



## Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (International Journal of Agriculture and Wildlife Science)

<http://dergipark.org.tr/ijaws>



Araştırma Makalesi

### Mikrobiyal Gübre Uygulamasının Marul ve Beyaz Baş Lahanada Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri

Beyhan Kibar

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bolu

Geliş tarihi (Received): 29.09.2020

Kabul tarihi (Accepted): 06.11.2020

#### Anahtar kelimeler:

*Brassica oleracea* var. *capitata* L., *Lactuca sativa* L., mikrobiyal gübre, fide, büyüme

**Özet.** Günümüzde çevreye verilen öneme paralel olarak, tarımsal üretimde kullanılan kimyasal gübreler yerine alternatif olarak mikroorganizmaların kullanımı gittikçe önem kazanmaktadır. Bu çalışma, ülkemizde en çok üretilen kışık sebzeler arasında yer alan marul ve beyaz baş lahanada mikrobiyal gübre uygulamasının çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bitkisel materyal olarak Green Wave marul çeşidi ve Bayraklı-85 beyaz baş lahanada kullanılmıştır. Çalışmada EM.5 isimli ticari mikrobiyal gübrenin 5 farklı dozu (0, 5, 10, 15 ve 20 mL L<sup>-1</sup>) uygulanmıştır. Araştırma sonucunda mikrobiyal gübre dozları arasında incelenen özellikler bakımından önemli farklılıklar bulunmuştur. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre mikrobiyal gübrenin marulda çimlenme oranı, fide boyu, fide kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve kuru madde oranını; beyaz baş lahanada ise fide boyu, fide yaş ağırlığı ve kuru madde oranını kontrole göre önemli oranda artırdığı tespit edilmiştir. Genel olarak, mikrobiyal gübre uygulamalarının tohum çimlenmesi ve fide büyüme parametreleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Mikrobiyal gübre dozları değerlendirildiğinde, 15 mL L<sup>-1</sup> uygulamasının hem marulda hem de beyaz baş lahanada çimlenme ve fide gelişimi üzerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında, 15 mL L<sup>-1</sup> uygulaması marulda fide boyunu %35.71 oranında ve beyaz baş lahanada ise fide yaş ağırlığını %38.18 oranında artırmıştır. Mikrobiyal gübre uygulamasının marul ve beyaz baş lahanada çimlenme ve fide gelişimini artırmada alternatif bir uygulama yöntemi olarak başarılı bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

#### \*Sorumlu yazar

beyhan.kibar@ibu.edu.tr

### Effects of Microbial Fertilizer Application on Germination and Seedling Growth in Lettuce and White Head Cabbage

#### Keywords:

*Brassica oleracea* var. *capitata* L., *Lactuca sativa* L., microbial fertilizer, seedling, growth

**Abstract.** Nowadays, in parallel with the importance given to environment, the use of microorganisms as an alternative to chemical fertilizers used in agricultural production is becoming increasingly important. This study was carried out to determine effects of microbial fertilizer application on germination and seedling growth in lettuce and white head cabbage, which are among the most produced winter vegetables in our country. Green Wave lettuce variety and Bayraklı-85 white head cabbage variety were used as herbal material. In the study, 5 different doses of commercial microbial fertilizer named EM.5 (0, 5, 10, 15 and 20 mL L<sup>-1</sup>) were evaluated. As a result of research, significant differences were found among microbial fertilizer doses in terms of properties examined. According to findings obtained from research, it was determined that microbial fertilizer was significantly increased germination rate, seedling height, seedling dry weight, root dry weight and dry matter rate in lettuce; seedling height, seedling fresh weight and dry matter rate in white head cabbage compared to the control. In general, it has been detected that microbial fertilizer applications have positive effects on seed germination and seedling growth parameters. When microbial fertilizer doses were evaluated, it was determined that 15 mL L<sup>-1</sup> application was more effective on germination and seedling growth in both lettuce and white head cabbage. When compared to the control, 15 mL L<sup>-1</sup> application increased seedling height by 35.71% in lettuce and seedling fresh weight by 38.18% in white head cabbage. It was concluded that microbial fertilizer application can be used successfully as an alternative application method to increase germination and seedling growth in lettuce and white head cabbage.

## GİRİŞ

Marul (*Lactuca sativa* L.), *Compositae* (*Asteraceae*) familyasında yer alan tek yıllık bir serin iklim sebzesidir. Marulun anavatanının Avrupa, Asya ve Kuzey Afrika ülkelerini içine alan geniş bir alan olduğu kabul edilmektedir (Vural ve ark., 2000; Günay, 2005). Dünyada uzun yıllardan beri tarımı yapılan ve sevilerek tüketilen marul, yılın tamamında pazarlarda ve marketlerde bulunabilmektedir (Aybak, 2002). Sebze olarak taze yaprakları değerlendirilen marul, yüksek ticari öneme sahip türler arasında yer almaktadır (Eşiyok, 2012). Marul form zenginliği en fazla olan sebzeler arasındadır. Ülkemizin hemen hemen her yerinde açıkta veya örtü altında yetiştirilebilmektedir. Yetiştirme periyodu 2-3 ay gibi kısa süreli olup, değişik mevsimlere uygun olarak ıslah edilmiş çeşitlerle arka arkaya bütün yıl boyunca üretim yapılması mümkündür. Her mevsim yetiştirilebildiğinden üreticisine yüksek ekonomik gelir sağlayan bir sebzedir (Yıldırım ve ark., 2015). Genellikle taze olarak tüketilen ve insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan marul önemli bir vitamin ve mineral kaynağıdır (Günay, 2005). İçerdiği yüksek miktardaki A ve C vitamini, nişasta içermemesi, yağ oranı ve kalorisinin çok düşük olmasından dolayı iyi bir diyet yiyeceğidir. Ayrıca marul antioksidan özelliği yüksek olan bir sebze türüdür (Şalk ve ark., 2008). Ülkemizde 2019 yılı verilerine göre 91.439 da alanda 215.728 ton göbekli marul, 95.303 da alanda 198.491 ton kıvrıkcık marul ve 29.119 da alanda 85.547 ton aysberg marul üretimi olmak üzere toplam marul üretimi 499.766 ton olarak tespit edilmiştir (TÜİK, 2020).

Beyaz baş lahanaya (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), *Brassicaceae* (*Cruciferae*) familyasına ait olup tüm dünyada yaygın olarak yetiştirilen ve tüketilen önemli sebze türlerinden biridir (Singh ve ark., 2009). Dünya üzerinde geniş bir yayılım alanı gösteren lahananın anavatanının Kuzey Avrupa ülkeleri, Baltık Denizi kıyıları ve Akdeniz ülkeleri olduğu kabul edilmektedir (Monteiro ve Lunn, 1998; Vural ve ark., 2000). Serin iklim sebzesi olan beyaz baş lahanaya ilk yıl sebze olarak kullanılan başı oluştururken, ikinci yılda çiçeklenerek tohum bağlamaktadır. İnsan beslenmesi ve sağlığına önemli katkıda bulunan beyaz baş lahanaya protein, mineraller (kalsiyum, potasyum, magnezyum, fosfor, sodyum ve demir), vitaminler (A, B1, B2, B12, C ve K), lif ve antioksidanlar yönünden oldukça zengindir (Kopsell ve ark., 2004; Swarup, 2006; Hounsoume ve ark., 2009; Singh ve ark., 2009; 2010). Değişik şekillerde tüketilebilen beyaz baş lahanaya çiğ olarak salatalarda kullanılabilirdiği gibi sarmalık, turşuluk ve yemeklik olarak da değerlendirilmektedir. Beyaz baş lahanaya ülkemizde, özellikle Karadeniz Bölgesi'nde yoğun bir şekilde yetiştirilen ve tüketiciler tarafından yüksek talep gören bir sebzedir. Ülkemizde sonbahar ve kış döneminde yetiştiriciliği yapılan beyaz baş lahananın ekonomik önemi oldukça yüksektir. Türkiye, 2019 yılı verilerine göre 137.114 da alanda 567.622 ton üretim ile dünyada önemli lahanaya üreticisi ülkeler içerisinde yer almaktadır (TÜİK, 2020).

