

VERMİKOMPOST VE AHIR GÜBRESİ UYGULAMALARININ İSPANAK (*Spinacia oleracea* var. L.) BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE TOPRAK VERİMLİLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Sedat ÇITAK Sahriye SÖNMEZ* Fulya KOÇAK Semih YAŞIN
Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antalya

Özet

Açık tarla koşullarında kış döneminde yürütülen bu çalışmada, farklı dozlarda vermikompost ($VC_1= 100 \text{ kg da}^{-1}$; $VC_2= 200 \text{ kg da}^{-1}$), ahır gübresi ($AG_1=1500 \text{ kg da}^{-1}$ $AG_2=3000 \text{ kg da}^{-1}$) ve hiçbir muamele yapılmayan kontrol uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliğine etkileri araştırılmıştır. Genel olarak bitki gelişimi, verim, mineral madde kapsamı ve toprak verimliliği parametrelerine AG_2 daha etkili olurken, VC'li uygulamalar da kontrole oranla önemli artışlar göstermiştir. Özellikle bitkinin Fe içeriği ile toprağın Ca içeriği üzerine VC_2 uygulaması en iyi sonucu vermiştir. Toprağın pH, EC ve organik madde değerleri tüm uygulamalarda kontrole oranla farklı derecelerde artışlar göstermiş; toprağın N, P, K ve Mg içeriklerine AG'li uygulamaların daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, AG_2 uygulamasının diğer uygulamalara oranla bitki gelişimi, besin elementi kapsamı ve toprak verimliliği bakımından daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ispanak, Bitki gelişimi, Toprak verimliliği, Ahır gübresi, Vermikompost.

EFFECTS OF VERMICOMPOST AND FARMYARD MANURE APPLICATIONS ON SPINACH (*Spinacia oleracea* var. L.) GROWTH AND SOIL FERTILITY

Abstract

This study, which was carried out under open field conditions, investigates the effects of different doses of vermicompost ($VC_1 = 100 \text{ kg da}^{-1}$; $VC_2 = 200 \text{ kg da}^{-1}$), farmyard manure ($FM_1 = 1500 \text{ kg da}^{-1}$; $FM_2 = 3000 \text{ kg da}^{-1}$) and control (without treatment) applications on spinach (*Spinacia oleracea* var. L.) growth and soil fertility in winter season. Generally, plant growth, yield, nutrient contents and soil fertility parameters were higher in FM_2 , whereas VC applications gave the better results

* Sorumlu yazar: ssonmez@akdeniz.edu.tr

compared to the control. Especially, VC₂ application was more effective on plant Fe and soil Ca concentration. Soil pH, EC and organic matter values increased to a different extent in comparison to the control; we determined that FM applications responded well with regard to soil N, P, K and Mg concentrations. In conclusion, FM₂ application was superior to the others in terms of plant growth, nutrient concentrations and soil fertility.

Keywords: Spinach, Plant growth, Soil fertility, Farmyard manure, Vermicompost.

1. GİRİŞ

Tarımsal alanlara baskının giderek artış gösterdiği günümüz koşullarında, bitkisel üretimde yeni yaklaşımlar gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Geleneksel yöntemlerde yoğun şekilde kullanılan tarımsal kimyasalların yol açtığı çevresel sorunlar ve ayrıca beslenme kaynaklı problemler bu gelişmeyi giderek hızlandırmış ve bu nedenle özellikle hayvansal atıklar, kompost vb. materyaller yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Hayvansal atıklar içerisinde ise ahır gübresi üreticiler tarafından uzun yıllardır başarı ile kullanılan bir materyaldir.

Ahır gübresi sadece bitki gelişimi için gerekli bitki besin maddelerini içermeyip (Lampkin, 2002; Watson vd., 2002), toprağın fiziksel ve biyolojik özellikleri üzerine de olumlu yönde etki göstermektedir (Lampkin, 2002; Schoenau, 2006). Ayrıca ahır gübresi uzun vadeli etki gösteren iyi bir besin maddesi kaynağı olup, özellikle organik koşullarda ıspanak yetiştiriciliğinde oldukça etkili olduğu bildirilmektedir (Citak ve Sonmez, 2010). Bununla beraber, ahır gübresinin kalitesi ve içeriği hayvanın cinsi, yaşı, beslenme durumu, yataklık materyali, saklama koşulları ve araziye uygulama şekli olmak üzere pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Lampkin, 2002). Nitekim hayvan beslenmesinde protein içeriği ne kadar yüksek ise, gübrenin azot içeriği de o kadar yüksek olmakta, ayrıca beslenmede yüksek fosfor ve potasyum verilmesi ahır gübresinin bu besinler bakımından daha zengin olmasını sağlamaktadır (Lampkin, 2002; Watson vd., 2002).

