



Araştırma Makalesi

## Artan Vermikompost ve Azot-Fosfor (NP) Uygulamalarının Sümbülün (*Hyacinthus orientalis* L. "Purple Star") Co, Ni, Cd ve Mo İçeriklerine Etkisi

Ferit Sönmez<sup>1\*</sup>, Arzu Çiğ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tohum Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Bolu  
<sup>2</sup>Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Siirt

Geliş tarihi (Received): 09.04.2019

Kabul tarihi (Accepted): 11.06.2019

### Anahtar kelimeler:

Sümbül, vermikompost, gübreleme, ağır metal

**Özet.** Bu çalışma son yıllarda kullanımı oldukça yaygınlaşan vermikompostun sümbülün Co, Ni, Mo ve Cd içeriklerine etkisini araştırmak için arazi çalışması olarak yürütülmüştür. Deneme Siirt Üniversitesi Kezer Yerleşkesi içinde yer alan Bahçe Bitkileri Bölümüne ait deneme alanında 3 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Denemede vermikompostun 4 dozu (0, 25, 50 ve 100 g/soğan) ve azot-fosfor (NP) olarak 20-20-0 (N-P-K) gübresinden 4 doz (0, 2, 4, 8 kg da<sup>-1</sup>) uygulanmıştır. Deneme sonunda hasat edile sümbülün yaprak ve soğanında elementel analizler yapılmıştır. İstatistiksel analiz sonucunda vermikompost ve NP uygulamalarının sümbülün nikel, molibden ve kadmiyum içerikleri üzerine P<0.01 düzeyinde önemli etki yaptığı, kobalt içeriği üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Soğan ve yaprağın element içeriklerinin birbirlerine göre önemli düzeyde farklılık gösterdiği (p<0.01) belirlenmiştir. Vermikompost uygulamaları ile kontrole göre sümbülün yaprak nikel ve kadmiyum içerikleri artarken, kobalt ve molibden içerikleri önce artmış sonra azalmıştır. Artan NP uygulamaları ile kontrole göre yaprak kobalt ve nikel içerikleri artmış, molibden ve kadmiyum içerikleri azalmıştır. Vermikompost ve NP uygulamaları ile sümbül soğanının nikel, molibden, kobalt ve kadmiyum içeriklerinde kontrole kıyasla değişimler belirlenmiş, en belirgin değişimler kobalt, kadmiyum ve molibden içeriklerinde ortaya çıkmıştır.

### \*Sorumlu yazar

sonmezferit@ibu.edu.tr

## Effects of Increased Vermicompost and Nitrogen-Phosphorus (NP) Applications on the Co, Ni, Cd, and Mo Contents of Hyacinth (*Hyacinthus orientalis* L. "Purple Star")

### Keywords:

Hyacinth, vermikompost, fertilizer, heavy metal

**Abstract.** This study has been conducted hyacinth Co, Ni, Mo and Cd contents as a field study to investigate the effects of vermicompost which have become increasingly popular in recent years. The experiment was carried out in the trial area belonging to the Department of Horticulture in Siirt University Kezer Campus according to randomized blocks trial design. In the experiment, 4 doses (0, 25, 50 and 100 g) of vermicompost and 4 doses of nitrogen-phosphorus (NP) (0, 2, 4, 8 kg da<sup>-1</sup>) from 20-20-0 (N-P-K) fertilizer were applied. At the end of the experiment, elemental analysis was performed on the hyacinth leaves and bulbs. Statistical analysis showed that vermicompost and NP applications had a significant effect on hyacinth nickel, molybdenum and cadmium contents at P <0.01 level, but no effect on cobalt content. Bulb and leaf element contents were significantly different from each other (p<0.01). With vermicompost applications, the contents of nickel and cadmium in the hyacinth leaves were increased while the contents of cobalt and molybdenum were firstly increased and then decreased. With increasing NP applications, leaf cobalt and nickel contents increased compared to control, while molybdenum and cadmium contents decreased. The changes in nickel, molybdenum, cobalt and cadmium contents of the hyacinth bulb increased were determined by vermicompost and NP applications compared to the control, and the most pronounced changes appeared in cobalt, cadmium and molybdenum contents.

## GİRİŞ

Ülkemizde son yıllarda üretimi ve tüketimi yaygınlaşan vermikompost gübresi, organik atık veya artıkların solucanlar tarafından sindirim sistemlerinden geçirilmesi esnasında hızlı bir humifikasyon ve detoksifikasyona maruz kalması ile elde edilmektedir (Edwards ve Bohlen, 1996; Tutar, 2013). Günümüzde önemli bir sorun olan organik atıkların bu yöntemle vermikomposta dönüştürülmesi ile toprakların verimliliğini sürdürmede fayda sağlayan alternatif organik gübre elde edilmektedir. Ancak vermikompostlaştırmaya maruz bırakılacak organik atıkların ön denemeler ile bu işleme uygunluğunun belirlenmesi gerekmektedir (Kayıkcıoğlu ve ark., 2016). Vermikompost (solucan gübresi) içermiş olduğu simbiyotik, asimbiyotik mikroorganizmalar, mikoriza mantarları ve aktinomisetler (Edwards, 1998; Demir ve ark., 2010) yanı sıra solucan salgı maddeleri, büyüme hormonları, enzim, vitamin ve amino asitlerce de (Edwards ve Bohlen, 1996; Sinha ve ark., 2013) zengin bir gübre materyalidir. Vermikompost uygulamaları, sahip olduğu bu yararlı özellikleri ile bitki yetiştiriciliğinde hastalık ve zararlıları baskılamakta (Arancon ve ark., 2005; Çıtak ve ark., 2011; Tutar, 2013), topraktaki yararlı organizma popülasyonunu artırmakta (Arancon ve ark., 2006), toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerinde olumlu değişimler (Parthasarathi ve ark., 2008; Atmaca, 2012) meydana getirmekte, bitki gelişimi ve verimi ile besin elementi alımlarında önemli iyileşmeler sağlamaktadır (Atiyeh ve ark., 2001; Edwards ve ark., 2004; Gutierrez-Miceli ve ark., 2007; Çıtak ve ark., 2011; Açıkbay ve Bellitürk, 2016).

Arancon ve ark. (2004) çilekte yapmış olduğu vermikompost ve NPK gübre uygulaması kıyaslaması denemesinde vermikompost uygulamalarının NPK uygulamasına göre verim ve verim öğelerinde daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Vermikompost ve benzer organik gübre uygulamaları toprağın strüktürünü, havalanmasını, su geçirgenliğini, besin elementlerinin yayılabilirliğini, mikrobiyal faaliyetleri (Adiloğlu ve Eraslan, 2012; Açıkbay ve Bellitürk, 2016) ve toprakların enzim aktivitelerini etkilemektedir (Kurt, 2016). Vermikompost uygulamalarında karşılaşılan en önemli sorunlardan biri toprağın EC değerinin arttırmasıdır. Yapılan birçok çalışmada artan vermikompost uygulamaları ile toprağın tuzluluk değeri (EC)'nin arttığı bildirilmiştir (Atiyeh ve ark., 2001; Azarmi ve ark. 2008; Özkan ve ark., 2016).

