

Karnabaharın (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine vermicompostun etkisi

The effect of vermicompost on yield, quality and nutritional status of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*)

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

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

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

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 2 Nisan 2013
Düzeltilme tarihi 1 Temmuz 2013
Kabul tarihi 10 Temmuz 2013

Anahtar Kelimeler:

Vermikompost
Karnabahar
Verim
Kalite
Mineral beslenme

ÖZ

Bu çalışma ile açık tarla koşullarında karnabahar yetiştiriciliğinde vermicompostun kullanım olanakları belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmada gübreleme materyali olarak vermicompostun yanı sıra kimyasal gübreler de kullanılmış olup uygulama konuları şu şekildedir: K-0 (kontrol), VK-0 (0 kg da⁻¹vermicompost + N:P:K), VK-1 (100 kg da⁻¹vermicompost + N:P:K), VK-2 (200 kg da⁻¹vermicompost + N:P:K), VK-4 (400 kg da⁻¹vermicompost + N:P:K) ve VK-8 (800 kg da⁻¹vermicompost + N:P:K). Çalışma sonunda alınan bitki örneklerinde kalite özellikleri (bitki boyu, taç çapı, taç yüksekliği, minimum ve maksimum taç ağırlığı, ortalama taç ağırlığı, SÇKM: Suda çözünebilir kuru madde, pH ve Vitamin C), dekara verim değerleri ve bitkinin mineral beslenme durumu (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre vermicompost karnabaharın kalite özelliklerini, mineral beslenme durumunu ve dekara verim değerlerini kontrole göre istatistiksel düzeyde olumlu yönde etkilemiştir. Ancak, en yüksek vermicompost dozunda (VK-8) karnabaharın veriminde azalma gözlemlenmiştir. Ayrıca, taç çapı ile karnabahar verimi arasında pozitif ilişki belirlenmiş iken taç çapı ile azot (N), potasyum (K) ve demir (Fe) değerleri arasında negatif ilişki tespit edilmiştir. Bununla birlikte, karnabahar yetiştiriciliğinde kimyasal gübrelemeye (6 kg da⁻¹ N, 3 kg da⁻¹ P₂O₅, 6 kg da⁻¹ K₂O) ek olarak vermicompostun 200 ila 400 kg da⁻¹ dozlarında uygulanmasının uygun olabileceği düşünülmektedir.

ARTICLE INFO

Received 23 April 2013
Received in revised form 1 July 2013
Accepted 10 July 2013

Keywords:

Vermikompost
Cauliflower
Yield
Quality
Nutritional status

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the possibility of vermicompost utilization in cauliflower cultivation. Along with vermicompost, chemical fertilizers were also used. The treatments used in the study are as follows: K-0 (control), VK-0 (0 kg da⁻¹vermicompost + N:P:K), VK-1 (100 kg da⁻¹vermicompost + N:P:K), VK-2 (200 kg da⁻¹vermicompost + N:P:K), VK-4 (400 kg da⁻¹vermicompost + N:P:K), and VK-8 (800 kg da⁻¹vermicompost + N:P:K). At the end of the cultivation period, plant samples were analyzed for quality parameters (plant height, curd diameter, curd height, minimum and maximum curd weight, average curd weight, water soluble dry matter, pH, and vitamin C), yield, and concentration of plant mineral nutrients (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu). According to the data obtained, vermicompost improved quality parameters, nutritional status and yield compared to the control treatment in statistically significant level. However, the highest vermicompost dose (VK-8) appeared to reduce the yield. While a positive correlation between curd diameter and yield of cauliflower is determined, a negative correlation between curd diameter and nitrogen (N), potassium (K), iron (Fe) values is found. Based on these findings, it is thought that, in addition to chemical fertilizers (6 kg da⁻¹ N, 3 kg da⁻¹ P₂O₅, 6 kg da⁻¹ K₂O), application of vermicompost in 200-400 kg da⁻¹ doses might be adequate in cauliflower cultivation

1. Giriş

Ülkemizde sonbahar ve kış döneminde yetiştiriciliği yapılmakta ve sebze olarak tüketilmekte olan karnabahar lahana grubu sebzeleri arasında yer almaktadır. Soğuk bölgelerimizde karnabaharın sebze olarak değerlendirilen kısımları zarar

gördüğü için üretimi yapılmamaktadır (Günay 1984). Karnabaharın sebze olarak değerlendirilen kısımlarına baş, taç, çiçek ve çiçek salkımı gibi isimler verilmektedir (Sadık 1962). Bunlardan taç terimi karnabahar için en uygun ifade şeklindedir.