Son yıllarda uygulamada popülerite kazanan vermikompost (solucan gübresi), organik materyallerin solucanlar kullanılarak humus benzeri materyallere dönüştürülmesi ile elde edilmektedir (Garg vd., 2010). Vermikompostlama, solucanlar ve mikroorganizmalar arasındaki interaksyon vasıtasıyla organik materyallerin non-thermofilik biyodegradasyonu ve stabilizasyonudur (Arancon vd., 2002) ve böylece ince dokulu, peat benzeri, yüksek gözenekli, havalanma, drenaj, su tutma kapasitesi ve mikrobiyal

aktiviteye sahip bir materyal oluşmaktadır (Ansari, 2008; Garg vd., 2010). Yapılan çalışmalar, vermikompost uygulamasının bitkinin gereksinim duyduğu bitki besin maddelerini elverişli bir biçimde sağladığı ve bu besinlerin bitki tarafından alınımını artırdığını göstermektedir (Peyvast vd., 2007). Kışlık sebzeler arasında tüketiciler tarafından en çok tercih edilen ve yetiştiriciliği yapılan sebzelerin başında ıspanak yer almaktadır. Nitekim Kansal vd. (1981), yaprakları tüketilen sebzeler içerisinde ıspanağın en önemli yeri aldığını ve ayrıca önemli miktarda mineral içerdiğini bildirmişlerdir. Türkiye’de ortalama 24.000 ha alanda 225.746 ton ıspanak üretilmiş, ortalama verim 940 kg da⁻¹ olarak gerçekleşmiştir (Anonymous, 2010).

Bu araştırmada, kış döneminde açık tarla koşullarında ıspanak yetiştiriciliğinde önerilen dozlarda vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının bitki gelişimi, bitki besin maddesi kapsamı ve toprak verimliliği üzerine etkileri araştırılmış ve bu materyallerin kullanım olanakları incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Açık tarla koşullarında, 2009 yılı kış döneminde yürütülen bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği’nde gerçekleştirilmiştir. Daha önce tarımsal faaliyet amacı ile kullanılmamış olan deneme alanına ilişkin toprak analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Deneme alanı toprağı killi tekstüre sahip olup, hafif alkali özellikte, kireçli, tuzsuz ve organik madde içeriği bakımından düşük sınıfa girmektedir. Bununla birlikte toplam N ve alınabilir P içerikleri bakımından sırasıyla orta ve az; ekstrakte edilebilir K ve Ca içerikleri yönünden ise sırasıyla yeterli ve yüksek durumdadır. Mikro besin elementleri açısından incelendiğinde; alınabilir Fe ve Zn içerikleri bakımından az, alınabilir Cu ve Mn içerikleri yönünden ise yeterli bulunmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

| Parametre | Derinlik | | Kaynaklar |
|-----------------------------------|----------|----------------|---------------------------|
| | 0-20 cm | Değerlendirme | |
| pH (1:2.5 t:s) | 7.75 | Hafif alkali | Kellog (1952) |
| EC (1:2.5 t:s) dS m ⁻¹ | 0.09 | Tuzsuz | Sol Survey Staff (1951) |
| Kireç (%) | 5.0 | Kireçli | Evliya (1960) |
| Organik madde (%) | 1.49 | Az | Thun vd. (1955) |
| Tekstür sınıfı | Killi | Ağır tekstürlü | Black (1957) |
| N (mg kg ⁻¹) | 1000 | Orta | Loue (1968) |
| P (mg kg ⁻¹) | 7.80 | Az | Olsen ve Sommers (1982) |
| K (mg kg ⁻¹) | 234 | Yeterli | |
| Ca (mg kg ⁻¹) | 4680 | Yüksek | Pizer (1967) |
| Mg (mg kg ⁻¹) | 129.6 | Az | |
| Fe (mg kg ⁻¹) | 1.30 | Az | |
| Cu (mg kg ⁻¹) | 0.80 | Yeterli | |
| Mn (mg kg ⁻¹) | 3.10 | Yeterli | Lindsay ve Norvell (1978) |
| Zn (mg kg ⁻¹) | 0.76 | Az | |

2.2. Yöntem

2.2.1. Gübreleme materyalleri

Gübreleme materyali olarak özel bir firmadan sağlanan vermikompost (VC) ve Akdeniz Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Merkezi'nden temin edilen ahır gübresi (AG) kullanılmıştır. Kullanılan vermikompostun pH'sı 6.6, EC'si 3.9 dS m⁻¹, organik maddesi % 39 ve C:N oranı 17:1 iken, ahır gübresinin pH'sı 8.9, EC'si 2.6 dS m⁻¹, organik maddesi % 61 ve C:N oranı ise 20:1 olarak belirlenmiştir. VC ve AG'nin diğer kimyasal analiz sonuçları ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Denemede kullanılan organik materyallerin bazı kimyasal özellikleri

| Gübre | % | | | | | mg kg ⁻¹ | | | |
|-------|------|------|------|------|------|---------------------|-------|------|------|
| | N | P | K | Ca | Mg | Fe | Mn | Zn | Cu |
| VC | 1.29 | 0.17 | 0.16 | 0.98 | 0.27 | 2751.0 | 106.6 | 36.6 | 11.2 |
| AG | 1.71 | 0.13 | 0.62 | 2.81 | 0.20 | 5044.0 | 67.8 | 34.7 | 32.4 |

