

Katı ve Sıvı Solucan Gübre Uygulamalarının Marul (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) Bitkisinin Verimine Etkisi

Tuğba Özbucak¹ , Hülya Alan² 

¹ Ordu Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Ordu

² Ordu Üniversitesi, Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ordu

Geliş Tarihi / Received Date: 28.08.2023

Kabul Tarihi / Accepted Date: 25.09.2023

Öz

Tarımsal uygulamalar içerisinde özellikle kimyasal gübre uygulamalarının çevre üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu tür istenmeyen çevresel sorunlar spesifik solucanlardan elde edilen ve organik gübre olarak kullanılabilir olan ürünler ile hafifletilebilir. Yapılan bu çalışmada ahır gübresi, *Eisenia foetida* (Lumbricidae) ile kompostlanmıştır. Katı olarak elde edilen vermikompost ile ticari sıvı solucan gübresinin %0, 10, 20 ve 30'lük dozlarının) uygulandığı ortamlarda yetiştirilen *Lactuca sativa* L. var. *crispa* (Marul) bitkisinin bazı verim parametreleri (bitkinin boyu, eni, yaş ve kuru ağırlığı ile kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlıkları) üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada elde edilen bulguların istatistiksel analizlerine göre tüm parametreler üzerine gübre formu ve dozun önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Katı ve sıvı solucan gübre uygulamaların bütün sonuçlarının kontrole göre önemli ve yüksek olduğu belirlenmiştir. Katı solucan gübre uygulamasının sıvı gübreye göre daha etkili olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, katı solucan gübresi uygulamasında bitkinin en, yaş ağırlık, kökün uzunluğu ve kuru ağırlığında en yüksek değerler %10 uygulama dozunda, bitki boyu, kuru madde ve kök yaş ağırlığı değerlerinde ise %20 uygulama dozunda en iyi değerler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: vermikompost, sıvı solucan gübre, *L. sativa*, *Eisenia foetida*

The Effect of Solid And Liquid Worm Fertilizer Applications on Yield of Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*)

Abstract

Among agricultural practices, especially chemical fertiliser applications have unfavorable impacts on the environment. Such undesirable environmental problems can be alleviated by products derived from specific earthworms, which can be used as organic fertilizer. In this study, barnyard manure was composted with the Red California earthworm *Eisenia foetida* (Lumbricidae). The effects of 0, 10, 20 and 30 % doses of solid vermikompost and commercial liquid vermikompost on some yield parameters (plant width, plant height, plant wet weight, plant dry matter weight, root length, root wet and dry matter weights) of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) plants grown in the applied media were investigated. According to the statistical analyses of the results obtained in the study, it was determined that the effect of fertilizer type and dose applications on all parameters was significant. It was determined that all results of solid and liquid vermikompost applications were significant and higher than the control. It was observed solid vermikompost application was more effective than liquid fertilizer. As a result, the highest values in plant width, plant wet weight, root length and root dry weight were obtained at 10% application dose, while the best values in plant height, dry matter and root wet weight were obtained at 20% application dose in solid vermikompost application.

Keywords: vermikompost, liquid vermikompost, *L. sativa*, *Eisenia foetida*

Giriş

Dünya nüfusunun hızlı artışı gıda talebinin artışına neden olmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamak için tarımda gübreleme ve pestisit kullanımı yaygın kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Toprak analizine dayalı olmayan kimyasal gübre uygulamalarının toprağın verim ve kalitesi üzerinde oldukça fazla olumsuz etkileri bulunmaktadır (Sipahi vd., 2017). Bununla beraber, toprakta bitki gelişiminin sürdürülebilir şekilde devamlılığı için ihtiyacı olan elementlerin ilave edilmesi de gerekmektedir (Sönmez vd., 2008). Tarımsal uygulamalarda yaygın olarak kullanılan kimyasal gübreler ve pestisitler çevre üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Bu nedenle bütün bu kimyasallara karşı alternatif yöntemler geliştirmek zorunlu hale gelmiştir. Bu da doğaya ve insana zarar vermeyen üretim sistemlerinin ve bilimsel çalışmaların ivme kazanmasına neden olmuştur. Son yıllarda tarımda çeşitli atıkların doğal veya suni olarak kompost ve malç formunda belirli aralıklarla toprağa ilave edilmesinin toprak özelliklerini iyileştirdiği ifade edilmiştir (Yağmur ve Okur, 2018).

