



## Vermikompostun beyaz baş lahananın (*Brassica oleracea* var. *Alba*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine etkisi

### The effect of vermicompost on yield, quality and nutritional status of white cabbage (*Brassica oleracea* var. *Alba*)

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): İ. E. Tavalı e-posta (e-mail): etavali@akdeniz.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 10 Şubat 2014  
Düzeltilme tarihi 05 Mayıs 2014  
Kabul tarihi 28 Mayıs 2014

#### Anahtar Kelimeler:

Vermikompost  
Beyaz baş lahanaya  
Verim  
Kalite  
Mineral beslenme

#### ÖZ

Açık tarla koşullarında yürütülen bu çalışma ile beyaz baş lahanaya yetiştiriciliğinde vermicompostun kullanım olanakları belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmada gübreleme materyali olarak vermicompostun yanı sıra kimyasal gübreler de kullanılmış olup uygulama konuları şu şekildedir: D-0 (kontrol), D-1 (0 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K), D-2 (100 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K), D-3 (200 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K), D-4 (400 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K) ve D-5 (800 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K). Çalışma sonunda alınan 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 beyaz baş lahananın kalite özellikleri, mineral beslenme durumu ve dekara verim değerlerini kontrole göre istatistiksel açıdan olumlu etkilemiştir. Ayrıca, lahanaya baş kuru ağırlığı ile vitamin C değeri arasında ve lahanaya baş çapı ile yaprakların N, K konsantrasyonları arasında önemli pozitif ilişki tespit edilmiştir. Lahanaya yaprağında özellikle N ve Mg elementlerinin konsantrasyonlarının vermicompost uygulaması ile beslenme açısından yeterli düzeye ulaştığı görülmüştür. Verim kontrole oranla %43.75 artmış ve ekonomik faktör göz önüne alındığında uygulanan kimyasal gübrelemeye ek olarak vermicompostun 400 kg da<sup>-1</sup> dozunun beyaz baş lahanaya yetiştiriciliği için uygun olduğu belirlenmiştir.

#### ARTICLE INFO

Received 10 February 2014  
Received in revised form 05 May 2014  
Accepted 28 May 2014

#### Keywords:

Vermicompost  
White cabbage  
Yield  
Quality  
Mineral nutrition

#### ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the possibility of vermicompost utilization in white cabbage 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<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K), VK-1 (100 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K), VK-2 (200 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K), VK-4 (400 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K), and VK-8 (800 kg da<sup>-1</sup> vermicompost + N:P:K). At the end of the cultivation period, plant samples were analyzed for quality parameters (plant height, head diameter, head height, minimum and maximum head weight, average head weight, water soluble dry matter, pH, and vitamin C), yield, and plant nutritional status (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu). According to the results, application of vermicompost in increasing doses significantly positively affected the quality parameters, mineral nutritional status and yield compared to the control treatment. It was also determined that there is a significant positive relation between dry weight of cabbage head and vitamin C, and between head diameter of cabbage and foliar N and K contents. It was observed that especially foliar N and Mg contents reached sufficient levels with vermicompost applications. Yield has increased by %43.75 and, when economic factors are taken into consideration, in addition to chemical fertilization, application of vermicompost in the rate of 400 kg da<sup>-1</sup> is thought to be adequate in white cabbage cultivation.

## 1. Giriş

Ülkemizde sonbahar ve kış döneminde yetiştiriciliği yapılan ve sebze olarak tüketilen beyaz baş lahanaya *Brassica oleracea*

familyasında yer almaktadır. Bu lahanaya türünün sebze olarak değerlendirilen kısmı beyaz renkli başıdır. Beyaz baş sarmalık,

