

## Kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) yetiştiriciliğinde vermicompost uygulaması\*

### Vermicompost application in red cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) cultivation

Ahmet Şafak MALTAŞ, İsmail Emrah TAVALI, İlker UZ, Mustafa KAPLAN

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 07070 Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): İ. E. Tavalı, e-posta (e-mail): etavali@akdeniz.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 06 Aralık 2016  
Düzeltilme tarihi 20 Mart 2017  
Kabul tarihi 29 Haziran 2017

#### Anahtar Kelimeler:

Organik gübre  
Vermikompost  
Bitki besleme  
Toprak kalitesi  
Kırmızı baş lahana

#### ÖZ

Kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde vermicompostun kullanım olanaklarını belirlemek amacıyla tarla koşullarında yürütülen bu çalışmada uygulama konuları şu şekildedir: U-0 (kontrol), U-1 (0 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K), U-2 (100 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K), U-3 (200 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K), U-4 (400 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K) ve U-5 (800 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K). Hasat ile elde edilen bitki örneklerinde kalite özellikleri (bitki boyu, baş çapı, baş yüksekliği, minimum ve maksimum baş ağırlığı, ortalama baş ağırlığı, SÇKM: Suda çözünebilir kuru madde, pH, Vitamin C ve baş kuru ağırlığı), dekara verim değerleri ve bitkinin mineral beslenme durumu (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre artan dozlarda vermicompost uygulaması kırmızı baş lahananın kalite özellikleri, mineral beslenme durumu ve dekara verim değerlerini pozitif yönde etkilemiştir. Vermikompost uygulamalarına bağlı olarak ortalama baş ağırlığı ile dekara verim arasında ve lahana baş kuru ağırlığı ile Vitamin C değeri ve verim arasında pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Lahana yaprağında özellikle N, P, Fe, Zn, Mn elementlerinin konsantrasyonlarının vermicompost uygulaması ile beslenme açısından yeterli düzeye ulaştığı ve buna bağlı olarak bitki verim (kontrolle oranla % 52.65) ve kalitesinin de arttığı görülmüştür. Gübreleme maliyetleri göz önüne alındığında kimyasal gübrelemeye ek olarak vermicompostun 400 kg da<sup>-1</sup> dozunun kırmızı baş lahana yetiştiriciliği için tavsiye edilebileceği belirlenmiştir.

#### ARTICLE INFO

Received 06 December 2016  
Received in revised form 20 March 2017  
Accepted 29 June 2017

#### Keywords:

Organic fertilizer  
Vermicompost  
Plant nutrition  
Soil quality  
Red cabbage

#### ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of vermicompost application in red cabbage cultivation under the field conditions. The treatments included in the study were: U-0 (control), U-1 (0 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K), U-2 (100 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K), U-3 (200 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K), U-4 (400 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K) and U-5 (800 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K). Quality parameters (plant height, head diameter, head height, minimum and maximum head weight, average head weight, dry head weight, water-soluble dry matter, pH, and vitamin C), yield, and plant nutritional status (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, and Cu) were determined in plant samples collected at the end of the growth period. The results indicate that quality parameters, mineral nutrient status and yield were positively affected by vermicompost applied in increasing doses. In addition, positive correlations between average head weight and yield and between vitamin C, yield and dry head weight were observed. Vermicompost applications appeared to be effective in achieving sufficient levels in foliar N, P, Fe, Zn, and Mn contents and yield was found to be 52.65% higher than the control. Based on these results and economic factors, it was concluded that, in addition to mineral fertilizers, application of vermicompost in the rate of 400 kg da<sup>-1</sup> may be recommended for red cabbage cultivation.

\*Bu makalede bulunan verilerin bir kısmı 12-15 Eylül 2017 tarihinde düzenlenecek olan 5. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi'nde "Bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde vermicompost uygulaması" başlığı ile Özet/Poster olarak sunulmak üzere teklif edilmiştir.

## 1. Giriş

Kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*), mineraller ve vitaminler açısından oldukça zengin bir soğuk iklim sebzesidir. Yapraklarında bol miktarda askorbik

asit (Vitamin C), beta-karoten ve kalsiyum barındırır. Turşuluk ve salata olarak sık tüketilen kırmızı baş lahana tüketiciler tarafından oldukça sevilen bir kışlık sebzedir (Saygılı 2005).

Koyu yapraklı olanları daha fazla beta-karoten içerir. Antioksidan ve fotokimyasal özellikleri olan kırmızı baş lahana bitkisi birçok kanser türünün ve kalp hastalığı riskinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Kırmızı baş lahana içinde çok az miktarda yağ ve sodyum da bulunmaktadır (Alibas 2009). Kırmızı baş lahana oldukça zengin besin içeriği ile insanların günlük besin ihtiyacını karşılayabilecek nitelikte olan önemli bir sebzedir (Gündoğdu 2005).