Çinko (Zn) ve bakır (Cu) gibi bazı mutlak gerekli elementler ile kadmiyum (Cd), krom (Cr), civa (Hg), kurşun (Pb) ve nikel (Ni) gibi yaygın kirleticiler olan ağır metaller (Adriano, 2001; Lasat, 2002) uygulanan vermikompost ile bitkiler tarafından topraktan daha kolay bir şekilde temizlenmektedir (Jadia ve Fulekar, 2009). Uygulanan vermikompost ve organik gübreler toprağın verimliliğini ve fiziksel özelliklerini iyileştirdiği gibi fitoremediasyon işlemini de kolaylaştırmaktadır (Jadia ve Fluker, 2008). Hoehne ve ark., (2016) siyah yulaf bitkisinde yaptıkları çalışmada %25 vermikompost uygulamasında Cr ve Pb, %50 vermikompost uygulamasında ise Cd'nin absorpsiyonunun en yüksek seviyede olduğunu bildirmişlerdir. Ancak Adiloğlu ve ark., (2017) artan vermikompost uygulaması ile hıyarda Co, Cr, Cd, N, ve Pb içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. Bu durum, toprakların organik madde içeriği ile bağlantılı olarak ağır metallerin absorpsiyonunun artması ve böylece bitkiler tarafından daha az ağır metal alımının gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır (Hu ve ark., 2017). Kimi organik gübrelerle belli miktarda ağır metal de topraklara karışabilmektedir. Ancak vermikompost uygulamalarında bu durum söz konusu olmamaktadır. Bu durum vermikompostlaştırmada kullanılan solucanın fizyolojisine ve davranışına bağlı (Lanno ve ark., 2004) olarak vücutlarında ağır metalleri biriktirmelerinden kaynaklanmaktadır (Morgan ve Morgan, 1999; Liu ve ark., 2012; Aleagha ve Ebadi, 2016). Uygulanan vermikompostların ağır metal içerikleri vermikompostlaştırma süresinin uzaması ile azalmakta buna karşılık makro element içeriği ise artmaktadır (Jamaludin ve Mahmood, 2010).

Bhartiya ve Singh (2012) toprağa vermikompost ve *Eisenia fetida* solucanının uygulanması ile ağır metallerin topraktan temizlenmesinin daha kolay gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Chand ve ark. (2012) kurşun ve nikelin artan dozlarını vermikompost uygulanmış ve uygulanmamış koşullarda nane bitkisinin Ni ve Pb içeriğine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada vermikompost uygulamalarının yüksek dozda nikel ve kurşun uygulamalarına karşılık daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada artan vermikompost uygulamasının sümbülün yaprak ve soğanında Co, Ni, Cd ve Mo içeriklerine etkisi araştırılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışma Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait araştırma sahasında 2016-2017 yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. 0-30 cm'den alınan toprak örneğinde yapılan analizler sonucunda deneme alanı toprağının killi bünyeli, pH'sının nötr, tuzsuz, orta derece kireçli, organik madde ve fosfor içeriklerinin az ve potasyum içeriğinin yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Parsel ebatları 1x1=1 m<sup>2</sup> olacak şekilde planlanmıştır. Deneme bitkisi olarak sümbül (*Hyacinthus orientalis* L. "Purple Star") kullanılmıştır. Kasım 2016 yılında, dikim çukurlarına deneme planına göre 0 g (kontrol), 25 g, 50 g ve 100 g soğan<sup>-1</sup> olacak şekilde vermikompost uygulandıktan sonra soğanlar dikilmiştir. Dikim mesafeleri sıra arası ve sıra üstü 10 cm olacak şekilde ayarlanmıştır. Azotlu ve fosforlu gübreler de (20-20-0; NPK) NP1: 2 kg da<sup>-1</sup>, NP2: 4 kg da<sup>-1</sup> ve NP3: 8 kg da<sup>-1</sup> olacak şekilde dikimden önce parsellere uygulanmıştır. Deneme sonunda her parselden seçilen sümbüllerden soğan ve yaprak örnekleri alınmış, saf su ile yıkandıktan sonra 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve kuruyan örnekler öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Soğan ve yaprak örneklerinde Ni, Cd, Pb ve Mo analizi, Kacar ve İnal (2008)'in bildirdiği şekilde yapılarak, element okumaları Thermo marka ICAP Q model ICP-MS aletinde yapılmıştır. Elde edilen veriler 'Costat' istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı dozlarda vermikompost ve NP uygulamalarının kobalt, nikel, kadmiyum ve molibden elementler üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de, organların elementel içeriklerindeki değişimlere ait değerler de Şekil 1, 2, 3 ve 4'te verilmiştir.

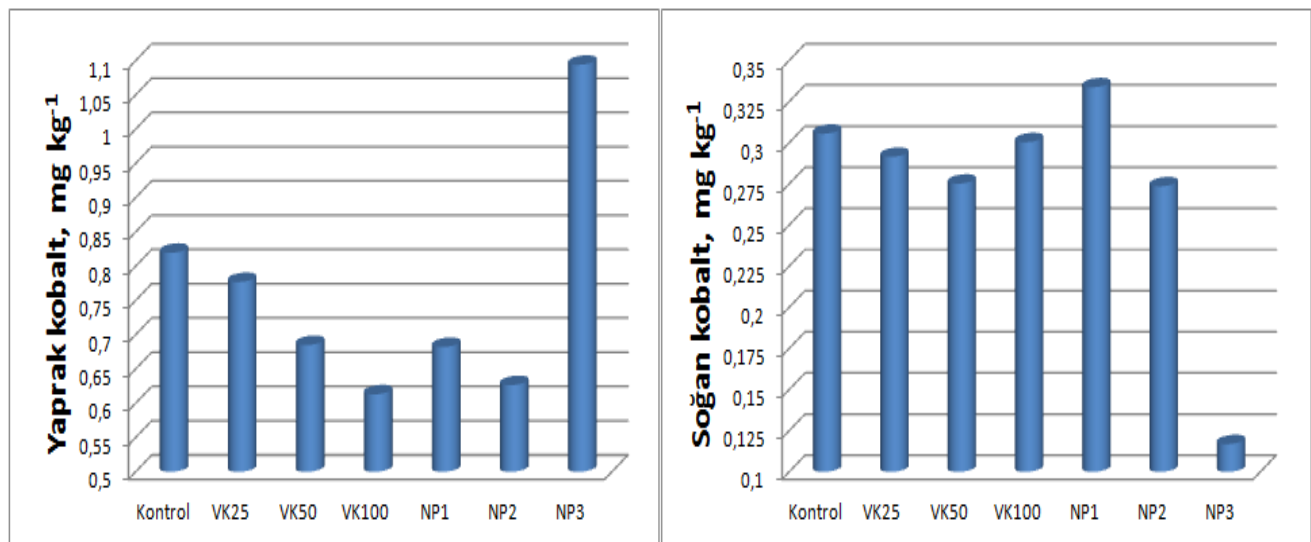
**Çizelge 1.** Uygulamaların ve organların Co, Ni, Mo ve Cd içeriklerine ait varyans analiz tablosu.