Bu çalışmada; farklı dozlarda VC (VC₁= 100 kg da⁻¹ve VC₂= 200 kg da⁻¹), AG (AG₁= 1500 kg da⁻¹ ve AG₂= 3000 kg da⁻¹) ve kontrol (hiç uygulama yapılmamış) olmak üzere toplam 5 farklı uygulama 4 tekerrürlü olarak açık tarla koşullarında tesadüf blokları deneme düzenine göre denenmiştir.

Uygulama dozlarının belirlenmesinde; ahır gübresi için Vural vd., (2000) tarafından önerilen, vermikompost için ise üretici firma tarafından önerilen dozlar dikkate alınmıştır. Gübreler 26/09/2009 tarihinde parsellere karıştırılmış ve 15 gün süresince inkübasyona bırakılmıştır. Deneme materyali olarak Matador çeşidi ıspanak kullanılmış ve 1.25 m²'lik parsellere her parselde 50 bitki olacak şekilde (25x10 cm) 10/10/2009 tarihinde el ile ekilmiş, sulamalar ise her parsele eşit miktarlarda yapılmıştır. Ekimden yaklaşık 55 gün sonra, 03/12/2009 tarihinde bitkiler hasat edilmiştir.

2.2.2. Analiz yöntemleri

Her uygulamanın her bir tekerrüründen hasat edilen bitki örneklerinden rasgele 15 bitki seçilmiş ve bu bitkilerde yaprak adedi, bitki boyu, yaprak sapı uzunluğu, yaprak sapı kalınlığı, gövde kalınlığı ve verim değerleri belirlenmiştir. Ölçümler elektronik kumpas ve tartımlar ise hassas terazi ile belirlenmiştir. Daha sonra aynı bitki örnekleri kimyasal analizler için yıkanmış ve 65 °C'de sabit ağırlığa ulaşincaya değin kurutulup öğütülmüştür. Öğütülen örneklerde toplam N modifiye Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiş (Kacar ve İnal, 2008); P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu analizleri için bitki örnekleri yaş yakılıp (4:1, HNO₃:HClO₄) ICP-OES cihazında (Soltanpour ve Workman, 1981) okunmuştur.

Toprak örneklerinde ise, her parselden 0-20 cm derinlikten temsili biçimde alınan toprak örnekleri laboratuara getirilmiş ve hava kurusu hale getirildikten sonra 2 mm'lik elekten elenmiştir. Toprak örneklerinin pH'ları Jackson (1967)'a göre 1:2.5 toprak:su karışımında, EC 1:2.5 toprak:su karışımında (Anonymous, 1982), organik madde modifiye Walkey-Black metoduna göre (Black, 1965) belirlenmiştir. Toplam N modifiye Kjeldahl metodu (Black, 1957), alınabilir P Olsen metodu (Olsen ve Sommers, 1982), ekstrakte edilebilir K, Ca ve Mg analizleri 1 N amonyum asetat (pH = 7) metoduna (Kacar, 1995) ve alınabilir Fe, Zn, Cu ve Mn analizleri ise DTPA metoduna göre (Lindsay ve Norwell, 1978) yapılmış ve ICP-OES cihazında (Soltanpour ve Workman, 1981) okunmuştur.

2.2.3. İstatistiksel analiz yöntemleri

Açık tarla koşullarlarında tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülen bu çalışmada elde edilen veriler MINITAB paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmış ve önemli çıkan parametreler

ise SAS paket programı kullanılarak %5 önem seviyesinde Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur (Yurtsever, 1984).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bitki Gelişimi ve Verim Üzerine Uygulamaların Etkisi

Bitki gelişimi bakımından yaprak sayısı, bitki boyu, yaprak sapı uzunluğu, yaprak sapı kalınlığı, gövde kalınlığı ve verim üzerine uygulamaların etkisi Çizelge 3'de verilmiştir. Yaprak sayısı, bitki boyu ($p<0.001$), yaprak sapı uzunluğu ($p<0.01$), yaprak sapı kalınlığı, gövde kalınlığı ve verim ($p<0.001$) üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Bitki gelişimi ve verim üzerine uygulamaların etkisi

