

Araştırma Makalesi - Research Article

Vermikompost ile Birlikte Verilen Potasyum ve Fosforun Adsorbsiyonu Üzerine Bir Araştırma¹

Nuri Burak Aslantekin², Nuray Mücellâ Müftüoğlu^{3*}

Geliş / Received: 07/03/2020

Revize / Revised: 30/07/2020

Kabul / Accepted: 05/08/2020

ÖZ

Yurtdışında ve ülkemizde yapılan bazı çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, vermikompostun bitki verimi üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Ancak vermikompost kullanımından dolayı fosfor (P) ve potasyum (K) elementlerinin tutunmaları konusunda çalışma bulunmamaktadır. Denemede, organik bir madde olan vermikompostun P ve K elementlerini tutması üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Deneme, iki bağımsız deneme şeklinde kurulmuş olup, P ve K elementlerinin tutunabilirliği takip edilmiştir. Denemede; vermikompost aynı dozda (1000 kg/da), P elementi (0, 4, 8, 12, 16 ve 20 kg P₂O₅/da) ve K elementi (0, 10, 20, 30, 40 ve 50 kg K₂O/da) dozlarında kullanılmış ve 15 gün ara ile 6 yıkamaya tabi tutulmuştur. Perlit ortamına katılan vermikompost ile artan P₂O₅ ve K₂O uygulamaları incelendiğinde yıkanan P₂O₅ ve K₂O miktarının 6 yıkama sonucunda düzenli olarak ortama katılan miktarları arttıkça yıkanan miktarının da arttığı saptanmıştır. Fosforda en fazla yıkanma 4 kgP₂O₅/da düzeyinde (%45.2), en düşük yıkanma ise 12 kgP₂O₅/da düzeyinde (%32.2) bulunmuştur. Potasyumda ise en fazla yıkanma 50 kgK₂O/da düzeyinde (%66.8), en az yıkanma ise 10 kgK₂O/da düzeyinde (%43.9) tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler- Adsorbsiyon, Fosfor, Potasyum, Vermikompost

¹Bu çalışma Nuri Burak Aslantekin tarafından, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında yapılan Yüksek Lisans Tezinin bir kısmını kapsamakta olup Ankara'da 12-15 Temmuz 2018 tarihleri arasında yapılan Uluslararası Avrasya Doğal Beslenme ve Sağlıklı Yaşam Zirvesi'nde sunulmuş, özet bildiri olarak yer almıştır.

²İletişim: burak-546@hotmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-0156-9130>)

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Terzioğlu Yerleşkesi, 17100 Çanakkale

^{3*}Sorumlu yazar iletişimi: mucella@comu.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0001-6065-029X>)

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Terzioğlu Yerleşkesi, 17100 Çanakkale

A Study on the Adsorption of Potassium and Phosphorus Given Together with Vermicompost

ABSTRACT

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 (P) and potassium (K) elements. In the experiment, the effects of vermicompost, an organic fertilizer, on the retention of P and K elements were investigated. The experiment was established as 2 independent trials and the adsorption of P and K was followed. In experiments, vermicompost in the same dose (10000 kg ha⁻¹), the dosages of P element (0, 40, 80, 120, 160 and 200 kg P₂O₅ ha⁻¹), K element (0, 100, 200, 300, 400 and 500 kg K₂O ha⁻¹) 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 P₂O₅ and K₂O washed increased as the amount added regularly to the medium increased as a result of 6 washings. The highest washing at P₂O₅ was found at 40 kg ha⁻¹ (45.2%) and the lowest washing at 120 kg ha⁻¹ (32.2%). In potassium, the highest washing was found at 500 kg K₂O ha⁻¹ (66.8%) and the least washing was found at 100 kg K₂O ha⁻¹ (43.9%).