Table 1. Variance analysis table of Co, Ni, Mo and Cd contents of applications and organs.

V.K.	S.D.	Kobalt		Kadmiyum		Nikel		Molibden	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Blok	2	0.0119	0.74 öd	0.0122	1.25 öd	0.544	1.26 öd	0.0047	0.29 öd
Uygulamalar (U)	6	0.0196	1.22 öd	0.3670	37.68**	2.294	5.31 **	0.2821	17.2. **
Organlar (O)	1	2.4784	153.17 **	0.3892	39.96 **	82.203	190.41 **	0.1651	10.08 **
U x O	6	0.0786	4.86 **	0.2554	26.23 **	1.679	3.89 **	0.1636	9.99 **
Hata	28	0.0159		0.0097		0.439		0.0164	

öd: önemli değil, \*\* %1 düzeyinde önemli

Çizelge 1'de görüleceği üzere uygulamaların Cd, Ni ve Mo içerikleri üzerine etkisi P<0.01 düzeyinde önemli iken Co üzerine etkisi önemli bulunmamıştır. Organların element içeriklerindeki farklar Co, Cd Ni ve Mo'de P<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyonun etkisi tüm elementlerde P<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.



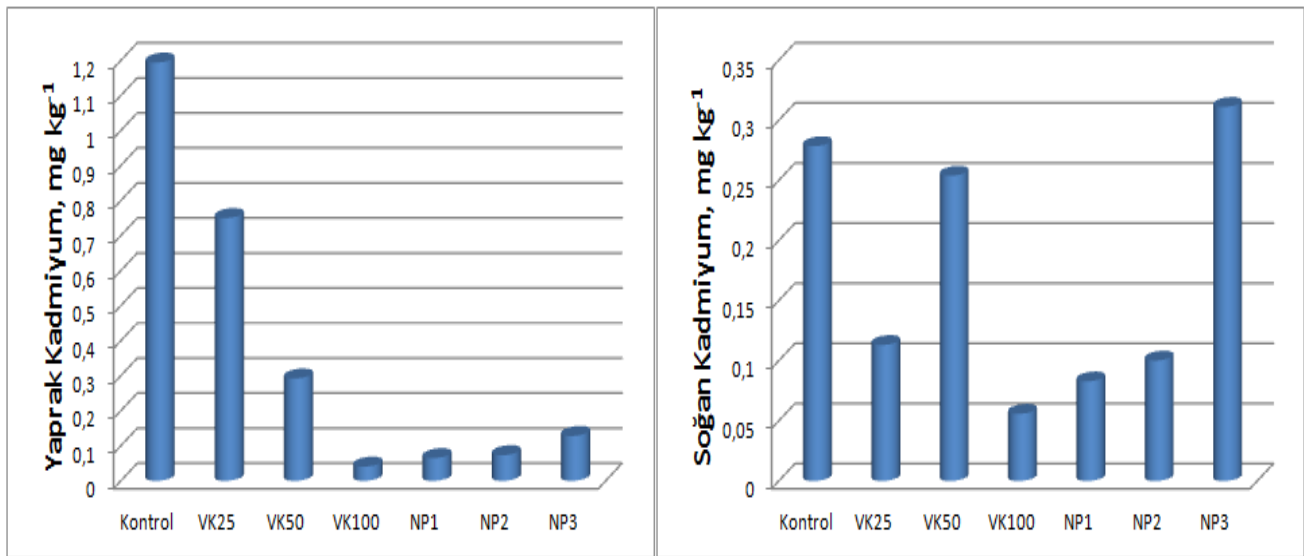
**Şekil 1.** Vermikompost ve NP uygulamalarının sümbülün yaprak ve soğan kobalt içeriğine etkisi, VK25: 25 g soğan<sup>-1</sup>, VK50: 50 g soğan<sup>-1</sup>, VK100: 100 g soğan<sup>-1</sup>, NP1: 2 kg da<sup>-1</sup>, NP2: 4 kg da<sup>-1</sup>, NP3: 8 kg da<sup>-1</sup>.

Figure 1. The effect of Vermicompost and NP applications on the cobalt content of hyacinth leaf and onion.

Artan vermikompost uygulamaları kontrole göre hem yaprak hem de soğan kobalt içeriğini azaltmıştır. Sümbül yaprağının kontrolde 0.8197 mg kg<sup>-1</sup> olan kobalt içeriği VK<sub>100</sub> uygulamasında 0.6132 mg kg<sup>-1</sup>'a düşmüştür. NP uygulamalarında ilk iki doz kontrole göre kobalt içeriğini azaltmışken, son doz (NP<sub>3</sub>) ise (1.0941

mg kg<sup>-1</sup>) artırmıştır. Sümbülün soğan kobalt içeriği kontrolde 0.3056 mg kg<sup>-1</sup> iken VK<sub>100</sub> uygulamasında 0.3004 mg kg<sup>-1</sup>'a düşmüş, NP<sub>1</sub> uygulaması ile 0.3338 mg kg<sup>-1</sup>'a yükselmiş, NP<sub>3</sub> uygulamasında ise 0.1169 mg kg<sup>-1</sup>'a düşmüştür. Kobaltın, sümbülün soğanından ziyade yaprağında daha fazla biriktiği belirlenmiştir (Şekil 1).

Vermikompost uygulamaları yaprak kobalt içeriğini kontrol uygulamasına göre azaltmıştır. Bu azalış %33.7 düzeyinde gerçekleşmiştir. Benzer olarak Adiloğlu ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada artan vermikompost uygulamaları ile kabağın kobalt içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. Bu azalmada toprakların organik madde içeriğindeki artışa bağlı olarak ağır metallerin toprakta daha fazla tutulması (Adiloğlu ve ark., 2016) yanı sıra kilerin sahip olduğu iyonları yüksek oranda bağlama gücü ile kil içeriği yüksek toprakların daha fazla ağır metal absorbe (Epstein, 1972; Garcia ve ark., 1979) etmesinden kaynaklanmış olabilir. NP uygulamaları ile sümbül yaprağının kobalt içeriği artmıştır. Bu artış %33.5 düzeyinde gerçekleşmiştir. Vermikompost uygulamasının VK<sub>100</sub> uygulaması ile gerçekleşen azalma (0.6132 mg kg<sup>-1</sup>) ile NP uygulamasının NP<sub>3</sub> uygulamasında elde edilen artış (1.0941 mg kg<sup>-1</sup>) arasında %78.4'lük bir fark olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalarda kobaltın ağır metal olması yanı sıra düşük dozlarda uygulanmasının bitki gelişimini teşvik ettiği bildirilmiştir (Stiborova ve ark., 1988; Jayakumar ve Jaleel, 2009). Nitekim Gad ve El-Metwally (2015) belli bir doza kadar uyguladıkları kobaltın mısırın gelişimini ve besin element içeriğini artırdığını bildirmişlerdir.



