



## Sera Domates Yetiştiriciliğinde Symbion VAM (*Glomus fasciculatum*) İnokulasyonunun Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Gölgem Bahar ÖZTEKİN<sup>1\*</sup>, Mehmet ECE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Karşıyaka Mahallesi, 1588. Sokak, Gümüşeli Sitesi, C Blok, No:4, Kepez, Antalya, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 28.01.2014

Kabul Tarihi/Accepted: 24.02.2014

\*Sorumlu Yazar/Correspondence: golgen.oztekin@ege.edu.tr

**Özet:** Bu çalışma, mikoriza inokulasyonunun sera domates yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisini belirlemek; mikoriza kaynağı olarak kullanılan Symbion VAM (ağırlıklı *Glomus fasciculatum*) preparatının farklı dozlardaki etkinliğini belirlemek amacı ile 2013 yılı sonbahar-kış döneminde Gaziler Köyü'nde (Kepez-Antalya) Agrobrest Grup'a ait PE örtülü serada, topraklı yetiştiricilikte yürütülmüş; bitkisel materyal olarak Olgun F<sub>1</sub> domates çeşidi kullanılmıştır. Deneme konularını Symbion VAM'ın üç dozu [önerilen doz (D, 1.0 kg da<sup>-1</sup>); önerilen dozun yarısı (D/2, 0.5 kg da<sup>-1</sup>) ve önerilen dozun iki katı (Dx2, 2.0 kg da<sup>-1</sup>)] ile Symbion VAM gübresiz (0 kg da<sup>-1</sup>) kontrol grubu oluşturmuştur. Denemede kullanılan Symbion VAM gübresi, bir kez, dikimden hemen önce fide dikim çukurlarına uygulanmış ve m<sup>2</sup>'de 2 bitki olacak şekilde 15 Ağustos 2013 tarihinde fide dikilmiştir. Üretim 07 Ocak 2014 tarihinde, bitkiler 7 salkımlı iken sonlandırılmıştır. Tesadüf parseli deneme deseni düzeninde 4 tekrarlı olarak yürütülen araştırmada bitki gelişimi, verim ve kalite değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar; Symbion VAM inokulasyonu ile köklerde infekte olan mikoriza oranının arttığını, bu artışa paralel olarak bitki gelişimi ve toplam ve pazarlanabilir verimin arttığını, meyvede çap, kırmızı renk (a), pH ve vitamin C değeri artarken, titre edilebilir asitlik, elektriksel iletkenlik ve sertlik değerinin azaldığını göstermiştir. Kullanılan Symbion VAM dozu içerisinde en umutvar sonuçlar pazarlanabilir verimde kontrol uygulamasına göre sağladığı % 42.2'lik artış ile iki kat doz uygulamasından elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mikoriza, *Glomus fasciculatum*, domates, verim, biyomas

### Determination of Symbion VAM (*Glomus fasciculatum*) Inoculation Effect on Plant Growth, Yield and Fruit Quality of Tomato Grown in Greenhouse

**Abstract:** The experiment was conducted to determine the effect of mycorrhiza inoculation on plant growth, yield and fruit quality of tomato plants grown in greenhouse conditions and to determine the efficiency of different doses of Symbion VAM (mainly *Glomus fasciculatum*) as mycorrhiza source. The study was done in soil under PE covered greenhouse, belongs to Agrobrest Group, in Gaziler Village (Kepez-Antalya) during the autumn-winter season of 2013 and Olgun F<sub>1</sub> tomato cultivar was used as plant material. Three different doses of Symbion VAM were used as trial subjects: recommended dose (D, 1.0 kg da<sup>-1</sup>), half of recommended dose (D/2, 0.5 kg da<sup>-1</sup>) and two fold of recommended dose (Dx2, 2.0 kg da<sup>-1</sup>) and non-inoculated plants (0.0 kg da<sup>-1</sup>) were put on trial as control group. Symbion VAM was applied only one time to seedlings' hole before transplanting and all plants were transplanted on August 15, 2013 as 2 plants per m<sup>2</sup>. The production was stopped on January 07, 2014 when plants reached to the 7<sup>th</sup> truss. The experimental design was randomized parcel with 4 replicates and parameters related to plant growth, yield and fruit quality were determined. The results showed that root infection rate increased with Symbion VAM inoculation and in parallel with this increase plant growth and total and marketable yield increased. Besides, while fruit diameter, red color (a), vitamin C and pH of fruit juice were increasing, titratable acidity, electrical conductivity of fruit juice and firmness decreased. Among to tested doses of Symbion VAM, the

most promising result was taken from two fold of recommended dose (Dx2) which caused higher performance on marketable yield with 42.2 % increase compared with control.

