

**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.685511

## Topraksız Çilek Yetiştiriciliğinde Mikoriza ve Yetiştirme Ortamı Hacminin Vejetatif Gelişim Ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri

● Nafiye Adak<sup>a,b\*</sup>, ● Eda Elif Yavuzlar<sup>a</sup>, ● Serra Karadal<sup>b</sup>, ● Burak Durmaz<sup>c</sup>

<sup>a,b\*</sup> Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye

<sup>a</sup> Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye

<sup>b</sup> Akdeniz Üniversitesi, Teknoloji Transfer Ofisi, 07058, Antalya

<sup>c</sup> Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: nafiye@akdeniz.edu.tr

Geliş/Received 23/04/2020

Kabul/Accepted 17/06/2020

### ÖZET

Topraksız çilek yetiştiriciliğinde kullanılan yetiştirme ortamı türü, bitki başına düşen hacim, bitki besin solüsyonları ve dışarıdan uygulanan bazı preparatlar gibi birçok kültürel uygulama, bitki büyüme ve gelişmesi ile verim ve kaliteyi önemli derecede etkilemektedir. Özellikle mikoriza uygulamaları birçok bitki türünde topraklı ve topraksız koşullarda verim ve kaliteyi artırıcı uygulamalar olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma, kısıtlı yetiştirme ortamı hacimlerinde yetiştirilen çileklerde mikoriza uygulamasının bitki gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, 'Festival' çilek çeşidinde, iki farklı yetiştirme ortamı hacminde (2.75 ve 3.60 L·bitki<sup>-1</sup>), mikoriza uygulamalarının (mikoriza + ve mikoriza -) bitki gelişimi ve meyve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, mikoriza (+) uygulaması bitkilerde gövde çapı, yaprak sayısı, klorofil indeksi ve meyve sertliğini artırırken, meyve boyutlarını azaltmıştır. Morfo-fizyolojik özellikler bakımından yetiştirme ortamı hacmi arasında önemli farklılıklar bulunmamış olup, 3.60 litre bitki hacminde en yüksek meyve sertliği ve meyve iriliği belirlenmiştir. Uygulamalar suda çözünabilir kuru madde içeriğini etkilememiştir. Meyvelerde renklenme bakımından mikorizasız uygulamalar daha parlak (L) meyveleri oluştururken, mikoriza uygulaması yaprak rengini etkilememiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Kokopit,  
Meyve Sertliği,  
Meyve boyutu,  
Örtüaltı Yetiştiricilik

The effects of mycorrhiza and growing media volume on plant growth in soilless strawberry cultivation

### ABSTRACT

Many cultural factors such as soilless media type, volume per plant, plant nutrient solutions and exogenous some preparations are effective on plant growth and development, yield, quality of strawberries grown in soilless conditions. In particular, mycorrhiza applications are used in many plant species as applications to increase yield and quality in soil and soilless cultivation. In this study, the effects of mycorrhiza application on plant growth in strawberries grown in restricted root volume were investigated. In the research, the effects of two treatments (mycorrhiza + and mycorrhiza -) and two different soilless media volume (2.75 and 3.60 L plant) on plant growth and fruit quality were investigated in Festival strawberry cultivar. The result of the study, mycorrhiza application increased the crown diameter, leaf numbers, chlorophyll index and fruit firmness, while fruit size was decreased. In terms of morpho-physiological features, no significant differences were found between soilless medias volume, however, the highest fruit firmness and fruit size were determined at 3.60 L plant volume. The mycorrhizal application did not affect the soluble solid content. In terms of colour, the highest fruit lightness (L) was determined non-mycorrhizal application, whereas leaf colour did not affect from the mycorrhizal application.

Keywords:  
Cocopeat,  
Colour,  
Fruit Firmness,  
Fruit Size,  
Protected Cultivation

© OMU ANAJAS 2020

## 1. Giriş

Çilek, üzümü meyve türleri içerisinde en fazla üretilen ve tüketilen üründür. Türkiye dünyada çilek üretim miktarı (440 968 ton) bakımından dördüncü ve üretim alanı (16 102 ha) bakımından ise beşinci sırada yer almaktadır (FAO, 2018). Son yıllarda üretim potansiyelimizin artışının en önemli nedeni, çilek yetiştiriciliğinde topraksız tarım uygulamalarının üreticiler tarafından benimsenmesi ve yaygınlaşmasıdır. Özellikle bu tarım tekniğinde, alan, su, gübre, ilaç, işgücü tasarrufu sağlaması yanında, birim alandan yüksek verim ile meyve kalitesi de üretici için cazip kılan nedenler arasındadır. Ayrıca bu yetiştiricilik sistemi ile, iklimi uygun, fakat toprak kalitesinin uygun olmadığı alanlar yetiştiricilik amaçlı değerlendirilirken, toprak kirliliği, dezenfeksiyonu gibi sorunların da önüne geçilmesi ile tarımda sürdürülebilirlik sağlanmaktadır. Bu avantajlara karşın, bu tarım tekniğinde, bitki başına düşen yetiştirme ortamının sınırlı olması, bitkilerin çevresel ve kültürel şartlara hassasiyetini artırmaktadır (Adak, 2009). Nitekim bitki besleme, sulama stratejisi ve çevresel faktör düzenlemeleri topraksız tarımda en önemli teknik konulardan biri olup, bu konuda yapılan hatalar verim ve kaliteyi önemli derecede azaltmaktadır. Özellikle yüksek yatırım gerektiren bu sistemlerde fertigasyon ve çevresel faktörlerin doğru planlanması ile yüksek birim alan verimi sağlanmaktadır. Son yıllarda bu tarım tekniğinde, olası stres koşullarına toleransı ve verimi artırıcı preparatlar denenmekte ve uygulanmaktadır. Bu amaçla yapılan bir çok çalışmanın ana konuları canlı mikroorganizmaların kullanımındır (Ertan ve ark., 2007; Erzurumlu ve Kara, 2014). Nitekim mikorizalar gerek topraklı, gerekse topraksız şartlarda bir çok üründe uygulanmaya başlamıştır (Yılmaz, 2005; Ertan ve ark., 2007; Castellanos Morales ve ark., 2010; Esitken ve ark., 2010; Erzurumlu ve Kara, 2014; Derin Altay, 2017; Çiylez, 2019).