| Uygulama | Yaprak sayısı (adet/bitki) | Bitki boyu (cm) | Yaprak sapı uzunluğu (cm) |
|-----------------|-------------------------------|---------------------|------------------------------|
| AG ₁ | 13.66 ab | 16.38 a | 6.78 ab |
| AG ₂ | 15.66 a | 19.83 a | 7.59 a |
| VC ₁ | 10.11 c | 10.12 bc | 3.96 c |
| VC ₂ | 11.00 bc | 12.08 b | 4.78 bc |
| Kontrol | 6.43 d | 7.34 c | 2.95 c |
| LSD (% 5) | 3.02 ^{***, 1} | 3.74 ^{***} | 2.15 ^{**} |

| Uygulama | Yaprak sapı kalınlığı (mm) | Gövde kalınlığı (mm) | Verim (kg da ⁻¹) |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| AG ₁ | 4.64 a | 5.42 a | 739.9 a |
| AG ₂ | 4.67 a | 5.76 a | 852.2 a |
| VC ₁ | 2.11 c | 2.76 bc | 241.9 bc |
| VC ₂ | 3.74 b | 3.69 b | 309.3 b |
| Kontrol | 2.36 c | 1.48 c | 76.5 c |
| LSD (% 5) | 0.80 ^{***} | 1.57 ^{***} | 199.4 ^{***} |

¹ %0.1^{***}, %1^{**}, %5^{*}

AG'li (AG₁ ve AG₂) uygulamalar bitki gelişimi üzerine VC'li (VC₁ ve VC₂) muamelelere oranla daha iyi sonuç vermiştir. Genel olarak, görsel kalitenin oldukça önemli olduğu ıspanak bitkisinde (Bergquist vd., 2007) AG₂ uygulaması bitki gelişimi ve verim üzerine en yüksek olumlu etkide bulunmuştur (Çizelge 3). Nitekim Zengin ve Gür (1998) ve Citak ve Sonmez (2009) AG uygulamasının ıspanak yetiştiriciliğinde başarı ile

kullanılabileceğini ayrıca bitki gelişimi üzerine oldukça olumlu etkiler gösterdiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte VC uygulamaları kontrole kıyasla iyi sonuçlar vermesine rağmen AG uygulamalarının gerisinde kalmıştır.

3.2. Bitkinin Makro ve Mikro Besin Elementi Kapsamlarına Uygulamaların Etkisi

Uygulamalar bitkinin makro ve mikro besin elementi kapsamlarına farklı düzeylerde etki göstermiştir. Uygulamaların, ıspanak bitkisinin makro besin elementi kapsamına etkileri Çizelge 4’de verilmiştir.

Bitkinin toplam azot (N) kapsamı üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($p<0.05$) ve AG₂ uygulaması (%3.23) en iyi sonucu vermiştir. Ayrıca en yüksek N içeriğinin kontrol parselinden elde edildiği de görülmektedir. Bu durumun birikim (akümülyasyon) etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Çizelge 3 incelendiğinde, en düşük bitki gelişimin kontrol uygulamasında olduğu belirgindir. Dolayısıyla düşük gelişme gösteren ve yeterince biokütle oluşturamayan bitkide besin elementi birikimi olabilmektedir. Yapılan pek çok çalışmada ıspanak bitkisi için ahır gübresi önerilmektedir. Bununla birlikte Peyvast vd. (2007) farklı dozlarda vermikompost uygulamalarının da ıspanak bitkisinde mineral madde içeriği üzerine olumlu etkiler gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4. Bitkinin makro besin elementi içeriklerine uygulamaların etkisi (%)

| Uygulama | N | P | K | Ca | Mg |
|----------|----------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| AG 1 | 2.74 b | 0.17 a | 2.01 c | 0.51 b | 0.21 b |
| AG 2 | 3.23 a | 0.18 a | 2.32 b | 0.56 b | 0.25 ab |
| VC 1 | 2.99 ab | 0.10 b | 2.33 b | 0.71 a | 0.26 ab |
| VC 2 | 2.86 ab | 0.13 b | 2.20 b | 0.66 a | 0.24 b |
| Kontrol | 3.26 a | 0.11 b | 2.56 a | 0.53 b | 0.30 a |
| LSD (%5) | 0,38 [*] , ¹ | 0,02 ^{***} | 0.18 ^{***} | 0.09 ^{**} | 0.05 [*] |

¹ %0.1^{***}, %1^{**}, %5^{*}

Bitkinin toplam fosfor (P) içeriği uygulamalardan istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.001$) etkilenmiştir. AG₁ ve AG₂ uygulamaları sırasıyla %0.17 ve 0.18 P içeriği ile en iyi sonucu vererek aynı grupta yer almışlardır. Vermikompost, ahır gübresine göre daha yüksek miktarda P içermesine rağmen (Çizelge 2); uygulama miktarları ve muhtemelen mineralizasyon hızlarından kaynaklanan farklılıklar nedeniyle ahır gübresi, bitkinin P kapsamına daha belirgin ve önemli ölçüde etki göstermiştir.