**Keywords:** Mycorrhiza, *Glomus fasciculatum*, tomato, yield, biomass

## 1. Giriş

Seracılık ülkemizde önemli bir tarımsal faaliyet alanıdır ve birim alandan yüksek verim alınmasını sağlayan ve böylelikle küçük arazilerin bile en karlı biçimde değerlendirilmesini mümkün kılan bir üretim şeklidir. Ülkemiz seralarında üretim çoğunlukla ilave ısıtma yapmadan, mevcut iklim koşullarından olabildiğince yararlanılarak, oldukça basit yapılar altında yürütülmekte ve halen geleneksel şekilde toprakta yapılmaktadır. Ayrıca seralarda yetiştirilen türlerin ekonomik önemleri nedeni ile rotasyon yapılmamakta ve üreticiler ardi ardına aynı türü (monokültür) yetiştirmektedirler (Tüzel, 2004). Seralarda uygulanan monokültür uygulaması ile sera topraklarının yağıştan yoksun olması ve bir yıkanmanın olmaması sorunu birleşince toprak kaynaklı hastalık ve zararlıların artışı ve toprak yorgunluğu sorunları kaçınılmaz olmaktadır. Bunun sonucu olarak, verim ve kalite azalmaları gibi üretimi kısıtlayan çeşitli sorunları da beraberinde getirmektedir (Gül ve ark., 1998; Kurt ve ark., 2002). Bu sorunlar karşısında üreticiler, üretimin desteklenmesi adına toprak analizlerine dayanmayan bilinçsizce ve fazla miktarda gübreleme yapmakta; sulamaya ve yeterli drenajın sağlanmasına da dikkat etmeyerek zaten seralarda yüksek sıcaklık ve yoğun evapotranspirasyon nedeniyle her zaman bir risk olan tuzluluk problemini beraberlerinde getirmektedirler (Anaç ve Eryüce, 2003; Tüzel, 2004). Nitekim ülkemizde seracılığın en yoğun olduğu Akdeniz Bölgesi'ndeki seralarda, alınan 168 toprak ve 84 sulama suyu örneklerinde elektriksel iletkenlik (EC) ortalama değerleri olması gerekenden çok yüksek bulunmuştur (Sönmez ve Kaplan, 2004). Kumluca-Antalya'da kuyu sularında yapılan nitrat (NO<sub>3</sub>) ölçümlerinde ise örnek alınan suların yarısında nitrat oranının sınır değerinin (45 mg L<sup>-1</sup>) üzerinde olduğu belirtilmiştir (Kaplan ve ark., 1999).

Sera topraklarında karşılaşılan bu sorunları ortadan kaldırmak amacıyla; düzenli ve bilinçli gübreleme, fazla miktarda organik madde kullanımı, kullanılan suların drenaj yardımıyla uzaklaştırılması, sera toprağının yaz aylarında yıkanıp işlenmesi, gerektiğinde üst toprak katmanının zaman zaman değiştirilmesi, dezenfeksiyon, dayanıklı çeşit, anaç kullanımı, dayanıklılığı artırıcı preparatların topraktan veya yapraktan uygulanması ve/veya topraksız tarım önerilmekte; etkinliği ve uygulanma kolaylığına

göre kullanım oranları değişmektedir (Gül ve ark., 1998; Sevgican, 2002).

Son yıllarda gerek topraklı tarımda ve gerekse topraksız tarımda faydalı mikroorganizmaların yetiştirme ortamına veya fide köklerine uygulanması ile toprak sorunlarına karşı dayanıklılık sağlanmakta ve bitki gelişimi teşvik edilmektedir (Cordier ve ark., 1996; Al-Karaki, 2000; Çekiç ve Yılmaz, 2011). Bu mikroorganizmalardan en bilinen ve kullanılanlarından biri mikoriza mantarlarıdır (Al-Karaki, 2000; Al-Karaki ve ark., 2001; Hajiboland ve ark., 2010; Abdel Latef ve Chaoping, 2011).

Mikoriza ilk olarak 1885'te keşfedilmiş ve fitopatolog A.B. Frank tarafından ağaç kökleri ve mantarlar arasında bir birlik olarak tanımlanmıştır. Kök mantarı anlamındaki "mikoriza" terimi Yunanca kökenli olup; *myco*: mantar ve *rhiza*: kök anlamına gelmektedir. Bitki türlerinin yaklaşık % 95'inin (yaklaşık 240.000 bitki türü) mikoriza ile simbiyotik yaşam oluşturduğu bilinmektedir (Ortaş, 1997).

Mikorizalar kök içindeki morfolojik yapıya göre Ekto ve Endo mikoriza olarak iki büyük gruba ayrılırlar. Endo mikorizalar kök korteksi içerisinde yaşar ve hücre içi ve hücreler arası boşluklarda bulunuşlarına göre değişirler. Endomikorizaların en tanınmışları Vesiküler Arbusküler Mikoriza (VAM)'dır (Ortaş, 1997). VAM kök korteksi içerisinde biyotropik olarak kolonize olur ve çok miktarda hif (misel) üreterek bitki kök yüzey alanını arttırmakla beraber kökten çok uzakta bulunan ve bitkinin topraktan alamayacağı form ve miktardaki besin maddelerini (özellikle fosfor, azot, potasyum, demir, çinko, bakır ve molibden alımını sağlaması) hifleri aracılığı ile alıp, bitkinin üst aksamlarına iletmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca bünyesinde su tutarak bitkilerin su stresine girmelerini önlemektedir. Böylece bitkinin mikorizal fungusa karbon, mikorizal fungusun da bitkiye besin elementi sağladığı simbiyotik bir yaşam döngüsü gerçekleşmektedir (Marschner ve Dell, 1994; Ortaş, 1997; Al-Karaki, 2000).

Mikorizanın rolünün anlaşılması ile bitkiye mikoriza inokulasyonu birçok bitkide uygulaması hız kazanmış ve yapılan çalışmalar sonucunda mikorizaların su ve besin maddesi alınımını artırdığı; bitki büyümesini teşvik ettiği; antioksidant enzimlerinin artışı teşvik ederek

kuraklık, tuzluluk gibi abiyotik; nematod, Fusarium, Verticillium gibi biyotik stres faktörlerine karşı bitki toleransını arttırdığı; çözülebilir şeker içeriği, net fotosentez hızı, fotosentetik su kullanım etkinliğini ve verimi arttırdığı bildirilmektedir (Danneberg ve ark., 1992; Ruiz-Lozano ve Azcon, 1995; Cordier ve ark., 1996; Pfeiffer ve ark., 1998; Al-Karaki, 2000; Ruiz-Lozano, 2003; Kaya ve ark., 2009). Besin maddesi alınımını arttırdığı için kimyasal gübre kullanım oranını azaltmakta ve böylece kirli ve dezenfekte edilmemiş toprakların olumsuz etkilerini giderebilmektedir (Millner, 1991; Ortaş, 1997). Mikorizalar ayrıca patojenlere karşı biyolojik savaş elemanı olarak organik tarımda da kullanılabilir.

