

## FARKLI ARBÜSKÜLER MİKORİZAL FUNGUS TÜRLERİNİN GUAVA (*Psidium guajava* L.) ÇÖĞÜRLERİNİN BÜYÜME VE GELİŞMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Gizem GÜLER<sup>1\*</sup>, Murat ŞİMŞEK<sup>1</sup>, Hamide GÜBBÜK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0001-8763-5604

<sup>2</sup>Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0003-1336-309X

<sup>3</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya; ORCID: 0000-0003-3199-0660

Geliş Tarihi / Received: 21.07.2020

Kabul Tarihi / Accepted: 22.10.2021

### ÖZ

Guava'da, (*Psidium guajava* L.) ticari bahçelerin kurulumunda aşıyla üretilmiş fidanlar tercih edilmektedir. Aşı ile çoğaltmada öncelikle aşı yapılacak çöğür ya da anaca ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla planlanan bu araştırmada, bazı arbüsküler mikorizal fungus (AMF) türlerinin, aşılama için kullanılacak guava çöğürlerinin büyüme ve gelişmesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada üç farklı AMF türü (*Glomus mosseae*, *G. etinicum*, *G. clarium*) kullanılmıştır. Araştırma materyali olarak, pembe et rengine sahip guava genotipine ait çöğürler kullanılmıştır. Mikoriza aşılama, her bitkinin kök bölgesine 500 spor/bitki gelecek şekilde yapılmıştır. Aşılama 12 hafta sonra bitki gelişim parametreleri (bitki boyu, bitki çapı, kök uzunluğu, bitki ve kökün yaş-kuru ağırlıkları ve mikorizal kolonizasyon) ile ilgili ölçümler gerçekleştirilmiştir. Araştırma bulguları; bitki boyunun 74.9-83.9 cm, bitki çapının 5.6-6.5 mm, kök uzunluğunun 41.4-50.7 cm, bitki yaş-kuru ağırlıklarının 19.1-43.9 g-7.9-17.2 g, kök yaş-kuru ağırlıklarının 9.6-27.8 g-4.2-12.4 g ve kolonizasyon oranlarının %15-85 arasında değiştiğini göstermiştir. Araştırma sonucunda, guavada bitki büyüme ve gelişmesi üzerine mikoriza türlerinin etkisi farklı olmuştur. İncelenen tüm parametreler açısından en yüksek değerler *G. etinicum* türünde elde edilmiş ve bunu sırasıyla *G. mosseae* ve *G. clarium* türleri izlemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Psidium guajava* L., mikoriza türleri, çöğür gelişimi, mikorizal kolonizasyon

### EFFECTS OF DIFFERENT ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI SPECIES ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF GUAVA (*Psidium Guajava* L.) SEEDLING

#### ABSTRACT

The grafted plants of guava are preferred for commercial planting. First, it is necessary to have seedlings and rootstock for propagation with grafting. The objective of the study is to evaluate the effects of some arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) species on the growth and development of the guava seedlings to be used with grafting. Three different AMF species (*Glomus mosseae*, *G. etinicum*, *G. clarium*) are used in this study. Pink flesh guava genotype was used as an experimental material. Mycorrhizal inoculations were applied using 500 spores per plant on the root zone of each plant. Plant measurement and parameter count (plant length, plant diameter, root length, plant and root fresh-dry weights and mycorrhizal colonization) were evaluated 12 weeks after inoculation. The results showed: plant length 74.9-83.9 cm, plant diameter 5.6-6.5 mm, root length 41.4-50.7 cm, plant fresh-dry weights 19.1-43.9 g-7.9-17.2 g, root fresh-dry weights 9.6-27.8 g-4.2-12.4 g and colonization rate varied between 15-85%. The highest value in terms of investigation criteria was obtained with *G. etinicum* and followed by *G. mosseae* and *G. clarium*.

**Keywords:** *Psidium guajava* L., mycorrhizae species, seedling development, mycorrhizal colonization

### GİRİŞ

Guava (*Psidium guajava* L.), dünyada tropik ve subtropik iklim kuşağında yetiştirilen ve *Myrtaceae* familyasının *Psidium* türü içerisinde yer alan 150 tür arasında en popüler meyve türlerinden birisidir [1]. Dünyada en yüksek guava üretim payına sahip ülkeler arasında sırasıyla Hindistan (17.650.000 ton), Çin (4.366.300 ton) ve Tayland (2.550.600 ton) gösterilebilir [2]. Guava, generatif (tohum) yöntemle çoğaltıldığı zaman yüksek oranda heterozigotik

özellik göstermekte ve dolayısıyla açılım meydana gelmektedir. Buna ilave olarak, generatif çoğaltımda ağaçlar 4-5 yaşında meyveye yatarken, vejetatif çoğaltımda 2-3 yaşında meyveye yatmaktadır. Bu nedenlerden dolayı ticari üretimde generatif yöntem tercih edilmemektedir [3]. Günümüzde guavanın klonal çoğaltımında aşı, çelik, hava daldırması gibi vejetatif çoğaltım yöntemleri kullanılmaktadır [4, 5].

