



Hayvan Gübresinden Elde edilen Sıvı Solucan Gübresinin İz ve Besin Elementleri Açısından İncelenmesi

Turan Yüksek^{1*}, Bülent Verep², Cemalettin Baltacı³

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 53100 Rize, Türkiye

²Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Bölümü, 53100 Rize, Türkiye

³Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü 29000 Gümüşhane, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş 06 Nisan 2017
Kabul 25 Mayıs 2017

Anahtar Kelimeler:

Ağır metal
Eisenia fetida
İnek gübresi
Makro besin elementleri
Sıvı solucan gübresi

*Sorumlu Yazar:

E-mail: turan53@yahoo.com

ÖZET

Sürdürülebilir tarımın karşı karşıya olduğu en önemli sorunlardan biri kaliteli gübre temininin ve gübrelemenin uygulamasında karşılaşılan sorundur. Son yıllarda bir yandan doğal yöntemlerle elde edilen gübrenin miktarı artırılmaya çalışılırken; diğer yandan farklı tip gübre (katı doğal, sıvı doğal, biyo-doğal vb..) çeşitlerinin elde edilmesine yönelik çalışmaların artarak devam ettiği görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, fermente olmuş doğal hayvan gübresi ile beslenen solucanlardan (*Eisenia fetida*) elde edilen sıvı gübredeki (vermiwash) bazı besin elementleri ve metallerin zamana (30 gün, 31-6 gün) bağlı değişimlerinin belirlenmesidir. Bu amaçla, doğal meralarda otlayan ineklerden elde edilmiş ve en az 12 ay süreyle fermente olmuş hayvan gübresi ile *Eisenia fetida* solucanı beslenmiş ve besleme sırasında elde edilen sıvı solucan gübresindeki bazı makro ve mikro besin elementleri analiz edilmiştir. Sağım süresi arttıkça sıvı solucan gübresindeki N, K, Ca, Mg, Na, Fe, Ni, Cu, Zn, Hg, Sb değerleri istatistiksel olarak önemli seviyede azalırken; Co, As, Ag, Cd, Pb, Al, Se, Mo, Li ve Be değerleri istatistiksel olarak önemli seviyede artmıştır.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 5(8): 986-991, 2017

Investigation of Vermiwash Obtained from California Red Worm Which Fed Cow Dung in terms of Trace and Nutrient Elements

ARTICLE INFO

Research Article

Received 06 April 2017
Accepted 25 May 2017

Keywords:

Heavy metal content
Eisenia fetida
Cow dung
Macro nutrients
Vermiwash

*Corresponding Author:

E-mail: turan53@yahoo.com

ABSTRACT

One of the most important problems facing sustainable agriculture is the supply of quality fertilizers and the problems encountered in the application of fertilizers. In the last years, while trying to increase the amount of fertilizers obtained by natural methods, On the other hand it has been observed that studies for obtaining different types (solid natural, liquid natural, bio-natural etc.) of fertilizer have continued increasing. The aim of this study is to determine time depend (30 days, 31-60 days) changes of some nutrients and metals in vermiwash obtained from *Eisenia fetida* fed with fermented natural cow dung. For this purpose, *Eisenia fetida* were fed with fermented cow dung which obtained from cows grazing in natural habitat and obtained vermiwash were analyzed to determined some macro and micronutrient elements. As a result of the study, while the values of N, K, Ca, Mg, Na, Fe, Ni, Cu, Zn, Hg, Sb in vermiwash decreased at a statistically significant level depending on the time; Co, As, Ag, Cd, Pb, Al, Se, Mo, Li and Be were increased at statistically significant levels.