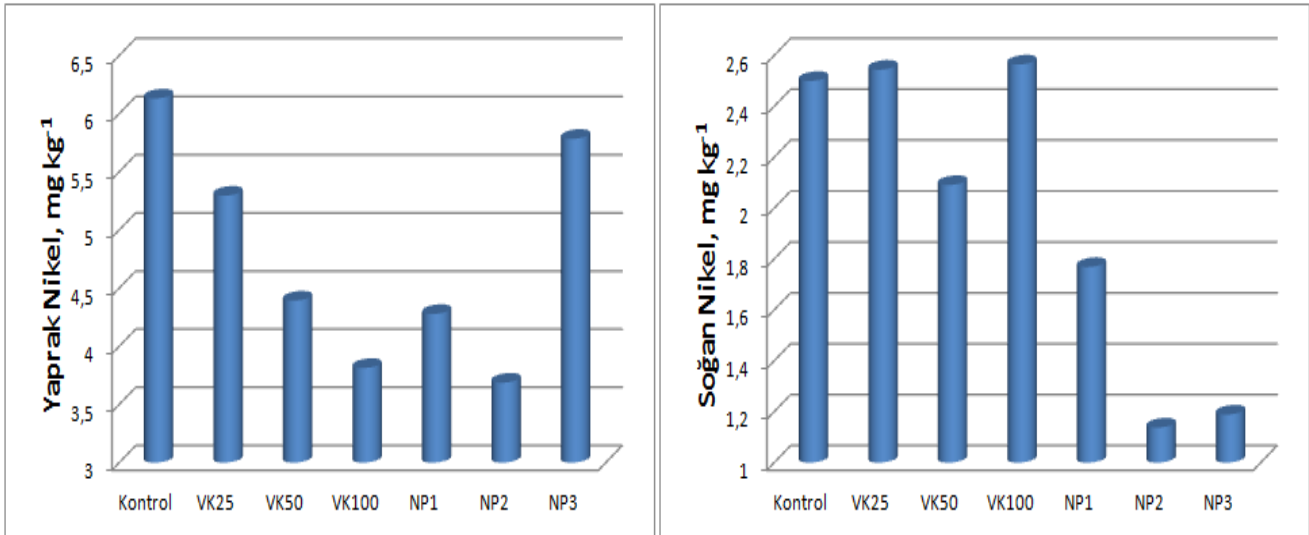
Şekil 2. Vermikompost ve NP uygulamalarının sümbülün yaprak ve soğan kadmiyum içeriğine etkisi, VK25: 25 g soğan<sup>-1</sup>, VK50: 50 g soğan<sup>-1</sup>, VK100: 100 g soğan<sup>-1</sup>, NP1: 2 kg da<sup>-1</sup>, NP2: 4 kg da<sup>-1</sup>, NP3: 8 kg da<sup>-1</sup>.

Figure 2. The effect of Vermicompost and NP applications on the cadmium content of hyacinth leaf and onion.

Vermikompost uygulamaları ile yaprak kadmiyum içeriği azalmış, soğan kadmiyum içeriği VK<sub>50</sub> uygulamasında en yüksek değeri vermiş olsa bile VK<sub>100</sub> uygulamasında tekrar azalmıştır. Sümbül yaprak kadmiyum içeriği kontrolde 1.1941 mg kg<sup>-1</sup> iken, VK<sub>100</sub> uygulamasında 0.0406 mg kg<sup>-1</sup>'a düşmüştür. Sümbül soğanı kadmiyum içeriği kontrol uygulamasında 0.2785 mg kg<sup>-1</sup> iken, VK<sub>50</sub> uygulamasında 0.2539 mg kg<sup>-1</sup>'a yükselmiş, VK<sub>100</sub> uygulamasında 0.0559 mg kg<sup>-1</sup>'a düşmüştür. NP uygulamaları sümbülün yaprak kadmiyum içeriğini kontrole göre düşürmüştür. En düşük değer 0.0649 mg kg<sup>-1</sup> ile NP<sub>1</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Sümbül soğan kadmiyum içeriği NP<sub>1</sub> (0.0829 mg kg<sup>-1</sup>) ve NP<sub>2</sub> (0.1002 mg kg<sup>-1</sup>) uygulamalarında kontrolün altında iken NP<sub>3</sub> uygulamasında (0.3112 mg kg<sup>-1</sup>) kontrolün üstünde bir değer elde edilmiştir (Şekil 2).

Kontrol bitkilerine göre sümbülün yaprak kadmiyum içeriğinde vermikompost uygulamaları ile belirgin azalmalar belirlenmiştir. Kontrole göre VK<sub>100</sub> uygulaması %2841.1 oranında azalma göstermiştir. Benzer durum sümbülün soğan kadmiyum içeriğinde de elde edilmiştir. Artan vermikompost uygulamaları ile kadmiyum içeriği azalmış ve bu azalış VK<sub>100</sub> uygulamasında kontrole göre %398.21 oranında gerçekleşmiştir. Wang ve ark. (2012) kadmiyum ve PAHs (polycyclic aromatic hydrocarbons)'ın topraktan fitoekstraksiyonu üzerine vermikompostun etkisini araştırdıkları çalışmada vermikompost uygulamaları ile *Sedum alfredii*'nin Cd'u kontrol uygulamasına göre daha fazla aldığını bildirmişlerdir. Benzer olarak yapılan çalışmalarda toprağa organik gübre uygulamalarının Cd alımını artırdığı bildirilmiştir (Sun ve ark., 2009; Wei ve ark., 2010). Buna karşılık Angelova ve ark., (2010) yaptıkları çalışmada çeşitli organik gübrelerin Pb, Zn Cd ve Cu alımı üzerine azaltıcı yönde etki ettiklerini bildirmişlerdir. Ağır metallerin bitkiler tarafından alınabilirliği üzerine toprağın türü, pH'sı ve redoks potansiyeli yanı sıra organik gübrelerin çeşidi, mikroorganizmalarca parçalanabilirliği, tuz kapsamı da etki