Mikoriza kök mantarları olup, bitki kökleri ile belirli mantar türleri arasındaki karşılıklı yaşam biçimi olarak tanımlanmaktadır. Mikorizal mantar çok miktarda hif üreterek bitki kök yüzey alanını arttırmakta ve kökten çok uzak bölgelerdeki besin elementlerini hifleri aracılığıyla alabilmektedir. Yapılan çalışmalarda, bitki besin elementlerinin alınabilirliğini artırmasının yanında, hastalık, zararlı ve strese karşı toleransı artırdığı da belirtilmektedir (Li ve ark., 1991; Ortaş, 1994; Smith ve Read, 1997; Demir ve Onoğur, 1999; Grabowski ve ark., 1999; Özcan ve Taban, 2000; Sharma ve Adholeya, 2004; Castellanos Morales ve ark., 2010). Bu avantajlar büyük ölçüde bitkide verim ve kalite artışını da beraberinde getirmektedir. Nitekim Yılmaz (2005), topraksız kültürde yetiştirilen patlıcanlarda farklı mikoriza ırklarının (*Glomus etunicatum*, *Glomus fasciculatum*, *Glomus mosseae*) bitki gelişimine pozitif etkili olduğunu, Çiylez (2019), çileklerde bakteri ve mikoriza kullanımının bitki

gelişimi ve verimi önemli derecede artırdığını; Castellanos Morales ve ark.(2010), yine çileklerde azot uygulaması ile birlikte mikoriza kullanımının meyve kalitesini artırdığını; Koç ve ark. (2015), tuzlu şartlarda (0, 30 ve 60 mM NaCl), mikoriza (*Glomus* spp.) ve bakteri (*Bacillus cereus* + *Rhizobium radiobacter*) kullanımını ile çileklerde meyve kalitesinin pozitif yönde arttığını belirtmişlerdir. Bu konuda Sharma ve Adholeya, (2004), Hindistan'da mikroçoğaltılmış çilek bitkilerinde mikoriza uygulaması yapılmış düşük fosfor (150 kg·ha<sup>-1</sup> P) uygulamasından elde edilen verimin, mikoriza uygulanmamış 200 kg·ha<sup>-1</sup> P uygulamasından daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Benzer olarak Yılmaz (2005), pomza ortamında yaptığı patlıcan yetiştiriciliğinde, mikoriza (+ ve -) ve fosfor uygulamasının (15, 30 ve 45 ppm) bitki yetiştiriciliği üzerine etkilerini incelemiş ve sonuç olarak (+) mikoriza uygulaması ile bitki besin elementi alımının arttığını, buna bağlı olarak drenaj ile atılan element miktarının ise azaldığını, bitki gelişimi ve veriminin de artış gösterdiğini belirtmiştir.

Topraksız yetiştiriciliklerde verim ve kaliteyi etkileyen diğer bir faktör de, bitki başına düşen yetiştirme ortamı miktarıdır. Nitekim Sakamoto ve Suzuki (2018) hidroponik sistemlerde kök hacminin tamamen kök uzunluğu ve sayısı üzerine etkili olduğunu belirtmektedirler. Bu konuda Radajewska ve Aumiller (1997), 8 litrelik torf torbalarına 5 bitki dikimi ile askılı sistemlerde çilek yetiştiriciliği gerçekleştirirken, Battistel (2005), topraksız çilek yetiştiriciliğinde, yetiştirme ortamı türüne göre değişmekle birlikte, bitki başına optimum 2 litre yetiştirme ortamı kullanılması gerektiğini bildirmiştir.

Bu çalışmada, örtüaltında topraksız kültürde yetiştirilen çileklerde mikoriza kullanımı yetiştirme ortamı hacminin bitki gelişimi ve meyve kalitesi üzerine etkilerini belirlemenin yanısıra, mikoriza etkinliğinin yetiştirme ortamı hacmi ile olan ilişkisinin de ortaya konması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Bu araştırma, Ekim 2018-Haziran 2019 tarihleri arasında, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanındaki 150 m<sup>2</sup>'lik topraksız çilek yetiştiriciliği yapılan cam serada yürütülmüştür. Denemede materyal olarak Festival çilek çeşidinin taze fideleri, yetiştirme ortamı olarak kokopit:perlit (3:1) ve yetiştirme saksısı olarak ise 70 cm x 21 cm x 15 cm (net 22 litre) ebatlarındaki saksılar kullanılmıştır. Denemede kullanılan Festival çilek çeşidinin özellikleri aşağıda verilmiştir.