Giriş

Tarımsal faaliyetler ve gübreleme insanlığın ilk çağlarından beri günümüze kadar gelmiş olan ve özünü koruyan en önemli uğraşlardandır. İlk çağlarda sadece doğal hayvan gübresinin kullanıldığı tarım sektöründe sanayi devrimi ile suni gübrelerin kullanılması hızlı bir şekilde artmaya başlamıştır. Yıllara göre artan kimyasal gübre kullanımı bir yandan toprak su kaynaklarının geleceğini ciddi bir şekilde tehdit ederken; diğer yandan ülke ekonomisi ve özellikle cari açık üzerinde çok ciddi baskı oluşturmaktadır. 2002 Yılında 1.740.000 ton olan kimyasal gübre ithalatı 2014 yılında 3.167.000 tona ulaşmıştır. Türkiye'nin yıllara göre kimyasal gübre ithalatına ait bilgiler Şekil 1'de sunulmuştur (Anonim, 2015).

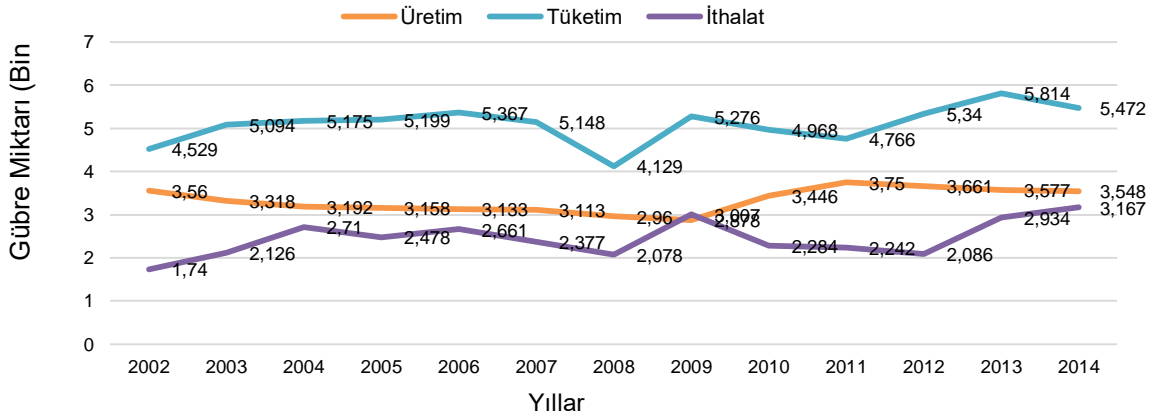
Türkiye kimyasal gübre üretiminde kullanılan hammadde kaynakları bakımından son derece fakirdir. Bu nedenle kimyasal gübre sektörü büyük oranda dışa bağımlıdır. 2014 yılında 5,5 milyon ton olan kimyasal gübre tüketiminin %58'i (3,2 milyon ton) ithal edilerek çiftçilerin kullanımına sunulmuştur. 2014 yılı verilerine göre kimyasal gübre ithalatı bakımından Cumhuriyet tarihinin en yüksek seviyesine çıkmıştır (Anonim, 2015). Türkiye gübre tüketimi yaklaşık 5-5,5 milyon ton aralığında olduğu ve bunun parasal karşılığının yıllık yaklaşık 3-3,5 milyar dolardır arasında değiştiği belirtilmektedir (Anonim, 2015). Bir diğer ifadeyle 2014 yılı verilerine göre Türkiye 1.74-2.03 milyar dolar dövizli gübre ithalatı için harcamıştır. Türkiye milli gelirinde tarımın payı 2002 yılında %10,3 iken, 2011 yılında tarımın milli gelirdeki payı %8,1'e gerilemiştir. 2002 Yılında tarımın ihracattaki payı %11,2' iken, 2011 yılında %11,0 olmuştur (TOBB, 2013).

Türkiye milli gelirinde tarımın payının zamana bağlı olarak azalması farkı bakış açılara göre olumlu veya olumsuz şekilde değerlendirilebilir. Ancak şu asla unutulmamalıdır ki bir ülkenin milli geliri ağırlıklı olarak sanayi ürünlerinden meydana gelse bile; kendi nüfusunun ihtiyacı olan tarımsal ürünleri sağlıklı bir şekilde yetiştirmek ve tarımsal faaliyetlerin sürekliliğini sağlamak zorundadır. Zira gelecekte gıda terörü milletleri bugünden daha şiddetli ve daha acımasız bir şekilde tehdit edecektir. Bu nedenle sürdürülebilir tarım için yeni arayışların yapılması, sürdürülebilir tarımın üzerinde büyük baskı oluşturan sorunlardan olan gübre sektöründe kimyasal gübreler yerine doğal ve organik gübrelerin üretilmesi konusu, politika yapıcılar ve karar vericiler tarafından

daha detaylı bir şekilde irdelenmesi ve değerlendirilmesi gerekir. Sürdürülebilir tarım için sürdürülebilir gübre sektörünün oluşturulması, Türk tarım sektörünün gelişmesine büyük faydalar sağlayabilir.