Guava yetiştiriciliğinin yapıldığı ülkelerin çoğunda ticari bahçelerin kurulumunda aşıyla üretilmiş fidanlar tercih edilmektedir [6]. Aşıyla

\*Sorumlu yazar / Corresponding author: gizem.guler@tarimorman.gov.tr

çoğaltım yönteminde çok az sayıda materyalle yeni çeşitlerin yaygınlaşması sağlanmaktadır. Aşı ile çoğaltmada öncelikle aşı yapılacak çöğür ya da anaca ihtiyaç duyulmaktadır. Anaçlar, üzerine aşılana çeşidin hastalık ve zararlılara dayanıklılığını arttırmakta, vejetatif gelişimini ve meyve verimini etkileyerek, farklı ekolojik koşullara adaptasyonunu sağlamaktadır [7]. Anaç-kalem kombinasyonunda vejetatif gelişimin artırılması açısından anacın gelişmiş bir kök yapısına sahip olması topraktan su ve bitki besin maddelerini alarak toprak üstü organlarına iletilmesi önemlidir. Bu nedenle, bitki besin maddeleri açısından toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerine ek olarak, biyolojik özellikleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle topraktaki organik maddelerin parçalanması, besin elementlerinin yarayışlı forma dönüştürülmesi, havanın serbest azotunun tutulması gibi önemli işlevleri yanında, bitki kökleri ile simbiyotik ilişki halinde yaşayan mikroorganizmaların faaliyetleri de bitki gelişiminde büyük öneme sahiptir.

Bitkiler kökleriyle mikroorganizmalara besin ortamı sağlayarak yararlı organizmaların çoğalmasını sağlamak ve hormonlar, vitaminler ve diğer çözücü salgılar üretmesine yardımcı olmaktadır. Bu maddeler de bitkinin topraktaki besin elementlerinin alınabilirliğini arttırmaktadır [8, 9]. Bitki kökleri ile belirli mantar türleri arasındaki bu karşılıklı yaşam biçimine simbiyotik yaşam denmektedir. Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalarda bitki besin elementlerinin bitki köklerinin yanı sıra çoğunlukla mikoriza tarafından alındığı tespit edilmiştir. Mikorizal mantarların önemli bir grubu olan Arbusküler Mikorizal Fungus (AMF) türleri ormancılıkta ve ziraat alanında uzun zamandan beri kullanılmakta ve birçok yarar sağlamaktadır [10]. AMF inokulasyonu bahçe bitkilerinde çöğür/fidan büyümesini ve gelişimini, ürün homojenliğini, çeliklerde köklenme oranını, meyve verimini arttırdığı, bitkilerin abiyotik ve biyotik strese karşı direncini arttırdığı ve mikro çoğaltmada elde edilen bitkilerin yaşama oranını arttırdığı bildirilmektedir [11]. Ayrıca mikorizal inokulasyonlar, besin elementleri alımı yanında, bitkinin su alımını da artırarak kök gelişimini hızlandırmaktadır. Bu durum, gübreleme ve sulama gereksinimlerini azaltmaya, toprak kökenli hastalık ve zararlılara ve kuraklığa karşı bitkiyi daha iyi korumakta ve stresi azaltmaktadır [12]. Buna ilave olarak, bitki daha az stres koşullarında hastalık ve zararlılara karşı daha dirençli olmaktadır. Böylece pestisit kullanımında da azalma olmaktadır [13]. Orman ağaçları, çayır-mera bitkileri, bazı tarla ve bahçe bitkileri için mikoriza kullanımı çok önemlidir. Bahçe bitkileri alanında fide veya fidan aşamasında yapılan mikoriza aşılama

işlemleri ile bitkiler şaşkırtma şokunu daha iyi atlatabilmekte ve daha iyi gelişme gösterebilmektedir [14]. Mikorizanın bitkinin beslenmesi, gelişimi, verimi, hastalık ve zararlılara dayanımı konusunda birçok değişik meyve türleri üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde mikorizal inokulasyonlar nar [15], şeftali [16], turunçgiller [17], erik [18], pıkan cevizi [19] ve asma [20] türlerinde meyve verimini arttırdığı, bitkinin kök büyümesini ve dallanmasını teşvik ederek besin elementi alımını arttırdığı ve bunun sonucunda bitki boyu, bitki çapı, yaprak sayısı, bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök/sürgün oranı gibi vejetatif gelişimi önemli derecede arttırdığı saptanmıştır. Mikoriza türlerinden olan *G. mosseae*, *G. clarium*, *G. caledonium* ve *G. etinacium* turunç bitkisinde denenmiş ve *G. clarium* türünün bitki gelişimini arttırdığı belirtilmiştir [21]. Elmada yapılan diğer bir çalışmada ise farklı *Glomus* türleri ile aşılama fidanların kontrol grubu bitkilerine göre daha uzun boylu ve daha fazla biyomass ürettiği bildirilmiştir [22]. Yapılan diğer bir çalışmada farklı *Glomus* türlerinden olan *G. macrocarpum* ve *G. caledonium* portakal, üç yapraklı ve troyer anaçlarında, *G. mosseae* türünün de farklı asma anaç ve çeşitlerinin gelişimlerini arttırdığı bildirilmiştir [23, 17, 20].