Organik atıklardan toprak solucanları ile elde edilen vermikompost önemli bir toprak düzenleyicidir (Bellitürk ve Görres, 2012). Organik maddeleri inorganik hale dönüştüren solucanlar toprağın kalitesini arttırarak doğal ekosistemler için de oldukça faydalı bir rol oynamaktadırlar (Açıkbaş, 2016). Bu nedenle sürdürülebilir tarım uygulamaları içerisinde vermikompost oluşumu organik atıkların geri dönüşümü ile kirlilik yükünü ortadan kaldırmasıyla da önemli bir yer tutmaktadır (Tavuç, 2016). Bu potansiyel tarımda vermikültür denilen bir sektörün doğmasına neden olmuştur (Şimşek-Erşahin, 2011). Organik kökenli atıkların toprak solucanlarına mama olarak yedirilmesi olarak bilinen vermikompost işlemi aslında organik atıkların humuslaştırılması olarak da ifade edilebilir (Bellitürk, 2016; Bhat vd., 2018; Ludibeth vd., 2012; Manyuchi ve Phiri, 2013; Şimşek-Erşahin, 2011).

Marul (*L. sativa* L. var. *crispa*) bitkisi Compositae familyasının bir üyesi olup ticari potansiyeli olan, ılıman iklim bitkisidir (Eşiyok, 2012; Soylu vd., 2017). Organik madde açısından zengin topraklarda çabuk büyümektedir (Kibar, 2018). Marul yetiştirirken azot içerikli kimyasal gübrelerin fazla kullanılması insanlarda zararlı etkiler yapan nitrat birikimine neden olmaktadır (Polat vd., 2004; Vural vd., 2000). Marul vitamin ve mineral açısından zengin (Aybak, 2002; Demir vd., 2003) olup ülkemizde sera ve tarlada dört mevsim yetiştirilebilen bir üründür. Marul ve diğer ürünlerin yetiştirilmesinde toprak özellikleri, mevsim, su ve kullanılan gübre çeşitleri bitkinin içeriğini önemli oranda etkilemektedir (Saldamlı ve Sağlam, 1998).

Yapılan literatür araştırmasında marul bitkisi üzerinde katı ve sıvı solucan gübrelerinin etkilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu araştırma ile, serada yetiştirilen marul bitkisinin verimi üzerinde katı ve sıvı solucan gübrelerinin farklı dozlarının etkileri belirlenmeye ve karşılaştırılmaya çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada Maritima kıvrıkcık marul çeşidi kullanılmıştır. Vermikompost üretimi için 1x2 m ebadında hazırlanan kasalarda gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan *Eisenia foetida* (Kırmızı Kaliforniya Solucanı)' solucanlarına besin olarak fermente edilerek hazırlanmış büyükbaş hayvan gübresi (separatör) verilmiştir. Ortamın nem ihtiyacı nemölçer cihazı ile takip edilerek %65-75 civarında tutulmuştur. Yaklaşık 6 ay sonra elde edilen katı solucan vermikompostu kullanılmıştır. Çalışmada sıvı solucan gübresi olarak ticari olarak satın alınan pH'ı 8,9, toplam azot içeriği %1, organik madde miktarı %8 olan Solomcan marka ürün kullanılmıştır.

Torf ve perlitler karışımı (3:1 oranında) ile hazırlanan viyollere marul tohumları ekilmiştir (Şekil 1). 20 m²'lik plastik bir serada yürütülen denemede 3-4 gün sonra çimlenme görülmüştür. 15 gün sonra viyol gözlerine birer adet fide kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Yaklaşık bir ay sonra da fideler saksılara alınmıştır (Şekil 2). Sera içerisine uygun bir şekilde yerleştirilen toplam 3 kg'lık 24 adet saksıya %0 (kontrol), %10, %20, %30 dozlarında hazırlanan katı ve sıvı solucan gübreleri uygulanmıştır. Sıvı solucan gübresi firmanın önerisine uygun şekilde hazırlanarak uygulama

yapılmıştır. 3 tekrür olarak gerçekleştirilen denemede saksılar şebeke suyu ile düzenli olarak sulanmıştır.



Şekil 1. Tohumların Viyollere Eklmesi



Şekil 2. Fidelerin Saksıya Alınması

Hasadı yapılan bitkilerin boy ve en uzunlukları cetvel yardımıyla ölçülmüştür. Bitkilerin yaş ve kuru ağırlıkları hassas teraziyile belirlenmiştir. Kuru madde oranı (g/bitki) ise saksıdan sökülen bitkilerin etüvde 105°C'de kurutulup tartılmasıyla bulunmuştur (Allen vd., 1986). Elde edilen verilerin İstatistiki analizleri SPSS v24 paket programı üzerinden yürütülmüş ve sonuçlar %5 önem düzeyi altında değerlendirilmiştir (Olmuş vd., 2017). ANOVA tipi istatistikler, özellikle gruplardaki örneklem büyüklüklerinin benzer olduğu durumlar için sağlam kabul edildiğinden, makale boyunca iki yönlü ANOVA sonuçları rapor edilmiştir (Pituch ve Stevens, 2015).