**Festival:** Florida Üniversitesinde Oso Grande X Rosa Linda'nın melezlenmesi sonucu 2000 yılında elde edilmiş bir kısa gün çeşididir. Konik meyve şekline sahip olup, meyve eti rengi açık kırmızı, meyve dış

rengi ise koyu ve parlak kırmızıdır. Meyve eti renginin bir örnek kırmızı rene sahip olması, dondurularak satılan ürünler piyasası için mükemmel bir aday olmasını sağlamıştır. Bitkinin açık yapıda olması tozlanmayı, meyve saplarının uzun olması meyve hasadını kolaylaştırmaktadır. Meyveleri tatlı, aroması Camarosa'dan yüksek, fakat Sweet Charlie çeşidinden düşük, meyveleri kaliteli, sert, raf ömrü Camarosa'ya benzeyen bir çeşittir. Erkencilik bakımından ise Camarosa'dan erkencidir (Chandler ve ark., 2000). Ayrıca, bu çeşidinin *Colletotrichum acutatum*'un neden olduğu antraknoz hastalığına karşı orta derecede dirençli, *Botrytis cinerea*' ya ise oldukça hassas olduğu bilinmektedir.

## 2.2 Yöntem

Araştırmada açık sistem topraksız yetiştirme tekniğine uygun cam serada taze fideler ekim ayı sonunda yetiştirme ortamına dikilmişlerdir. Yetiştirme sezonu boyunca fertigasyon, dozlama ayarlı sulama ve gübreleme sistemi ile gerçekleştirilmiş olup, uygulanan besin çözeltisi Çizelge 1'de verilmiştir. Fertigasyonun başlangıç-bitiş saati, süresi ve uzunluğu günlük solar radyasyon ve drenaj oranına bağlı olarak düzenlenmiştir. Araştırmada uygulanan deneme konuları aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

A. Yetiştirme ortamı hacmi: Bitki başına iki farklı yetiştirme ortamı hacmi kullanılmıştır. Bu hacimler;

- 2.75 litre / bitki: 22 litrelik deneme saksılarına 8 bitki dikimi gerçekleştirilmiştir.
- 3.60 litre / bitki: 22 litrelik deneme saksılarına 6 bitki dikimi gerçekleştirilmiştir.

B. Mikoriza uygulaması: Mikorizalı ve mikorizasız olmak üzere iki farklı uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamalar;

- (-) Mikoriza (Kontrol): Bu uygulamada herhangi bir mikoriza uygulaması gerçekleşmemiş olup, bitkilere sadece topraksız kültür besin solüsyonu uygulanmıştır.
- (+) Mikoriza: Denemede mikoriza kaynağı olarak ERS (Endo Roots Soluble) kullanılmış olup, bu uygulama, 26.02.2019 ve 06.03.2019 tarihlerinde olmak üzere iki farklı zamanda her saksıya 500 ml solüsyon olarak uygulanmıştır. Bitki besleme ise rutin uygulanan topraksız kültür besin solüsyonu ile gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Denemede uygulanan topraksız besin solüsyonu içeriği

Table 1. Soilless nutrient solution.

Makro Elementler	Konsantrasyon (mmol·l <sup>-1</sup> )	Mikro Elementler	Konsantrasyon (µmol·l <sup>-1</sup> )
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	11.00	Fe	20.00
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>o-</sup>	1.50	Mn	20.00
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1.50	Zn	10.00
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.00	B	12.00
K <sup>+</sup>	5.50	Cu	0.75
Ca <sup>++</sup>	3.50	Mo	0.50
Mg <sup>++</sup>	1.50		

Denemede, bitkilerde morfo-fizyolojik özellikler (gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak sıcaklığı, klorofil indeksi, yaprak rengi) ile meyvelerde fiziksel ve bazı kimyasal özellikler (meyve eni, boyu, SÇKM, sertlik, renk) ve substrat nem içerikleri olmak üzere ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bitkilerde yaprak sıcaklığı infrared termometre (Spectrum Technologies, Inc), klorofil indeksleri klorofil metre (FieldScout CM1000), meyve eni ve boyu dijital kumpas, suda çözünebilir kuru madde içeriği dijital refraktometre (Model Number REF121, Atago, China), sertlik penetrometre (FT011), meyve ve yaprak rengi renk ölçer (3NH NR20XE), substrat nem içeriği ise substrat nem ölçer (Fieldscout TDR 100) ile ölçülmüştür. Denemede tüm morfo-fizyolojik ve pomolojik gözlem ve analizler şubat-haziran arası 15 gün aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Deneme, tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre planlanmış olup, denemede üç tekerrür ve her tekerrürde 8 bitki kullanılmıştır. Araştırmada, mikoriza uygulamaları ve yetiştirme ortamı hacminin karşılaştırılmasında LSD testi kullanılmış ve istatistiksel analizler SAS paket programında (SAS version 9.0) gerçekleştirilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Gövde Çapı, Yaprak Sayısı, Yaprak Sıcaklığı, Klorofil İndeksi

İki farklı yetiştirme ortamı hacminde yetiştirilen çileklerde mikoriza uygulamalarının morfo-fizyolojik özellikler üzerine etkileri Çizelge 2'de verilmiştir. Mikoriza uygulamaları, incelenen tüm morfo-fizyolojik özellikleri istatistiki olarak etkilemiştir. Mikoriza (+) uygulaması gövde çapı, yaprak sayısı ve klorofil indeksi değerlerini artırırken, yaprak sıcaklığı değerlerini de azaltmıştır. Özellikle yaprak sıcaklığı artışının bitki stres faktörünü gösteren bir indikatör olduğu düşünüldüğünde, mikorizanın yaprak sıcaklığını azaltarak bitkiyi strese karşı da koruyabileceği düşünülebilmektedir.

