

Farklı vermikompost uygulamalarının marulda (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) verim ve kalite üzerine etkisi

Effect of different vermicompost applications on yield and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*)

Saniye Handan KORKMAZ¹, İrfan Ersin AKINCI²

¹Aksu İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Aksu, Antalya, Türkiye.

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 17.08.2022 Accepted / Kabul: 21.11.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Vermikompost Marul Verim Klorofil L-a-b-Kroma</p> <p>Keywords: Vermikompost Lettuce Yield Chlorophyll L-a-b-Croma</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Saniye Handan KORKMAZ shk664@gmail.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.</p> <p>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  	<p>Bu çalışma farklı vermikompost gübrelerinin marulda (<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>longifolia</i> cv. Paris Island) verim, bitkisel özellikler ve bazı kalite kriterleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada beş farklı ticari vermikompost gübresinin (Akme Solidem, Saltfarm, Nanonat, Ekosol, Vermisol) etkileri; sertifikalı organik gübre (MOG), standart gübreleme (NPK) ve gübre kullanılmayan kontrol (K) uygulaması ile karşılaştırılarak belirlenmiştir. Tüm uygulamaların; farklılıkları daha iyi ortaya koyabilmek amacıyla önerilen miktarlar, % 15 azı ve fazlası şeklinde 3 farklı dozuna yer verilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda tüm vermikompost uygulamaları baş ağırlığı, pazarlanabilir baş ağırlığı, pazarlanabilir yaprak sayısı, atılan yaprak sayısı, baş yüksekliği, baş çapı, kök boyu, kök yaş ağırlığı, klorofil miktarı, "L" "a", "b" ve Kroma (matlık) özellikleri bakımından kontrol grupları ile karşılaştırılmış; vermikompost gübrelerin etkilerinin daha olumlu olduğu anlaşılmıştır. Tüm özellikler birlikte değerlendirildiğinde Akme Solidem ve Vermisol vermikompost gübreleri marul yetiştiriciliğinde diğer uygulamalardan daha başarılı bulunmuştur.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>This study was conducted to determine the effects of different vermicompost fertilizers on yield, plant characteristics and some quality criteria of lettuce (<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>longifolia</i> cv. Paris Island). In the study, the effects of five different commercial vermicompost (Akme Solidem, Saltfarm, Nanonat, Ecosol, Vermisol); certified organic fertilizer (MOG), fertilizer (NPK) and control application (C-without fertilizer). Three different doses the dose recommended, 15% less than the recommended and 15% more than the recommended, were applied. All vermicompost applications were found to be more effective in terms head weight, marketable head weight, leaf number, discarded leaf number, head height, head diameter, root length, root fresh weight, chlorophyll content, "L" "a", "b" ve Croma (except "L" and discarded leaf number) as compared to the control groups. When all of the features are evaluated together, Akme Solidem and Vermisol applications were found to be more successful than other applications.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Korkmaz, S.H., & Akıncı, İ.E. (2023). Farklı vermikompost uygulamalarının marulda (<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>longifolia</i>) verim ve kalite üzerine etkisi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (1), 122-135. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1162550</p>

GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde hızla artan nüfusa karşılık, var olan sınırlı tarımsal alanlar tarım dışı amaçlarla sürekli azaltılmaktadır. Artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak ve tarımsal sanayiye hammadde sağlamak amacıyla tarımsal üretim sürecinde birim alandan daha fazla ve kaliteli ürün almak ihtiyacı doğmuştur. Tarımsal üretimi arttırmak için ya üretim alanlarını genişletmek ya da birim alandan en fazla verimi sağlayan bitkileri yetiştirmek gerekmektedir (Dönmez, 1989). Fakat ülkemizde olduğu gibi dünyanın pek çok yerinde tarıma elverişli araziler son sınırına dayanmıştır. Bu nedenle ikinci yol değerlendirilerek birim alandan yüksek ve kaliteli ürün almanın yollarına gidilmekte; bu amaca yönelik teknoloji ve bilimsel yöntemler geliştirilmektedir (Atalay, 2007).

Tarımda sürdürülebilirlik kavramını dolayısıyla organik ve iyi tarım üretim yöntemlerinin yaygınlaşması gündeme gelmiştir. Çevre dostu tarım ile kaliteli ürün hedefleyen üreticiler toprakta eksilen organik maddeyi geri kazandırmak amacıyla birçok teknik ve uygulamalara girişmişlerdir. Değişik kaynaklardan elde edilen organik içerikli maddelerin toprağa ilavesi bunların arasında en pratik olanlarındandır (Köse, 2015). Yer solucanlarının, organik atık ve artıkları kısa sürede ve yüksek kalitede değerli bir ürüne dönüştürebilmeleri, "vermikültür" adı ile yeni bir tarımsal üretim sektörünün doğmasına neden olmuştur (Şimşek-Erşahin, 2007).

Vermikültür; kavram olarak 1950'li yıllardan sonra ortaya çıkan yeni bir yaklaşımdır ve kültürel ortamda toprak solucanlarının çoğaltılması, yetiştirilmesi ve bunlarla ilgili bir takım yan faaliyetlerin yürütülmesi işlemidir (Saday, 2013). Vermikompost terimi ise, çeşitli organik atıkların toprak solucanları ve mikro organizma faaliyetleri ile biyolojik olarak parçalanıp ayrışması yoluyla kompostlaştırılması işlemi sonucunda elde edilen bitki besin elementleri, mikroorganizma, çeşitli enzimler, organik madde, humik ve fulvik asitçe zengin, humus benzeri maddeler için kullanılmaktadır (Hepşen Türkay, 2010; Ay Türkmen, 2016; Bellitürk, 2016). Vermikompostlama, solucan metabolik sistemi tarafından gerçekleştirilen mezofilik bir işlemdir ve bu süreç solucanın yutma, sindirim ve organik atıkların emilimi, organik atıkların solucanın metabolik sistemi yoluyla boşaltılması şeklinde gerçekleşir. Bu işlem sırasında solucanın biyolojik aktiviteleri, organik atıkları bitki besin elementi düzeylerini geliştirir (Pattnaik & Reddy, 2010). Vermikültür sisteminde bir taraftan organik atıkların bertarafı sağlanırken diğer taraftan da solucan gübresi çıktısı elde edilmektedir. Atık yönetimi ile tarımsal üretimde kest (solucan dışkısı, gübresi) ve kompost elde edilmesi; değerli bir yan ürün ve besleyici bir besin kaynağı olarak solucan gübresi eldesi (kompost çiftlikleri, çevre endüstrisi, hayvan yemi, kümes hayvan yetiştiriciliği, balıkçılık, ilaç endüstrisi, yüksek kaliteli protein veren insan besini olarak hammadde) hedeflenmektedir (Sinha ve ark, 2009; Kara, 2013). Toprak mikrobiyal aktivitesini artıran, bitkinin besin alımını iyileştiren ve hastalıklara dayanıklılığı uyaran vermikompost uygulamalarının bitkilerde sorun fungal ve bakteriyel bir çok hastalık etmeni ile mücadelede de başarıyla kullanılabileceği yapılan önceki çalışmalarla ortaya konulmuştur (Soylu ve ark., 2020; Kaya ve ark., 2022).

