

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Mikoriza Uygulamalarının Avokado Çöğür Gelişimi Üzerine
Etkileri**

Alperen GÜBÜR

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Ocak, 2024

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAYI

MİKORİZA UYGULAMALARININ AVOKADO ÇÖĞÜR
GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Alperen GÜBÜR

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Bu Yüksek Lisans Tezi 16/01/2024 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş ve Oy Birliği ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. Bilge YILMAZ (Danışman)
: Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ
: Doç. Dr. Müge UYSAL KAMILOĞLU

Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Tez No:

Prof. Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Ç.Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FYL-2021-13904

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR	VI
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL VE METOD	9
3.1. MATERYAL	9
3.1.1. Çalışmada Kullanılan Bitki Materyali	9
3.1.2. Çalışmada Kullanılan Mikoriza Türleri.....	10
3.2. METOD.....	10
3.2.1. Deneme Deseni.....	10
3.2.2. Avokado Tohumlarının Çimlendirilmesi.....	10
3.2.3. Mikoriza Aşılması.....	10
3.2.4. Deneme Kapsamında İncelenen Özellikler.....	11
3.2.4.1. Sürgün Boyu Ölçümleri (cm).....	11
3.2.4.2. Gövde Çapı Ölçümleri (mm).....	11
3.2.4.3. Yaprak Sayısı (adet/bitki).....	11
3.2.4.4. Toplam Yaş Bitki Ağırlığı (g).....	11
3.2.4.5. Toplam Kuru Bitki Ağırlığı (g).....	12
3.2.4.6. Bitki Kök Örneklerinin Alınması	12
3.2.4.7. Mikoriza Kök İnfeksiyonunun Belirlenmesi (%).....	12
3.2.4.8. Mikoriza Bağımlılığı (%).....	12
3.2.5. Fizyolojik Ölçümler.....	13
3.2.5.1. Yaprak Klorofil Miktarının Belirlenmesi	13
3.2.5.2. Fotosistem II (PSII) ölçümleri.....	13
3.2.6. Bitki Besin Elementi Analizleri.....	13
3.2.6.1. Yaprak Örneklerinin Alınması	13
3.2.6.2. Azot Analizleri	13
3.2.6.3. Makro ve Mikro Element Analizleri	14
3.3. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	14
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	15
4.1. BİTKİSEL ÖZELLİKLER.....	15

4.1.1. Sürgün Boyu (cm)	15
4.1.2. Sürgün Boylarının Oransal Büyüme Yüzdesi (%).....	18
4.1.3. Gövde Çapı (mm)	19
4.1.4. Yaprak Sayısı (adet/bitki).....	19
4.1.5. Bitki Taze Ağırlığı (g)	20
4.1.6. Bitki Kuru Ağırlığı	20
4.1.7. Mikoriza İnfeksiyon Oranı (%)	21
4.1.8. Mikorizal Bağımlılık (%)	22
4.2. FİZYOLOJİK ÖZELLİKLER.....	23
4.2.1. Yaprak Klorofil Miktarının (SPAD).....	23
4.2.2. Yaprak Klorofil Işıma Verimlilikleri (PSII)	23
4.3. BİTKİ BESİN ELEMENTİ ANALİZLERİ	24
4.3.1. Azot (%)	24
4.3.2. Fosfor (%).....	24
4.3.3. Potasyum (%)	25
4.3.4. Kalsiyum (%).....	25
4.3.5. Magnezyum (%)	26
4.3.6. Çinko (ppm).....	26
4.3.7. Mangan (ppm)	27
4.3.8. Bakır (Cu) Elementi.....	28
4.3.9. Demir (ppm)	28
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	29
KAYNAKLAR.....	31
ÖZGEÇMİŞ.....	35