Bulgular

Katı ve sıvı solucan gübrelerinin %0, 10, 20 ve 30'luk dozlarının marul bitkisinin eni, boyu, taze, kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök kuru ve yaş ağırlığı üzerindeki etkileri istatistiki olarak değerlendirilip aşağıda sunulmuştur.

Bitki Boyu (cm)

Bitki boyu açısından gübre ile doz etkileşiminin önemli olduğu görülmüştür ($p < .001$) (Tablo 1). Her iki gübre uygulaması kontrole göre yüksek olmakla beraber katı gübre uygulamasında sıvı gübre uygulamasına göre daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Tablo 1. Bitki Boyu İstatistiksel Analizleri

Gübre Formu	Doz	N	Ortalama (cm)	Std. Sapma
Katı	Kontrol	2	11.100	0.566
	%10	3	25.333	3.786
	%20	3	31.333	1.528
	%30	3	23.333	1.528
Sıvı	Kontrol	2	11.050	5.586
	%10	2	15.500	0.141
	%20	3	13.233	0.643
	%30	2	14.750	1.768
Total	Kontrol ^a	4	11.075	3.242
	%10 ^b	5	21.400	6.015
	%20 ^b	6	22.283	9.969
	%30 ^b	5	19.900	4.904
p-değeri	Gübre: <.001 Doz: <.001 Gübre *Doz : <.001			

Bitki Eni (cm)

Bitki eni verilerine göre göre yalnızca gübre çeşidi ve doz önemli ($p<.001$) iken, gübre ile doz etkileşimi ise istatistiki açıdan önemsizdir ($p>.05$). Katı gübre uygulamasının sıvı gübreye göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Bitki Eni İstatistiksel Analizleri

Gübre Formu	Doz	N	Ortalama (cm)	Std. Sapma
Katı	Kontrol	2	13.350	1.909
	%10	3	29.667	3.215
	%20	3	29.000	7.390
	%30	3	29.433	3.235
Sıvı	Kontrol	2	9.800	5.657
	%10	2	18.250	1.909
	%20	3	18.267	1.290
	%30	2	16.900	0.990
Total	Kontrol ^a	4	11.575	4.010
	%10 ^b	5	25.100	6.722
	%20 ^b	6	23.633	7.555
	%30 ^b	5	24.420	7.253
p-değeri	Gübre : <.001 Doz: <.001 Gübre *Doz : 0.40			

Ortak harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (Tukey $p<.05$).

Bitki Yaş Ağırlığı (gr/bitki)

Farklı gübre uygulamalarının ve dozlarının bitki yaş ağırlığına olan etkilerinin istatistiki analiz sonuçlarına göre gübre, doz ve gübre*doz interaksiyonunun önemli bulunduğu belirlenmiştir ($p<.01$) (Tablo 3). Katı gübre uygulamasının kontrole ve sıvı gübreye göre oldukça yüksek değerler gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 3. Bitki Yaş Ağırlığı İstatistiksel Analizleri

Gübre Formu	Doz	N	Ortalama	Std. Sapma
Katı	Kontrol	2	1.500	0.707
	%10	3	138.000	34.117
	%20	3	117.667	32.716
	%30	3	99.333	35.005
Sıvı	Kontrol	2	6.000	7.071
	%10	2	13.500	0.707
	%20	3	25.333	6.658
	%30	2	22.000	2.828
Total	Kontrol ^a	4	3.750	4.856
	%10 ^b	5	88.200	72.334
	%20 ^b	6	71.500	54.804
	%30 ^b	5	68.400	49.080
p-değeri	Gübre : <.001 Doz: <.001 Gübre çeşidi*Doz: 0.01			

Ortak harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (Tukey p<.05).

Bitki Kuru Madde Ağırlığı (gr)

Bitki kuru madde ağırlığına ilişkin tanımlayıcı istatistiklere bakıldığında (Tablo 4) katı solucan gübre kullanılan bitkilerin kuru madde ağırlığının sıvı solucan gübre uygulamasına göre yüksek ve istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<.001$). Doz miktarları açısından da istatistiksel olarak önemlilik görülmektedir ($p<.05$) ve bu önemliliğin farklı gübre çeşidi uygulamasından değil kontrole göre yüksek kaynaklandığı gözlenmiştir. Bitki kuru madde ağırlığı üzerinde gübre çeşidi ve doz etkisinin de etkisi olduğu tespit edilmiştir ($p<.05$).

