

İki Farklı Vermikültürün Marul (*Lactuca sativa* L.) Bitkisinin Gelişimi Üzerindeki Etkisi

Tuğba ÖZBUCAK^{1*}, Selahattin ÖZBUCAK², İrem ÖZBUCAK³, Alptekin ARISOY⁴

Öz

Bu çalışmada fındık zurufu ve pirina atıklarından solucanlar yardımıyla elde edilen vermikompost ve vermiwash vermikültürlerinin farklı dozlarının marulun (*Lactuca sativa*) büyüme ve gelişimi üzerindeki etkileri belirlenerek organik gübre olarak kullanabilme potansiyelleri değerlendirilmiştir. Denemede öncelikle, seperatör (%100 ahır gübresi), seperatöre %30 ve %50 oranında ilave edilen fındık zurufu ve pirinanın karışımlarından vermikompost elde edilmiş; bu vermikompostun %2,5, 5 ve 10 oranında katı olarak uygulandığı toprakta marul bitkisi yetiştirilmiştir. Vermiwash denemesi için %50 seperatör+%50 fındık zurufu ve %50 seperatör+%50 pirinadan hazırlanan sıvıların %2,5, 5, 10 ve 100'lük dozları marul yapraklarına püskürtülmüştür. Bu ortamlarda büyütülen bitki örneklerinde yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, kök uzunluğu ve SPAD klorofil analiz değerleri belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada elde edilen solucan vermikompostu için kuru ağırlık, organik madde, fulvik asit, humik asit, pH, tuz, azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) analizleri yapılmıştır. Vermikompostların kuru ağırlık, humik ve fulvik asit ile organik madde içerikleri bakımından en yüksek değerleri %50 pirina+%50 seperatör karışımında, en düşük ise %30 fındık zurufu+%70 seperatör karışımında tespit edilmiştir. Ayrıca %50 fındık zurufu+%50 seperatör karışımından elde edilen vermiwash sıvısının incelenen parametreler içerisinde en yüksek değerlere ulaştığı saptanmıştır. Vermikompost denemesinde en fazla kök uzunluğu ve yaprak sayısı seperatörün %5 lik dozunda, SPAD klorofil değeri ise %10'luk deneme grubunda görülmüştür. Vermiwash denemesinde ise kök uzunluğu, yaprak sayısı, yaprak ağırlığı ve SPAD klorofil değerleri bakımından ise %50 oranında karıştırılan fındık zurufu ve pirinanın %100'lük uygulamada en yüksek değerlere ulaşılmıştır. Sonuçta her iki bitkisel atıktan solucanlar yoluyla elde edilen vermikültürlerin, kimyasal girdilerin kullanılmadığı sürdürülebilir tarım uygulamaları için alternatif olabileceği yönünde umut verici veriler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fındık zurufu, Pirina, Vermikompost, Vermiwash, *Lactuca sativa*

The Effect of Two Different Vermiculture Treatments on Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Plant Growth

Abstract

In this study, the effects of different doses of vermicompost and vermiwash vermiculture obtained with the help of worms from hazelnut husk and pomace wastes on the growth and development of lettuce were determined and their potential to be used as organic fertilizer was evaluated. In the experiment, vermicompost was obtained from the mixtures of separator (100% barnyard manure), hazelnut husk and pomace added to the separator at the rates of 30% and 50%; lettuce plants were grown in the soil where this vermicompost was applied as solid at the rates of 2,5, 5 and 10%. For the vermiwash experiment, 2,5, 5, 10 and 100 % doses of the liquids prepared from 50% separator + 50% hazelnut husk and 50% separator + 50% pomace were sprayed on lettuce leaves. The number of leaves, leaf weight, root length and SPAD chlorophyll analysis values were determined in plant samples grown in these environments. In addition, dry weight, organic matter, fulvic acid, humic acid, pH, salt, nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) analyses were performed for the vermicompost obtained in the study. In terms of dry weight, humic and fulvic acid and organic matter contents of vermicomposts, the highest was determined in 50% pomace + 50% separator mixture and the lowest was determined in 30% hazelnut husk + 70% separator mixture. In addition, it was determined that the vermiwash liquid obtained from 50% hazelnut pulp + 50% separator mixture reached the highest values among the parameters examined. In the vermicompost experiment, the highest root length and leaf number were observed in the 5% dose of the separator, and the SPAD chlorophyll value was observed in the 10% experimental group. In the vermiwash experiment, the highest values were obtained in terms of root length, leaf number, leaf weight and SPAD chlorophyll values in the 100% application of hazelnut pulp and pyrethrum mixed at a ratio of 50%. As a result, promising data have been determined that vermicultures obtained from both plant wastes by worms can be an alternative for sustainable agricultural practices where chemical inputs are not used.

Keywords: Hazelnut husk, Pirina, Vermicompost, Vermiwash, *Lactuca sativa*

¹Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Fakülte, Ordu, tsiozbucak@hotmail.com,

²Dr. Hilmi Güler Bilim Sanat Merkezi, Ordu, s.ozbucak@hotmail.com

³Ankara Medipol Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Ankara, iremozubucak02@gmail.com

⁴Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Trabzon, aarisoy0109@gmail.com

¹<https://orcid.org/0000-0002-4784-3537>

²<https://orcid.org/0000-0001-9365-668X>

³<https://orcid.org/0000-0003-2064-4623>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-1486-0779>

1. Giriş

Günümüzde sanayileşme ve teknolojiye çok hızlı ilerlemeler kaydedilmektedir. Bu da insanoğlunun yaşam standardının yükselmesine paralel olarak nüfusun artmasına neden olmaktadır. Artan nüfusun gıdaya olan talebi arttırması üretimin çevre üzerindeki baskısını arttırmaktadır (Yaman, 2012; Bellitürk, 2016; Yüksek ve ark., 2019). Bilhassa tarımda kimyasal özellikteki girdilerin kullanımının artışı, toprağın özelliklerini dolayısıyla verimini olumsuz olarak etkilemektedir. Bu tehlikeli kimyasal girdilerin başında gelen gübrelerin kullanımı organik gübrelerin kullanımı ile azaltılabilir (Sudhanshu ve ark., 2018).

Nüfusa ve artan tüketime bağlı olarak çevrede kirlilik yükü oluşturan çok farklı özellikte istenmeyen atıklar oluşmaktadır. Bunların içerisinde bazı atıkların bertarafı ilgili yönetmelikler ile yasal ve ciddi bir şekilde gerçekleşmektedir. Fakat bitkisel atıkların sürdürülebilir bir şekilde kullanımı ile ilgili bir eksiklik bulunmaktadır. Ancak son zamanlarda atıkların çevrede oluşturduğu kirlilik yükünün azaltılması ve bertarafı ile ilgili uygulamalarda ve bilimsel çalışmalarda artış olduğu görülmektedir (Kütük ve Çaycı 2010; Çıtak ve ark., 2011; Yılmaz ve Bender Özenç, 2012; Çerçioğlu, 2019).

Farklı tarım uygulamaların yapıldığı ülkemizde toprağa ilave edilebilecek birçok bitkisel kökenli atık bulunmaktadır. Bu atıklardan fındık zurufu ile pirina Karadeniz ve Ege Bölgesi'nin önemli bitkisel atıklarındandır. Bu iki atığın toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirdiği yapılan bazı çalışmalar ile belirlenmiştir (Zeytin ve Baran 2003; Akın, 2005; Bender Özenç ve Özenç 2008; Aygün, 2015; Karaca ve ark., 2015; Tarakçıoğlu ve Öztürk, 2022).