Çizelge 2'de ortam hacminin, morfo-fizyolojik özelliklerden sadece yaprak sayısı değerlerini

etkilediğini, gövde çapı, yaprak sıcaklığı ve klorofil indeksi değerlerini ise istatistiki olarak etkilemediği görülmektedir. Nitekim 2.75L·bitki<sup>-1</sup> hacminde yetiştirilen bitkilerde en yüksek yaprak sayısı değerleri belirlenmiştir.

Araştırmada ‘mikoriza x ortam hacmi’ interaksyonu, incelenen tüm morfo-fizyolojik özellikleri istatistiki olarak etkilemiştir. Nitekim gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak sıcaklığı ve klorofil indeksi değerleri, mikoriza (+) uygulaması x 2.75 L·bitki<sup>-1</sup> ve yine mikoriza (+) uygulaması x 3.60 L·bitki<sup>-1</sup> uygulamalarında ön plana çıkmıştır.

Denemede gövde çapı, yaprak sayısı ve klorofil indeksi ile ilgili elde ettiğimiz bulgular birçok araştırmacının çilekte ve diğer türlerde elde ettikleri bulguları ile benzer ve uyumlu bulunmuştur. Nitekim Grabowski ve ark., (1999) çilek; Çiğşar ve ark., (2000) ise hıyar yetiştiriciliğinde mikoriza kullanımını yaprak alanını artırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca Çiylez (2019), çileklerde mikoriza uygulamasının yaprak sayısını, yaprak alanını, kök uzunluğunu, toprak üstü yaş ve kuru ağırlığını artırdığını, bunun yanı sıra Derin Altay, (2017), *in vitro* koşullarda klonal olarak çoğaltılan yedi farklı böğürtlen çeşidinin fide gelişimi aşamasında farklı mikoriza (*Endorootsoluble*, *G.Intraradices* ve *G.Mossea*) uygulamalarının yeşil aksam büyümesini, kök kuru ağırlığını, klorofil içeriğini artırdığını belirtmişlerdir. De Silva, (2000) Bluecrop maviyemiş çeşidinde, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus pumilus*, *Pseudomonas corrugata*, *Gliocladium virens* ve *Trichoderma harzianum* kullandıkları bir çalışmada, *G. Virens*'in bitki başına yaprak alanı, gövde çapı, sürgün ve kök kuru ağırlığını artırdığını; Özcan ve Taban, (2000) mikoriza uygulamaları bitki yaş ve kuru ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Farklı yetiştirme ortamı hacimlerinde yetiştirilen çileklerde mikoriza uygulamalarının morfo-fizyolojik özellikler üzerine etkileri

Table 2. The effects of mycorrhiza applications on morpho-physiological properties in strawberries grown in different growing media volumes.

Uygulamalar	Yetiştirme ortamı hacmi (L·bitki <sup>-1</sup> )		Uygulamalar
	2.75	3.60	
Gövde çapı (mm)			
Mikoriza +	23.38 A	23.26 A	23.32 a
Mikoriza -	20.10 B	20.20 B	20.15 b
Yetiştirme ortamı hacmi	21.74	21.73	
LSD%5 uygulama: 0.905; LSD%5 yet.ort. hacmi: ÖD; LSD%5 uygulama x yet.ort. hacmi:1.862			
Yaprak sayısı (adet)			
Mikoriza +	14.36 A	14.50 A	14.43 a
Mikoriza -	12.75 B	12.88 B	12.81 b
Yetiştirme ortamı hacmi	13.69 a	13.55 b	
LSD%5 uygulama: 0.1314; LSD%5 yet.ort. hacmi: 0.131; LSD%5 uygulama x yet.ort. hacmi:0.185			
Yaprak sıcaklığı (°C)			
Mikoriza +	23.11 B	23.22 B	23.17 b
Mikoriza -	25.04 A	25.09 A	25.07 a
Yetiştirme ortamı hacmi	24.08	24.16	
LSD%5 uygulama: 0.093; LSD%5 yet.ort. hacmi: ÖD; LSD%5 uygulama x yet.ort. hacmi:0.132			
Klorofil indeksi			
Mikoriza +	351.22 A	343.10 A	347.16 a
Mikoriza -	303.68 B	295.96 B	299.82 b
Yetiştirme ortamı hacmi	327.45	319.53	
LSD%5 uygulama: 12.174; LSD%5 yet.ort. hacmi: ÖD; LSD%5 uygulama x yet.ort. hacmi:25.051			

\* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık LSD testine göre istatistiksel olarak önemsizdir ( $P<0.05$ ).