turşuluk ve salata olarak sıkça tüketilmektedir (Saygılı 2005). Beyaz lahanaya yetiştiriciliğinde baş büyüklüğü ekim-dikim zamanı, dikim sıklığı ve çeşit özelliğine bağlı olarak değişir. Ekim ve dikimin erken veya geç yapılması, bitkiler arası mesafenin azalması beyaz lahananın baş büyüklüğünü etkilemektedir (Ağaoğlu ve ark. 1995). Beyaz lahananın baş genişliği 15-60 cm, ağırlığı ise 0.350-7 kg arasında değişmektedir (Balçın ve ark. 1996). Başın rengi beyaz ve yeşil tonlardadır. Hasat edilmeyen ve güneş ışınlarına maruz kalan başlarda renk yeşile dönüşür. Yeşile dönüşmüş ve küçük kalmış başların pazar değeri azalır. Beyaz lahanada başın büyüklüğü, ağırlığı ve kalitesi üzerine çeşit özelliklerinin yanında iklim (özellikle sıcaklık) ve yetiştirme koşullarının da (sulama ve gübreleme) etkisi büyüktür (Ağaoğlu ve ark. 1995; Saygılı 2005).

Tüm lahanaya grubu sebzelerde olduğu gibi beyaz lahanaya da organik gübrelerden oldukça hoşlanmaktadır (Eta ve Ece 2003). Ayrıca, organik ve kimyasal gübrelerin birlikte çok daha başarılı olarak sebze yetiştiriciliğinde kullanılabileceğine ilişkin bulgular Antalya İli merkezi ve çevresini kapsayan bölgemizde de bildirilmiştir (Kaplan ve ark. 2008; Tavali ve ark. 2013). Dünya genelinde bitkisel üretimde yoğun bir biçimde kullanımı olan organik gübrelerden birisi de vermikomposttur. Solucanlı kompostlama ile elde edilen bu gübrenin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine olumlu katkıların olduğu, ayrıca vermikompostun birçok bitkinin kalite ve verimini artırdığı bildirilmiştir (Arancon ve ark. 2003; Jat ve Ahlawat 2006; Alam ve ark. 2007; Ali ve ark. 2007; Singh ve ark. 2008; Rangarajan ve ark. 2008).

Bu çalışma ile beyaz lahanaya üretiminde vermikompost uygulamaları sonucu bitki kalite özellikleri (baş ağırlığı, bitki boyu, baş çapı, baş yüksekliği, minimum ve maksimum baş ağırlığı, baş kuru ağırlığı, SÇKM: Suda çözünebilir kuru madde, pH ve Vitamin C) dekara verim değerleri ve mineral beslenme durumu (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu) tespit edilerek bu gübrenin beyaz baş lahanaya yetiştiriciliğinde kullanım olanakları belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

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. Denemenin yürütüldüğü alanda 2010-2011 yılları bazı iklim özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Denemede organik bir gübre olan vermikompost kullanılarak beyaz baş lahanaya yetiştiriciliği yapılmaya çalışılmıştır. 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 sülfat gübreleri sabit oranda uygulanmıştır. Araştırmada vermikompostun farklı dozlarına bağlı olarak oluşturulan uygulamalar Çizelge 2'de verilmiştir. Opena ve Lo (1981) tarafından yapılan çalışmaya göre beyaz baş lahanaya yetiştiriciliği için en uygun saf besin maddesi miktarları sırasıyla 24 kg da<sup>-1</sup> N, 9 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 26 kg da<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O'dur. Denemede, vermikompostun etkisini daha net görebilmek için gübre ve toprağın analiz sonuçları (Çizelge 3) dikkate alınarak beyaz baş lahanaya için tavsiye edilen saf besin maddesi miktarlarının bir kısmı toprağa verilmiştir. Bitkilerin gerekli gübre ihtiyacını karşılamak amacıyla 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 ve artan oranlarda

vermikompost dozları 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.** Denemenin yürütüldüğü alanda 2010-2011 yılları bazı iklim özellikleri.

**Table 1.** Climate characteristics on experiment region in 2010-2011 years.

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
D-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)
D-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)
D-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)
D-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)
D-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)
D-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)

**Çizelge 3.** Denemede kullanılan toprağın ve vermikompostun özellikleri.

**Table 3.** Soil and vermicompost 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 <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

Bitkisel materyal olarak Fieldrocket F1 (*Brassica oleracea* var. Alba) geçici-sarmalık beyaz baş lahanaya çeşidi kullanılmış, bu amaçla denemenin başında 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. Araştırma, 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 beyaz baş lahanaya çeşidi ile ilgili kültürel işlemler dikimden hasat sonuna kadar düzenli olarak yapılmıştır (Ağaoğlu ve ark. 1995). Olgunlaşan beyaz baş lahanaların hasadı ise 12.02.2011 tarihinde yapılmıştır.