Karnabaharlarda taç büyüklüğü ekim-dikim zamanı, dikim sıklığı ve çeşit özelliğine bağlı olarak değişir. Ekim ve dikimin erken veya geç yapılması, bitkiler arası mesafenin azalması karnabaharların taç büyüklüğünü etkilemektedir (Eşiyok ve Eser 1990; Eser ve ark. 1992). Karnabaharın taç genişliği 10-25 cm, ağırlığı ise 0.250-5 kg arasında değişmektedir (Eşiyok ve Eser 1990). Tacın rengi beyaz, kirli beyaz ve sarı tonlardadır. Hasat edilmeyen ve güneş ışınlarına maruz kalan taçlar da renk sarıya dönüşür. Sarıya dönüşmüş taçların pazar değeri azalır. Karnabaharda tacın büyüklüğü, ağırlığı ve kalitesi üzerine çeşitler yanında iklim ve yetiştirme koşullarının da etkisi büyüktür (Eşiyok ve Eser 1990; Martinez-Blanco ve ark. 2010; Abul-Fadl 2012).

Tıpkı lahanalar grubu sebzelerde olduğu gibi karnabahar da organik gübrelerden oldukça hoşlanmaktadır (Vural ve ark. 2000). Ayrıca, organik ve kimyasal gübrelerin birlikte çok daha başarılı olarak sebze yetiştiriciliğinde kullanılabilirliğine ilişkin bulgular bölgemizde de bildirilmiştir (Kaplan ve ark. 2008). Son yıllarda dünya tarımsal üretiminde ismi sıkça duyulan ve kimyasal gübrelerle uygulanabilir olan organik gübrelerden birisi de vermikomposttur. Solucanların organik atıkları metabolize ederken zenginleştirilmesi sonucu ortaya çıkan vermikompostun toprağa uygulanması ile toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iyileştirilebildiği ve bu sayede kaliteli ve verimi yüksek bitkiler yetiştirilebildiği rapor edilmektedir (Arancon ve ark. 2003; Jat ve Ahlawat 2006; Alam ve ark. 2007; Ali ve ark. 2007; Singh ve ark. 2008; Rangarajan ve ark. 2008). Bununla birlikte, vermikompostun ülkemiz şartlarında tarımsal üretimde kullanılabilirliği hakkında bilimsel çalışma azlığı dikkati çekmektedir.

Açık tarla koşullarında yürütülen bu çalışma ile karnabahar üretiminde kimyasal gübrelemeye ek olarak artan dozlarda vermikompost uygulamaları sonucu bitki kalite özellikleri (bitki boyu, taç çapı, taç yüksekliği, minimum ve maksimum taç ağırlığı, ortalama taç ağırlığı, SÇKM: Suda çözünebilir kuru madde, pH ve Vitamin C) dekara verim değeri ve mineral beslenme durumu (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu) tespit edilerek bu gübrenin karnabahar yetiştiriciliğinde kullanım olanakları belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde (36°53'56.19''K, 30°38'16.12''D) 120 gün süre ile açık tarla koşullarında yürütülmüştür. Denemede organik bir gübre olan vermikompost kullanılarak karnabahar yetiştiriciliği yapılmıştır. Çalışmada, vermikompostun değişik dozları denenmiş ve bu amaçla kontrol (gübreleme yapılmamış) uygulaması dışında diğer uygulamalara temel gübreleme olarak amonyum sülfat, triple süper fosfat ve potasyum nitrat gübreleri olacak şekilde sabit oranda uygulanmıştır. Araştırmada vermikompostun farklı dozlarına bağlı olarak oluşturulan uygulamalar Çizelge 1'de verilmiştir.

Eser ve ark. (1987) tarafından yapılan çalışmaya göre karnabahar yetiştiriciliği için en uygun gübre miktarı sırasıyla 20 kg N da⁻¹, 10 kg P₂O₅ da⁻¹ ve 20 kg K₂O da⁻¹'dir. Denemede, vermikompostun etkisini daha net görebilmek için karnabahar için tavsiye edilen saf besin maddesi miktarlarının bir kısmı (yaklaşık 1/3'ü) toprağa verilmiştir. Deneme toprağının analiz sonuçlarına göre (Çizelge 2) bitkilerin gerekli gübre ihtiyacını karşılamak amacıyla kontrol uygulaması dışındaki bütün uygulamalara 6 kg da⁻¹ N, 3 kg da⁻¹ P₂O₅ ve 6 kg da⁻¹ K₂O olacak şekilde kimyasal gübre ve artan oranlarda vermikompost

fide dikiminden önce parsellere dağıtılarak karıştırılmıştır. Sonbahar döneminde açık tarla koşullarında yetiştiricilik yapıldığından bitkilerin su gereksiniminin bir kısmı yağışlarla geriye kalan kısmı ise damla sulama sistemi ile sulama yapılarak karşılanmaya çalışılmıştır.