Keywords- *Adsorption, Phosphorus, Potassium, Vermicompost*

I. GİRİŞ

Dünya nüfus artış hızı ilk çağlarda yavaş olmasına rağmen son birkaç yüzyılda bu hızın oransal olarak arttığı görülmektedir. İnsanlar başlangıçta balıkçılıkla, toplayıcılıkla, avcılıkla geçindiklerinden küçük insan grupları için geniş alanlara gereksinim duyuluyordu. Daha sonra yerleşik yaşama geçilmesiyle tarımla uğraşılması, hayvanların evcilleştirilmesi nedeniyle daha küçük alanlar yeterli olmuştur. Ancak günümüzde tarım ve tıp alanındaki ilerlemeler, sanayi devriminin etkileri ile dünya nüfusunda hızlı artışlar görülmektedir. Nüfusun hızla artışı tarımda küçük alanlardan fazla ürün alınma gereğini doğurmuş, bu ise kimyasal gübrelerin devreye girmesine neden olmuştur. Kimyasal gübrelerin aşırı düzeyde ve bilinçsizce kullanımı yeraltı ve yer üstü tatlı su kaynaklarının kirlenmesine neden olmuştur. Kirlenmenin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkisini azaltmak amacıyla son yıllarda; konvansiyonel tarımın yetiştiricilikteki payını azaltmak için iyi tarım, organik tarım gibi sistemler üzerinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır.

