



Bitkinin fosfor alımına vermicompost ve farklı fosfor dozlarının birlikte etkisi*

The effects of vermicompost and different phosphorus doses on phosphorus uptake of the plant

Emre VURGUN¹, Nuray Mücellâ MÜFTÜOĞLU²

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 17100, Çanakkale, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): N. M. Müftüoğlu, e-posta (e-mail): mucella@comu.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): emre.vrgn@outlook.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 24 Temmuz 2019
Düzeltilme tarihi 27 Eylül 2019
Kabul tarihi 27 Eylül 2019

Anahtar Kelimeler:

Fosfor
Marul
Perlit
Vermikompost

ÖZ

Bu çalışmada, organik bir gübre olan vermicompostun fosfor elementinin alınabilir forma geçmesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Daha önce yurtdışında ve ülkemizde yapılan çalışmalar göz önüne alındığında, vermicompostun bitkinin verimlilik parametreleri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Ancak vermicompost ile birlikte kullanımından dolayı elementlerin alınabilir forma geçmedeki etkisi konusunda çok az çalışma bulunmaktadır. Araştırmada; organik gübre olarak vermicompost (1000 kg da⁻¹), yetiştirme ortamı olarak perlit, bitki olarak da marul (*Lactuca sativa* L.) bitkisi kullanılmıştır. Fosfor uygulaması (0, 5, 10, 15 ve 20 kg P₂O₅ da⁻¹) için triplesüper fosfat gübresi kullanılmıştır. Elde edilecek olan sonuçlara göre kimyasal gübrelerin kullanımının sınırlandırılması ve toprak verimliliğinin sürdürülebilir olması amaçlanmıştır. Çalışma ile fosfor elementinin alınabilirliğini vermicompostun nasıl etkilediğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca verim ve verim parametreleri de incelenmiştir. Sonuç olarak; bitkideki fosfor miktarının, yeşil olarak tüketilmesi durumunda alınan fosfor miktarının ve marul bitkisi verimi oluştururken ortamdan en fazla sömürülen fosfor miktarının uygulanan 10 kg P₂O₅ da⁻¹ miktarına kadar arttığı bu dozdan sonra azaldığı saptanmıştır.

ARTICLE INFO

Received 24 July 2019
Received in revised form 27 September 2019
Accepted 27 September 2019

Keywords:

Lettuce
Perlite
Phosphorus
Vermicompost

ABSTRACT

In this study, the effect of vermicompost, an organic fertilizer, on the conversion of phosphorus element to the available form was investigated. It has been determined that vermicompost has an effect on the productivity parameters when some studies done abroad and in our country are taken into consideration. However, due to the use of vermicompost there is very little work on the effect of elements on the viability and the effect of plant nutrient uptake. In the study, vermicompost (1000 kg da⁻¹) as manure, perlite as medium and lettuce (*Lactuca sativa* L.) plant as plant were used. Triplesuper phosphate was used as phosphorus source (0, 5, 10, 15 and 20 kg P₂O₅ da⁻¹). According to the results obtained, it is aimed that chemical fertilizers should be used excessively, production inputs should be reduced, the use of chemical fertilizers should be limited, and soil fertility should be sustainable. In this study, we aim to determine the effect of the phosphorus element uptake. In addition, yield and yield characteristics are examined. As a result, it was found that the amount of phosphorus in the plant, amount of phosphorus in green consumed plant, the amount of phosphorus uptake from the medium, yield, up to 10 kg P₂O₅ da⁻¹ increased up applied was reduced after this dose.

*Bu makale "Vermikompostun Fosfor Alımını Üzerine Etkisi" başlıklı tez kapsamında üretilmiş olup, Uluslararası Avrasya Doğal Beslenme ve Sağlıklı Yaşam Zirvesi'nde özet bildiri olarak sunulmuştur.

1. Giriş

Kimyasal gübrelerin kullanımı topraklarda fiziksel, kimyasal ve biyolojik sorunları da beraberinde getirmiştir. Meydana gelen birçok çevre sorunu insanları kimyasal gübrelerden uzaklaştırıp, sürdürülebilir toprak verimliliğini göz önünde bulundurarak organik gübrelere yöneltmiştir. Dünyanın en büyük sorunlarından biri olan çevre kirliliğini azaltmak ve