Son yıllarda Vermikültür denilen sürdürülebilir tarımın ön planda olduğu ekobiyoteknolojik yöntemler yaygınlaşmaya başlamıştır. Vermikültür uygulamaları içinde farklı organik kökenli atıkların solucanlar ile kompostlanmış halleri kullanılmaktadır (Atiyeh ve ark., 2000; Şimşek-Erşahin, 2007; Manyuchi ve Phiri, 2013; Tavuç, 2016; Yüksek, 2019). Bu organizmalar sahip oldukları enzim ve hormonlar ile organik atıkları çok kısa bir zaman içerisinde komposta dönüştürebilmektedirler (Nagavallema ve ark., 2004). Vermiwash ise sitokin ve gibberellin gibi bitki hormonları açısından zengin sölomik (solucan salgısı) sıvıya sahip bir vermikültür çeşitidir. Verma ve ark. (2018) vermiwash, adı verilen sıvının içinde solucanların da bulunduğu farklı tabakalara sahip bir üniteden geçmesiyle toplanan organik materyal özütü olduğunu ifade etmiştir. Yapılan bazı bilimsel çalışmalarda vermiwash sıvısının bitkinin büyüme ve gelişmesini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir (Manyuchi ve Phiri, 2013; Khan ve ark., 2014; Sentilmurugan ve ark., 2018).

Bu çalışmanın amacı, fındığın zurufu ve pirina bitkisel atıklarından solucanlar yoluyla elde edilen vermikompost ve vermiwash vermikültürlerinin L. sativa bitkisi üzerindeki bazı morfolojik ve

fizyolojik etkilerini karşılaştırarak toprak düzenleyici olarak kullanılabilme potansiyellerini belirlemektir. Vermikompostun bitki büyüme ve gelişimi üzerindeki etkisini gösteren çalışmalar bulunmasına rağmen, fındık zurufu ve pirinadan elde edilen vermikültürlerin marul bitkisi üzerindeki etkisini belirleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada kullandığımız fındığın zuruf kısmı ile pirina (Şekil 1) blender ile parçalanmıştır. Vermikompost oluşumu için *Eisenia fetida* (Lumbricidae) adındaki Kırmızı Kaliforniya solucanı (Şekil 2) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan marul bitkisi (*L. sativa*) fide olarak temin edilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan fındık zurufu ve pirina bitkisel atıkları



Şekil 2. Çalışmada kullanılan *Eisenia fetida*

Yapılan çalışmada vermikompost, ve vermiwash kültürlerin elde edilmesinde bilimsel literatürden (Sharma ve Garg, 2018; Yüksek ve ark., 2019; Yüksek, 2019) yararlanılarak aşağıda belirtilen uygulamalar yapılmıştır;

Çalışmada öncelikle hazırlanan bitkisel atıklardan solucanlar yoluyla vermikompost oluşturulmuştur. Bunun için kullandığımız atıklar literatüre göre belirlediğimiz %30 ve %50 oranında alınarak seperatör adı verilen fermente olmuş ahır gübresi ile karıştırılarak solucanlar için mama adı

verilen ortamlar hazırlanmıştır (Tablo 1). Kontrol olarak separatör kullanılmıştır. Çalışma kontrol dahil 48 adet 5 litrelik su bidonları içerisinde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Şekil 3).

Tablo 1. Fındık zurufu ve pirinadan belirli oranlarda hazırlanan besi ortamları

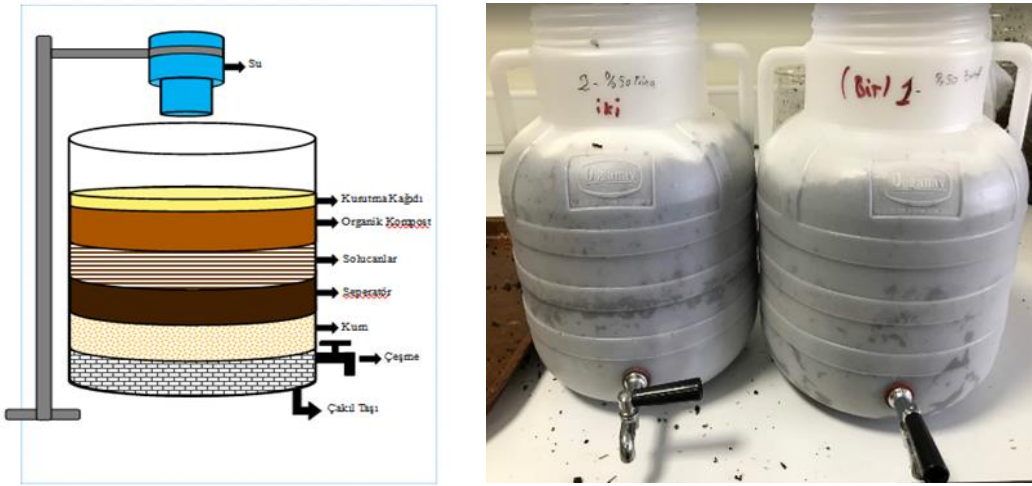
Deneme	Besi ortamları
1(K)	% 100 separatör
2 (SF)	%50 separatör +%50 fındık zurufu
3(SF)	% 70 separatör +%30 fındık zurufu
4(SP)	%50 separatör+%50 pirina
5(SP)	% 70 separatör+%30 pirina

Çalışma için hazırlanan besi ortamlarından 1000 gr alınarak içine 100 tane Kırmızı Kaliforniya solucanı konulan kaplar yaklaşık 45 gün vermikompost oluşumuna bırakılmıştır (Şekil 4) (Nagavallemma ve ark., 2004).

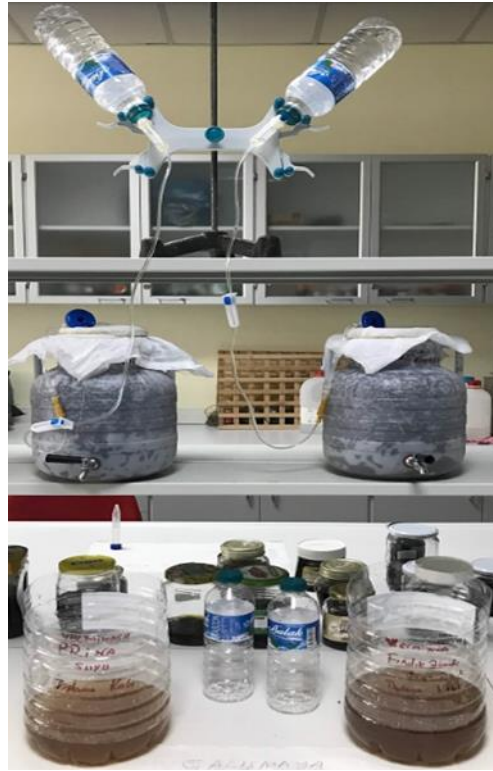


Şekil 3. Kompost oluşumu için hazırlanan denemeler

45 gün beklemeden sonra alınan kompost örneklerinin 500 gramı vermiwash üretiminde kullanılmıştır. Vermiwash yönteminde su, içinde solucanlar ile organik atık, kum, taş vs. materyallerin kullanıldığı bir düzenekten akararak toplanmaktadır. Yapılan çalışmada oluşan vermiwash sıvısını toplamak için aşağıda şekilde (Şekil 4a,b) görülen düzenek kurulmuştur (Şekil 4b,5). Plastik bidonların musluğa yakın olan kısmına 5 cm kalınlığında olacak şekilde sırasıyla yıkanıp steril edilmiş taş, deniz kumu, separatör, solucan ve en üst kısmına da daha önce elde ettiğimiz fındık zurufu ve pirinanın %50'lik konsantrasyonlarından hazırlanan kompostlar konulmuştur. Kompostun üzerine aşırı nemi tutması ve suyu homojen dağıtması için kurutma kâğıdı konulmuştur. Bidonların kapak kısmı içeride bulunan ortamın oksijenlenmesi için bir tülbent parçasıyla kapatılmıştır. Bu düzeneklere periyodik su akışının sağlanması için hastanelerde kullanılan ayarlı serum setlerinden yararlanılmıştır (Şekil 5). Literatürde belirtildiği şekilde hazırlanan düzenegin musluğundan İlk 15 gün içerisinde biriken sıvı atılarak daha sonraki iki günde biriktirilen vermiwash sıvısı yapraklara direk olarak uygulanmıştır (Verma ve ark., 2018; Senthilmurugan ve ark., 2018).