Ülkemizde kullanımı yaygın olmasa da solucanlar tarafından üretilen organik bir madde olan vermikompost dünya çapında birçok ülke tarafından kullanılmakta olup en önemli etkisi toprak biyolojik özellikleri üzerine olmakta, içerisinde yer alan yararlı mikroorganizmalar bitkinin kök bölgesine yerleşerek çeşitli antibiyotik, enzim ve bitki gelişim düzenleyicileri salgulamakta, böylece bitkinin toprak kökenli hastalığa neden olan organizmalardan korunmasını, toprakta yayrışımsız konumdaki organik bağlı besin elementlerinden faydalanmasını, bitkinin kök, sürgün gelişimi ve meyve tutumuna yardımcı olmaktadır [23]. Kompostlamada solucan kullanmanın faydası, sadece bitkisel üretimi artırması değil aynı zamanda ortamda hastalık etmeni olan organizmaları da azaltması, bitkisel üretimde toprakların sürdürülebilir olmasına yönelik pek çok eksikliğini ortadan kaldırması, toprağa sağladığı biyolojik, fiziksel ve kimyasal iyileşmeler sebebiyle son zamanlarda en çok tutulan organik maddelerden biri olmasıdır [22]. Vermikompost çeşitli özellikteki organik atıkların bazı toprak solucanları tarafından bünyelerinde sindirmeleri sırasında kompostlaştırılan, bitki besin maddeleri, mikroorganizmalar, çeşitli enzimler, organik madde, humik ve fulvik asitlerce zengin özelliklere sahip hem toprak düzenleyicisi olarak hem de aynı zamanda bitki beslemede açısından gübre olarak kullanılan organik bir madde olarak tanımlanmaktadır [8]. Organik atıklardan yararlanılması amacı ile elde edilen vermikompost, ekonomik ve sürdürülebilir bir yöntem olarak bitki büyümesini olumlu yönde artırmakta, bitki beslemede yardımcı olmakta, küçük veya orta ölçekli tarım işletmeleri için ek bir masrafa gerek kalmaksızın az miktardaki girdiler ile üretim sistemini olanaklı hale getirmektedir. Ayrıca organik tarıma geçiş sürecindeki ilk yıllarda görülen ürün düşüşünü de telafi edebilmektedir [21]. Vermikompost uygulamasının ıspanak bitkisinin verim, verim özellikleri, toprak verimlilik özellikleri üzerine kontrole oranla önemli artışlar gösterdiği, özellikle bitkinin demir (Fe) ve toprağın kalsiyum (Ca) miktarı üzerine 200 kg/da vermikompost uygulamasının en iyi sonucu verdiği, toprak reaksiyonu (pH), suda çözünebilir tuz (EC) ve organik madde değerlerinin tüm uygulamalarda kontrole göre artışlar gösterdiği belirlenmiştir [19]. Kompostun tarımda kullanılma uygulamaları ülkemiz için yeni sayılabilecek niteliktedir. Organik atıkların normal olgunlaştırma yöntemleri ile kompost şekline getirilmesinin yanında, toprak solucanlarının ilave edilmesi ile vermikompost elde edilerek değerlendirilmesi de mümkündür [4]. Fosfor adsorpsiyonu ve fiksasyonu üzerine yapılan çalışmada toprak örneğine P32 uygulanarak topraklarda kil, değişebilir Ca, magnezyum (Mg) miktarının fosfor adsorpsiyonu ve fiksasyonu üzerinde pozitif etkileri olduğu ancak kum miktarı ve ortamda var olan fosforun olumsuz etkileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır [6]. Bitki ihtiyaç duyduğu fosforun önemli bir bölümünü toprak çözeltisinden ve az bir kısmını da doğrudan toprağın katı kısmından almakta, toprak solüsyonunda azalan fosfor yerine katı fazdan sağlanan fosforla denge kurulmakta, denge toprak çözeltisi aleyhine bozulduğu anda bitkilerin fosfor gereksinimlerini karşılayamadıkları belirtilmiştir [9]. Özellikle kurak ve yarı kurak iklim özelliklerine sahip alanlardaki yer alan topraklarda fosfor adsorpsiyonu ile toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki etkileşimin çok yönlü olmasının adsorpsiyonun açıklanmasını zorlaştırdığı, ancak toprakların kireç içeriği, kil tipi ve Fe oksit miktarlarının fosfor adsorpsiyonu üzerinde etkili faktörler olduğu belirtilmiştir [12]. Artan seviyelerde sıvı TKİ-Hümas ve fosfor uygulamalarının fasulye bitkisinin verim ve kalite unsurları üzerine etkileri belirlemek amacıyla tarla şartların yürütülen bir çalışmada TKİ-Hümas 0, 4, 8, 12 L/da ve diamonyum fosfat gübresi kaynaklı fosfor 0, 5.0, 7.5 ve 10 kg P₂O₅/da kullanılmış, araştırma sonuçlarına göre fasulye bitkisinin verimi üzerine hem TKİ-Hümas hem de fosfor uygulamalarının etkisi istatistiki bakımdan önemli bulunmuş, bitkilerin beslenmesi, ekonomik olması ve verimin artırılması bakımından 12 L/da TKİ-Hümas ve 5 kg P₂O₅/da kombinasyonu önerilebileceği belirtilmiştir [13]. Ortamda organik maddenin bulunmasının P adsorpsiyonunu artıran bir etmen olduğu dolayısı ile organik maddenin fosfor adsorbe etme kabiliyetinin bulunduğunu gösterdiği belirtilmektedir [24].