Hızla artan dünya nüfusunun gıda ihtiyaçlarının karşılanabilmesi tarımsal üretimi artırmakla mümkündür. Günümüzde, tarımsal üretimi artırmak amacıyla mevcut tarım alanlarını genişletme imkanlarının sınırlı olması, birim alandan elde edilen ürün miktarının artırılmasını gerekli kılmaktadır (Midmore, 1993). Birim alandan daha fazla verim almak için özellikle 20. yüzyılın başından itibaren tüm dünyada yoğun olarak ve bilinçsizce kimyasal gübre kullanılmış ve bu kimyasal gübrelerin toprak ve çevreye verdiği zararlar göz ardı edilmiştir. Aşırı miktarlarda kullanılan bu kimyasal gübreler bitkilerde verim ve kaliteyi artırmasına rağmen, toprak yapısında bozulmalara, topraktaki toksik maddelerin artmasına, toprakta bulunan mikroorganizmaların faaliyetlerinin azalmasına ve mevcut biyolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır (Topbaş ve ark., 1998; Chen ve ark., 2001; Vessey, 2003; Sönmez ve ark., 2008; Alagöz ve ark., 2020). Böylece hem insan sağlığı açısından ve hem de tarımın sürdürülebilirliği açısından istenmeyen bir durum oluşabilmektedir. Aşırı ve bilinçsiz kimyasal gübre uygulamaları sonucu bozulan doğal dengenin yeniden kurulabilmesi için insana ve çevreye dost üretim sistemlerini içeren, kimyasal tarım ilaçları ve gübrelerin kullanımını en aza indirgeyen uygulamaların tarımsal üretimde kullanılmasına ihtiyaç vardır (Zengin, 2007). Çevre dostu üretim tekniklerinde gübreleme programlarında kullanılan alternatif metotlardan birisi de mikrobiyal gübrelemedir.

Bitkiler için gerekli olan bitki besin elementlerinin sağlanmasında ve biyolojik yolla yararlı hale gelmesinde rol oynayan canlı mikroorganizmaların tarımsal üretimde kullanılmak üzere hazırlanan ticari formülasyonları "mikrobiyal gübre" veya "biyogübre" olarak tanımlanmaktadır (Özbay ve ark., 2018). Mikrobiyal gübreleme ise bu doğal mikroorganizmaların çoğaltılarak uygun bir formülasyonda bitkilere verilmesidir. Günümüzde tarımsal üretimde kullanılan kimyasal gübreler yerine alternatif olarak mikroorganizmaların kullanımı gittikçe önem kazanmaktadır. Dünyada gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede, temiz çevre ve sağlıklı bitkisel üretim için biyolojik veya mikrobiyal gübre formülasyonları elde edilmesi amacıyla yoğun çalışmalar yapılmaktadır (Vessey, 2003). Mikrobiyal gübre olarak kullanılan yararlı mikroorganizmalar genellikle *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Azotobacter* spp., *Trichoderma* spp., *Rhizobium* spp., *Azospirillum* spp ve *Saccharomyces* spp.'den seçilmektedir (Özbay ve ark., 2015). Bitki ile toprak mikroorganizmaları arasında olması gereken dengenin yeniden kurulmasında mikrobiyal gübreleme oldukça önemlidir. Mikrobiyal gübreler tarımsal üretimde birçok amaçla kullanılmaktadır. Bu çevre dostu gübreler birçok bitkide bitki gelişimi ve verimin artırılması, bazı toprak kaynaklı hastalıkların kontrol

edilmesi, hastalık ve zararlılara dayanıklılığın artırılması, bitkilerin besin elementi alımının artırılması, organik artıkların ayrıştırılması, toprak yapısının düzeltilmesi, su tutma kapasitesinin artırılması ve verimliliğinin iyileştirilmesi gibi alanlarda kullanılmaktadır (Ozbay ve Newman, 2004; Brewer ve Larkin, 2005; Irmak ve ark., 2011). Mikrobiyal gübreler, özellikle sürdürülebilir tarımın en büyük destekleyicisi olma özelliği taşımaktadır.

Sebze üretiminde başarıyı etkileyen en önemli faktörlerden birisi, iyi bir tohum ve bundan elde edilecek kaliteli fidedir. Kaliteli fide ile üretime başlamak hem verimi artırmak hem de kaliteli ürün elde etmek için büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde sebze üretim miktarının artışına paralel olarak son yıllarda sebze yetiştiriciliğinde hazır fide üretimi ve kullanımı da hızla yaygınlaşmaktadır. Türkiye’de toplam fide üretiminin 3.5 milyar civarında olduğu bildirilmektedir (Yanmaz ve ark., 2015). Çoğunlukla sıcak iklim sebzelerinde fide kullanımı yaygın olmasına rağmen, serin iklim sebzelerinden marul ve lahana grubu sebzelerde de kullanım oranı oldukça yüksektir. Kaliteli bir fide; hastalık ve zararlılardan arı, pişkin ve kuru maddece zengin, kalın ve kuvvetli bir gövdeye, koyu yeşil yapraklara, canlı ve kuvvetli bir kök yapısına sahip olmalıdır (Vural ve ark., 2000). Fide kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden birisi, fidenin yetiştirildiği ortamdaki bitki besin maddelerinin yararlı miktarlarıdır. Faydalı mikroorganizmaların kullanımı ile ekolojik denge korunarak kaliteli fide elde etmek mümkündür. Nitekim, farklı sebze türlerinde yapılan çalışmalar mikrobiyal gübre uygulamasının tohum çimlenmesi, fide büyümesi ve kalitesi üzerinde önemli etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur (Yedidia ve ark. 2001; Bal ve Altıntaş, 2008; Azarmi ve ark., 2011; Kumar, 2017; İkiş, 2019).

Bu çalışma, marul ve beyaz baş lahanada farklı dozlarda mikrobiyal gübre uygulamalarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür.

## MATERYAL VE METOT

Araştırma, Ocak 2020-Mart 2020 tarihleri arasında, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’ne ait laboratuvar ve iklim odasında yürütülmüştür. Çalışmada bitkisel materyal olarak Green Wave marul (*Lactuca sativa* L.) çeşidi ve Bayraklı-85 beyaz baş lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) çeşitlerinin tohumları kullanılmıştır. Mikrobiyal gübre olarak ise özel bir firma (EM Agriton) tarafından üretilen EM.5 isimli ticari mikrobiyal gübre kullanılmıştır. EM.5 çeşitli mikroorganizma gruplarının (fotosentez bakterisi, laktik asit bakterisi, mayalar, aktinomisetler ve küfler) karışımından oluşan bir sıvı mikrobiyal gübredir. Çalışmada EM.5 mikrobiyal gübrenin 5 farklı dozu (0, 5, 10, 15 ve 20 mL L<sup>-1</sup>) ele alınmış olup, 0 dozu kontrol olarak kullanılmıştır.