Şekil 4. a- Vermiwash düzeneğinin şematik görüntüsü, b- Düzeneğin ön hazırlık aşaması



Şekil 5. Vermiwash düzeneği

Vermikültürlerin hazırlanması ve deneme planı

Elde edilen vermikompost ile vermiwash vermikültürlerinin marul bitkisi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla her bir vermikültür için aşağıdaki deneme ortamları oluşturulmuştur.

Vermikompost Denemesi

Bu denemde Tablo 1'de belirttiğimiz fındık zurufu ve pirininin farklı oranları ile hazırlanan besi ortamında oluşturulan vermikompostların %10, 5 ve 2.5'lük dozları ile toplamda 500 gr olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak hazırlanan 15 saksıya (Tablo 2) marul fideleri ekilmiştir. Hazırlanan kaplar 22°C sıcaklık ve %70 nem, 16 saat gündüz, 8 saat gece ışıklandırma periyoduna ayarlanan GROTECH

GP08 marka iklim dolabına yerleştirilmiştir (Şekil 6). Deneme 45 gün süreyle gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan topraklarda tekstür analizi Bouyoucus hidrometre metodu ile, toprak pH'sı pH metre ile, organik madde miktarı (%) Walkkey – Black metodu ile, N (%) miktarı mikro-Keldal metodu ile, bitkiye yararlı P miktarı Olsen ve ark. (1954) metodu ile, ekstrakte edilebilir K, Ca ve Mg amonyum asetat yöntemi ile Kacar (2016) tarafından aktarılan metotlarla yapılmıştır (Tablo 3). Toprak analiz sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2. Vermikompost denemesinde kullanılan ortamlar (katı)

Deneme adı	Ortam 1 %	Ortam 2 %	Ortam 3 %
1- Kontrol	Toprak	Toprak	Toprak
2- Separatör (%100)	10	5	2.5
3-Fındık zurufu (%50) + Separatör (%50)	10	5	2.5
4- Fındık zurufu (%30) + Separatör (%70)	10	5	2.5
5- Pirina (%50) + Separatör (%50)	10	5	2.5
6- Pirina (%30) + Separatör (%70)	10	5	2.5



Şekil 6. Vermikompost uygulaması yapılan marul bitkileri

Tablo 3. Toprak analiz sonuçları

Analizler	Sonuçlar
Bünye Sınıfı	Tınlı
pH	5.90
EC (dS/m)	0.52
Kireç (%)	-
Organik madde (%)	0.87
Fosfor(P) (kg/da)	3.60
Potasyum (K) (kg/da)	43.00
Kalsiyum (ppm)	3974.25
Magnezyum (ppm)	866.00
Suya doygunluk (%)	48

45 gün boyunca periyodik olarak su ihtiyaçları karşılanarak gözlenmiş ve fotoğraflanmıştır. Çalışmada kullanılan kompostlarda kuru ağırlık, fulvik asit, humik asit, pH, tuz, organik madde, azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) analizleri yapılmıştır. Fulvik ve humik asit TS 5869ISO5073 yöntemi ile belirlenmiştir (Anonim, 2004). Diğer analizler Kaçar (2016)'ya göre yapılmıştır.

Çalışma sonlandırıldığında bitkilerin klorofil analizi, yaprak sayısı, boyu, yaş ağırlığı ile kök uzunlukları ölçülerek ortalama değerleri belirlenmiştir. Klorofil analizi için portatif Spad*502 cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz bitkiye zarar vermeden, yaprağı koparmadan yapraktaki kırmızı ve yakın kızıl ötesi bölgelerdeki absorbanları ölçme esasına dayanarak klorofil içeriğini sayısal bir değer olarak ifade eden manuel klorofilmetre cihazıdır (Richardson ve ark., 2002; Demiralay, 2019).

Vermiwash Denemesi

Bu denemede kullanılan bitkisel atıkların tercihen %50'lik konsantrasyonları kullanılarak vermiwash sıvısının etkisi ön çalışma niteliğinde belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla hazırlanan düzenden 15. günden sonra alınan %50'lik fındık zurufu ve pirina vermiwash sıvılarının %10, %5 ve %2.5 ve %100'lük konsantrasyonları Tablo 4'te belirlenen oranlarda temiz sprey kaplarına alınarak toprağa dikilmiş olan 9 saksıdaki marul bitkilerinin yapraklarına püskürtme yolu ile 7 gün boyunca 24 saatte bir uygulanmıştır. Daha sonraki uygulama 30 gün boyunca 3 günde bir şeklindedir.

Tablo 4. Uygulama yapılan vermiwash konsantrasyonları

Uygulama adı	Vermiwash çeşidi
1(Kontrol)	Su
2 (%10)	Fındık zurufu vermiwash
3 (% 5)	Fındık zurufu vermiwash
4 (%2.5)	Fındık zurufu vermiwash
5 (%100)	Fındık zurufu vermiwash
6 (%10)	Pirina vermiwash
7 (% 5)	Pirina vermiwash
8 (%2.5)	Pirina vermiwash
9 (%100)	Pirina vermiwash

3. Bulgular

Vermikompost Analiz Sonuçları

Çalışmamızda ahır gübresi (separatör), fındık zurufu ve pirinanın 45 gün boyunca solucanlar ile kompostlanması sonucu elde edilen koyu renkte, çiğ köfte kıvamında olan kompost bir toprak-gübre laboratuvarına gönderilerek analizleri yaptırılmıştır (Tablo 5). Tablodaki analiz sonuçlarına bakıldığında özellikle önemli vermikompost parametreleri olan humik, fulvik asit ve organik maddenin 4. kompostta (%50 pirina+%50 separatör) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu analizler

açısından en düşük değerler 3. kompostta (%30 fındık zurufu +%70 separatör) bulunmaktadır. Bununla beraber, diğer kompostlardaki değerlerin de bu değerlere yakın olduğu görülmektedir.

Tablo 5. Vermikompost analiz sonuçları

Analiz	Birimi	1.kompost	2.kompost	3.kompost	4.kompost	5.kompost
Kuru ağırlık	%	15,9	23,2	18	38,7	35,5
Fulvik asit	%	39,63	38,86	38,62	41,47	39,61
Humik asit	%	26,42	25,91	25,75	27,65	26,41
pH		8,03	7,86	7,97	7,62	7,43
Tuz	mS	3,97	4,06	3,91	2,96	3,68
Organik madde	%	82,55	80,96	80,47	86,39	82,52
Azot(N)	%	0,80	0,75	0,97	0,81	0,65
Fosfor (P)	%	0,089	0,084	0,074	0,062	0,032
Potasyum (K)	%	0,43	0,41	0,44	0,41	0,33

1.kompost; (%100separatör), 2.kompost; (%50 separatör fındık zurufu +%50), 3.kompost; (%70 separatör+ %30 fındık zurufu), 4.kompost; (%50 separatör +%50 pirina), 5.kompost; (%70 separatör+ %30 pirina)

Vermiwash Analiz Sonuçları

Vermiwash denemesinde kullanılan sıvıların analiz sonuçları Tablo 6'da gösterilmiştir. Vermiwash analiz sonuçlarına bakıldığında bütün parametreler yönünden fındık zurufu vermiwash sıvısının en yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.