Sıvı solucan gübresi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğine; Chattopadhyay (2015), 3 farklı yöntemle sıvı solucan gübresi ve elde edilen gübrenin *Vigna radiata*'nin tohumlarının çimlenmesi üzerindeki etkilerini araştırdı. Araştırmada sıvı solucan gübresi elde etmek için sıcak stres, soğuk stres ve tarla koşulları yöntemi uygulamıştır. Uygulama sonucunda en yüksek elektriksel iletkenlik (E.C), toplam azot, toplam potasyum, sodyum ve magnezyum değerlerine tarla koşullarından elde edilen sıvı solucan gübresinde tespit etmiştir. Jaybhave ve Bhalerao (2015), inek gübresinden konteyner yöntemi ile sıvı solucan gübresi elde etmişlerdir. Araştırma sonucunda sıvı solucan gübresinin pH'ını 7,8, E.C değerini 3,26 $\mu\text{S}/\text{cm}$, kalsiyum değerini 300 (mg/L), magnezyum değerini 65,93 (mg/L), toplam azot değerini %0,346, toplam fosfor değerini %0,46, toplam potasyum değerini 39,50 (%mg), çinko değerini 0,02 (mg/L), bakır değerini 0,08 (mg/L), demir değerini 0,07 (mg/L) ve manganez değerini 0,04 (mg/L) olarak tespit etmişlerdir. Bhardwaj ve Sharma (2016) yaptıkları araştırmada karışık organik atıklardan sıvı solucan gübresi elde etmişlerdir. Analiz sonucunda sıvı solucan gübresindeki pH değerini 7,2, toplam azot değeri %0,99, yarıyıllı fosfor değerini %0,09 ve potasyum değerini %0,21 olarak tespit etmişlerdir. Manyuchi ve ark., (2013), yaptıkları araştırmada mısır püresi besi ortamından katı ve sıvı solucan gübresi elde etmişlerdir. Araştırma sonucunda en yüksek azot ve fosfor değerlerine mısır püresinden elde edilen katı solucan gübresinden, en yüksek potasyum, kalsiyum ve manganez değerlerini sıvı solucan gübresinden elde etmişlerdir. Chattopadhyay (2015), inek gübresi ve diğer organik atıklardan benzer yöntemle ettiği sıvı solucan gübresinin pH'sını 7,52, toplam azot değerini 61,02 (mg/L), toplam potasyum değerini 55,20 (mg/L), sodyum değerini 120,10 (mg/L), kalsiyum değerini 178,60 (mg/L) ve magnezyum değerini 198 (mg/L) olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, fermente olmuş doğal hayvan gübresi ile beslenen kırmızı Kalifornia solucanlardan (*Eisenia fetida*) elde edilen sıvı gübredeki (vermiwash) bazı besin elementleri ve metallere zamana bağlı değişimlerinin belirlenmesidir.



Şekil 1 Türkiye kimyasal gübre ithalatının 2002-2014 yılları arasındaki değişimi (Anonim, 2015)

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada fermente olmuş doğal hayvan gübresi, bitki öğütme değirmeni, plastik kaplar, musluk suyu ve solucan araştırma materyali olarak kullanılmıştır.

Yöntem

Sıvı solucan gübresi eldesinde Doğu Anadolu Bölgesindeki doğal meralarda otlayan hayvanlardan elde edilen ve en az 12 ay fermente olmuş tezek hammadde olarak kullanılmıştır. Fermente haldeki tezek öğütme değirmeninde öğütülerek granül hale getirilmiştir. Granül haldeki tezek su ile yoğurularak besi maması haline getirilmiş ve solucan besleme ortamına (Şekil 2) aktarılmıştır.