Çeşitli hayvan (sığır, koyun, at, tavşan v.s.) dışkıları, taze ve kuru yapraklar, çiçek yaprakları ve otlar, orman ürünleri atıkları, mutfak atıkları, çim-meyve-sebze bahçelerindeki budama ve hasat atıkları, kâğıt atıkları, çöp ve arıtma atıkları, şeker pancarı posası ve çöpü, mezbaha atıkları ve diğer birçok organik atıklar solucanlara yem olarak yedirilerek vermikompost üretilebilir (Sinha ve ark, 2002; Bellitürk, 2016). "Mükemmel bir organik gübre" olarak tanımlanan vermikompostun çok sayıdaki tarım bitkisinde verim artışı sağladığı bilinmektedir (Özkan ve ark., 2016). Vermikompostun elde edilmesi termofilik komposta göre daha kısa sürmekte; ürün kalitesi bakımından da fiziksel, kimyasal ve biyolojik üstünlükler ve ekonomik değer içermektedir. Bununla birlikte vermikompostun ana materyali kanalizasyon artığı olsa dahi, insan sağlığını tehdit eden patojenler bulundurmamaktadır (Şimşek-Erşahin, 2007). Sebzelerin düşük enerji içermesi yüksek lif, vitamin ve mineral madde bulundurması nedeniyle beslenme ve sağlık açısından tavsiye edilmektedir. Yeşillik sebzelerden olan marul da (*Lactuca sativa* L.) farklı ekolojik şartlarda ve her zaman yetiştirilebilen, salata malzemesi olarak tüketimi gerçekleştirilen ve ekonomik değeri yüksek bir sebzedir.

Marul, gübrelemeye iyi tepki verebilen yapraklı sebzelerden birisidir. Bu çalışmanın amacı, beş farklı ticari vermikompost gübre; sertifikalı organik gübre, kimyasal gübre (NPK) ve gübre kullanılmayan kontrol uygulamalarının marulun verim ve bazı kalite özellikleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Antalya/Altınova yöresinde yüksek tünelde ısıtmasız koşullarda yürütülen denemede, bitkisel materyal olarak *Lactuca sativa* var. *longifolia* cv. Paris Island marul çeşidi kullanılmıştır. Fideler özel bir firmadan dikime hazır halde temin edilmiş; 1:1 oranında torf-perlit karışımı ile doldurulmuş 3 kg'lık (30 cm çaplı) siyah üretim torbalarına aralarında 10'ar cm olacak şekilde, ilkbahar yetiştirme döneminde dikilmiştir.

Araştırmada 5 farklı vermikompost gübresi (Akme Solidem, Ekosol, Saltfarm, Nanonat, Vermisol); kontrol amaçlı bir organik gübre, inorganik gübreleme (NPK ve ME) ve ayrıca hiç gübre verilmemiş uygulamalar ile karşılaştırılmıştır. Denemede kullanılan vermikompostlar ve organik gübre üretici firma tarafından önerilen, önerilen miktarın % 15 azı ve önerilen miktarın % 15 fazlası şeklindeki 3 farklı dozda uygulanmıştır. Söz konusu katı vermikompostlar dikim öncesi üretim torbası içindeki ortama karıştırılırken; sıvı vermikompost, sıvı organik gübre ve kimyasal gübre dikim sonrası verilmiştir. Kimyasal gübreleme, üretici şartlarına uygun olarak sezon boyu gerçekleştirilmiştir. Sırasıyla 1, 3, 5 ve 7 haftada saksı başına kompoze gübreden (20.20.20) 10 g, 12 g, 15 g ve 17 g; MAP'tan 8 g, 8 g, 8 g ve 0 g; Amonyum sülfattan 5 g, 0 g, 15 g ve 17 g; iz elementten ise 5 g, 0 g, 5 g ve 0 g verilmiştir.

Dikimden hasada kadar geçen süre içerisinde önemli bir hastalık ve zararlılar ile karşılaşılma, diğer tüm kültürel işlemler Eşiyok (2015)'e göre yapılmıştır. Deneme süresince bitkilerde sulama zamanı ve uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesinde bitki gözlemlerinden yararlanılmıştır.

Bitkiler dikimden 50 gün sonra çeşide göre irilik ve rengini aldığı zaman bir defada hasat edilmiştir. Hasat sonrası ölçülen baş ağırlığı, pazarlanabilir baş ağırlığı, yaprak sayısı, atılan yaprak sayısı, baş yüksekliği, baş çapı, kök boyu ve kök yaş ağırlığı, klorofil miktarı, "L", "a", "b" ve kroma (matlık) değerleri deneme verilerini oluşturmuştur.

Yaprakların "L", "a", "b", değerleri, Konica Minolta CR-400 renk ölçer ile elde edilmiş; kroma (matlık) değerleri ise bu veriler kullanılarak hesaplanmıştır (Uğur ve ark., 2004). Yaprak rengi ölçümleri, dikimden sonraki 45. günde, her parseldeki 5'er adet bitkide ve bu bitkilerdeki 5'er adet yaprakta (toplam 25 okuma), uç kısımlara yakın yerlerden, öğleden sonraları (14.00-16.00) ve açık havada yapılmıştır. Klorofil içerikleri, yaprak renginde belirtildiği şekilde, taşınabilir klorofil metre cihazından (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) okunan SPAD değerleri ile belirlenmiştir.

Deneme faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Faktörleri gübre uygulamaları ve dozları oluşturmuştur. Her bir parselde 15 bitki yetiştirilmiştir. Denemeden elde edilen veriler ANOVA varyans analizine göre "SPSS" ve "MSTATC" istatistik programları kullanılarak değerlendirilmiştir. Ortalamalar arası farklılıkların karşılaştırılmasında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Baş ağırlığı ve pazarlanabilir baş ağırlığı

Araştırmada vermikompostların ve dozlarının bitki baş ve pazarlanabilir baş ağırlığı üzerinde % 1 ve dozlar bakımından % 5 düzeyinde önemli; gübre çeşidi ile doz etkileşimleri ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Kontrol gübre uygulamalarıyla karşılaştırılan farklı solucan gübreleri ve dozlarının marulda baş ve pazarlanabilir baş ağırlığı üzerine etkileri

Table 1. Effects of different vermicomposts and doses on head and marketable head weight of lettuce compared with control fertilizer applications

Uygulama (U)	Baş ağırlığı (g bitki ⁻¹)				Pazarlanabilir baş ağırlığı (g bitki ⁻¹)			
	Dozlar (D)			Ortalama	Dozlar (D)			Ortalama
- 15%	Önerilen	+ 15%	- 15%		Önerilen	+ 15%		
Akme Solidem	490.73	450.73	509.60	483.69a	478.73	430.67	491.80	467.07a
Ekosol	492.60	451.53	415.13	453.09ab	470.53	435.60	394.53	433.56ab
Saltfarm	353.87	419.27	478.00	417.04bc	339.27	400.87	463.00	401.04bc
Nanonat	378.00	384.33	422.87	395.07c	361.80	370.87	402.87	378.51c
Vermisol	493.07	404.00	497.27	464.78a	473.13	380.93	474.80	442.96ab
MOG	357.40	387.47	429.33	391.40c	345.07	373.80	412.80	377.22c
Gübreleme	428.27	443.53	471.13	447.64ab	406.27	429.27	453.20	429.58ab
Kontrol	314.80	289.20	321.60	308.53d	298.20	278.00	305.80	294.00d
Ortalama	413.59b	403.76b	443.12a		396.63b	387.50b	424.85a	

U: P<0.01, D: P<0.05, UxD: ÖD

U: P<0.01, D: P<0.05, UxD: ÖD

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark Duncan Testi'ne göre p<0.05 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 1'deki verilere göre bitki baş ağırlığı üzerine en olumlu gübre uygulamaları aynı istatistiki grupta yer alan Akme Solidem (483.69 g bitki⁻¹) ve Vermisol (464.78 g bitki⁻¹) katı solucan gübreleri olmuştur. Bunları 453.09 g bitki⁻¹ ile Ekosol ve 447.64 g bitki⁻¹ ile standart gübre uygulamaları izlemiştir. Pazarlanabilir baş ağırlığı üzerine en olumlu uygulamanın Akme Solidem (467.07 g bitki⁻¹) olduğu; Vermisol (442.96 g bitki⁻¹), Ekosol (433.56 g bitki⁻¹) ve standart gübre (429.58 g bitki⁻¹) uygulamalarının bunu takip ettiği görülmektedir. Gübreleme yapılmayan uygulama (294.00 g bitki⁻¹) ise son sırada yer almıştır.