Tablo 4. Bitki Kuru Madde Ağırlığı İstatistiksel Analizleri

Gübre Formu	Doz	N	Ortalama (g)	Std. Sapma
Katı	Kontrol	2	0.503	0.704
	%10	3	7.667	1.155
	%20	3	9.333	2.517
	%30	3	8.000	2.646
Sıvı	Katkısız	1	2.000	
	%10	2	1.500	0.707
	%20	3	2.667	0.577
	%30	2	2.000	0.000
Toplam	Katkısız ^a	3	1.002	0.998
	%10 ^b	5	5.200	3.493
	%20 ^b	6	6.000	4.000
	%30 ^b	5	5.600	3.782
p-değeri	Gübre : <.001 Doz: 0.02 Gübre *Doz : 0.34			

Ortak harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (Tukey p<.05).

Kök Uzunluğu (cm)

Kök uzunluğu üzerinde sadece doz miktarının tek başına istatistiksel olarak önemli olduğu gözlenmiştir ($p<.05$) (Tablo 5). Her iki uygulama kontrole göre yüksek olmakla beraber, katı gübre uygulaması sıvı gübreye göre daha yüksektir.

Tablo 5. Kök Uzunluğu İstatistiksel Analizleri

Gübre Formu	Doz	N	Ortalama (cm)	Std. Sapma
Katı	Kontrol	2	7.500	0.707
	%10	3	36.333	9.452
	%20	3	27.333	2.754
	%30	3	26.333	6.351
Sıvı	Kontrol	2	12.250	10.960
	%10	2	22.900	3.394
	%20	3	19.333	4.163
	%30	2	23.100	2.687
Total	Kontrola	4	9.875	6.909
	%10b	5	30.960	10.084
	%20b	6	23.333	5.401
	%30b	5	25.040	5.011
p-değeri	Gübre: 0.10 Doz: 0.00 Gübre*Doz: 0.21			

Ortak harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (Tukey $p<.05$).

Kök Yaş Ağırlığı (gr/bitki)

Kök yaş ağırlığı sonuçlarının istatistiki analiz sonuçlarına göre gübre çeşidi ile doz miktarı ve interaksiyonu önemli bulunmuştur ($p<.05$) (Tablo 6). Gübrenin katı olarak uygulandığı bütün dozlarda kontrole ve sıvı gübre uygulamasına göre oldukça yüksek bulunmuştur.

Tablo 6. Kök Yaş Ağırlığı İstatistiksel Analizleri

Gübre Formu	Doz	N	Ortalama	Std. Sapma
Katı	Kontrol	2	1	-
	%10	3	90	39.281
	%20	3	99	30.806
	%30	3	49.667	25.697
Sıvı	Kontrol	2	1.503	2.118
	%10	2	4	-
	%20	3	3	3.464
	%30	2	5	1.414
Toplam	Kontrol ^a	4	1.251	1.257
	%10 ^{ab}	5	55.6	54.684
	%20 ^b	6	51	56.118
	%30 ^b	5	31.8	30.483
p-değeri	Gübre: 0.00 Doz: 0.03 Gübre*Doz interaksiyonu: 0.03			

Ortak harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (Tukey $p<.05$).

Kök Kuru Madde Ağırlığı (gr/bitki)

Katı ve sıvı gübre uygulamalarının kök kuru madde ağırlığı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < .001$). (Tablo 7). Kök kuru madde ağırlığı sonuçları katı gübre uygulamasında oldukça yüksek tespit edilmiştir.

Tablo 7. Kök Kuru Madde Ağırlığı İstatistiksel Analizleri

Gübre Formu	Doz	N	Ortalama (g)	Std. Sapma
Katı	%10	3	40.333	22.745
	%20	3	48	21
	%30	3	15.333	8.737
Sıvı	Kontrol	2	1	-
	%10	2	1	-
	%20	3	1.333	0.577
	%30	2	1	-
p-değeri			Gübre: <.001 Doz: 0.31 Gübre*Doz : 0.19	

Tartışma

Yapılan çalışmada separatör (ahır) gübresinin *E. foetida* solucanı ile kompostlanmasıyla elde edilen katı vermikompostun ve ticari sıvı solucan gübresinin farklı doz uygulamalarının *L. sativa'* nın bazı verim parametreleri üzerindeki etkileri karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Vermikompost ile ilgili bilimsel çalışmaların artmaya başladığı görülse de marul bitkisi üzerinde solucan vermikompostunun katı ve sıvı formlarının farklı dozlarının çalışıldığı bir araştırmaya rastlanmamıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçların istatistiksel analizlerine göre çalışılan bütün özelliklerin önemli olduğu tespit edilmiştir.