ekosistemin dengesini korumak gerekmektedir. Organik gübreler bitkilere besin kaynağı olmalarının yanı sıra çevreyi kirletmeden doğal dengeyi korumakta, bitkisel üretimde verim ve kaliteyi yükseltmekte, toprak düzenleyicisi görevlerini de yerine getirmektedirler. Toprak ekosistemini korumak ve sürdürülebilir tarımsal verimliliği arttırmak için organik gübre

kullanımını artırmak, tarımın sürdürülebilir olmasını sağlamak ve geleceğe ait doğru planlamalar yapabilmek için öncelikle toprağı çok iyi tanımak ve bilmek, bunun için fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin doğru olarak belirlenmesi ve belirlenen özellikler dikkate alınarak kültürel önlemler içerisinde önemli bir yer tutan gübrelemenin doğru yapılması gerekmektedir (Bellitürk 2011). Vermikompost, tarımsal üretimde son yıllarda oldukça yaygınlaşan bir materyal olup birçok organik materyalin solucanlar tarafından sindirilmesiyle elde edilen çevre dostu olan önemli bir organik gübredir (Şimşek Erşahin 2007). Farklı oranlarda uygulanan vermikompostun açık alan koşullarında yerleştirilen kıvrık marulun gelişiminde, erkencilik özelliği üzerinde önemli etkide bulunduğu saptanmıştır (Hınıslı 2014). Eşit miktarlarda toprak, torf ve perlit karışımına uygulanan farklı dozlardaki vermikompostun 5 BB ve Trakya İlkeren aşı kombinasyonu uygulanan asma fidanları tarafından alınan fosfor (P) miktarını artırdığı tespit edilmiştir (Açıkbaş 2016). Ayçiçeği bitkisine farklı dozlarda uygulanan vermikompostun verim üzerinde önemli artışlara neden olduğu, bitki analiz sonuçlarına göre artan vermikompost dozlarına paralel olarak fosfor miktarını arttığı belirlenmiştir (Büyükliz 2016). Vermikompostun soğan, sarımsak, maydanoz ve semizotu gibi bazı bitkilerin gelişimini ve toprak özelliklerini olumlu yönde etkilediği, artan vermikompost uygulamaları ile bitkilerde Mn miktarının azaldığı ve Zn miktarının ise arttığı, Ca ve Mg miktarının vermikompostun belli bir düzeyine kadar arttığı, ancak verilen artırılmaya devam edildiğinde Ca ve Mg miktarında azalma olduğu saptanmıştır (Eryüksel 2016). Vermikompostun artan dozlarının toprak ortamına karıştırılarak ıspanak bitkisinde uygulanan vermikompost miktarının artışına bağlı olarak verim, bitki boyu, yaprak boyu ve eni, kök ağırlığı değerlerinin önemli düzeyde arttığı, toprağın verimlilik özelliklerinden olan toprak reaksiyonu ve P kapsamına etkisinin istatistiksel anlamda önemli bulunduğu bildirilmiştir (Müftüoğlu ve ark. 2016).

Kireçli toprağa hümik asit ve fosforun mısır bitkisine birlikte uygulanması ile hümik asit miktarlarının bitki kuru ağırlığını, bitkideki toplam P miktarını ve topraktaki alınabilir P miktarını artırdığını, hümik asitin tek başına uygulanmasına göre P ile birlikte uygulanmasının daha etkili olduğu saptanmıştır (Erdal ve ark. 2000). Kentsel arıtma çamurunun mısırdaki fosfor kaynağı olarak kullanılma olanaklarının araştırıldığı çalışmada, kök kuru ağırlığı ve bitki mangan içeriği etkilenmez iken, bitki bakır içeriğinin önemli düzeyde azaldığı, bitkinin toplam kuru ağırlığının önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir (Çimrin ve ark. 2000). Fosfor ve mikoriza uygulamalarının marul bitkisinin verim özelliklerinde önemli artışlar elde edildiği, mikoriza uygulamaları ile bitki çapı ve bitki kuru ağırlığında önemli artışlar olduğu, diğer verim özelliklerinde meydana gelen artışların ise istatistiksel olarak önemli olmadığı, bitkinin P alımının yapılan P uygulamalarından önemli derecede etkilendiğini, en yüksek P alımının 200 mg P₂O₅ kg⁻¹ uygulamasında ve en düşük P alımının ise P uygulaması yapılmayan kontrol uygulamasında gerçekleştiğini, mikoriza uygulamalarının da bitkinin P alımını istatistiksel olarak önemli düzeyde artırdığı bildirilmiştir (Ergin 2006). İki farklı marul çeşidine (Grand Rapids, Romaine) uygulanan farklı P düzeylerinin her iki marul çeşidinin de verim üzerinde olumlu sonuçlar meydana getirdiği ortaya konmuştur (Ahmed ve ark. 2013). Farklı P miktarları uygulanan marul bitkisinde, P, brom (Br), rubidyum (Rb) konsantrasyonlarının artan P uygulamalarına paralel olarak arttığı, ancak Ca, kükürt (S), Fe, Zn, Mn, titanyum (Ti), stronsiyum (Sr) ve baryum (Ba) içeriklerinin ise azaldığı ve silisyum (Si) ve nikel (Ni)