Çalışmada tüm ölçüm işlemlerinde ve analizlerde parsellerden tesadüfi olarak seçilen Fieldrocket F1 çeşidine ait 5'er adet beyaz baş lahanaya bitkisi kullanılmıştır. Sonuçlar 3 bitkinin ortalaması olarak verilmiştir. Deneme süresi sonunda lahanaya kalite göstergeleri olan baş ağırlığı, bitki boyu, baş çapı,

baş yüksekliği, minimum ve maksimum baş ağırlığı, baş kuru ağırlığı ve dekar verim değerleri belirlenmiştir (Rangarajan ve ark. 2008). Ayrıca, beyaz baş lahanada % SÇKM (Suda çözünebilir kuru madde), pH ve vitamin C (%) değerleri ile mineral besin elementleri (makro ve mikro) tespit edilmiştir. Bu amaçla başları ortadan ikiye ayrılan lahanaların 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 usare olarak vitamin C miktarı hesaplanmıştır. Beyaz lahanada başlarından elde edilen usareden suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM), ATAGO N1 (Brix 0-32%) marka el refraktometresi yardımıyla ölçülmüştür. Her örnek için üç ölçüm yapılarak lahanada usaresindeki % SÇKM miktarı hesaplanmıştır. Yine aynı usarede bir pH metre yardımıyla lahanada başından 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 lahanada başları 65 °C'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulup baş kuru ağırlıkları hesaplandıktan sonra 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, HNO<sub>3</sub>:HClO<sub>4</sub>) 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. Beyaz Baş Lahananın Kalite Özellikleri ve Verimine Uygulamaların Etkisi

Hasat edilen lahanalarda önemli kalite özellikleri olan baş ağırlığı, bitki boyu, baş çapı, baş yüksekliği, minimum, maksimum baş ağırlığı ve dekara verim değerleri Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü üzere denemede kullanılan beyaz lahanada başları ortadan ikiye ayrılan lahanaların 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 usare olarak vitamin C miktarı hesaplanmıştır. Beyaz lahanada başlarından elde edilen usareden suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM), ATAGO N1 (Brix 0-32%) marka el refraktometresi yardımıyla ölçülmüştür. Her örnek için üç ölçüm yapılarak lahanada usaresindeki % SÇKM miktarı hesaplanmıştır. Yine aynı usarede bir pH metre yardımıyla lahanada başından elde edilen usarelerin pH'ları ölçülmüştür. Her tekrardan elde edilen usarede yapılan ölçümlerin ortalaması alınarak, uygulamalara göre ortalama pH değerleri hesaplanmıştır (Pekmezci 1981).

Lahana tarımında önemli kalite kriterlerinin başında gelen baş çapı değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Elde edilen sonuçlara göre D-0 uygulamasına göre diğer tüm uygulamalar lahanada baş çapını daha fazla arttırmıştır. Bununla birlikte, baş çapında artışa neden olan uygulamalar arasında istatistiksel açıdan benzerlik söz konusudur. Diğer taraftan, yapılan korelasyon analizi sonucunda baş çapı ile baş yüksekliği (r=0.481) ve verim (r=0.588) arasında p<0.01 düzeyinde önemli pozitif ilişki tespit edilmiştir. Denemede uygulamalara göre lahanada baş yüksekliği değerleri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4).

Denemede gübre uygulamalarına bağlı olarak minimum baş ağırlığı değerlerindeki değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.001). Elde edilen sonuçlara göre en düşük minimum baş ağırlığı değeri D-0 (821.12 g) uygulamasında, en

yüksek ise D-3 (990.19 g) ve D-4 (1005.88 g) uygulamalarında belirlenmiş, diğer uygulamalar bu iki grup arasında yer almıştır (Çizelge 4). Hasat edilen lahanalarda maksimum baş ağırlığı değerleri istatistiksel farklılık göstermiştir (p<0.001). Değerlere bakıldığında tüm çeşitlerin 2000 g üzerinde maksimum baş ağırlığına sahip oldukları görülmektedir. En düşük maksimum baş ağırlığı D-0 (2071.54 g) uygulamasında en yüksek ise D-5 (2893.82 g) uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Yürütülen denemede pazarlanabilir baş ağırlığı değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.001). D-0 (1382.65 g) uygulamasına göre D-4 (1987.69 g) ve D-5 (2011.58 g) uygulamalarında baş ağırlığı sırasıyla %43.76 ve %45.48 artmıştır (Çizelge 4).