### 3.2 Meyve Eni, Meyve Boyu, Suda Çözünabilir Kuru Madde, Meyve Sertliği

Çizelge 3'te, farklı yetiştirme ortamı hacimlerinde ( $2.75 \text{ L}\cdot\text{bitki}^{-1}$  ve  $3.60 \text{ L}\cdot\text{bitki}^{-1}$ ) yetiştirilen çileklerde mikoriza uygulamalarının (mikoriza + ve mikoriza -) pomolojik özellikler üzerine etkileri verilmiştir. Bu çizelgede de görüldüğü gibi, mikoriza (+) uygulaması meyve eni ve meyve boyunu azaltırken, meyve sertliğini de artırmıştır. Meyvelerde belirlenen suda çözünabilir kuru madde miktarı ise mikoriza uygulamasından etkilenmemiştir. Araştırmada, yetiştirme ortamı hacminin, meyve boyutları ve sertliği üzerine istatistiksel olarak önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Nitekim en yüksek meyve eni, boyu ve sertliği  $3.60 \text{ L}\cdot\text{bitki}^{-1}$

hacminde yetiştirilen bitkilerden elde edilmiştir. Meyvelerin SÇKM içeriği ise yetiştirme ortamı hacminden istatistiksel olarak etkilenmemiştir (Çizelge 3). SÇKM haricindeki incelenen tüm kriterler bakımından 'mikoriza x yetiştirme ortamı hacmi' interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Farklı yetiştirme ortamı hacimlerinde yetiştirilen çileklerde mikoriza uygulamalarının pomolojik özellikler üzerine etkileri

Table 3. The effects of mycorrhiza applications on pomological properties in strawberries grown in different growing media volumes.

Uygulamalar	Yetiştirme ortamı hacmi ( $\text{L}\cdot\text{bitki}^{-1}$ )		Uygulamalar
	2.75	3.60	
Meyve eni (mm)			
Mikoriza +	26.56 B	26.74 B	26.65 b
Mikoriza -	27.68 A	28.33 A	28.00 a
Yetiştirme ortamı hacmi	27.12 b	27.54 a	
LSD <sub>%5</sub> uygulama: 0.575 ; LSD <sub>%5</sub> yet.ort. hacmi: 0.3954; LSD <sub>%5</sub> uygulama x yet.ort. hacmi: 0.813			
Meyve boyu (mm)			
Mikoriza +	37.17 B	38.73 A	37.95 b
Mikoriza -	38.29 AB	39.79 A	39.04 a
Yetiştirme ortamı hacmi	37.73 b	39.26 a	
LSD <sub>%5</sub> uygulama: 1.058; LSD <sub>%5</sub> yet.ort. hacmi: 1.058; LSD <sub>%5</sub> uygulama x yet.ort. hacmi: 1.496			
SÇKM (%)			
Mikoriza +	6.53	6.18	6.36
Mikoriza -	6.77	6.47	6.62
Yetiştirme ortamı hacmi	6.65	6.32	
LSD <sub>%5</sub> uygulama: ÖD; LSD <sub>%5</sub> yet.ort. hacmi: ÖD; LSD <sub>%5</sub> uygulama x yet.ort. hacmi: ÖD			
Meyve sertliği (kg)			
Mikoriza +	0.56 B	0.78 A	0.67 a
Mikoriza -	0.48 B	0.60 B	0.54 b
Yetiştirme ortamı hacmi	0.52 b	0.69 a	
LSD <sub>%5</sub> uygulama: 0.113; LSD <sub>%5</sub> yet.ort. hacmi: 0.113; LSD <sub>%5</sub> uygulama x yet.ort. hacmi: 0.160			

\* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık LSD testine göre istatistiksel olarak önemsizdir ( $P<0.05$ ).

Mikorizanın meyve boyutları üzerine etkisi ile ilgili aldığımız sonuçlar bazı araştırmacıların bulguları ile tam uyumlu bulunamamıştır. Nitekim Castellanos-Morales ve ark., (2010), mikoriza uygulamasının çilek meyvelerinin ağırlığı, eni ve boyunu istatistiki olarak etkilemediğini belirtmişlerdir. Oysaki çalışmamızda mikoriza uygulamasının meyve eni ve boyunu düşürdüğü görülmüştür. Fakat meyvelerin SÇKM içeriği ile ilgili olarak aynı araştırmacılar (Castellanos-Morales ve ark., 2010) bizim bulgularımızla uyumlu bir şekilde mikorizanın suda çözünebilir kuru madde içeriğini değiştirmediklerini belirtmişlerdir. Bu araştırmacılar, mikoriza uygulamasının meyvelerde toplam fenolik, sitrik asit, glikoz ve sukroz içeriğini etkilemezken, antosiyanin içeriğini artırdığını da bildirmişlerdir. Bu çalışmanın bulgularından farklı olarak Çiylez (2019), Albion ve Kabarla çilek çeşitlerinde, mikoriza uygulamasının meyve ağırlığını, meyve eni ve boyu değerlerini artırdığını belirlemiştir. Çalışmada Albion çeşidinde, meyve boyunun kontrolde 29.37 mm iken, mikoriza uygulamasında 37.20 mm; meyve eninin kontrolde 24.37 mm iken, mikoriza uygulamasında 27.56 mm olduğunu bildirmiştir. Koç ve ark., (2015) çalışmamızdan farklı olarak çileklerde mikoriza uygulamasının meyvelerde SÇKM ve askorbik asit içeriğini kontrole göre artırdığını bildirmişlerdir. Chavez ve Ferrera-Cerrato (1990), mikroçoğaltılmış dört farklı çilek çeşidine ('Douglas', 'Tioga', 'Aiko', ve 'Pajaro') üç farklı mikoriza ırkı (*Glomus sp. CPH-23*, *Glomus macrocarpum*, *Glomus versiforme*) aşılama üzerine yaptıkları çalışmada, mikoriza uygulamalarının bitki başına meyve sayısını değiştirmediklerini; Esitken ve ark.(2010), organik çilek yetiştiriciliğinde *Bacillus M3* kök enfeksiyonu ile tek başına veya *Bacillus OSU-14*, *Pseudomonas BA-8* kombinasyonlarının sprey olarak kullanımının bitki gelişimi, verim ve besin içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Bitki başına düşen yetiştirme hacmi ile ilgili olarak da, Sakamoto ve Suzuki (2018) hidroponik tatlı patates yetiştiriciliğinde farklı saksı hacminin (1.6, 3.0, 4.5 L) etkilerini incelemişler ve küçük saksılarda (1.6 L) 100 gramdan daha büyük yumru sayısı önemli derecede azalmıştır. Jansen (1997), farklı bitki yoğunluklarında hidroponik çilek yetiştiriciliğinde (33.3, 43.8, 66.6 ve 87.5 bitki·m<sup>2</sup>) bitki yoğunluğu arttıkça bitki başına düşen çiçek sayısı ve verimin azaldığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda da farklı yetiştirme hacimlerinin kullanımı, birim alandaki bitki sayısını etkilemiş ve bu bulgulara benzer olarak düşük dikim yoğunluğunun bitki gelişimi üzerine pozitif etkili olduğu görülmüştür.