Gübre çeşidi ve dozuna göre istatistiksel olarak önemli bulunan bitki boyunun her iki gübre çeşidi kontrole göre daha yüksek değerler (14.75-31.33 cm) göstermiştir. Bununla beraber, bitki boyu değerleri katı gübre uygulaması (31.33 cm) sıvı gübreye (14.75 cm) göre daha yüksek ve önemlidir. Marul bitkisi üzerinde katı solucan gübresi uygulamasının olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmada elde edilen bitki boyu değerleri bu çalışmadaki sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Kontrole göre bitki boyu değerlerinin yüksek bulunması da bu çalışmanın sonuçları ile benzerdir. En yüksek bitki boyu en yüksek doz uygulamasında görülmesine rağmen bizim çalışmamızda en uzun bitki boyu değeri %20'lik katı gübre uygulamasında görülmüştür (Durak vd., 2017). Marul ile yapılan başka bir çalışmada da yapılan çalışmaya benzer şekilde orta dozda solucan gübre ilavesinin en yüksek boy artışına sebep olduğu belirlenmiştir (Adiloğlu vd., 2018). Yapılan diğer çalışmalarda da bamyaya (Kannahi ve Babynisha, 2018), biber (Narkhede vd., 2011), karnabahar (Amresh, 2009), domates (Abafita vd., 2014) ve nohutta (Yaday ve Garg, 2015) yapılan solucan gübre uygulamalarının bitkide boy artışına neden olduğu bildirilmiştir. Solucan gübresi ve geleneksel gübrelemenin birlikte uygulandığı *Satureja hortensis* L. bitkisinde de bitki boyu ve veriminde artış olduğu belirtilmiştir (Kara, 2021). Sıvı gübre uygulamasının bizim çalışmamızın aksine Nergis (*Narcissus* cv. 'Royal Connection') bitkisinin boy uzunluğunda üzerinde olumlu sonuç verdiği tespit edilmiştir (Bademkiran vd., 2018). Yapılan çalışmada bitki eni sonuçlarında da katı gübre uygulamasının (29.66 cm) kontrole (13.35 cm) ve sıvı gübre uygulamasına (16.90 cm) göre yüksek ve önemli olduğu görülmüştür. Yapılan diğer bazı araştırmalarda da karnabahar (Amresh, 2009), marul (Adiloğlu vd., 2018), domates (Joshi ve Vig, 2010) ve ıspanakta (Çıtak vd., 2011; Özkan vd., 2016) benzer sonuçlar bulunmuştur. Katı ve solucan gübre uygulama sonuçlarında görülen farklılığın nedeni katı gübrenin sıvı gübreye göre daha yavaş salınımlı olmasından dolayı bitkinin ihtiyaç duyduğunda kullanıyor olması olabilir. Ayrıca yapılan çalışmada her iki uygulamada aynı dozlar (%10, 20, 30) kullanıldığından sıvı gübre uygulamasında bu dozların yetersiz kalmış olabileceği de bu durumun bir diğer nedeni olabilir.

Bitki yaş ve kuru ağırlığı değerleri gübre çeşidi ile doz miktarı açısından kontrole göre yüksek ve önemli bulunmuştur. *Tagetes erecta* L.'da kuru ve yaş ağırlık miktarının solucan gübre uygulamasının doz artışına bağlı olarak arttığı bildirilmiştir (Çiçek, 2021). Yaptığımız çalışmada katı gübre uygulamasının marulda bitki yaş (138 gr) ve kuru ağırlığında (9.33 gr) artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Oysa, karnabaharda yapılan bir çalışmada sıvı solucan gübresi uygulamalarının en yüksek bitki kuru ve yaş ağırlığı değerlerini verdiği görülmüştür (Şener ve Ulukapı, 2018). Biberde yapılan bir çalışmada bitki kuru ve yaş ağırlığında (Şahin vd., 2020), çilekte ise bitkinin meyve ağırlığında kontrole göre anlamlı artışlar olduğu belirtilmiştir (Develi vd., 2022). Domateste ise kuru madde oranının yapılan uygulama ile kontrole göre bitki veriminde artış yaptığı ifade edilmiştir (Alidadi vd., 2014; Azarmi vd., 2008; Chanda vd., 2011).