Denemede gübre uygulamalarına bağlı olarak lahanada verimindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.001). Parsellere uygulanan 6 gübre dozu içerisinde en yüksek verim değerleri D-4 (4140.36 kg da<sup>-1</sup>) ve D-5 (4190.12 kg da<sup>-1</sup>) uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük verim değeri ise D-0 (2880.06 kg da<sup>-1</sup>) uygulamasında görülmüştür (Çizelge 4). Bu bağlamda, ekonomik faktör göz önüne alındığında uygulanan kimyasal gübrelemeye ek olarak vermikompostun 400 kg da<sup>-1</sup> (D4) dozunun yeterli olabileceği görülmektedir.

Ülkemiz beyaz lahanada üretimi son yıllarda özellikle baş büyüklüğü fazla olan ve daha fazla yer kaplayan çeşitlere doğru yönelim göstermektedir (Vural ve ark. 2000). Bu nedenle beyaz lahanada baş çapının geniş olmasının yanı sıra baş ağırlığının fazla olması birim alandan daha verimli ve daha kaliteli lahanaların hasat edileceğinin göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu durum göz önünde bulundurularak çalışmamızdan elde edilen sonuçlar incelendiğinde gübre uygulanan tüm parsellerde beyaz lahanaların baş çaplarının önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, baş ağırlığındaki artışın D-5 uygulamasında daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ortaya çıkan bu sonuçlar vermikompostlu kimyasal gübre uygulamalarının birim alanda daha verimli lahanada yetiştiriciliği yapılabileceğini düşündürmektedir.

Hasat edilen beyaz baş lahanalarda diğer kalite özelliklerinden 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 4.09 ile 4.17 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 5).

İnsan beslenmesi açısından önemli parametrelerin başında gelen vitamin C değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Elde edilen verilere göre en yüksek vitamin C değeri D-3 (58.50 mg/100 ml) uygulamasında, en düşük vitamin C değeri ise D-0 (52.00 mg/100 ml) uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 5).

Lahananın kuru hale getirilmesi ile ölçülen baş kuru ağırlığındaki değişimin istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). En yüksek baş kuru ağırlığı D-3 (53.32 g) uygulamasında, en düşük baş kuru ağırlığı ise D-0 (51.49 g) ve D-4 (51.63 g) uygulamalarında belirlenmiştir.

Beyaz lahanada başlarının süyünür sıklığı ile elde edilen usaresinde pH değerleri okunmuştur. Elde edilen okumalara göre gübre uygulamaları pH değerlerinde istatistiksel açıdan önemli bir farklılığa sebep olmamıştır. pH değerleri 6.94 ile 7.03 arasında yer almıştır (Çizelge 5).

Daha önce de bahsedildiği üzere gübre uygulamaları karşısında SÇKM ve pH değerlerindeki değişimler istatistiki açıdan önemsiz olarak tespit edilmiştir. Bu özelliklerde değişim görülmemesi artan verim nedeniyle gerçekleşen seyrelme etkisi ile açıklanabilir. Diğer taraftan, yapılan korelasyon analizi sonucunda beyaz lahanaya baş kuru ağırlığı ( $r=0.432$ ) ile vitamin C değeri ( $r=0.411$ ) arasında pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Nitekim, bazı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da bitki kuru maddesindeki artışın vitamin C gibi antioksidan maddelerin artışı desteklediği vurgulanmıştır (Tosun ve Yüksel 2008; Yılmaz 2010; Gündüz ve Özdemir 2012).