Toprağa gübre olarak ilave edilen veya toprakta değişik şekillerde bulunmakta olan potasyumun, toprak ve çevre koşullarına göre elverişli şekle veya fikse olarak elverişsiz şekle dönüştüğü, potasyum fiksasyonunun diğer bazı katyonik besin elementlerinin toprakta tutulmasından farklı bir şekilde açıklanmaya gereksinim olduğu, fikse olan potasyumla katyon değişim kapasitesinin, değişebilen ve güçlükle değişebilen potasyum miktarları arasında istatistiksel olarak önemli pozitif ilişkiler olduğu belirtilmiştir [18]. Bitki besin elementleri içerisinde önemli bir etkiye sahip olan potasyumun pH ile ilişkisinin tam olarak aydınlatılmış sayılamayacağını ancak potasyumun asit ortamlarda Fe, alüminyum (Al) ve H iyonları ile rekabeti sonucunda fiksasyonunun azaldığını, bunun aksine alkalın topraklarda ise daha fazla fiksasyona uğradığı belirtilmektedir [5]. Potasyumun en önemli kaynaklarını denizsel evaporitler oluşturur ve üretiminin %90'ı gübre sanayinde kullanılmaktadır. Magmatik, sedimanter ve metamorfik kökenli pek çok kayaç içindeki silikatlı minerallerin yapısında değişen oranlarda yer almaktadır. Bu değişiklik, ana maddenin yaşı, mineral çeşidi ve iklim koşullarından kaynaklanmaktadır. Kumtaşı ya da kuvarzıt üzerinde oluşmuş kaba bünyeli toprakların K içeriği, potasyumlu mineral içeren kayalar üzerinde oluşan ince bünyeli toprakların K içeriğinden oldukça düşüktür. Ayrıca bol miktarda yağış alan bölgelerde yıkanmanın K olması nedeniyle toprağın K içeriği düşmektedir [10]. Potasyum litosferin yaklaşık %2.5'ini oluşturmaktadır. Potasyum bitkinin ihtiyaç duyduğu elementler arasında azottan sonra en fazla alınan besin elementidir. Potasyum içerikleri topraklarda büyük değişkenlik (%0.04-3.00) göstermektedir [3]. Toprakların toplam K içeriği, çoğunlukla bitkilerin bir gelişme mevsimi boyunca absorbe ettiği miktarın birçok katı olduğu halde, çoğu durumda, bu toplam potasyumun ancak çok küçük bir bölümü bitkilere yararlıdır. Bitki gelişimi için zorunlu olan potasyum elementinin, bitkilerdeki konsantrasyonu tipik olarak kuru maddenin %0.5-6.0'sı arasında değişmekle birlikte, bazı durumlarda daha yüksek oranlarda da bulunabilir. Bitki hücrelerinde en fazla bulunan katyondur ve bitki kuru ağırlığının %10'unu içerecek şekilde bulunabilir [20].

Yapılan bu çalışma ile organik bir madde olan ve kullanımı gittikçe artan vermikompostun ilave edildiği ortamlarda bitki için çok önemli olan P ve K elementlerinin tutunmalarını nasıl etkilendiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Farklı gübre uygulamalarının vermikompost üzerine farklı dozlarda uygulamasıyla yürütülen çalışmada, farklı gübre kaynaklarının vermikompost tutulma parametreleri üzerinde etkinliğinin ortaya konulması amacıyla yürütülmüştür.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Denemede ortam olarak nötr reaksiyonlu süper iri tarım perlit, organik madde olarak vermikompost, fosfor kaynağı olarak triplesüper fosfat (TSP, %42 P₂O₅) gübresi, potasyum kaynağı olarak potasyum sülfat (PS, %51 K₂SO₄) gübresi, yıkama işlemlerinde saf su kullanılmıştır.

Denemede kullanılan vermikompostun reaksiyonu 6.60, suda çözünebilir tuz değeri 2.60 dS/m, suda çözünebilir potasyum 6683.93 mg/kg, toplam potasyum 10137.39 mg/kg, suda çözünebilir fosfor 193.62 mg/kg, toplam fosfor ise 3896.96 mg/kg değerindedir.

Deneme, yarı kontrollü serada, 6 farklı doz, 4 tekrerrük olmak üzere fosfor ve potasyum için iki ayrı deneme şeklinde toplam 48 saksı ile tesadük parseli faktöriyel deneme desenine göre kurulmuştur. Saksılara hacim esasına göre 3.5 L perlit doldurulmuş ve hepsine 1000 kg/da hesabı ile vermikompost ilave edilip üst kısmı homojen bir şekilde karıştırılarak saksı içeriği saf su ile doyurulmuştur.