Solucan gübrelerinin bitkilerde oluşturduğu etkileri görebilmek ve kullanım potansiyellerini ortaya çıkarmak üzere yürütülen bu araştırmadaki sonuçlar benzer çalışmalarla paralellik göstermektedir. Tavalı ve ark. (2014a) tarafından beyaz baş lahanada yürütülen denemede vermikompost uygulamalarının pazarlanabilir baş ağırlığı değerlerine etkisi, istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bunun nedeninin vermikompost uygulamasının yanında NPK gübresinin uygulaması olduğu düşünülmektedir. Sağlam ve ark. (2015), sıvı solucan gübresi uygulamasının artan dozlarının kıvrıkcık yapraklı salata, bitki baş ve pazarlanabilir baş ağırlığını arttırdığını, bu artışa solucan gübresinin içeriğinde bulunan makro ve mikro besin maddeleri yanında enzim ve diğer bileşiklerin etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Özkan ve ark. (2016) tarafından ıspanak bitkisinde artan dozlarda solucan kökenli vermikompost gübre kullanılması durumunda, kullanılmayan parsellere göre bitkilerin yenilebilir kısımları olan yaprak ağırlıklarının arttığı rapor edilmiştir. Vermikompost uygulamalarının marulda verim artışı sağladığı Mordoğan ve ark. (2001) ve Kavak ve ark. (2003) tarafından yapılan çalışmalarda da bildirilmiştir. Yine vermikompost uygulamalarının farklı bitkilerde verim artışı üzerinde pozitif etkisinin olduğu ıspanak (Peyvast ve ark., 2008; Çıtak ve ark., 2011); karnabahar (Tavalı ve ark., 2013); yazlık kabak (Tavalı ve ark., 2014b); biber (Küçükymuk ve ark., 2014; Alaboz ve ark., 2017); patlıcan (Najar ve ark., 2015); ayçiçeği (Büyükfiliz, 2016) ve kırmızı baş lahana (Maltaş ve ark., 2017) bitkilerinde de rapor edilmiştir. Vermikompost ve diğer gübre uygulamalarının toprakta iyon değişim kapasitesini arttırdığı, toprağın fiziksel ve biyolojik aktivitesine zenginlik kazandırdığı; bunun sonucu olarak bitkilerin daha hızlı ve iyi bir şekilde beslendiği ifade edilmektedir (Hepşen Türkay, 2010).

Yaprak sayısı ve atılan yaprak sayısı

Farklı solucan gübresi ve dozlarının marulda pazarlanabilir yaprak sayısı üzerine etkileri; gübre çeşidi, bu gübre çeşitlerinin dozları ve interaksiyonda % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Marullarda kalitenin bir göstergesi olan atılan yaprak sayısı arttıkça, pazarlanabilir baş ağırlığı azalmaktadır. Atılan yaprak sayısı üzerine vermikompost

uygulamaların etkisi % 1 düzeyinde önemli bulunurken; dozların ve uygulama x doz interaksiyonunun ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2'de belirtildiği gibi pazarlanabilir yaprak sayısı üzerine en olumlu sonuçlar solucan gübresi uygulaması 47.69 adet bitki⁻¹ ile Vermisol uygulamasında belirlenmiştir. Bu solucan gübresini kısmen aynı istatistiki gruba giren 46.60 adet bitki⁻¹ ile Akme Solidem ve 46.16 adet bitki⁻¹ ile Saltfarm uygulamaları izlemiştir. Gübre x doz interaksiyonu değerleri bakımından en iyi kombinasyon 52.20 adet bitki⁻¹ ile Vermisolun % 15 fazla doz uygulaması olmuştur. Bu uygulamayı 51.73 adet bitki⁻¹ ile Saltfarmın % 15 fazla uygulaması ve 48.20 adet bitki⁻¹ ile Akme Solidemin % 15 fazla doz uygulamaları izlemiştir. Atılan yaprak sayısında yani en az yaprak kaybının elde edildiği uygulamalar 4.62 ve 4.98 adet bitki⁻¹ ile MOG ve Saltfarm olarak tespit edilmiştir. Vermikompost uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada, solucan gübrelere Paris Island marul çeşidine ait bitkilerde pazarlanabilir ve atılan yaprak sayısı bakımından olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. Kontrol gübre uygulamalarıyla karşılaştırılan farklı solucan gübresi ve dozlarının marulda pazarlanabilir ve atılan yaprak sayısı üzerine etkileri

Table 2. Effects of different vermicomposts and doses on Leaf number and discarded leaf number of lettuce compared with control fertilizer applications

Uygulama (U)	Yaprak sayısı (adet bitki ⁻¹)				Atılan yaprak sayısı (adet bitki ⁻¹)			
	Dozlar (D)			Ortalama	Dozlar (D)			Ortalama
	-15%	Önerilen	15%		-15%	Önerilen	15%	
Akme Solidem	45.80c-f	45.80c-f	48.20bc	46.60ab	6.80	6.33	6.47	6.53bc
Ekosol	46.07c-e	44.53c-g	44.07c-g	44.89bc	7.07	5.00	7.47	6.51bc
Saltfarm	42.53d-g	44.20c-g	51.73ab	46.16ab	5.13	5.00	4.8	4.98d
Nanonat	30.53j	37.60hı	35.60ı	34.58e	8.33	7.13	6.87	7.44ab
Vermisol	45.13c-f	45.73c-f	52.20a	47.69a	7.87	7.40	9.00	8.09a
MOG	40.47gh	43.13d-g	43.73d-g	42.44d	5.13	3.87	4.87	4.62d
Gübreleme	41.60fg	41.73e-g	46.53cd	43.29cd	7.80	7.60	5.80	7.07ab
Kontrol	34.80ı	35.40ı	34.60ı	34.93e	5.20	4.40	7.00	5.53cd
Ortalama	40.87c	/ 42.27b	44.58a		6.67	5.84	6.53	

U: P<0.01, D: P<0.01, UxD: P<0.01

U: P<0.01, D: ÖD, UxD: ÖD

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark Duncan Testi'ne göre p<0.05 düzeyinde önemlidir.

Konuyla ilgili olarak marul (Leon ve ark., 2012; Hernandez ve ark., 2015), ıspanak (Peyvast ve ark., 2008; Çıtak ve ark., 2011), karnabahar (Jahan ve ark., 2014) ve pazı (Köksal ve ark., 2017) gibi diğer türlerde yürütülen benzer çalışmalarda da vermikompostun yaprak sayısı üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir. Bu etkilerin bitkilerin beslenme şartlarındaki vermikompostların olumlu etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Baş yüksekliği ve baş çapı

Kontrol gübre uygulamalarıyla karşılaştırılan farklı solucan gübresi ve dozlarının marulda baş yüksekliği ve eni üzerine etkileri % 1 seviyesinde önemli bulunurken; gübre dozlarının etkisi ise önemsiz bulunmuştur, Uygulamalar ile dozların interaksiyonu baş yüksekliği için önemsiz iken, baş çapı için % 5 seviyesinde önemli çıkmıştır (Çizelge 3). Çizelge 3'te baş yüksekliği üzerine en olumlu etkili gübre uygulaması 40.93 cm ile Ekosol olmuştur. Bu uygulamayı 40.00 cm ile Akme Solidem ve 39.62 cm ile Vermisol izlemiştir. Baş yüksekliği üzerine interaksiyon ve doz etkileri istatistiki olarak önemsizdir. Bitki baş çapı üzerine en olumlu etkili gübre uygulamaları, aynı istatistiki grupta yer alan Nanonat (25.71 cm bitki⁻¹) ve Akme Solidem (25.52 cm bitki⁻¹) olmuştur. Gübre x doz interaksiyonunda en iyi kombinasyon 26.33 cm bitki⁻¹ ile Nanonat gübresinin önerilen dozundan elde edilmiştir. Bunu 25.67 cm bitki⁻¹ ile Akme Solidem gübresinin önerilen dozunun % 15 azı ve 25.57 cm bitki⁻¹ ile önerilen dozunun % 15 fazla uygulamaları takip etmiştir.