Kırmızı baş lahana organik gübrelemeye hassas bir sebzedir (Eta ve Ece 2003). Bu nedenle kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde toprağa organik gübreleme yapmanın verimi yüksek ve kaliteli bitki eldesi açısından en önemli parametrelerden olduğu bilinmektedir (Saygılı 2005). Ayrıca, organik gübrelerin kimyasal gübreler ile beraber kullanımlarının her iki gübrenin bitki yetiştiriciliği kapsamında etkinliklerini artırdığı bölgemizde de yapılan bazı çalışmalarda bildirilmektedir (Kaplan ve ark. 2008; Tavalı ve ark. 2013, Tavalı ve ark. 2014a). Ülkemizde her ne kadar yeterince tanınırlığı ve kullanımı yaygın olmasa da solucanlar tarafından üretilen organik bir gübre olan vermikompost dünya genelinde birçok ülkede kullanılmaktadır. Bu gübrenin en önemli etkisinin toprak biyolojik özellikleri üzerine olduğu bilinmektedir. Gübre içerisinde yer alan yararlı mikroorganizmalar (özellikle bakteriler) yetiştirilen bitkinin kök bölgesine yerleşerek buradan kökün etkileşim halinde bulunduğu rizosfere çeşitli antibiyotik, enzim (üreez, fosfataz,  $\beta$ -glikosidaz vb.) ve bitki gelişim düzenleyiciler (oksin, sitokinin, giberellik asit vb.) salgılamaktadırlar. Bu salgılar, hem bitkinin toprak kökenli patojenlerden (*fusarium* spp, *verticilium* spp. vb.) korunmasını hem de toprakta yaraysız konumdaki organik bağlı besin elementlerinden (azot, fosfor, karbon vb.) faydalanmasını ve de bitkinin kök, sürgün geliştirmesi ile meyve tutumuna yardımcı olmaktadır (Arancon ve ark. 2003; Jat ve Ahlawat 2006; Sharma ve Banik 2014; Uz ve ark. 2016; Yılmaz ve ark. 2016). Ayrıca, vermikompostun içerisindeki mineraller bitkinin kolay alabileceği formda ve kullanılabilir halde bulunduğundan bitki hızlı bir gelişim gösterebilmektedir. Nitekim, vermikompostun bu yolla birçok bitkinin kalite ve verimini artırdığı bildirilmiştir (Alam ve ark. 2007; Ali ve ark. 2007; Singh ve ark. 2008; Rangarajan ve ark. 2008; Pant ve ark. 2011; Doan 2014).

Bu çalışmanın amacı, kırmızı baş lahana üretiminde vermikompost uygulamasının bitkinin kalite parametreleri, dekara verimi ve mineral beslenme durumu üzerine etkisini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde (36°53'56.19''K, 30°38'16.12''D) açık tarla koşullarında yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü alanda 2010-2011 yılları bazı iklim özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çalışmanın ana konusunu oluşturan vermikompost gübreleme materyali olarak kullanılarak kırmızı baş lahana yetiştiriciliği yapılmıştır. Vermikompost, ticari faaliyet gösteren bir gübre işletmesinden temin edilmiştir. Çalışmada, vermikompost toprağa farklı dozlarda uygulanmıştır. Ayrıca, herhangi bir gübrenin uygulanmadığı kontrol parselleri de oluşturulmuştur. Vermikompostun yanı sıra parsellere amonyum sülfat, triple süper fosfat ve potasyum sülfat gibi kimyasal gübreler sabit oranda uygulanmıştır (Çizelge 2). Opena ve Lo (1981) tarafından yapılan çalışmaya göre kırmızı baş lahana yetiştiriciliği için en uygun saf besin maddesi

Çizelge 1. Deneme alanının 2010-2011 yıllarına ait bazı iklim özellikleri.

Table 1. Climate characteristics of the study area in 2010-2011.

Aylar	Yağış (mm)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Nispi Nem (%)
Ekim (2010)	68.4	25.6	14.9	59.37
Kasım (2010)	121.2	20.1	10.3	58.43
Aralık (2010)	189.3	15.6	7.2	60.58
Ocak (2011)	205.8	14.9	5.8	60.90
Şubat (2011)	154.3	15.2	5.3	62.52

Çizelge 2. Denemede parsellere uygulanan vermikompost (VK) ve NPK dozları.

Table 2. Vermicompost and NPK doses applied in treatments.

Uygulamalar	
U-0	0 kg da <sup>-1</sup> vermikompost + N:P:K (0 kg da <sup>-1</sup> N + 0 kg da <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 0 kg da <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O)
U-1	0 kg da <sup>-1</sup> vermikompost + N:P:K (6 kg da <sup>-1</sup> N + 3 kg da <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 6 kg da <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O)
U-2	100 kg da <sup>-1</sup> vermikompost + N:P:K (6 kg da <sup>-1</sup> N + 3 kg da <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 6 kg da <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O)
U-3	200 kg da <sup>-1</sup> vermikompost + N:P:K (6 kg da <sup>-1</sup> N + 3 kg da <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 6 kg da <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O)
U-4	400 kg da <sup>-1</sup> vermikompost + N:P:K (6 kg da <sup>-1</sup> N + 3 kg da <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 6 kg da <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O)
U-5	800 kg da <sup>-1</sup> vermikompost + N:P:K (6 kg da <sup>-1</sup> N + 3 kg da <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 6 kg da <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O)

miktarları sırasıyla 20 kg da<sup>-1</sup> N, 8 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 22 kg da<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O'dur. Denemede, vermikompostun etkisini daha net görebilmek için kontrol uygulaması dışındaki bütün uygulamalara 6 kg da<sup>-1</sup> N, 3 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 6 kg da<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O olacak şekilde kimyasal gübre ilave edilmiştir. Bu şekilde kimyasal gübre ile kombine edilen vermikompost dozları fide dikiminden yaklaşık 14 gün önce parsellere uygulanmıştır. Bitkilerin gelişim dönemi sonbahara denk geldiği için bitkinin su ihtiyacının bir kısmı yağışlarla karşılanmış, geriye kalan kısmı ise ihtiyaca göre hesaplanarak damla sulama sistemi ile parsellere eşit olarak verilmiştir.

Bitkisel materyal olarak Rondale F1 isimli geçici-salatalık, turşuluk kırmızı baş lahana çeşidi kullanılmıştır. Bitkiler parsellere fide olarak dikildiği için tohumlar, 2:1 torf:perlit karışımı kullanılarak hazırlanan çimlendirme kasalarına 11.09.2010 tarihinde ekilmiş, dikim aşamasına gelen fideler 30.10.2010 tarihinde araziye şaşırtılmıştır. Bu çalışma, 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel olarak yürütülmüştür. Denemede parsel büyüklüğü 2.4 m<sup>2</sup> ve parseldeki bitki sayısı 10 adet olarak belirlenmiştir. Dikim sıra arası mesafe 80 cm ve sıra üzeri mesafe 60 cm olacak şekilde yapılmıştır. Denemeye alınan kırmızı baş lahana çeşidi ile ilgili kültürel işlemler dikimden hasat sonuna kadar düzenli olarak yapılmıştır (Ağaoğlu ve ark. 1995). Olgunlaşan kırmızı baş lahanaların hasadı ise bitkiler yaklaşık 120 günlük olunca yapılmıştır.