Marul bitkisinde vermikompost uygulamasının yaygın olması nedeni ile bu bitkinin besin maddesi istekleri dikkate alınmıştır. Marul bitkisinin yetiştirilmesi için 10-12 kg P₂O₅ ve 18-20 kg K₂O verilmesinin yeterli olduğu belirtilmiştir [7]. Bu nedenle perlit ve vermikompost bulunan saksılara fosfor uygulaması için TSP gübresi 0, 4, 8, 12, 16, 20 kg P₂O₅/da, potasyum uygulaması için K₂SO₄ gübresi 0, 10, 20, 30, 40, 50 kg K₂O/da olacak şekilde saf suda çözülerek uygulanmıştır.

Potasyum ve fosforun saksılar içerisinde vermikomposta tutunmaları için iki hafta beklendikten sonra yıkama başlamış ve iki hafta aralıklarla yapılan 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 taşmasına izin verilmeksizin alınmış, mezür ile ölçülmüş, balon jöjelere ve pet şişelere aktarılmıştır. İki hafta aralıklarda alınan örnekler aynı gün içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler filtre kâğıdından süzülerek homojen hale

getirilip balon jöjelere aktarılıp analizlerin yapılacağı zamana kadar buzdolabında saklanmıştır. Fosfor analizi, denemeden alınan süzükler bulunan fosfor miktarına göre oluşan mavi renk yoğunluğunun spektrometrede standart çözeltilerle karşılaştırılması esasına göre, potasyum analizi, denemeden alınan süzüklerdeki potasyum miktarlarının alev fotometresi ile belirlenmesi esasına göre tespit edilmiştir [14].

Deneme sonucunda elde edilen veriler MINITAB 18.0 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 LSD çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır.

III. BULGULAR

A. Fosfor yıkama bulguları

Perlit ortamına ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki fosfor uygulamalarının yıkanan fosfor miktarlarına olan etkisi Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Ortamdan Yıkanan Fosfor Miktarları

VK (kg/da)	P ₂ O ₅ (kg/da)	Yıkanan P ₂ O ₅ Miktarı (g/da)						Toplam	%
		1.	2.	3.	4.	5.	6.		
0		32 C	331 B	74 D	36 C	37 D	25 D	535 E	-
4		205 C	687 A	360 CD	263 BC	287 C	206 CD	2009 D	45.2
1000	8	410 BC	673 A	576 BC	392 B	386 C	306 C	2742 D	32.5
	12	282 BC	542 AB	946 B	1051 A	684 B	502 B	4008 C	32.2
	16	1129 B	656 A	1865 A	1022 A	1218 A	715 A	6606 B	40.2
	20	3530 A	702 A	1917 A	941 A	1263 A	682 AB	9034 A	44.2
P		0.000**	0.011*	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	

VK: Vermikompost, *: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli, 1.-6.: Yıkama sayıları

Perlit ortamına katılan vermikompost ve artan fosfor uygulamalarının etkilerinin görüldüğü Tablo 1 incelendiğinde, 1. yıkamada yıkanan fosfor miktarının sadece vermikompost uygulama (kontrol) 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, 1. yıkama sonunda ortamdan yıkanan fosfor miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir.

2. yıkamada yıkanan fosfor miktarının kontrol 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, 2. yıkama sonunda ortamdan yıkanan fosfor miktarlarına etkisinin %5 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

3. yıkamada yıkanan fosfor miktarının kontrol 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, 3. yıkama sonunda ortamdan yıkanan fosfor miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

4. yıkamada yıkanan fosfor miktarının kontrol dozundan elde edilen 36 g P₂O₅/da ile 12 kg P₂O₅/da verilen uygulama dozundan elde edilen 1051 g P₂O₅/da arasında değiştiği, 4. yıkamada fosforun en fazla yıkandığı dozun 12 kg P₂O₅/da dozu olduğu, 4. yıkama sonunda ortamdan yıkanan fosfor miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

5. yıkamada yıkanan fosfor miktarının kontrol 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, 5. yıkama sonunda ortamdan yıkanan fosfor miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

6. yıkamada yıkanan fosfor miktarının kontrol 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, 6. yıkama sonunda ortamdan yıkanan fosfor miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir.