Marulda artan vermikompost dozlarının bitki yüksekliğini ve çapını attığına dair elde edilen bu çalışmanın sonuçları, daha önceki diğer araştırmalarla benzerlik içerisindedir. Çıtak ve ark. (2011)'nin vermikompost uygulamasının bitki gelişimine ve toprak verimliliğine olan etkilerini belirlemek için ispanakta; Sağlam ve ark. (2015)'nin sıvı solucan gübresinin artan dozlarının, baş yüksekliğini önemli derecede arttırdığını belirledikleri marulda; Büyükciliz (2016)'in vermikompost gübrelemesinin verim ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisini incelediği, bitkilerin boylarının 136 cm ile 171 cm arasında değiştiğini gördükleri ve artan vermikompost uygulamaları ile birlikte bitki boyunda önemli derecede artışlar olduğunu bildirdikleri ayçiçeğinde; Özkan ve ark. (2016)'nin verilen vermikompost miktarının artışı ile bitki gelişimi değerlerindeki artışın paralellik gösterdiğini ortaya koydukları ispanakta; Maltaş ve ark. (2017)'nin artan vermikompost dozlarının baş yüksekliğini olumlu etkilediğini saptadıkları kırmızı baş lahanada yapılan çalışmalar bunlardan bazılarıdır. Baş çapında ise daha önce ispanakta (Çıtak ve ark., 2011), karnabaharda (Tavalı ve ark., 2013), beyaz baş lahanada (Tavalı ve ark., 2014a) ve kırmızı baş lahanada (Maltaş ve ark., 2017) yapılan çalışmalar artan solucan gübresi uygulamaları ile baş çapının olumlu etkilendiği göstermektedir.

Çizelge 3. Kontrol gübre uygulamalarıyla karşılaştırılan farklı solucan gübresi ve dozlarının marulda baş yüksekliği ve baş çapı üzerine etkileri

Table 3. Effects of different vermicomposts and doses on head length and head width of lettuce compared with control fertilizer applications

Uygulama (U)	Baş yüksekliği (cm bitki ⁻¹)				Baş çapı (cm bitki ⁻¹)			
	Dozlar (D)			Ortalama	Dozlar (D)			Ortalama
	-15%	Önerilen	15%		-15%	Önerilen	15%	
Akme Solidem	38.87	41.40	39.73	40.00ab	25.67ab	25.32a-d	25.57a-c	25.52a
Ekosol	42.20	41.93	38.67	40.93a	24.73a-e	24.82a-e	23.32ef	24.29b
Saltfarm	36.20	37.07	40.57	37.94b	24.34b-f	23.72d-f	23.72d-f	23.93b
Nanonat	34.13	35.40	36.47	35.33c	25.4a-d	26.33a	25.39a-d	25.71a
Vermisol	37.67	39.67	41.53	39.62ab	24.98a-e	22.85f	24.42b-f	24.08b
MOG	38.67	38.00	37.00	37.89b	24.54a-f	23.27ef	22.89f	23.57b
Gübreleme	35.80	38.07	39.73	37.87b	22.76f	25.07a-e	22.78f	23.54b
Kontrol	31.80	32.00	30.60	31.47d	23.6d-f	23.81c-f	24.82a-e	24.08b
Ortalama	36.92	37.94	38.04		24.50	24.40	24.11	

U: P<0.01, D: ÖD, UxD: ÖD

U: P<0.01, D: ÖD, UxD: P<0.05

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark Duncan Testi'ne göre p<0.05 düzeyinde önemlidir.

Buna karşılık artan vermikompost uygulamalarının bitki boyu ve çapı üzerine olumlu etkisinin olmadığını ifade eden araştırmalar da bulunmaktadır. Tavalı ve ark. (2013) artan dozlarda uygulanan vermikompostun karnabaharın kalite özellikleri ve verime etkisini görmek amacıyla yaptıkları araştırmada hasat edilen taç yüksekliklerinin 19.11-19.21 cm arasında değiştiğini ancak önemsiz olduğunu; yine Tavalı ve ark. (2014a), uygulanan farklı vermikompost dozlarının beyaz baş lahanada baş yüksekliğini etkilemediğini belirlemişlerdir. Sağlam ve ark. (2015), kıvrıkcık yapraklı salatada yaptıkları çalışmada sıvı solucan gübresinin artan dozlarının baş çapını arttırdığını fakat bu artışın istatistiki olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir.

Kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığı

Solucan gübreleri ve dozlarının etkisi; kök uzunluğunda gübre çeşidi x doz interaksyonunda ve kök yaş ağırlığında ise gübre uygulamasında % 5 düzeyinde önemli, diğerlerinde ise önemsizdir (Çizelge 4).

Çizelge 4'e göre kök uzunluğu uygulama ve dozlarda önemsizdir. İnteraksiyondan elde edilen kök uzunluğu değerleri ise önemlidir. En uzun kök 50.33 cm bitki⁻¹ ile Nanonatın önerilen dozunun % 15 az uygulamasındadır. Bu uygulamayı 49.00 cm bitki⁻¹ ile Vermisolun önerilen dozu, 48.67 cm bitki⁻¹ ile Nanonatın önerilen dozu ve Ekosolun önerilen dozunun % 15 fazla uygulaması izlemiştir. Yaş kök ağırlığı üzerine en olumlu uygulama 104.67 g bitki⁻¹ ile Vermisol

olmuş; 93.67 g bitki⁻¹ ile Ekosol, aynı grupta yer bulan 73.22 g bitki⁻¹ ile Saltfarm ve 71.89 g bitki⁻¹ ile Akme Solidem ardından gelmiştir. Solucan gübrelerinin kök gelişimine olumlu etkileri görülen bu çalışma, diğer bazı araştırmalarda elde edilen sonuçlarla da desteklenmektedir.

Arancon ve ark. (2012), vermikompost ile çimlendirdikleri marul ve domates fideleri üzerinde artan konsantrasyonların yaş kök ağırlığını arttırdığını bildirmişlerdir. Özkan ve ark. (2016) ıspanakta uygulanan vermikompost miktarı arttıkça kök ağırlığı değerlerinin 4.74 g bitki⁻¹ ile 63.32 g bitki⁻¹ arasında değiştiğini, bu değişimin istatistiksel anlamda % 5 düzeyinde önemli olduğunu rapor etmişlerdir. Yılmaz ve ark. (2017) sera şartlarında zeolit, torf ve vermikompost gibi farklı organik ortamlarda yetiştirdikleri domates fidelerinde, vermikompost karıştırılmış ortamların kök uzunluğu üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu rapor etmişlerdir. Konuyla ilgili olarak patlıcan (Najar ve ark., 2015) ve biber (Alaboz ve ark., 2017) ile yürütülen çalışmalarda da vermikompost uygulamalarının kök gelişimi üzerinde olumlu etkileri ortaya konulmuştur.