Analizlerde ve ölçümlerde kullanılmak üzere parsellerden tesadüfî olarak seçilen 5'er adet kırmızı baş lahana bitkisi kullanılmış ve sonuçlar 5 bitkinin ortalaması olarak verilmiştir. Olgunlaşan bitkiler, Rangarajan ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmaya benzer şekilde lahana kalite göstergeleri olan baş ağırlığı, bitki boyu, baş çapı, baş yüksekliği, minimum ve maksimum baş ağırlığı, baş kuru ağırlığı ve dekar verim

değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, bitki örneklerinde % SÇKM (Suda çözünebilir kuru madde), pH ve Vitamin C (%) değerleri ile besin elementleri (makro ve mikro) analizleri yapılmıştır. Bunun için başları ortadan ikiye ayrılan bitkilerin yarısı alınmış ve bu parçalarının alttan ve üstten uç kısımları uzaklaştırılmıştır. Daha sonra küçük parçalara ayrılarak bir parçalayıcı yardımıyla usaresi elde edilmiştir. Elde edilen bu usareden Pekmezci (1981) tarafından belirtilen yöntemle göre Vitamin C, suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM) ve meyve suyu pH'ları ölçülmüştür.

Toprakta yapılan fiziksel ve kimyasal analizlerden bünye Bouyoucos (1951), toprak reaksiyonu-pH ve toprak elektriksel iletkenliği-EC (1/2.5= toprak/su) Jackson (1967), kireç Çağlar (1949), organik madde Black (1965), toplam azot modifiye Kjeldahl Kacar (1995), yarayıslı fosfor Olsen ve Sommers (1982) ve değişebilir potasyum, kalsiyum, magnezyum ise Kacar (1995)'e, alınabilir demir, çinko, mangan, bakır Lindsay ve Norvell (1978)'e göre belirlenmiştir (Çizelge 3).

Bitki örnekleri (başları) 65 °C'de sabit ağırlığa ulaşıncaya değin kurutulup baş kuru ağırlıkları hesaplandıktan sonra öğütülerek analizlere hazır hale getirilmişlerdir. Analize hazırlanan bitki örneklerinde ve gübreleme materyali olan vermikompostta yapılan analizler ve analiz metotları ise şu şekildedir: Toplam N modifiye Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar ve İnal 2008). Ayrıca, bitkide ve vermikompostta toplam P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu analizleri için örnekler Soltanpour ve Workman (1981) tarafından bildirildiği şekilde asit karışımı (4:1, HNO<sub>3</sub>:HClO<sub>4</sub>) ile yakılarak elde edilen ekstraktlarda ICP-OES cihazında (PE-Optima 7000DV) okunmuştur.

Laboratuvar analizleri ve ölçümler neticesinde elde edilen bulgular SPSS 17.0 paket programında varyans analizi yapılarak LSD testine (p<0.05) göre gruplandırılmış ve ayrıca Duncan çoklu karşılaştırma ve Pearson korelasyon testine tabi tutulmuştur (Yurtsever 1984).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Kırmızı baş lahananın kalite özellikleri ve verimine uygulamaların etkisi

Ölçümler ve hesaplamalar sonrası elde edilen bitki baş ağırlığı, bitki boyu, baş çapı, baş yüksekliği, minimum, maksimum baş ağırlığı ve dekara verim değerleri Çizelge 4'de gösterilmiştir. Gübre uygulamaları ile bitki boyunda istatistiksel olarak önemli değişimler belirlenmiştir (p<0.001). En yüksek bitki boyu U-4 (37.96 cm) ve U-5 (38.40 cm) olarak tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen önemli kalite kriterlerinin başında gelen bitki baş çapı değerleri, uygulamalar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık göstermiştir (p<0.01). U-0 uygulamasına göre diğer tüm uygulamalar lahana baş çapını daha fazla arttırmıştır. Bununla birlikte, baş çapında U-5 uygulamasının en yüksek artışa sebep olduğu (p<0.01) belirlenmiştir. Diğer taraftan, yapılan korelasyon analizi sonucunda baş çapı ile baş yüksekliği (r= 0.375) ve verim (r= 0.673) arasında p<0.01 düzeyinde önemli pozitif ilişki tespit edilmiştir. Denemede uygulamalara göre kırmızı lahana baş yüksekliği ve minimum baş ağırlığı değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4).

İncelenen kalite parametrelerinden bir diğeri olan maksimum baş ağırlığı değerleri uygulamalar arasında istatistiksel açıdan önemli değişim göstermiştir (p<0.001). En düşük

Çizelge 3. Denemede kullanılan toprağın ve vermikompostun özellikleri.

Table 3. Properties of soil and vermicompost used in the study.

Özellik	Toprak	Vermikompost
Bünye	Killi Tın	-
pH (1:2.5) su	7.62	7.80
EC (1:2.5) dS m <sup>-1</sup>	110	1450
Kireç (%)	17.7	-
Organik Madde (%)	2.1	48.95
Toplam N (%)	0.09	1.90
C/N	13.53	14.94
P (%)	0.0013	2.05
K (%)	0.19	2.83
Ca (%)	0.40	1.89
Mg (%)	0.09	0.92
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	2.67	500
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	0.47	100
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	0.25	44
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	1.20	1575

maksimum baş ağırlığı U-0 (1771.51 g) uygulamasında en yüksek ise U-5 (2593.79 g) uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Benzer biçimde, ortalama baş ağırlığı değerleri arasındaki fark da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.001). U-0 (1132.61 g) uygulamasına göre U-4 (1728.55 g) ve U-5 (1761.42 g) uygulamalarında baş ağırlığı sırasıyla % 52.62 ve % 55.52 artmıştır (Çizelge 4).

Kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde en önemli parametre şüphesiz verimdir. Çalışma kapsamında, gübre uygulamalarına bağlı olarak kırmızı baş lahana verimindeki değişim istatistiksel olarak oldukça önemli bulunmuştur (p<0.001). Bitki örneklerinde en yüksek verim değerleri U-4 (3600.57 kg da<sup>-1</sup>) ve U-5 (3669.04 kg da<sup>-1</sup>) uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük verim değeri ise U-0 (2359.23 kg da<sup>-1</sup>) uygulamasında görülmüştür (Çizelge 4). Ayrıca, ortalama baş ağırlığı ile bitki verimi (sırasıyla r= 0.935 ve r= 0.825) arasında önemli pozitif ilişki elde edilmiştir. Sebze halleri ve semt pazarları baz alındığında kırmızı baş lahananın özellikle baş büyüklüğü fazla olan ve daha fazla yer kaplayan çeşitlerinin tüketiciler tarafından daha fazla tercih edildiği görülmektedir (Vural 2000). Nitekim, bu çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde gübre uygulanan tüm parsellerde kırmızı lahanaların baş çaplarının önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, ortalama baş ağırlığındaki artışın U-4 ve U-5 uygulamalarında daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, kimyasal gübreye ek olarak vermikompost uygulaması ile birim alanda daha verimli kırmızı baş lahana yetiştiriciliği yapmak mümkün gözükmemektedir.

Lahana ve diğer sebzelerde verimi tek unsura bağlayarak değerlendirmenin tam anlamıyla açıklayıcı olmadığı bilinmektedir. Bu nedenle verim unsuru kabul edilen tüm faktörlerin etkileri birlikte değerlendirilerek gübre uygulamasının verim üzerine artırıcı veya azaltıcı etkilerinin toplamının birlikte değerlendirilmeleri daha doğru olacaktır. Bu kapsamda kırmızı baş lahana verimini arttırdığı gözlemlenen vermikompostun bu bitkinin verimi üzerine etkisinin belirli bir eşik dozdan sonra (U-4) sabitlendiği ayrıca bu durumun bitki boyu, baş çapı ve maksimum baş ağırlığı gibi verim unsurlarına da benzer etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Benzer bulgular tarafımızdan daha önce yapılan çalışmalarda da (Tavali ve ark. 2014a, 2014b) tespit edilmiş olup kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde ekonomik faktör göz önüne alındığında

kimyasal gübrelemeye ek olarak verimikompostun 400 kg da<sup>-1</sup> (U4) dozunun yeterli olabileceği görülmektedir.

İncelenen kalite parametrelerinden olan SÇKM, vitamin C, baş kuru ağırlığı ve pH değerleri Çizelge 5’de gösterilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere uygulamalar lahananın SÇKM değerleri üzerine istatistiksel anlamda önemli farklılıklar oluşturmamıştır. Gübre uygulamaları neticesinde SÇKM değerlerinin 4.81 ile 5.01 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 5). Vitamin C, insan beslenmesi açısından son derece önemli bir antioksidan olarak yer almaktadır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre gübre uygulamaları sonrası bitki Vitamin C değerlerindeki değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). En yüksek Vitamin C değeri U-3 (71.90 mg 100 ml<sup>-1</sup>) uygulamasında, en düşük Vitamin C değeri ise U-O (59.50 mg 100 ml<sup>-1</sup>) ve U-1 (57.30 mg 100 ml<sup>-1</sup>) uygulamalarında ölçülmüştür (Çizelge 5).

Bitki baş kuru ağırlığındaki değişimin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). En yüksek baş kuru ağırlığı U-4 (86.42 g) ve U-5 (88.07 g) uygulamalarında, en düşük baş kuru ağırlığı ise U-0 (56.63 g) uygulamasında

belirlenmiştir. Gübre uygulamaları pH değerlerinde istatistiki açıdan önemli bir farklılığa sebep olmamıştır. pH değerleri 6.81 ile 7.00 arasında yer almıştır (Çizelge 5). Suda çözünebilir toplam kuru madde ve pH değerlerinde istatistiki açıdan önemli değişim görülmemesi artan verim nedeniyle gerçekleşen seyrelme etkisi ile açıklanabilir. Korelasyon analizi yapıldığında ise kırmızı lahananın baş kuru ağırlığı (r= 0.445) ile Vitamin C değeri (r= 0.458) ve verim (r= 0.352) arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Benzer olarak, bitki kuru maddesindeki artışın Vitamin C gibi antioksidan maddelerin artışını desteklediği kimi araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır (Tosun ve Yüksel 2008; Yılmaz 2010; Gündüz ve Özdemir 2012; Tavalı ve ark. 2014a).

### 3.2. Kırmızı baş lahananın besin elementi konsantrasyonlarına uygulamaların etkisi

Gübre uygulamaları bitkinin makro ve mikro besin elementi konsantrasyonlarına etkisi farklı düzeylerde olmuştur. Kırmızı baş lahananın makro besin elementi konsantrasyonundaki değişiklikler Çizelge 6’de verilmiştir.

**Çizelge 4.** Hasat edilen kırmızı baş lahanalarda baş ağırlığı, bitki boyu, baş çapı, baş yüksekliği, minimum ve maksimum baş ağırlığı ve verim değerleri.

**Table 4.** Head weight, plant height, head diameter and height, maximum and minimum head weight and yield values for harvested red cabbage.

Özellik	Uygulamalar						Önemlilik (P değerleri)
	U-0	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	
Bitki boyu (cm)	23.06c <sup>Z</sup>	29.86b	30.59b	35.89ab	37.96a	38.40a	0.001
Baş çapı (cm)	16.60b	18.07ab	18.10ab	18.58ab	18.10ab	19.88a	0.003
Baş yüksekliği (cm)	12.85 <sup>Y</sup>	13.21	13.18	13.05	12.98	13.15	0.112
Minimum baş ağırlığı (g)	718.09	721.48	719.28	718.16	719.86	720.31	0.098
Maksimum baş ağırlığı (g)	1771.51c	1996.59b	1998.81b	2050.36ab	2427.61a	2593.79a	0.001
Ortalama Baş ağırlığı (g)	1132.61d	1213.22c	1241.18c	1622.48b	1728.55a	1761.42a	0.001
Verim (kg da <sup>-1</sup> )	2359.23d	2527.14c	2585.38c	3379.63b	3600.57a	3669.04a	0.000

<sup>Z</sup>: Satırlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir. <sup>Y</sup>: Önemli değil.