etmektedir (Walker ve ark., 2004). Bu çalışmada yaprak ve soğanı kadmiyum içerikleri bakımından karşılaştırıldığında, kadmiyumun daha çok yaprakta biriktiği görülmektedir. Gondek ve Filipek-Mazur (2003) yaptıkları çalışmada vermicompost uygulamaları ile ayçiçeği ve kolza'nın Cd içeriklerinin kök üstü organlarda, yulaf ve mısırdaki ise kökte daha fazla biriktiğini bildirmişlerdir. Sümbül yaprağı kadmiyum içeriği NP uygulamaları ile bir miktar artış göstermiş olmakla beraber bu artış kontrolün çok gerisinde kalmıştır. Ancak artan NP uygulamaları kendi içerisinde yaprak kadmiyum içeriğinde artış sağlamıştır. Sümbül soğanının kadmiyum içeriği artan NP uygulamaları ile artmış, bu artış kontrolünde üzerinde gerçekleşmiştir. En yüksek değere NP<sub>3</sub> uygulamasında ulaşılmıştır. Kontrolde göre %11.74 oranında artış sağlamışken NP<sub>1</sub> uygulamasında göre %275.39 oranında artış sağlamıştır. Bu durum muhtemelen uygulanan fosforlu gübrenin içermiş olduğu kadmiyum içeriğinden (Lugon-Moulin ve ark., 2006) kaynaklanmış olabilir. Nitekim Bošković-Rakočević ve ark., (2017), MAP (monoammonium phosphate), DAP (diammonium phosphate) ve TSP (triple superphosphate) gübrelere patatesin Cd içeriğine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada, en yüksek artışın MAP ve DAP gübre uygulamalarında olduğunu bildirmişlerdir. Bitkilerin Cd içeriği toprakların Cd içeriği ile yakından ilişkilidir (Huang ve ark., 20004). Yu-Kui ve ark., (2009) yaptıkları çalışmada mısırın Cd içeriği ile azotlu gübreleme arasında pozitif, Pb içeriği ile de negatif ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Uzun süreli fosforlu gübre uygulamaları ile tarım alanlarının Pb ve Cd ile kirlenebileceği (Alkader, 2015) belirtilmektedir. Czarnecki ve Düring, (2015), yaptıkları çalışma sonunda kontrol parseline göre uzun süreli N, P, NP ve NPK uygulamaları ile toprakların Cd ve diğer element (Cu, Mn, Pb ve Zn) içeriklerinin arttığını bildirmişlerdir.



**Şekil 3.** Vermikompost ve NP uygulamalarının sümbülün yaprak ve soğan nikel içeriğine etkisi, VK25: 25 g soğan<sup>-1</sup>, VK50: 50 g soğan<sup>-1</sup>, VK100: 100 g soğan<sup>-1</sup>, NP1: 2 kg da<sup>-1</sup>, NP2: 4 kg da<sup>-1</sup>, NP3: 8 kg da<sup>-1</sup>.

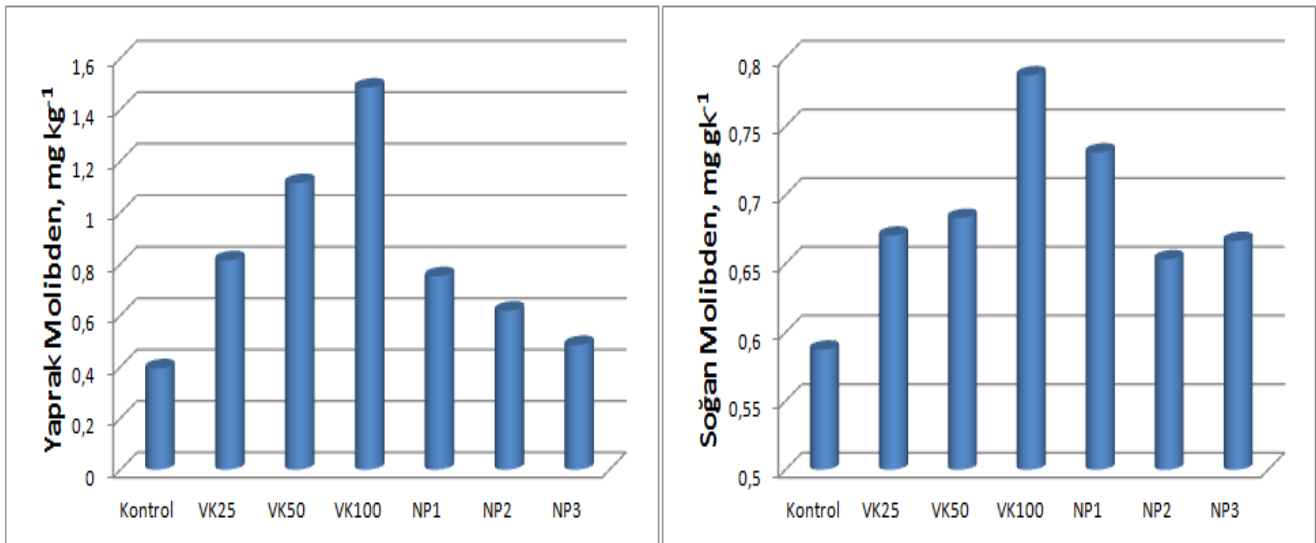
Figure 3. The effect of Vermicompost and NP applications on the nickel content of hyacinth leaf and onion.

Şekil 3'te görüleceği üzere artan vermicompost uygulamaları ile sümbülün yaprak nikel içeriği kontrole göre azalma göstermiştir. Kontrolde 6.1306 mg kg<sup>-1</sup> olan nikel içeriği VK<sub>100</sub> uygulaması ile 3.8139 mg kg<sup>-1</sup>'a düşmüştür. NP uygulamaları ile yaprak nikel içeriği önce azalmış sonra artış göstermiştir. NP<sub>2</sub> uygulamasında yaprak nikel içeriği 3.6876 mg kg<sup>-1</sup>'a düşmüş, NP<sub>3</sub> uygulamasında 5.7836 mg kg<sup>-1</sup>'a yükselmiş ancak bu artış kontrolün altında kalmıştır. Sümbül soğanı nikel içeriği vermicompost uygulamaları ile kontrole göre bir miktar artış göstermiş, NP uygulamaları ile azalış göstermiştir. Kontrol uygulamasında 2.4997 mg kg<sup>-1</sup> olan soğan nikel içeriği VK<sub>100</sub> uygulaması ile 2.5646 mg kg<sup>-1</sup>'a yükselmiş, NP<sub>3</sub> uygulaması ile de 1.1379 mg kg<sup>-1</sup>'a düşmüştür.

Sümbül yaprağının nikel içeriği kontrolde en yüksek değerde iken VK<sub>100</sub> uygulamasında en düşük değeri vermiştir. Bu fark %60.74 oranında gerçekleşmiştir. NP uygulamalarında ise en düşük değer NP<sub>2</sub> uygulamasında elde edilmiş, kontrole göre %66.25 oranında azalma elde edilmiştir. Sümbül soğanının nikel içeriği vermicompost uygulamaları ile kontrole göre bir miktar artış göstermiş ve bu artış VK<sub>100</sub> uygulamasında en yüksek düzeye (%2.60) ulaşmıştır. NP uygulamaları ile soğanın nikel içeriği belirgin şekilde düşmüştür. Kontrole göre NP<sub>2</sub> ve NP<sub>3</sub> uygulamalarında en düşük değerler elde edilmiştir. Bu azalışlar sırasıyla %119.68 ve %110.28 düzeyinde gerçekleşmiştir. Vermikompost uygulamasının artması ile sümbülün nikel içeriğindeki azalma nikelin toprak organik maddesi ile güçlü bir şekilde absorbe olmasından (Chauhan ve ark., 2008) kaynaklanmaktadır. Nikelin sümbülün soğanından ziyade yaprağında daha çok biriktiği belirlenmiştir. Nitekim Chand ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada *Tagetes minuta* bitkisinin nikel içeriğinin kökünden ziyade yaprağında daha fazla biriktiğini

bildirmişlerdir. Ancak Gondek ve Filipek-Mazur, (2003) yaptıkları çalışmada nikelin vermikompost uygulamaları ile ayçiçeği, kolza, yulaf ve mısırdaki kökte daha fazla biriktiğini bildirmişlerdir.