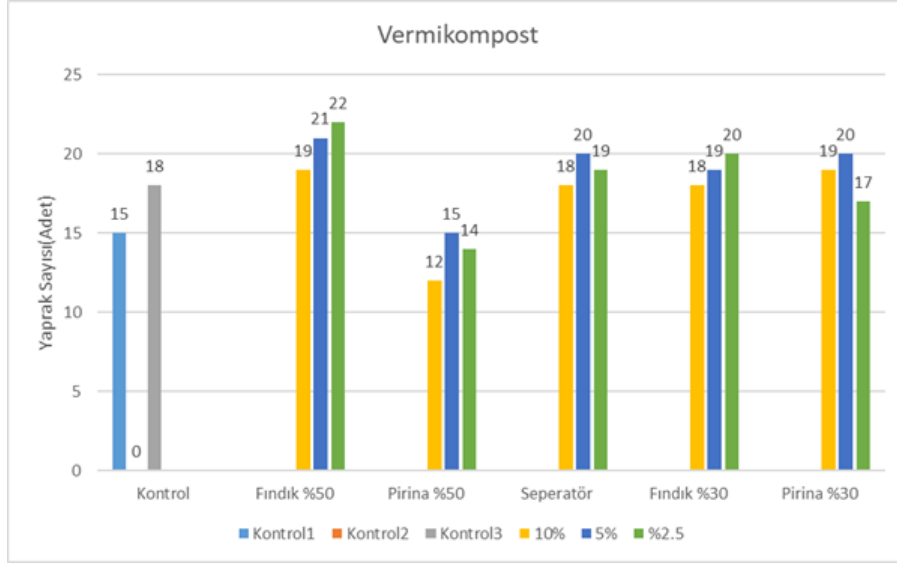
Tablo 6. Vermiwash Analiz Sonuçları

Analiz	Birimi	Fındık zurufu (%50) vermiwash	Pirina (%50) vermiwash
pH		7,19	7,11
Tuz	mS	0,12	0,10
Organik madde	%	1,37	1,28
Azot (N)	%	0,048	0,030
Fosfor (P)	%	0,008	0,004
Potasyum (K)	%	0,013	0,009

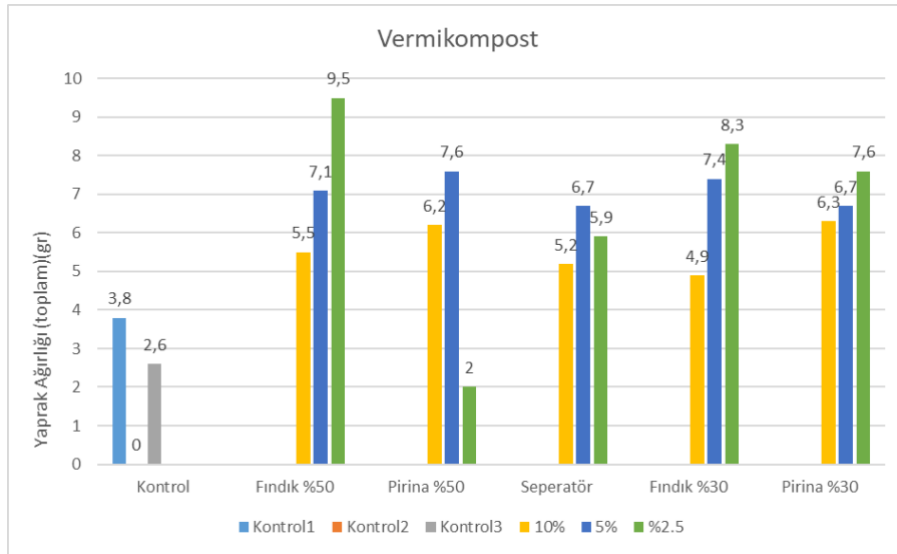
Vermikompost Denemesi Bulguları

Vermikompostların karıştırıldığı topraklara ekilen marul fidelerinde belirlenen yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, kök uzunluğu ile Spad klorofil değerlerinin ortalamaları Şekil 7, 8, 9 ve 10'da verilmiştir. Kontrolün 1, 2 ve 3.ncü denemelerinde sarı, kahverengi lekeler ve büzüşme şeklinde

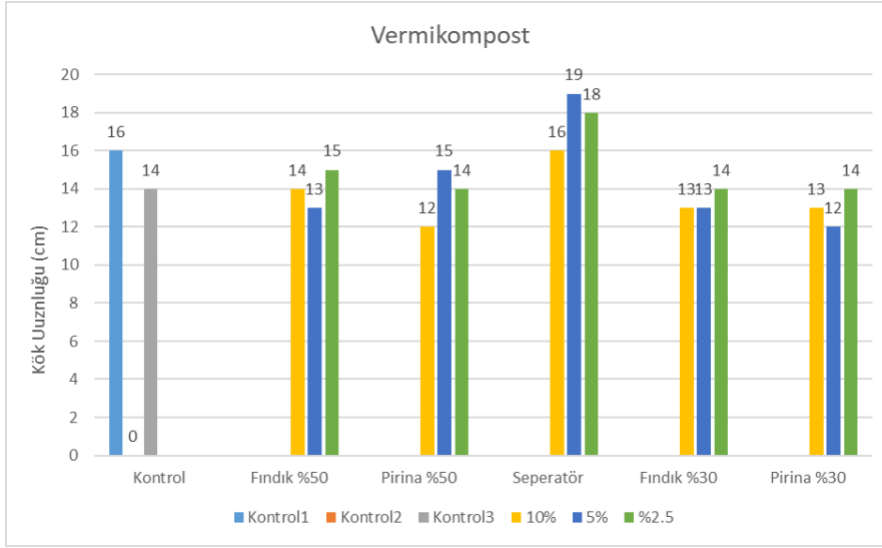
hastalık belirtileri görülmüştür. Bitkinin *Rhizoctonia solani* (kök çürüklüğü) adı verilen fungal (mantar) kökenli bir hastalığa maruz kaldığı tespit edilmiştir. Separatör denemesinde en fazla kök uzunluğu ve yaprak sayısı %5 lik, SPAD klorofil değeri ise %10'luk deneme grubunda görülmüştür. Fındık (%50), fındık (%30) ve pirina (%30) denemelerinin hepsinde de en yüksek kök uzunluğu, yaprak sayısı, yaprak ağırlığı ve SPAD değeri %2,5'lik deneme grubunda bulunmuştur. Pirina (%50) denemesinde ise en yüksek değerler %5'lik deneme grubunda tespit edilmiştir. Ayrıca pirina (%50) denemesinin %2,5'lik konsantrasyonunda hastalık belirtileri görülmüştür.