Mikoriza Uygulamalarının Avokado Çöğür Gelişimi Üzerine Etkileri

Alperen GÜBÜR

Danışman: Prof. Dr. Bilge YILMAZ

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

ÖZ

Bu çalışmada üç farklı mikoriza türünün avokado çöğür gelişimine ve bitki besin elementi alımı üzerine etkileri, mikorizanın etkinliği ve avokado bitkisinde mikorizaya bağımlılığın belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada *Glomus caledonium* ve *Glomus intradices* türü ile doğal (mix mikoriza) mikoriza kullanılmıştır. Mikoriza türleri aşılmasının avokado çöğür gelişimini istatistiki olarak arttırdığı belirlenmiştir. En yüksek sürgün boyu ve gövde çapı *Glomus caledonium* ile aşılı çöğürlerde elde edilmiştir. En düşük sürgün boyu ve gövde çapı ise mikorizasız kontrol bitkilerinde sağlanmıştır. Yaprak sayısı en fazla olan bitkiler doğal mikoriza aşılmasında; en az ise kontrol bitkilerde belirlenmiştir. En yüksek bitki taze ve kuru ağırlığı ile SPAD değerleri *Glomus caledonium* ile aşılı çöğürlerde saptanmıştır. Mikoriza ile aşılı bitkilerin PSII etkinliği kontrol bitkilere göre daha yüksek ölçülmüştür. En yüksek mikoriza infeksiyon oranı *Glomus caledonium* (%100)'da ölçülmüştür. Mikorizaya bağımlılık da en yüksek değer % 75.61 ile *Glomus caledonium* ve % 47.90 ile de *Doğal mikoriza* ile aşılı çöğürlerde elde edilmiştir. Bitki besin elementi alımında da mikoriza aşılmasının kontrol uygulamalarına göre önemli düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Avokado, mikoriza, çöğür gelişimi, bitki besin elementi, PS II

**The Effects Of Mycoriza Applications On Avocado Seedling
Development**

Alperen GÜBÜR

Advisor: Prof. Dr. Bilge YILMAZ

Department of Horticulture

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effects of three different mycorrhiza species inoculation on avocado seedling development and plant nutrient uptake, the effectiveness of mycorrhiza and the dependence on mycorrhiza in avocado plants. *Glomus caledonium* and *Glomus intradices* species and indigenous (mix mycorrhiza) mycorrhiza were used in the study. Mycorrhizal species had significant effects on avocado seedling development. The highest shoot length and stem diameter were obtained in seedlings grafted with *Glomus caledonium*. The lowest shoot length and stem diameter were found in control plants without mycorrhizal inoculation. Plants with the highest number of leaves have been found in indigenous mycorrhiza spores' inoculation; The least was determined in control plants. The highest plant fresh and dry weight and SPAD values were determined in seedlings grafted with *Glomus caledonium*. PSII activity of mycorrhiza-grafted plants was found to be higher than control plants. The highest mycorrhizal infection rate was found in *Glomus caledonium* (100%). The highest value of dependence on mycorrhiza was obtained in seedlings grafted with *Glomus caledonium* with 75.61% and with natural mycorrhiza with 47.90%. Plants treated with mycorrhiza had significant effects on plant nutrient uptake.

Keywords: Avocado, mycorrhiza, seedling growth, plant nutrients, PSII

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın yürütülmesi esnasında konu seçiminden araştırmanın yürütülmesine kadar desteğini esirgemeyen, yol gösterici olan, cesaretlendiren, yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile çalışmama farklı açılardan bakmamı sağlayan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Bilge YILMAZ'a ve çok kıymetli hocam Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, tez jürisinde bulunarak çok değerli katkılarını sunan hocam Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tez sürecim boyunca bana bilgi ve donanımlarıyla yol gösteren değerli hocalarım Sayın Doç. Dr. Meral İNCESU ve Doç. Dr. Berken ÇİMEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca jüride bulunma nezaketi gösteren hocam Doç. Dr. Müge U. KAMILOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin laboratuvar ve arazi çalışmalarında bilgi ve birikimleri ile bana destek verip yardımlarını esirgemeyen Zir. Yük. Müh. Merve İLHAN ve Zir. Yük. Müh. Cihan AKGÖL'e teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenim hayatım boyunca benim yanımda olan, aldığım kararları her zaman destekleyen, tüm hayatım boyunca beni cesaretlendiren, her türlü sıkıntılarımı ve mutluluklarımı birlikte yaşadığım aileme teşekkürlerimi sunuyorum.