Bitkinin toplam potasyum (K) içeriğine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.001$) bulunmuş, VC₁ (%2.33 K) ve AG₂ (%2.32 K) dozları benzer sonuçları vermiş ve VC₂ uygulaması ile beraber her üç uygulama da istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 4). Bununla birlikte en yüksek bitki K içeriği kontrol parselinde yetiştirilen bitkilerde belirlenmiştir. Azot kapsamında olduğu gibi, potasyumdaki bu durum da birikim etkisinden kaynaklanmış olabilir. Ahır gübresi vermikompost materyaline kıyasla önemli miktarda toplam K içermekte (sırasıyla %0.62 ve 0.16; Çizelge 2) ve ahır gübresinin iyi bir K kaynağı olduğu bilinmektedir (Lampkin, 2002; Citak ve Sonmez, 2010).

Bitkinin toplam kalsiyum (Ca) kapsamına uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur. En yüksek sonuç VC₁ uygulamasından (%0.71) elde edilmiş olup, bu muamele VC₂ (%0.66) ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4). Ahır gübresi önemli miktarda Ca (%2.81) içermektedir (Çizelge 2). Fakat vermikompost uygulamalarının bitkinin Ca içeriğine etkisi daha yüksek olmuştur. Bitkinin toplam magnezyum (Mg) içeriği incelendiğinde, uygulamaların etkisi önemli ($p < 0.05$) olmakla birlikte genellikle birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Mg kapsamına VC₁ (%0.26) ve AG₂ (%0.25) uygulamalarının etkisi daha yüksek olmuştur. Bitki N ve K içeriğinde olduğu gibi, en yüksek Mg içeriği kontrol bitkisinden elde edilmiştir. Bu durum daha önce bahsedildiği gibi birikim etkisinden kaynaklanmış olabilir.

Bitkinin toplam mikro besin element (Fe, Mn, Zn ve Cu) kapsamı uygulamalardan farklı derecelerde etkilenmişlerdir (Çizelge 5). Fe ve Zn kapsamı istatistiksel olarak önemli derecede ($p < 0.001$) etkilenirken, Mn ve Cu kapsamı uygulamalardan etkilenmemiştir. Bitkinin en yüksek Fe (342.7 mg kg^{-1}) ve Zn (38.7 mg kg^{-1}) kapsamı kontrol bitkisinde belirlenirken, uygulamalar içerisinde sırasıyla VC₂ (211.5 mg kg^{-1} Fe) ve AG₁ (28.6 mg kg^{-1} Zn) en yüksek değeri vermişlerdir. Çizelge 3'den görüldüğü üzere, en düşük bitki gelişimi kontrol parselinden elde edilmiştir. Dolayısıyla gelişemeyen bitkide Fe ve Zn birikimi olduğu düşünülmektedir. Nitekim en iyi bitki gelişiminin görüldüğü AG₁ ve AG₂ uygulamaları kontrole oranla önemli derecede daha düşük Fe ve Zn içermesi, seyrelme etkisi nedeniyle bu durumu destekler niteliktedir.

Bu sonuca uygulanan gübre miktarı, mineralizasyon hızı ve yetiştiricilik koşulları da etkili olabilmektedir. Uygulamaların bitkinin Mn ve Cu kapsamına etkileri istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Bitkinin Mn içeriği $42.7-49.8 \text{ mg kg}^{-1}$ ve Cu içeriği ise $5.50-6.15 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Bitkinin mikro besin elementi içeriklerine uygulamaların etkisi (mg kg⁻¹)

| Uygulama | Fe | Mn | Zn | Cu |
|-----------|------------------------|------|---------------------|------|
| AG 1 | 158.1 c | 45.7 | 28.6 b | 6.15 |
| AG 2 | 129.2 c | 42.7 | 27.9 b | 6.05 |
| VC 1 | 138.9 c | 43.8 | 28.0 b | 5.80 |
| VC 2 | 211.5 b | 42.8 | 25.9 b | 5.85 |
| Kontrol | 342.7 a | 49.8 | 38.7 a | 5.50 |
| LSD (% 5) | 37.5 ^{***, 1} | Ö.D. | 3.94 ^{***} | Ö.D. |

¹ %0.1^{***}, Ö.D. Önemli Değil

3.3. Toprağın pH, EC, OM, Makro ve Mikro Besin Elementi Kapsamlarına Uygulamaların Etkileri

Uygulamaların toprağın pH, EC ve organik madde (OM) değerlerine etkileri Çizelge 6'da verilmiştir. Uygulamaların toprak pH'sına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş olup pH değerleri 7.74 ile 7.84 aralığında değişim göstermiştir. Toprak örneklerinin EC değerleri uygulamalar ile kontrole oranla istatistiksel yönden önemli (p<0.001) artışlar göstermiştir. AG₂ uygulaması en yüksek EC değerini veren uygulama olmuştur (Çizelge 6). Hayvan gübrelerinin tuz içeriği beslenme durumu, yataklık materyali, taşıma gibi pek çok etmene bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Schoenau, 2006; Lampkin, 2002). Fakat organik gübre uygulamalarının bu EC değerleri ile bitki gelişimini olumsuz yönde etkileyecek bir problem oluşturmayacağı bildirilmiştir (Schoenau, 2006).