Guava bitkileri, mikorizaya yüksek oranlarda bağımlılık duymaktadır [24]. Bu bitkilerin mikorizal inokulasyonla toplam ağırlığı arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır [25]. Konu ile ilgili olarak guavada sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalarda, mikorizal inokulasyonun bitki besin elementi ve su alımını artırarak, guava bitkilerinin gelişimini olumlu yönde etkilediği [26, 27] ve nematod çoğalma hızını azalttığı bildirilmiştir [27].

Bu çalışmada; üç farklı AMF türünün (*G. mosseae*, *G. etinacium*, *G. clarium*) guava çöğürlerinin üst aksam ve kök organlarının büyüme ve gelişmesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışma 2019-2020 yıllarında Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait laboratuvar ve serada yürütülmüştür. Araştırmada deneme materyali olarak pembe et rengine sahip guava genotipine (*Psidium guajava* L.) ait 6 aylık çöğürler kullanılmıştır. Çalışmada mikoriza olarak *G. mosseae*, *G. etinacium*, *G. clarium* türleri kullanılmıştır. Mikoriza türleri, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Rizosfer laboratuvarlarından temin edilmiştir. Çalışmada yetiştirme ortamı olarak 3:1 torf

ve pomza içeren 6 litre hacmindeki steril edilmiş torf içeren polietilen tüpler (35×18 cm) kullanılmıştır.

Mikoriza türleri, 40 cm boyundaki çöğürle eyllül ayında 500 spor/bitki olacak şekilde kök bölgesindeki toprak yüzeyine serpilerek uygulanmıştır. Mikoriza uygulamasından sonra bitkiler, sıcaklığı 23-25°C ve oransal nemi %50-60 arasında değişen cam serada tutulmuşlardır. Denemeye 10.09.2019'da başlanılmış ve 10.12.2019'da sonlandırılmıştır. Mikoriza aşılmasından 12 hafta sonra mikoriza türlerinin çöğürler üzerindeki etkisi bitki boyu, bitki çapı, kök uzunluğu, bitki ve kökün yaş-kuru ağırlıkları ve mikorizal kolonizasyon oranı değerleri ile ortaya konulmuştur.

Araştırmada incelenen kriterlerden; bitki boyu, toprak üstünden sürgün ucuna kadar olan mesafe bir metre yardımı ile ölçülerek, bitki çapı, bitkilerin toprak seviyesinin 5 cm üzerinden bir kumpas yardımıyla ölçülerek ve kök uzunluğu, köklerden toprak parçaları uzaklaştırıldıktan sonra köklerin başladığı noktadan kök ucuna kadar olan mesafe bir metre yardımı ile ölçülerek belirlenmiştir. Bitki ve kökün yaş ağırlıkları, bitkiler toprak üstü kısmından kesilerek yeşil aksam ve kök olarak ikiye ayrılmış ve her iki kısmı hassas terazi ile tartılarak belirlenmiştir. Bitki ve kökün kuru ağırlıkları ise materyaller sabit ağırlığa gelinceye kadar 65°C'de kurularak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, elde edilen bitki köklerinin temizleme ve boyama işlemleri Koske ve Gemma [28]'ya göre yapılmıştır. Mikorizal kolonizasyon oranı (%) ise 40-100 büyütme ile stereo mikroskop altında incelenmiştir [29].

Araştırma, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 4 bitki olacak şekilde, tesadüf blokları deneme desenine göre planlanmış ve ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan çoklu testi kullanılmıştır [30].