Çizelge 4. Kontrol gübre uygulamalarıyla karşılaştırılan farklı solucan gübresi ve dozlarının marulda kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığı üzerine etkileri

Table 4. Effects of different vermicomposts and doses on root length and root fresh weight of lettuce compared with control fertilizer applications

Uygulama (U)	Kök uzunluğu (cm bitki ⁻¹)				Kök yaş ağırlığı (g bitki ⁻¹)			
	-15%	Dozlar (D) Önerilen	15%	Ortalama	-15%	Dozlar (D) Önerilen	15%	Ortalama
Akme Solidem	39.67a-e	46.00a-d	43.33a-e	43.00	67.33	63.67	84.67	71.89abc
Ekosol	39.67a-e	41.00a-e	48.67ab	43.11	72.33	115.67	93.00	93.67ab
Saltfarm	41.67a-e	34.33c-e	45.67a-d	40.56	87.67	61.00	71.00	73.22abc
Nanonat	50.33a	48.67ab	32.67de	43.89	53.67	61.67	53.00	56.11c
Vermisol	36.33b-e	49.00ab	46.33a-d	43.89	84.33	116.00	113.67	104.67a
MOG	38.67a-e	46.67a-c	45.33a-d	43.56	66.67	64.67	68.00	66.44bc
Gübreleme	40.00a-e	37.67a-e	43.67a-e	40.44	62.67	44.67	75.33	60.89bc
Kontrol	39.00a-e	31.00e	46.00a-d	38.67	50.00	27.00	73.00	50.00c
Ortalama	40.67	41.79	43.96		68.08	79.29	78.96	

U: ÖD, D: ÖD, UxD: P<0.05

U: P<0.05, D: ÖD, UxD: ÖD

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark Duncan Testi'ne göre p<0.05 düzeyinde önemlidir.

SPAD, L, a, b ve kroma değerleri

Solucan gübresi ve dozlarının marul yapraklarının klorofil miktarı ile "L", "a", "b" ve kroma değerleri üzerine etkileri ve istatistiki önem düzeyleri Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5'den dikimden 45 gün sonra klorofil içeriği üzerine en olumlu uygulamaların Akme Solidem (30.98 spad) ve Nanonat (30.97 spad) uygulamaları olduğu anlaşılmaktadır. Klorofil miktarına ait elde ettiğimiz sonuçlar daha önce marul (Ali ve ark., 2007), biber (Narkhede ve ark. 2011; Alaboz ve ark., 2017) ve domates (Lujân-Hidalgo ve ark., 2016) ile yürütülen çalışmalarda da artan vermikompostun, bitkide klorofil içeriğini arttırdığı fakat bu artışın istatistiki olarak önemli bulunmadığını gösteren çalışmalardan farklılık göstermiştir.

Meyve ve sebzelerdeki kalite kriterleri içerisinde en önemlilerden birisi renktir. Renk oluşumu genetik olmakla birlikte, çevresel faktörler (ışık, sıcaklık, bitki besleme, meyve olgunluk) ve kültürel uygulamaların etkisiyle değişebilmektedir (Lopez Camelo & Gomez, 2004).

Bitkilerde renklenmeyi sağlayan pigmentler içerisinde en önemlisi olan klorofil, tüm canlıların ihtiyaç duyduğu ve yaşamları için ihtiyacı olan besin maddeleri ve oksijenin üretilmesi ile fotosentez olayının gerçekleşmesini sağlayan, bitkilere yeşil rengini veren pigmenttir. Bitkilerde klorofil miktarının pek çok faktöre bağlı olarak değiştiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Bitki türü ve yetiştirme koşulları bu faktörlerin başında yer almaktadır. Optimum yetiştirme koşullarında kültüre alınan bitkilerde klorofil miktarı değişiklikli önemlidir (Zeren ve ark., 2017). Bitki türü,

ışık miktarı, beslenme gibi faktörler bitkilerin içerdiği klorofil miktarını değiştirmektedir (Taner ve Sade, 2005). Klorofil miktarı türler arasında ve tür içinde de farklı olabilmektedir (Canova ve ark., 2008).

Çizelge 5. Kontrol gübre uygulamalarıyla karşılaştırılan farklı solucan gübresi ve dozlarının marulda klorofil miktarı, L, a, b, ve kroma değerleri üzerine etkileri

Table 5. Effects of different vermicomposts and doses on chlorophyll, L, a, b ve chroma values of lettuce compared with control fertilizer applications

Uygulama (U)	Spad değeri (Klorofil miktarı)				L değeri				
	Dozlar (D)			Ortalama	Dozlar (D)			Ortalama	
	-15%	Önerilen	15%		-15%	Önerilen	15%		
A. Solidem	30.50	30.25	32.20	30.98a	48.54	47.94	48.66	48.38b	
Ekosol	25.21	26.00	24.94	25.40cd	48.23	47.62	46.91	47.59b	
Saltfarm	27.67	26.75	27.72	27.38bc	48.31	48.41	48.71	48.48b	
Nanonat	30.83	30.73	31.36	30.97a	46.46	47.97	47.78	47.40b	
Vermisol	25.82	29.13	26.69	27.21bc	47.48	48.55	48.39	48.14b	
MOG	22.77	23.61	22.88	23.09e	48.80	48.89	48.41	48.70ab	
Gübreleme	27.77	27.46	28.40	27.88b	49.34	47.63	48.06	48.34b	
Kontrol	28.18	19.88	23.22	23.76de	48.13	51.61	49.79	49.84a	
Ortalama	27.35	26.73	27.18		48.16	48.58	48.34		
				U: P<0.01, D: ÖD, UxD: ÖD					U: P<0.05, D: ÖD, UxD: ÖD

Uygulama (U)	a değeri				b değeri				
	Dozlar (D)			Ortalama	Dozlar (D)			Ortalama	
	-15%	Önerilen	15%		-15%	Önerilen	15%		
A. Solidem	-16.60fg	-16.31d-g	-16.31d-g	-16.41c	28.72a	27.99a-c	28.14a-c	28.28a	
Ekosol	-16.18c-g	-16.09b-g	-14.93a	-15.73a	27.96a-c	27.15a-d	25.16d	26.76b	
Saltfarm	-15.83b-f	-15.91b-g	-15.96b-g	-15.90ab	26.02a-d	27.4a-d	27.44a-d	26.96ab	
Nanonat	-15.24b-f	-16.06b-g	-16.31d-g	-15.87ab	25.90b-d	27.68a-d	28.6ab	27.39ab	
Vermisol	-15.68a-f	-16.07b-g	-15.91b-g	-15.89ab	26.93a-d	28.12a-c	27.55a-d	27.53ab	
MOG	-15.82b-f	-15.61a-e	-15.33a-c	-15.59a	27.57a-d	26.54a-d	26.31a-d	26.81ab	
Gübreleme	-16.33d-g	-15.49a-d	-15.93b-g	-15.92ab	28.30ab	27.24a-d	26.61a-d	27.38ab	
Kontrol	-15.46a-d	-16.79g	-16.47e-g	-16.24bc	25.43cd	28.48ab	28.6ab	27.50ab	
Ortalama	-15.89	-16.04	-15.89		27.Eki	27.57	27.30		
				U: P<0.01, D: ÖD, UxD: P< 0.05					U: ÖD, D: ÖD, UxD: P<0.05

Uygulama (U)	Kroma (matlık) değeri			
	Dozlar (D)			Ortalama
	-15%	Önerilen	15%	
A. Solidem	33.17a	32.39a-c	32.52a-c	32.69a
Ekosol	32.31a-c	31.56a-d	29.25d	31.04b
Saltfarm	30.46a-d	31.69a-d	31.75a-d	31.30ab
Nanonat	30.06b-d	32.00a-d	32.92a	31.66ab
Vermisol	31.16a-d	32.39a-c	31.81a-d	31.79ab
MOG	31.79a-d	30.79a-d	30.45a-d	31.01b
Gübreleme	32.68ab	31.34a-d	31.02a-d	31.68ab
Kontrol	29.76cd	33.06a	33.01a	31.94ab
Ortalama	31.42	31.90	31.59	
				U: ÖD, D: ÖD, UxD: P<0.05

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark Duncan Testi'ne göre p<0.05 düzeyinde önemlidir.

