



ORMAN TOPRAĞI VE ÜÇ FARKLI TOPRAKLA BESLENEN KIRMIZI KALİFORNİYA SOLUCANINDAN ELDE EDİLEN SOLUCAN GÜBRELERİ ARASINDAKİ FARKIN BELİRLENMESİ

Mimar Sinan ÖZKAYA

Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Artvin

Sorumlu yazar: mimarsinan08@hotmail.com

Mimar Sinan ÖZKAYA: <http://orcid.org/0000-0003-2146-3867>

Please cite this article as: Özkaya, M. S. (2021) Orman toprağı ve üç farklı toprakla beslenen kırmızı Kaliforniya solucanından elde edilen solucan gübreleri arasındaki farkın belirlenmesi, *Turkish Journal of Forest Science*, 5(1), 12-22.

ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş 16 Eylül 2020 / Received 16 September 2020

Düzeltilmelerin gelişi 26 Kasım 2020 / Received in revised form 26 November 2020

Kabul 2 Aralık 2020 / Accepted 2 December 2020

Yayımlanma 30 Nisan 2021 / Published online 30 April 2021

ÖZET: Bu çalışmada, 4 tip toprak tipi ile beslenen Kırmızı Kaliforniya (*Eisenia fetida*) solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, Artvin Orman Bölge Müdürlüğü Biyolojik Mücadele Laboratuvarında, dört farklı besi ortamında üç tekrarlı deneme deseni kurulmuş, deneme kaplarının içlerine dört farklı toprak tipi ve her kaba 40'ar adet solucan verilmiştir. İki ay sonunda topraklar tamamen gübreye dönüşmüş ve solucan gübreleri kaplardan alınarak, kurutulduktan sonra analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda en yüksek solucan sayısına (D) % 100 tarla toprağı besi ortamından elde edilen solucan gübresinden, ikinci en fazla solucan sayısına ise, (C) Fidanlık toprağından elde edilen solucan gübresinde rastlanmıştır. En az solucana ise (A) %100 orman toprağı besi ortamından elde edilen solucan gübresinde rastlanmıştır. (B) Özel toprağın B1, B2, B3, B4 ve B5'in besi ortamına verilen 200 adet solucanın iki ay sonra % 37'sinin öldüğü belirlenmiştir. Besi ortamlarından elde edilen solucan gübresindeki en yüksek azot değerine fidanlık toprağı ile %100 tarla toprağından elde edilen solucan gübresinde, en yüksek pH, EC ve CaCO₃ değerine (B) Özel topraktan elde edilen solucan gübresinde, en yüksek organik madde %'sine (D) tarla toprağından elde edilen solucan gübresinde rastlanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Eisenia fetida*, pH, solucan gübresi, orman toprağı.

DETERMINING THE DIFFERENCE BETWEEN SOLID WORM MANURE FROM RED CALIFORNIA WORM THAT FEEDS ON THREE DIFFERENT SOILS AND FOREST SOIL

ABSTRACT: In this study, the effects of some nutrients in solid worm fertilizer obtained from Red California worm (*Eisenia fetida*) fed with 4 types of soil were investigated. For this purpose, in Artvin Regional Directorate of Forestry Biological Control Laboratory, three

replicate trial patterns were established in four different nutrient media. Four different soil types and 40 worms were given in each container. 2 months later, after the soil was turned into fertilizer completely, worm fertilizers were taken from the containers and analyzed after drying. As a result of the research, the highest worm count (D) was found from 100% worm manure obtained from the field soil nutrient medium, and the second highest number of worms were obtained from the (C) worm manure obtained from nursery soil. The least worms (A) were found in the worm manure obtained from 100% forest soil nutrient medium. It was determined that 37% of 200 worms given to the nutrient medium of B1, B2, B3, B4 and B5 of (B) special soil died two months later. The highest nitrogen value in worm manure obtained from nutrient media is in worm manure obtained from nursery soil and 100% field soil. The highest pH, EC and CaCO₃ values (B) were found in the worm manure obtained from special soil. The highest organic matter % was found in the worm manure obtained from the (D) field soil.

Keywords: *Eisenia fetida*, pH, worm fertilizer, forest soil.

GİRİŞ

Günümüz dünyasında nüfusun hızla artması ve teknolojik gelişmeler ile hızla gelişen sanayi ile birlikte, çevre üzerinde oluşan baskılar sonucunda, sürekli artan tüketim çok değişik atıkları da beraberinde getirerek çevre sorunlarına yol açmaya başlamıştır.