Uygulanan NP dozları ile yaprak nikel içeriğinde önce azalma sonra artış olduğu görülmüş, bu artış kontrolün altında kalmıştır. En düşük nikel içeriği NP<sub>2</sub> uygulamasında, en yüksek NP<sub>3</sub> uygulamasında elde edilmiştir. NP<sub>2</sub> dozu ile NP<sub>3</sub> dozu arasındaki artış %35.19 düzeyinde gerçekleşmiştir. Kontrole göre NP<sub>2</sub> uygulaması arasında %66.25'lik bir azalma olduğu görülmüştür. Sümbül soğanının nikel içeri artan NP uygulamaları ile belirgin şekilde düşmüştür. En düşük değer NP<sub>2</sub> ve NP<sub>3</sub> uygulamalarında elde edilmiştir. Kontrole göre %119.68 ve %110.27 oranlarında azalma elde edilmiştir. Bu çalışmada nikelin yaprakta biriktiği belirlenmiştir. 1980'li yılların sonuna doğru, Brown ve ark., (1987)'nin yaptıkları bir seri çalışma sonunda nikelin mono ve dikotiledon bitkiler için mutlak gerekli olduğu belirlenmiştir. Nikel azot metabolizmasında (Rasgdale, 2009) ve biyolojik azot fiksasyonunda rol alan bazı enzimler için anahtar rolündedir (Brown, 2006). Dolayısıyla bitkinin yaprağında daha çok bulunması bu nedenlerden kaynaklanmış olabilir.



**Şekil 4.** Vermikompost ve NP uygulamalarının sümbülün yaprak ve soğan molibden içeriğine etkisi, VK25: 25 g soğan<sup>-1</sup>, VK50: 50 g soğan<sup>-1</sup>, VK100: 100 g soğan<sup>-1</sup>, NP1: 2 kg da<sup>-1</sup>, NP2: 4 kg da<sup>-1</sup>, NP3: 8 kg da<sup>-1</sup>.

Figure 4. The effect of Vermicompost and NP applications on the molybdenum content of hyacinth leaf and onion.

Sümbül yaprak molibden içeriği artan vermikompost uygulamaları ile kontrole göre artış sağlamış, en düşük değer kontrolde 0.3932 mg kg<sup>-1</sup> iken, en yüksek değer VK<sub>100</sub> uygulamasında 1.4848 mg kg<sup>-1</sup>'a yükselmiştir. NP uygulamaları ile yaprak molibden içeriğinde azalma olduğu belirlenmiş ancak bu azalma kontrolün üzerinde gerçekleşmiştir. NP<sub>1</sub>'de 0.7512 mg kg<sup>-1</sup> olan molibden içeriği NP<sub>3</sub> uygulaması ile 0.4839 mg kg<sup>-1</sup>'a düşmüştür. Sümbül soğan molibden içeriği artan vermikompost ile artmıştır. Kontrolde 0.5870 mg kg<sup>-1</sup> olan molibden içeriği VK<sub>100</sub> uygulamasında 0.7870 mg kg<sup>-1</sup>'a yükselmiştir. Sümbül soğanı molibden içeriği NP<sub>1</sub> uygulamasında 0.7310 mg kg<sup>-1</sup>'a yükselmişken, NP<sub>3</sub> uygulamasında 0.6660 mg kg<sup>-1</sup>'a düşmüş, ancak bu düşüşe rağmen molibden içeriği kontrolünde üzerinde olduğu görülmüştür (Şekil 4).

Bu çalışmanın sonunda sümbülün yaprak ve soğan molibden içeriklerinin vermikompost uygulamaları ile artış gösterdiği belirlenmiştir. Kontrole göre en yüksek değerler VK<sub>100</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Bu artışlar yaprakta %277.62, soğanda %33.99 oranında gerçekleşmiştir. Bu durumun, vermikompostun molibden içermesi (Harris ve ark., 1990) yanı sıra içermiş olduğu azot fikse eden mikroorganizmaların (McCauley ve ark., 2009) molibdene ihtiyaç duyması, molibdenin diğer mikro elementlerden farklı olarak en fazla alkali pH koşullarında alınımının gerçekleşmesi (Kacar ve Katkat, 2015) ve vermikompost uygulaması ile toprak pH'sında belirgin artışların (Gopinath ve ark., 2009; Angelova ve ark., 2013) olması ile molibdenin alınabilirliğinin yükselmesi sebebiyle ortaya çıktığı düşünülmektedir. Tüm bu nedenlerden dolayı sümbülün yaprak ve soğan molibden içeriklerinde artışlar gerçekleşmiştir. Molibdenin soğandan çok yaprakta daha yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiştir. Molibden bitkilerde oksidasyon-redüksiyon reaksiyonlarında görev alan 60'dan fazla enzim için gerekli bir elementtir (Zimmer ve Mendel, 1999; Kacar ve Katkat, 2008). Bu enzimlerden bazıları azot fiksasyonunda görev alırken (nitrogenaz enzimi gibi), çoğunluğu bitki bünyesinde görev alan enzimlerden oluşmaktadır (Mendel ve Haensch, 2002; Williams ve Frausto da Silva, 2002). Dolayısıyla molibdenin sümbülün soğanından ziyade yaprağında daha fazla olmasının bir sebebi de bu durumdan kaynaklanmaktadır.

Sümbüle NP uygulamaları ile hem yaprak hemde soğan molibden içeriği azalmıştır. Ancak bu azalışlara rağmen yaprak ve soğanın molibden içerikleri kontrolün üzerinde olduğu belirlenmiştir. En yüksek değerler yaprak ve soğan için NP<sub>1</sub> uygulamasında, en düşük değerler yaprakta NP<sub>3</sub>, soğanda NP<sub>2</sub> uygulamasında belirlenmiştir. Kontrole göre yaprak molibden içeriği NP<sub>1</sub> uygulaması ile %277.61, soğanda NP<sub>2</sub> uygulamasında %24.47 oranında artış göstermiştir. Molibden mutlak gerekli mikro elementlerdendir. Ancak tarım topraklarında yaygın molibdenin miktarı 0.2 mg kg<sup>-1</sup> düşük olması nedeniyle (Mengel ve Kirkby 2001), özellikle baklagil yetiştiriciliği yapılan alanlarda ekstrasdan gübreleme yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Uygulanan NP ile bitki gelişiminde artış olmasına bağlı olarak toprakların Mo içeriğinin düşüklüğü ve ekstrasdan Mo'lu gübre verilmemesi nedeniyle var olan molibden bitki bünyesine seyreilmeye maruz kalmış olabilir.