### 3.3 Meyve rengi (L, C\*, h°)

Araştırmada yetiştirme ortamı hacimlerinin ve mikoriza uygulamalarının meyve rengi üzerine etkileri Çizelge 4'te verilmiştir. Mikoriza uygulamasının meyve dış rengi L (parlaklık) üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenirken, C\* (renk yoğunluğu) ve hue (renk tonu) değerleri üzerine istatistiksel etkisi belirlenmemiştir. Mikoriza (-) uygulamasında belirlenen L\* değeri (37.80), mikoriza (+) uygulamasından daha

yüksek belirlenmiştir. Dolayısıyla mikoriza uygulamasının meyvede parlaklık değerini düşürdüğü de söylenebilmektedir. Denemede yetiştirme ortamı hacminin meyve rengi üzerine etkisi de önemli bulunmamış olup, L değeri 34.96 ile 36.76; C\* değeri 35.76 ile 40.23; hue değeri ise 31.21 ile 32.87 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4). 'Mikoriza x yetiştirme ortamı' interaksiyonu bakımından incelendiğinde ise L ve C\* değeri bakımından mikoriza (-) x 2.75 L·bitki<sup>-1</sup> uygulaması, diğer uygulamalardan daha yüksek değerler oluşturmuştur. Dolayısıyla bu uygulamanın meyve rengi parlaklığı ve renk yoğunluğu bakımından ön plana çıktığı söylenebilmektedir.

Bu konuda bizim bulgularımızdan farklı olarak Castellanos-Morales ve ark. (2010) mikoriza uygulamasının çileklerde meyve parlaklığını kontrole göre artırırken, renk yoğunluğunu (Chroma) azalttığını Koç ve ark. (2015), çileklerde mikoriza uygulamasının, meyve rengi L değerini kontrole göre artırdığını belirtmiştir. Bulgularımızdaki bu farklılıkların büyük ölçüde çeşit, ekoloji ve yetiştirme koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. Farklı yetiştirme ortamı hacimlerinde yetiştirilen çileklerde mikoriza uygulamalarının meyve rengi (L, C\*, h°) üzerine etkileri

Table 4. The effects of mycorrhiza applications on fruit color (L, C \*, h °) in strawberries grown in different growing media volumes.

Uygulamalar	Yetiştirme ortamı hacmi (L·bitki <sup>-1</sup> )		Uygulamalar
	2.75	3.60	
L			
Mikoriza +	33.42 B	34.39 B	33.91 b
Mikoriza -	40.07 A	35.53 B	37.80 a
Yetiştirme ortamı hacmi	36.75	34.96	
LSD <sub>%5</sub> uygulama: 2.6177; LSD <sub>%5</sub> yet.ort. hacmi:ÖD; LSD <sub>%5</sub> uygulama x yet.ort. hacmi:3.701			
C*			
Mikoriza +	37.14 B	36.29 B	36.72
Mikoriza -	43.32 A	35.21 B	39.27
Yetiştirme ortamı hacmi	40.23 a	35.76 b	
LSD <sub>%5</sub> uygulama: ÖD; LSD <sub>%5</sub> yet.ort. hacmi: 3.763; LSD <sub>%5</sub> uygulama x yet.ort. hacmi:5.322			
h°			
Mikoriza +	28.93	32.70	30.82
Mikoriza -	33.48	33.05	33.27
Yetiştirme ortamı hacmi	31.21	32.87	
LSD <sub>%5</sub> uygulama: ÖD; LSD <sub>%5</sub> yet.ort. hacmi: ÖD; LSD <sub>%5</sub> uygulama x yet.ort. hacmi:ÖD			

\* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık LSD testine göre istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05).