Ülke ekonomisinin gelişmesiyle birlikte kentleşme ve nüfus artışı da hızlanmakta ve buna bağlı olarak çevresel atıklarda da büyük oranda artış görülmektedir. Oluşan bu atıkların gömülerek veya yakılarak bertaraf edilmesi yerine geri kazanılması için yeni teknolojilerin geliştirilmesi gerekmektedir (Gökpur vd., 2019). Yaşadığımız çevreyi olumsuz yönde etkileyen bu atıkların miktarı ve zararlı içerikleri sebebiyle büyük bir çevre sorunu haline geldiği, çevre ve insan sağlığını tehdit ettiği belirtilmektedir. Bu nedenle atıkların geri kazanımı çevre ve insan sağlığının korunması açısından oldukça önemli bir yer tutmaktadır (Gündüzalp ve Güven, 2016). Dünya nüfusunun gittikçe artması ile beraber besin ihtiyaçlarının karşılanması da zorlaşmıştır. Tarımsal üretimi kısa vadede artırdığı için tarım ilacı ve kimyasal gübre kullanımını teşvik eden “Yeşil Devrim” hareketi, bütün dünyayı salgın bir hastalık gibi sarmıştır. Bu dönemin önemli ilaçları arasında, halk sağlığından tarım zararlılarına kadar birçok alanda kullanılan dikloro difenil trikloroethan (DDT) yer almaktadır (Beard, 2006).

DDT'nin bilinçsizce kullanıldığı yıllarda, kullanılan kimyasalların çevreyi kirletmesi ve canlıların hayatlarını olumsuz yönde etkilemesi ve uzun yıllar sonra geriye dönüşümü olmayan onarılmaz yaralar açtığı bilinmektedir. Tarım ilaçları ve suni gübreler kullanılması sonucu, topraktaki faydalı organizmalar yok edilmiş ve toprak yozlaşmaya başlamıştır. Nerdeyse sunu gübre kullanılmadan hiçbir ürün yetiştirilemez noktasına gelinmiştir, birde doğal dengenin bozulması sonucu, toprağa ekilen bitkileri böcek ve hastalıklardan korumak için kimyasal ilaçların kullanılması sonucu, doğal denge bazı topraklarda geri dönüşümü uzun yıllar alacak şekilde bozulmuştur. Bu nedenle, kimyasal ilaçların tamamıyla terk edilmesi ve zararlılarla biyolojik mücadele yapılması, besin yönünden zayıflamış topraklarda suni gübre yerine doğal gübrelerden faydalanma yoluna gidilmesi gerekmektedir.

Kimyasal gübre kalıntıları su kaynaklarında, pestisit kalıntıları ise insan ve hayvanların besinlerinde tespit edilmiştir. Dolayısıyla kanserojen, mutajen ve teratojen etkilerin ortaya

çıkması, farklı tarım yöntemlerine ihtiyaç duyulması gerekliliğini başlatmıştır (Baier Anderson ve Anderson, 2000).

Bununla birlikte ormanlarda ve tarım alanlarında yoğun bir şekilde kullanılan kimyasallar ile toprakların verimsiz hale gelmesi hızlanarak, toprak flora ve faunası olumsuz yönde etkilenmiştir.

Bütün bu sebepler sonunda, tarımsal üretim için doğal dengeyi koruyucu ve bozulan doğayı yenileyebilecek yaklaşımlar aranmaya başlanmış ve organik yaklaşımlar ortaya çıkmıştır (Chen vd., 2001).

Dünyada ve ülkemizde organik tarıma olan ilgi ve talep gün geçtikçe artış göstermektedir. Dolayısıyla tarımsal üretimde, kimyasal gübrelemeye alternatif olarak organik gübrelemenin kullanılması önem kazanmıştır (İlay vd., 2013). Organik gübreleme toprağın verimini, sürdürülebilirliğini ve su tutma kapasitesini artırmakta, toprağa bakım yapmakta, kanserojen riskini ortadan kaldırmakta ve mikrobiyal aktiviteleri hızlandırmaktadır (URL-1, 2007).

Organik ve sürdürülebilir tarım modelleri için topraktaki organik madde içeriğinin artırılabilmesinde ilk olarak, aerobik termofilik kompostlarla çalışmalar yapılmıştır. Bu kompostlar bitkinin beslenmesi ve toprakta bulunan bitki patojenlerinin baskılanmasında önemli bir göreve sahiptir. Bu sebeple organik tarım uygulamalarında termofilik kompostlarla ilgili çalışmalar yoğunluk kazanmıştır (Boehm vd., 1993). Özellikle son yıllarda, evsel ve endüstriyel atıkların geri kazanımında solucanlar kullanılarak kompost elde edilebilmektedir. Vermikompost olarak isimlendirilen bu mezofilik kompost, termofilik komposttan daha kısa sürede gerçekleşmekte, ürün ve işlem açısından daha iyi sonuç verebilmektedir (Dominguez vd., 1997). Vermikompost, organik atık ve artıkların bazı toprak solucanlarınınca sindirilip dışkılanması sonucu oluşan işlem olarak tanımlanmaktadır. Solucanlar tarafından sindirilen organik atıklar, hızlı bir şekilde humifikasyon ve detoksifikasyona tabi tutularak kömüre benzer bir materyal meydana gelmektedir (Kale vd., 1992).