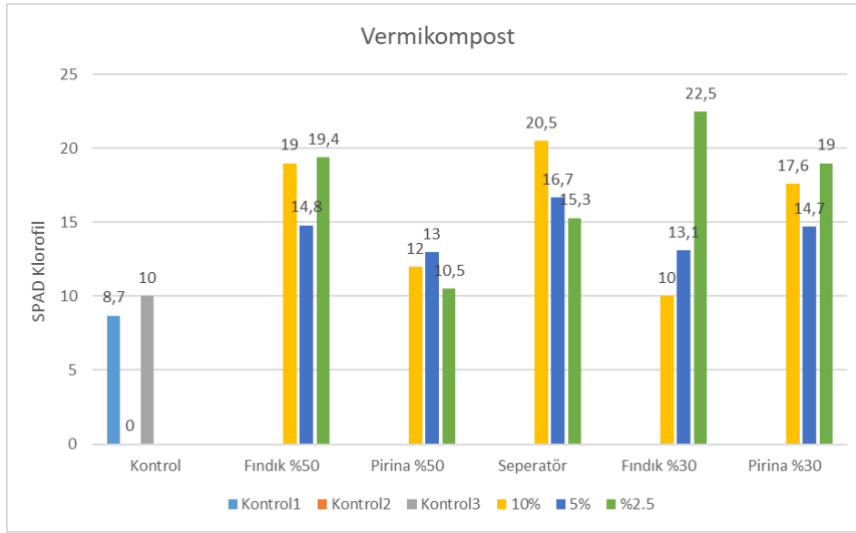
Şekil 7. Vermikompost denemesi yaprak sayısı sonuçları



Şekil 8. Vermikompost denemesi yaprak ağırlığı sonuçları



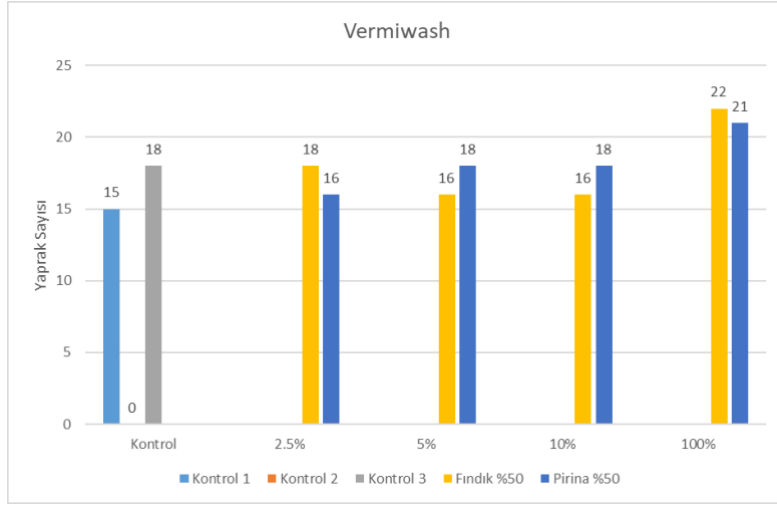
Şekil 9. Vermikompost denemesi kök uzunluğu sonuçları



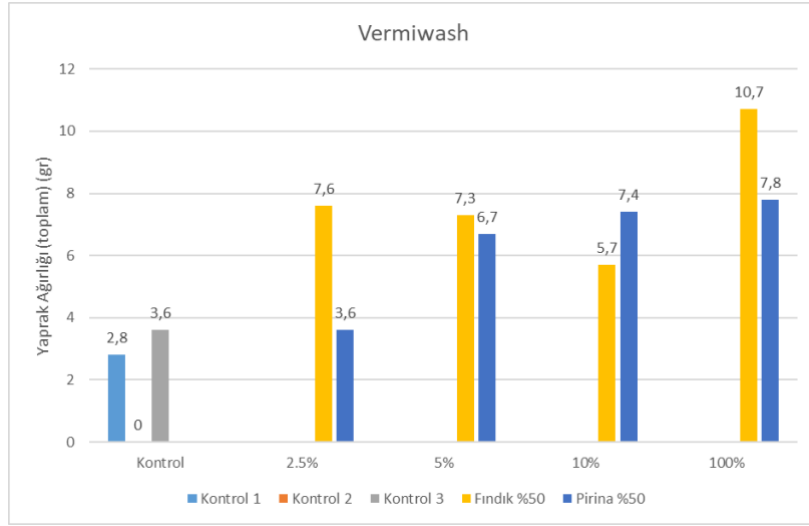
Şekil 10. Vermikompost denemesi SPAD klorofil sonuçları

Vermiwash Denemesi Sonuçları

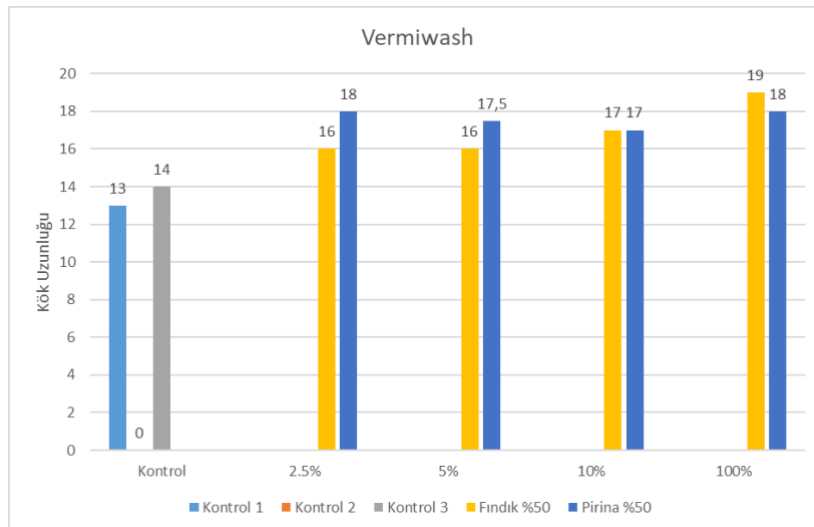
Vermiwashların karıştırıldığı topraklara ekilen marul fidelerinde belirlenen yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, kök uzunluğu ile Spad klorofil ortalama değerleri Şekil 11, 12, 13 ve 14'te verilmiştir. Vermiwash deneme sonuçlarına bakıldığında Kontrolün üç tekerrüründe de vermikompost denemesinde görülen hastalık etmenine rastlanmıştır. Aynı belirtiler pirina (%50) denemesinin %2,5'lik grubunda da görülmüştür. Bununla beraber her iki denemede de %100'lük vermiwash uygulamasının olduğu gruplarda en yüksek kök uzunluğu, yaprak sayısı, ağırlığı ve SPAD klorofil değerlerine rastlanmıştır.



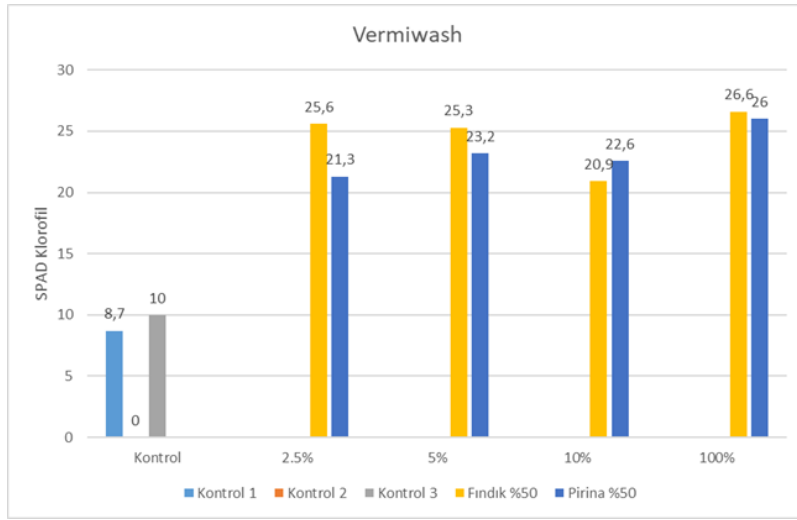
Şekil 11. Vermiwash denemesi yaprak sayısı sonuçları



Şekil 12. Vermiwash denemesi yaprak ağırlığı sonuçları



Şekil 13. Vermiwash denemesi kök uzunluğu sonuçları



Şekil 14. Vermiwash denemesi SPAD klorofil sonuçları

Çalışma yapılan her iki vermikültür ile yetiştirilen marul bitkisinin SPAD klorofil analizi, yaprak sayısı ve yaprak ağırlığı değerleri karşılaştırıldığında en yüksek değerlerin vermiwash denemesinde bulunduğu görülmektedir. Yaprak ağırlıklarını karşılaştırıldığımızda sonuçların çalışılan konsantrasyonlara bağlı olarak değişim göstermekle beraber birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Benzer durumun yaprak sayısı sonuçlarında da görüldüğü belirlenmiştir.