Daha sonra LAZUTİM Ltd Şti'den sağlanan *Eisenia fetida* (kırmızı Kalifornia solucanı) besi ortamına yerleştirilmiştir. Oda koşullarında 60 gün süreyle besi ortamındaki nem %45-60 arasında tutulmuş ve nem değeri azaldıkça besi ortamına hafif püskürtme

yöntemiyle su ilave edilmiştir. Solucan besleme ortamındaki işlem sırasında besi ortamından yıkanan sıvı solucan ekstraktı besleme kabı çıkışına yerleştirilen kaplarda ilk 30 gün (1. Sağım) toplanmış ve süre sonunda toplama kapları besi ortamından alınmış ve yerine ikinci sağım (31-60 gün arası) örneklerinin alınacağı toplama kapları yerleştirilmiştir. Toplama işlemi sonunda kaplarda toplanan sıvı solucan gübresi ince tülbent kullanılarak 2 kez filtre edilmiştir. Filtrede edilen sıvı solucan ekstraktı kapalı kaplara aktarılmış ve serin bir odada muhafaza altına alınmıştır.

Sıvı solucan gübresi üretiminde kullanılan su örneklerinde analiz edilen bazı parametreler ve kullanılan yöntemlere ait bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Sıvı solucan gübresi üzerinde toplam azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, sodyum, berilyum, alüminyum, kükürt, vanadyum, krom, mangan, demir, kobalt, nikel, bakır, galyum, arsenik, selenyum, rubidyum, stronsiyum, gümüş, kadmiyum, sezyum, kurşun, kuru madde ve pH parametreleri analiz edilmiştir. Yapılan analizler ve kullanılan yöntemler Tablo 2'de sunulmuştur.



Şekil 2 Sıvı solucan gübresi elde edilmesi

Tablo 1 Solucan beslemede kullanılan suyun fiziko-kimyasal analizi (RG, 2004a; RG, 2012)

Analiz Edilen Parametreler	Yöntem	Ölçüm Cihazı
Su Sıcaklığı (°C)	Termometrik	
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	LDO (Luminesans Çöz, Oksijen)	
pH	Elektrokimyasal	Hach40Qd
TDS (mg/L)	Gravimetrik	
Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	Elektrokimyasal	
Toplam Sertlik (mg/L CaCO ₃)	EDTA ile Kompleksometrik Titrasyon	Genel Lab, Aletleri
Kalsiyum (mg/L)	Titrasyon	Genel Lab, Aletleri
Magnezyum (mg/L)	Titrasyon	Genel Lab, Aletleri
Alkalinite (mg/L CaCO ₃)	Potansiyometrik titrasyon	Genel Lab, Aletleri
Nitrit Azotu (mg/L)	Diazotizasyon	Spektrofotometre
Nitrat Azotu(mg/L)	Kadmiyum İndirgeme	Spektrofotometre
Fosfat fosforu (Ortofosfat) (mg/L)	Askorbik Asit	Spektrofotometre

Tablo 2 Sıvı solucan gübresi analiz yöntemleri

Analiz Edilen Özellikler	Analiz Yöntemi
Toplam azot	Kjeldal yöntemine göre AOAC 990.03
Fosfor, potasyum, kalsiyum, sodyum, berilyum, alüminyum, kükürt, vanadyum, krom, mangan, demir, kobalt, nikel, bakır, galyum, arsenik, selenyum, rubidyum, stronsiyum, gümüş, kadmiyum, sezyum, kurşun,	Metaller ve Diğer Elementlerin (Pb, Cd, Hg, As, Sn vs) Analizi Mikro dalga ile yakmadan sonra ICP-MS Cihazı Kullanılarak NMKL 186; NMKL 191; NMKL 161, TS EN ISO 17294-2.
Kuru Madde	AOAC 932.12, TS 9546 EN 12880
pH	AOAC 981.12, TS ISO 10390

Bulgular ve Tartışma

Tarımda kullanılan organik, organomineral, özel, mikrobiyal ve enzim içerikli organik gübreler ile toprak düzenleyicilerin üretimi, ithalatı, ihracatı, piyasaya arzı ve denetimine dair yönetmeliğe göre (Yönetmelik Madde 5) (RG, 2010) Çevre, insan ve hayvan sağlığını korumak amacı ile bu yönetmelikte ifade edilen organik muhtevadaki ağır metal oranları kuru maddede mg/kg (ppm) cinsinden aşağıdaki değerleri geçmez (Tablo 3).