## BULGULAR

Üç farklı AMF türü uygulamalarının guava çöğürlerinin bitki boyu, bitki çapı ve kök uzunluğu üzerine etkileri Çizelge 1'de verilmiştir. Bu çizelgede görüldüğü gibi en yüksek bitki boyu *G. etinacatum* türünde (83.9 cm) ve en düşük bitki boyu ise kontrol grubunda (74.9 cm) saptanmıştır. Bitki boyu üzerine mikoriza uygulamalarının etkileri istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur. Aşılama, bitki gelişimi belirleyen en önemli kriter bitki çapıdır. Zira çöğürlerde aşılama işlemi için bitkilerin belirli bir çapa gelmesi gerekmektedir. Uygulamalara göre en yüksek bitki çapı değeri *G. etinacatum* türünde (6.5 mm), en düşük ise kontrol grubunda (5.6 mm) kaydedilmiştir. Bitki çapı üzerine mikoriza uygulamalarının etkileri istatistiksel olarak önemli

( $P<0.05$ ) bulunmuştur. Bitki gelişimi açısından önemli olan diğer bir kriter kök uzunluğudur. En yüksek kök uzunluğu *G. etinacatum* türünde (50.7 cm) saptanmış ve bunu sırasıyla *G. mosseae* (48.4 cm), *G. clarium* (43.2 cm) türleri ve kontrol grubu (41.4 cm) takip etmiştir. Kök uzunluğu üzerine mikoriza uygulamalarının etkileri kontrole göre istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. AMF türü uygulamalarının guava çöğürlerinin bitki boyu, bitki çapı ve kök uzunluğu üzerine etkileri

Table 1. The effects of arbuscular mycorrhizal fungi species applications on plant length, plant diameter and root length of guava seedling

Türler Species	Bitki boyu Plant length (cm)	Bitki çapı Plant diameter (mm)	Kök uzunluğu Root length (cm)
Kontrol / Control	74.9 c	5.6 c	41.4 d
<i>Glomus mosseae</i>	80.0 b	6.1 b	48.4 b
<i>Glomus etinacatum</i>	83.9 a	6.5 a	50.7 a
<i>Glomus clarium</i>	79.1 b	5.7 c	43.2 c

Üç farklı AMF türü uygulamalarının, bitki yaş ve kuru ağırlığı ile kök yaş ve kuru ağırlığı ve mikorizal kolonizasyon oranı üzerine etkileri Çizelge 2'de verilmiştir. Bu çizelgede de görüldüğü gibi en yüksek bitki yaş ağırlığı 43.9 g ile *G. etinacatum* türünde saptanmış ve bunu sırası ile *G. mosseae* (43.5 g), *G. clarium* (36.3 g) türleri ve kontrol grubu (19.1 g) izlemiştir. Bitki kuru ağırlığı bakımından en yüksek değer, bitki yaş ağırlığında olduğu gibi *G. etinacatum* (17.2 g) türünde belirlenmiş ve bunu *G. mosseae* (16.6 g), *G. clarium* (14.1 g) türleri ve kontrol grubu (7.9 g) izlemiştir. Bitki yaş ağırlığı ve kuru ağırlığı üzerine mikoriza türlerinin etkisi istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur (Çizelge 2).

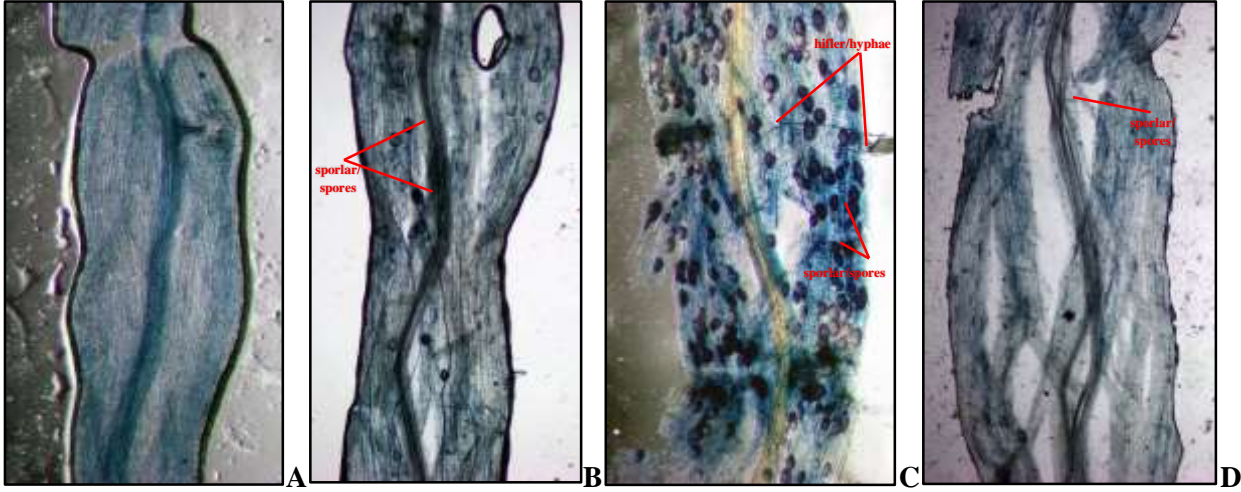
Kök yaş ağırlığı bakımından en yüksek değer, 27.8 g ile *G. etinacatum* türünde saptanmış ve bunu 26.2 g ile *G. mosseae*, 21.5 g ile *G. clarium* ve 9.6 g ile kontrol grubu izlemiştir. Kök kuru ağırlığı üzerine en etkili tür kök yaş ağırlığında olduğu gibi *G. etinacatum* (12.4 g) olarak belirlenmiş ve bunu sırası ile *G. mosseae* (12.3 g), *G. clarium* (10.0 g) ve kontrol grubu (4.2 g) izlemiştir. Kök yaş ağırlığı ve kuru ağırlığı üzerine mikoriza türlerinin etkisi istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur.