## SONUÇ

Sonuç olarak vermikompost ve kimyasal gübre (NP) uygulamalarının sümbülün yaprak ve soğan Co, Ni, Cd ve Mo içeriklerine etkisini araştırdığımız bu çalışmada kontrole göre vermikompost uygulamasının artışı ile yaprak Co, Ni ve Cd içeriği azalmışken, Mo içeriği artmıştır. Soğan Co ve Cd içeriği azalırken, Ni ve Mo içeriği artmıştır. Kimyasal gübre (NP) uygulaması yaprak Ni ve Cd içeriğini azaltırken, Co ve Mo içeriğini artırmıştır. Soğanın Co ve Ni içeriği azalmışken, Cd ve Mo içeriği artmıştır. Özellikle ağır metal kirliliği söz konusu olan yerlerde vermikompost uygulamalarının önemli yararlar sağlayacağı öngörülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Açıkbaş, B., & Bellitürk, K. (2016). Vermikompostun Trakya İlkeren/5BB aşu kombinasyonundaki asma fidanlarının bitki besin elementi içeriklerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(4), 131-138.
- Adiloğlu, A., & Eraslan, F. (2012). *Gübreler ve Gübreleme Tekniği*. Bitki Besleme "Sağlıklı Bitki, Sağlıklı Üretim" (Ed: M.R. Karaman). Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2. Ankara. s. 420-421.
- Adiloğlu, S. (2016). Using phytoremediation with canola to remove cobalt from agricultural soils. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(6), 2251-2254.
- Adiloğlu, S., Bellitürk, K., Solmaz, Y., Zahmacıoğlu, A., Kocabaş, A., & Adiloğlu, A. (2017). Effect of the various doses of vermicompost implementation on some heavy metal contents (Cr, Co, Cd, Ni, Pb) of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Eurasian Journal of Forest Science*, 5(1), 29-34.
- Adriano, D. C. (2001). *Trace elements in terrestrial environments; biochemistry, bioavailability and risks of metals*. Springer-Verlag, New York.
- Alegha, M. M., & Ebadi, A. G. (2016). Study of heavy metals bioaccumulation in the process of vermicomposting. *African Journal of Biotechnology*, 10(36), 6997-7001.
- Alkhalder, A. M. F. (2015). The impact of phosphorus fertilizers on heavy metals content of soils and vegetables grown on selected farms in Jordan. *Agrotechnol*, 5, 137.
- Angelova, V., Ivanova, R., Pevcharova, G., & Ivanov, K. (2010). *Effect of Organic Amendments on Heavy Metals Uptake by Potato Plants*. 19<sup>th</sup> World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World (1-6 August 2010, Brisbane, Australia).
- Angelova, V. R., Akova, V. I., Artinova, N. S., & Ivanov, K. I. (2013). The effect of organic amendments on soil chemical characteristics. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(5), 958-971.
- Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C., & Metzger, J. D. (2004). Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93, 145-153.
- Arancon, N. Q., Edwards, C. A., & Bierman, P. (2006). Influences of vermicomposts on field strawberries: Part 2. Effects on soil microbiological and chemical properties. *Bioresource Technology*, 97, 831-840.
- Arancon, N. Q., Galvis, P. A., & Edwards, C. A. (2005). Suppression of insect pest population and damage to plants by vermicomposts. *Bioresource Technology*, 96, 1137-1142.
- Atiyeh, R. M., Edwards, C. A., Subler, S., & Metzger, J. D. (2001). Pig manure as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physiochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology*, 78, 11-20.
- Atmaca, L. (2012). *Fide yetiştirme ortamı olarak vermikompost kullanımının etkileri*. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Azarmi, R., Giglou, M. T., & Taleshmikail, R. D. (2008). Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field. *African Journal of Biotechnology*, 7(14), 2397-2401.
- Bhartiya, D. K., & Singh, K. (2012). Heavy metals remediation from maize (*Zea mays*) crop by the use of vermicomposts through vermicomposting by *Eisenia fetida*. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 12(9), 1215-1222.
- Bošković-Rakočević, L., Pavlović, R., & Đurić, M. (2017). Effect of phosphorus fertilizers on yield and cadmium content of potato tubers. *Acta Agriculturae Serbica*, 43, 37-461.
- Brown, P. H. (2006). "Nickel". In *Handbook of Plant Nutrition*, edited by A. V. Barker and D. J. Pilbeam, Boca Raton, FL: CRC Press Taylor and Francis Group. pp. 395-410.
- Brown, P. H., Welch, R. M., & Cary, E. E. (1987). "Nickel: A micronutrient essential for higher plants". *Plant Physiology*, 85, 801-803.
- Chand, S., Pandey, A., & Patra, D. D. (2012). Influence of nickel and lead applied in combination with vermicompost on growth and accumulation of heavy metals by *Mentha arveödis* Linn cv Kosi. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 3, 256-261.
- Chand, S., Kumari, R., & Patra, D. D. (2015). Effect of nickel and vermicompost on growth, yield, accumulation of heavy metals and essential oil quality of *Tagetes minuta*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 18(4), 767-774.
- Chauhan, S. S., Thakur, R., & Sharma, G. D. (2008). Nickel: Its availability and reactions in soil. *Journal of Industrial Pollution Control*, 24(1), 1-8.
- Czarnecki, S., & Düring, R. A. (2015). Influence of long-term mineral fertilization on metal contents and properties of soil samples taken from different locations in Hesse, Germany. *Soil*, 1, 23-33.
- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F., & Yasin, S. (2011). Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28(1), 56-69.
- Demir, H., Polat, E., & Sönmez, İ. (2010). Ülkemiz için yeni bir organik gübre: solucan gübresi. *Tarım Aktüel*, 14, 54-60.
- Edwards, C.A. (1998). *The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes*. In: *Earthworm Ecology*. CRC Press LLC, Boca Raton, FL, pp. 327-354.
- Edwards, C. A., & Bohlen, P. J. (1996). *Biology and Ecology of Earthworms*. 3<sup>rd</sup>. Ed. Chapman and Hall, New York.
- Edwards, C. A., Dominguez, J., & Arancon, N. Q. (2004). *The influence of vermicomposts on plant growth and pest incidence*. In: Mikhail, W.Z.A., Shakir, S.H. (Eds.), *Soil Animals and Sustainable Development*, pp. 397-420.
- Epstein, E. (1972). *Mineral Nutrition of Plants: Principal and Perspective*. John Wiley and Sons, New York.
- Erşahin, Y. (2007). Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 99-107.
- Gad, N., & El-Metwally, I. M. (2015). Chemical and physiological response of maize to salinity using cobalt supplement. *International Journal of ChemTech Research*, 8(10): 45-52.
- Garcia, W. J., Blessin, C. W., Sandford, H. W., & Inglett, C. E. (1979). Translocation and accumulation of seven heavy metals in tissue of corn plant grown on sludge treated strip-mined soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 27, 1088-1094.
- Gondek, K., & Filipek-Mazur, B. (2003). Biomass yields of shoots and roots of plants cultivated in soil amended by vermicomposts based on tannery sludge and content of heavy metals in plant tissues. *Plant, Soil and Environmental*, 49(9), 402-409.
- Gopinath, K. A., Saha, S., Mina, B. L., Kundu, S., Selvakumar, G., & Gupta, H. S. (2009). Bell pepper yield and soil properties during conversion from conventional to organic production in Indian Himalayas. *Scienceta Horticulturae*, 122(3): 339-345.
- Gutiérrez-Miceli, F. A., Santiago-Borraz, J., Molina, J. A. M., Nafate, C. C., Abud-Archila, M., Llaven, M. A. O., Rinco'n-Rosales, R., & Dendooven, L. (2007). Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Bioresource Technology*, 98: 2781-2786.
- Harris, G. D., Platt, W. L., & Price, B. C. (1990). Vermicomposting in a rural community. *Biocycle*, 1990, 48-51.
- Hoehne, L., de Lima, C. V. S., Martini, M. C., Altmayer, T., Brietzke, D. T., Finatto, J., Gonçalves, T. E., & Granada, C. E. (2016). Addition of vermicompost to heavy metal-contaminated soil increases the ability of Black Oat (*Avena strigosa* Schreb) Plants to Remove Cd, Cr, and Pb. *Water, Air, and Soil Pollution*, 227, 443.