Solucan gübre uygulamasının yapılan çalışmada olduğu gibi kök uzunluğunu ve gelişimine olumlu etki yaptığı bildirilmiştir (Çıtak vd., 2011; Kumari vd., 2017; Şahin vd., 2020). Kökün kuru ağırlığı verileri yalnızca gübre çeşidi bakımından anlamlılık gösterirken kök yaş ağırlığı sonuçları gübre ve doz açısından önemli bulunmuştur. Kök kuru ve yaş ağırlığı sonuçları katı gübre uygulamasının %30'luk dozunda (26.33 cm) %10'luk dozuna (36.33 cm) göre oldukça düşük, sıvı gübre uygulamasının bütün dozlarında birbirine aşağı yukarı yakın ve düşük (19.33-23.1 cm) olarak tespit edilmiştir. Farklı bitkiler ile yapılan çalışmalarda solucan gübre uygulamasının bitki kök yaş ağırlığında pozitif etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Ateş vd., 2019; Mustafa ve vd., 2022; Kumari vd., 2017).

Sonuç ve Öneriler

Yapılan bu çalışma ile marulda katı ve sıvı solucan gübre uygulamalarının çalışılan bütün özelliklerde kontrole göre önemli ve yüksek değerler gösterdiği tespit edilmiştir. Katı solucan gübresinin farklı dozlarının sıvı gübreye göre daha etkili olduğu görülmektedir. Çalışmada elde edilen sonuçların genel değerlendirmesine göre, bitkinin eni, yaş ağırlığı, kök uzunluğu, kök kuru ağırlığı sonuçları katı gübre uygulamasının %10'luk dozunda, bitkinin boy, kuru madde, kök yaş ağırlığı değerleri ise %20 'lik doz uygulamasında en yüksek değerleri vermiştir.

Sonuç olarak, marulda özellikle katı solucan gübresinin farklı özelliklerde yukarıda tespit ettiğimiz dozlarının uygulanmasının verimi arttıracığı düşünülmektedir. Ekolojik ve sürdürülebilir tarım açısından pek çok avantaja sahip solucan gübre uygulamalarının yaygınlaştırılması için bu alanda farklı bitkilerle yapılacak çalışmalar arttırılmalıdır.

Destek ve Teşekkür

Bu çalışma, Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Koordinasyon Birimi (B-2025) tarafından desteklenmiştir. Bu çalışma, Tuğba Özbucak danışmanlığında Hülya Alan tarafından tamamlanan "Kırmızı kaliforniya solucan (*Eisenia foetida*) kompostunun *Lactuca sativa* L., bitkisinin büyüme, gelişim ve pestisit toleransı üzerindeki etkisinin belirlenmesi" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir (Tez No. 751754).

Yazar Katkısı

Tuğba Özbucak, deneysel ortamını hazırladı ve deneysel süreci takip etti. *Hülya Alan*, analizlerin yapılması ve verilerin toplanmasını gerçekleştirdi. Yazarlar makaleyi birlikte yazdı, okudu ve onayladı.

Etik

Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını belirtmektedir.

ORCID

Tuğba Özbucak  <https://orcid.org/0000-0002-4784-3537>

Hülya Alan  <https://orcid.org/0000-0001-5117-9192>

Kaynaklar

- Açıkbaş, B. (2016). Vermikompostun Trakya İlkeren/5BB aşu kombinasyonundaki asma fidanlarının bitki besin elementi içerikleri üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(4), 131-138. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jotaf/issue/29443/315469>
- Abafita, R., Shimbir, T. ve Kebede, T. (2014). Effects of different rates of vermicompost as potting media on growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and soil fertility enhancement. *Sky Journal of Soil Science and Environmental Management*, 3(7), 073-077. <https://www.researchgate.net/profile/Tesfu-Kebede/publication>
- Adiloğlu S., Eryılmaz-Açıkgöz F., Solmaz Y., Çaktü, E. ve Adiloğlu, A. (2018). Effect of vermicompost on the growth and yield of lettuce plant (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*). *International Journal of Plant & Soil Science*, 21(1), 1-5. <https://www.researchgate.net/profile/Aydin-Adiloglu/publication>
- Alidadi, H., Saffari, AR., Ketabi, D., Peiravi, R. ve Hosseinzadeh, A. (2014). Comparison of vermicompost and cow manure efficiency on the growth and yield of tomato plant. *Health Scope*, 3(4), 1-5. <https://brieflands.com/articles/healthscope-20066.html>
- Allen S. E., Grimshaw H. M., Parkinson J. A., Quamby C. ve Roberts J. D. (1986). Chemical analysis. Chapman, S. B. (Ed.), *Method in plant ecology* (s. 411-466) içinde. Black well Scientific Publications Oxford.
- Amresh, H. (2009). *Effect of NPK and vermicompost on growth and yield of cauliflower (Brassica oleracea var. botrytis L.)* [Yüksekisans tezi]. College of Agriculture in Gwalior.
- Ateş, K. A., Demirkıran, A. R. ve İnik, O. (2019). Toprağa bazı doğal ve yapay gübre ilavelerinin çilek bitkisinin verim parametreleri üzerine olan etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 8(2), 23-28. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tdfd/issue/51475/578780>
- Aybak, Ç.H. (2002). *Salata ve marul yetiştiriciliği*. Hasad Yayıncılık.
- Azarmi, R., Ziveh, P. S. ve Satari, MR. (2008). Effect of vermicompost on growth, yield, and nutrition status of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(14), 1797-1802. <https://europepmc.org/article/med/18817219>
- Bademkıran, F., Çığ, A. ve Türkoğlu, N. (2018). Nergis (*Narcissus* cv. 'Royal Connection') bitkisinin gelişimi üzerine katı ve sıvı solucan gübresi dozlarının etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4), 676-684. <https://dergipark.org.tr/en/pub/turkjans/issue/39809/471511>
- Bellitürk, K. ve Görres, J. H. (2012, Mayıs, 15-17). *Balancing vermicomposting benefits with conservation of soil and ecosystems at risk of earthworm invasions* [Sözlü sunum]. VIII. International Soil Science Congress on Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management, İzmir, Türkiye.
- Bellitürk, K. (2016). Sürdürülebilir tarımsal üretimde katı atık yönetimi için vermicompost teknolojisi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3), 1-5. <https://dergipark.org.tr/en/pub/cutarim/issue/30644/332298>
- Bhat, S. A., Singh, S., Singh, J., Kumar, S. ve Bhawana, V.A. (2018). Bioremediation and detoxification of industrial wastes by earthworms: Vermicompost as powerful crop nutrient in sustainable agriculture. *Bioresource Technology*, 252, 172-179. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.01.003>