Çizelge 6. Toprağın pH, EC ve organik madde değerlerine uygulamaların etkisi

| Uygulama | pH | EC (dS/m) | OM (%) |
|-----------|------|-------------------------|---------------------|
| AG 1 | 7.76 | 0.084 b | 3.43 b |
| AG 2 | 7.84 | 0.107 a | 3.97 a |
| VC 1 | 7.79 | 0.075 b | 2.09 cd |
| VC 2 | 7.78 | 0.082 b | 2.45 c |
| Kontrol | 7.74 | 0.059 c | 1.83 d |
| LSD (% 5) | Ö.D. | 0.014 ^{***, 1} | 0.38 ^{***} |

¹%0.1^{***}, %1^{**}, %5^{*}, Ö.D. Önemli Değil

Toprağın OM kapsamları da uygulamalardan önemli (p<0.001) ölçüde etkilenmiş olup AG₂ uygulamasının OM değerine etkisi en yüksek düzeyde (%3.97) gerçekleşmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar dikkate alındığında AG uygulamalarının OM bakımından daha iyi sonuç verdiği

görülmektedir. Fakat VC uygulamaları da düşük dozlarda olmasına rağmen OM içeriği üzerine olumlu etkiler yapmışlardır (Çizelge 6). Azarmi vd. (2008) VC uygulaması ile organik karbon içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir.

Toprağın makro besin elementi (N, P, K, Ca ve Mg) kapsamına uygulamaların etkileri Çizelge 7'de verilmiştir. Uygulamaların N, K ($p<0.001$), P, Ca ($p<0.01$) ve Mg ($p<0.05$) kapsamına etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Toprak makro element kapsamı ile bitki gelişimi arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Nitekim toprak makro element kapsamı üzerine en iyi sonucu veren AG'li uygulamalar bitki gelişimi üzerine de (Çizelge 3) en iyi sonuçları vermiştir.

Çizelge 7. Toprağın makro besin elementi içeriklerine uygulamaların etkisi (mg kg^{-1})

| Uygulama | N | P | K | Ca | Mg |
|-----------|-----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| AG 1 | 1380 a | 40.6 a | 405.6 a | 4634 a | 205.2 b |
| AG 2 | 1410 a | 38.8 a | 444.6 a | 4368 b | 314.0 a |
| VC 1 | 1020 c | 16.2 b | 226.2 b | 4678 a | 147.6 c |
| VC 2 | 1180 b | 18.9 b | 245.7 b | 4796 a | 146.4 c |
| Kontrol | 820 d | 7.4 b | 218.4 b | 4696 a | 123.6 c |
| LSD (% 5) | 100 ^{***, 1} | 18,3 ^{**} | 86,0 ^{***} | 160,0 ^{**} | 42.3 [*] |

¹%0.1^{***}, %1^{**}, %5^{*}

Genel olarak AG içeren uygulamalar (AG₁ ve AG₂) toprak makro element kapsamı üzerine olumlu sonuçlar vermiştir. Sadece toprak Ca içeriği bakımından; bitki gelişimi üzerine oldukça etkili olduğu düşünülen (Çizelge 3) AG₂ uygulamasının etkisi diğer makro elementlerde olduğu gibi olmamıştır. AG₂ uygulamasında bitkilerin daha hızlı gelişmesinden dolayı topraktan daha fazla Ca kaldırdığı görülmektedir (Çizelge 7). Nitekim, ıspanak bitkisi önemli düzeyde Ca içermektedir (Bergquist vd., 2007)

Uygulamaların toprağın mikro besin elementi (Fe, Mn, Zn ve Cu) kapsamına etkileri Çizelge 8'de sunulmuştur. Uygulamaların mikro besin elementi kapsamına etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.001$) çıkmıştır ($p<0.001$). AG'li uygulamaların etkisi genel olarak daha yüksek bulunmuştur.

Uygulanan materyallerin mikro element içerikleri dikkate alındığında Mn ve Zn bakımından VC, Fe ve Cu bakımından ise AG'nin daha yüksek içeriğe sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Ancak, toprağın Fe ve Zn kapsamına istatistiksel olarak AG'li uygulamaların etkisi önemli bulunmuş ve aynı grupta yer almışlardır. Diğer taraftan, Mn içeriklerine AG uygulamaları ile VC₂ uygulamalarının etkisi aynı düzeyde olmuş ve yüksek

çıkıştır (Çizelge 8). Cu içeriklerine ise VC₂ uygulamasının etkili olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla materyallerin içermiş olduğu besin elementlerinin, uygulama sonrası tepkileri farklı olmuştur. Ancak burada uygulama dozları arasındaki ve materyallerin mineralizasyon hızlarındaki farklılıkların etkisi olduğu düşünülmektedir. Fakat düşük dozlarda bile olsa VC'li uygulamaların toprağın Mn ve Cu kapsamlarına olumlu etki gösterdiği dikkat çekmektedir.