miktarlarında önemli bir değişim olmadığı saptanmıştır. Artan P uygulamalarının marul bitkisinin K içeriği üzerine etkisinin önemsiz olduğu, yüksek P düzeylerinin S miktarını azalttığı, Fe konsantrasyonu artan P uygulamasıyla azaldığı, artan düzeyde uygulanan P ile bitkilerin mikro bitki besin maddeleri miktarında artışlar olduğu, bu artışların çevre kirliliğini artırmasının yanında insan sağlığını da olumsuz etkilediği ve dolayısıyla fosforlu gübre kullanımında dikkatli davranılması ve aşırı kullanımlardan sakınılması gerektiği bildirilmiştir (Şahin ve ark. 2016).

Toprağın sürdürülebilir verimliliği için önemli organik maddece zengin olan vermikompost alternatif bir gübre kaynağı haline gelmiştir. Organik gübre kullanımına bağlı olarak gelecek nesillere bırakacak olduğumuz topraklarımızın sürdürülebilirliği sağlanmış olacaktır. Kurulmuş olan bu denemede perlit, vermikompost ve farklı dozlarda fosfor kullanılarak oluşturulan ortamda yetiştirilen marul bitkisi tarafından fosfor alınımının incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Denemede bitki materyali olarak torf ortamında yetiştirilmiş olan 35 günlük kıvrık marul (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*, cv.) fideleri, yetiştirme ortamı olarak tarım perlit, organik gübre olarak bir firmadan temin edilen vermikompost kullanılmıştır. Deneme 5 farklı fosfor dozu ve 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre kurulmuştur. Vermikompostun pH (1 torf:10 saf su) değeri 6.60, suda çözünebilir tuz değeri 2.60 dS m⁻¹, organik madde %45.51 olarak belirlenmiş, diğer özellikleri ise Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan vermikompostun bazı özellikleri.

Table 1. Some characteristics of vermikompost used in the experiment.

Element	Suda çözülmüş	Kuru yakma
	Miktar (mg kg ⁻¹)	
Fosfor (P)	193.62	3896.96
Potasyum (K)	6683.93	10137.39
Kalsiyum (Ca)	326.06	29559.38
Magnezyum (Mg)	159.71	4886.91
Demir (Fe)	15.90	5958.14
Mangan (Mn)	0.86	230.97
Çinko (Zn)	0.39	120.65
Bakır (Cu)	1.27	68.37
Bor (B)	4.44	6.93

Deneme, 20.11.2017-24.02.2018 tarihleri arasındaki vejetasyon döneminde 3.5 l hacimdeki saksılarda yürütülmüştür. Saksılara hacim esasına göre perlit doldurulmuş ve organik gübre olarak 1000 kg da⁻¹ vermikompost ilave edilmiştir. Bitkinin bir vejetasyon döneminde gelişmesi için gerekli saf besin maddesi miktarlarını sağlamak için azot kaynağı olarak amonyum sülfat (%21 N), potasyum kaynağı olarak potasyum sülfat (%51 K₂O) gübresi kullanılmıştır. Bitkinin fosfor gereksinimi fosforun değişik dozları (0; 5; 10; 15; 20 kg P₂O₅ da⁻¹) ile karşılanmış olup triplesüper fosfat (TSP, %42 P₂O₅) gübre çözeltisi olarak saksılara ilave edilmiştir. Deneme sürecinde bitkiler hasat dönemine kadar gereksinim gösterdikleri aralıkta ve miktarda saf su ile sulanmıştır.

Hasat edilen bitkide incelenen özellikler aşağıda belirtilmiştir.

Verim (g bitki⁻¹): Her uygulamaya ait olan bitkilerin hasat edilerek alınan toprak üstü kısımları tartılmış, tartımların ortalaması alınarak her uygulamaya ait olan ortalama bitki ağırlığı bulunmuştur.