- Chanda, G.K., Bhunia, G. ve Chakraborty, S.K. (2011). The effect of vermicompost and other fertilizers on cultivation of tomato plants. *Journal of Horticulture and Forestry*, 3(2), 42-45. <https://www.researchgate.net/profile/Susanta-Kumar-Chakraborty/publication>
- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F. ve Yaşın, S. (2011). Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Derim*, 28(1), 56-69. https://www.horticulturalstudies.org/uploads/pdf_177.pdf
- Çiçek, N. (2021). Kadife (*Tagetes erecta*) çiçeğinin bazı kalite ve gelişim parametrelerine yaras gübresi ve vermicompostun etkileri. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 2(1), 24-31. <https://dergipark.org.tr/en/pub/joinabt/issue/65483/1013148>
- Demir, H., Gölükçü, M., Topuz, A., Özdemir, F., Polat, E. ve Şahin, H. (2003). Yedikule ve iceberg tipi marul çeşitlerinin mineral madde içeriği üzerine ekolojik üretimde farklı organik gübre uygulamalarının etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1), 79-85. <https://dergipark.org.tr/en/pub/akdenizfderg/issue/1585/19693>
- Develi, E.A., Yavuz, A. ve Erdoğan, Ü. (2022). Vermikompost uygulamalarının San Andreas (*Fragaria x ananassa* Duch.) çilek çeşidinin bazı verim ve kalite değerlerine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture: Food Science and Technology*, 9, 2641-2648. <http://www.agrifoodscience.org/index.php/TURJAF/article/view/4950>
- Durak A., Altuntaş Ö., Kutsal İ. K., Işık R. ve Karaat, F. E. (2017). The effects of vermicompost on yield and some growth parameters of lettuce. *Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology*, 5(12), 1566-1570. <http://agrifoodscience.org/index.php/TURJAF/article/view/1461>
- Eşiyok, D. (2012). *Kışlık ve yazlık sebze yetiştiriciliği*. Meta Basım.
- Kannahi, M. ve Babynisha, S. (2018). Effect of vermicompost, vermiwash and microbial inoculants on growth of *Abelmoschus esculentus* L. *International Journal of Biology Research*, 3(1), 44-48. <https://www.biologyjournal.in/assets/archives/2018/vol3issue1/2-4-58-768.pdf>
- Kara, N. (2021). Solucan gübresinin *Satureja hortensis* L.'nin herba verimi ve uçucu yağ oranına etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(2), 1635-1642. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jist/article/876023>
- Kibar, B. (2018). Marulda bitkisel özellikler, bazı kalite özellikleri ve besin elementleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 4(2), 149-160. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijaws/issue/40497/486571publisher>
- Kumari, N., Yadav, B. S. ve Peter, J. K. (2017). Synergistic effect of vermicompost, vermiwash, bioaugmentation and carrier based biofertilizer on growth of *Solanum melongena* L. var. Silligudi 111 (Brinjal). *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 4(3), 64-70. <https://www.allsubjectjournal.com/assets/archives/2017/vol4issue3/4-2-29-299.pdf>
- Ludibeth, M. S., Marina, E. I. ve Vicenta, M. E. (2012). Vermicomposting of sewage sludge: Earthworm population and agronomic advantages. *Compost Science and Utilization*, 20(1), 11-17. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2012.10737016>
- Manyuchi, M. M. ve Phiri, A. (2013). Vermicomposting in solid waste management: A Review. *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, 2(12), 1234-1242. <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijset1&volume=2&issue=12&article=015>
- Mustafa, A., Çiçek, N., Yücedağ, C. & Şimsek, SA. (2022). Determination of the alleviating effect of liquid vermicompost on germination and seedling of Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) under salt stress. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1), 61-70. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mkutbd/issue/69350/1035869>