#### 3.4 Yaprak rengi (L, C\*, h°)

Mikoriza uygulamasının ve iki farklı yetiştirme ortamı hacminin yapraklarda renk değişimi üzerine etkileri Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi, gerek mikoriza uygulamasının, gerek yetiştirme ortamı hacminin ve gerekse 'mikoriza x yetiştirme ortamı hacmi' interaksyonunun yapraklarda L

(parlaklık), C\* (yoğunluk) ve hue (ton) değerleri üzerine etkisi istatistiki olarak önemli olmamıştır. Uygulamalara göre değişmekle birlikte, L değeri 19.92 ile 19.94; C\* değeri 0.76 ile 0.77; hue değeri ise 145.20 ile 145.98 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 5). Bu konuda başka bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Çizelge 5. Farklı yetiştirme ortamı hacimlerinde yetiştirilen çileklerde mikoriza uygulamalarının yaprak rengi (L, C\*, h°) üzerine etkileri

Table 5. The effects of mycorrhiza applications on leaf color (L, C \*, h °) in strawberries grown in different growing media volumes.

Uygulamalar	Yetiştirme ortamı hacmi (L·bitki <sup>-1</sup> )		Uygulamalar
	2.75	3.60	
L			
Mikoriza +	19.92	19.93	19.92
Mikoriza -	19.94	19.92	19.93
Yetiştirme ortamı hacmi	19.93	19.92	
LSD <sub>%5</sub> uygulama: ÖD; LSD <sub>%5</sub> yet.ort. hacmi:ÖD; LSD <sub>%5</sub> uygulama x yet.ort. hacmi:ÖD			

C*			
Mikoriza +	0.76	0.77	0.77
Mikoriza -	0.76	0.76	0.76
Yetiştirme ortamı hacmi	0.76	0.77	
LSD%5 uygulama: ÖD; LSD%5 yet.ort. hacmi: ÖD; LSD%5 uygulama x yet.ort. hacmi:ÖD			
h°			
Mikoriza +	145.29	145.20	145.24
Mikoriza -	145.98	145.51	145.74
Yetiştirme ortamı hacmi	145.63	145.36	
LSD%5 uygulama: ÖD; LSD%5 yet.ort. hacmi: ÖD; LSD%5 uygulama x yet.ort. hacmi:ÖD			

\* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık LSD testine göre istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05).

### 3.5 Substrat nem içeriği (%)

Araştırmada yetiştirme ortamının su içeriğindeki değişimleri Çizelge 6'da gösterilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi gerek mikoriza ve gerekse yetiştirme ortamı hacminin substrat nem içeriği üzerine etkisi

önemli olmamakla birlikte, nem içeriğinin mikoriza (+) uygulamasında (%62.00) ve 3.60 L·bitki<sup>-1</sup> uygulamasında (%58.87) diğer uygulamadan daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 6. Farklı yetiştirme ortamı hacimlerinde yetiştirilen çileklerde mikoriza uygulamalarının substrat nem içeriği üzerine etkileri (%)

Table 6. The effects of mycorrhiza applications on substrate water content in strawberries grown in different growing media volumes (%)

Uygulamalar	Yetiştirme ortamı hacmi (L·bitki <sup>-1</sup> )		Uygulamalar
	2.75	3.60	
Substrat nem içeriği (%)			
Mikoriza +	67.50	56.50	62.00
Mikoriza -	67.53	61.23	64.38
Yetiştirme ortamı hacmi	67.51	58.87	
LSD%5 uygulama: ÖD; LSD%5 yet.ort. hacmi:ÖD; LSD%5 uygulama x yet.ort. hacmi:ÖD			

\* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık LSD testine göre istatistiksel olarak önemsizdir. (P<0.05).

## 4. Sonuç

Araştırma sonucunda, mikoriza (+) uygulamasının, morfo-fizyolojik özellikler üzerine olumlu katkıları olduğu belirlenmiştir. Nitekim mikoriza (+) uygulaması bitkilerde yaprak sayısı, gövde çapı ve klorofil indeksi değerlerini artırmıştır. Bitki başına yetiştirme ortamı hacmi bakımından ise 2.75 l·bitki<sup>-1</sup> uygulamasında yaprak sayısı değerleri artış göstermiştir. İnteraksiyon bakımından incelendiğinde ise mikoriza (+) olarak substrat nem içeriği %58.87 ile %67.53 arasında değişim göstermiştir.

uygulaması, denenen her iki yetiştirme ortamı hacminde de benzer değerler göstermiştir. Meyve özellikleri bakımından ise mikoriza (+) uygulamasının meyve eni, boyu ve meyve parlaklık (L) değerlerini azaltırken, meyve sertliği değerlerini de artırdığı gözlenmiştir. Meyvede suda çözünebilir kuru madde miktarı ise bu uygulamalardan etkilenmemiş olup, uygulamalara bağlı