<sup>Z</sup>: Within rows mean values followed by different letters are significantly different at the % 5 level according to Duncan’s multiple range test. <sup>Y</sup>: Not significant.

**Çizelge 5.** Hasat edilen kırmızı baş lahanalarda SÇKM, Vitamin C, baş kuru ağırlığı ve pH değerleri.

**Table 5.** Water-soluble dry matter, vitamin C, dry head weight and pH values in harvested red cabbage.

Özellik	Uygulamalar						Önemlilik (P değerleri)
	U-0	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	
SÇKM (%)	4.81 <sup>Y</sup>	5.01	4.93	4.87	4.91	5.01	0.825
Vitamin C (mg 100 ml <sup>-1</sup> )	59.50d <sup>Z</sup>	57.30d	62.60c	71.90a	67.80ab	69.70ab	0.003
Baş kuru ağırlığı (g)	56.63d	60.66c	62.05c	81.10b	86.42a	88.07a	0.012
pH	6.91	6.81	6.92	7.00	6.81	6.93	0.083

<sup>Z</sup>: Satırlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir. <sup>Y</sup>: Önemli değil.

<sup>Z</sup>: Within rows mean values followed by different letters are significantly different at the % 5 level according to Duncan’s multiple range test. <sup>Y</sup>: Not significant.

**Çizelge 6.** Uygulamaların kırmızı baş lahananın makro besin elementi kapsamı üzerine etkileri (%).

**Table 6.** Effect of treatments on macro nutrient contents of red cabbage (%).

Makro besin elementi	Uygulamalar						Önemlilik (P değerleri)
	U-0	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	
N	2.59c <sup>Z</sup>	2.62c	2.79b	3.45ab	3.57a	3.60a	0.003
P	0.27d	0.33c	0.37c	0.59a	0.56a	0.58a	0.028
K	2.61b	2.61b	2.64b	2.81ab	2.87ab	3.16a	0.005
Ca	1.40c	1.73b	1.78b	1.98ab	2.00ab	2.23a	0.039
Mg	0.29 <sup>Y</sup>	0.30	0.30	0.32	0.31	0.33	0.283

<sup>Z</sup>: Satırlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir. <sup>Y</sup>: Önemli değil.

<sup>Z</sup>: Within rows mean values followed by different letters are significantly different at the % 5 level according to Duncan’s multiple range test. <sup>Y</sup>: Not significant.

Bitkinin toplam azot (N) konsantrasyonu üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). U-0 (% 2.59) ve U-1 (% 2.62) uygulamalarının lahananın N konsantrasyonuna etkilerinin çok düşük olduğu görülmüştür. Bununla birlikte en yüksek N konsantrasyonu U-4 (% 3.57) ve U-5 (% 3.60) uygulamaları ile elde edilmiştir (Çizelge 6). Deneme toprağının toplam azot kapsamının % 0.09 gibi düşük bir değerde olduğundan kontrol (U-0) ve U-1 uygulamalarının kırmızı baş lahananın azot beslenmesi için yeterli olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, denemede kullanılan % 1.90 azot içeriğine sahip vermikompostun üst dozlarının lahananın N konsantrasyonlarındaki artışla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu durum vermikompostun lahanaya yetiştiriciliğinde N beslenmesini desteklediğini ortaya koymaktadır. Nitekim, bu gübrenin kullanıldığı pek çok çalışmada bitkilerin azot konsantrasyonlarının önemli ölçüde artış gösterdiği bildirilmektedir (Kumari ve Ushakumari 2002; Azarmi ve ark. 2008; Yang ve ark. 2008; Gopal ve ark. 2010).

Bitkinin toplam fosfor (P) konsantrasyonu uygulamalardan istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmiştir ( $p<0.05$ ). U-3, U-4 ve U-5 (sırasıyla % 0.59, % 0.56 ve % 0.58) uygulamaları en iyi sonucu vererek aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 6). Toprağa organik madde ilave edildiğinde P mineralizasyonunun arttığı bilinen bir durumdur. Benzer şekilde, yapılan çalışmalar sonucunda vermikompost uygulaması ile toprakta P mineralizasyonunun arttığı belirlenmiştir (Hashemimajd 2004; Arancon ve ark. 2006; Uma ve Malathi 2009). Ayrıca, organik maddenin yüksek kireç içeriği ve pH'ya sahip olan topraklarda P'un yarayışsız hale dönüşmesini engellediği ve böylece bitkilerin P'u daha kolay alabildiği bilinmektedir (Kacar ve Kovancı 1982). Buna paralel olarak çalışmamızda da kırmızı baş lahananın P konsantrasyonunun artması denemede kullanılan vermikompostun P'ca zengin (% 2.05) bir gübre olmasından ve bitki kökü ile mikrobiyal aktiviteyi teşvik etmesine (Azarmi ve ark. 2008) bağlı olarak da toprakta alınabilir P'un miktarını arttırdığından dolayı lahananın P beslenmesini olumlu etkilediği düşünülmektedir.