- Hu, W., Huang, B., Tian, K., Holm, P. E., & Zhang, Y. (2017). Heavy metals in intensive greenhouse vegetable production systems along Yellow Sea of China: Levels, transfer and health risk. *Chemosphere*, 167, 82- 90.
- Huang, B., Kuo, S., & Bembenek, R. (2004). Availability of cadmium in some phosphorus fertilizers to field-grown lettuce. *Water, Air, and Soil Pollution*, 158, 37-51.
- Jadia, C. D., & Fulekar, M. H. (2008). Vermicomposting of vegetable waste: A bio-physicochemical process based on hydro-operating bioreactor. *African journal of biotechnonology*, 7, 3726-3733.
- Jadia, C. D., & Fulekar, M. H. (2009). Phytoremediation: The application of vermicompost to remove heavy metals by green plants (alfaalfa, sunflower and sorghum). *Dynamic Soil, Dynamic Plan,t* 3(2), 91-96.
- Jamaludin, A. A., & Mahmood, N. Z. (2010). Effects of vermicomposting duration to macronutrient elements and heavy metals concentratioöd in vermicompost. *Sains Malaysiana* 39(5), 711-715.
- Jayakumar, K., & Jaleel, C. A. (2009). Uptake and accumulation of cobalt in plants: A study based on exogenous cobalt in soybean. *Botany Research International*, 2(4), 310-314.
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın No:1241, Fen Bilimleri.
- Kacar, B., & Katkat, A.V. (2015). *Bitki Besleme*. Nobel Yayın. 6. Baskı.
- Kayıkçıoğlu, H., Okur, N., & Bayız, O. (2016). Toprak solucanları ile kompostlaştırılmış tütün atıklarının vermicompost olarak değerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1), 89-97.
- Kurt, S. (2016). *Biyokömür ve Vermikompostun Mısır Bitkisinin (Zea Mays L.) Kök Bölgesindeki Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Ordu.
- Lasat, M. M. (2002). Phytoextraction of toxic metals: A review of biological mechanisms. *Journal of Environmental Quality*, 31, 109-120.
- Liua, F., Zhua, P., & Xue, J. (2012). Comparative study on physical and chemical characteristics of sludge vermicomposted by *Eisenia fetida*. *Procedia Environmental Sciences*, 16, 418-423.
- Lugon-Moulin, N., Ryan, L., Donini, P., & Rossi, L. (2006). Cadmium content of phosphate fertilizers used for tobacco production. *Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag*. 26(3), 151-155.
- McCauley, A., Jones, C., & Jacobsen, J. (2009). Nutrient Management. Nutrient Management Module 9. Montana State University Extension Servicez. *Publication*, 4449(9), 1-16.
- Mendel, R. R., & Haensch, R. (2002). Molybdoenzymes and molybdenum cofactor in plants. *Journal of Experimental Botany*, 53, 1689-1698.
- Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2001). *Principles of Plant Nutrition*. 5th Edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Morgan, J. E., & Morgan, A. J. (1999). The accumulation of metals (Cd, Cu, Pb, Zn and Ca) by two ecologically contrasting earthworm species. *Applied Soil Ecology*, 13, 9-20.
- Özkan, N., Dağlıoğlu, M. T., Ünser, E., & Müftüoğlu, N. 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.
- Parthasarathi, K., Balamurugan, M., & Ranganathan, L. S. (2008). Influence of vermicompost on the physico-chemical and biological properties in different types of soil along with yield and quality of the pulse cropblackgram. *Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 5(1), 51-58.
- Ragsdale, S. (2009). Nickel-based enzyme systems. *The Journal of Biological Chemistry*, 284, 18571-18575.
- Sinha, R. K., Soni, B. K., Agarwal, S., Shankar, B., & Hahn, G. (2013). Vermiculture for organic horticulture: Producing chemical-free, nutritive and health protective foods by earthworms. *Agricultural Sci. Published by Science and Education Centre of North America*, 1(1), 17-44.
- Stiborova, M., Ditrichova, M., & Brezinova, A. (1988). Mechanism of action of Cu, Co and Zn on ribulose 1-5 biphosphate carboxylase from barley (*Hordeum vulgare* L.). *Photosynthetica*, 22, 161-167.
- Sun, Y. B., Zhou, Q. X., Wang, L., & Liu, W. T. (2009). Cadmium tolerance and accumulation characteristics of *Bidens pilosa* L. as a potential Cd hyperaccumulator. *Journal of Hazard Mater*, 161(2-3), 808-814.
- Tutar, U. (2013). Toprak solucanlarından elde edilen vermicompostun bazı bitki patojenleri üzerindeki antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi Faculty Science Journal*, 34(2), 1-12.
- Walker, D. J., Clemente, R., & Bernal, M. P. (2004). Contrasting effects of manure and compost on soil pH, heavy metal availability and growth of *Chenopodium album* L. in a soil contaminated by pyritic mine waste. *Chemosphere*, 57, 215-224.

- Wang, K., Zhang, J., Zhu, Z., Huang, H., Li, T., He, Z., Yang, X., & Alva, A. (2012). Pig manure vermicompost (PMVC) can improve phytoremediation of Cd and PAHs co-contaminated soil by *Sedum alfredii*. *Journal of Soils Sediments*, 12, 1089-1099.
- Wei, S. H., Zhou, Q. X., Zhan, J., Wu, Z. J., Sun T. H., Lyubu, Y., & Prasad, M. N. V. (2010). Poultry manured *Bidens tripartite* L. extracting Cd from soil-potential for phytoremediating Cd contaminated soil. *Bioresource Technology*, 101(22), 8907-8910.
- Williams, R. J. P., & Frausto da Silva, J. J. R. (2002). The involvement of molybdenum in life. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 292, 293-299.
- Yu-Ku,i R., Fu-Suo, Z., & Jian-Bo, S. (2009). Effects of nitrogen fertilization on heavy metal content of corn grains, *phyton*. 78, 101-104.
- Zheljazkov, V. D., & Warman, P. R. (2004). Application of high-Cu compost to dill and peppermint. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 52, 2615-2622.
- Zimmer, W. & Mendel, R. (1999). Molybdenum metabolism in plants. *Plant Biology*, 1, 160-168.