Yürütülen bu çalışmanın amacı Antalya seracılığı koşulunda mikoriza inokulasyonunun domateste bitki gelişimine, verim ve meyve kalitesine etkisini; piyasada ticari olarak bulunabilen ve diğer mikorizalı preparatlardan ağırlıklı *Glomus fasciculatum* içeriği ile ayrılan Symbion VAM preparatının farklı kullanım dozlarında etkinliğini saptamaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma 2013 yılı sonbahar-kış döneminde Agrobrest Grup'a ait Gaziler Köyü'nde (Kepez-Antalya) bulunan ve AR-GE çalışmalarının yürütüldüğü kuzey-güney doğrultusunda kurulmuş, polietilen (PE) örtülü, 6 tünelli, ısıtmalı, 3 dekar alana sahip serada yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak Olgun F<sub>1</sub> (Yüksel Tohum, Antalya) domates (*Solanum lycopersicon*) çeşidi kullanılmıştır.

Denemede Agrobrest Grup (Kemalpaşa, İzmir)'tan temin edilen ve ticari olarak Symbion VAM olarak adlandırılan ve içeriğinde ağırlıklı olarak *Glomus fasciculatum* [ $1 \times 10^3$  IP<sub>(infective propagule)</sub> g<sup>-1</sup>] ve diğer endomikoriza türlerinin (*Glomus intraradices* ve *Glomus mossee*) bulunduğu VAM kullanılmıştır. Symbion VAM suda çözünmez toz formülasyona sahiptir. Deneme konularını Symbion VAM gübresinin (1) üretici firma tarafından önerilen dozu (D<sub>1</sub>, 1.0 kg da<sup>-1</sup>); (2) önerilen dozun yarısı (D/2, 0.5 kg da<sup>-1</sup>); (3) önerilen dozun iki katı (Dx2, 2.0 kg da<sup>-1</sup>) ve (4) Symbion VAM gübresiz (Kontrol, 0 kg da<sup>-1</sup>) oluşturmuştur.

Hazır fide firmasından (Dost Fide, Serik-Antalya) temin edilen fideler 15 Ağustos 2013 tarihinde m<sup>2</sup>'de 2 bitki (120x80x50 cm) olacak şekilde dikilmişlerdir. Her bir deneme parselinde 75 bitki bulunmuştur. Denemede kullanılan Symbion VAM gübresi, dikimden hemen önce belirtilen deneme dozlarında dikim çukurlarına

uygulanmış ve üzerine fide dikilmiştir. Symbion VAM tüm üretim dönemi boyunca sadece bir kez uygulanmıştır. Bitkilerin bakım işlemleri Sevgican (2002)'e göre yapılmıştır ve üretim 07 Ocak 2014 tarihinde, bitkiler 7 salkımlı iken sonlandırılmıştır.

Bitkilerin sulanması damla sulama yöntemi ile yapılmış ve bitkilere dikimden sonra can suyu verilmiştir. Bitkilerin ihtiyacı olan su, bitkiye dayalı gözlem esasına göre yapılmıştır. Bitkilere dikimden bir hafta sonra başlayacak şekilde ihtiyaç dönemlerine göre üretim dönemi sonuna kadar % 20 Humik+Fulvik asit (2.0 L da<sup>-1</sup>), NPK 15-30-15 (4.0 kg da<sup>-1</sup>), 18-18-18 (3.0 kg da<sup>-1</sup>), 16-8-24 (2.0 kg da<sup>-1</sup>), 16-8-24 (4.0 kg da<sup>-1</sup>), magnezyum sülfat (1.5 kg da<sup>-1</sup>), mikro element karışımı (200 g da<sup>-1</sup>) ve demir (200 g da<sup>-1</sup>) damla sulama sistemi ile uygulanmıştır. Dikimden sonraki ilk bir-iki haftada mikoriza tutumunu teşvik için fosforlu gübreleme yapılmamıştır.

Bitkilerde ilk çiçeklenme ve hasat tarihleri kaydedilmiştir. Üretim periyodu sırasında 15 Kasım 2013 tarihinde hasatlar başlamış ve her hasatta elde edilen meyvelerin (n=75) ağırlıkları alınarak toplam verim (kg m<sup>-2</sup>), toplam verim değerlerinden zarar görmüş (hastalıklı, fizyolojik bozukluk gösteren ve meyve çapı 3.5 cm'den küçük olan meyveler) çıkartılarak pazarlanabilir verim (kg m<sup>-2</sup>) değerleri hesaplanmıştır. Hasatlarda toplanan meyvelerin sayıları alınarak toplam (adet m<sup>-2</sup>), ve bitki başına meyve sayısı (adet bitki<sup>-1</sup>); ağırlıklar meyve sayısına oranlanarak ortalama meyve ağırlıkları (g m<sup>-2</sup>) belirlenmiştir.