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 4.1. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerindeki sürgün boyu gelişimine etkisi ..	16
Çizelge 4.2. Mikoriza uygulamalarının sürgün boyları oransal büyüme yüzdesine etkisi	19
Çizelge 4.3. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerindeki gövde çapı ölçümlerine etkisi ..	19
Çizelge 4.4. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinin yaprak sayısına etkisi.....	20
Çizelge 4.5. Mikoriza uygulamalarının avokado bitki taze ağırlıklarına etkisi (g)	20
Çizelge 4.6. Farklı mikoriza uygulamalarının avokado bitki kuru ağırlıklarına etkileri	21
Çizelge 4.7. Mikorizaların avokado bitkilerinde infeksiyon oranı (%).....	21
Çizelge 4.8. Avokado bitkilerinin mikorizal bağımlılığı.....	22
Çizelge 4.9. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinin yaprak SPAD değerlerine etkisi...	23
Çizelge 4.10. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinin PS II değerlerine etkisi.....	24
Çizelge 4.11. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak N (%) düzeyine etkileri .	24
Çizelge 4.12. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak fosfor (%) düzeyine etkileri	25
Çizelge 4.13. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak potasyum (%) düzeyine etkileri	25
Çizelge 4.14. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak kalsiyum (%) düzeyine etkileri	26
Çizelge 4.15. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak magnezyum (%) düzeyine etkileri	26
Çizelge 4.16. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak çinko (ppm) düzeyine etkileri	27
Çizelge 4.17. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak mangan (ppm) düzeyine etkileri	27
Çizelge 4.18. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak bakır (ppm) düzeyine etkileri	28
Çizelge 4.19. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak demir (ppm) düzeyine etkileri	28

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Steril edilmiş toprak.....	9
Şekil 3.2. Çimlenen avokado çöğürü	10
Şekil 3.3. Avokado çöğürlerinin gövde çapı ölçümü.....	11
Şekil 3.4. Avokado kök örneklerinin alınması	12
Şekil 3.5. Öğütülmüş yaprak örnekleri	13
Şekil 3.6. Yakma ünitesinde örnekler	14
Şekil 3.7. Kül fırınında yakmak için hazırlanmış yaprak örnekleri.....	14
Şekil 4.1. Mikoriza uygulamaları ile kontrol arasındaki sürgün boyu farkı.....	15
Şekil 4.2. Mikoriza aşılammamış kontrol grubu bitkileri sürgün boyu ölçümleri.....	16
Şekil 4.3. Doğal (mix) mikoriza aşılammış çöğür grubu bitkileri sürgün boyu ölçümleri.....	17
Şekil 4.4. <i>Glomus intradices</i> aşılammış çöğür grubu bitkileri sürgün boyu ölçümleri.....	17
Şekil 4.5. <i>Glomus caledonium</i> aşılammış çöğür grubu bitkileri sürgün boyu ölçümleri.....	18
Şekil 4.6. Köklerde mikoriza spor oluşumlarından görünüm.....	22