### 3.2. Beyaz Baş Lahananın Besin Elementi Konsantrasyonlarına Uygulamaların Etkisi

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

Bitkinin toplam azot (N) konsantrasyonu üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). D-1 (%2.53) ve D-0 (%2.40) uygulamalarının lahananın N konsantrasyonuna etkilerinin çok düşük olduğu görülmüştür. Bununla birlikte en yüksek N konsantrasyonu D-4 (%3.64) ve D-5 (%3.65) uygulamaları ile elde edilmiştir (Çizelge 6). Denemede kullanılan vermikompostun N içeriğinin (%1.90) lahananın N konsantrasyonlarındaki artışla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu durum vermikompostun lahana 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 ( $p<0.01$ ) etkilenmiştir (Çizelge 6). D-4 ve D-5 (sırasıyla %0.49 ve %0.51)

uygulamaları en iyi sonucu vererek aynı grupta yer almışlardır. Toprağa organik madde ilave edildiğinde P mineralizasyonun arttığı bilinen bir durumdur. Benzer şekilde, yapılan çalışmalar sonucunda vermikompost uygulaması ile toprakta P mineralizasyonunun arttığı belirlenmiştir (Hashemimajid 2004; Arancon ve ark. 2006; Uma ve Malathi 2009). Ayrıca, organik maddenin toprakta P'un yarıyımsız hale dönüşmesini engellediği ve böylece bitkilerin P'ü daha kolay alabildiği bilinmektedir (Kacar ve Kovancı 1982). Buna paralel olarak çalışmamızda da lahananın P konsantrasyonlarında artışların meydana gelmesi denemede kullanılan vermikompostun (%2.05) P'ca zengin bir gübre olduğunu ve bu gübrenin lahananın P beslenmesini temin edebildiğini göstermiştir.

Bitkinin toplam potasyum (K) konsantrasyonuna gübre uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 6). En yüksek K konsantrasyonu D-4 (%1.91), D-3 (%1.90) ve D-5 (%1.89) uygulamalarında belirlenmiştir. Diğer taraftan, en düşük K konsantrasyonu D-0 (%1.65) uygulamasında tespit edilmiş olup diğer uygulamalardan elde edilen sonuçlar bu üç uygulama arasında yer almışlardır. Lahananın K konsantrasyonlarında artışlar meydana gelmesinde denemede kullanılan vermikompostun K miktarının (%2.83) etkin olduğu düşünülmektedir. Vermikompostun olumsuz toprak özelliklerini iyileştirici etkisi ile bitkilerin iyi beslenmesini destekleyen bir gübre olduğu literatürde mevcuttur. 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).

Bitkinin toplam kalsiyum (Ca) konsantrasyonuna uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur (Çizelge 6). En yüksek sonuç D-3 (%0.87), D-4 (%0.87) ve D-5 (%0.85) uygulamalarında belirlenmiş olup bu üç uygulama da aynı grupta yer almışlardır. Öte yandan, beyaz baş lahananın toplam magnezyum (Mg) konsantrasyonu incelendiğinde, uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli

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

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

Özellik	Uygulamalar						Önemlilik (P değerleri)
	D-0	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	
Bitki boyu (cm)	19.81 <sup>Y</sup>	19.65	19.55	19.18	19.58	19.83	0.572
Baş çapı (cm)	18.90b	21.10a	21.13a	21.61a	21.14a	21.32a	0.001
Baş yüksekliği (cm)	14.96	15.11	15.13	14.97	15.12	15.13	0.095
Minimum taç ağırlığı (g)	821.12d	848.51d	942.31b	990.19a	1005.88a	883.34c	0.000
Maksimum taç ağırlığı (g)	2071.54d	2296.62c	2857.63b	2350.39c	2859.13b	2893.82a	0.000
Baş ağırlığı (g)	1382.65d <sup>Z</sup>	1463.28c	1545.25c	1872.54b	1987.69a	2011.58a	0.000
Verim (kg da <sup>-1</sup> )	2880.06e	3048.01d	3218.76c	3900.50b	4140.36a	4190.12a	0.000

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

<sup>Y</sup>: Within rows mean followed by different letters are significantly different at the % 5 level according to Duncan's multiple range test.

<sup>X</sup>: Önemli değil.

<sup>V</sup>: Not significant.