**Kaynaklar**

- Adak, N., 2009. Topraksız kültürde yetiştirilen çileklerin verim ve kalitesi üzerine değişik yetiştirme ortamlarının etkileri (Doktora Tezi). *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya, 232s.*
- Battistel, P., 2005. Örtü altı bitki yetiştiriciliği ve topraksız kültür. 05–09 Aralık 2005. Örtü altı sebze ve kesme çiçek yetiştiriciliğinde metil bromür kullanımının sonlandırılması. Proje No: MP/TUR/03/108, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya.
- CastellanosMorales, V., Villegas, J., Wendelin, S., Vierheilig, H., Eder, R., Cárdenas-Navarro, R., 2010. Root colonisation by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* alters the quality of strawberry fruits (*Fragaria × ananassa* Duch.) at different nitrogen levels, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90 (11), 1774-1782.
- Chandler, C.K., D.E. Legard, D.D. Dunigan, T.E. Crocker., C.A. Sims. 2000. 'Strawberry Festival' strawberry. *HortScience* 35:1366–1367.
- Chavez, M. G., Ferrera-Cerrato, R., 1990, Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae on tissue culture-derived plantlets of strawberry, *Hort Science*, 25 (8), 903-905.
- Çiğşar, S., Sarı, N., Ortaş, I., 2000. Hıyarda vesiküler-arbüsküler mikorizanın bitki büyümesi ve besin maddeleri alımı üzerine etkileri, *Türk J Agric For*, 24, 571-578.
- Çiyilez, S., 2019. Bazı Mikoriza ve Bakteri İrklarının Birlikte ve Tek Olarak Bazı Çilek Çeşitlerinde Büyüme ve Verim Üzerine Etkileri, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 53 sayfa.
- de Silva, A., Patterson, K., Rothrock, C., Moore, J., 2000, Growth promotion of highbush blueberry by fungal and bacterial inoculants, *HortScience*, 35 (7), 1228-1230.
- Demir, S., Onoğur, E., 1999. Bitkilerde Vesiküler-Arbüsküler Mikoriza oluşumunun bitki besleme ve bitki korumadaki önemi, *Anadolu Dergisi*, 9 (2), 12-32.
- Derin Altay, G. 2017. Yeni Bazı Böğürtlen Çeşitlerinin Farklı Mikoriza Ortamlarındaki Gelişme Performanslarının İncelenmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitkisel Üretim Ve Teknolojileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 59 sayfa.
- Ertan, E., Kılınç, S., Yıldız, A., A., Şirin, U., 2007., Topraksız Ortamda Çilek Yetiştiriciliğinde Mikoriza Uygulamasının Bitki Gelişimine ve Verime Etkileri, Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi (04-07 Eylül 2007). Erzurum.
- Erzurumlu, G.S., Kara, E.E., 2014, Mikoriza konusunda Türkiye'de yapılan çalışmalar, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* (2), 55-65.
- Esitken, A., 2011., Use of plant growth promoting rhizobacteria in horticultural crops, In: *Bacteria in Agrobiolgy: Crop Ecosystems*, Eds: Springer, p. 189-235.
- Esitken, A., Yıldız, H.E., Ercisli, S., Donmez, M. F., Turan, M., Gunes, A., 2010, Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry, *Scientia Horticulturae*, 124 (1), 6266.
- FAO 2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Erişim tarihi: 06.06.2020
- Grabowski, M., Louws, F., Fernandez, G., 1999., Use of VA mycorrhizae in annual strawberry production systems, *Phytopathology*, 88, S29.
- Jansen, W.A.G.M., 1997. Growing media and plant densities for strawberry tray plants. *Acta Horticulturae* 1997 No.439, 457-460.
- Koç A., Balcı G., Ertürk Y., Keles H., Bakoğlu, N. 2015. San Andreas Çilek Çeşidinde Farklı Tuz Konsantrasyonlarında Mikroorganizma Uygulamalarının Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 8 (2): 47-51.
- Li, X. L., Marschner, H., George, E., 1991. "Phosphorus depletion and pH decrease at the root-soil and hyphae-soil interfaces of VA mycorrhizal white clover fertilized with ammonium", *New Phytologist*, 119, 397-404, 1991.
- Ortaş, İ., 1994. "The effect of different forms and rates of nitrogen and different rates of phosphorus fertilizer on rhizosphere phosphorus uptake in mycorrhizal and non-mycorrhizal sorghum plants", Ph. D. Thesis, University of Reading, Reading, s. 21-26 UK, 1994.
- Özcan, H., Taban, S., 2000. "VA-mycorrhiza'nın alkalın ve asit toprakta yetiştirilen mısır bitkisinin gelişimi ile fosfor, çinko, demir, bakır ve mangan konsantrasyonları üzerine etkisi", *Türk J. Agric. For.* 24:629-635.
- Radajewska B., Aumiller A., 1997. Influence of cultivation system on the yield of strawberries in an unheated glasshouse. *Acta Horticulturae* 439: 481
- Sakamoto, M., Suzuki, T. 2018. Effect of pot volume on the growth of sweetpotato cultivated in the new hydroponic system. *Sustainable Agriculture Research* Vol.7 No.1, 137-145.
- Sharma, M.P., Adholeya, A., 2004. , Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on the post vitro growth and yield of micropropagated strawberry grown in a sandy loam soil, *Canadian Journal of Botany*, 82 (3), 322-328.
- Smith, S., Read, D.J., 1997. "Mycorrhizal Symbiosis", Second Edition, Academic Press. London, 1997.
- Yılmaz, E., 2005. Topraksız ortama arbüsküler mikoriza aşılamanın patlıcan (*Solanum melongane* L.) yetiştiriciliği üzerine etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi*, 204 sayfa.