Çizelge 1. Denemede parsellere uygulanan vermikompost (VK) ve NPK dozları.

Table 1. Vermicompost and NPK doses applied in treatments.

Uygulamalar	
K-0	0 kg da ⁻¹ vermikompost + N:P:K (0 kg da ⁻¹ N+0 kg da ⁻¹ P ₂ O ₅ +0 kg da ⁻¹ K ₂ O)
VK-0	0 kg da ⁻¹ vermikompost + N:P:K (6 kg da ⁻¹ N + 3 kg da ⁻¹ P ₂ O ₅ + 6 kg da ⁻¹ K ₂ O)
VK-1	100 kg da ⁻¹ vermikompost + N:P:K (6 kg da ⁻¹ N + 3 kg da ⁻¹ P ₂ O ₅ + 6 kg da ⁻¹ K ₂ O)
VK-2	200 kg da ⁻¹ vermikompost + N:P:K (6 kg da ⁻¹ N + 3 kg da ⁻¹ P ₂ O ₅ + 6 kg da ⁻¹ K ₂ O)
VK-4	400 kg da ⁻¹ vermikompost + N:P:K (6 kg da ⁻¹ N + 3 kg da ⁻¹ P ₂ O ₅ + 6 kg da ⁻¹ K ₂ O)
VK-8	800 kg da ⁻¹ vermikompost + N:P:K (6 kg da ⁻¹ N + 3 kg da ⁻¹ P ₂ O ₅ + 6 kg da ⁻¹ K ₂ O)

Çizelge 2. Denemede kullanılan toprağın ve vermikompostun özellikleri.

Table 2. Soil and vermikompost features in treatment.

Özellik	Toprak	Vermikompost
Bünye	Killi Tın	-
pH (1:2.5)	7.62	7.80
EC (1:2.5) µS/cm	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 ⁻¹)	2.67	500
Zn (mg kg ⁻¹)	0.47	100
Cu (mg kg ⁻¹)	0.25	44
Fe (mg kg ⁻¹)	1.20	1575

Bitkisel materyal olarak Barcelona F1 (*Brassicaoleracea* var. *botrytis*) erkenci karnabahar çeşidi kullanılmış, bu amaçla denemenin başında tohumlar, 2:1 torf:perlit karışımı kullanılarak hazırlanan çimlendirme kasalarına ekilmiş (11.09.2010 tarihinde), dikim aşamasına gelen fideler 50 günlükken (30.10.2010 tarihinde) araziye şaşırtılmıştır. Araştırma, 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel olarak yürütülmüştür. Denemede parsel büyüklüğü 2.4 m² ve parseldeki bitki sayısı 6 adet olarak belirlenmiştir. Dikim sıra arası mesafe 70 cm ve sıra üzeri mesafe 50 cm olacak şekilde yapılmıştır. Denemeye alınan karnabahar çeşidi ile ilgili kültürel işlemler dikimden hasat sonuna kadar düzenli olarak yapılmıştır (Vural ve ark. 2000). Olgunlaşan karnabaharların hasadı ise bitkiler 150 günlükken (09.02.2011 tarihinde) yapılmıştır.

Çalışmamızda tüm ölçüm işlemlerinde ve analizlerde parsellerden tesadüf olarak seçilen Barcelona F1 çeşidine ait 3'er adet karnabahar bitkisi kullanılmıştır. Deneme süresi sonunda karnabahar kalite göstergeleri olan bitki boyu, taç çapı, taç yüksekliği, minimum ve maksimum taç ağırlığı, ortalama taç ağırlığı ve dekar verim değerleri belirlenmiştir (Rather ve ark. 1999). Ayrıca, karnabahar çeşidinde % SÇKM (Suda çözünebilir kuru madde), pH ve Vitamin C (%) değerleri ile

mineral besin elementleri (makro ve mikro) tespit edilmiştir. Vitamin C belirlenmesinde kullanılmak amacıyla taçları ortadan ikiye ayrılan karnabaharların 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 1 ml alınmış ve daha önce hazırlanan boya çözeltisi kullanılarak, harcanan boya çözeltisi uygulamalara göre belirlenmiştir. Her örnek için iki kez ölçüm yapılmış, daha sonra elde edilen bu değerler yardımıyla mg 100 ml⁻¹ usare olarak Vitamin C miktarı hesaplanmıştır (Pekmezci 1981). Karnabahar taçlarından elde edilen usaredeki suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM), ATAGO N1 (Brix 0-32%) marka el refraktometresi yardımıyla ölçülmüştür. Her örnek için üç ölçüm yapılarak karnabahar usaresindeki % SÇKM miktarı hesaplanmıştır. Yine aynı usarede bir pH metre yardımıyla karnabahar tacından elde edilen usarelerin pH'ları ölçülmüştür. Her tekrardan elde edilen usarede yapılan ölçümlerin ortalaması alınarak, uygulamalara göre ortalama pH değerleri hesaplanmıştır (Pekmezci 1981).