Vermikompost üretimi için evsel yemek atıkları, çay atıkları, ölü bitkiler, büyükbaş, küçükbaş ve farklı hayvan atıkları, endüstriyel atıklar, atık sularındaki çöpler, kanalizasyon içeriği gibi pek çok atık kullanılabilir (Yüksek, 2019). Dünya genelinde organik atıklardan solucan gübresi ve canlı solucan üretimi çalışmaları hızla yaygınlaşmaktadır (Arıman Karabulut vd., 2016). Vermikompost tekniğiyle İngiltere’de hayvan, bitki ve endüstri atıklarının, Amerika’da ise kanalizasyon atıklarının işlenmesinde büyük yararlar elde edilmiştir (Neuhauser vd., 1988).

Organik atıklardan ve fakir topraklardan solucan gübresi üretilerek, ormanlarda ve fidanlıklarda bitki yetiştirme yoluna gidilmesi, fidanlıklardaki başarı oranını artıracaktır. *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) (Oligochaeta; Lumbricidae)’nın fidanlıklarda üretilerek, Kırmızı Kaliforniya solucan gübresi elde edilebilir düşüncesi ve bu topraklardaki farklılığın belirlenmesi amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Toprak solucanları içerisinde yer alan *Eisenia fetida*, epigeik solucan türlerine ait sınıfta bulunmaktadır. Toprağın 5-20 cm derinliklerinde, yüzeye yakın tabakalarda ve çoğunlukla yaprakların çürüdüğü kısımların altında bulunmaktadır. Ortalama 70 mm uzunluğunda, 1,4 gr

ağırlığında ve 3-5 mm çapında olan *Eisenia fetida* gün ışığından mümkün oldukça kaçınmaktadır. Maruz kaldıkları takdirde vücutları kısa bir süre içerisinde kuruyarak ölmelerine sebep olmaktadır. Yaşam koşulları sağlandığı takdirde bulunduğu alanda ortalama 1300 kat çoğalabilmektedir. *Eisenia fetida*'nın ilk 30 gün içerisindeki büyüme hızı oldukça yavaştır, sonrasında da büyüme miktarı düzenli olarak artmaktadır. Ortalama yaşam süreleri ise 4,5 yıldır. (Mohammed A.R., ve ark., 2018; Sivasankari, 2016.)

Eisenia fetida solucanları dışkılarında mineraller bulundurduğundan toprağın verimliliğine katkı sağlayarak, bitkilerin sağlıklı bir şekilde gelişmesinde oldukça yararlıdır. Hızlı üremeleri ve besinleri hızlı tüketmesi nedeniyle ticari vermikompost üretiminde en fazla tercih edilen türler arasında yer almaktadır. Toprağın yapısını bozarak kirletici etkiye sebep olan kimyasal gübrelere oranla doğaya herhangi bir zararı bulunmayan vermikompostu üretmektedirler (Duran K., 2019).

MATERYAL VE YÖNTEM

Denemelerde kullanılan toprak örnekleri Ardanuç Orman İşletme Müdürlüğü fidanlığından temin edilmiştir. Çalışmada 4 farklı besi ortamı kullanılmıştır. Topraklar; orman toprağı (% 100), tarla toprağı (% 100), özel yapılmış toprak (sıkıştırılmış odun talaşının yakılmasından elde edilen kül), fidanlık toprağı (%80)+koyun gübresi (%20) şeklinde ayrılmıştır. Kırmızı Kaliforniya solucanları Yusufeli ilçesindeki bir üreticiden temin edilmiştir. Denemeler Artvin Orman Bölge Müdürlüğü Biyolojik Mücadele Laboratuvarında 5 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Solucan besleme kaplarına (11x16x23 cm) her toprak çeşidinden 500 gr konularak 40 adet Kırmızı Kaliforniya Solucanı eklenmiş ve 2 ay süre ile haftada 2-3 kez saf su ile nemlendirilerek beslenmeye alınmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Denemede Kullanılan Besi Ortamı ve Deneme Deseni.

Deneme No	Denemede Kullanılan Besi Ortamı	Tekrar Sayısı				
		A1	A2	A3	A4	A5
A	Orman Toprağı	A1	A2	A3	A4	A5
B	Özel Toprak	B1	B2	B3	B4	B5
C	Fidanlık Toprağı	C1	C2	C3	C4	C5
D	Tarla Toprağı	D1	D2	D3	D4	D5

Araştırma yaklaşık 8 hafta süren çalışma sonrasında solucanlar topraktan çıkarılarak sayılmış ve bu işlem sonunda elde edilen toprakların tahlilleri, Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Toprak Tahlil Laboratuvarında yaptırılmıştır. Denemelerde kullanılan farklı besi ortamlarının fiziksel ve kimyasal analizleri, Farklı besi ortamlarından elde edilen solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin değişiminin fiziksel ve kimyasal analizleri, Toprak tahlillerinin istatistiksel analiz sonuçları belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Besi ortamlarındaki solucanlar gözlemlendiğinde; Özel (B) olarak hazırlanmış topraktaki besi ortamındaki solucanların kabı terk ettikleri, ancak terk edişlerinde tekrar kaplara konularak, besi ortamının nemlendirildiği ve 2 ay sonunda ise kaba konulan olgun solucanların %37'sinin