SİMGELER VE KISALTMALAR

% : Yüzde

g : Gram

da : Dekar

ha : Hektar

SÇKM : Suda Çözünebilir Kuru Madde

kg : Kilogram

mm : Milimetre

ml : Mililitre

m : metre

cm² : Santimetrekare

m³ : Metreküp

1. GİRİŞ

Avokado Orta Amerika kökenli herdem yeşil bir semitropik iklim meyve türüdür. Anavatanı Meksika'dan Guatemala'ya kadar olan bölgenin doğu ve orta dağlık alanlarından başlayarak Orta Amerika'nın Pasifik okyanusu kıyılarına kadar uzanmaktadır. Arkeolojik kanıtlar 10.000 yıllık bir süredir Meksika'da avokado seleksiyonu ve kullanımının olduğunu göstermiştir (**Knigh, 2002**). Puebla eyaletinde Tehuacán vadisindeki mağaralarda avokado bulunması uzun yıllardır bu meyve türünün buradaki varlığını göstermiştir. Avokadonun besin değerinin bilinmesi ile birlikte Amerikan kolonileri tarafından doğuya götürülmüş ve uygun yerlerde yetiştiriciliği yayılmıştır (**Knigh, 2002**). Avokado 16 yy. sonunda Filipinler yakınlarına, 1750 yılında Endonezya'ya, 1830 – 1840 yılları arasında Singapur'a, 1892 yılında Hindistan'a, 1825' de Hawaii ve 1910'lu yıllara doğru çevredeki adalara, Meksika'dan 1833'te Florida ve 1871'de Kaliforniya'ya, dağılmıştır (**Morton, 1987**).

Dünya üretimi 2021 yılında yaklaşık 8.685.672 ton dolaylarında olan avokado; Meksika, Dominik Cumhuriyeti, ABD, Şili, Endonezya, Brezilya, Peru, Kolombiya, Venezüella, Guatemala, Güney Afrika Cumhuriyeti, İspanya, Fransa, İsrail'de yaygın olarak yetiştirilmektedir. Dünya üretiminin yarısı Meksika, Şili, Endonezya, Dominik Cumhuriyeti, Kolombiya, Brezilya ve ABD tarafından karşılanmaktadır. Ülkemizde 2.728 ha alanda toplam 9.081 ton avokado üretilmektedir (**FAO, 2023**). En fazla üretim Antalya ve Mersin bölgesinde yapılmaktadır. Toplam üretimin 4930 tonu Antalya, 871 tonu Mersin, 80 tonu Muğla, 36 tonu Hatay ve 6 tonu Adana ilinden karşılanmaktadır. Antalya ilinde Alanya (2957 ton) ve Gazipaşa (1159 ton), Mersin ilinde ise Erdemli (543 ton) ilçesi önemli üretime sahiptir (**TÜİK, 2020**).

Avokado besin değeri oldukça yüksek olan bir meyve türüdür. A, B, D ve E vitaminleri ile K, P, Fe, Mg, S ve Cu elementlerince zengindir. Birçok hastalığa karşı korumaya yardımcı olan besin maddeleri, vitamin ve ikincil (sekonder) metaloitler içermesi nedeni ile "hayatın meyvesi" olarak da adlandırılır. Özellikle bebek ve çocukların beslenmesinde büyük önem taşır. Kandaki kolesterolün düşük olmasını sağlayan doymamış yağ oranı da çok yüksektir. Şeker bakımından fakir bir meyvedir. Avokado yemeklerde, salatalarda kullanılabilirdiği gibi tatlı, dondurma, pasta sanayisinde de değerlendirilmektedir. Brezilya'da avokado ürününün % 30'u işlenmekte, sabun yapımı ve kozmetik alanında kullanılmaktadır (**Morton, 1987**).

Avokado *Lauraceae* familyasına ait *Persea* cinsi içerisinde yer almaktadır. *Persea* cinsi *Eriodaphne* ve *Persea* olmak üzere iki alt cinse ayrılmaktadır. Avokado *Persea* alt cinsi içerisinde yer almaktadır. Avokado botanik olarak üç grup da sınıflandırılmakta ve dünyada ticari olarak yetiştiriciliği yapılan çeşitlerde bu gruplar içerisinde yer almaktadır. Bu gruplar; Antil (West Indian) grubu (*P. americana* Mill. var. *americana*), Meksika grubu (*P. americana* Mill. var. *drymifolia*) ve Guatemala grubu (*P. nubigena* var. *guatemalensis*)'dur (**Morton,1987; Scora ve ark., 2002**).