Bitki analizleri için ise karnabahar taçları 65°C'de sabit ağırlığa ulaşmaya değin kurutulup öğütülmüştür. Öğütülen örneklerde toplam N modifiye Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar ve İnal 2008). Ayrıca, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu analizleri için bitki örnekleri Soltanpour ve Workman (1981) tarafından bildirildiği şekilde yaş yakılıp (4:1:HNO₃:HClO₄) ICP-OES cihazında (PE-Optima 7000DV) okunmuştur.

Çalışmadan 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. Artan dozlarda uygulanan vermikompostun karnabaharın kalite özellikleri ve verimi üzerine etkisi

Hasat edilen karnabaharlarda önemli kalite özellikleri olan bitki boyu, taç çapı, taç yüksekliği, minimum, maksimum taç ağırlığı, ortalama taç ağırlığı ve dekar verim değerleri Çizelge 3'de gösterilmiştir. Denemeye alınan karnabahar çeşidinde hasat edilen bitkilerin boyu 19.11 ile 19.21 cm aralığında değişim göstermiş olup istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 3).

Önemli kalite kriterlerinin başında gelen taç çapı değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Elde edilen sonuçlara göre en yüksek taç çapı değeri (20.64 cm) VK-8

uygulamasında en düşük taç çapı değeri ise (19.77 cm) VK-2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3). Bununla birlikte, yapılan korelasyon analizi sonucunda taç çapı ile taç yüksekliği (r=0.532), ortalama taç ağırlığı (r=0.600) ve verim (r=0.680) arasında p<0.01 düzeyinde önemli pozitif ilişki tespit edilmiştir. Denemede gübre uygulamalarına bağlı olarak karnabaharın taç yüksekliği değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Taç yüksekliği değerleri incelendiğinde, en yüksek taç yüksekliği (13.66 cm) VK-2 uygulamasında ve en düşük taç yüksekliği ise (13.11 cm) K-0 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 3).

Denemede minimum taç ağırlığı değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.001). Elde edilen sonuçlara göre en düşük minimum taç ağırlığı (727.56 g) değeri VK-0 uygulamasında, en yüksek taç ağırlığı ise VK-4 uygulamasında 888.66 g ve VK-2 uygulamasında ise 871.97 g olarak belirlenmiş, diğer uygulamalar bu iki grup arasında yer almıştır (Çizelge 3). Hasat edilen taçların maksimum taç ağırlığı değerleri istatistiksel farklılık göstermiştir (p<0.001). Değerlere bakıldığında tüm çeşitlerin 1.9 kg üzerinde maksimum taç ağırlığına sahip oldukları görülmektedir. En düşük maksimum taç ağırlığı (1953.32 g) K-0 uygulamasında en yüksek taç ağırlığı (3057.74 g ve 2967.82 g) ise sırasıyla VK-4 ve VK-8 uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 3). Yürütülen denemede pazarlanabilir ortalama taç ağırlığı değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.001). VK-0 (1472.88 g) uygulamasına göre VK-4 (2035.85 g) uygulamasında ortalama taç ağırlığı % 38 artmıştır (Çizelge 3).

Ülkemiz karnabahar üretimi son yıllarda özellikle taç büyüklüğü fazla olmayan ve daha az yer kaplayan çeşitlere doğru yönelim göstermektedir (Eşiyok ve ark. 2003). Bu nedenle karnabaharda taç çapının düşük olmasının yanı sıra taç yüksekliğinin fazla olması birim alandan daha fazla ve daha kaliteli karnabaharın hasat edileceğinin göstergesi olarak kabul edilmektedir. Nitekim bizim çalışmamızda VK uygulamalarından elde edilen sonuçlar incelendiğinde özellikle VK-4 ve VK-2 uygulamaları ile yetiştirilen karnabaharların taç çaplarının daha düşük taç yüksekliklerinin ise daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu sayede birim alandan daha fazla, daha kaliteli ve ideal taç ağırlığına sahip karnabaharlar hasat etmek mümkün olabilmektedir.