- Narkhede, S. D., Attarde, S. B. ve Ingle ST. (2011). Study on effect of chemical fertilizer and vermicompost on growth of chilli pepper plant (*Capsicum annum*). *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, 6(3), 327-332. <https://eds.p.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=4a3b64df-5635-4534-bbb3-811314b18def%40redis>
- Olmuş H., Erbaş S., Nazman E. (2017). *Araştırmacılar için SPSS uygulamalı istatistiksel deney tasarımı*. Gazi Kitabevi.
- Özkan, N., Dağlıoğlu, M., Ünser, E. ve Müftüoğlu, N.M. (2016). Vermikompostun ispanak (*Spinacia oleracea* L.) verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. *Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1),1-5. <http://ziraat.dergi.comu.edu.tr/dosyalar/Ziraat/comu-ziraat-fakultesi-dergisi-cilt-4-sayi1-2016.pdf#page=8> m
- Pituch, K. A. ve Stevens, J. P. (2015). *Applied multivariate statistics for the social sciences: Analyses with SAS and IBM's SPSS*. Routledge.
- Polat, E., Onus, A. N. ve Demir, H. (2004). Atık mantar kompostunun marul yetiştiriciliğinde verim ve kaliteye etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 149-154. <https://dergipark.org.tr/en/pub/akdenizderg/issue/1582/19648>
- Saldamlı, İ. ve Sağlam, F. (1998). *Gıda kimyası*. Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Sipahi, C., Akın, A. C. ve Bozoğlan, G. B. (2017). Hayvancılıkta alternatif bir üretim sahasının ekonomik analizine ilişkin bir pilot çalışma: Solucan gübresi üretimi – vermikompost. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 135-143. <https://doi.org/10.24998/maeusabed.364343>
- Soylu, S., Sertkaya, E., Üremiş, İ., Bozkurt, İ. ve Kurt, Ş. (2017). Hatay ili marul (*Lactuca sativa* L.) ekim alanlarında görülen önemli hastalık etmenleri, zararlı ve yabancı ot türleri ve yaygınlık durumları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 23-33. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mkuzfd/issue/30381/298689>
- Sönmez, İ., Kaplan, M. ve Sönmez, S. (2008). Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 25(2), 24-34. <http://www.derim.com.tr/tr/download/article-file/52960>
- Şahin, S., Gebeloğlu, N. ve Kartal, H. (2020). Biber fidesi gelişiminde torf-perlit karışımına vermikompost katılmasının etkileri. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(SP1), 192-196. <http://agrifoodscience.org/index.php/TURJAF/article/view/4093>
- Şener, S., ve Ulukapı, K. (2018). Farklı organik gübrelerin tarla ve örtü altı koşullarında yetiştirilen karnabaharın bitki gelişimi ve verim parametreleri üzerine etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 32(3),510-515. <http://sjafs.selcuk.edu.tr/sjafs/article/view/900>
- Simsek-Ersahin, Y. (2011). The use of vermicompost products to control plant diseases and pests. Karaca, A. (Eds.) *Biology of Earthworms. Soil Biology* içinde. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14636-7_12
- Tavuç, İ. (2016). *Farklı atıklardan hazırlanan kompost bileşiminin solucan gübresinin nitel ve nicel özelliklerine etkileri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Vural, H., Eşiyok, D. ve Duman İ. (2000). *Kültür sebzeleri (Sebze yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Basımevi.
- Yadav, A. ve Garg, V. K. (2015). Influence of vermi-fortification on chickpea (*Cicer arietinum* L.) growth and photosynthetic pigments. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 4(4), 299-305. <https://doi.org/10.1007/s40093-015-0109-z>

Yağmur, B. ve Okur, B. (2018). Bazı doğal toprak düzenleyicilerin mısır (*Zea mays* L.) bitkisinin verim parametreleri üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55(4), 471-477. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.419225>