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

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

Özellik	Uygulamalar						Önemlilik (P değerleri)
	D-0	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	
SÇKM (%)	4.11	4.09	4.12	4.13	4.11	4.16	0.825
vitamin C (mg/100 ml)	52.00d <sup>Z</sup>	54.00c	55.00bc	58.50a	57.00bc	54.30c	0.002
Baş kuru ağırlığı (g)	51.49c	52.66b	52.16bc	53.32a	51.63c	51.83bc	0.021
pH	6.94 <sup>Y</sup>	7.01	7.03	6.96	7.02	7.01	0.067

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

<sup>Y</sup>: Within rows mean followed by different letters are significantly different at the % 5 level according to Duncan's multiple range test.

<sup>X</sup>: Önemli değil.

<sup>V</sup>: Not significant.

( $p < 0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 6). Lahananın Mg konsantrasyonuna D-4 (%0.48) ve D-5 (%0.50) uygulamalarının etkisi diğer uygulamalara göre daha yüksek olmuştur. Vermikompost solucanlarının hafif alkali koşulları sevdiği bilinmektedir (Barley 1961). Bu koşullarda elde edilen solucan dışkılarıyla yetiştirilen bitkilerin Ca ve Mg konsantrasyonlarının artış gösterdiği rapor edilmiştir (Kale 1996). Paralel olarak, denemede kullanılan vermikompostun Ca ve Mg içeriğinin (sırasıyla %1.89 ve %0.92) lahananın Ca ve Mg konsantrasyonunu arttırdığı görülmüştür.

Bitkilerin beslenme durumlarının ortaya konmasında dikkate alınan en önemli parametrelerden biriside yapraktaki bitki besin elementlerinin kritik konsantrasyonlarıdır. Lahana bitkisi için Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen yapraktaki makro besin elementlerinin konsantrasyonları incelendiğinde özellikle N ve Mg elementlerinin vermikompost uygulaması ile yeterlilik düzeyine ulaştığı belirlenmiştir. Özellikle N elementinin vermikompostun yüksek dozları olan D-4 ve D-5 uygulamalarında yeterli konsantrasyonda olduğu dikkati çekmekte iken Mg elementinin ise düşük dozlardan itibaren (D-2, D-3, D-4, D-5) yeterli konsantrasyona ulaştığı tespit edilmiştir.

Beyaz baş lahananın mikro besin element (Fe, Zn, Mn ve Cu) konsantrasyonları uygulamalardan farklı derecelerde etkilenmişlerdir (Çizelge 7). Sadece Mn konsantrasyonu istatistiksel olarak önemli derecede ( $p < 0.05$ ) etkilenirken Fe, Zn ve Cu konsantrasyonları uygulamalardan etkilenmemiştir. Bitkinin en yüksek Mn konsantrasyonu D-5 (60.08 mg kg<sup>-1</sup>) uygulamasında belirlenmiştir.

Lahana bitkisi için Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen yapraktaki mikro besin elementlerinin kritik konsantrasyonları Fe, Zn, Mn ve Cu elementlerinin kontrol uygulaması dahil tüm gübre uygulamalarında yeterli olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple, vermikompost uygulamasının yapraktaki mikro element konsantrasyonlarında önemli bir artış sağlamadığı görülmüştür.

Yapılan korelasyon analizi sonucunda beyaz lahananın baş çapı ile N ( $r=0.721$ ) ve K ( $r=0.798$ ) arasında  $p < 0.01$  düzeyinde

önemli bir pozitif ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bitkilerin özellikle meyve kısımlarının azot ve potasyum ihtiyaçlarının genellikle yüksek olduğu bilinmektedir (Kacar ve Kovancı 1982). Buna benzer şekilde, çalışmamızda lahana baş çapının artmasına paralel N ve K konsantrasyonunun da artması olağan bir durum olarak gözükmektedir.