### Çimlendirme Çalışması

Çalışmada öncelikle marul ve beyaz baş lahana tohumlarında mikrobiyal gübre uygulamasının çimlenme üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla laboratuvar da çimlendirme denemesi yapılmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 50 tohum olacak şekilde, 22 °C sıcaklığa sahip çimlendirme kabininde karanlık koşullarda 10 gün süreyle yürütülmüştür. Çimlenme öncesinde tohumların %3'lük sodyum hipoklorit (NaClO) ile yüzeysel sterilizasyonu yapılmış ve daha sonra tohumlar saf su ile yıkanmıştır. Çimlendirme için 9 cm çapındaki petri kapları kullanılmıştır. Petri kapları kullanılmadan önce etüvde 170 °C’de 4 saat steril edilmiştir (Muhammad ve Hussain, 2010). Petri kapları içerisindeki filtre kağıtları üzerine her bir petride 50 tohum olacak şekilde tohumlar yerleştirilmiştir. Daha sonra her bir petri kabına çalışmada ele alınan mikrobiyal gübre dozlarına ait (0, 5, 10, 15 ve 20 mL L<sup>-1</sup>) çözeltilerden 10 mL ilave edilmiş ve petrilerin kapağı kapatılarak tohumlar çimlendirme kabininde çimlenmeye bırakılmıştır. Kuruyan petri kaplarına eşit miktarda aynı dozlarda çözeltilerden ilave edilmiştir. Tohumlarda 1-2 mm uzunluğunda kökçüğün görülmesi çimlenme için yeterli olarak kabul edilmiştir. Çimlenen tohumlar her gün aynı saatte sayılmış ve ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Çimlendirme testi sonunda (10. gün) çimlenme oranı (%) belirlenmiştir. Çimlenme oranı (ÇO)’nın hesaplanmasında, ÇO = [Çimlenen tohum sayısı/Toplam tohum sayısı] x 100 formülü kullanılmıştır (Özbay ve ark., 2018).

### Fide Çalışması

Fide denemesi, 21±1 °C ortam sıcaklığı, %50-55 nem ve 14 saat ışık/10 saat karanlık periyoda sahip iklim odasında yürütülmüştür. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her tekerrürde 10 fide olacak şekilde toplam her iki türden (2x5x3x10) 300 fide yetiştirilmiştir. Marul ve beyaz baş lahana tohumları 3:1 oranında (v/v) torf:perlit karışımı içeren 200 mL’lik beyaz plastik bardaklara ekilmiştir. Tohum ekimi tamamlandıktan sonra sulama yapılmıştır. Çıkişlardan sonra her bardakta bir bitki olacak şekilde seyreltilmiştir. Mikrobiyal gübre uygulaması gerçek yapraklar çıktıktan sonra 5 gün aralıklarla toplam 3 kez yapılmıştır. Çalışmada ele alınan dozlarda hazırlanan (0, 5, 10, 15 ve 20 mL L<sup>-1</sup>) mikrobiyal gübre solüsyonları her bir uygulamada bitki başına 10 mL olacak şekilde yaprakların altına ve üstüne iyice ıslanacak şekilde püskürtülerek mikrobiyal gübreleme gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda herhangi bir mikrobiyal gübre uygulaması

yapılmamıştır. Yetiştirme periyodu boyunca nem durumu kontrol edilerek gerekli görüldüğünde sulama yapılmıştır. Fidelere herhangi bir kimyasal gübre veya ilaç uygulanmamıştır. Tohum ekiminden 45 gün sonra deneme sonlandırılmış ve mikrobiyal gübre dozlarının etkilerini belirlemek amacıyla fideler topraktan kökleri ile sökülerek fide büyüme parametreleri belirlenmiştir. Fide çalışmasında fide boyu (cm), gövde çapı (mm), fide yaş ağırlığı (g), fide kuru ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g), yaprak sayısı (adet bitki<sup>-1</sup>), kuru madde miktarı (%), klorofil değeri (spad), renk (L\*, a\*, b\*, C\* ve h°), pH ve elektriksel iletkenlik (EC,  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) tespit edilmiştir. Çalışmada fide boyu ve kök uzunluğu cetvel yardımıyla ölçülerek; fide yaş ağırlığı ve kök yaş ağırlığı hassas terazide tartılarak; fide kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı etüvde 65 °C'de sabit ağırlığa ulaşana kadar kurutulduktan sonra hassas terazide tartılarak; gövde çapı dijital kumpasla ölçülerek; yaprak sayısı fidelere oluşan gerçek yapraklar sayılarak; kuru madde oranı Kılıç ve ark. (1991)'e göre; klorofil miktarı tam olarak gelişmiş yapraklarda klorofil ölçer (Apogee Chlorophyll Concentration Meter, MC-100) ile; renk (L\*, a\*, b\*, C\* ve h°) tam olarak gelişmiş yapraklarda renk ölçer cihazı (3NH NR60CP) ile; pH ve elektriksel iletkenlik değerleri bitkinin toprak üstü kısımlarında pH metre (Thermo Scientific, Orion Star A111) ve EC metre (Thermo Scientific, Orion Star A212) kullanılarak belirlenmiştir.

### **İstatistiksel Değerlendirme**

Araştırma sonucunda elde edilen veriler JMP 13.2 istatistik programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. İncelenen özellikler bakımından istatistiki olarak önemli bulunan ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey HSD (Tukey's Honestly Significant Difference Test) çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

## **BULGULAR VE TARTIŞMA**

Marulda farklı dozlarda mikrobiyal gübre uygulamalarının çimlenme ve fide büyüme parametreleri üzerine etkileri Çizelge 1'de verilmiştir. Çimlenme oranı, fide boyu, kök kuru ağırlığı, kuru madde oranı, EC ve pH bakımından mikrobiyal gübre dozları arasındaki farklılıklar  $P < 0.01$  düzeyinde önemli; fide kuru ağırlığı ve renk özelliklerinden b\* değeri bakımından ise mikrobiyal gübre dozları arasındaki farklılıklar  $P < 0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Diğer taraftan, gövde çapı, fide yaş ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, yaprak sayısı, klorofil değeri, L\*, a\*, C\* ve h° renk değerleri yönünden çalışmada ele alınan mikrobiyal gübre dozları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur.