Kök ağırlığı (g bitki⁻¹): Kökün üzerindeki perlit ve vermikompost kalıntıları saf su ile temizlendikten sonra kök üzerindeki nem kurutma kâğıdı ile kurularak terazide tartılması ile belirlenmiştir.

Bitki boyu (cm): Bitkinin toprak üstü aksamının kök boğazından itibaren en yüksek noktasına kadar olan mesafenin cetvel ile ölçülmesi ile saptanmıştır.

Bitki çapı (cm): Bitki başının en dar ve en geniş yerlerinden cetvel ile alınan ölçümlerin ortalamasının alınması ile tespit edilmiştir.

Yaprak sayısı (adet bitki⁻¹): Bitkideki yaprak sayılarının sayılması ile bulunmuştur.

Yaprak ağırlığı (g yaprak⁻¹): Bitki veriminin bitkideki yaprak sayısına bölünmesi ile hesap edilmiştir.

Toplam fosfor (mg kg⁻¹): Hasat edilen marul bitkileri kurutma ve öğütme işlemlerinden sonra kuru yakma işlemi uygulanmış (Kacar ve İnal 2010), elde edilen bitki özeltisindeki fosforun; vanadat ve molibdatın oksijenlerinin fosfat iyonu (PO₄³⁻) ile yer değiştirmeleri sonunda oluşan kromojenik heteropoli bileşiğinden kaynaklanan sarı renk yoğunluğunun spektrofotometrede belirlenmesi esasına göre belirlenmiştir (Kitson ve Mellon 1944; Barton 1948).

100 g tüketim ile alınan fosfor miktarı (g): Marul bitkisinden 100 g tüketildiğinde tüketici tarafından alınan fosfor miktarı yaş ağırlık üzerinden hesaplanmıştır.

Toplam verim ile sömürülen fosfor miktarı (g): Bitkinin verimi oluşturması için bulunduğu ortamdan almış olduğu fosfor miktarının yaş ağırlık üzerinden hesaplanması ile bulunmuştur.

Deneme sonucunda kaydedilen veriler MINITAB 18.0 istatistik paket programından yararlanılarak varyans analizi uygulanmış olup incelenen özelliklerden önemli olanlar F testi ile belirlenmiştir. Önemlilik dereceleri ise çoklu karşılaştırma testlerinden LSD testi ile değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Morfolojik özellikler

Vermikompost uygulanmış olan perlit ortamına ilave edilen fosforun verim, kök ağırlığı, boy, çap, yaprak sayısı ve yaprak ağırlığına ait olan değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde, verimin 52.00 g bitki⁻¹ ile 68.69 g bitki⁻¹ arasında değiştiği, fosfor verilen bitkilerdeki verimin kontrole göre daha fazla olduğu, verilen fosfor miktarları ile çok düzenli olmamakla birlikte verimin de arttığı, en fazla verim değerine 20 kg P₂O₅ da⁻¹ dozunda ulaşıldığı görülmüştür. Perlit ortamına ilave edilmiş olan sabit dozdaki vermikompost ile farklı dozdaki fosforun marul bitkisinin verimi üzerine istatistiki açıdan

etkisinin olmadığı görülmüştür. Özkan ve ark. (2016) farklı bitkilerde yapılan çalışmalar vermikompostun verimi istatistikselsel olarak arttırdığını göstermiştir. 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 yararıyla arttığını bildirmiştir. Diğer bir çalışmada Pramanik ve ark. (2009), 90 günlük inkübasyonun sonunda vermikompostun topraktaki yararıyla fosfor miktarını %13-26 oranında artırdığını rapor etmiştir. Ayrıca Aria ve ark. (2010) vermikompostun kaya fosfatta bulunan suda çözünbilir fosfor miktarını olumlu etkilediğini bildirmiştir. Güneri ve ark. (2016), artan düzeylerde ve birlikte uygulanan fosfor ve potasyumun kamkat bitkisinin fidan gelişimi, verim düzeyi, meyve özellikleri ve beslenme düzeylerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında; istatistiki düzeyde önemli olmamakla birlikte, 40 mg kg⁻¹ fosfor ve 300 mg kg⁻¹ potasyumun dozlarının kök uzunluğu, meyve ağırlığı, meyve sayısı ve meyve verimini arttırdığını belirtmişlerdir. Mtua ve ark. (2015), artan seviyelerde sıvı TKİ-Hümas ve P uygulamalarının 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⁻¹ TKİ-Hümas ve 5 kg P₂O₅ da⁻¹ kombinasyonun önerilebileceği belirtilmiştir.