4. Tartışma

Bu çalışmada fındık zurufu ve pirina bitkisel atıkları kullanılarak solucanlar aracılığıyla elde edilen iki farklı vermikültürün organik gübre potansiyeli ile marul bitkisi üzerindeki bazı morfolojik ve fizyolojik etkileri değerlendirilmeye çalışılmıştır. Vermikompostlar ile ilgili farklı hipotezler ile yapılan çalışmalar olmasına rağmen Yüksek ve ark. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada farklı atıkların kompostlanması ile elde edilecek vermikompostlar ile ilgili yeni araştırmalara ihtiyaç olduğu, elde edilecek verilerin ekolojik, ekonomik ve tarımsal açıdan fayda sağlayabileceği, bu alandaki çalışmaların artırılması gerektiği ifade edilmiştir.

Bu doğrultuda yaptığımız çalışma sonucunda farklı oranlardaki bitkisel atıklardan elde edilen kompost analizleri değerlendirildiğinde %50 pirina ile %50 separatörün karıştırılması ile oluşan 4. kompostun özellikle humik asit, fulvik asit ve organik madde açısından yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Bilindiği gibi bu maddeler verimli bir toprakta bulunması gereken önemli bileşenlerdir. Vermikompost çok yüksek oranda humik bileşikler içermekte olup bunlar minerallerin çözülmesini sağlayarak organik maddeyi kullanılır duruma getirmektedirler (Saday, 2013). Yapılan çalışmadaki humik ve fulvik asit miktarları ile N, P, K, pH, Tuz ve Kuru ağırlık değerleri literatür ile uyumlu olup hatta bazıları diğer çalışmalara göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir (Sönmez ve

Çığ, 2019). Organik substratta mikrobiyal aktivitenin uyarısıyla solucanlar bitki gelişim düzenleyicilerinin üretiminde zorunlu ajanlar haline geliyorlar. Fakat bazı araştırmacılar bu duruma solucanların değil mikroorganizmaların neden olduğunu vurgulamışlardır (Bellitürk, 2011). Ancak *E. fetida*'nın dokularında indol bileşiklerinin tespit edilmesi daha sonra da endojen orjinli bu bileşiklere sahip saf solucan ekstraktında fasulye tohumlarının köklenmesi bu işten solucanların sorumlu olduğu gerçeğini ortaya koymuştur (El Harti ve ark., 2001). Bununla beraber, vermikompostların sahip olduğu yüksek humik asit seviyelerinin de bu durum ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir. Humik asidin bitki kökünün gelişimi, kök tüylerinin sayısının artışı ve kök hücre membranının geçirgenliğinin artışı ile besin elementi alınımını arttıracığı belirtilmiştir (Aguar ve ark., 2013).

Çalışmamızdaki vermikompostların organik madde içeriklerinin %80'in üzerinde oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Farklı bitki ve organik atıklardan vermikompost oluşumu ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde organik madde miktarının genellikle %22-60 arasında olduğu görülmektedir (Bellitürk, 2016; Köksal ve ark., 2017; Sönmez ve Çığ, 2019). Ülkemiz topraklarının en büyük probleminden birisi organik madde eksikliğidir. Özellikle, organik maddenin hızlı şekilde toprakta ayrışması tarım alanlarının veriminin düşmesine neden olmaktadır. Son zamanlarda küresel iklim değişikliği nedeniyle özellikle ısınmanın organik maddenin ayrışmasını hızlandırdığı bunun da toprak verimini olumsuz yönde etkilediği ifade edilmektedir. Bu nedenle, tarım topraklarımızda, genellikle atık olarak ya da artık olarak isimlendirilen organik materyallerin toprakta değerlendirilmesi noktası çok önem kazanmaya başlamıştır (Göçmez, 2013). Topraklarımızdaki organik madde miktarını arttırmada şüphesiz solucanların çok büyük rolü olacaktır. Bu noktada özel toprak solucanlarının faaliyeti ile elde edilen solucan gübresinin ayrı bir önemi bulunmaktadır. Son yıllarda dünya çapında popüler bir katı atık yönetim tekniği haline gelen vermikompost teknolojisinin katı atık yönetiminde avantajlı bir yol olduğu bildirilmiştir (Abbasi ve ark., 2009; Manhucyi ve Phiri, 2013). Vermikompostlama organik atıkların vermikomposta dönüştürülmesi için ucuz ve ekolojik olarak çevre dostu bir uygulamadır (Lim ve ark., 2016). Bu tür uygulamalar ile kimyasal girdilerin kullanımı azalmakta bu da çevre kirliliğinin azalmasına neden olmaktadır. Çünkü suni gübre kullanımı toprağın yapısını zamanla bozmakta ve toprağın önemli bir ögesi olan organik maddenin kaybına neden olmaktadır. Bu durumda toprak için organik madde kaynağı olabilecek atık maddelerin değerlendirilmesi çok önemli olmaktadır.

Vermikompostların marul bitkisinin büyümesi üzerindeki etkilerini belirlemeye çalıştığımız araştırmada ise separatör ve pirina (%50)'nin %5'lik uygulamasında, fındık zurufu (%50) ve fındık zurufu (%30)'un ise %2,5'lik uygulamalarında incelenen özelliklerin en yüksek değerleri tespit edilmiştir. Çalışmada en yüksek kök uzunluğu değeri separatörde, en yüksek yaprak sayısı ve ağırlığı değeri sındık zurufu (%50)'de, en yüksek SPAD klorofil değeri ise sındık (%30) uygulamalarında

tespit edilmiştir. Ansari (2008) tarafından vermikompost kullanımının ıspanak, soğan ve patatesten verimi arttırdığı bildirilmiştir. Mamta ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada bitki boyu, yaprak sayısı ve meyve ağırlığı vermikompost uygulanan denemelerde kontrole göre oldukça yüksek bulunmuştur. Vermikompost içeren toprakta büyütülen bamyaya ve biberde ise kök, sürgün uzunluğu ile yaprak sayısında artış olduğu bildirilmiştir (Dhanalakshmi ve ark., 2014). Köksal ve ark. (2017) tarafından pazı bitkisi üzerinde vermikompostun etkisini belirlemek için yapılan çalışmada yaprak özelliklerinin uygulamadan olumlu olarak etkilendiği bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda vermikompost denemesinin kontrol grubunda fungal bir hastalık etmeni olan *Rhizoctonia solani*'ye rastlanmıştır. Vermikompost uygulaması bitkiye indirekt mekanizma ile de fayda sağlamaktadır. Bunlar bitkinin direncini artırarak bitkiyi çeşitli hastalık ve zararlılara karşı korumaktadır. Bu durum bizim çalışmamızın sonuçları ile uyumluluk göstermektedir. Yapılan çalışmalarda vermikompost ekstraktlarının ilave edildiği ortamlarda büyüyen bitkilerde *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Verticillium* gibi fungal hastalıkların önemli derecede azaldığı bildirilmiştir. Bunun vermikompostta biyolojik olarak baskılayıcı ajanların bulunması ile ilgili olabileceği ifade edilmiştir (Edwards et al., 2004; Datta ve ark., 2016). Tarakçıoğlu ve Özenç (2022), fındık zurufu ve fındık zurufu+torf karışımına %40-50 oranında vermikompost ilavesinin marul bitkisinin bitkisel özellikleri ile besin maddesi içerikleri üzerine önemli etkilerde bulunduğunu tespit etmişlerdir. Bu durum yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir. Çoğu besin elementi bitki için kullanılabilir formda (inorganik) hazır olarak bulunurken, bir kısmı da organik maddenin mineralizasyonu ile yavaş ve kademeli olarak bırakılmaktadır (Chaoui et al. 2003). Gopinath ve ark. (2009) tarafından vermikompost uygulamasının toprak pH ve toplam organik madde içeriğini arttırdığı rapor edilmiştir. Bir diğer direkt etki de vermikompostun bitki gelişim düzenleyicileri etkilemesi yoluyla olmaktadır (Ordoñez-Arévalo ve ark., 2018). Zhang ve ark., (2015) tarafından solucanların öksin, sitokinin, gibberellin gibi bitki büyüme hormonlarını salgıladığı bildirilmiştir. Vermikompostlardan elde edilen sulu ekstraktlarının da benzer etkiye neden olduğu ifade edilmektedir (Datta ve ark., 2016).