Perlit ortamına ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki fosfor uygulamalarının toplam 6 yıkama sonucunda kontrol dozundan elde edilen 535 g P₂O₅/da ile 20 kg P₂O₅/da verilen uygulama dozundan elde edilen 9034 g P₂O₅/da arasında değiştiği, düzenli olarak ortama katılan fosfor miktarı arttıkça yıkanan fosfor miktarında da artış olduğu, toplam 6 yıkama sonunda ortamdan yıkanan fosfor miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

B. Potasyum yıkama bulguları

Perlit ortamına ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki potasyum uygulamalarının yıkanan potasyum miktarlarına olan etkisi Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Ortamdan Yıkanan Potasyum Miktarları

VK (kg/da)	K ₂ O(kg/da)	Yıkanan K ₂ O Miktarı (g/da)						Toplam	%
		1.	2.	3.	4.	5.	6.		
0		519 D	37 B	98 C	94 D	98 E	92 C	938 E	-
10		4573 CD	46 B	1150 BC	873 D	1001 DE	273 BC	7916 D	43.9
1000	20	8847 BC	43 B	2525 B	2114 C	2526 CD	1033 B	17089 C	61.0
	30	7362 BCD	73 AB	4981 A	4029 B	3587 BC	2220 A	22251 C	58.5
	40	12207 B	157 A	5271 A	5111 AB	5358 AB	2846 A	30950 B	64.5
	50	18108 A	170 A	6318 A	5458 A	6442 A	2285 A	38781 A	66.8
P		0.001**	0.022*	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	

VK: Vermikompost, *: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli, 1.-6.: Yıkama sayıları

Perlit ortamına katılan vermikompost ve artan potasyum uygulamalarının etkilerinin görüldüğü Tablo 2 incelendiğinde, 1. yıkamada yıkanan potasyum miktarının kontrol 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, 1. yıkama sonunda ortamdan yıkanan potasyum miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir.

2. yıkamada yıkanan potasyum miktarının kontrol 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, 2. yıkama sonunda ortamdaki yıkanan potasyum miktarlarına etkisinin %5 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

3. yıkamada yıkanan potasyum miktarının kontrol 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, 3. yıkama sonunda ortamdaki yıkanan potasyum miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

4. yıkamada yıkanan potasyum miktarının kontrol 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, 4. yıkama sonunda ortamdaki yıkanan potasyum miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

5. yıkamada yıkanan potasyum miktarının kontrol 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, 5. yıkama sonunda ortamdaki yıkanan potasyum miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

6. yıkamada yıkanan potasyum miktarının kontrol 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, 6. yıkama sonunda ortamdaki yıkanan potasyum miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Perlit ortamına ilave edilen vermikompost ve artan dozdaki potasyum miktarının 6 yıkama sonucunda kontrol dozundan elde edilen 938 g K₂O/da ile 50 kg K₂O/da verilen uygulama dozundan elde edilen 38781 g K₂O/da arasında değiştiği, düzenli olarak ortama katılan potasyum miktarı arttıkça yıkanan potasyum miktarında da artış olduğu, toplam 6 yıkama sonunda ortamdaki yıkanan potasyum miktarlarına etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

IV. TARTIŞMA VE SONUÇ

Perlit ortamına ilave edilen vermikompost ve artan dozda ilave edilen fosfordan yıkanan fosfor miktarının 6 yıkama sonucunda kontrol uygulamasına göre artan fosfor düzeylerine bağlı olarak arttığı görülmüştür. En fazla artış 4 kg P₂O₅/da düzeyinde (%45.2), en düşük yıkanma ise 12 kg P₂O₅/da düzeyinde (%32.2) bulunmuştur.