Denemede uygulamalar arasındaki verim farkları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.001). Denemede kullanılan 6 gübre dozu içerisinde en yüksek verim değeri 4438.11 kg da⁻¹ ile VK-4 uygulamasından elde edilmiştir. En düşük verim değeri 2872.39 kg da⁻¹ ise K-0 uygulamasında görülmüştür

Çizelge 3. Hasat edilen karnabaharlarda bitki boyu, taç çapı, taç yüksekliği, minimum ve maksimum taç ağırlığı, ortalama taç ağırlığı ve dekar verim değerleri.

Table 3. Plant height, curd diameter and height, maximum and minimum curd weight, average curd weight and yield values for harvested cauliflower.

Özellik	Uygulamalar						Önemlilik (P değerleri)
	K-0	VK-0	VK-1	VK-2	VK-4	VK-8	
Bitki boyu (cm)	19.15 ^y	19.14	19.11	19.18	19.21	19.16	0.900
Taç çapı (cm)	20.44ab ^z	20.17bc	20.46ab	19.77d	20.06cd	20.64a	0.001
Taç yüksekliği (cm)	13.11c	13.32bc	13.31bc	13.66a	13.47ab	13.31bc	0.002
Minimum taç ağırlığı (g)	843.07b	727.56d	824.09b	871.97a	888.66a	765.12c	0.000
Maksimum taç ağırlığı (g)	1953.32d	2178.40c	2232.17c	2739.41b	3057.74a	2967.82a	0.000
Ortalama taç ağırlığı (g)	1472.88c	1453.87c	1535.52c	1862.45b	2035.85a	1833.96b	0.000
Verim (kg da ⁻¹)	2872.39f	3220.18e	3415.75d	4146.19c	4438.11a	4318.29b	0.000

^y: Satırlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

^z: Within rows mean followed by different letters are significantly different at the % 5 level according to Duncan's multiple range test.

^y: Önemli değil.

^y: Not significant.

(Çizelge 3). Vermikompostun toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemesinden dolayı bu gübrenin kullanımı ile yetiştirilen bitkilerde verim ve kalite artışları elde edilmektedir. Arancon ve ark. (2003) yaptıkları tarla denemesi sonucunda vermikompostun domates ve biberde sürgün uzunluğu ve yaprak alanını, çilekte ise meyve pazar değerini önemli oranda arttırdığını saptamışlardır. Alam ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada ise vermikompost ve kimyasal gübreler beraber kullanılmış ve bu uygulama ile patates veriminin önemli ölçüde arttığı, en yüksek verim artışının 500-1000 kg da⁻¹ vermikompost ve tavsiye edilen dozda kimyasal gübre uygulaması ile elde edildiği görülmüştür.

Hasat edilen karnabaharlarda diğer kalite özelliklerinden olan SÇKM, Vitamin C ve pH değerleri Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü üzere uygulamalar karnabaharın SÇKM değerleri üzerine istatistiksel anlamda önemli farklılıklar oluşturmamıştır. Gübre uygulamaları neticesinde SÇKM değerleri % 3.91 ile 4.17 arasında belirlenmiştir (Çizelge 4).

İnsan beslenmesi açısından önemli parametrelerin başında gelen Vitamin C değerleri de istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, uygulamalar karşısında bu değerler 40.78 ile 41.48 mg 100 ml⁻¹ arasında belirlenmiştir (Çizelge 4).

Karnabahar taçlarının suyunun sıkılması ile elde edilen usaresinde pH değerleri okunmuştur. Elde edilen okumalara göre gübre uygulamaları pH değerlerinde istatistiki açıdan önemli bir farklılığa sebep olmamıştır. pH değerleri 6.88 ile 7.08 arasında yer almıştır (Çizelge 4).

Daha önce de bahsedildiği üzere gübre uygulamaları karşısında SÇKM, Vitamin C ve pH değerlerindeki değişimler istatistiki açıdan önemsiz olarak tespit edilmiştir. Bu özelliklerde değişim görülmemesi artan verim nedeniyle gerçekleşen seyrelme etkisi ile açıklanabilir.

3.2. Artan dozlarda uygulanan vermikompostunkarnabaharın makro ve mikro besin elementi konsantrasyonlarına etkisi

Uygulamalar bitkinin makro ve mikro besin elementi konsantrasyonlarına farklı düzeylerde etki göstermiştir. Uygulamaların, karnabahar bitkisinin makro besin elementi konsantrasyonuna etkileri Çizelge 5'de verilmiştir.