Sıvı solucan gübresi üretiminde kullanılan suyun pH'ı 7,81, toplam sertlik 21 (mg/L CaCO₃), kalsiyum miktarı 4,80 (mg/L), magnezyum miktarı 2,86 (mg/L), nitrat azotu 0,80 (mg/L) arasında tespit edilmiştir (Tablo 4). Sıvı solucan gübresi üretiminde kullanılan hammaddeye ait kimyasal analiz sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur. Hammadde olarak kullanılan gübrede analiz edilen parametrelerin hiçbirinde uygun olmayan bir sonuca rastlanmamıştır (Tablo 5). İki farklı sürede (30 ve 31-60 gün) elde edilen sıvı solucan gübresinde en yüksek N, K, Ca, Mg değerlerine birinci sağımdan (ilk 30 gün) elde edilen sıvı solucan gübresinde rastlanmıştır.

Birinci (ilk 30 gün) ve ikinci sağım (31-60 gün arası) sonucunda elde edilen N, K, Ca, Mg değerleri istatistiksel olarak önemli (P<0,0001) seviyede farklı bulunmuştur (Tablo 6). Sağım süresi arttıkça sıvı solucan gübresindeki N, K, Ca, Mg, Na, Fe, Ni, Cu, Zn, Hg, Sb istatistiksel olarak önemli seviyede azalırken; Co, As, Ag, Cd, Pb, Al, Se, Mo, Li ve Be istatistiksel olarak önemli seviyede artmıştır. N, K, Ca, Mg değerlerinin yüksek çıkmasında kullanılan ham maddenin (inek gübresi tezeğinin) azot, kalsiyum ve potasyum değerinin yüksek olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Manyuchi ve ark., (2013), yaptıkları çalışmada mısır püresi besi ortamından katı ve sıvı solucan gübresi elde etmişlerdir. Araştırma sonucunda en yüksek azot ve fosfor değerlerine mısır püresinden elde edilen katı solucan gübresinden, en

yüksek potasyum, kalsiyum ve manganez değerlerini sıvı solucan gübresinden elde etmişlerdir. Chattopadhyay (2015), inek gübresi ve diğer organik atıklardan benzer yöntemle ettiği sıvı solucan gübresinin pH'ını 7,52, toplam azot değerini 61,02 (mg/L), toplam potasyum değerini 55,20 (mg/L), sodyum değerini 120,10 (mg/L), kalsiyum değerini 178,60 (mg/L) ve magnezyum değerini 198 (mg/L) olarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda makro besin elementleri diğer araştırmacıların (Jaybhaye ve Bhalerao, 2015; Manyuchi ve ark., 2013; Chattopadhyay, 2015), buldukları değerlerden daha yüksek seviyede belirlenmiştir. Mg değeri Chattopadhyay (2015) tarafından yapılan çalışmaya kıyasla daha düşük seviyede belirlenirken; diğer araştırmacıların daha yüksek seviyede belirlenmiştir. Sıvı haldeki azot bitkiye uygulandığı zaman kolayca bitkiden yıkanarak toprağa ve topraktan yeniden bitkiye dönecektir. Bu sayede bitki büyüme ve gelişmesine büyük katkı sağlayabilir. Sıvı gübrenin en önemli özelliği bitkiler tarafından kolayca alınabilir formda olmasıdır. Sıvı solucan gübresinde sağım süresine bağlı olarak pH ve kuru madde değerlerinin istatistiksel olarak önemli seviyede azaldığı belirlenmiştir. Sıvı solucan gübresi eldesin de kullanılan hammaddedeki pH'ı 5,81, kullanılan sudaki pH 7,81 olmasına rağmen; 1. sağım sıvı solucan gübresinin pH'ının 8,44 olmasında solucanın kendi yapısından ve salgı sisteminden kaynaklandığı ve pH artışında etkili olduğu düşünülmektedir. Pek çok araştırmacı farklı materyallerden elde edilen sıvı solucan gübresindeki pH değerini kullanılan hammaddedeki pH değerinden önemli seviyede yüksek bulmuşlardır (Nath ve ark., 2009; Gopal ve ark., 2010; Ansari ve Sukhraj, 2010). Bhardwaj ve Sharm (2016) Hindistan'da yaptıkları bir çalışmada *Mangifera indica* ve inek gübresi (1:1) karışımına *Eisenia fetida* solucanı yatırarak sıvı solucan gübresi üretmişlerdir.