30 Aralık 2013 tarihinde 6. salkımlarda yapılan hasatta (n=20) dijital kumpas yardımı ile meyvelerin çapı (cm) ölçülmüştür. Meyvelerin sertliği Effegi uçlu FT011 penetrometre (Fruit Tester, Alfonsine, Italy) yardımıyla kg olarak ölçülmüş ve değerler Newton (N)'a çevrilmiştir. Sertliği ölçülen meyvelerin yaş ağırlıkları alınarak, 65°C'lik etüvde kurularak tartılarak kuru ağırlıkları [KA (g)] belirlenmiştir (Kacar, 1972). Daha sonra meyveler parçalayıcı yardımı ile parçalanmış ve kaba filtre kağıdından süzümüştür. Süzükten alınan 1-2 damla örnek dijital el refraktometresi (Euromex RD 645, The Netherlands) ile okunmuş ve toplam suda çözünebilir kuru madde miktarı [TŞÇKM (%)] belirlenmiştir. Yine süzükten alınan 5 ml örneğe 10 ml saf su konularak, 0.1 N NaOH çözeltisi ile 8.01 değeri elde edilinceye kadar pH metre (MP220, Mettler Toledo, Schwerzenbach, Switzerland) ile titrasyon yapılmış; titre edilebilir asit miktarı, harcanan NaOH miktarı üzerinden hesaplanmıştır (Karaçalı, 1993). Süzüğe batırılan el tipi Mettler Toledo MC-126 EC (Mettler Toledo, Schwerzenbach, Switzerland) metre ve masa tipi Mettler Toledo MP220 pH metre

(Mettler Toledo, Schwerzenbach, Switzerland) probu yardımı ile meyve suyu elektriksel iletkenlik [EC (dS m<sup>-1</sup>)] ve pH değerleri belirlenmiştir. Meyve vitamin C içeriği (mg 100 ml<sup>-1</sup>) oksalik asit ile stabilize edilmiş örneklerin 2-6 diklorofenilindenfenol boya maddesi ile renklendirilmesi esasına göre spektrofotometrik (Varian Cary 100 UV-Visible spektrofotometre; Varian, Inc., Palo Alto, California, USA) yöntemle belirlenmiştir (Pearson, 1970). Seçilen meyvelerin rengi Minolta CR-300 renkölçerle L [parlaklık (L)], a (pozitif a kırmızı, negatif a yeşil) ve b (pozitif b sarı, negatif b mavi) üzerinden belirlenmiştir (McGuire, 1992).

Üretim dönemi sonunda 31 Aralık 2013 tarihinde örnek bitkiler sökülmeden toprak yüzeyinden büyüme ucuna kadar olan gövdede şerit metre yardımı ile bitki boyu (cm); dijital kumpas ile gövdenin orta yerinden gövde çapı (mm) ölçülmüş; daha sonra sökülen bitkilerde (n=20) toplam yeşil aksam (vejetatif) yaş ağırlığı (g) belirlenmiştir.

Sökülen bitkilerin kökleri topraktan dikkatlice çıkartılmış, topraklarından arıtmak için su ile yıkanmış ve kurutulmuştur. Her bitki için 2 cm uzunluğunda 10 adet kılcal kök kesilmiş ve kökler mikroskop altında incelenmek üzere ıslak lamalar arasına konulmuştur. Köklerdeki mikoriza infeksiyon oranının belirlenmesinde boyama yapılmaksızın grid line intersection metodu (McGonigle ve ark., 1990) kullanılmıştır. Yüzde (%) mikoriza infeksiyon oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{İnfeksiyon oranı (\%)} = \left( \frac{\text{enfekte olan kök sayısı}}{\text{sayılan kök sayısı}} \right) \times 100$$

Tesadüf parseli deneme deseni düzeninde 4 tekrarlı olarak yürütülen araştırmadan elde edilen veriler, SPSS (sürüm 16.0) istatistik paket programında deneme desenine uygun olarak değerlendirilmiştir. Olasılık (P) ve Ortalama Standart Hata (SEM) değerleri tablolarda verilmiştir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Bitki gelişimi

Bitki boyu, gövde çapı ve yeşil aksama ait yaş ağırlık değerleri üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek değerler dozun iki katına çıkarıldığı uygulamalardan elde edilirken, bitki boyu ve yaş ağırlıkta önerilen doz değerleri ile iki kat doz uygulaması aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Toplam bitki vejetatif yaş ağırlığında yarım doz ile kontrol uygulaması aynı istatistiksel grupta olmalarına rağmen, ölçülen parametrelere göre en

düşük bitki gelişimi kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kontrol uygulamasına göre dozun iki katına çıkarıldığı uygulamada bitki boyu, gövde çapı ve toplam vejetatif yaş ağırlık sırası ile % 16.4, % 23.5 ve % 17.7 oranında; önerilen doz ile % 15.9, % 17.6, % 16.8 oranında; yarım doz ile ise % 4.2, % 11.8 ve % 6.7 oranında artış sağlanmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Bitki gelişimi üzerine Symbion VAM doz uygulamasının etkileri

Uygulama	Bitki boyu (m bitki <sup>-1</sup> )	Gövde çapı (cm bitki <sup>-1</sup> )	Vejetatif yaş ağırlık (kg bitki <sup>-1</sup> )
Kontrol	1.97 c	1.70 c	1.28 b
D	2.28 a	2.00 ab	1.49 a
Dx2	2.29 a	2.10 a	1.50 a
D/2	2.05 b	1.90 b	1.36 b
<i>P</i>	0.000	0.001	0.001
<i>SEM</i>	0.036	0.045	0.028

Symbion VAM D: 1 kg da<sup>-1</sup>, Dx2: 2 kg da<sup>-1</sup>, D/2: 0.5 kg da<sup>-1</sup>