öldüğü tespit edildi. Orman toprağı (A) besi ortamında, başlangıçta (1. Haftada) 200 adet olan solucan sayısı, 8 hafta sonra 281 olgun solucan ve 231 yumurta olarak belirlenmiştir. (C) Fidanlık toprağı karışımı besi ortamında 1'inci haftada 200 adet solucan sayısının 8 hafta sonra 826 olgun solucan ve 605 yumurta sayısına ulaştığı tespit edildi, (D) Tarla toprağı besi ortamında 1'inci haftada 200 adet olan solucan sayısının 8 hafta sonra 884 olgun solucan ve 825 adet yumurta sayısına ulaştığı tespit edilmiştir. 8 hafta sonunda solucan sayılarındaki artışa göre, D besi ortamında en iyi sonuca ulaştığı saptanmıştır.

Besi ortamında çoğalan solucanların ortalama değerlerine göre, en fazla solucan sayısı 44.97 adet ile D besi ortamında, en düşük solucan sayısı ise, 13.47 ile A besi ortamında görülmüştür. Besi ortamlarına solucan verilmeden önce tahlil edilen ham topraklarda, D'de başlangıçta pH değeri 8.7 iken, Kaliforniya solucanı verildikten 2 ay sonra tahlil edilen besi ortamının pH değeri ortalama 7.9'a indiği, başlangıçta tuzluluk değeri 0,29 iken 2 ay sonra ortalama 1,98'a çıktığı, organik madde yüzdesi 4,8 iken 2 ay sonra ortalama % 15,1'e çıktığı, total azot miktarı % 0,13'iken 2 ay sonra ortalama % 0,51'e çıktığı ve topraktaki total kireç (CaCO₃) % 9,0 iken 2 ay sonra ortalama % 3,3'ye düştüğü tespit edilmiştir.

En düşük solucan sayısının tespit edildiği A besi ortamında, pH değeri 6,9 iken 2 ay sonra ortalama 7,4'e, başlangıçta tuzluluk değeri 2,66 iken 2 ay sonra 1,46'ya düştüğü, organik madde % 12,2 iken 2 ay sonra ortalama % 9,56'ya indiği, total azot %'si başlangıçta ortalama 0,45 iken 2 ay sonra % 0,32'ye indiği ve topraktaki total kireç (CaCO₃) % 2,1 iken 2 ay sonra ortalama % 8,0'e çıktığı gözlemlenmiştir. (Tablo 2, 3).

Tablo 2. Denemede Kullanılan Farklı Besi Ortamlarının Fiziksel Analizi.

Deneme No	Toprak Örneğinin Adı	Parsel	Fiziksel Analiz			
			Kum %	Kil %	Toz %	Toprak Türü
1	Orman Toprağı	A	45	28	27	Kumlu Killi Balçık
2	Özel Toprak	B	74	7	19	Kumlu Balçık
3	Fidanlık Toprağı	C	58	20	22	Kumlu Killi Balçık
4	Tarla Toprağı	D	55	27	19	Kumlu Killi Balçık

Tablo 3. Denemede Kullanılan Farklı Besi Ortamlarının Kimyasal Analizi.

Deneme No	Toprak Örneğinin Adı	Parsel	Kimyasal Analiz					Toprak Türü
			pH 1:2,5	ECx10 25 °C de Milisimens/cm	Organik Madde %	Total Azot % N	CaCO ₃ (%)	
1	Orman Toprağı	A	6.9	2.66	12.2	0.45	2.1	Kumlu Killi Balçık
2	Özel Toprak	B	12.1	6.37	0.9	0.00	11.4	Kumlu Balçık
3	Fidanlık Toprağı	C	8.5	1.30	10.5	0.40	6.4	Kumlu Killi Balçık

4	Tarla Toprağı	D	8.7	0.29	4.8	0.13	9.0	Kumlu Killi Balçık
---	---------------	---	-----	------	-----	------	-----	--------------------

Başlangıçta besi ortamına verilen solucanların % 37'sinin öldüğü B besi ortamında, pH değeri 12.1 iken, 2 ay sonra pH değerinin 10.0'e indiği, başlangıçta besi ortamının tuzluluk değeri 6.37 iken 2 ay sonra 4'e indiği, başlangıçta organik madde yüzdesi % 0,9 iken, 2 ay sonra ortalama % 4,2'ye çıktığı, başlangıçta total azot miktarı % 0.00 iken, 2 ay sonra ortalama azot miktarının % 0.07'e çıktığı ve topraktaki kireç (CaCO₃) % 11.4 iken 2 ay sonra ortalama % 10.7'ye düştüğü tespit edildi (Tablo 4, 5, 6).