Kök ağırlığının 16.64 g bitki⁻¹ ile 20.65 g bitki⁻¹ arasında değiştiği, verilen fosfor miktarları ile çok düzenli olmamakla birlikte kök ağırlığının da azaldığı, perlit ortamına ilave edilmiş olan vermikompost ve farklı dozlardaki fosforun marul bitkisinin kök ağırlığı üzerine etkisinin istatistikselsel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Özkan ve ark. (2016), topraklara uygulanan vermikompostun bitkilerin gelişmesini desteklediğini, bitki kök gelişimini istatistikselsel olarak arttırdığını belirtmiştir.

Bitki boyu değerlerinin 8.50 cm ile 11.67 cm arasında değiştiği, verilen fosfor dozunun artışına paralel olarak bitki boyunda da artış olduğu, perlit ortamına ilave edilmiş olan vermikompost ve farklı dozlardaki fosforun marul bitkisinin boyu üzerine istatistiki açıdan etkisinin olmadığı görülmüştür. Domates bitkisinde yapılan çalışmalar, vermikompostun bitki boyunu istatistikselsel olarak arttırdığını göstermiştir. Yıldırım ve ark. (2004) farklı azot ve fosfor dozlarının aspir bitkisinin boyu üzerine azotlu gübre dozlarının %1 seviyesinde, fosforlu gübre dozları ile azot ve fosforlu gübre dozu interaksyonunun etkisi ise %5 seviyesinde önemli olduğunu, fosfor dozlarının bitki boyunu olumlu etkilediğini belirtmişlerdir.

Bitki çapı değerlerinin 16.94 cm ile 19.06 cm arasında değiştiği, fosfor verilen bitkilerdeki meyve çapı miktarlarının kontrole göre daha geniş olduğu belirlenmiş, perlit ortamına ilave edilmiş olan vermikompost ve farklı dozlardaki fosforun

Çizelge 2. Verim, kök ağırlığı, boy, çap, yaprak sayısı ve yaprak ağırlığı değerleri.

Table 2. Yield, root weight, height, diameter, number of leaves and leaf weight values.

Uygulama (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	Verim (g bitki ⁻¹)	Kök ağırlığı (g bitki ⁻¹)	Bitki boyu (cm)	Bitki çapı (cm)	Yaprak sayısı (adet bitki ⁻¹)	Yaprak ağırlığı (g yaprak ⁻¹)
0	52.00	20.65	8.50	16.94	23.25 B	2.21
5	57.56	16.64	10.50	18.56	24.00 B	2.40
10	64.79	19.43	10.88	19.06	26.50 A	2.45
15	54.16	18.24	11.33	19.00	24.33 B	2.23
20	68.69	19.61	11.67	18.50	24.33 B	2.83
P	0.244 ^{ÖD}	0.731 ^{ÖD}	0.224 ^{ÖD}	0.352 ^{ÖD}	0.007**	0.518 ^{ÖD}

ÖD: Önemli değil, **: %1 düzeyinde önemli.

marul bitkisinin çapı üzerinde istatistiki açıdan etkisinin olmadığı görülmüştür. Güneri ve ark. (2016), artan düzeylerde ve birlikte uygulanan fosfor ve potasyumun kamkat bitkisinin fidan gelişimi, meyve özellikleri, verim ve beslenme düzeylerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, istatistiksel olarak önemli bulunmamakla birlikte fosfor uygulamalarının anaç çapı artışı sağladığını belirtmişlerdir.

Yaprak sayısı değerlerinin 23.25 adet bitki⁻¹ ile 26.50 adet bitki⁻¹ arasında değiştiği, fosfor verilen bitkilerdeki yaprak sayılarının kontrole göre 10 kg P₂O₅ da⁻¹ dozuna kadar arttığı, 10 kg P₂O₅ da⁻¹ dozunda maksimum seviyeye ulaştığı ve bu değişimin kontrole göre önemli olduğu ve 10 kg P₂O₅ da⁻¹ dozundan 20 kg P₂O₅ da⁻¹ dozuna kadar azaldığı görülmüştür. Perlit ortamına ilave edilmiş olan vermikompost ve farklı dozlardaki fosforun marul bitkisinin yaprak sayısı üzerine etkisi istatistiksel açıdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çıtak ve ark. (2011) tarafından ıspanak bitkisine vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının yaprak sayısı, yaprak sap kalınlığı, yaprak sap uzunluğu, bitki boyu, gövde kalınlığı ve verim parametreleri açısından istatistiksel olarak önemli etkide bulunduğu saptanmıştır.