Bitkinin toplam N konsantrasyonu üzerine artan dozlarda vermikompost uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). En yüksek N konsantrasyonu VK-4 (% 3.25) uygulaması ve VK-2 (% 3.19) uygulamalarında elde edilmiştir (Çizelge 5). Bununla birlikte sırasıyla VK-8 (% 3.02) ve VK-1 (% 3.00) uygulamalarının da karnabaharın N konsantrasyonunu önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir. Denemede kullanılan VK'un %1.90 oranında N içermesi (Çizelge 2) karnabaharın N konsantrasyonlarında artış göstermesine neden olduğu görülmektedir. Bu durum VK'un karnabahar yetiştiriciliğinde N beslenmesini desteklediğini ortaya koymaktadır. Nitekim, VK'un kullanıldığı çalışmalarda

birçok bitkinin N konsantrasyonunun önemli ölçüde artış gösterdiği bildirilmektedir (Kumari ve Ushakumari 2002; Azarmi ve ark. 2008; Yang ve ark. 2008; Gopal ve ark. 2010).

Bitkinin toplam P konsantrasyonu uygulamalardan istatistiksel olarak önemli düzeyde (p<0.001) etkilenmiştir (Çizelge 5). VK-4 ve VK-2 (% 0.17) uygulamaları en iyi sonucu vererek aynı grupta yer almışlardır. Karnabaharın P konsantrasyonlarında artışların meydana gelmesi denemede kullanılan VK'un (%2.05) P'ca zengin bir gübre olduğunu ve bu gübrenin karnabaharın P beslenmesini temin edebildiğini göstermiştir. Benzer şekilde, VK'un kullanıldığı çalışmalarda bitkilerin P konsantrasyonlarının önemli artışlar gösterdiği bildirilmektedir (Hashemimajd 2004; Arancon ve ark. 2006; Uma ve Malathi 2009).

Bitkinin toplam K konsantrasyonuna uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli (p<0.001) bulunmuştur (Çizelge 5). Öyle ki, en yüksek K konsantrasyonu VK-4 (% 2.33) ve VK-2 (% 2.52) uygulamalarında belirlenmiştir. Diğer taraftan, en düşük K konsantrasyonu K-0 (% 2.01) uygulamasında tespit edilmiş olup diğer uygulamalardan elde edilen sonuçlar bu üç uygulama arasında yer almışlardır. Karnabaharın K konsantrasyonlarında artışlar meydana gelmesinde denemede kullanılan VK'un K miktarının (%2.83) etkin olduğu düşünülmektedir. Bu durum, VK'un bitki beslenmesi açısından iyi bir K kaynağı olduğunu bildiren çalışmalarla uyum içerisindedir (Preetha ve ark. 2005; Chamani ve ark. 2008; Sinha ve ark. 2010).

Bitkinin toplam Ca konsantrasyonuna uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli (p<0.01) bulunmuştur (Çizelge 5). En yüksek Ca konsantrasyonu VK-2 (% 0.71), VK-4 (% 0.66) ve VK-8 (% 0.65) uygulamalarında belirlenmiş olup bu üç uygulamada da aynı grupta yer almışlardır. VK uygulamalarının bitkinin Ca konsantrasyonuna etkisi kontrole göre daha yüksek olmuştur. Öte yandan, karnabaharın toplam magnezyum (Mg) konsantrasyonu incelendiğinde, uygulamaların etkisi önemli (p<0.05) olmakla birlikte genellikle birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 5). Karnabaharın Mg konsantrasyonuna VK-8 (% 0.30) uygulamasının etkisi diğer uygulamalara göre daha yüksek olmuştur. Bununla birlikte, VK-2 (% 0.26) ve VK-4 (% 0.25) uygulamaları da aynı grupta yer alarak VK-8 uygulamasına çok yakın sonuç vermektedirler (Çizelge 5). Denemede kullanılan VK'un Ca ve Mg içeriğinin (sırasıyla %1.89 ve %0.92) karnabaharın bu iki mineral madde beslenmesine katkıda bulunduğu görülmektedir. Nitekim, Barley (1961) ve Kale (1996) VK kullanılarak yetiştirilen bitkilerin Ca ve Mg elementleri yönünden beslenme bozukluğu göstermediklerini bildirmişlerdir.

Karnabaharın toplam mikro besin element (Fe, Zn, Mn ve Cu) konsantrasyonları uygulamalardan farklı derecelerde etkilenmişlerdir (Çizelge 6). Sadece Fe konsantrasyonu istatistiksel olarak önemli derecede (p<0.001) etkilenirken, çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) konsantrasyonları uygulamalardan etkilenmemiştir. Bitkinin en yüksek Fe

Çizelge 4. Hasat edilen karnabaharlarda SÇKM, Vitamin C ve pH değerleri.