#### 4. Sonuç

Açık tarla denemesi şeklinde yürütülen bu çalışmada kimyasal gübrelemeye ilave olarak artan vermikompost uygulamalarının beyaz baş lahananın kalite kriterlerinden baş ağırlığı, baş çapı, baş yüksekliği, minimum, maksimum baş ağırlığı ve mineral madde içerikleri (N, P, K, Ca, Mg ve Mn) ile dekara verim değerini istatistiki açıdan olumlu değişikliklere uğrattığı belirlenmiştir. Diğer taraftan, lahananın diğer kalite özellikleri olan vitamin C ve baş kuru ağırlığı değerlerinin de gübre uygulamaları karşısında istatistiki olarak önemli derecede değişime uğradığı tespit edilmiştir. Ayrıca, vermikompost uygulamalarına bağlı olarak lahana baş kuru ağırlığı ile vitamin C değeri arasında ve lahana baş çapı ile N, K arasında önemli pozitif ilişki tespit edilmiştir. Diğer taraftan, lahana yaprağında özellikle N ve Mg elementlerinin konsantrasyonlarının vermikompost uygulaması ile beslenme açısından yeterli düzeye ulaştığı görülmüştür.

Beyaz baş lahana yetiştiriciliğinde vermikompostun kullanım olanaklarının belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre kimyasal gübrelemeye ek olarak vermikompost kullanımı ile kaliteli, verimli ve mineral besinlerce zengin bitkiler yetiştirmek mümkün görülmektedir. Denemeden elde edilen sonuçlara göre ekonomik faktör göz önünde bulundurulduğunda kimyasal gübrelemeye ek olarak 400 kg da<sup>-1</sup> vermikompost uygulamasının başarılı bir uygulama olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte bu gübrenin daha farklı bitki türlerinde farklı koşullarda (toprak, iklim) uzun süreli çalışmalarda göstereceği tepkilerin belirlenmesi ile ülkemiz tarımsal üretiminde yaygın biçimde kullanılmasının önu açılacaktır.

**Çizelge 6.** Lahananın makro besin elementi konsantrasyonuna uygulamaların etkisi (%).

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

Makro besin elementi	Uygulamalar						Önemlilik (P değerleri)
	D-0	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	
N	2.40e <sup>z</sup>	2.53e	3.21d	3.41c	3.64a	3.65a	0.019
P	0.24d	0.34c	0.38b	0.39b	0.49a	0.51a	0.004
K	1.65c	1.81b	1.88ab	1.90a	1.91a	1.89a	0.001
Ca	0.58c	0.63bc	0.67b	0.87a	0.87a	0.85a	0.036
Mg	0.24d	0.22d	0.37c	0.36c	0.48a	0.50a	0.001

<sup>z</sup>: Satırlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

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

**Çizelge 7.** Lahananın mikro besin elementi konsantrasyonuna uygulamaların etkisi (mg kg<sup>-1</sup>).

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

Mikro besin elementi	Uygulamalar						Önemlilik (P değerleri)
	D-0	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	
Fe	120.12	121.03	119.03	120.21	120.09	121.04	0.581
Zn	62.11	61.10	61.00	63.16	63.13	62.56	0.454
Mn	28.14e <sup>z</sup>	33.05d	41.06c	51.12b	41.11c	60.08a	0.042
Cu	8.10 <sup>y</sup>	7.89	6.99	8.01	8.06	7.05	0.352

<sup>z</sup>: Satırlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

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

<sup>y</sup>: Önemli değil.

<sup>y</sup>: Not significant.

## 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

- 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.
- 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.
- Balçın M, Çelik S, Güleç H (1996) Tokat Kazova'da ikinci ürün lahananın su tüketimi. *Toprak ve Su Kaynaklar Araştırma Yıllığı*. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Daire Başkanlığı Yayın No.: 102 Ankara.
- 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.
- Eta Z, Ece A (2003) Bazı beyaz baş lahanalar (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) çeşitlerinin Tokat yöresine uygun ekim zamanları ve verimliliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Alatırım* 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.
- 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.
- 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 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) 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.
- Opena RT, Lo SH (1981) *Cultivar Practices for Chinese Cabbage At AVRDC. International Cooperator's Guide* pp. 81-105.
- Pekmezci M (1981) Kütüphanesi limonun muhafazası üzerinde araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No.158, Bilimsel araştırma ve inceleme tezleri, 49, 70 s.
- 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 lahanalar yetiştiriciliği. T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü Yayınları No: S/18 6 s.
- 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 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 vermicompostun etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 26(2): 115-120.
- 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.
- 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.

Yurtsever N (1984) Deneysel İstatistik metotlar. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56, Ankara.