Besi ortamlarının analizler sonucunda, C-D besi ortamlarında kayda değer bir farklılık bulunmamıştır. A-D besi ortamları arasında, pH değerinde önemli bir farklılık bulunmamıştır, tuzluluk oranında çok az bir farklılık olduğu, organik madde %'sinde ise önemli bir farklılık bulunmuştur, azot miktarında önemli bir farklılık bulunmamış, ancak; total kireç oranında önemli farklılık tespit edilmiştir. C-D besi ortamları arasında önemli bir farklılık olmamasına rağmen, A-C-D besi ortamları ile B besi ortamı arasında pH, EC, Organik madde, Azot ve CaCO₃ oranlarında ciddi farklılıklar bulunmuştur.

Tablo 4. Farklı Besi Ortamlarından Elde Edilen Solucan Gübresindeki Bazı Besin Elementlerinin Değişiminin Fiziksel Analizi.

Deneme No	Toprak Örneğinin Adı	Parsel	Fiziksel Analiz			Toprak Türü
			Kum %	Kil %	Toz %	
1	Orman Toprağı	A1	47	29	24	Kumlu Killi Balçık
2		A2	52	24	24	Kumlu Killi Balçık
3		A3	47	29	24	Kumlu Killi Balçık
4		A4	52	24	24	Kumlu Killi Balçık
5		A5	45	28	26	Kumlu Killi Balçık
	Ortalama		48,6	26,8	24,4	
6	Özel Toprak	B1	74	9	18	Kumlu Balçık
7		B2	70	9	21	Kumlu Balçık
8		B3	78	7	15	Balçıklı Kum
9		B4	70	8	20	Kumlu Balçık
10		B5	78	7	14	Balçıklı Kum
	Ortalama		74	8	18	
11	Fidanlık Toprağı	C1	47	26	27	Kumlu Killi Balçık
12		C2	73	11	16	Kumlu Balçık
13		C3	54	24	22	Kumlu Killi Balçık
14		C4	74	12	17	Kumlu Balçık
15		C5	54	13	26	Kumlu Killi Balçık
	Ortalama		60	17	22	
16	Tarla Toprağı	D1	47	25	28	Kumlu Balçık
17		D2	37	26	37	Kumlu Killi Balçık
18		D3	74	8	17	Kumlu Killi Balçık
19		D4	47	24	27	Kumlu Balçık
20		D5	55	26	18	Kumlu Killi Balçık
	Ortalama		52	22	25	

Toprak tahlillerinin istatistiki analiz sonuçlarına göre, pH, organik madde, azot, CaCO₃, ECx10, Toz, Kum ve Kil değerlerinde, özel toprakla diğer topraklar arasında önemli ölçüde farklılıklar olduğu tespit edildi. Özel olarak hazırlanmış toprağa konulan anaç solucanların % 37'sinin öldüğü tespit edildi, denemeler sonucunda en iyi solucan toprağının sırasıyla tarla toprağı, fidanlık toprağı ve orman toprağı olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5. Farklı Besi Ortamlarından Elde Edilen Solucan Gübresindeki Bazı Besin Elementlerinin değişiminin Kimyasal Analizi

Deneme No	Toprak Örneğinin Adı	Parsel	Kimyasal Analiz					
			pH 1:2,5	ECx10 25 °C de Milisimens/cm	Organik Madde %	Total Azot % N	CaCO ₃ (%)	Toprak Türü
1	Orman Toprağı	A1	7.6	0.63	7.5	0.31	9.7	Kumlu Killi Balçık
2		A2	7.4	1.60	9.7	0.39	9.1	Kumlu Killi Balçık
3		A3	7.7	0.92	9.0	0.07	10.0	Kumlu Killi Balçık
4		A4	7.5	1.50	9.6	0.38	9.0	Kumlu Killi Balçık
5		A5	6.8	2.64	12.0	0.43	2.0	Kumlu Killi Balçık
Ortalama			7.4	1.46	9.56	0.32	8.0	
6	Özel Toprak	B1	10.0	3.95	4.6	0.05	8.9	Kumlu Balçık
7		B2	10.1	3.86	3.3	0.09	10.3	Kumlu Balçık
8		B3	10.1	4.17	4.2	0.10	12.9	Balçıklı Kum
9		B4	10.0	3.87	4.4	0.04	8.7	Kumlu Balçık
10		B5	10.0	4.15	4.3	0.09	12.7	Balçıklı Kum
Ortalama			10.0	4.0	4.2	0.07	10.7	
11	Fidanlık Toprağı	C1	8.4	0.76	14.2	0.49	3.8	Kumlu Killi Balçık
12		C2	7.8	1.77	11.7	0.50	3.9	Kumlu Balçık
13		C3	8.2	0.79	15.1	0.52	4.1	Kumlu Killi Balçık
14		C4	7.9	1.78	11.7	0.50	3.8	Kumlu Balçık
15		C5	8.3	0.78	14.6	0.50	4.0	Kumlu Killi Balçık
Ortalama			8.1	1.18	13.5	0.50	3.9	
16	Tarla Toprağı	D1	8.0	1.59	16.9	0.54	4.0	Kumlu Balçık
17		D2	8.0	1.96	17.0	0.49	2.7	Kumlu Killi Balçık
18		D3	7.7	2.83	12.4	0.49	2.9	Kumlu Killi Balçık
19		D4	7.8	1.58	16.8	0.54	4.0	Kumlu Balçık
20		D5	8.0	1.94	12.6	0.49	2.8	Kumlu Killi Balçık
Ortalama			7.9	1.98	15.1	0.51	3.3	