Fındık zurufu ve pirinanın %50'lik uygulamalarının vermikompostlarından elde ettiğimiz vermivash sıvılarının içerik analizlerine bakıldığında bütün parametrelerin fındık zurufu (%50) vermivash sıvısında yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sıvıların marul bitkisi üzerindeki etkilerine baktığımız denemede en yüksek kök uzunluğu, yaprak sayısı, yaprak ağırlığı ve SPAD klorofil analiz değerleri fındık zurufu (%50) denemesinin %100'lük uygulamasında görülmüştür. Organik atık materyalin sıvı ekstraktı olarak bilinen Vermivash'ın bitki büyüme ve gelişimini tetikleyen besin elementi ve enzim deposu olduğu bildirilmektedir (Tripathi and Bhardwaj, 2004; Verma ve ark., 2018). Tiwari ve Singh (2016) tarafından yapılan çalışmada yapraktan vermivash uygulamasının domates bitkisinde erken çiçeklenme ve verimi arttırdığı, domates bitkisinde rapor edilmiştir. Verma ve ark. (2018), vermivash sıvısının kimyasal gübrelere göre daha ucuz, ekolojik, farklı ürünlerde

foliar (yaprak) uygulaması için en iyi organik gübre olduğunu bildirmiştir. Özellikle ülkemizde vermiwash uygulaması ile vermiçay uygulaması birbirine karıştırılmaktadır. Vermiwash sıvısının eldesi suyun solucan kültür ünitelerinin farklı tabakalarından geçerek toplanması esasına dayalı olup ülkemizde kullanımı ile ilgili bilimsel bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Sonuç olarak yapılan bu çalışma ile fındık zurufu ve pirina bitkisel atıkları kullanılarak elde vermikompost ve vermiwash vermikültürlerinin bazı uygulamalarının marul bitkisinin gelişimi üzerinde olumlu sonuçlar verdiğini belirlemiş olduk. Bu olumlu sonuçları kısaca özetlersek;

Vermikompost denemesi için, fındık zurufunun %50 ve %30'luk ortamlarının %2,5'lik uygulamasının,

Vermiwash denemesinin ise fındık zurufunun %50, pirinanın %50'lik ortamlarının %100'lük uygulamalarının çalışılan parametreler açısından en iyi değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bununla beraber, vermikompost ve vermiwash denemelerinin kontrol grupları ile pirina (%50)'nin %2,5'lik uygulamalarında *Rhizoctonia solani* adı verilen mantar kökenli bitki hastalığına rastlanılmıştır. Bu durum pirinanın düşük konsantrasyonun hastalık etmenine karşı yeterli olmadığını göstermektedir. Fındık zurufundan elde edilen vermikompost ve vermiwash denemelerinde hastalık belirtisine rastlanmamış olması çalışmanın diğer önemli bir sonucu olarak belirtilebilir.

Yaptığımız çalışmadaki sonuçlara göre farklı atıkların farklı kombinasyonları ile oluşturulan vermikültürlerin verim parametrelerinin de farklı olduğu görülmüştür. Bu nedenle bu konu ile ilgili denenecek çok fazla atık ve kombinasyon mevcuttur. Bundan sonraki süreçte en iyi verim alınan uygulamalardaki vermikompostlardan, kontrollü salınım ile saksılarda gübreleme ihtiyacını karşılayacak çevre dostu uygulamaların yapılması önerilebilir.

Yazarların Katkısı

Tüm yazarlar çalışmaya eşit katkıda bulunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Abbasi, T., Gajalakshmi, S. and Abbasi, S. A. (2009). "Towards modeling and design of vermicomposting systems: Mechanisms of composting/vermicomposting and their implications", *Indian Journal of Biotechnology*, 8, pp. 177-182.
- Aguiar NO, Olivares FL, Novotny EH, Dobbss LB, BalmoriDM, Santos- Júnior LG, Chagas JG, Façanha AR, Canellas LP (2013). Bioactivity of humic acids isolated from vermicomposts at different maturation stages. *Plant Soil* 362(1–2):161–174.
- Akın, S. (2005). *Biyokütle Olarak Pirinanın Enerji Üretiminde Kullanılması. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası.*
- Anonim (2004). Tarımda kullanılan organik, organomineral toprak düzenleyicileri ve mikrobiyal gübrelerin üretimi, ithalatı, ihracatı, piyasa arzı ve denetimine dair yönetmelik. Resmi gazete, Sayı: 25452, Tarih: 04.05.2004.
- Ansari, A. A. (2008). Effect of vermicompost on the productivity of potato (*Solanum tuberosum*), spinach (*Spinacia oleracea*) and turnip (*Brassica campestris*). *World Journal of Agricultural Sciences*, 4(3), 333-336.
- Atiyeh, R, Edwards, C, Subtler, S, Metzger, J, (2000). Effect of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedo Biologia*, 44, 579-590.
- Aygün, S. (2015). Fındık zurufu kompostunun toprak kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 91s, Ordu.
- Bellitürk K (2011). Edirne İli Uzunköprü İlçesi Tarım Topraklarının Beslenme Durumlarının Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi (JOTAF)*, Tekirdağ, 8(3): 8-15.
- Bellitürk, K. (2016). Sürdürülebilir Tarımsal Üretimde Katı Atık Yönetimi İçin Vermikompost Teknolojisi. *Çukurova Tarım Gıda Bil. Der.* 31(3): 1-5.
- Bender Özenç, D., & Özenç, N. (2008). Long-term effects of hazelnut husk compost applications on soil permeability. In VII International Congress on Hazelnut 845 (pp. 399-406).
- Chaoui HI, Zibilske LM, Ohno T (2003). Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. *Soil Biol Biochem* 35:295–302.
- Çerçioğlu, M. (2019). Sürdürülebilir atık yönetiminde sera atıklarının kompost olarak değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1), 167-178.
- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F. & Yaşın, S. (2011). Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Derim*, 28(1), 56-69.
- Datta, S., Singh, J., Singh, S., Singh, J. (2016). Earthworms, pesticides and sustainable agriculture: a review. *Environmental Science and Pollution Research* (2016) 23:8227–8243.
- Demiralay, M., Sadıklar, M.S., Tilki, F. (2019). İki farklı tip tahribatsız portatif klorofil metre kullanarak Artvin’de yayılış gösteren sapsız meşede (*Quercus*, Fagaceae) klorofil tahmin Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. (20):1, 28-35.
- Dhanalakshmi V, Remia KM, Shanmugapriyan R, Shanthi K (2014). Impact of addition of vermicompost on vegetable plant growth. *International Research Journal of Biological Sciences* 3(12):56–61.
- Edwards CA, Domínguez J, Arancon NQ (2004). The influence of vermicomposts on plant growth and pest incidence. In: Shakir SH, MikhailWZA (eds) *Soil zoology for sustainable development in the 21st century*, self-publisher. Cairo, Egypt, pp 397–420.
- El Harti A, Saghi M, Molina J-AE, Téller G (2001). Production d’une substance rhizogène à effet similaire à celui de l’acide indole acétique par le ver de terre *Lumbricus terrestris*. *Canadian Journal of Zoology* 79: 1911–1920.
- 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.
- Göçmez, S. (2013). Karasu Kekinin Vermikompost Üretiminde Kullanım Olanakları. TEMA Vakfı Ulusal Kültür Çalıştayı, Ankara, S. 39-51.
- Kacar, B. 2016. Fiziksel ve kimyasal toprak analizleri. Nobel yayın no: 1524.
- Karaca, C., Bozoğlu, B., Polat, O. (2015). Hatay İli Pirina Atık Miktarının ve Enerji Potansiyelinin Haritalanması. *Uludağ Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi*, Cilt 29, Sayı 2, 55-60.
- Khan, M.H., Meghvansi, M.K., Gupta, R., Veer, V., Singh, L., Kalita, M.C. (2014). Foliar Spray with Vermiwash Modifies the Arbuscular Mycorrhizal Dependency and Nutrient Stoichiometry of Bhut Jolokia (*Capsicum assamicum*). *Plos One*, Volume 9, Issue 3.