Semitropik iklim bitkisi olarak avokado, yetiştiriciliği ve toprak istekleri bakımından seçicidir. Derin, geçirgenliği iyi, kök bölgesi havadar olan toprakları tercih etmektedir. Bitkinin kök

yapısı kaba olması nedeniyle besin ve su alımı bakımından mikoriza mantarına bağımlılık göstermektedir. Arbusküler mikoriza mantarlarının (AMF), modern organik tarım uygulamaları ve toprak ıslahı konusunda en önemli toprak mikrobiyal gruplarından biri olduğu düşünülmektedir. Doğada gerçekleşen en yaygın bitki mikroorganizma simbiyotik ilişkisi mikoriza mantarları tarafından sağlanmaktadır (**Erzurumlu ve Kara, 2014**). Mikoriza (AMF), yeryüzeyinde bilinen bitki türlerinin yaklaşık 2/3'nün (%80) kök dokularında koloni olarak ortak bir yaşam formu oluşturur (**Trappe, 1987**). Mikoriza, konukçu bitkilerinden karbon (basit şekerler) alarak yaşam döngülerini tamamlamayan zorunlu biyotroflardır (**Smith ve Read, 2008**). Bitkiden aldığı karbon (şekerler) karşılığında, mikoriza konukçu bitki köklerini kolonize ederek konukçu bitkilerine topraktan almakta zorlandığı özellikle fosfor gibi hareketsiz besin elementlerine (ayrıca, Cu ve Zn) daha fazla ulaşımını sağlamaktadır. Ayrıca diğer besin elementi yanında su alımını da sağlamaktadır. Bununla birlikte tuzluluk, kuraklık, asitli topraklar, toksik elementler gibi stres ortamı koşulları altında bitkiyi koruma ve daha fazla patojen direnci gibi faydalarda sağlamaktadır (**Newshamet ve ark., 1995; Matsubara ve ark., 2002; Smith ve Read, 2008**). Bu nedenle, mikoriza bolluğunu ve/veya işlevselliğini artıran toprak değişiklikleri bitki konakçalarına yararlı olabilir ve toprak yapısına etki ederek toprak kalitesinde iyileşme sağlayabilir (**Rillig ve Mummey, 2006**). Çoğu bitki doğal olarak AMF (**Bonello, 2001**) ile herhangi bir taksonomik özgünlük göstermeyen ilişkilerde sunar. Bununla birlikte, moleküler teknikler son zamanlarda bitkilerin esas olarak bitki gelişimi üzerindeki farklı etkilerine dayalı olarak birkaç AMF türü tarafından kontrol edildiğini gösteren kanıtlara katkıda bulunmaktadır (**Lovera ve Cuenca, 2007**).

Avokado bitkisi kök yapısı genelde kaba saçak kök oluşumu zayıf ve taç izdüşümü dışına fazla büyüme göstermeyen yapıya sahiptir (**Salazar-Garcia, 2002**). Kök sistemi zayıf olan avokado gibi bitkilerin beslenmesini sağlamak için mikorizaya bağımlılık göstermektedirler (**Ortaş, 2018**). Bu nedenle, avokadolarda hem saçak kök gelişimini, hem de verimi ve kalite oluşumunu arttırmak için mikoriza oldukça önemlidir. **Wu ve ark., (2015)** mikorizal hişler ve kök tüyleri avokado bitkisinin ana besin absorpsiyonu yapan organlar olduğunu rapor etmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda avokado bitkisinin su ve bitki besin elementi alımını ve *Phytophthora* kök çürümesine karşı direnci arttırmak için AMF mantarları ile aşılmasının etkili olduğu belirtilmiştir (**Mataré ve Hattingh 1978**). Avokado (*Persea americana* Mill.), meyveleri için yetiştirilen mikorizaya bağımlı tropik bir ağaçtır (**González-Cortés ve ark. 2012; Carreón-Abud ve ark. 2015**). **Ginsburg ve Avizohar (1965)**, İsrail'den; **Hass ve Menge'de (1990)** Kaliforniya, ABD ve İsrail'de yetiştirildiği bahçelerden gelen avokado köklerinde AMF infeksiyonu gözlemlemiş, bu meyve ağacının toprak örneklerinde AMF sporları karakterize etmişlerdir. Meksika, Michoacan'daki avokado bahçelerinde de AM sporları varlığı, farklı türler izole edilmiş olduğu rapor edilmiştir (**Bárcenas ve ark. 2006**).