Çizelge 8. Toprağın mikro besin elementi kapsamlarına uygulamaların etkisi (mg kg⁻¹)

| Uygulama | Fe | Mn | Zn | Cu |
|-----------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| AG 1 | 3.48 a | 4.50 a | 1.78 a | 1.08 bc |
| AG 2 | 3.18 a | 4.46 a | 1.56 a | 1.11 ab |
| VC 1 | 2.22 c | 3.61 b | 0.82 b | 0.96 cd |
| VC 2 | 2.70 b | 4.44 a | 1.07 b | 1.25 a |
| Kontrol | 1.98 c | 3.07 c | 0.72 b | 0.85 d |
| LSD (% 5) | 0.31 ^{***,1} | 0.48 ^{***} | 0.42 ^{***} | 0.14 ^{***} |

¹ %0.1^{***}, %1^{**}, %5^{*}

4. SONUÇ

Farklı dozlarda AG ve VC uygulamalarının açık tarla koşullarında ıspanak yetiştiriciliğinde kullanım olanaklarının araştırıldığı bu çalışmada, uygulamaların bitkinin mineral madde kapsamı, bitki gelişimi ve verimi ile toprağın mineral madde içeriğine etkileri irdelenmiştir.

Çalışma neticesinde; bitki gelişimi, mineral madde kapsamı ve ayrıca toprak verimliliği parametreleri üzerine AG'li uygulamaların VC'li uygulamalara kıyasla daha etkili olduğu belirlenmiştir. Özellikle AG₂ uygulaması incelenen parametrelerde (Yaprak sayısı, bitki boyu, yaprak sapı uzunluğu, yaprak sapı kalınlığı, gövde kalınlığı ve verim) oldukça belirgin ve önemli etki göstermiştir. Ancak, VC uygulanan parseller kontrol parseline göre bitki gelişimini önemli ölçüde etkilemiştir.

Bitki gelişim parametreleri ürünlerin görsel kalitesi ve dolayısıyla pazar açısından oldukça önemlidir ve bu durumda AG'li uygulamaların açık bir üstünlüğü söz konusudur. Bitki gelişimi ve verim üzerine olumlu etkiler sergileyen AG uygulamaları aynı şekilde toprak verimlilik parametreleri üzerine de aynı düzeyde önemli etkiler göstermiştir. Organik uygulamalar neticesinde toprak pH değeri etkilenmemesine karşın, EC ve OM kapsamı önemli düzeyde artışlar göstermiştir. Toprağın makro besin elementi (N, P, K, Ca ve Mg) ve mikro besin elementi (Fe, Mn, Cu ve Zn) kapsamı da kontrol parseline kıyasla önemli ve farklı derecelerde etkiler göstermiştir.

Dolayısıyla her iki materyal de toprak verimlilik parametreleri üzerine olumlu etkiler sergilemişlerdir.

Sonuç olarak; önerilen dozların incelendiği bu denemede, uygulamalar arasındaki miktarsal farklılıkların da bu sonuçların elde edilmesinde önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir. Nitekim organik uygulamalarda en büyük zorluğun, farklı materyallerin doğası gereği sergilemiş oldukları farklı tepkiler olduğu bilinmektedir. Ancak uygulanan dozlar dikkate alındığında VC uygulamalarının düşük dozlarda bile olsa olumlu bir etki gösterdiği tespit edilmiştir, fakat VC uygulamalarında önerilen dozların (100-200 kg da⁻¹) yeterli olmayacağı ve daha iyi sonuçlar alınması için bu dozların yükseltilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Diğer taraftan yaklaşık olarak 55 gün süren bu deneme sonuçlarının daha iyi anlaşılabilmesi ve etkilerin ortaya konulması için daha uzun süreli çalışmaların farklı toprak tipleri ve değişik sezonlarda farklı kültür bitkileri üzerinde yapılması bu materyallerin tepkilerinin ortaya konulmasında daha yararlı olabilecektir.