#### 3.2. Verim değerleri

Dikimden 18 gün sonra iki kat doz uygulaması ile normal doz uygulamasında, 19 gün sonra yarım doz uygulamasında ve 20 gün sonra da kontrol uygulamasına ait bitkilerde çiçeklenme başlamış; söz konusu uygulamalarda sırası ile 90, 92, 95 ve 98. günlerde bitkilerde ilk hasat başlamıştır. Her uygulamada 7 hasat yapılmıştır. Symbion VAM uygulamasının toplam verim ve pazarlanabilir verim, meyve sayısı ve ortalama meyve ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek toplam ve pazarlanabilir verim sırası ile 13.9 ve 13.7 kg m<sup>-2</sup> ile iki kat doz uygulamasından elde edilmiş, bunu sırası ile normal doz, yarım doz ve kontrol uygulamaları izlemiştir. İki kat doz uygulaması kontrol uygulamasına göre toplam ve pazarlanabilir verimde % 38.1 ve % 42.2; normal doz uygulaması % 33.9 ve % 36.7; yarım doz uygulaması % 10.1 ve % 11.5 artış sağlamıştır. Standart dışı (pazarlanamaz) verim en az iki kat doz uygulamasından (% 1.9) elde edilmiş, bunu sırası ile normal doz (% 2.8), yarım doz (% 3.5) ve kontrol (% 4.8) uygulamaları izlemiştir. En yüksek pazarlanabilir meyve sayısı ve meyve ağırlığı da iki kat doz uygulamasından elde edilirken; en düşük değerler mikoriza inokulasyonu olmayan parsellerden elde edilmiştir. İki kat doz uygulaması kontrol uygulamasına göre pazarlanabilir meyve sayısını % 25.9, meyve ağırlığını ise % 12.9 oranında arttırmıştır (Tablo 2).

#### 3.3. Kalite parametreleri

Farklı dozlarda Symbion VAM dozu uygulamasının ölçülen kalite parametrelerinden

**Tablo 2.** Symbion VAM doz uygulamasının verim değerleri üzerine etkisi

Uygulama	Toplam verim (kg m <sup>-2</sup> )	Pazarlanabilir		
		verim (kg m <sup>-2</sup> )	meyve sayısı (adet bitki <sup>-1</sup> )	meyve ağırlığı (g meyve <sup>-1</sup> )
Kontrol	10.1 d	9.6 d	30.9 b	155.0 c
D	13.5 b	13.1 b	38.7 a	170.0 ab
Dx2	13.9 a	13.7 a	38.9 a	175.0 a
D/2	11.1 c	10.7 c	32.3 b	165.2 b
<i>P</i>	0.000	0.000	0.000	0.003
<i>SEM</i>	0.416	0.433	0.970	2.318

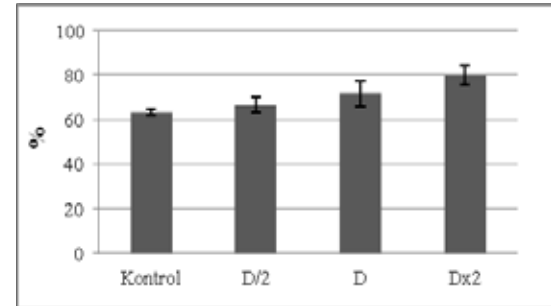
Symbion VAM D: 1 kg da<sup>-1</sup>, Dx2: 2 kg da<sup>-1</sup>, D/2: 0.5 kg da<sup>-1</sup>

meyve çapı, renk değerleri, meyve sertliği ve pH değerlerinde istatistiksel önemde farklılık yarattığı görülmüştür. Meyve çapı doz uygulaması ile artmıştır. Kontrol uygulamasındaki bitkilerin meyvelerinden en küçük çaplı meyveler elde edilmiştir. Kontrol ve yarım doz uygulamasına ait meyveler daha parlak bir renge sahip olurken, en kırmızı renkli meyveler iki kat doz uygulamasından elde edilmiştir. En sert meyveler yarım doz ve takiben kontrol uygulamasından elde edilirken, en yumuşak meyveler iki kat doz uygulamasına ait bitkilerin meyvelerinden elde edilmiştir. Meyve suyu pH değeri 4.33 (kontrol) ile 4.44 (Dx2) arasında değişmiştir. Uygulama konuları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmamakla beraber KA, TSÇKM, TA ve EC değerleri kontrol uygulamasına ait meyvelerde yüksek bulunmuştur. Vitamin C değerinde de istatistiksel önemde bir farklılık olmamakla beraber, mikoriza inokulasyon oranı arttıkça meyvelerin vitamin C içeriğinde artış görülmüştür. İki kat doz uygulamasında en yüksek Vitamin C değeri elde edilmiş; kontrol uygulamasına göre % 9.3'lük bir artış sağlanmıştır (Tablo 3).

### 3.4. Mikorizal infeksiyon oranı

Köklerde yapılan mikoriza inokulasyon sayım sonuçları Şekil 1'de verilmiştir. Uygulamaların

kök mikoriza infeksiyon oranı üzerine etkisi önemli bulunmuş ( $P=0.030$ ,  $SEM=2.340$ ); ortalama mikoriza inokulasyonunun artması köklerde görülen mikoriza oranını artırmıştır. Kontrol uygulamasındaki bitkilerin köklerinde % 63.3; normal, iki kat ve yarım doz uygulaması yapılan bitkilerin köklerinde ise sırası ile % 71.7, % 80.0 ve % 66.7 oranında mikoriza infeksiyonuna rastlanmıştır. Kontrol uygulamasına göre dozun iki katına çıkarıldığı uygulamada infeksiyon oranı % 26.3; normal dozda % 13.2 ve yarım dozda % 5.3 oranında artış olmuştur.