Mikorizal kolonizasyon oranları değerlendirildiğinde ise en yüksek mikorizal kolonizasyon oranı %85 ile *G. etinacatum* türünde saptanmış ve bunu %65 ile *G. mosseae* ve %52.5 ile *G. clarium* türü izlemiştir. Türler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur. Şekil 1'de üç farklı AMF türünün mikroskopik görüntüsü gösterilmiştir (Şekil 1). En düşük mikorizal kolonizasyon oranı %15 ile kontrol grubundan saptanmıştır.

Çizelge 2. AMF türü uygulamalarının guava çöğürlerinin bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı ve mikorizal kolonizasyon oranı üzerine etkileri

Table 2. The effects of arbuscular mycorrhizal fungi species applications on plant fresh and dry weight, root fresh and dry weight and mycorrhizal colonization rate of guava seedling

Türler Species	Bitki yaş ağırlığı (g) Plant fresh weight (g)	Bitki kuru ağırlığı (g) Plant dry weight (g)	Kök yaş ağırlığı (g) Root fresh weight (g)	Kök kuru ağırlığı (g) Root dry weight (g)	Mikorizal kolonizasyon oranı (%) Mycorrhizal colonization rate (%)
Kontrol / Control	19.1 d	7.9 d	9.6 d	4.2 c	15.0 d
<i>Glomus mosseae</i>	43.5 b	16.6 b	26.2 b	12.3 a	65.0 b
<i>Glomus etunicatum</i>	43.9 a	17.2 a	27.8 a	12.4 a	85.0 a
<i>Glomus clarium</i>	36.3 c	14.1 c	21.5 c	10.0 b	52.5 c



Şekil 1. Üç farklı AMF türünün (A: Kontrol, B: *Glomus mosseae*, C: *Glomus etunicatum*, D: *Glomus clarium*) mikroskopik görüntüsü; kök yüzeyi üzerindeki hifler ve sporelar

Figure 1. Microscopic visualization of three different AMF species (A: Control, B: *Glomus mosseae*, C: *Glomus etunicatum*, D: *Glomus clarium*) hyphae and spores on the root surface

## TARTIŞMA VE SONUÇ

*G. mosseae*, *G. etunicatum* ve *G. clarium* olmak üzere üç farklı AMF türünün guava çöğürlerinin büyüme ve gelişmesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada incelenen parametreler üzerine AMF türlerinin etkileri istatistiksel olarak farklılık göstermiş ve elde edilen sonuçlar kontrole göre mikoriza aşılmasının daha iyi sonuç vermiş olduğunu göstermektedir. Bulgular kısmında da bildirildiği gibi değerler türlere göre değişmekle birlikte bitki boyu 74.9-83.9 cm, bitki çapı 5.6-6.5 mm, kök uzunluğu 41.4-50.6 cm, bitki yaş ve kuru ağırlıkları sırasıyla 19.1-43.9 g ve 7.9-17.2 g kök yaş ve kuru ağırlıkları sırasıyla 9.6-27.8 g ve 4.2-12.4 g ve kolonizasyon oranları %15-85 arasında değişmektedir. İncelenen tüm parametreler açısından türler arasındaki farklar önemli bulunmuş ve en yüksek değerler *G. etunicatum* ile aşıl原因an bitkilerde saptanmıştır.

Farklı meyve türlerinde, bitki gelişimi üzerine AMF türlerinin etkisi birçok çalışmada incelenmiştir. Mikoriza inokulasyonunun birçok meyve türünde yararlı etkilerinin olduğu belirtilmiştir. Bitkilerin gelişimini, meyve verimi ve kalitesini, çiçeklenmeyi

ve çöğürlerin hayatta kalma oranını arttırdığını ve erken çiçeklenme sağladığını ve bunlara ek olarak biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı bitkinin dayanıklılığını arttırdığını bildirmişlerdir [31]. Mikorizal inokulasyon yapılan papaya [32] ve mango çöğürlerinde [33] bitki boyu, bitki çapı, yaprak sayısı, kök uzunluğu, bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı gibi birçok bitki gelişim parametrelerinde önemli derecede artış olduğunu ve kahve çöğürlerinde [34] şaşırma şokundan koruduğunu ve daha iyi gelişme sağladığını bildirmişlerdir.