Bitkinin toplam potasyum (K) konsantrasyonuna gübre uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). En yüksek K konsantrasyonu U-5 (% 3.16) uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 6). Diğer taraftan, en düşük K konsantrasyonu U-0 (% 2.61), U-1 (% 2.61), U-2 (% 2.64) uygulamalarında tespit edilmiş olup diğer uygulamalardan elde edilen sonuçlar bu dört uygulama arasında yer almışlardır. U-1 ve U-2 uygulamaları ile U-0 uygulaması arasında istatistiksel farklılığın bulunmaması deneme toprağındaki değişebilir K kapsamının kırmızı baş lahanaya yetiştiriciliği için yeterli ve kısmen yüksek (% 0.19) olmasından kaynaklanmış olabilir. U-5 uygulamasında ise yüksek düzeyde uygulanan vermikompostun içerdiği K'un (% 2.83) kırmızı baş lahananın K beslenmesini toprak kapsamına ek olarak katkıda bulunduğu varsayılmaktadır. Nitekim, bazı araştırmacılar

tarafından vermikompostun toprağı N ve P'un yanı sıra K'ca da zenginleştiren bir gübre olduğu bildirilmektedir (Preetha ve ark. 2005; Chamani ve ark. 2008; Sinha ve ark. 2010). Ancak, uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli bulunan bu farkların K beslenmesi açısından etkisi düşünüldüğünde tüm uygulamalarda lahana yaprağı K konsantrasyonu sınır değerleri (% 2-4) açısından yeterli gözükmemektedir (Jones ve ark. 1991).

Bitkinin toplam kalsiyum (Ca) konsantrasyonuna uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). En yüksek sonuç U-5 (% 2.23) uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 6). Vermikompostun olumsuz toprak koşullarını iyileştiren bir organik gübre olduğu düşünüldüğünde bitki kök gelişimi üzerine olumlu etkide bulunarak toprakta bulunan Ca'dan kırmızı baş lahananın daha iyi yararlandığı ayrıca vermikompost içindeki Ca miktarının da (% 1.89) bu etkiye katkı sağladığı düşünülebilir. Nitekim, solucan dışkılarıyla (vermikompost) yetiştirilen bitkilerin Ca konsantrasyonlarının artış gösterdiği rapor edilmiştir (Kale 1996). Kırmızı baş lahananın toplam magnezyum (Mg) konsantrasyonuna, uygulamaların istatistiksel önemli etkisi bulunmamıştır (Çizelge 6).

Bitkilerin beslenme durumlarının ortaya konmasında dikkate alınan en önemli parametrelerden biriside yapraktaki bitki besin elementlerinin kritik konsantrasyonlarıdır. Kırmızı baş lahana bitkisi için Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen yapraktaki makro besin elementlerinin konsantrasyonları incelendiğinde özellikle N (% 3.5-4.8 yeterlilik aralığı) ve P (% 0.3-0.65 yeterlilik aralığı) elementlerinin vermikompost uygulaması ile yeterlilik düzeyine ulaştığı belirlenmiştir. N elementi için U-4 ve U-5 düzeyinde vermikompost uygulamalarında kırmızı baş lahananın N konsantrasyonlarının yeterli olduğu diğer uygulamalarda ise N konsantrasyonlarının yetersiz olduğu bulunmuştur. P elementi için ise kontrol dışındaki tüm uygulamalarda bitkideki P konsantrasyonlarını yeterli düzeye taşımıştır.

Kırmızı baş lahananın mikro besin element (Fe, Zn, Mn ve Cu) konsantrasyonları uygulamalardan farklı derecelerde etkilenmişlerdir (Çizelge 7). Kırmızı baş lahananın yaprağındaki Fe, Zn, Mn konsantrasyonları istatistiki açıdan önemli bulunmuş (sırasıyla  $p<0.01$ ,  $p<0.05$  ve  $p<0.05$ ) iken Cu konsantrasyonu değişimi önemsiz bulunmuştur. Bitkinin en yüksek Fe konsantrasyonu U-4 (148.00 mg kg<sup>-1</sup>) ve U-5 (150.51 mg kg<sup>-1</sup>), Zn konsantrasyonu U-2 (56.16 mg kg<sup>-1</sup>) ve Mn konsantrasyonu U-4 (63.11 mg kg<sup>-1</sup>) ve U-5 (65.08 mg kg<sup>-1</sup>) uygulamalarında belirlenmiştir. Özellikle toprakta Fe kapsamının yetersiz olmasına rağmen vermikompostun Fe içeriğinin (1575 mg kg<sup>-1</sup>) yüksek olmasına bağlı olarak bitkinin demir ihtiyacı karşılanmıştır. U-4 uygulamasında yeterli Fe beslenmesi (148.00 mg kg<sup>-1</sup>) gerçekleştiği için U-5 uygulaması ile arasında istatistiki açıdan bir fark oluşmamıştır. Toprakta

Çizelge 7. Uygulamaların kırmızı baş lahananın mikro besin elementi kapsamları üzerine etkileri (mg kg<sup>-1</sup>).

Table 7. Effect of treatments on micro nutrient contents of red cabbage (mg kg<sup>-1</sup>).

Mikro besin elementi	Uygulamalar						Önemlilik (P değerleri)
	U-0	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	
Fe	22.63d <sup>Z</sup>	68.99c	90.89b	90.79b	148.00a	150.51a	0.001
Zn	12.28d	20.81c	56.16a	50.75b	48.26b	48.03b	0.021
Mn	31.20e	36.20d	44.08c	54.15b	63.11a	65.08a	0.044
Cu	9.13 <sup>Y</sup>	8.95	8.96	9.03	9.05	8.98	0.328

<sup>Z</sup>: Satırlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir. <sup>Y</sup>: Önemli değil.

<sup>Z</sup>: Within rows mean values followed by different letters are significantly different at the % 5 level according to Duncan's multiple range test. <sup>Y</sup>: Not significant.

yeterli miktarda Mn olmasına rağmen vermicompostun yüksek düzeyde Mn içermesinden ( $500 \text{ mg kg}^{-1}$ ) dolayı özellikle üst dozlar (U-4, U-5) bitkinin Mn beslenmesinde en iyi sonucu vermiştir. Bitkinin Zn konsantrasyonu değerlendirildiğinde ise U-0 ve U-1 uygulamalarında bitkide Zn beslenmesi yeterli bulunmamış, en uygun vermicompost dozunun U-2 olduğu tespit edilmiştir. U-3, U-4, U-5 uygulamalarında ise vermicompostun içeriğinde bulunan yüksek fosforun toprakta alınabilir Zn miktarını azalttığı belirlenmiştir. Bu sebeplerden dolayı kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde en uygun vermicompost dozunun U-2 dozunun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, vermicompostun toprak pH'sı üzerine olan düşürücü etkisi (Azarmi ve ark. 2008) bitkinin mikro element alınımına katkıda bulunduğu söylenebilir. Nitekim, pH'nın düşmesi ile toprakta alınabilir Fe, Mn ve Zn kapsamının arttığı bilinmektedir (Kacar ve Katkat 2007; Çetin ve Tolay 2009).