Tohumlarında açılım olması nedeniyle avokadolarda çeşit çoğaltımı aşılama yöntemi ile yapılmaktadır. Çoğaltımda tohum ve klonal anaç olmak üzere iki grup anaç kullanılmaktadır.

Genetik değişkenliğe rağmen, birçok ülkede tohum anaçları kullanılmaktadır. Bu nedenle çöğür anaçların gelişim kalitesi avokado çoğaltımında oldukça önemlidir.

Mikorizaya bağımlılık duyan turunçgil ve benzeri bitkilerde fidan kalitesini artırma ve fidanların seradan arazi koşullarına aktarılmasında doğaya adaptasyonunu teşvik etmede ve ölümlerin azaltılması gibi önemli faktörlere katkıda bulunduğu bilinmektedir. Ülkemiz tarımı için potansiyel olan bitkinin sağlıklı gelişimi ve yaygınlaştırılması için mikoriza ile olan simbiyosis ilişkisinin bilinmesi önem oluşturmaktadır. Her ne kadar avokadonun mikorizaya bağımlı olduğu biliniyor olsa da avokado yetiştiriciliğinde mikoriza türlerine karşı seçici ilgisi ve bitki gelişimine olan etkisi konusunda yeterli bilimsel çalışma bulunmamaktadır. Akdeniz yarı kurak iklim koşullarında avokado bitkisinin erken dönemde mikoriza ile enfeksiyonunun bitki gelişimine olan etkisinin araştırılması ileriye yönelik çalışmalar için önem oluşturmaktadır.

Aavokadolarda saçak kök gelişimini arttırmak için mikorizanın oldukça önemli olabileceği ileri sürülmektedir. Ancak, bu konuda mikoriza türlerinin etkinliği, mikorizaya bağımlılık oranı gibi konularda yeterli bilgi bulunmamaktadır. Bu nedenle, farklı mikoriza türlerinin avokado bitkisinin gelişimi ve besin elementi alımı üzerine etkilerinin çalışılması oldukça önemli bir konudur.

Son yıllarda avokado bitkisinin besin elementi ve vitamin içeriğinden dolayı toplum tarafından tüketimi yaygınlaşmaya başlamıştır. Türkiye tarımında gittikçe dikimi yaygınlaşan avokado bitkisinin fidanlarının mikorizalı olarak üretilmesi ve tarlaya şaşırtılması ekonomik yarar sağlayacaktır. Araştırmada da üç farklı mikoriza türünün avokado çöğürü gelişimi ve bitki besin elementi alımı yanında avokado bitkisinin mikorizaya bağımlılığının belirlenmesi amaçlanmıştır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Menge ve ark. (1980), Topa Topa avokado çöğürlerinin 2 farklı mikoriza aşılmasının bitki büyümesine etkisini araştırmışlardır. Mikorizalı çöğürlerin aşılama yapılmayan çöğürlere göre % 49-254 daha fazla büyüdüğünü belirtmişlerdir. Her iki mikorizal aşılama bitkinin N, P ve Cu alımını arttırmıştır. Mikoriza aşılması bütün bitkilerdeki P eksikliği semptomlarını gidermiştir.

Korkmaz ve ark. (2005), mısır ve sorgum bitkilerinde farklı bitki yetiştirme ortamları kullanarak kaliteli ve yüksek miktarda mikoriza üretiminin sağlanmasını amaçladıkları bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada *Glomus mosseae*, *G. etinacatum*, *G. clarium*, *G. caledonium*, *G. intradices*, *G. macrocarpium*, *G. fassiciculatum*, Kokteyl (1), Kokteyl (2), *G. deserticola* ve *G. versiforme* mikoriza türleri kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak ise Andezetik Tüf: Kompost (9:1 v/v), Kum: Toprak: Kompost (6:3:1 v/v), Kum: Andezetik Tüf: Toprak: Kompost (2:1:1:1 v/v) Andezetik Tüf: Toprak: Kompost (6:3:1 v/v) ve Andezetik Tüf: Bazaltik Tüf: Kompost (5:4:1 v/v) kullanılmışlardır. Bitkilerin tohum ekiminden itibaren 8. haftada hasat edildiği, üst aksam ve kök aksam kuru ağırlıkları, P ve Zn alımı, kök infeksiyonu ve spor üretiminin belirlendiği deneme sonucunda; *G. deserticola* ile aşılansmış mısır bitkilerinde yüksek oranda kuru madde üretimi gerçekleştiği belirlenmiştir. En fazla spor üretimi *G. caledonium* ile aşılansmış saksılarda tespit edilmiştir. Sorgum bitkisinde ise *G. caledonium* aşılansan bitkilerin yüksek oranda spor oluşturduğu belirlenmiştir.