Yapılan bir 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 arttığı bildirilmiştir [1]. Diğer bir çalışmada, 90 günlük inkübasyonun sonunda vermikompostun topraktaki alınabilir fosfor miktarını %13-26 oranında artırdığı rapor edilmiştir [16]. Ayrıca vermikompostun kaya fosfatta bulunan suda çözünebilir fosfor miktarını olumlu etkilediğini bildirilmiştir [2].

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 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 durum vermikomposttaki suda çözünebilir fosforun tamamen yıkandığını, bunun yanı sıra 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=4443.4 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. Bu

durumda 8 ve 12 kg P₂O₅/kg dozunda en fazla tutunmanın gerçekleştiği daha az veya daha fazla dozlarda ise tutunmanın daha az olduğu tespit edilmiştir.

Toplam 6 yıkama sonunda yıkanan potasyum miktarının 938 g K₂O/da kontrol uygulaması ile 38781 g K₂O/da (50 kg/da K₂O düzeyi) arasında değiştiği, düzenli olarak ortama katılan potasyum miktarı arttıkça yıkanan potasyum miktarında da artış olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada kireçli topraklara 20 g/kg zeolit ve 20 g/kg vermikompost uygulaması ve her iki uygulamanın da topraktaki tüm potasyum formlarını olumlu etkilediği ve ayrıca vermikompostun topraklara salınan toplam potasyumu artırdığı, vermikompost uygulamasının potasyum iyonlarının kil minerallerine (simektit) tutunmasına yardımcı olduğu rapor edilmiştir [15]. Topraklara eklenen organik artıkların toprakların alınabilir K içeriğini önemli derecede etkilediği bildirilmiştir [11, 17].

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 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 durum vermikomposttaki suda çözünebilir potasyumun az bir kısmının (%11.7) yıkandığı saptanmıştır.

Perlit ortamına katılan vermikompost ve 10 kg K₂O/da dozu ile uygulanan toplam suda çözünebilir potasyumun (10000+8020.7=18020.7 g K₂O/da) %43.9'un yıkandığı hesaplanmıştır. Bu hesaplama dikkate alınarak 20 kg K₂O/da dozu ile uygulanan toplam suda çözünebilir potasyumun %61.0, 30 kg K₂O/da dozu ile uygulanan toplam suda çözünebilir potasyumun %58.5, 40 kg K₂O/da dozu ile uygulanan toplam suda çözünebilir potasyumun %64.5, 50 kg K₂O/da dozu ile uygulanan toplam suda çözünebilir potasyumun %66.8'inin yıkandığı belirlenmiştir. Bu durumda 10 kg K₂O/kg dozunda en fazla tutunmanın gerçekleştiği daha fazla dozlarda ise tutunmanın daha az olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; perlit ortamına katılan sabit miktardaki vermikomposta ilave edilen artan miktarlardaki fosfor ve potasyum elementlerinin ortamda tutunmaları incelendiğinde; toplam 6 yıkama sonunda düzenli olarak ortama katılan miktarlar arttıkça her iki elementin de yıkanan miktarlarında artış olduğu belirlenmiştir. Ancak, yıkanarak ortamdaki uzaklaşan miktarlar, ortamda bulunan toplam elementin % değeri olarak incelendiğinde; 8 ve 12 kg P₂O₅/kg dozlarında toplam suda çözünebilir fosforun sırası ile %32.5 ve %32.2 oranında yıkanarak en az yıkanmanın dolayısı ile en fazla tutunmanın gerçekleştiği saptanmıştır. Potasyumun ise 10 kg K₂O/da dozunda toplam suda çözünebilir potasyumun %43.9'un yıkandığı ve en fazla tutunmanın bu dozda gerçekleştiği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] 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, 68. doi:10.1007/s40093-014-0068-9
- [2] Aria, M.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. *Bioresource Technology*, 101(2), 551–554. doi:10.1016/j.biortech.2009.07.093
- [3] Ashley, M.K., Grant, M., Grabov, A. (2006). Plant responses to potassium deficiencies: a role for potassium transport proteins. *Journal of Experimental Botany*, 57(2), 425-436. doi:10.1093/jxb/erj034
- [4] Bellitürk, K., Görres, J.H. (2012). Balancing vermicomposting benefits with conservation of soil and ecosystems at risk of earthworm invasions. *8th International Soil Science Congress on "Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management"*, İzmir.
- [5] Bilen, S., Sezen, Y. (1993). Toprak reaksiyonunun bitki besin elementleri elverişliliği üzerine etkisi 1. Azot, Fosfor ve Potasyum. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 156-166.