Tablo 6. Toprak Tahlillerinin İstatistiki Analiz Sonuçları.

Analiz edilen mad.	Toprak Örneğinin Adı	N	Mean	Std. Sapma	Std. Hata
Kum	Orman Toprağı	6	48	3,2249	1,31656
	Özel Toprak	6	74	3,57771	1,46059
	Fidanlık Toprağı	6	60	11,04536	4,50925
	Tarla Toprağı	6	52,5	12,45392	5,08429
Kil	Orman Toprağı	6	27	2,36643	0,96609
	Özel Toprak	6	7,8333	0,98319	0,40139
	Fidanlık Toprağı	6	17,6667	6,53197	2,66667
	Tarla Toprağı	6	22,6667	7,25718	2,96273
Toz	Orman Toprağı	6	24,8333	1,32916	0,54263
	Özel Toprak	6	17,8333	2,78687	1,13774
	Fidanlık Toprağı	6	21,6667	4,50185	1,83787
	Tarla Toprağı	6	24,3333	7,78888	3,1798
pH	Orman Toprağı	6	7,3167	0,37639	0,15366
	Özel Toprak	6	10,3833	0,84242	0,34392
	Fidanlık Toprağı	6	8,1833	0,27869	0,11377
	Tarla Toprağı	6	8,0333	0,35024	0,14298
ECx10	Orman Toprağı	6	1,6583	0,8483	0,34632
	Özel Toprak	6	4,395	0,97685	0,3988
	Fidanlık Toprağı	6	1,1967	0,4918	0,20078
	Tarla Toprağı	6	1,6983	0,82664	0,33748
Organik Madde	Orman Toprağı	6	10	1,80776	0,73802
	Özel Toprak	6	3,6167	1,40487	0,57354
	Fidanlık Toprağı	6	12,9667	1,89912	0,77531
	Tarla Toprağı	6	13,4167	4,74064	1,93536
Total Azot	Orman Toprağı	6	0,3383	0,14006	0,05718
	Özel Toprak	6	0,0617	0,03869	0,01579
	Fidanlık Toprağı	6	0,485	0,04278	0,01746
	Tarla Toprağı	6	0,4467	0,15706	0,06412
CaCO ₃	Orman Toprağı	6	6,9833	3,83949	1,56746
	Özel Toprak	6	10,8167	1,82474	0,74495
	Fidanlık Toprağı	6	4,3333	1,01915	0,41607
	Tarla Toprağı	6	4,2333	2,40887	0,98342

Suleiman vd. (2017), yaptıkları çalışmada solucanları, talaş tozu, kentsel katı atık ve ot kırıntıları ile beslemişlerdir. Edindikleri sonuçlara göre, solucanların ağır metalleri $Cd > Co > Cu > Zn > Ni > Pb > Cr$ sırası ile biriktirdikleri tespit edilmiştir. Dolayısıyla vermikomposttaki ağır metal kontaminasyonu engellendiği sonucuna ulaşılmıştır. 45 gün sonunda da agronomik parametreler ve kompostun kalitesine göre vermikompost elde edilmiştir.

Edwards ve Burrows (1988), yaptıkları çalışmada *Eisenia fetida* solucanı ile organik atıkların sindirimini gerçekleştirerek vermikompostu 28 adet süs bitkisi ile sebze üzerinde çalışmışlardır. Sonuçta; vermikompostun ticari anlamda satışa söz konusu olan bitki büyüme ortamlarına oranla daha verimli besin elementi içerdiği ve bitki tarafından kullanılabilirliği açısından daha verimli olduğu tespit edilmiştir.

Orozco vd. (1996), yaptığı çalışmada kahve telvesini *Eisenia fetida* 'ya verdiğinde Ca, P, ve Mg besin elementlerinin arttığını tespit etmiştir. Ayrıca kahve telvesinde ölçülen ilk P miktarının, vermikompostlanmadan sonra % 64 oranında artış gösterdiği sonucuna varılmıştır. Artışın nedeninin ise solucanların bağırsak enzimleri ile mikroorganizmaların işleminde kaynakladığı düşünülmektedir.