Bulgularımız sonucu guavada en yüksek değerlerin elde edildiği *G. etunicatum* türü ile farklı meyve türlerinde yapılan çalışmalarda, bitkilerin toprak üstü ve toprak altı aksamlarındaki gelişmeyi pozitif yönde etkilerine dair sonuçlar alınmıştır. Örneğin, *G. etunicatum* aşılı turuncu anaç ve çeşitlerinde [35], şeftalide [16] bitki vejetatif gelişiminde önemli parametreler olan bitki boyu, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve mikorizal kolonizasyon değerlerini ve besin elementi alımını arttırdığını bildirmişlerdir.

Çalışmada *G. etunicatum* uygulamasından sonra en etkili AMF türü olan *G. mosseae*'nin, guava çöğür

gelişimi üzerinde etkileri incelendiğinde, bu türden izole edilen aktinomisetlerin büyümeyi teşvik ettiği ve besin maddeleri alınımı arttırdığını bildirmişlerdir [36]. *G. mosseae* türünün diğer meyve türlerinden zeytin [37], muz çeşitlerinde [38], asma anaç ve çeşitlerinde [20] ve kaju anaçlarında [39] bitki boyunu, bitki çapını ve bitki toplam biyokütlesini artırarak bitkini vejetatif gelişimini arttırdığı rapor edilmiştir. Her mikoriza türü her bitkide aynı etkiyi göstermemektedir. Bu nedenle bu çalışmada guava çöğürlerinin bitki gelişimi üzerinde en az etkili AMF türü olan *G. clarium* farklı guava çöğürlerinde [26], turunc bitkisinde [21] vejetatif gelişimi arttırdığı bildirilmiştir.

Mikoriza aşılmasının çöğür/fidan büyümesini ve gelişimini artırmasının yanında mikro çoğaltımdan elde edilmiş bitkilerin dış koşullara alıştırılmasında da olumlu etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda kahve [40], guava [24], çerimoya [41] ve muz [42] türlerine ait *in vitro* koşullarda elde edilmiş bitkilerin dış koşullara alıştırılmasında mikoriza aşılmasının bitkilerin sürgün ve kök gelişimini, yaprak üretimini arttığı ve bitkilerde şaşırtma şokunu azalttığı belirtilmiştir. Bunlara ilave olarak, mikorizaların abiyotik ve biyotik stres koşullarına karşı bitkilerin toleransını arttırdıkları da bilinmektedir. Mikorizaların etkinliklerinin özellikle tuzluluk, kuraklık ve besin elementi noksanlığı gibi stres koşullarında daha fazla ortaya çıktığı belirlenmiştir [43]. Mikorizal inokulasyon yapılan bitkilerin stresten daha az etkilenmesi sağlanabilmektedir. Mikorizal inokulasyonu yapılmış kuraklık stresi altındaki Antep fıstığı [44], turuncgil [45] ve yenedünya [46] bitkilerinin gelişme parametreleri üzerinde mikorizal inokulasyonun olumlu etkilerde bulunduğu belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda, guavanın mikorizaya bağımlılığı ve bitkisel gelişimine olumlu etki sağlayabilen mikoriza türleri belirlenmiştir. Söz konusu AMF türleri arasında *G. etnicatum* başta olmak üzere her üç AMF türünün de kontrole göre incelenen parametreler açısından daha etkili olduğunu ortaya konmuştur. Aynı mikoriza türlerinin ileriye yönelik bahçe koşullarında denenmesi ile daha anlamlı olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Samson, J.A., 1986. Tropical fruits. Tropical agriculture series, longman scientific and technical. Harlow, UK, pp:235-255.
2. Anonim, 2019. Top 10 largest guava producing countries in the world. *The Daily Records*, 2 January, (<http://www.thedailyrecords.com/2018-2019-2020-2021/world-famous-top-10-list/world-largest-guava-producing-countries-world-fruits-states/6566/>) (Erişim Tarihi: Mart 2020).
3. Martínez-De-Lara, J., M.C. Barrientos-Lara, A.C. Reyes-De Anda, S.H. Delgado, J.S. Padilla-Ramírez and N.M. Pérez, 2004. Diversidad fenotípica y genética en huertas de guayabo de calvillo, aguascalientes. *Revista Fitotecnia Mexicana, Chapingo*. 27(3):243-249.
4. Preece, J.E., 2003. A century of progress with vegetative plant propagation. *Hortscience, Alexandria* 38(5):1015-1025.
5. Chandra, R., M. Kamle and A. Bajpai, 2010. Advances in horticulture biotechnology regeneration systems fruit crops, plantation crops and spices. *Westville Publishing House, New Delhi*, pp:103-121.
6. Pereira, F.M., M. Usman, N.A. Mayer, J.C. Nachtigal, O.R.M. Maphanga and S. Willemse, 2017. Advances in guava propagation. *Revista Brasileira De Fruticultura* 39(4):228.
7. Abbas, M.M., M.A. Javed, M. Ishfaq and M.A. Alvi, 2013. Grafting techniques in guava (*Psidium guajava*). *J. Agric. Res.* 51(4):465-471.
8. Menge, J.A., W. Mjarrell, C.K. Labanuskas, J.C. Ojala, C. Huszar, E.L.V. Johnson and D. Sibert, 1982. Predicting mycorrhizal dependency of troyer citrange on glomus fasciculatus in California citrus soils and nursery mixes. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46:762-768.
9. Ortaş, İ., 1994. The effect of different forms and rates of nitrogen and different rates of phosphorus fertilizer on rhizosphere phandp uptake in mycorrhizal and non-mycorrhizal sorghum plants (PhD. Thesis). *University of Reading, UK*, 270p.
10. Brundrett, M., N. Bougher, B. Dell, T. Grove and N. Malajczuk, 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. *ACIAR Monograph, Australia*, 374p.
11. Azcón-Aguilar, C. and J. Barea, 1997. Applying mycorrhiza biotechnology to horticulture: significance and potentials. *Scientia Horticulturae* 68:1-24.
12. Ortaş, I., 2000. Mikorizanın çevre biliminde kullanımı ve önemi. *GAP Çevre Kongresi, 16-18 Ekim 2000, Şanlıurfa*, s:35-40.
13. Davies, F.T., 2008. Opportunities from down under: how mycorrhizal fungi can benefit nursery propagation and production systems. *Combined Proceedings International Plant Propagators Society*, pp:539-548.
14. Villeneuve, N., F. Le Tacon and D. Bouchard, 1991. Survival of inoculated *Laccaria bicolor* in competition with native ectomycorrhizal fungi