Yaprak ağırlıklarının 2.21 g yaprak⁻¹ ile 2.83 g yaprak⁻¹ arasında değiştiği, fosfor verilen bitkilerdeki yaprak ağırlığının kontrole göre daha fazla olduğu, verilen fosfor miktarları ile çok düzenli olmamakla birlikte yaprak ağırlığının da arttığı, en fazla yaprak ağırlığına 20 kg P₂O₅ da⁻¹ dozunda ulaşıldığı, perlit ortamına ilave edilmiş olan vermikompost ve farklı dozlardaki fosforun marul bitkisinin yaprak ağırlığı üzerinde istatistiki açıdan etkisinin olmadığı görülmüştür.

3.2. Fosfor miktarları

Vermikompost uygulanmış olan perlit ortamına ilave edilen fosforun toplam fosfor içeriğine, 100 g tüketim ile alınan fosfor miktarına ve bitkinin verimini oluşturmak için yetiştirildiği ortamdan sömürdüğü fosfor miktarına ait olan değerler Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde, bitkideki toplam fosfor içeriği değerlerinin 701 ile 2928 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, toplam fosfor içeriğinin verilen 10 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulamasına kadar arttığı, bu dozdan sonra verilen fosfor miktarının bitkide rakamsal olarak bir artış meydana getirmediği hatta azalttığı görülmüştür. Kontrol uygulamasına göre tüm fosfor uygulamalarında bitkinin toplam fosfor içeriği istatistiksel olarak önemli oranda artmış ancak kontrol hariç diğer tüm fosfor uygulamaları arasındaki değişimler önemli bulunmamıştır. Perlit ortamına ilave edilmiş olan sabit dozdaki vermikompost ile farklı dozdaki fosforun marul bitkisinin toplam fosfor içeriği üzerine etkisi istatistiksel açıdan %1 önemli olduğu görülmüştür. Çıtak ve ark. (2011)'nin farklı dozlarda vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının

toprağın verimliliği ve ıspanak bitkisinin gelişimi araştırmak amacıyla tarla şartlarında ve kış periyodunda gerçekleştirilen denemede; toprakta bulunan azot, fosfor, potasyum ve magnezyum içeriklerine ahır gübresinin vermikompost uygulamalarına göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Özkan ve Müftüoğlu (2016), vermikompost uygulamasının toprak verimlilik parametrelerinden, toprak reaksiyonu ve alınabilir fosfor üzerinde önemli olduğunu, bitki özelliklerinden ise sadece yaprak sayısı üzerinde olduğunu, bunun yanında toprak reaksiyonu üzerinde de etkili olduğu için fazla dozlardan kaçınılması gerektiğini belirtmişlerdir. Mtua ve ark. (2015), artan seviyelerde sıvı TKİ-Hümas ve P uygulamalarının fasulye bitkisinin yapraklarının fosfor kapsamı üzerine hem TKİ-Hümas hemde fosfor uygulamalarının etkisinin istatistiki bakımdan önemli olduğu belirtilmiştir.

Vermikompost uygulanmış olan perlit ortamına ilave edilen fosforun marul bitkisinin 100 g tüketim ile alınan fosfor miktarlarının 3.50 g ile 23.70 g arasında değiştiği, fosfor verilen bitkilerdeki 100 g tüketim ile alınan fosfor miktarlarının 10 kg P₂O₅ da⁻¹ dozuna kadar arttığı ve marul bitkisinin içerdiği fosfor miktarı ile paralellik göstererek 10 kg P₂O₅ da⁻¹ dozunda maksimum seviyeye ulaştığı görülmüştür. Eşit miktarlarda tüketildiğinde en yüksek miktarda fosfor sağlayan 10 kg P₂O₅ da⁻¹ dozundan 20 kg P₂O₅ da⁻¹ dozuna doğru rakamsal bir azalma olmuş ancak istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. Perlit ortamına ilave edilmiş olan sabit dozdaki vermikompost ve farklı dozlardaki fosforun marul bitkisinin 100 g tüketim ile alınan fosfor miktarı üzerine etkisinin istatistiksel açıdan %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Vermikompost uygulanmış olan perlit ortamına ilave edilen fosforun marul bitkisinin toplam verim ile sömürülen fosfor miktarı değerlerinin 1.87 g ile 15.11 g arasında değiştiği, kontrol uygulamasına göre verilen fosfor miktarları ile önemli oranda artan toplam verim ile sömürülen fosfor miktarlarına en fazla 10 kg P₂O₅ da⁻¹ dozunda ulaşılmıştır. Perlit ortamına ilave edilmiş olan sabit dozdaki vermikompost ile farklı dozdaki fosforun marul bitkisinin verimi oluştururken toplam sömürdüğü fosfor miktarı üzerine üzerine etkisi istatistiksel açıdan %1 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