Tablo 3 Organik gübrelerdeki bazı ağır metaller için üst sınır değerleri (RG, 2010)

Ağır Metal	Birimi	Üst Sınır Değeri
Kadmiyum(Cd)	mg/kg (ppm)	3
Bakır (Cu)	mg/kg (ppm)	450
Nikel (Ni)	mg/kg (ppm)	120
Kurşun (Pb)	mg/kg (ppm)	150
Çinko (Zn)	mg/kg (ppm)	1100
Cıva (Hg)	mg/kg (ppm)	5
Krom (Cr)	mg/kg (ppm)	270

Tablo 4 Solucan beslemede kullanılan sudaki bazı parametreler

Parametre	Numune	Uygun Aralık
Su Sıcaklığı (°C)	Uygun	4-25
Çözünmüş Oksijen (mg/l)	Uygun	>5
pH	7,81	6,5-9,5
Toplam Sertlik (mg/l CaCO ₃)	21	10-400
Kalsiyum (mg/l)	4,80	4-160
Magnezyum (mg/l)	2,86	0-50
Alkalinite (mg/l CaCO ₃)	103,70	10-400
Nitrit Azotu (mg/l)	0,020	<0,50
Nitrat Azotu(mg/l)	0,80	0-50
Fosfat fosforu (mg/L)	0,12	-
TDS (mg/L)	92,40	-
Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	214,60	100-2500

Tablo 5 Sıvı solucan gübresi üretiminde kullanılan büyükbaş hayvan gübresindeki bazı mineral içerikler (mg/kg)

Parametre	Değeri	Parametre	Değeri
N (%)	0,90	Fe (mg/kg)	3661,50
P (mg/kg)	1251,30	Pb (mg/kg)	1,59
K (mg/kg)	8048,10	Ni (mg/kg)	4,22
Ca (mg/kg)	9411,50	Cd (mg/kg)	0,09
pH	5,84	As (mg/kg)	0,80
İletkenlik E.C (25°C) µS/cm	1081,00	Ag (mg/kg)	0,99
Na (mg/kg)	4364,00	Cs (mg/kg)	0,25
Be (mg/kg)	0,51	Se (mg/kg)	0,14
Al (mg/kg)	4481,50	Ri (mg/kg)	9,36
S (mg/kg)	857,00	Sr (mg/kg)	56,33
Cu (mg/kg)	7,37	Co (mg/kg)	1,24
Mn (mg/kg)	229,04	Ga (mg/kg)	1,07