- Köksal, S.B., Aksu, G., Altay, H. (2017). Vermikompostun Bazı Toprak Özellikleri ve Pazı Bitkisinde Verim Üzerine Etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 5 (2): 123–128.
- Kütük, C. & Çaycı, G. (2010). Tavuk dışkılarının organik gübreye dönüştürülme yöntemleri. Kümes Hayvanları Kongresi, 07-09 Ekim, Kayseri.
- Lim SL, Lee LH, Wu TY (2016). Sustainability of using composting and vermicomposting technologies for organic solid waste biotransformation: recent overview, greenhouse gases emissions and economic analysis. Journal of Cleaner Production 111:262–278.
- Mamta, Wani KA, Rao RJ (2012). Effect of vermicompost on growth of brinjal plant (*Solanum melongena*) under field conditions. Journal on New Biological Reports 1(1):25–28.
- Manyuchi, M., Phiri, A. (2013). Effective Separation of Vermicasts from Earthworms Using a Cylindrical Rotary Trommel Separator. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 2, Issue 8.
- Nagavallema KP, Wani SP, Stephane L, Padmaja VV, Vineela C, Babu Rao M, Sahrawat KL. (2004). Vermikompostlama: Atıkların değerli organik gübreye dönüştürülmesi. Agreco systems Küresel Teması Rapor no.8. Patancheru 502324. Andhra Pradesh: Uluslararası Yarı Kurak Tropik Araştırma Enstitüsü; s. 20.
- Olsen, S. R. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate (No. 939). US Department of Agriculture.
- Ordoñez-Arévalo, B., Guillén-Navarro, K., Huerta, E., Cuevas, R. (2018). Enzymatic dynamics into the *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) gut during vermicomposting of coffee husk and market waste in a tropical environment. Environmental Science and Pollution Research (2018) 25:1576–1586.
- Richardson AD, Duigan SP, Berlyn GP (2002). An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. New Phytologist 153: 185–194.
- Saday, C. (2013). Vermikültür Üretimi, Yaşanılan Yasal Zorluklar ve Çözüm Yolları ile Üretim Süreçleri ve Gelişimi Konusundaki Deneyimlerinin Aktarılması. TEMA Vakfı Ulusal Kültür Çalıştayı, Ankara, S. 20-36.
- Senthilmurugan, S., Sattanathan, G., Vijayan, P., Pugazhendy, K., Tamizhazhagan, V. (2018). Evaluation of different concentration of vermiwash on seed germination and biochemical response in *Abelmoschus esculentus* (L.). International Journal of Biology Research, (3):1, 228-231.
- Sharma, K. ve Garg, V.K. (2018). Comparative analysis of vermicompost quality produced from rice straw and paper waste employing earthworm *Eisenia fetida* (Sav.). Bioresource Technology, 250:708-715.
- Sönmez, F., Çığ, F. (2019). Artan Dozdaki Biyokömür ve Solucan Gübresi Uygulamalarının Buğdayda ve Toprakta Besin Elementi İçeriği Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22(4), 526-536.
- Sudhanshu, V., Babu, A., Patel, A., Kumar, S., Swati S. P., Verma, S.K., Singh, J.P., Singh, R.K. (2018). Significance of vermiwash on crop production: A review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry; 7(2): 297-301.
- Şimşek Erşahin Y. (2007). Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2), 99-107.
- Tarakçıoğlu, C., Öztürk, Y. (2022). Fındık Zuruf Kompostunun Aşılı Domates Bitkisinin Gelişimi ile Bazı Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 9(4):968-975. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1145375>.
- Tarakçıoğlu, C., Özenç, D.B. (2022). Farklı Yetiştirme Ortamına Uygulanan Vermikompostun Marul Bitkisinin Gelişimi ile Bazı Bitki Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi. Türk Tarım- Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(11): 2204-2212. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i11.2204-2212.5492>
- Tavuç, İ. (2016). Farklı Atıklardan Hazırlanan Kompost Bileşiminin Solucan Gübresinin Nitel ve Nicel Özelliklerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı.
- Tripathi, G., & Bhardwaj, P. (2004). Comparative studies on biomass production, life cycles and composting efficiency of *Eisenia fetida* (Savigny) and *Lampito mauritii* (Kinberg). Bioresource technology, 92(3), 275-283.
- Tiwari, S.K., Singh, K. (2016). Combined Effect of Liquid Biofertilizer With Biopesticide On Yield of Tomato (*Solanum Lycopersicum* L.) and Infestation of *Helicoverpa Armigera* (Hubner). Journal of Bio Innovation 5(1), pp: 144-163.
- Verma, S., Babu, A., Patel, A., Singh, S. K., Pradhan, S. S., Verma, S. K., ... & Singh, R. K. (2018). Significance of vermiwash on crop production: A review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(2), 297-301.

- Yaman, K. (2012). Bitkisel Atıkların Değerlendirilmesi ve Ekonomik Önemi. Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi, 12 (2): 339-348.
- Yılmaz S, Bender Özenç D. (2012). Effects of hazelnut husk compost and tea waste compost on growth of Corn plant (*Zea mays* L.). 8th International Soil Science Congress on "Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management", 15- 17 May, İzmir, Turkey, pp. 620-626.
- Yüksek, T. (2019). Farklı Tip Yemle Beslemenin Kırmızı Kaliforniya Solucanında Solucan Sayısı ve Ağırlığına Etkisi. Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi). Yıl: 4, Sayı:1, 1-6.
- Yüksek, T., Atamaov, V., Türüt, K. (2019). Demlenmiş Çay Atığı ve Evsel Yemek Atıkları ile Beslenen Kırmızı Kaliforniya Solucanından Elde Edilen Katı Solucan Gübresindeki Bazı Besin Elementlerinin Belirlenmesi. Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi). Yıl: 4, Sayı:2, 263-271.
- Zeytin, S. ve Baran, A. (2003). Influences of composted hazelnut husk on some physical properties of soils. Bioresource Technology 88 (2003) 241–244.
- Zhang H, Tan SN, Teo CH, Yew YR, Ge L, Chen X, Yong JWH (2015). Analysis of phytohormones in vermicompost using a novel combinative sample preparation strategy of ultrasound-assisted extraction and solid-phase extraction coupled with liquid chromatography–tandem mass spectrometry. Talanta 139:189–197.