4. Sonuç

Perlit ortamına 1000 kg da⁻¹ hesabı ile vermikompost ilave edilen ortamda yetiştirilen marul bitkisinin farklı fosfor dozları ile beslenmesinin verim, kök ağırlığı, bitki boyu, bitki çapı, yaprak ağırlığı üzerine istatistiksel açıdan önemli olmadığı, yaprak sayısı üzerine ise istatistiksel açıdan %1 önemli etkide bulunduğu, yaprak sayılarının 10 kg P₂O₅ da⁻¹ dozuna kadar arttığı bu dozdan sonra azaldığı saptanmıştır. Farklı fosfor

Çizelge 3. Bitkideki toplam fosfor miktarı, 100 g tüketim ile alınan fosfor miktarı ve verim için ortamdan alınan fosfor miktarı.

Table 3. The total phosphorus amount in the plant, amount of phosphorus in 100 g green consumed plant, the amount of uptake phosphorus from the medium for yield.

Uygulama (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	Toplam fosfor miktarı (ppm, kuru ağırlık)	100 g tüketim ile alınan fosfor miktarı (mg, yaş ağırlık)	Toplam sömürülen fosfor miktarı (mg, yaş ağırlık)
0	701 B	3.50 C	1.87 D
5	2135 A	12.77 B	7.27 C
10	2928 A	23.70 A	15.11 A
15	2425 A	19.03 AB	10.24 BC
20	2475 A	18.22 AB	12.40 AB
P	0.002**	0.000**	0.000**

** : % 1 düzeyinde önemli.

dozları ile beslenmesinin marul bitkisi tarafından alınan toplam fosfor değerleri üzerine istatistiksel açıdan %1 önemli olduğu, verilen fosforun 10 kg P₂O₅ da⁻¹ dozuna kadar bitki tarafından alındığı, bu dozdan sonra verilen fosfor miktarının bitkide bir artış meydana getirmedeği belirlenmiştir.

Marulun 100 g tüketimi ile tüketiciye sunmuş olduğu toplam fosfor içeriğinin istatistiksel açıdan %1 seviyesinde önemli olduğu, fosfor verilen bitkilerdeki alınan fosfor miktarlarının 10 kg P₂O₅ da⁻¹ dozuna kadar arttığı, marul bitkisinin içerdiği fosfor miktarı ile paralellik göstererek 10 kg P₂O₅ da⁻¹ dozunda maksimum seviyeye ulaştığı görülmüştür. Eşit miktarlarda tüketildiğinde en yüksek miktarda fosfor sağlayan 10 kg P₂O₅ da⁻¹ dozundan 20 kg P₂O₅ da⁻¹ dozuna doğru bir azalma olduğu ancak bu iki grubun da istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir. Farklı fosfor dozları ile beslenmenin, marul bitkisinin verimini oluşturmak için ortamdan sömürdüğü fosfor miktarı üzerine istatistiksel açıdan %1 önemli etki ettiği, en fazla sömürülen fosforun 10 kg P₂O₅ da⁻¹ dozu olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak; marul bitkisindeki fosfor miktarının, uygulanan 10 kg P₂O₅ da⁻¹ miktarına kadar arttığı, bu dozdan sonra verilen fosfor miktarının bitkideki fosfor miktarında bir artış meydana getirmedeği hatta azaldığı saptanmıştır. Bitkilerden yeşil olarak 100 g tüketilmesi durumunda alınan fosfor miktarının 10 kg P₂O₅ da⁻¹ dozuna kadar arttığı, bu dozdan sonra azalma olduğu tespit edilmiştir. Marul bitkisinin verimi oluştururken ortamdan en fazla fosforu 10 kg P₂O₅ da⁻¹ dozunda sömürdüğü tespit edilmiştir.