Çalışmada marul tohumlarında çimlenme oranı %64.33-74.00 arasında değişmiştir. En yüksek çimlenme oranı 15 mL L<sup>-1</sup> mikrobiyal gübre uygulamasında belirlenmiştir. En düşük çimlenme oranları istatistiksel olarak aralarında fark olmayan diğer mikrobiyal gübre dozları ile kontrol uygulamasında saptanmıştır. Mikrobiyal gübre uygulamalarından kontrole göre daha yüksek çimlenme oranları elde edilmiş olup, mikrobiyal gübrenin çimlenme üzerinde olumlu etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, 15 mL L<sup>-1</sup> uygulaması mikrobiyal gübre uygulamasının yapılmadığı kontrole (0 mL L<sup>-1</sup>) göre çimlenme oranını %15.03 oranında artırmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına benzer olarak daha önce yapılan çalışmalarda mikrobiyal gübre uygulamalarının kavunda (Kaveh ve ark., 2011), marulda (Özbay ve ark., 2015), domateste (Kumar, 2017), ıspanakta (Özbay ve ark., 2018) ve tatlı mısırdaki (Altunlu ve ark., 2019) çimlenme oranını kontrole göre önemli oranda artırdığı bildirilmiştir. Çimlenme üzerindeki bu olumlu etkinin mikrobiyal gübre uygulaması yapılan tohumlardaki oksin gibi hormonların artışından kaynaklandığı belirtilmektedir (Bakonyi ve ark., 2013).

Çimlenme oranında olduğu gibi fide boyu bakımından da en yüksek değer 5.70 cm ile 15 mL L<sup>-1</sup> mikrobiyal gübre uygulamasında saptanmış olup, onu istatistiksel olarak aralarında fark olmayan 20 mL L<sup>-1</sup> uygulaması (5.50 cm) izlemiştir. En düşük fide boyu ise 4.20 cm ile kontrolde gözlenmiştir. Mikrobiyal gübre uygulamalarının kontrole göre fide boyunda önemli artışlar sağladığı tespit edilmiştir. Nitekim, mikrobiyal gübre uygulamasının dozlara bağlı olarak fide boyunu kontrole göre %7.14-35.71 oranında artırdığı saptanmıştır. Benzer şekilde, Azarmi ve ark. (2011), Kumar (2017) ve İkiz (2019) domateste mikrobiyal gübrenin kontrole göre fide boyunu önemli oranda artırdığını bildirmişlerdir.

Mikrobiyal gübre uygulamaları ile marul fidelerinde fide kuru ağırlığı önemli düzeyde etkilenmiş, en yüksek fide kuru ağırlığı istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 10, 15 ve 20 mL L<sup>-1</sup> uygulamalarında (0.16 g), en düşük fide kuru ağırlığı ise 0 ve 5 mL L<sup>-1</sup> uygulamalarında (0.15 g) gözlenmiştir. Çalışmada mikrobiyal gübrenin fide kuru ağırlığını olumlu yönde etkilediği, özellikle 10, 15 ve 20 mL L<sup>-1</sup> uygulamalarının kontrole göre fide kuru ağırlığını önemli oranda artırdığı tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde, domates fidelerinde mikrobiyal gübrelemenin kontrole göre fide kuru ağırlığını önemli düzeyde artırdığı tespit edilmiştir (Azarmi ve ark., 2011). Diğer taraftan, marul, domates ve hıyar fidelerinde vejetatif aksam (yaprak+gövde) kuru ağırlığı bakımından kontrol ve mikrobiyal gübreleme arasında önemli bir fark bulunmamıştır (İkiz, 2019).

**Çizelge 1.** Marulda farklı dozlarda mikrobiyal gübre uygulamalarının çimlenme ve fide büyüme parametreleri üzerine etkileri. *Table 1. Effects of microbial fertilizer applications at different doses on germination and seedling growth parameters in lettuce.*

Mikrobiyal gübre dozları (mL L <sup>-1</sup> )	Özellik					
	Çimlenme oranı (%)	Fide boyu (cm)	Gövde çapı (mm)	Fide yaş ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )	Fide kuru ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )	Kök uzunluğu (cm)
0	64.33b**	4.20c**	2.15 <sup>öd</sup>	1.16 <sup>öd</sup>	0.15b*	17.03 <sup>öd</sup>
5	67.00b	4.50c	2.18	1.17	0.15b	17.72
10	68.67b	4.68bc	2.32	1.22	0.16a	17.37
15	74.00a	5.70a	2.35	1.25	0.16a	17.30
20	68.00b	5.50ab	2.33	1.21	0.16a	17.28
Mikrobiyal gübre dozları (mL L <sup>-1</sup> )	Kök yaş ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )	Kök kuru ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )	Yaprak sayısı	Kuru madde oranı (%)	Klorofil (spad)	EC (µS cm <sup>-1</sup> )
0	0.52 <sup>öd</sup>	0.08c**	6.33 <sup>öd</sup>	11.07b**	17.15 <sup>öd</sup>	43.23a**
5	0.57	0.10a	6.33	11.56b	17.10	35.69b
10	0.56	0.09ab	6.56	12.63a	17.55	32.13c
15	0.55	0.09ab	6.78	12.75a	17.92	31.86c
20	0.54	0.09ab	6.41	11.48b	17.58	31.69c
Mikrobiyal gübre dozları (mL L <sup>-1</sup> )	pH	L*	a*	b*	C*	h°
0	6.39a**	56.53 <sup>öd</sup>	-14.31 <sup>öd</sup>	36.30b*	39.02 <sup>öd</sup>	111.52 <sup>öd</sup>
5	6.33b	56.85	-14.21	37.68a	40.27	110.68
10	6.31b	56.08	-14.05	36.12b	38.77	111.26
15	6.29bc	56.40	-14.37	36.97b	39.66	111.57
20	6.25c	56.08	-14.59	36.51b	39.63	111.59

\*\* : P<0.01 düzeyinde önemli, \* : P<0.05 düzeyinde önemli, öd : önemli değil, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Çalışmada ele alınan mikrobiyal gübre dozlarına bağlı olarak marul fidelerinde kök kuru ağırlığı 0.08-0.10 g arasında değişmiş olup, en yüksek 5 mL L<sup>-1</sup> uygulamasında, en düşük ise kontrol uygulamasında gözlenmiştir. Kök kuru ağırlığı yönünden de mikrobiyal gübre uygulamalarının kontrole göre önemli artışlar sağladığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, önceki çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur. Yedidia ve ark. (2001), mikrobiyal gübrelemenin hıyar fidelerinde kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında kök kuru ağırlığında önemli artışlar meydana getirdiğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Akkuş (2011) ıspanakta ve kerevizde, Özbay ve ark. (2015) marulda, Özbay ve ark. (2018) ıspanakta mikrobiyal gübrenin kontrole göre kök kuru ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir.

Marul fidelerinde kuru madde oranı bakımından en yüksek değerler istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 15 ve 10 mL L<sup>-1</sup> uygulamalarında (sırasıyla %12.75 ve 12.63) belirlenmiştir. En düşük kuru madde oranları ise istatistiksel olarak aralarında fark olmayan kontrol, 20 ve 5 mL L<sup>-1</sup> uygulamalarında (sırasıyla %11.07, 11.48 ve 11.56) tespit edilmiştir. Tüm mikrobiyal gübre dozlarında kontrolden daha yüksek kuru madde oranları elde edilmiştir. Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında, 15 mL L<sup>-1</sup> mikrobiyal gübre uygulamasında kuru madde oranı bakımından %15.18 oranında bir artış meydana gelmiştir. Bulgularımız mikrobiyal gübreleme ile kuru madde oranının arttığını bildiren diğer araştırmacıların (Özbay ve ark., 2015; 2018; İkiz, 2019) sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

EC seviyesi bakımından çalışmada ele alınan gübre dozları incelendiğinde, kontrol uygulaması 42.23 µS cm<sup>-1</sup> ile ilk sırada yer almıştır. En düşük EC değerleri ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 20, 15 ve 10 mL L<sup>-1</sup> uygulamalarında (sırasıyla 31.69, 31.86 ve 32.13 µS cm<sup>-1</sup>) gözlenmiştir. Mikrobiyal gübre dozlarının artması ile birlikte, EC değeri azalma göstermiştir. Katgıcı ve ark. (2019) tarafından marulda yapılan çalışmada kontrol ve mikrobiyal gübreleme arasında EC değeri bakımından önemli bir fark bulunmamıştır.