- [6] Ceylan, Ş., Kılınc, R., Karakaş, D. (2013). Bitlis yöresi topraklarının fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon durumlarının nükleer yöntem ile belirlenmesi. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1), 71-78.
- [7] Denli, N. (2015). Marul Yetiştiriciliği. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, Erdemli-Mersin.
- [8] Edwards, C. A., Bohlen, P.J. (1996). *Biology and Ecology of Earthworms (Third Edition)*. Published by Chapman and Hall, 2-6 Baunday Roww, London SE1 8HN, UK.
- [9] 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.
- [10] Güzel, N., Güllüt, Y.K., Büyük, G. (2002). *Toprak Verimliliği ve Gübreler*. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Genel Yayınları No: 246, Ders Kitapları Yayın No: 80, Adana.
- [11] 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. doi:10.1080/15324982.2011.554957
- [12] Korkmaz, K., İbrikiçi, H. (2010). Kireçli topraklarda fosfor dinamiğinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilim. Derg. (Anadolu J. Agric. Sci.)*, 25(1), 44-52.
- [13] Mtua, K.A., Gökmen, Yılmaz, F., Gezgin, S. (2015). Artan dozlarda TKİ-Hümas ve fosfor uygulamaların kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinin gelişimine etkileri. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(2), 84-90.
- [14] Müftüoğlu, N.M., Türkmen C., Çıkkılı Y. (2014). *Toprak ve Bitkide Verimlilik Analizler (2. Basım)*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- [15] Najafi-Ghiri, M. (2014). Effects of zeolite and vermicompost applications on potassium release from calcareous soils. *Soil and Water Res.*, 9, 31-37. doi:10.17721/2012-SWR
- [16] Pramanik, P., Bhattacharya, S., Bhattacharyya, P., Banik, P. (2009). Phosphorous solubilization from rock phosphate in presence of vermicomposts in Aqualfs. *Geoderma* 152(1-2), 16-22. doi:10.1016/j.geoderma.2009.05.013
- [17] 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), 635-47. doi:10.1081/CSS-200043305
- [18] Sezen, Y. (1989). Van Gölü Çevresi Toprak Örneklerinde İslatma ve Kurutma ile Potasyum Fiksasyonu. *Atatürk Ü. Zir. Fak. Der.* 20(1), 18-29.
- [19] Sönmez, S., Çıtak, S., Koçak, F., Yaşin, S. (2011). Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Bati Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28 (1), 56-69.
- [20] 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*, 59(2), 303-313. doi:10.1093/jxb/erm309
- [21] Şimşek-Erşahin, Y. (2007). Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 99-107.

- [22] Yağmur, B., Eşiyok, D. (2013). Solucan gübresi: vermikompost-III (Vermikompostun Kullanım Alanları) <http://www.dunyagida.com.tr/haber/solucan-gubresi-vermikompost-iiivermikompostun-kullanim- Alanlari/4341> (Erişim tarihi: 15.03.2019).
- [23] 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 soilless growing media. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(2), 163-168.
- [24] Yurdakul, İ., Usta, S. (2017). Toprak organik maddesi ile fosfor adsorpsiyonu arasındaki ilişkinin Langmuir modeli ile araştırılması. *Toprak-Su Dergisi*, 6(2), 59-70. doi:10.21657/topraksu.339839