Symbion VAM D: 1 kg da<sup>-1</sup>, Dx2: 2 kg da<sup>-1</sup>, D/2: 0.5 kg da<sup>-1</sup>**Şekil 1.** Kökte mikoriza infeksiyon oranının konulara göre değişimi**Tablo 3.** Symbion VAM doz uygulamasının bazı meyve kalite parametreleri üzerine etkisi

Uygulama	Çap (cm)	Renk			Sertlik (N)	KA TSÇKM		TA (mval 100 ml <sup>-1</sup> )	EC (dS m <sup>-1</sup> )	pH	Vit. C (mg 100 ml <sup>-1</sup> )
		L	a	b		(g)	(%)				
Kontrol	6.6 c	43.9 a	22.2 bc	29.5 a	37.5 ab	5.8	3.73	4.78	4.98	4.33 c	15.73
D	7.5 ab	42.0 b	23.5 b	27.9 b	35.1 b	5.7	3.70	4.53	4.88	4.40 ab	16.37
Dx2	7.6 a	41.2 b	26.9 a	28.6 ab	34.3 b	5.7	3.98	4.42	4.63	4.44 a	17.20
D/2	7.2 b	44.0 a	20.5 c	28.1 b	39.2 a	5.8	3.93	4.62	4.91	4.39 b	16.09
<i>P</i>	0.000	0.006	0.001	0.071	0.067	0.985	0.313	0.707	0.489	0.004	0.939
<i>SEM</i>	0.112	0.388	0.695	0.251	0.747	0.121	0.062	0.104	0.080	0.123	0.779

Symbion VAM D: 1 kg da<sup>-1</sup>, Dx2: 2 kg da<sup>-1</sup>, D/2: 0.5 kg da<sup>-1</sup>

#### 4. Tartışma

Mikoriza inokulasyonunun domatestede bitki gelişimine, verim ve meyve kalitesine etkisini saptamak amacıyla Antalya'da serada yürütülen bu çalışmada, mikoriza kaynağı olarak piyasada ticari olarak bulunabilen Symbion VAM preparatı kullanılmıştır. Üretici firmanın önerdiği doz ( $1 \text{ kg da}^{-1}$ ), bu dozun yarısı ( $0.5 \text{ kg da}^{-1}$ ) ve iki katı ( $2 \text{ kg da}^{-1}$ ) şeklinde farklı dozlarda yapılan yetiştiricilikte, her üç dozun da dışarıdan mikoriza inokulasyonunun olmadığı kontrol bitkileri ile kıyaslandığında değişik oranlarda bitki gelişimini ve verimini arttırdığı belirlenmiştir. Bitki gelişimi ve verim artışı uygulanan doz oranının artması ile paralellik göstermiştir. Elde edilen bu bulgular ortama mikoriza inokulasyonunun bitki gelişimi ve verimini arttırdığını gösteren çok sayıda tarla ve saksı denemeleri sonuçları ile uyumlu bulunmuştur (Johansen ve ark., 1994; Şimşek ve ark., 1998; Sarı ve ark., 2001). Ortama mikoriza inokulasyonundan sonra öncelikle bitki kökünde mikoriza kolonizasyonu oluşmakta ve kök korteksi içerisinde hücreler arası ve hücre içi boşluklarda önce misel gelişmekte; bu misellerden vesikül ve arbusküler meydana gelmektedir. Vesiküller, mantarın soyunun devamı için spor formuna dönüşür ve ayrıca alınan besin elementlerinin gerektiğinde kullanılmak üzere depolamaktadır. Hücre içinde oluşan arbusküler ise besin elementlerini bitki dokularına aktarır. Miseller yardımcı ile ortamdan bitki kökü içine taşınan besin maddeleri, bitki beslenmesinde ve buna bağlı olarak da bitki gelişiminin teşvikinde olumlu katkılar sağlayarak verimi de önemli düzeyde arttırmışlardır (Özcan ve Taban, 2000). Edathil ve ark. (1996) domatestede, Aguilera-Gomez ve ark. (1999) biberde, Yılmaz ve Gül (2009) patlıcanda, Ortaş (2010) hıyarda köklerdeki mikoriza kolonizasyon oranına bağlı olarak bitki biyomasının ve veriminin arttığını bildirmişlerdir. Yürütülen çalışmada Symbion VAM uygulaması bitki gelişimini teşvik yanında, gerek meyve sayısı ve gerekse meyve ağırlığını arttırarak toplam ve pazarlanabilir verim değerlerini arttırmıştır.

Taze olarak tüketilen domateslerde meyve kalite özellikleri renk, irilik, şekil, fizyolojik bozukluk olup olmaması, sertlik, tekstür, kuru madde, tat ve besin değeri ile belirtilmektedir (Dorais ve ark., 2001). Tüketiciler her ne kadar meyve görünümüne göre kaliteyi değerlendirirler de, kalite kavramı içerisinde farklı çalışmalarda meyve tat ve lezzeti yanında, toplam suda çözünür kuru madde miktarı, titre edilebilir asitlik, meyve kabuk rengi, meyve suyu EC ve pH değeri, Vitamin C değerleri, şeker, antioksidant ve karotenoid içeriği de kalite kriteri olarak değerlendirilmiştir (Dorais ve ark., 2001; De

Pascale ve ark., 2001; Krauss ve ark., 2006). Meyve kalite özellikleri yetiştirme sistemi, çevresel faktörler, besleme gibi faktörlerden etkilenmektedir (Dorais ve ark., 2001; Copetta ve ark., 2011). Yürütülen bu denemede meyve kalite özelliklerinin yetiştirme ortamına ilave edilen Symbion VAM inokulasyonu ile değiştiği (meyve çapı, kırmızı renk değeri (a), meyve suyu pH değeri ve Vitamin C artarken; TA, meyve suyu EC değeri ve meyve sertliği azalmıştır) belirlenmiştir (Heeb ve ark., 2005; Subramanian ve ark., 2006; Copetta ve ark., 2011, Oztekin ve ark., 2013). Elde edilen sonuçlar içerisinde özellikle Vitamin C içeriğindeki artış, TA değerindeki azalış dikkat çekicidir. Bilindiği üzere meyvede vitamin C içeriği özellikle bitki beslenmesinden etkilenmektedir (Copetta ve ark., 2011). Mikozira mantarı konukçu bitkide N beslenmesini arttırmakta, inorganik azot hızlıca aminoasit ve organik bileşiklerle birleşerek köklerde birikmekte; ayrıca konukçu bitki indirgenmiş azotu absorbe ederek meyve tat ve kalitesinde önemli rol oynayan sekonder metabolitlerin sentezinde gerekli olan enerjiyi oluşturmaktadır. Böylece meyve kalitesinde özellikle Vitamin C (askorbik asit) içeriğinde artışlar olabilmektedir (Copetta ve ark., 2011). Meyve suyu pH değeri ile ilişkili olarak TA değerinde azalış ise Subramanian ve ark. (2006)'nın domateslerde elde ettiği sonuçlar ile uyumlu olmuştur. Subramanian ve ark. (2006) meyvelerin fosfor için temel bir alıcı (sink) organ olduğu ve bitkilerin mikozira mantarı yardımı ile ortamda bulunan fosforun % 65'ini absorbe ettiğini, alınan fosforun meyvelerde monokalsiyum fosfat olarak biriktiğini, bu bileşiğin de meyvelerde asitliği nötralize ettiğini bildirmiştir.