Kaynaklar

- Anonymous, 2010. FAO Statistical Yearbook. www.fao.org
- Anonymous, 1982. Methods of Soil Analysis (Ed. A.L. Page). Number 9, Part 2, Madison, Wisconsin, USA, 1159 pp.
- Ansari, A.A. 2008. Effect of Vermicompost on the Productivity of Potato (*Solanum tuberosum*), Spinach (*Spinacia oleracea*) and Turnip (*Brassica campestris*). World J. of Agric. Sci., 4(3): 333-336.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D., Lee, S. and Welch, C. 2002. Effects of Vermicompost on Growth and Marketable Fruits of Field-Grown Tomatoes, Peppers and Strawberries. Pedobiologia, 47: 731-735.
- Azarmi, R., Giglou, M.T. and Taleshmikail, R.D. 2008. Influence of Vermicompost on Soil Chemical and Physical Properties in Tomato (*Lycopersicum esculentum*) Field. African J. of Biotech. 7(14): 2397-2401.
- Bergquist, A.M., Gertsson, U.E., Nordmark, Y.G. and Olsson, M.E. 2007. Ascorbic Acid, Carotenoids, and Visual Quality of Baby Spinach as Affected by Shade Netting and Postharvest Storage. J. Agric. Food Chem, 55: 8444-8451.
- Black, C.A. 1957. Soil-Plant Relationships. John Wiley and Sons, Inc., New York.

- Black, C.A. 1965. Methods of Soil Analysis. Part 2, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher
- Citak, S. and Sonmez, S. 2010. Influence of Organic and Conventional Growing Conditions on the Nutrient Contents of White Head Cabbage (*Brassica oleracea* var *capitata*) during Two Successive Seasons. J. of Agric. and Food Chem., 58(3):1788-1793.
- Citak, S. and Sonmez, S., 2009. Mineral Contents of Organically and Conventionally Grown Spinach (*Spinacea oleracea* L.) during Two Successive Seasons. J, of Agric. and Food Chem., 57(17): 7892-7898.
- Eviya, H. 1960. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 36, 656 s.
- Garg, V.K., Gupta, R. and Yadav, A., 2010. Vermicomposting Technology for Solid Waste Management. http://www.environmental-expert.com/Files/0/articles/9047/Vermicomposting_article_for_the_biofertilizer_people.pdf
- Jackson, M.L., 1967. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Kacar, B., 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. III. Toprak Analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim, Araşt. ve Gelişt. Vakfı Yay. No: 3, Ankara.
- Kacar, B. ve İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yay. No: 1241, Ankara.
- Kansal, B.D., Singh, B., Bajaj, K.L. and Kaur, G., 1981. Effect of Different Levels of Nitrogen and Farmyard Manure on Yield and Quality of Spinach (*Spinacea oleracea* L.). Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr. 31: 163–170.
- Kellog, C. E. 1952. Our Garden Soils. The Macmillian Company. New York. Pages 232.
- Lampkin, N., 2002. Organic Farming. Old Pond Publishing, 104 Valley Road Ipswich, IPI 4PA, U.K.
- Lindsay, W.L. and Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Amer. J., 42(3): 421-428. Madisson, Wisconsin, USA, 1372-1376.
- Loue, A. 1968. Diagnostic Petiolare de Prospection. Edutes Sur la Nutrition et al Fertilisation Potassiques de la Vigne. Societe Commerciale des Potasses d'Alsace Services Agromiques, 31-41.
- Olsen, S.R. and Sommers, E.L., 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.

- Peyvast, Gh., Olfati, J.A., Madeni, S. and Forghani, A. 2007. Effect of Vermicompost on the Growth and Yield of Spinach (*Spinacia oleracea* L.). J. of Food, Agric. & Environ., 6(1): 132-135.
- Pizer, N.H. 1967. Some Advisory Aspect. Soil Potassium and Magnesium. Tech. Bull. No.14:184.
- Schoenau, J.J., 2006. Benefits of Long-Term Application of Manure. Advances in Pork Production, 17; p.153.
- Soltanpour, P.N. and Workman, S.M., 1981. Use of Inductively-Coupled Plasma Spectroscopy for the Simultaneous Determination of Macro and Micro Nutrients in NH_4HCO_3 -DTPA Extracts of Soils. In Barnes R.M. (ed). Developments in Atomic Plasma Analysis, pp. 673-680, USA.
- Soil Survey Staff, 1951. Soil survey manual U.S. Department Agriculture Handbook, U.S. Government Printing Office Washington, No. 18.
- Thun, R., Hermann, R. and Knickman, E. 1955. Die Untersuchung Von Boden. Neuman Verlag, Radelbeul und Berlin, s: 48-48.
- Watson, C.A., Atkinson, D., Gosling, P., Jackson, L.R. and Rayns, F.W. 2002. Managing Soil Fertility in Organic Farming Systems. Soil Use and Management, 18: 239-247.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotlar. (Mülga) Köy Hizm. Gen. Md.lüğü Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Md.lüğü Yay. No: 121, Teknik Yay. No: 56, Ankara.
- Vural, H., Esıyok, D., Duman, I. 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. Bornova İzmir
- Zengin, M. ve Gür, K., 1998. Farklı Mevsim ve Topraklarda Yetiştirilen Ispanak Bitkisinin Yaş Madde Verimi Üzerine Bazı Gübrelerin Etkileri. S.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, 12(16): 122-132, Konya.