Marul fidelerinde pH değeri 6.25-6.39 arasında değişmiştir. Kontrol uygulamasında pH değerinin mikrobiyal gübre uygulamalarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, en düşük pH değeri 20 mL L<sup>-1</sup> uygulamasında bulunmuştur. EC değerinde olduğu gibi mikrobiyal gübre dozu arttıkça, pH değerlerinde bir düşüş meydana gelmiştir. Çubuklu (2011) domateste yaptığı çalışmada pH değeri bakımından kontrol ve mikrobiyal gübre arasındaki farkın önemsiz olduğunu bildirmiştir.

Marul fidelerinde en yüksek b\* değeri 5 mL L<sup>-1</sup> uygulamasında (37.68) tespit edilmiştir. En düşük b\* değerleri ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alan kontrol ile 10, 15 ve 20 mL L<sup>-1</sup> uygulamalarında saptanmıştır. Renk parametrelerinden b\* değeri sarıdan (pozitif) maviye (negatif) renk değişimlerini belirtmektedir. Marulda renk

kalite açısından önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Farklı dozlarda uygulanan mikrobiyal gübrenin marul fidelerinde L\*, a\*, C\* ve h° renk değerlerinde meydana getirdiği değişiklik istatistiki olarak önemli görülmemiş olup, sırasıyla 56.08-56.85, (-14.59) - (-14.05), 38.77-40.27 ve 110.68-111.59 arasında bulunmuştur. İkiz (2019) mikrobiyal gübre uygulamasının fide kalitesine etkilerini araştırdığı çalışmada marul fidelerinde L\*, a\*, b\* C\* ve h° değerleri bakımından kontrol ve mikrobiyal gübreleme arasında önemli bir farkın olmadığını bildirmiştir. Katgıcı ve ark. (2019)'nın marulda yaptıkları çalışmada mikrobiyal gübrenin L\* ve C\* renk değerlerinde meydana getirdiği değişiklik önemli bulunmamış olup, h° renk değerinin kontrolden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada ele alınan mikrobiyal gübre dozlarına bağlı olarak marul fidelerinde gövde çapı, fide yaş ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, yaprak sayısı ve klorofil değeri sırasıyla 2.15-2.35 mm, 1.16-1.25 g, 17.03-17.72 cm, 0.52-0.57 g, 6.33-6.78, 17.10-17.92 spad arasında değişiklik göstermiştir. İstatistiksel olarak farklılık göstermemekle birlikte gövde çapı, fide yaş ağırlığı, kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığı bakımından mikrobiyal gübre uygulamalarından kontrole göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Aynı şekilde, yaprak sayısı ve klorofil değeri yönünden de 10, 15 ve 20 mL L<sup>-1</sup> mikrobiyal gübre uygulamalarının kontrole göre artış sağladığı tespit edilmiştir. Çubuklu (2011) tarafından domateste, Katgıcı ve ark. (2019) tarafından marulda yapılan çalışmalarda mikrobiyal gübrenin klorofil değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada domates ve hıyar fidelerinde gövde çapı bakımından kontrol ve mikrobiyal gübreleme arasında önemli bir fark bulunmamıştır (İkiz, 2019). Domates fidelerinde mikrobiyal gübreleme ile gövde çapı, yaprak sayısı ve klorofil içeriğinin kontrol uygulamasına kıyasla arttığı tespit edilmiştir (Azarmi ve ark., 2011). Ispanak, marul, tere ve rokada yapılan çalışmalarda mikrobiyal gübreleme ile yaprak sayısı ve klorofil içeriğinin kontrole göre önemli oranda arttığı ifade edilmiştir (Özbay ve ark., 2010; 2015; 2018). Mikrobiyal gübrelemede kullanılan mikroorganizmaların etkinliği bitki türü, yetiştirme ortamı, yetiştirme sezonu, çevre şartları ve depolama şartları gibi birçok faktöre bağlı olarak önemli derecede değişebilmektedir (Buyer ve ark., 2002). Buna bağlı olarak da mikrobiyal gübreleme ile ilgili çalışmalarda birbirinden farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Mikrobiyal gübre uygulamalarında gübrenin etkisinin istenilen düzeye ulaşabilmesi için toprakların pH, nem, organik madde gibi mikroorganizmaların yaşamını etkileyen özelliklerinin kontrol edilmesi gerekmektedir (Karaçal ve Tüfenkçi, 2010).

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre mikrobiyal gübrenin marulda çimlenme oranı, fide boyu, fide kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve kuru madde oranı üzerinde olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Mikrobiyal gübre dozları değerlendirildiğinde, 15 mL L<sup>-1</sup> mikrobiyal gübre uygulamasının çimlenme ve fide gelişimi üzerinde daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2'de görüldüğü gibi beyaz baş lahanada, fide boyu, fide yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, EC, pH ve h° renk değeri bakımından mikrobiyal gübre dozları arasındaki farklılıklar P<0.01 düzeyinde önemli; kuru madde oranı ile b\* ve C\* renk değerleri bakımından ise mikrobiyal gübre dozları arasındaki farklılıklar P<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Buna karşılık, çimlenme oranı, gövde çapı, fide kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, yaprak sayısı, klorofil değeri ile L\* ve a\* renk değerleri yönünden mikrobiyal gübre dozları arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Fide boyu çalışmada ele alınan mikrobiyal gübre dozlarına bağlı olarak 6.02-7.81 cm arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek fide boyu istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan 15, 20 ve 10 mL L<sup>-1</sup> mikrobiyal gübre uygulamaları ile kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Diğer taraftan, en düşük fide boyu 5 mL L<sup>-1</sup> uygulamasında gözlenmiştir. Çalışmada 10, 15 ve 20 mL L<sup>-1</sup> uygulamalarının kontrole göre fide boyunu önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir. 15 mL L<sup>-1</sup> uygulamasında fide boyu kontrole göre %13.35 oranında artmıştır. Farklı sebze türlerinde yapılan çalışmalarda da mikrobiyal gübrelemenin bitki boyunu artırdığı bildirilmiştir (Özbay ve ark., 2010; Çubuklu, 2011; Özbay ve ark., 2015; 2018; Altunlu ve ark., 2019).

Çalışmada ele alınan gübre dozları incelendiğinde, fide yaş ağırlığı bakımından 15 mL L<sup>-1</sup> uygulaması 1.52 g ile ilk sırada yer almış olup, onu istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan 20 ve 10 mL L<sup>-1</sup> uygulamaları izlemiştir. En düşük fide yaş ağırlığı ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 5 mL L<sup>-1</sup> uygulaması ile kontrolde (sırasıyla 1.03 ve 1.10 g) gözlenmiştir. Fide yaş ağırlığı yönünden de 10, 15 ve 20 mL L<sup>-1</sup> mikrobiyal gübre uygulamalarının kontrolden daha yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında, 15 mL L<sup>-1</sup> uygulaması fide yaş ağırlığında %38.18 oranında bir artış sağlamıştır. Elde edilen bu sonuçlar, önceki çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur. Marul, domates ve hıyar fidelerinde mikrobiyal gübrelemenin vejetatif aksam (yaprak+gövde) yaş ağırlığını kontrole göre önemli oranda artırdığı tespit edilmiştir (İkiz, 2019). Bal ve Altıntaş (2008) mikrobiyal gübre uygulanan marul fidelerinde yaş ağırlığın kontrol bitkilerine göre önemli ölçüde arttığını belirlemişlerdir.