Araştırmada rengin parlaklık, açıklık ve koyuluğunu ifade eden "L" değeri üzerine en olumlu etki gübre uygulaması yapılmayan kontrol grubunda ölçülmüştür. Bunu 48.70 değeri ile MOG izlemiştir. Vermikompost uygulamaları sonraki sıralarda yer almışlardır. Renk koyulaştıkça "L" değerinin düştüğü, renk açıldıkça "L" değerinin arttığı göz önüne alındığında, her ne kadar vermikompost uygulamaları geride kalmış gibi gözükse de aradaki farkın özellikle Saltfarm ve Akme Solidem de çok yüksek olmadığı söylenebilir. Bununla birlikte vermikompost uygulamalarında parlaklığın düşük bulunmasının bitki gelişimi durumu ile alakalı olabileceği buna bağlı olarak gelişimin hızlı olduğu bitkilerde L değerinin yüksek bulunabileceği düşünülmektedir.

Tüzel ve ark. (2011)'in Yedikule marul ve Arapsaçı salata çeşitlerinde, 2005 ve 2006 yıllarında yapılan çalışmasında; agryl örtü ile Biofarm, Biofarm + Humik Asit ve Biofarm + Leonardit uygulama kombinasyonlarının "L" değerleri üzerine etkisi görülmemiştir. Domateste verim ve kalite üzerine organik ve kimyasal gübrelerin etkilerine bakılan bir çalışmada, bu gübrelerin meyve parlaklığı (L) üzerine birinci yıl önemli, ikinci yıl ise önemsiz etkisi olduğu saptanmıştır (Demir, 2002). Domatesteki benzer bir çalışmada "L" değerinin kimyasal ve organik gübre uygulamalarından etkilenmediği rapor edilmektedir (Demirtaş ve ark., 2012). Öktüren Asri ve ark. (2011) hıyar bitkisinde yapılan kimyasal ve organik gübre uygulamalarının "L" değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz bulunduğunu rapor etmiştir. Mercan (2005) organik gübreleme ile klasik yöntem uygulanarak üretilen domateslerde tarım ilacı kullanılmadan üretilen ürünlerin kalitelerinin belirlenmesine yönelik bir çalışmada; "L" değerinin çeşit, yetiştirme şekli, işleme durumu, pastörizasyon süresi ve dönemlerden etkilendiği bildirmiştir. Klasik yöntemle üretilen domateslerin "L" değerleri ortalaması (32.85), organik gübreleme uygulanan ve tarım ilacı kullanılmayanların ortalamasından (25.30) yüksek olduğu bildirilmiştir. Marul çeşitlerinde yaprak renginin "L" değerinin yaprağın ölçüm yapılan bölgesine göre değişebilmektedir (Uğur ve ark., 2014). "L" değerleri ile ilgili değişken sonuçların alınması bu olguyu desteklemektedir.

Denemede "a" değeri üzerinde en olumlu sonuçlar -16.41 ile Akme Solidemde olmuştur. Bu solucan gübresini -16.24 ile kontrol uygulaması izlemektedir. Diğer taraftan uygulama x doz interaksyonunda; -16.79 ile kontrol x önerilen doz en olumlu uygulama olmuş, solucan gübreleri uygulamalarından ise Akme Solidem x önerilen dozunun % 15 azı bunu izlemiştir. Bitkilerde "a" değerinin düşük olması bitkilerin yapraklarının yeşil renge sahip olacaklarının göstergesi, değerinin düşüklüğü ise yeşil rengin ne kadar koyu olacağını ölçüdür. Kontrol uygulaması yüksek değerler veriyor gibi gözükse de istatistiki gruplamalara bakıldığında diğer solucan grupları ile de aynı gruplarda yer almıştır. Burada bitkilerin beslenmesi, alçak tünel içi sıcaklıkları, toprak nemlilik durumları, ışıklandırma süresi ve bitkilerin solucan gübresine verdiği tepkiler, ölçüm hassasiyeti gibi faktörlerinin etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Bahsedilen durumun aksine azot alınımını arttırıcı etkideki vermikompostlar, bitki yapraklarında renk değişimine neden olmaktadır. Rengin yoğunluğunu ifade eden "a" değerinin pozitif olması kırmızı, negatif olması ise yeşili rengi temsil etmektedir (Young ve ark., 1993). Domateste yapılan organik ve kimyasal gübre uygulamalarının "a" değerini istatistiksel olarak etkilemesi (Demirtaş ve ark., 2012); organik ve kimyasal gübre uygulamaları ile yetiştirilen hıyarlarda yapılan ölçümlerde "a" değerlerinin önemli olması (Öktüren Asri ve ark., 2011) bunların nedenleri olarak sayılabilir. Elde edilen veriler, Tüzel ve ark. (2011)'nin Yedikule marul ve Arapsaçı salata çeşitlerinde; agryl örtü ve organik gübrelerin (Biofarm, Biofarm + Humik Asit ve Biofarm + Leonardit) "a" değerleri üzerine etkisinin olmadığını belirleyen çalışması ile benzerlik göstermektedir.

Renk bileşenlerinden biri olan "b" değerinin pozitif olması sarıyı, negatif olması ise maviyi ifade etmektedir (Öktüren Asri ve ark., 2011). Çalışmada en yüksek "b" değeri 28.28 ile Akme Solidem uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamayı 27.53 ile Vermisol, 27.50 ile Kontrol, 27.39 ile Nanonat, 27.38 ile gübreleme, 26.96 ile Saltfarm ve 26.81 ile MOG gübre uygulamaları izlemiştir. En düşük "b" değeri ortalama 26.76 ile Ekosol uygulamasında tespit edilmiştir. Uygulama ve doz interaksyonunda en yüksek "b" değeri yine 28.72 ile Akme Solidem solucan gübresinin önerilen dozunun % 15 oranında düşük uygulamasında tespit edilmiştir. Schouten ve ark. (1997), bitki büyüme koşulları ile hıyar meyvesinde renk oluşumu arasında önemli ilişkiler bulunduğunu, bitki yoğunluğunun az ve uygulanan besin çözeltisi bileşiminin yüksek olduğu koşullarda renk gelişiminin arttığını bildirmişlerdir. Yapılan

organik ve kimyasal gübre uygulamalarının daha önce hıyarda ölçülen “b” değerini etkilemiş (Öktüren Asri ve ark., 2011); ancak domatestede “b” değeri uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Demirtaş ve ark., 2012). Marulda yaprak rengine ait belirlenebilecek özelliklerden birisinin “b” değeri olduğu bildirilmektedir (Uğur ve ark., 2014).