Table 4. Water-soluble dry matter, vitamin C and pH values.

Özellik	Uygulamalar						Önemlilik (P değerleri)
	K-0	VK-0	VK-1	VK-2	VK-4	VK-8	
SÇKM (%)	3.91 ^z	3.92	3.92	4.10	4.15	4.17	0.825
Vitamin C (mg 100 ml ⁻¹)	40.82	41.48	41.05	40.89	40.78	40.81	0.289
pH	6.88	6.91	6.88	7.01	7.06	7.08	0.173

^z: Önemli değil.

^z: Not significant.

Çizelge 5. Karnabaharın makro besin elementi içeriklerine uygulamaların etkisi (%).**Table 5.** Effect of treatments on macro nutrient content of cauliflower (%).

Makro besin elementi	Uygulamalar						Önemlilik (P değerleri)
	K-0	VK-0	VK-1	VK-2	VK-4	VK-8	
N	2.76b ^z	2.78b	3.00ab	3.19a	3.25a	3.02ab	0.023
P	0.11b	0.13b	0.16b	0.17a	0.17a	0.16b	0.000
K	2.01c	2.20b	2.25b	2.52a	2.53a	2.28b	0.000
Ca	0.51b	0.53b	0.56b	0.71a	0.66a	0.65a	0.006
Mg	0.21b	0.21b	0.24b	0.26ab	0.25ab	0.30a	0.019

^z: Satırlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

^z: Within rows means followed by different letters are significantly different at the % 5 level according to Duncan's multiple range tests.

Çizelge 6. Karnabaharın mikro besin elementi içeriklerine uygulamaların etkisi (mg kg⁻¹).**Table 6.** Effect of treatments on micro nutrient content of cauliflower (mg kg⁻¹).

Mikro besin elementi	Uygulamalar						Önemlilik (P değerleri)
	K-0	VK-0	VK-1	VK-2	VK-4	VK-8	
Fe	130.32c ^z	139.14c	159.20c	296.13a	298.60a	212.28b	0.000
Zn	21.81 ^y	22.10	22.00	25.16	28.13	27.56	0.753
Mn	63.71	61.30	61.82	61.95	64.13	65.21	0.147
Cu	8.12	8.13	8.16	8.15	8.51	8.48	0.257

^z: Satırlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

^z: Within rows mean followed by different letters are significantly different at the % 5 level according to Duncan's multiple range test.

^y: Önemli değil.

konsantrasyonu 298.60 mg kg⁻¹ ve 296.13 mg kg⁻¹ ile sırasıyla VK-4 ve VK-2 uygulamalarında belirlenmiştir. Karnabaharın Fe konsantrasyonlarında artışların meydana gelmesi denemede kullanılan VK'un iyi bir Fe kaynağı (1575 mg kg⁻¹) olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Buna paralel olarak VK'un bitkilerin Fe beslenmesine yardımcı olduğu bildirilmektedir (Hashemimajd 2004).

Yapılan korelasyon analizi sonucunda karnabaharın taç çapı ile N (r=-0.721), P (r=-0.803), K (r=-0.798) ve Fe (r=-0.812) arasında p<0.01 düzeyinde önemli bir negatif ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bitkiler gelişim gösterdikçe açığa çıkabilen durumlardan bir tanesi de besin elementlerinin seyrelme etkisidir (Kacar ve Kovancı 1982). Bununla birlikte, bizim çalışmamızda bu durumla karşılaşmamış olmasında VK'un karnabaharın taç çapını büyütücü etkisinin olmaması sebebiyle besin elementlerinin seyrelme etkisi göstermediği düşünülmektedir. Nitekim en düşük taç çapı değerlerinin görüldüğü VK-2 ve VK-4 uygulamalarının kontrole oranla önemli derecede daha yüksek N, P, K ve Fe içermesi bu durumu desteklemektedir. Diğer taraftan, uygulamaların karnabaharın Zn, Mn ve Cu konsantrasyonlarına etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 6). Karnabaharın Zn kapsamı 21.11-28.13 mg kg⁻¹ arasında, Mn kapsamı 61.30-65.21 mg kg⁻¹ arasında ve Cu kapsamı ise 8.12-8.51 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Açık tarla denemesi şeklinde yürütülen bu çalışmada kimyasal gübrelemeye ilave olarak artan VK uygulamalarının karnabahar bitkisinin kalite kriterlerinden taç çapı, taç yüksekliği, minimum, maksimum taç ağırlığı, ortalama taç ağırlığı ve mineral madde kompozisyonu (Zn, Mn, Cu hariç) ile dekara verim değerini istatistiki açıdan önemli farklılıklara yol açtığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, VK'un en yüksek doz uygulamasında (VK-8) verimde azalma ortaya çıkmıştır. Bu sonuca göre VK gübrelemesindeki yüksekliğin karnabahar bitkisinin dengesiz beslenmesine sebep olabileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan, insan beslenmesi yönünden de önemli parametreler olan karnabaharın diğer kalite özellikleri olan SÇKM, Vitamin C ve pH değerlerinin gübre uygulamaları