**Çizelge 2.** Beyaz baş lahanada farklı dozlarda mikrobiyal gübre uygulamalarının çimlenme ve fide büyüme parametreleri üzerine etkileri.

Table 2. Effects of microbial fertilizer applications at different doses on germination and seedling growth parameters in white head cabbage.

Mikrobiyal gübre dozları (mL L <sup>-1</sup> )	Özellik					
	Çimlenme oranı (%)	Fide boyu (cm)	Gövde çapı (mm)	Fide yaş ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )	Fide kuru ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )	Kök uzunluğu (cm)
0	87.33 <sup>öd</sup>	6.89ab <sup>**</sup>	1.75 <sup>öd</sup>	1.10b <sup>**</sup>	0.19 <sup>öd</sup>	16.30 <sup>öd</sup>
5	86.00	6.02b	1.61	1.03b	0.14	16.28
10	89.67	7.07a	1.64	1.29ab	0.22	16.26
15	91.00	7.81a	1.81	1.52a	0.25	16.20
20	88.00	7.34a	1.78	1.35ab	0.22	16.11
Mikrobiyal gübre dozları (mL L <sup>-1</sup> )	Kök yaş ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )	Kök kuru ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )	Yaprak sayısı	Kuru madde oranı (%)	Klorofil (spad)	EC (µS cm <sup>-1</sup> )
0	0.24 <sup>öd</sup>	0.05a <sup>**</sup>	3.44 <sup>öd</sup>	16.46b <sup>*</sup>	38.13 <sup>öd</sup>	72.59a <sup>**</sup>
5	0.22	0.05a	3.44	16.05b	38.18	40.96c
10	0.20	0.04ab	3.56	17.34a	38.43	46.33bc
15	0.19	0.03b	3.67	17.33a	38.48	51.43b
20	0.18	0.03b	3.56	17.32a	38.17	53.93b
Mikrobiyal gübre dozları (mL L <sup>-1</sup> )	pH	L*	a*	b*	C*	h°
0	6.36c <sup>**</sup>	55.59 <sup>öd</sup>	-7.63 <sup>öd</sup>	9.93b <sup>*</sup>	12.54b <sup>*</sup>	127.60a <sup>**</sup>
5	6.17d	54.03	-9.07	14.11a	16.80a	122.72ab
10	6.48c	54.23	-8.53	14.18a	16.57a	121.14b
15	6.81b	54.45	-9.33	13.57ab	16.49a	124.56ab
20	7.13a	52.82	-6.52	11.40ab	13.17b	118.53b

\*\* : P<0.01 düzeyinde önemli, \* : P<0.05 düzeyinde önemli, öd: önemli değil, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Beyaz baş lahanada fidelerde kök kuru ağırlığı 0.03-0.05 g arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek kök kuru ağırlığı istatistiksel olarak aynı grupta yer alan kontrol ile 5 ve 10 mL L<sup>-1</sup> mikrobiyal gübre uygulamalarında belirlenirken, en düşük kök kuru ağırlığı 15 ve 20 mL L<sup>-1</sup> uygulamalarında saptanmıştır. Kök kuru ağırlığı ile ilgili olarak elde edilen bu bulgular farklı sebze türlerinde mikrobiyal gübrenin kök kuru ağırlığını kontrole göre önemli oranda artırdığını bildiren önceki bazı çalışmalarla (Yedia ve ark., 2001; Akkuş, 2011; Özbay ve ark., 2015) farklılık göstermektedir. Diğer taraftan, İki (2019) domates, hıyar ve marul fidelerinde kök kuru ağırlığı bakımından kontrol ve mikrobiyal gübreleme arasında fark olmadığını bildirmiştir.

Beyaz baş lahanada fidelerde kuru madde oranı bakımından en yüksek değerler istatistiksel olarak aralarında fark olmayan 10, 15 ve 20 mL L<sup>-1</sup> uygulamalarında (sırasıyla %17.34, 17.33 ve 17.32) gözlenmiş, en düşük değerler ise 5 mL L<sup>-1</sup> uygulaması ile kontrolde (sırasıyla %16.05 ve 16.46) tespit edilmiştir. Çalışmada 10, 15 ve 20 mL L<sup>-1</sup> uygulamaları ile kontrole göre kuru madde oranında önemli düzeyde artış sağlanmıştır. Özbay ve ark. (2010) rokada mikrobiyal gübrelemenin kontrole göre kuru madde içeriğini artırdığını, terede ise kuru madde içeriğinin mikrobiyal gübrelemede kontrolden daha düşük bulunduğunu bildirmişlerdir.

Beyaz baş lahanada fidelerde EC seviyesi incelendiğinde, kontrolde (72.59 µS cm<sup>-1</sup>) mikrobiyal gübre uygulamalarına göre önemli derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. En düşük EC değeri 5 mL L<sup>-1</sup> uygulamasında (40.96 µS cm<sup>-1</sup>) belirlenmiş olup, artan mikrobiyal gübre dozuna paralel olarak EC değerleri de artış göstermiştir. Kontrol uygulamasında EC değerinde 5 mL L<sup>-1</sup> mikrobiyal gübre uygulamasına göre yaklaşık 1.8 kat artış görülmüştür. Beyaz baş lahanada fidelerindeki EC değerlerinde gübre dozlarının etkisinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Katgıcı ve ark. (2019) marulda yaptıkları çalışmada mikrobiyal gübrenin EC değerini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Beyaz baş lahanada fidelerde pH değerinin 6.17-7.13 arasında değiştiği tespit edilmiştir. EC değerinde olduğu gibi artan mikrobiyal gübre dozuna paralel olarak pH seviyesinde önemli seviyede artış meydana gelmiş ve çalışmada kullandığımız en yüksek gübre dozu olan 20 mL L<sup>-1</sup> uygulamasında pH seviyesi en yüksek bulunmuştur. En düşük pH değeri ise 5 mL L<sup>-1</sup> uygulamasında saptanmıştır. Katgıcı ve ark. (2019) marulda yaptıkları çalışmada pH değerinin mikrobiyal gübrelemede kontrolden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmada ele alınan mikrobiyal gübre dozlarına bağlı olarak beyaz baş lahanada fidelerde  $b^*$  değeri 9.93-14.18 arasında değişmiş olup, en yüksek mikrobiyal gübre uygulamalarında (5, 10, 15 ve 20 mL L<sup>-1</sup>), en düşük ise kontrolde gözlenmiştir.  $C^*$  değeri bakımından 5, 10 ve 15 mL L<sup>-1</sup> mikrobiyal gübre uygulamaları ilk sırada yer alırken, kontrol ve 20 mL L<sup>-1</sup> uygulamasının ise en düşük  $C^*$  renk değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.  $C^*$  değeri büyüdükçe rengin doygunluğu artmaktadır. Rengin niteliğini belirten  $h^\circ$  değerinin 118.53 (20 mL L<sup>-1</sup> uygulaması) - 127.60 (kontrol) arasında değiştiği bulunmuştur. Çalışmada  $h^\circ$  değerinin sarı (90°) ve yeşil (180°) renk arasında olduğu belirlenmiştir. Beyaz baş lahanada fidelerde  $L^*$  ve  $a^*$  renk değerleri farklı dozlarda mikrobiyal gübre uygulamalarından istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmemiş olup,  $L^*$  ve  $a^*$  renk değerleri sırasıyla 52.82-55.59 ve (-9.33) - (-6.52) arasında bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen bulgulara benzer şekilde, İkiz (2019) domates fidelerinde  $b^*$ ,  $C^*$  ve  $h^\circ$  renk değerlerinin mikrobiyal gübre ve kontrol arasında önemli farklılık gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmacı ayrıca domates fidelerinde  $b^*$  ve  $C^*$  renk değerlerinin kontrolde mikrobiyal gübrelemeden daha düşük olduğunu belirtmiştir.