Bu çalışmada en yüksek kroma (matlık) değeri, 32.69 ile Akme Solidem uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamayı aynı istatistiksel grup içerisinde yer alan Kontrol (31.94), Vermisol (31.79), Gübreleme (31.68) ve Nanonat (31.66) uygulamaları takip etmiştir. Uygulama x doz interaksiyonunda 33.06 ve 33.01 ile kontrol ve kontrol x kontrolün % 15 fazlası kombinasyonları öne çıkmış; 33.17 ile Akme Solidem gübresinin önerilen dozunun % 15 azı ve 32.92 ile Nanonat gübresinin önerilen dozunun % 15 fazlası diğer dikkate değer uygulamalar olmuştur. Bu çalışmada ulaşılan kroma (matlık) değerleri; endivde azot dozlarının hasat zamanına göre verim ve kalitedeki etkilerini inceleyen çalışmadaki ile uyumludur. İlk hasatta yaprak kroma değerleri (31.68-34.21) benzer bulunmuş ikinci hasatta kontrol uygulaması en yüksek değeri (36.43) vermiştir. Bitki gelişimi ile yaprak rengindeki doygunluk artmakta, ileri gelişim dönemlerinde nispeten daha küçük yapraklı kontrol bitkilerinde kroma değeri yükselmektedir (Uğur ve ark., 2004). Yapraklardaki yeşil renk ve renkteki matlığın belirlenmesi amacıyla kroma değerleri üzerine azot dozlarının etkisinin belirlenmeye çalışıldığı; ilk hasatta bir etki görülmemiş ancak ikinci hasatta değişimin önemli olduğunu ortaya koyan bir domates çalışmasındaki ile benzerdir (Demirtaş ve ark., 2012). Kardüz ve ark. (2015) kapılar sistemde salata-marul yetiştiriciliğinde mikoriza uygulamalarının etkilerini inceledikleri çalışmada kromanın vesikular arbusküller mikoriza eklenen ortamlarda ve çeşide göre değiştiği ancak hindistan cevizi torfu, klinoptilolit ve perlit eklenmiş ortamların etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak, yürütülen bu çalışmada marul bitkisinde, kullanılan farklı vermikompost gübrelerinin etkinliği; sıvı organik gübre, çiftçi koşullarında kullanılan standard gübreleme ve hiç gübre uygulaması yapılmayan kontrol grubuyla karşılaştırılarak belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışmada vermikompost uygulamalarının etkileri “L” ve atılan yaprak sayısı dışındaki tüm incelenen özellikler üzerine olumlu olmuş; vermikompostların içerisinde Akme Solidem en başarılı gübre olarak kayda geçmiş, Vermisol ve Ekosol de dikkate değer bulunmuştur.

Bitki baş ağırlığı, pazarlanabilir baş ağırlığı, klorofil içeriği, “a”, “b” ve kroma özelliklerinde Akme Solidem; yaprak sayısında Vermisol; atılan yaprak sayısında MOG; baş yüksekliğinde Ekosol; baş çapında Nanonat; kök boyunda nanonat; kök yaş ağırlığında Vermisol; “L” değerinde kontrol uygulamaları öne çıkmıştır.

Vermikompost gübresinin tarım topraklarında kullanılması gerektiği bu araştırma ile birlikte açıkça ortaya konulmuştur. Çünkü bir yandan toprakların organik madde içerikleri her geçen gün hızla azalırken diğer taraftan yoğun ve bilinçsiz kimyasal gübre kullanımı sonucunda tarımsal ürünlerin kalitelerinde de ciddi bozulmalar meydana geldiği bilinmektedir. Söz konusu bu sorunlara çözüm bulabilmek için vermikompost gibi çeşitli organik gübrelerin tarımsal üretimde kullanılmasının yaygınlaştırılması, toprakların organik madde içeriklerinin azalmasının önlenmesi ve hatta artırılması, tarımsal ürünlerde bozulan kalitenin atırılması için önemli görülmektedir.

Solucan gübrelerinin; toprağa organik materyal olarak uygulanmaları, makro ve mikro besin elementlerini yararlı hale getirmeleri, toprak yapısını düzenlemeleri, toprak biyolojisini korumaları, köklerin topraktaki faaliyetlerini arttırmaları ve kimyasal gübre olarak verilen besin maddelerinden bitkinin daha iyi yararlanmalarını sağlamaları gibi faydaları bulunmaktadır. Bu gibi olumlu etkileri nedeniyle, vermikompostların verimi önemli derecede arttırdığı, aşırı gübre kullanımını engellediği, böylece toprağı ve çevreyi koruyan uygulamalar olduğu kabul edilmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Alaboz, P., Işıldar, A.A., Müjdecı, M., & Şenol, H. (2017). Effects of different vermicompost and soil moisture levels on pepper (*Capsicum annuum*) grown and some soil properties. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (1), 30-36. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.284217>
- Ali, M., Griffiths, A.J., Williams, K.P., & Jones, D.L. (2007). Evaluating the growth characteristics of lettuce in vermicompost and green waste compost. *European Journal of Soil Biology*, 43 (1), 316-319. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2007.08.045>
- Arancon, N.Q., Pant, A., Radovich, T., Hue, N.V., Potter, J.K., & Converse, C.E. (2012). Seed germination and seedling growth of tomato and lettuce as affected by vermicompost water extracts (teas). *HortScience*, 47 (12), 1722-1728. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.12.1722>
- Atalay, Y. (2007). Ekolojik tarımda farklı gübre uygulamaları ile yetiştirilen bazı sebze bitkilerinin mineral madde içeriklerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 57 s.
- Bellitürk, K. (2016). Sürdürülebilir tarımsal üretimde katı atık yönetimi için vermikompost teknolojisi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31 (3), 1-5 (Özel Sayı).
- Büyükfiliz, F. (2016). Vermikompost gübrelemesinin ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin verim ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 51 s.
- Canova, I., Durkovic, J., & Hladka, D. (2008). Stomatal and chlorophyll fluorescence characteristics in european beech cultivars during leaf development. *Biologia Plantarum*, 52 (3), 577-581. <https://doi.org/10.1007/s10535-008-0115-3>
- 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.
- Demir, H. (2002). Organik ve geleneksel tarım yöntemleri ile yetiştirilen bazı sebzelerin kimi kalite kriterleri bakımından karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 159 s.
- Demirtaş, E.I., Özkan, C.F., Öktüren Asri, F., & Arı, N. (2012). Bazı organik ve kimyasal gübre uygulamalarının domateste verim ve kalite üzerine etkileri. *Alatarım*, 11 (2), 9-16.
- Dönmez, F. (1989). Değişik azotlu gübrelerin marul ve turfanda karpuzlarda verim ve kaliteye etkileri ve bu gübrelerin topraktan yıkanma durumları. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 316 s.
- Eşiyok, D., Bozokalfa, M.K., & Uğur, A. (2004). Farklı hasat dönemleri ve azot uygulamalarının endivde (*Cichorium endivia* L.) verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41 (2), 1-8.
- Hepşen Türkay, F.S. (2010). Fındık zurufu ve arıtma çamurunun solucanlar ile kompostlanması ve elde edilen vermikompostun sera ve tarla koşullarında toprakların biyolojik özelliklerinde meydana getirdiği etkilerin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, 166 s.