Lahana bitkisi için elde ettiğimiz mikro element konsantrasyonları, Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen yapraktaki mikro besin elementlerinin kritik konsantrasyonları ile kıyaslandığında kontrol dışındaki tüm uygulamalarda bitki mikro element (Fe:  $30\text{-}200 \text{ mg kg}^{-1}$ , Zn:  $20\text{-}200 \text{ mg kg}^{-1}$ , Mn:  $25\text{-}200 \text{ mg kg}^{-1}$ ) beslenmesinin yeterli olduğu (Cu hariç) belirlenmiştir.

#### 4. Sonuç

Vermicompost uygulamasının kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde bitki boyu, baş ağırlığı, baş çapı, maksimum baş ağırlığı gibi kalite kriterleri, bitki besin elementi konsantrasyonu (N, P, K, Ca, Fe, Mn, Zn) ve bitki verimini istatistiki açıdan pozitif etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca, Vitamin C ve baş kuru ağırlığı değerlerinin de gübre uygulamaları karşısında istatistiki olarak önemli derecede değişime uğradığı tespit edilmiştir. Vermicompost uygulamalarına bağlı olarak ortalama baş ağırlığı ile dekara verim arasında ve kırmızı lahana baş kuru ağırlığı ile Vitamin C değeri ve verim arasında pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, bitki yaprağında özellikle N, P, Fe, Zn, Mn elementlerinin konsantrasyonlarının vermicompost uygulaması ile beslenme açısından yeterli düzeye ulaştığı görülmüştür.

Kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde vermicompostun kullanım olanaklarının belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre kimyasal gübrelemeye ek olarak vermicompost kullanımı ile kaliteli, verimli ve mineral besinlerce zengin bitkiler yetiştirmek mümkün gözükmektedir. Denemeden elde edilen sonuçlara göre verim ve kalite açısından kıyaslandığında kimyasal gübrelemeye ek olarak  $400$  ve  $800 \text{ kg da}^{-1}$  vermicompost uygulamalarının oldukça etkili oldukları belirlenmiş ancak girdi maliyetleri de dikkate alındığında kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde  $400 \text{ kg da}^{-1}$  vermicompost uygulamasının en uygun doz olduğu çalışmamızda belirlenmiştir. Bununla birlikte, bu gübrenin diğer bitki türlerinde ve farklı yetiştirme koşullarında uzun süreli çalışmalarda göstereceği performansların belirlenmesi ile vermicompostun bitkisel üretimde daha etkin şekilde kullanılması sağlanabilecektir.

#### Kaynaklar

- Ağaoğlu YS, Çelik H, Çelik M, Fidan Y, Gülşen Y, Günay A, Halloran N, Köksal Aİ, Yanmaz R (1995) Genel Bahçe Bitkileri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı Yayın No: 4 Sayfa No: 13 –15, Ankara.
- Alam MN, Jahan MS, Ali MK, Ashraf MA, Islam MK (2007) Effect of vermicompost and chemical fertilizers on growth, yield and yield components of potato in barind soils of Bangladesh. Journal of Application Science Research 3(12): 1879-1888.
- Ali M, Griffiths AJ, Williams KP, Jones DL (2007) Evaluating the growth characteristics of lettuce in vermicompost and green waste compost. European Journal of Soil Biology 43: 316-319.
- Alibas I (2009) Microwave, Vacuum, and Air Drying Characteristics of Collard Leaves. Drying Technology, 27(11): 1266-1273.
- Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P, Metzger JD, Lee S, Welch C (2003) Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. Pedobiologia 47: 731-735.
- Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P (2006) Influences of vermicomposts on field strawberries: Part 2. Effects on soil microbiological and chemical properties. Bioresource Technology 97: 831-840.
- Azarmi R, Giglou MT, Taleshmikail RD (2008) Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicon esculentum*) field. African Journal of Biotechnology 14: 2397-2401.
- Black CA (1965) Methods of Soil Analysis. Part 2, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin, USA, 1372-1376.
- Bouyoucos GJ (1951) A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils. Agronomy Journal, 43: 434-438.
- Chamani E, Joyce DC, Reihanytabar A (2008) Vermicompost effects on the growth and flowering of *Petunia hybrida* 'Dream Neon Rose'. Am-Eurasia. Journal of Agriculture and Environment Science 3: 506-512.
- Çağlar KÖ (1949) Toprak Bilgisi, Ankara Üniv., Ziraat Fak., Yayınları, Sayı:10.
- Çetin Ö, Tolay İ (2009) Fertigasyon (sulama ile birlikte gübreleme) Hasat Yayıncılık 25-28 ISBN 978-975-8377-69-5.
- Doan TT, Bouvier C, Bettarel Y, Bouvier T, Henry-des-Tureaux H, Janeau JL, Lamballe P, Van Nguyen B, Jouquet P (2014) Influence of buffalo manure, compost, vermicompost and biochar amendments on bacterial and viral communities in soil and adjacent aquatic systems. Applied Soil Ecology 73: 78–86.
- Eta Z, Ece A (2003) Bazı beyaz baş lahana (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) çeşitlerinin Tokat yöresine uygun ekim zamanları ve verimliliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Alatarım 2(1): 33-39.
- Gopal M, Gupta A, Planiswami C, Dhanapal R, Thomas GV (2010) Coconut leaf vermiwash: a bio-liquid from coconut leaf vermicompost for improving the crop production capacities of soil. Current Science Vol. 98, No. 9.
- Gündoğdu A (2005) Doğu Karadeniz Bölgesinde Yetişen Karalahanalarda (*Brassica oleracea* var. *acephala*) Bazı Element Tayinleri. Yüksek Lisans Tezi, (yayınlanmamış), Karadeniz Teknik Üniversitesi, s. 165.
- Gündüz K, Özdemir E (2012) Çileklerde meyve kalite özellikleri arasındaki ilişkiler. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2(1): 9-14.
- Hashemimajd K, Kalbasi M, Golchin A, Shariatmadari H (2004) Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. Journal of Plant Nutrition 27: 1107-1123.
- Jackson ML (1967) Soil Chemical Analysis, Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Jat RS, Ahlawat IPS (2006) Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize. Journal of Sustainable Agriculture 28: 41-54.
- Jones JB, Wolf JrB, Mills HA (1991) Plant analysis handbook. Micro-Macro Publishing, Inc. Georgia 30607, USA.