karşısında önemli denilebilecek bir değişime uğramadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, VK uygulamalarına bağlı olarak karnabaharın taç çapı ile verimi arasında pozitif ilişki belirlenmiş iken bitkinin taç çapı ile N, K ve Fe değerleri arasında negatif ilişki tespit edilmiştir.

Karnabahar yetiştiriciliğinde VK'un kullanım olanaklarının belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçların ışığında bu gübrenin özellikle 200 ila 400 kg da⁻¹ dozunun kaliteli, verimli ve mineral besinlerce zengin bitkiler yetiştirmek için yeterli olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte bu gübrenin daha farklı bitki türlerinde farklı koşullar (toprak, iklim) altında göstereceği tepkilerin belirlenmesi ile ülkemiz tarımsal üretiminde yaygın biçimde kullanılmasının önü açılabilir.

Teşekkür

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı Kampüs Eğitim ve Araştırma Çiftliği'ne ait alanda yürütülmüştür. Katkılarından dolayı Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı'na teşekkür ederiz.

Acknowledgment

This study was conducted in the Training and Research Farm of the Faculty of Agriculture at Akdeniz University. We thank Dean's Office of the Faculty of Agriculture for its assistance.

Kaynaklar

- Abul-Fadl MM (2012) Nutritional and chemical evaluation of white cauliflower by-products flour and the effects of its addition on beef sausage quality. Journal of Applied Sciences Research 8: 693-704.
- 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 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.

- 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.
- Barley KP (1961) Plant nutrition levels of vermicast. *Advances in Agronomy*. 13: 251.
- 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
- Eser B, Eşiyok D, Çolakoğlu H, Duman İ (1987) Erkenci karnabaharlarda (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* cv. "briooesenia") gelişme ürün oluşumu ve besin maddeleri alınımı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 24: 1-14.
- Eser B, Vural H, Yoltaş T, Eşiyok D (1992) Brio karnabahar çeşidinde tünel altında yapılacak tohum üretiminde optimal bitki sıklığının belirlenmesi. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 13-16 Ekim 1992, İzmir. Cilt II. s. 121-124.
- Eşiyok D, Bozokalfa MK, Turhan K (2003) Tatlı mısır üretimi ve beslenme açısından önemi. *GIDA* 2003/7: 89-91.
- Eşiyok D, Eser B (1990) Ege bölgesi koşullarında yeni karnabahar çeşitlerinin bitki ve verim özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 27: 111-118.
- 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* 98: 1202-1210.
- Günay A (1984) Özel Sebze Yetiştiriciliği. Cilt II. Çağ Matbaası, Ankara.
- Hashemimajid 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.
- 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.
- Kacar B, Kovancı İ (1982) Bitki, toprak ve gübrelerde kimyasal fosfor analizleri ve sonuçlarının değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* No: 354, İzmir
- Kacar B, İnal A (2008) Bitki analizleri. Nobel Yayınları No: 1241, Ankara
- Kale DR (1996) Earth worms. 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.
- Martinez-Blanco J, Anton A, Rieradevall J, Castellari M, Munoz P (2010) Comparing nutritional value and yield as functional units in the environmental assessment of horticultural production with organic mineral fertilization. *International Journal of Life Cycle Assessment* 16: 12-26.
- Pekmezci M (1981) Kütdiken limonunun muhafazası üzerinde araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No.158, Bilimsel Araştırma ve İnceleme Tezleri 49, Adana.
- 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.
- Rather K, Schenk MK, Eveaarts AD, Vethman S (1999) Response of yield and quality of cauliflower varieties (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) to nitrogen supply. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 74: 658-664.
- Sadık S (1962) Morphology of the Curd of Cauliflower. *American Journal of Botany* 49: 290-297.
- Singh R, Sharma RR, Kumar S, Gupta RK, Patil RT (2008) Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*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 N₂ 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 micronutrients in NH₄HCO₃-DTPA extracts of soils. In Barnes RM (Ed), *Developments in Atomic Plasma Spectrochemical Analysis*, pp. 673-680.
- 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.
- 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.
- Yurtsever N (1984) Deneysel İstatistik metotlar. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56, Ankara.