Beyaz baş lahanada fidelerde çimlenme oranı, gövde çapı, fide kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, yaprak sayısı ve klorofil değeri çalışmada ele alınan mikrobiyal gübre dozlarına bağlı olarak sırasıyla %86.00-91.00, 1.61-1.81 mm, 0.14-0.25 g, 16.11-16.30 cm, 0.18-0.24 g, 3.44-3.67 ve 38.13-38.48 spad arasında değişiklik göstermiştir. İstatistiksel olarak farklılık göstermemekle beraber klorofil değeri bakımından mikrobiyal gübre uygulamalarından kontrole göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Aynı şekilde, çimlenme oranı, fide kuru ağırlığı ve yaprak sayısı yönünden de 10, 15 ve 20 mL L<sup>-1</sup> mikrobiyal gübre uygulamalarının kontrole göre artış sağladığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgulara benzer olarak daha önce yapılan çalışmalarda (Azarmi ve ark., 2011; İkiz, 2019) mikrobiyal gübre uygulamalarının farklı sebze türlerinde çimlenme oranı üzerinde önemli etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Domateste ve marulda yapılan çalışmalarda mikrobiyal gübrenin klorofil değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Çubuklu, 2011; Katgıcı ve ark., 2019). Diğer taraftan, farklı araştırmacılar (Özbay ve ark., 2010; Akkuş, 2011; Özbay ve ark., 2015) mikrobiyal gübrelemenin kontrol ile karşılaştırıldığında klorofil içeriğini önemli oranda artırdığını ifade etmişlerdir. Altıntaş ve Bal (2008), soğanda mikrobiyal gübrenin yaprak sayısı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. İkiz (2019) domates ve hıyar fidelerinde gövde çapı bakımından kontrol ve mikrobiyal gübreleme arasında önemli bir fark bulunmadığını belirtmiştir. Azarmi ve ark. (2011) domates fidelerinde mikrobiyal gübreleme ile gövde çapı, yaprak sayısı ve klorofil içeriğinin kontrol uygulamasına kıyasla arttığını tespit etmişlerdir.

Elde edilen sonuçlara göre mikrobiyal gübrenin beyaz baş lahanada fide boyu, fide yaş ağırlığı ve kuru madde oranı üzerinde olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Mikrobiyal gübre dozları değerlendirildiğinde, 15 mL L<sup>-1</sup> mikrobiyal gübre uygulamasının çimlenme ve fide gelişimi üzerinde daha etkili olduğu belirlenmiştir.

## SONUÇ

Bu çalışmada, ülkemizde en çok üretilen kışlık sebzeler arasında yer alan marul ve beyaz baş lahanada farklı dozlarda mikrobiyal gübre uygulamalarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda mikrobiyal gübrenin marulda çimlenme oranı, fide boyu, fide kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve kuru madde oranını; beyaz baş lahanada ise fide boyu, fide yaş ağırlığı ve kuru madde oranını kontrole göre önemli oranda artırdığı tespit edilmiştir. Buna ilave olarak, istatistiksel olarak farklılık göstermemekle birlikte marulda gövde çapı, fide yaş ağırlığı, kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığı bakımından; beyaz baş lahanada ise klorofil değeri bakımından mikrobiyal gübre uygulamalarından kontrole göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Genel olarak, mikrobiyal gübre uygulamalarının tohum çimlenmesi ve fide büyüme parametrelerine pozitif yönde etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Mikrobiyal gübrenin farklı dozları kendi arasında değerlendirildiğinde, özellikle 15 mL L<sup>-1</sup> mikrobiyal gübre uygulamasının hem marulda hem de beyaz baş lahanada çimlenme ve fide gelişimi üzerinde daha etkili olduğu saptanmıştır. Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında, 15 mL L<sup>-1</sup> uygulaması marulda çimlenme oranını %15.03, fide boyunu %35.71 ve kuru madde oranını %15.18 oranında; beyaz baş lahanada ise fide boyunu %13.35 ve fide yaş ağırlığını %38.18 oranında artırmıştır. Mikrobiyal gübre uygulamasının marul ve beyaz baş lahanada çimlenme ve fide gelişimini artırmada alternatif bir uygulama yöntemi olarak başarılı bir şekilde kullanılabileceği ve 15 mL L<sup>-1</sup> dozunun uygun doz olarak önerilebileceği sonucuna varılmıştır. Fide büyümesine ve kalitesine olan etkileri yanında uygulamanın insan ve çevre sağlığına duyarlı olması ve ayrıca organik fide üretiminde de kullanılabilecek olması mikrobiyal gübrelemenin önemini daha da artırmaktadır. Bununla birlikte, iklim odası koşullarında yapılan bu denemenin arazi koşullarında daha detaylı olarak yapılmasının elde edilen sonuçların yetiştirici ortamında kullanılması ve bu sonuçların etkilerinin paylaşılabilmesi için gerekli olduğu düşünülmektedir.



## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederim.

## YAZAR KATKISI

Yazar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazımı tarafımda yapılmıştır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesinde yardımcı olan lisans öğrencileri Merve UYSAL ve Kübra Feyza KILIÇ'a teşekkür ederim.