Toprakta doğal olarak mikoriza fungusu bulunmakla birlikte, Symbion VAM uygulaması ile köklerde mikoriza infekte oranı artmıştır. Bu artış Symbion VAM doz artışı ile paralellik göstermiştir. Dolayısı ile artan hif oranı ile su ve besin maddelerinin alınımının arttığı, bunun sonucunda da verim ve bazı kalite parametrelerinin arttığı görülmüştür. Deneme alanında yapılan gözlemlerde, Symbion VAM uygulanan bitkilerde hastalıklara dayanımın daha fazla olduğu, yine doz artışı ile tolerans oranının arttığı belirlenmiştir.

#### 5. Sonuçlar

Yetiştirme ortamına ilave edilen mikoriza fungusunun bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesinde önemli artışlar sağladığı; hali hazırda piyasada ticari olarak bulunabilen Symbion VAM preparatının bu amaçla gerek konvansiyonel ve gerekse organik tarımda güvenle kullanılabileceği; Symbion VAM'ın artan doz uygulaması ile bitki gelişimi ve verimin arttığı ancak yarım doz

uygulanmasında artışların diğer doz uygulamalarına göre daha düşük olması nedeni ile önerilen doz ya da iki kat doz uygulamasının daha doğru olacağı ve burada ekonomik durumunda göz önüne alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

## Teşekkür

Denemenin yürütülmesinde sağladığı maddi kaynak nedeni ile Agrobest Grup'a ve Güvercin Gübre Ltd. Şti'ne teşekkürlerimizi sunarız.

## Kaynaklar

- Abdel Latif, A.A., Chaoxing, H., 2011. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, mineral nutrition, antioxidant enzymes activity and fruit yield of tomato grown under salinity stress. *Sci. Hort.*, 127: 228-233.
- Aguilera-Gomez, L., Davies, F.T., Olalde-Podugal, V., Duray, S.A., Phavaphutanon, L., 1999. Influence of Phosphorus and endomycorrhiza (*Glomus intraracides*) on gas exchange and plant growth of Chile Ancho pepper (*Capsicum annum* L.). *Photosynthetica*, 36: 441-449.
- Al-Karaki, G.N., 2000. Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. *Mycorrhiza*, 10: 51-54.
- Al-Karaki, G.N., Hammad, R., Rusan, M., 2001. Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress. *Mycorrhiza*, 11: 43-47.
- Anaç, D., Eryüce, N., 2003. Nutrient Management in Protected Cropping in Turkey. Nutrient, Substrate and Water Management in Protected Cropping Systems. The 2003 Dahlia Greidinger Symposium. Ege University, Izmir-Turkey.
- Copetta, A., Bardi, L., Bertolone, E., Berta, G., 2011. Fruit production and quality of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.) are affected by green compost and arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Biosystems*, 145(1): 106-115.
- Cordier, A.T., Gianinazzi, S., Gianinazz-Pearson, V., 1996. Arbuscular mycorrhiza technology applied to micropropagated *Prunus avium* and to protection against *Phytophthora cinnamomi*. *Agronomie*, 16: 676-688.
- Çekiç, C., Yılmaz, E., 2011. Effect of arbuscular mycorrhiza and different doses of phosphor on vegetative and generative components of strawberries applied with different phosphor doses in soilless culture. *African J of Agric Res*, 6(20): 4736-4739.
- Danneberg, G., Latus, C., Zimmer, W., Hundeshagen, B., Schneider-Poetsch, H.J., Bothe, H., 1992. Influence of vesicular-arbuscular mycorrhiza on phytohormone balances in maize (*Zea mays* L.). *J. Plant Physiol*, 141: 33-39.
- De Pascale, S., Maggio, A., Fogliano V., Ambrosino, P., Ritieni, A., 2001. Irrigation with saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato. *J Horti Sci Biotech*, 76(4): 447-453.
- Dorais, M., Papadopoulos, A. P., Gosselin, A., 2001. Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomic*, 21: 367-383.
- Edathil, T.T., Manian, S., Udaiyan, K., 1996. Interaction of multiple VAM fungal species on root colonization, plant growth and nutrient status of tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Agr Ecosyst Environ*, 59: 63-68.
- Gül, A., Tüzel, İ. H., Tuncay, Ö., İrget, M. E., Eltez, R. Z., Düzyaman, E., 1998. Torba kültürü ile yapılan sera hıyar yetiştiriciliğinde açık ve kapalı sistemlerin bitki gelişimi, verim, su ve gübre kullanımına etkileri üzerine araştırmalar. TÜBİTAK TOGTAG 1512 No'lu Proje, İzmir.
- Hajiboland, R., Aliasgharzadeh, A., Laiegh, S.F., Poschenrieder, C., 2010. Colonization with arbuscular mycorrhizal fungi improves salinity tolerance of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. *Plant Soil*, 331: 313-327.
- Heeb, A., Lundegardh, B., Ericsson, T., Savage, G.P., 2005. Nitrogen form affects yield and taste of tomatoes. *J Sci Food Agr.*, 85: 1405-1414.
- Johansen, A., Jakopsen, I., Jensen, E.S., 1994. Hyphal N transport by a Vesicular Arbuscular Mycorrhizal fungus associated with cucumber grown at three nitrogen levels. *Plant and Soil*, 160: 1-9.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri 1-2. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları: 468, Yardımcı Ders Kitabı: 161.
- Kaplan, M., Sönmez, S., Tokmak, S., 1999. Antalya-Kumluca yöresi kuyu sularının nitrat içerikleri. *Türk J Agric For.*, 23: 309-313.
- Karaçalı, İ., 1993. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 494, Bornova/İzmir.
- Kaya, C., Ashraf, M., Sonmez, O., Aydemir, S., Tuna, A.L., Çullu, M.A., 2009. The influence of arbuscular mycorrhizal colonisation on key growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity. *Sci. Hort.*, 121: 1-6.
- Krauss, B.S., Schnitzler, W.H., Grassmann, J., Woitke, M., 2006. The influence of different electrical conductivity values in a simplified recirculating soilless system on inner and outer fruit quality characteristics of tomato. *J Agric Food Chem*, 54: 441-448.
- Kurt, S., Baran, B., Sarı, N., Yetişir, H., 2002. Physiologic races of *Fusarium oxysporium f.sp.melonis* in southeastern Anatolia Region of Turkey and varietal reaction to races of the pathogen. *Phytoparasitica*, 30: 395-402.
- Marschner, H., Dell, B., 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant Soil*, 159: 89-102.
- McGonigle, T.P., Miller, M.H., Evans, D.G., Fairchild, D.L., Swan, G.A., 1990. A new method which gives an objective measure of colonisation of roots by

- vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytol*, 115: 495-501.
- McGuire, G.R., 1992. Reporting of objective color measurements. *Hort. Science*, 27(12): 1254-1255.
- Millner, P.D., 1991. Characterization and use of Vesicular Arbuscular Mycorrhizae in Agricultural Production Systems. The Rhizosphere and Plant Growth (Editors: Keister, D.L. and Cregan P.B.). Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 335-342.
- Ortaş, İ., 1997. Mikoriza nedir? *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, 351: 92-95.
- Ortaş, İ., 2010. Effect of mycorrhiza application on plant growth and nutrient uptake in cucumber production under field conditions. *Spanish J Agric Res*, 8(1): 116-122.
- Özcan, H., Taban, S., 2000. VA-mikoriza'nın alkalın ve asit toprakta yetiştirilen mısır bitkisinin gelişimi ile mikorizal enfeksiyon ve fosfor, çinko, demir, bakır ve mangan konsantrasyonları üzerine etkisi. *Türk J Agric For*, 24: 629-35.
- Öztekin, G.B., Tüzel, Y., Tüzel, I.H., 2013. Does mycorrhiza improve salinity tolerance in grafted plants. *Sci Horticulture-Amsterdam (Special Issue)*, 149: 55-60.
- Pearson, D., 1970. The Chemical Analysis of Foods. Chemical Publishing Co Inc, New York, USA.
- Pfeiffer, C.M., Bloss, H.E., 1988. Growth and nutrition of guayule (*Parthenium argentatum*) in saline soil as influenced by vesicular–arbuscular mycorrhiza and phosphorus fertilization. *New Phytol*, 108: 315-321.
- Ruiz-Lazano, J.M., 2003. Antioxidant activities in mycorrhizal soybean plants under drought stress. *New Phytologist*, 157(1): 135-143.
- Ruiz-Lozano, J.M., Azcon, R., 1995. Hyphal contribution to water uptake in mycorrhizal plants as affected by the fungal species and water status. *Physiol Plantarum*, 95: 472-478.
- Sarı, N., Ortaş, İ., Yetişir, H., Köksal, N., Sayılıkan, G., Çetiner, B., Çığsar, S., Akpınar, Ç., Arslan, A.K., Üstüner, Ö., 2001. Examples of some application of mycorrhization of vegetable production in Turkey. Workshop on Managing Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Improving Soil Quality and Plant Health in Agriculture. 7-9 June, Adana-Turkey, 43.
- Sevgican, A., 2002. Örtüaltı Sebzeçiliği. Cilt I ve II. Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları, Bornova, İzmir.
- Sönmez, İ., Kaplan, M., 2004. Demre yöresi seralarında toprak ve sulama sularının tuz içeriğinin belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2): 155-160.
- Subramanian, H.S., Santhanakrishnan, P., Balasubramanian, P., 2006. Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress. *Sci Hort*, 107: 245-253.
- Şimşek, D., Ortaş, İ., Köse, Ö., Sarı, N., Abak, K., 1998. The effect of mycorrhizal inoculation on growth and nutrient uptake of tomato, eggplant, pepper plants under field conditions. International Symposium on Arid Region Soils, 21-24 September, Menemen-İzmir, Turkey, 222-228.
- Tüzel, Y., 2004. Seralarda Entegre Üretim. Tarımsal Araştırma Yayın ve Eğitim Koordinasyonu (TAYEK) Bahçe Bitkileri Grubu Bilgi Alışverişi Toplantısı, 01-03 Haziran 2004, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen.
- Yılmaz, E., Gül, A., 2009. Topraksız ortama arbusküler mikoriza aşılamanın patlıcan (*Solanum melongena* L.) yetiştiriciliği üzerine etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2): 55-61.