Vadiraj vd., (1998), yaptıkları çalışmada vermikompostun çekirdeksiz üzüm bitkisine uygulanması sonucunda ürünlerin verimlerinin arttığı izlenmiştir. Ayrıca çalışmada üç farklı kişniş bitkisine 5, 10, 15, 20 ve 25 t/ha vermikompost uygulandığında verilen oran ile orantılı bir şekilde büyümelerinde artış olduğu tespit edilmiştir.

Garg vd. (2006), ise mutfak atığı, tarımsal atık, kurumsal atık ve tekstil endüstri çamuru atıklarını organik substrat olarak değerlendirerek solucan gübresi oluşturmuşlardır. P miktarının 1,4 - 6,5 oranında artış gösterdiğinin, N miktarının ise 4,4 – 5,8 oranda artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca toplam organik karbonun tekstil endüstrinin atıklarında (1,5 kat), sonrasında mutfak atıklarında (2,2 kat), en son ise tarımsal atıklarda (3 kat) azalma gösterdiği sonucuna varılmıştır. Ulaşılan sonuçlar doğrultusunda, tarımsal ve evsel atıklar kullanılarak oluşturulan solucan gübresine ilave olarak, endüstriyel atıkları kullanarak solucan gübresi elde edilmesinin ekolojik anlamda büyük yarar sağlayacağını aynı zamanda tarımsal ihtiyacın gidermesi noktasında yardımcı olacağı kanaatine varılmıştır.

Yourtchi vd. (2013), yaptıkları çalışmada solucan gübresini patates bitkisine uygulayarak, bitkiye ait verim özelliklerini çalışmışlardır. Araştırmada 0, 4,5, 9 ve 12 t/da konsantrasyonlarda solucan gübresi uygulanması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, yumru ağırlığı, bitki boyu, yumru sayısı, yumru K yüzdesi, yumru N yüzdesi, gövde ve yaprak kuru ağırlığı bakımından en yüksek değerleri 12 t/da solucan gübresi uygulaması sonucunda elde edilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın sonucunda; ortalama değerlere göre en yüksek solucan sayısına D (% 100 tarla toprağı) besi ortamında, en düşük solucan sayısına ise A (Orman toprağı) besi ortamında ulaşılmıştır.

Farklı besi ortamlarından elde edilen solucan gübrelisindeki en yüksek ortalama N miktarına % 0,51 ile D (% 100 tarla toprağı) besi ortamında, en düşük ortalama N miktarına ise % 0,07 ile B (Özel toprak) besi ortamında ulaşılmıştır. En yüksek ortalama CaCO₃ miktarına B (%10,7 özel toprakta) besi ortamında, en düşük ortalama CaCO₃ miktarına D (% 100 tarla toprağı) besi ortamında ulaşılmıştır

En yüksek ortalama Organik madde miktarına D (% 100 tarla toprağı) besi ortamında, en düşük ortalama Organik madde miktarına B (Özel toprak) besi ortamında ulaşılmıştır. Çalışma beş tekerrürlü olarak 4 farklı besi ortamında gerçekleştirilmiştir. Deneme 5 kez tekrarlanmasına rağmen bu besi ortamlarından özel toprakta bulunan ortamlarda solucanların hayatlarını devam ettiremedikleri görülmüştür.

Tarımda ve Orman fidanlıklarında önemli yeri olduğu düşünülen solucan gübresinin elde edilmesi gerçekleştirilmiştir. Solucan gübresinin elde edilmesiyle ekolojik, ekonomik ve seralarda fidan yetiştirilmesi açısından önemli fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak; solucan gübresinin elde edilebilmesi için, solucan büyümesine katkı sağlayan Na, Ca, Mg, K, Fe, Zn, Cu elementlerinin karbonhidrat ve protein içerikleri yüksek olan atıkların tercih edilmesi ile solucan biyokütle miktarının artmasına katkı sağlanmaktadır. Bu sonuç doğrultusunda elde edilecek vermikompostun için tercih edilen atıkların içerikleri önem arz etmektedir. Ayrıca ideal koşulların sağlanması ve optimum süre ile kompostlama işleminin sonucunda, gübre kalitesinde artış meydana gelmektedir. Uygun ve verimli şartlar altında elde edilen vermikompost ile atıklar bertaraf edilerek maliyeti düşük oranda oluşturulan tarımsal ihtiyaç açısından oldukça önem arz eden gübre oluşturularak ülke ekonomisine fayda sağlanacaktır.