- and effects on the growth of out planted Douglas-fir seedlings. *Plant and Soil* 135:95-107.
15. Singh, N.V., S.K. Singh, A.K. Singh, D.T. Meshram and S.S. Suroshe, 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) induced hardening of micropropagated pomegranate (*Punica granatum* L.) plantlets. *Scientia Horticulturae* 136:122-127.
  16. Nunes, J.L.S., P.V.D. Souza, G.A.B. Marodin and J.C. Fachinello, 2009. Efficiency of arbuscular mycorrhizal fungi on growth of 'Aldrichi' peach tree rootstock. *Bragantia* 68(4):931-940.
  17. Vinayak, K. and D.J. Bagyaraj, 1990. Vesicular arbuscular mycorrhizae screened in troyer citrange. *Biology and Fertility of Soils* 9(4):311-314.
  18. Slawomir, S. and S. Aleksander, 2010. The influence of mycorrhizal fungi on the growth and yield of plum and sour cherry trees. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 18(2):71-77.
  19. Joolka, N.K., R.R. Singh and M.K. Sharma, 2004. Influence of biofertilizers, GA<sub>3</sub> and their combinations on the growth of pecan seedlings. *Indian Journal of Horticulture* 61(3):226-228.
  20. Linderman, R.G. and E.A. Davis, 2001. Comparative response of selected grapevine rootstocks and cultivars to inoculation with different mycorrhizal fungi. *American Journal of Enology and Viticulture* 52(1):8-11.
  21. Ortakci, D., I. Ortas and S. Ercan, 1998. The effect of different mycorrhizae species on citrus growth and nutrient uptake. *International Symposium on Arid Region Soil*, pp:563-568.
  22. Mortin Fortin, J.A., C. Hamel, R.L. Granger and D.L. Smith, 1994. Apple rootstock response to VA-mycorrhizal fungi in a high P soil. *Journal of American Society of Horticultural Science* 119(3):578-583.
  23. Souza, P.V., D-de and de P.V.D. Souza, 2000. Effect of arbuscular mycorrhizae and gibberellic acid interactions on vegetative growth of Carrizo citrange seedlings. *Ciencia Rural*. 30(5):783-787.
  24. Estrada-Luna, A.A., F.T. Davies and J.N. Egilla, 2000. Mycorrhizal fungi enhancement of growth and gas exchange of micropropagated guava plantlets (*Psidium guajava* L.) during ex vitro acclimatization and plant establishment. *Mycorrhiza* 10(1):1-8.
  25. Zarate, J.T., 1992. Effects of VA (vesicular arbuscular) mycorrhizal inoculation on 18 selected crops in a phosphorus deficient soil (PhD. Thesis). *University of the Philippines at Los Baños*, 185p.
  26. Schiavo, J.A. and M.A. Martins, 2002. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum*, em substrato agroindustrial. *Rev. Bras. Frutic.* 24:519-523.
  27. Silva, M.A.C., F.S.B. Silva, A.M. Yano-Melo, N.F. Melo, E.M.R. Pedrosa and L.C. Maia, 2013. Responses of guava plants to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi in soil infested with meloidogyne enterolobii. *Plant Pathol. Journal* 29(3):242-248.
  28. Koske, R.E. and J.N. Gamma, 1989. A modified procedure for staining roots to detect VAM. *Mycological Research* 92:486-505.
  29. Giovannetti, M. and B. Mosse, 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhiza in roots. *New Phytologist* 84:489-500.
  30. Chew, V., 1976. Uses and abuses of Duncan's multiple range test. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 89:251-253.
  31. Kumari, M., H. Prasad, S. Kumari and S., Samriti, 2017. Association of am (arbuscular mycorrhizal) fungi in fruit crops production: A review. *The Pharma Innovation Journal* 6(6):204-208.
  32. Khade, W.S. and B.F. Rodrigues, 2009. Studies on arbuscular mycorrhisation of papaya. *African Crop Science Journal* 17(3):155-165.
  33. Kamble, S.R., A.M. Navale and R.B. Sonawane, 2009. Response of mango seedlings to VA-mycorrhizal inoculation. *International Journal of Plant Protection* 2(2):161-164.
  34. Andrade, S.A.L., P. Mazzafera, M.A. Sch Iav Inato and A.P.D. Silveira, 2009. Arbuscular mycorrhizal association in coffee. *Journal of Agricultural Science* 147:105-115.
  35. Watanarajanaporn, N., N. Boankerd, S. Wongkaew, P. Prommanap and N. Teaumroong, 2011. Selection of arbuscular mycorrhizal fungi for citrus growth promotion and phytophthora suppression. *Sci. Hortic.* 128:423-433.
  36. Mohandas, S., S. Poovarasam, P. Panneerselvam, B. Saritha, K.K. Upreti and R. Kamal, 2013. Guava (*Psidium guajava* L.) rhizosphere *Glomus mosseae* spores harbor actinobacteria with growth promoting and antifungal attributes. *Sci. Hortic.* 150:371-376.
  37. Renaldelli, E. and S. Mancuso, 1996. Response of young mycorrhizal and nonmycorrhizal plants of olive tree to saline condition. Short term electrophysiological and long term vegetative salt effects. *Agrochimica* 44(34):151-159.
  38. Eswarappa, H., M. Sukhada, K.N. Gowda and S. Mohandas, 2002. Effect of VAM fungi on banana. *Current Research* 31(5-6):69-70.
  39. Lakshmiopathy, R., A.N. Balakrishna, D.J. Bagyaraj and D.P. Kumar, 2002. Symbiotic