## KAYNAKLAR

- Akkuş, F. (2011). *Mikrobiyal ve inorganik gübre uygulamalarının tuz stresi altında yetiştirilen ıspanak (Spinacia oleracea) ve kök kerevizde (Apium graveolens) bitki gelişimi ve verim üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Alagöz, G., Özer, H., & Pekşen A. (2020). Raised bed planting and green manuring increased tomato yield through improved soil microbial activity in organic cultivation. *Biological Agriculture & Horticulture*, 36(3), 187-199.
- Altıntaş, S., & Bal, U. (2008). Effects of the commercial product based on *Trichoderma harzianum* on plant, bulb and yield characteristics of onion. *Scientia Horticulturae*, 116(2), 219-222.
- Altunlu, H., Demiral, O., Dursun, O., Sönmez, M., & Ergün, K. (2019). Mikrobiyal gübre uygulamasının tatlı mısır (*Zea mays* L. var. *saccharata*) yetiştiriciliğinde bitki gelişimi ve verim üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(1), 32-39.
- Azarmi, R., Hajieghrari, B., & Giglou, A. (2011). Effect of *Trichoderma* isolates on tomato seedling growth response and nutrient uptake. *African Journal of Biotechnology*, 10(31), 5850-5855.
- Aybak, H. Ç. (2002). *Salata/Marul Yetiştiriciliği*. Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Bakonyi, N., Bott, S., Gajdos, E., Szabo, A., Jakab, A., Toth, A., Makleit, P. & Veres, S. Z. (2013). Using biofertilizer to improve seed germination and early development of maize. *Polish Journal of Environmental Studies*, 22(6), 1595-1599.
- Bal, U., & Altıntaş, S. (2008). Effects of *Trichoderma harzianum* on lettuce in protected cultivation. *Journal Central European Agriculture*, 9(1), 63-70.
- Brewer, M. T., & Larkin, R. P. (2005). Efficacy of several potential biocontrol organisms against *Rhizoctonia solani* on potato. *Crop Protection*, 24, 939-950.
- Buyer, J. S., Roberts, D. P., & Russek-Cohen, E. (2002). Soil and plant effects on microbial community structure. *Canadian Journal of Microbiology*, 48, 955-964.
- Chen, S. K., Edwards, C. A., & Subler, S. (2001). Effects of the fungicides benzomyl, captan and chlorothalonil on soil microbial activity and nitrogen dynamics in laboratory incubations. *Soil Biology & Biochemistry*, 33, 1971-1980.
- Çubuklu, Ö. (2011). *Aşılı ve aşısız domates fideleri ile yapılan yetiştiricilikte mikrobiyal gübrenin (Trichoderma harzianum) verim ve kalite üzerine etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Eşiyok, D. (2012). *Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği*. Meta Basım. Bornova/İzmir.
- Günay, A. (2005). *Sebze Yetiştiriciliği*. Cilt II, İzmir.
- Hounscome, N., Hounscome, B., Tomos, D., & Jones, G. E. (2009). Changes in antioxidant compounds in white cabbage during winter storage. *Postharvest Biology and Technology* 52, 173-179.
- Irmak, S., Cil, A. N., & Cil, A. (2011). The effects of microbial fertilizer applications on yield and some yield elements of peanut in Çukurova Region in Turkey. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2(1), 880-888.
- İkiz, O. (2019). *Bazı sebze türlerinde tohum ekim ortamına Trichoderma harzianum uygulamasının fide kalitesine etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Karaçal, İ., & Tüfenkçi, Ş. (2010). *Bitki beslemede yeni yaklaşımlar ve gübre-çevre ilişkisi*. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Ankara.

- Katgıcı, A., Türk, İ., Demir, H., & Üçok, Z. (2019). *Mikrobiyal gübrenin kıvrıkcık marulda verim ve kaliteye etkileri*. II. Uluslararası Tarım ve Orman Kongresi, İzmir.
- Kaveh, H., Jartoodeh, S. V., Aruee, H., & Mazhabi, M. (2011). Would *Trichoderma* affect seed germination and seedling quality of two muskmelon cultivars, khatooni and qasri and increase their transplanting success? *Journal of Biological & Environmental Sciences*, 5(15), 169-175.
- Kılıç, O., Çapur, U., & Görtay, Ş. (1991). *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Uygulama Kılavuzu*. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, Bursa.
- Kopsell, D. E., Kopsell, D. A., Lefsrud, M. G., & Curran, C. J. (2004). Variability in elemental accumulations among leafy *Brassica oleracea* cultivars and selections. *Journal of Plant Nutrition*, 27, 1813-1826.
- Kumar, N. (2017). Occurrence and distribution of tomato diseases and evaluation of bio-efficacy of *Trichoderma harzianum* on growth and yield components of tomato. *Nigerian Journal of Agriculture, Food and Environment*, 13(2), 37-44.
- Midmore, D. J. (1993). Agronomic modification of resource use and intercrop productivity. *Field Crops Research*, 34, 357-380.
- Monteiro, A., & Lunn, T. (1998). *Trends and perspectives of vegetable Brassica breeding world-wide*. World Conference on Horticultural Research, Rome, Italy.
- Muhammad, Z., & Hussain, F. (2010). Effect of NaCl salinity on the germination and seedling growth of some medicinal plants. *Pakistan Journal of Botany*, 42(2), 889-897.
- Ozbay, N., & Newman, S. E. (2004). Effect of *Trichoderma harzianum* strains to colonize tomato roots and improve transplant growth. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7, 253-257.
- Özbaş, N., Emrebaş, N., & Akıncı, S. (2010). Topraksız ortamda roka ve tere yetiştiriciliğinde mikrobiyal gübre (*Trichoderma harzianum*, Kuen 1585) uygulamasının bitki gelişimi ve verimi üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Özel Sayı*, 268-274.
- Özbaş, N., Demirkıran, A. R., & Ergun, M. (2015). *Mikrobiyal gübre (Trichoderma harzianum, KUEN 1585) uygulamasının marulda çimlenme, gelişme ve verim üzerine etkisi*. Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi, Rize, Türkiye.
- Özbaş, N., Ergun, M., & Demirkıran, A. R. (2018). Ticari mikrobiyal gübre Sim Derma (*Trichoderma harzianum*, Kuen 1585) uygulamasının ıspanakta çimlenme, gelişme ve verim üzerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4), 482-491.
- Singh B. K., Sharma S. R., & Singh B. (2009). Heterosis for mineral elements in single cross-hybrids of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). *Scientia Horticulturae*, 122(1), 32-36.
- Singh, B. K., Sharma, S. R., & Singh, B. (2010). Variation in mineral concentrations among cultivars and germplasms of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 33(1), 95-104.
- Sönmez, İ., Kaplan, M., & Sönmez, S. (2008). Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 25(2), 24-34.
- Swarup, V. (2006). *Vegetable Science and Technology in India*. Kalyani Publishers, New Delhi, India.
- Şalk, A., Arın, L., Devenci, M., & Polat, S. (2008). *Özel Sebzeçilik*. Sevil Cilt Evi ve Matbaası, Tekirdağ.
- Topbaş, M. T., Brohi, A. R., & Karaman, M. R. (1998). *Çevre Kirliliği*. T.C. Çevre Bakanlığı Çevre Bakanlığı Yayını, Ankara.
- TÜİK. (2020). Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>\_Erişim tarihi: 10 Ağustos 2020.
- Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as bio fertilizers. *Plant and Soil*, 255, 571-586.
- Vural, H., Eşiyok, D., & Duman, İ. (2000). *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Yanmaz, R., Duman, İ., Yaralı, F., Demir, K., Sarıkamış, G., Sarı, N., Balkaya, A., Kaymak, H. Ç., Akan, S., & Özalp, R. (2015). *Sebze üretiminde değişimler ve yeni arayışlar*. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, Ankara.
- Yedidia, I., Srivastva, A. K., Kapulnik, Y., & Chet, I. (2001). Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. *Plant and Soil*, 235, 235-242.
- Yıldırım, M., Bahar, E., & Demireli, K. (2015). Farklı sulama suyu seviyelerinin serada yetiştirilen kıvrıkcık marulun (*Lactuca sativa* var. *campania*) verimi ve gelişimi üzerine etkileri. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 29-34.
- Zengin, M. (2007). *Organik Tarım*. Hasad Yayıncılık Limited Şirketi, İstanbul.