TEŞEKKÜR

Kırmızı Kaliforniya solucanının laboratuvarındaki denemelerinde ve değerlendirilmesinde vermiş olduğu destekten dolayı Biyolog Yaşar Aksu'ya teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Arıman Karabulut, H., Kurtoğlu, İ., Yüksek, T. & Osmanoğlu, M.İ. (2016). Balık Yemlerinde Hayvansal Protein Kaynağı Olarak Solucan Ununun Kullanımı, *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*. 1: (2), 64-69.
- Baier-Anderson, C. & Anderson, R.S. (2000). The effects of Chlorothalonil on oyster hemocyte activation: Phagocytosis, reduced pyridine nucleotides, and reactive oxygen species production. *Environmental Research*, 83: (1), 72-78.
- Beard, J. (2006). DDT and human health. *Science of the Total Environment*. 355: (1), 78-89.
- Boehm, M.J., Madden, L.V. & Hoitink, H.A.J. 1993). Effect of organic matter decomposition level on bacterial species diversity and composition in relationship to Pythium damping-off severity. *Applied and Environmental Microbiology*. 59: 4171-4179.
- Chen, S.K., Edwards, C.A. & Subtler, S. (2001). Effects of the fungicides benaomyl, captan and chlorothalonil on soil microbial activity and nitrogen dynamics in laboratory incubations. *Soil Biology and Biochemistry*. 33: (14), 1971-1980.

- Duran K., (2019) Kahverengi Deniz Yosunu ve Çiftlik Gübresi Kombinasyonlarının Eisenia Fetida Organik Gübresi Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun, 577732.
- Dominguez, J., Edwards, C.A. & Subler, S. (1997) A comparison of vermicomposting and composting. *Biocycle*. 38: 57-59.
- Edwards, C.A. & Burrows, I., (1988) The Potential of Earthworm Composts as Plant Growth Media. In *Earthworms in Environmental and Waste Management*. SPB Academic Publishing, 2132 pp., Neuhauser, C.A. (Ed.), 211-219.
- Garg, P., Gupta, A., & Satya, S., (2006) Vermicomposting of different types of waste using Eisenia foetida: A comparative study. *Bioresource technology*, 97(3), 391-395.
- Gündüzalp, A.A. & Güven, S. (2016) Atık, Çeşitleri, Atık Yönetimi, Geri Dönüşüm ve Tüketici: Çankaya Belediyesi ve Semt Tüketicileri Örneği. *Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar Dergisi*. 1-19.
- Gökpur, H, Zıba, C. & Dolaz, M. (2019) Kahramanmaraş İli Dulkadiroğlu Bölgesi Katı Atık Bileşenlerinin Araştırılması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*. 7: (2), 345-351.
- İlay, R., Kavdır, Y. & Sümer, A. (2013) The effect of olive oil solid waste application on soil properties and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *International Biodeterioration & Biodegradation*, 85: 254-259.
- Kale, R.D., Mallesh, B.C., Kubra, B. & Bagyaraj, D.J. (1992) Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial populations in a paddy field. *Soil Biology and Biochemistry*. 24: 1317-1320.
- Mohammed A.R., (2018) Removal of Chromium, Copper and Arsenic From CCATreated Wood Sawdust Using California Red Worm(Eisenia Fatida), Master Thesis, Karadeniz Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Science, Trabzon, 542608.
- Neuhauser, E.F, Loehr, R.C. & Malecki, M.R. (1988) The Potential of Earthworms for Managing Sewage Sludge. *Earthworms and Waste Management*. SPB Academic Publishing, ISBN: 90-5103-017-7, Edwards, C.A., Neuhauser, E.F. (Eds.), 9-20.
- Orozco, S. H., Cegarra, J., Trujillo, L. M. & Roig, A., (1996) Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm Eisenia fetida: effects on C and N contents and the availability of nutrients. *Biology and Fertility of Soils*. 22, 162-171.
- Sivasankari, B., (2016) Study on life cycle of earthworm Eisenia foetida. *International Research Journal of Natural and Applied Sciences*. 3(5), 83-93.
- Suleiman, H., Rorat, A., Grobelak, A., Grosser, A., Milczarek, M., Płytycz, B., Kacprzak, M. & Vandenbulcke, F., (2017) Determination of the performance of vermicomposting process applied to sewage sludge by monitoring of the compost quality and immune responses in three earthworm species: Eisenia fetida, Eisenia andrei and Dendrobaena veneta. *Bioresource Technology*, 241, 103-112.
- URL-1, (2007) <http://www.zmo.org.tr/etkinlikler/6tk05/016> uygunaksoy. pdf (11 Aralık 2019).
- Vadiraj, B.A. & Potty, S.S.S.N., (1998) Response of coriander (*Coriandrum sativum* L.) cultivars to graded levels of vermicompost. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 7(2), 141-143.
- Yourtchi, M.S, Hadi, M.H.S. & Darzi, M.T., (2013) Effect of nitrogen fertilizer and vermicompost on vegetative growth, yield and NPK uptake by tuber of potato (Agriacv.). *International Journal of Agricultural Crop Science*, 5(18), 2033-2040.
- Yüksek, T., Atamov. V. & Türüt, K. (2019) Demlenmiş Çay Atığı ve Evsel Yemek Atıkları İle Beslenen Kırmızı Kaliforniya Solucanından Elde Edilen Katı Solucan Gübresindeki Bazı Besin Elementlerinin Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4: (2), 263-271.