- Hernandez, O.I., Calderin, A., Huelva, R., Martinez-Balmori, D., Guridi, F., Aguiar, N.O., Olivares, F.L., & Canellas, L.P. (2015). Humic substances from vermicompost enhance urban lettuce production. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (1), 225-232. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0221-x>
- Jahan, F.N., Shahjalal, A.T.M., Paul, A.K., Mehraj, H., & Uddin, A.J. (2014). Efficacy of vermicompost and conventional compost on growth and yield of cauliflower. *Bangladesh Research Publications Journal*, 10 (1), 33-38.
- Kara, H. (2013). Organik tarım ve çevre koruma açısından; solucan kültürü ve kompostunun değerlendirilmesi. TEMA Vakfı Ulusal Vermikültür Çalıştayı, 16 Nisan 2013, Ankara, Türkiye, 55-85.
- Kardüz, Y., Tüzel, Y., & Öztekin, G.B. (2015). Kapilar sistemde salata-marul yetiştiriciliğinde mikoriza uygulaması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52 (2), 151-159.
- Kavak, S., Bozokalfa, M.K., Uğur, A., Yağmur, B., & Eşiyok, D. (2003). Farklı azot kaynaklarının baş salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) verim, kalite ve mineral madde miktarı üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (3), 33-4.
- Kaya, N., Karnez, E., Aktepe, B.P., & Aysan, Y. (2022). Domates öz nekrozu hastalığına vermicompost, mikoriza ve potasyum gübre uygulamalarının etkinliğinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (2), 299-308. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1087472>
- 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.
- Köse, M.A. (2015). Humus ve humik asit uygulamalarının marulda besin elementi alımı ve verim üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 50 s.
- Küçükyumuk, Z., Gültekin, M., & Erdal, İ. (2014). Vermikompost ve mikorizanın biber bitkisinin gelişimi ile mineral beslenmesi üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1), 51-58.
- Leon, A.P., Martin, J.P., & Chiesa, A. (2012). Vermicompost application and growth patterns of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Agricultura Tropica Et Subtropica*, 45 (3), 134-139. <https://doi.org/10.2478/v10295-012-0022-7>
- Lopez Camelo, A.F., & Gomez, P.A. (2004). Comparison of color indexes for tomato ripening. *Horticultura Brasil*, 22, 534-537. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000300006>
- Luján-Hidalgo, M.C., Gómez-Hernández, D.E., Villalobos-Maldonado, J.J., Abud-Archila, M., Montes-Molina, J.A., Enciso-Saenz, S., Ruiz-Valdiviezo, V.M., & Gutiérrez-Miceli, F.A. (2016). Effects of vermicompost and vermish on of mexican pepperleaf (*Piper auritum* Kunth) plant, phenolic content, and anti-oxidant activity cultivated in phosphate rock potting media. *Compost Science & Utilization*, 25 (2), 95-101. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2016.1202796>
- Maltaş, A.Ş., Tavalı, İ.E., Uz, İ., & Kaplan, M. (2017). Kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* F. *rubra*) yetiştiriciliğinde vermicompost uygulaması. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30 (2), 155-161.
- Mercan, T. (2005). Organik gübreleme yapılarak tarım ilacı kullanılmadan ve klasik yöntem uygulanarak üretilen domatesler ile bunlardan elde edilen bazı ürünlerin kalitelerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 115 s.
- Mordoğan, N., Ceylan, Ş., Çakıcı, H., & Yoldaş, F. (2001). Azotlu gübrelemenin marul bitkisindeki azot birikimine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38 (1), 85-92.
- Najar, I.A., Khan, A.B., & Hai, A. (2015). Effect of macrophyte vermicompost on growth and productivity of brinjal (*Solanum melongena*) under field conditions. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 4, 73-83. <https://doi.org/10.1007/s40093-015-0087-1>
- Narkhede, S.D., Attarde, S.B., & Ingle, S.T. (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.

- Öktüren Asri, F., Demirtaş, E.I, Özkan, C.F., & Arı, N. (2011). Organik ve kimyasal gübre uygulamalarının hıyar bitkisinin verim, kalite ve mineral içeriklerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 139-143.
- Özkan, N., Dağlıoğlu, M., Ünser, E., & Müftüoğlu, N.M. (2016). Vermikompostun ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (1), 1-5.
- Pattnaik, S., & Reddy, M.V. (2010). Nutrient status of vermicompost of urban green waste processed by three earthworm species-*Eisenia fetida*, *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavatus*. *Applied and Environmental Soil Science*, Article ID 967526. <https://doi.org/10.1155/2010/967526>
- Peyvast, G.H., Olfati, J.A., Madeni, S., & Forghani, A. (2008). Effect of vermicompost on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6 (1), 110-113.
- Saday, C. (2013). Vermikültür üretimi, yaşanan yasal zorluklar ve çözüm yolları ile üretim süreçleri ve gelişimi konusundaki deneyimlerinin aktarılması. TEMA Vakfı Ulusal Vermikültür Çalıştayı, Editör: Koray Haktanır, 20-36, İstanbul
- Sağlam, N., Doksöz, S., Geboloğlu, N., Şahin, S., & Yılmaz, E. (2015). Agrimol örtü ve sıvı solucan gübresinin farklı uygulama sayısı ve dozlarının kıvrıkcık yapraklı salata verim, kalite ve bitki gelişimine etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8 (1), 59-61.
- Schouten, R.E., Otma, E.C., Kooten, O.V., & Tijskens, L.M.M. (1997). Keeping quality of cucumber fruits predicted by the biological age. *Postharvest Biology and Technology*, 12, 175-181. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(97\)00045-8](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(97)00045-8)
- Sinha, R.K., Herat, S., Agarwal, S., Asadi, R., & Carretero, E. (2002). Vermiculture and waste management: study of action of earthworms *Elsinia foetida*, *Eudrilus euginae* and *Perionyx excavatus* on biodegradation of some community wastes in India and Australia. *Environmentalist*, 22 (3), 261-268. <https://doi.org/10.1023/A:1016583929723>
- Sinha, R.K., Herat, S., Valani, D., & Chauhan, K. (2009). Vermiculture and sustainable agriculture. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 5, 1-55.
- Soylu, E.M., Soylu, S., Kara, M., & Kurt, Ş. (2020). Sebzelelerde sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermicomposttan izole edilen mikrobiyomların *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23, 7-18. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.601936>
- Şimşek-Erşahin, Y. (2007). Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 99-107.
- Taner, S., & Sade, B. (2005). Low temperature effect of cereal (A Review). *Journal of Crop Research*, 2, 19-28.
- Tavali, İ.E., Maltaş, A.Ş., Uz, İ., & Kaplan, M. (2013). Karnabaharın (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine vermicompostun etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (2), 115-120.
- Tavali, İ.E., Maltaş, A.Ş., Uz, İ., & Kaplan, M. (2014a). Vermikompostun beyaz baş lahananın (*Brassica oleracea* var. *alba*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (1), 61-67.
- Tavali, İ.E., Uz, İ., & Orman, Ş. (2014b). Vermikompost ve tavuk gübresinin yazlık kabağın (*Cucurbita pepo* L. Cv. Sakız) verim ve kalitesi ile toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (2), 119-124.
- Türkmen, M.A. (2016). Çevre odaklı üretim ve tarımsal girişimcilik bağlamında: vermicültür. *Journal of Life Economics*, 8, 1-18.

- Tüzel, Y., Öztekin, G.B., Duyar, H., Eşiyok, D., Gürbüz Kılıç, Ö., Anaç, D., & Kayıkçıoğlu, H.H. (2011). Organik salata-marul yetiştiriciliğinde agryl örtü ve bazı gübrelerin verim, kalite, yaprak besin madde içeriği ve toprak verimliliği özelliklerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 17, 190-203. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001171
- Uğur, A., Bozokalfa, M.K., & Eşiyok, D. (2004). Farklı hasat dönemleri ve azot uygulamalarının endivde (*Cichorium endivia* L.) verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41 (2), 1-8.
- Uğur, A., Oluklu, Ş., Çağlar, S., & Zambı, O. (2014). Yedikule marulunda yaprak renginin belirlenmesi. *Uluslararası Mezopotamya Tarım Kongresi*, 22-25 Eylül 2014, Özet Kitabı, s. 165, Diyarbakır.
- Yılmaz, E., Özen, N., & Özen, M.Ö. (2017). Farklı topraksız yetiştirme ortamlarında domatesin (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) fide verim ve kalitesindeki değişimin belirlenmesi, *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30 (2), 163-168.
- Young, T.E., Juvik, J.A., & Sullivan, J.G. (1993). Accumulation of the components of total solids in ripening fruits of tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 112, 286-292.
- Zeren, İ., Cantürk, U., & Yaşar, M.O. (2017). Bazı peyzaj bitkilerinde klorofil miktarının değişimi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19 (2): 174-182. <https://doi.org/10.24011/barofd.331346>