Bitkinin eşit miktarda verilen vermikompostun yanı sıra farklı fosfor dozları ile beslenmesi durumunda, gereksinimi kadar fosfor aldığı, hareketi az olan fosfor elementinin alımında vermikompostun yeterince etkisinin izlenemediği, konu ile ilgili olarak farklı çalışmaların yapılması gerektiği, farklı özellikteki vermikompostların bitkilerin beslenmesi üzerinde farklı etkiler yapacağı bu nedenle farklı sonuçlar elde edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Açıkbaş B (2016) Vermikompostun 5 BB üzerine aşılı Trakya İlkeren asma fidanlarının bitki besin elementi içerikleri ve vejetatif gelişmesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Adhami E, Hosseini S, Owliaie H (2014) Forms of phosphorus of vermikompost produced from leaf compost and sheep dung enriched with rock phosphate. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture 3: 68.
- Ahmed SS, Khan MA, Sani IA, Sharif M, Shahwani MN, Afridi S, Ahmed N (2013) Marul (*Lactuca sativa* L.) Çeşitlerinin tohum verimi ve vejetatif gelişimi üzerine fosfor düzeylerinin etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1(1): 95-100.
- Aria MM, Lakzian A, Haghnia GH, Berenji AR, Besharati H, Fotovat A (2010) Effect of Thiobacillus, sulfur, and vermikompost on the water-soluble phosphorus of hard rock phosphate. Bioresource Technology 101(2): 551-554.
- Barton CJ (1948) Photometric analysis on phosphate rock. Analytical Chemistry 20(11): 1068-1073.
- Bellitürk K (2011) Edirne ili Uzunköprü ilçesi tarım topraklarının beslenme durumlarının belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 8(3): 8-15.
- Büyüklüliz F (2016) Vermikompost gübrelemesinin ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin verim ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi,

Tekirdağ.

- Çıtak S, Sönmez S, Koçak F, Yaşın S (2011) Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia Oleracea* Var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi 28(1): 56-69.
- Çimrin KM, Bozkurt MA, Erdal İ (2000) Kentsel arıtma çamurunun tarımda fosfor kaynağı olarak kullanılması. Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 10(1): 85-90.
- Erdal İ, Bozkurt MA, Çimrin KM, Karaca S, Sağlam M (2000) Kireçli bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisi (*Zea mays* L.) gelişimi ve fosfor alımı üzerine hümitik asit ve fosfor uygulamasının etkisi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 24: 663-668.
- Ergin SF (2006) Mikorizamanın Marul Bitkisinde Bitki Gelişimi ve Fosfor Alımı Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Eryüksel S (2016) Farklı oranlarda vermikompost uygulamasının bazı sebzelerin besin elementi içeriklerine olan etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Güneri M, Akat H, Yağmur B, Yokaş İ (2016) Farklı fosfor ve potasyum düzeylerinin Kamkat (*Fortunella margarita* (Lour.) Swing)'ın büyüme ve gelişimine etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 33(1): 64-74.
- Hınıslı N (2014) Vermikompost gübresinin kıvrıkcık bitkisinin gelişimi üzerine etkisinin belirlenmesi ve diğer bazı organik kaynaklı gübrelerle karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Kacar B, İnal A (2010) Bitki Analizleri. Nobel Yayınevi, ISBN: 978-605-395-036-3, s. 912.
- Kitson RE, Mellon MG (1944) Colorimetric determination of phosphorus as molybdovanadophosphoric acid. Industrial and Engineering Chemistry Analytical 16(6): 379-383.
- Mtua KA, 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.
- Müftüoğlu NM, Ünser E, Özkan N, Dağlıoğlu M (2016) Vermikompostun ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 4(1): 1-5.
- Özkan N, Müftüoğlu NM (2016) Farklı dozlardaki vermikompostun marul verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. Bahçe, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Dergisi, ISSN 1300-8943, Cilt: 45, Yıl: 2016, Sayı: Özel sayı, VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 25 - 29 Ağustos 2015, Çanakkale, Cilt:2: Sebzeçilik-Bağcılık-Süs Bitkileri, s. 121-124.
- Pramanik P, Bhattacharya S, Bhattacharyya P, Banik P, (2009) Phosphorous solubilization from rock phosphate in presence of vermikomposts in Aqualfs. Geoderma 152: 16-22.
- Şahin Ö, Taşkın MB, Kaya EC (2016) Fosfor uygulamasının marul ve soğan bitkilerinin mineral element konsantrasyonlarına etkisi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı: 150-160.
- Şimşek Erşahin Y (2007) Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 24(2): 99-107.
- Yıldırım B, Tunçtürk M, Dede Ö, Okut N (2004) Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de farklı azot ve fosfor dozlarının verim ve kalite üzerine etkileri. Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 15(2): 113-117.