- response of cashew root stocks to different VA mycorrhizal fungi. *Cashew* 14(3):20-24.
40. Vaast, P., R.J. Zasoski and C.S. Bledsoe, 1996. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculation at different soil P availabilities on growth and nutrient uptake of *in vitro* propagated coffee (*Coffea arabica* L.) plants. *Mycorrhiza* 6:493-497.
41. Azcón-Aguilar, C., I.G. Padilla, C.L. Encina, R. Azcón and J.M. Barea, 1996. Arbuscular mycorrhizal inoculation enhances plant growth and changes root system morphology in micropropagated *Annona cherimola* Mill. *Agronomie: Plant Genetics and Breeding*, pp:647-652.
42. Declerck, S., J.M. Risede and B. Delvaux, 2002. Greenhouse response of micropropagated bananas inoculated with *in vitro* monoxenically produced arbuscular mycorrhizal fungi. *Sci. Hort.* 93:301-309.
43. Gholamhoseini, M., A. Ghalavand, A. Dolatabadian, E. Jamshidi and A. Khodaei-Joghan, 2013. Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation on growth, yield, nutrient uptake and irrigation water productivity of sunflowers grown under drought stress. *Agric. Water Manag.* 117:106-114.
44. Abbaspour, H., H. Afshari and M.A. Abdel-Wahhab, 2012. Influence of salt stress on growth, pigments, soluble sugars and ion accumulation in three pistachio cultivars. *Journal of Medicinal Plants Research* 6(12):2468-2473.
45. Wu, Q., A.K. Srivastava and Y. Zou, 2013. AMF-induced tolerance to drought stress in citrus: A review. *Scientia Horticulturae* 164:77-87.
46. Zhang, Y., Q. Yaol, J. Li, Y. Wang, X. Liul, Y. Hu and J. Chen, 2015. Contributions of an arbuscular mycorrhizal fungus to growth and physiology of loquat (*Eriobotrya japonica*) plants subjected to drought stress. *Mycol Progress*, 14:84.