- Kacar B, Kovancı İ (1982) Bitki, toprak ve gübrelere kimyasal fosfor analizleri ve sonuçlarının değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 354, İzmir.
- Kacar B (1995) Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, III. Toprak Analizleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3.
- Kacar B, Katkat V (2007) Gübrelere ve Gübreleme Tekniği 486-501.
- Kacar B, İnal A (2008) Bitki analizleri. Nobel Yayınları No: 1241, Ankara.
- Kale DR (1996) Earthworms. The significant contributors to organic farming and sustainable agriculture. Proceedings of the National Seminar on Organic Farming and Sustainable Agriculture. UAS, Bangalore, India, 9-11 October, 1996, pp. 5-57.
- Kaplan M, Sönmez S, Polat E, Demir H (2008) Effects of organic and mineral fertilizers on yield and nutritional status of lettuce. *Asian Journal of Chemistry* 20: 1915-1926.
- Kumari MSS, Ushakumari K (2002) Effect of vermicompost enriched with rock phosphate on the yield and uptake of nutrients in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Journal of Tropical Agriculture* 40: 27-30.
- Lindsay WL, Norvell WA (1978) Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal* 42(3): 421-428.
- Olsen SR, Sommers EL (1982) Phosphorus soluble in sodium bicarbonate, methods of soils analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, Edit: A. L. Page, R. H. Miller, D. R. Keeney, 404-430.
- Opena RT, Lo SH (1981) Cultivar Practices for Chinese Cabbage At AVRDC. *International Cooperator's Guide* pp. 81-105.
- Pant A, Radovich TJK, Hue NV, Arancon NQ (2011) Effects of vermicompost tea (Aqueous Extract) on Pak choi yield, quality, and on soil biological properties. *Compost Science & Utilization* 19(4): 279-292.
- Pekmezci M (1981) Kütdiken limonunun muhafazası üzerinde araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No.158, Bilimsel araştırma ve inceleme tezleri, 49, s. 70.
- Preetha D, Sushama PK, Marykutty KC (2005) Vermicompost+inorganic fertilizers promote yield and nutrient uptake of amaranth (*Amaranthus tricolor* L.). *Journal of Tropical Agriculture* 43: 87-89.
- Rangarajan A, Leonard B, Jack A (2008) Cabbage transplant production using organic media on farm. In: Proceedings of National Seminar on Sustainable Environment. N. Sukumaran (Ed). Bharathiar University, Coimbatore, pp. 45-53.
- Saygılı S (2005) Beyaz ve kırmızı baş lahanaya yetiştiriciliği. T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü Yayınları No: S/18 s. 6.
- Sharma RC, Banik P (2014) Vermicompost and fertilizer application: Effect on productivity and profitability of baby corn (*Zea Mays* L.) and soil health. *Compost Science & Utilization* 22: 83-92.
- Singh R, Sharma RR, Kumar S, Gupta RK, Patil RT (2008) Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of stawberry (*Fragaria x ananassa* Duch). *Bioresource Technology* 99: 8507-8511.
- Sinha J, Biswas CK, Ghosh A, Saha A (2010) Efficacy of vermicompost against fertilizers on *cicer* and *pisum* and on population diversity of N<sub>2</sub> fixing bacteria. *Journal of Environmental Biology* 31: 287-292.
- Soltanpour PN, Workman SM (1981) Use of inductively-coupled plasma spectroscopy for the simultaneous determination of macro and micro nutrients in NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>-DTPA extracts of soils. In Barnes R.M. (ed). *Developments in Atomic Plasma Analysis*, pp. 673-680, USA.
- Tavali İE, Maltaş AŞ, Uz İ, Kaplan M (2013) Karnabaharın (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine vermikompostun etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 26(2): 115-120.
- Tavali İE, Maltaş AŞ, 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 İE, 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.
- Tosun İ, Yüksel S (2008) Üzümsü meyvelerin antioksidan kapasitesi. *Gıda Mühendisliği Dergisi* 24(7): 40-46.
- Uma B, Malathi M (2009) Vermicompost as a soil supplement to improve growth and yield of *Amaranthus* species. *Research Journal of Agriculture and Biological Science* 5: 1054-1060.
- Uz İ, Sonmez S, Tavali İE, Cıtak S, Uras DS, Cıtak S (2016) Effect of vermicompost on chemical and biological properties of an alkaline soil with high lime content during celery (*Apium graveolens* L. var. *dulce* Mill.) production. *Not Bot Horti Agrobo*, 44(1): 280-290.
- Vural H, Eşiyok D, Duman İ (2000) Kültür sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. Bornova, İzmir.
- Yang L, Li T, Li F, Lemcoff JH, Cohen S (2008) Fertilization regulates soil enzymatic activity and fertility dynamics in a cucumber field. *Scientia Horticulturae* 116: 21-26.
- Yılmaz İ (2010) Antioksidan içeren bazı gıdalar ve oksidatif stres. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 17(2): 143-153.
- Yılmaz E, Özen N, Özen MÖ (2016) Determination of changes in yield and quality of tomato seedlings (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) in different growing media. 2nd International Conference On Science, Ecology and Technology (ICONSETE).
- Yurtsever N (1984) Deneysel İstatistik metotlar. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56, Ankara.