Tablo 6 Sıvı solucan gübresi fiziko-kimyasal analiz değerleri

Parametreler	N	Ortalama	Standart Sapma	F Değeri	Önem Seviyesi	
N	Sağım-1 (30 Gün)	3	697,48	95,14	137,35	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	667,80	61,80		
K	Sağım-1 (30 Gün)	3	4439,66	5,77	1765,00	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	6,66	0,00		
Ca	Sağım-1 (30 Gün)	3	290,67	19,73	443,236	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	0,01	0,00		
Mg	Sağım-1 (30 Gün)	3	138,10	0,57	317,29	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	2,25	0,09		
pH	Sağım-1 (30 Gün)	3	8,44	2,42	1280,06	0,000***
	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	7,79	4,79		
KM	Sağım-1 (30 Gün)	3	1,32	0,71	2970,25	0,000***
(%)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	0,95	0,25		
Na	Sağım-1 (30 Gün)	3	143,33	22,88	7408,29	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	4,35	0,10		
Fe	Sağım-1 (30 Gün)	3	59,70	6,30	1724,32	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	3,00	0,09		
Co	Sağım-1 (30 Gün)	3	1,12	0,01	2659,00	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	2,75	0,00		
Ni	Sağım-1 (30 Gün)	3	8,78	0,09	9409,00	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	3,29	0,05		
Cu	Sağım-1 (30 Gün)	3	6,24	0,09	32220,25	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	2,65	0,05		
Zn	Sağım-1 (30 Gün)	3	77,19	0,57	4818,25	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	4,03	0,07		
As	Sağım-1 (30 Gün)	3	1,27	0,02	2105,00	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	3,21	0,04		
Ag	Sağım-1 (30 Gün)	3	0,58	0,27	1256,00	0,000***
(mg/l)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	4,11	1,10		
Cd	Sağım-1 (30 Gün)	3	0,14	0,03	6696,00	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	2,85	2,85		
Hg	Sağım-1 (30 Gün)	3	1,21	0,12	3649,00	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	0,00	0,00		
Pb	Sağım-1 (30 Gün)	3	1,34	0,53	4070,00	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	7,71	1,71		
Al	Sağım-1 (30 Gün)	3	2,16	0,02	1613,30	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	2,64	0,03		
Se	Sağım-1 (30 Gün)	3	0,73	0,07	4986,00	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	3,09	0,18		
Mo	Sağım-1 (30 Gün)	3	3,05	0,13	9216,00	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	4,97	0,20		
Li	Sağım-1 (30 Gün)	3	4,58	0,11	8664,00	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	8,89	0,24		
Be	Sağım-1 (30 Gün)	3	0,13	0,04	11084,00	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	3,72	0,21		
Sb	Sağım-1 (30 Gün)	3	101,00	10,66	8167,42	0,000***
(mg/L)	Sağım-2 (31-61 Gün)	3	1,69	0,27		

Analiz sonucunda sıvı solucan gübresinin pH değerini 7,2, toplam azot değerini %0,99, yararlı fosfor değerinin %0,09 ve yararlı potasyum değerini %0,21 olarak belirlemişlerdir. Analiz sonucunda toplam azot ve potasyum bakımından zengin sıvı solucan gübresi elde etmişlerdir. Mikro besin elementleri ve yarayışlı elementlerin tümü zaman bağı olarak değişmesine rağmen organik gübre ve su kirliliği kontrol yönetmeliklerinde belirtilen üst sınır değerlerin altında olup yönetmeliklere uygundur (RG, 2004b). Mikro besin elementleri ve yarayışlı elementler arasında en yüksek Na, Fe, Ni, Cu, Zn, Hg değerlerine 1. sağımdan elde edilen sıvı solucan gübresinde rastlanmıştır. Ancak Hg, Pb ve As tespit edilebilir limitin altındadır. Zamana bağı olarak yapılan 1. ve 2. sağımlardaki Na, Fe, Ni, Cu, Zn ve Hg değerleri arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli seviyededir (Tablo 6).

Mikro besin elementleri ve yarayışlı elementler arasında en yüksek As, Pb, Ag, Co, Al, Se, Mo, Li, Be değerlerine 2. sağımdan elde edilen sıvı solucan gübresinde rastlanmıştır. As, Pb, Ag, Co, Al, Se, Mo, Li, Be ve Sb değerleri arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli seviyededir (Tablo 6).

Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonucunda en yüksek N, K, Ca, Mg, Na, Fe, Ni, Cu, Zn, Hg ve kuru madde değerlerine 1. Sağımdan elde edilen sıvı solucan gübresinde rastlanmıştır. En yüksek pH, As, Pb, Ag, Co, Al, Se, Mo, Li, Be değerlerine 2. sağımdan elde edilen sıvı solucan gübresinde rastlanmıştır. İnek gübresinden sıvı solucan gübresi eldesinde sağım artışıyla birlikte yarayışlı makro besin elementleri azalırken; bazı mikro besin elementleri artmıştır. İnek gübresi kullanılarak elde edilecek sıvı solucan gübresinde tek sağım yeterli olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak farklı tip sıvı solucan gübresi üretimi yöntemleri denenerek en yüksek miktarda makro ve mikro besin içeren sıvı solucan gübresi elde edilmesi için yeni bir çalışma yapılabilir. Bunun sonucunda en yüksek miktar ve kalitede sıvı solucan gübresi üretimini sağlayacak yöntem standardize edilmiş olabilir. Ayrıca bu çalışmalara ilaveten sıvı solucan gübresinin bitki büyümesine olan etkisi ile ilgili çalışmalar yapılmalı ve çalışma sonucunda başarı sağlanırsa bu ürün ticarileştirilerek ülke ekonomisine kazandırılabilir.

Teşekkür

Bu çalışma LAZUTİM Organik Tarım Hayvancılık Gıda Eğitim Turizm ve Dış Ticaret Limited Şirketi (www.orbitosol.com) tarafından desteklenmiştir. Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonim 2015. http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=24075&tipi=38&sube=0, Yayınlayan Birim: GENEL MERKEZ. TOBB, 2013. TOBB Türkiye Tarım Sektörü Raporu, TOBB Yayın No: 2014/230 (Erişim: 13/10/2016, Yayına Giriş Tarihi: 21/05/2015, Güncellenme Zamanı: 05/06/2015/ 17:28:59) .
- Ansari AA, Sukhraj K. 2010. Effect of vermiwash and vermicompost on soil parameters and productivity of okra (*Abelmoschus esculentus*) in Guyana. African Journal of Agricultural Research Vol. 5(14): 1794-1798.
- Bhardwaj P, Sharm RK. 2016. Effect of vermiwash and vermicompost on the growth and productivity of Moong Dal. JCBPS, Section B, 6(4): 1381-1388.
- Chattopadhyay A. 2015. Effect of vermiwash of *Eisenia foetida* produced by different methods on seed germination of green mung, *Vigna radiate*. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 4(4): 233-237.
- Gopal M, Gupta A, Palaniswami C, Dhanapal R, and George V. Thomas, G.V. 2010. Coconut leaf vermiwash: a bio-liquid from coconut leaf vermicompost for improving the crop production capacities of soil. Current science, 98(9): 1202-1210.
- Jaybhaye MM, Bhalerao SA. 2015. Effect of vermiwash on the growth parameters of *Solanum melongena* L. (Brinjal Plant). Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol., 2(9): 24-29.
- Manyuchi MM, Phiri A, Muredzi P, Chitambwe T. 2013. Comparison of vermicompost and vermiwash bio-fertilizers from vermicomposting waste corn pulp. International Scholarly and Scientific Research & Innovation, 7(6): 389-392.
- Nath G, Singh K, Singh DK. 2009. Chemical analysis of vermicomposts/vermiwash of different combinations of animal, agro and kitchen wastes. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(4): 3671-3676.
- RG (Resmi Gazete), 2010. Tarım ve köyşleri bakanlığı, tarımda kullanılan organik, organomineral gübreler ve toprak düzenleyiciler ile mikrobiyal, enzim içerikli ve diğer ürünlerin üretimi, ithalatı ve piyasaya arzına dair yönetmelik, Sayı, 27601. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/06/20100604-3.htm> (Erişim Tarihi: 11/01/2017).
- RG (Resmi Gazete), 2012. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, No:29327, Orman ve Su İşleri Bakanlığı (15/04/2015), Ankara.
- RG (Resmi Gazete), 2004a. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliği, No:25507, Tarım ve Köyşleri Bakanlığı (Kanun Tarihi: 29/06/2004), Ankara.
- RG (Resmi Gazete), 2004b. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, No: 25687, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.aspx?MevzuatKod=7.5.7221&sourceXmlSearch=&MevzuatIliiski=0>, (Kanun Tarihi: 31.12.2004).