Bárcenas ve ark. (2007), Meksika'nın Michoacan kentinde avokado bahçeleri topraklarında AMF çeşitliliğini ve bolluğunu belirlemeyi amaçlamışlardır. Ondört farklı meyve bahçesinin topraklarından rizosfer örnekleri alınmış; Bu numunelerden sporlar çıkarılmış ve tanımlanmıştır. Üç aileden ve iki takımdan beş cins karşılık gelen 22 tür belirlenmiştir. Bunlardan yedisinin daha önce avokado kültürü ile ilişkili olduğu bildirilmediği saptanmıştır. Türlerin dağılımı kurak sezonda *Glomus* (% 39.43), *Acaulospora* (% 26.23) ve *Scutellospora* (% 21) ve yağışlı sezonda ise *Glomus* (% 37.56), *Scutellospora* (% 29.16) ve *Acaulospora* (% 23.24) olarak farklılık gösterdiği bildirilmiştir.

Ertan ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada mikoriza uygulamalarının çilek bitkilerinin gelişmesi ve verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Mikoriza uygulanan bitkilerde yaprak ve kardeş bitki sayıları, yaş ve kuru kök-gövde ağırlıkları ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda mikoriza uygulamalarının çilekte topraksız koşullarda bitki gelişimi, meyve kalitesi ve özellikle erkenci verim bakımından olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Uçgun ve ark. (2009), MM 106 elma anacına 5 farklı mikoriza (*Glomus culusterfone*, *Glomus caledonium*, *Glomus mossea*, *Glomus deserticola*, *Glomus intraradices*) türünden en uygun olanı ve bu mikorizalara uygun ortamı belirlemek amacıyla çalışma yapmışlardır. Her yıl sezon ortasında (temmuz ayında) yapraklarda P ve Zn analizleri yapılmış ve sezon sonunda bitki boyu, bitki çapı, yaş ve kuru kök ağırlığı, mikorizal infeksiyon yüzdesi ölçülmüştür. Çalışma sonucunda

ilk yıldaki bitki boyu, bitki çapı ve infeksiyon yüzdesi hariç diğer ölçümlerde uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Alvarado ve ark. (2013), avokado anaçlarının gelişiminde iki arbusküler mikorizal mantar (AMF) etkisini değerlendirmek amacıyla çalışma yapmışlardır. Çalışmada Meksika ırkı avokado (*Persea americana Mill. var. drymifolia*) tohumları kullanılmıştır. *Glomus fasciculatum*, *G. constrictum*, *G. tortuosum*, *G. geosporum* ve *Acaulospora scrobiculata* içeren T1 uygulaması ve *G. mosseae* ve *G. Cubense* içeren T2 uygulamaları incelenmiştir. AMF ile aşılanan bitkilerde, bitki boyu (% 50 ve % 54), gövde çapı (% 35 ve % 36), yaprak sayısı (% 48 ve % 37) ve uzunluk (% 31 ve % 40) ve kök taze ağırlığı (% 85 ve % 59) bakımından mikoriza aşılı çöğürler kontrolden daha hızlı büyüme gösterdiği bildirilmiştir. T1 uygulamasında yapraklardaki klorofil konsantrasyonu kontrolden % 16.4 ve T2 de % 19 daha yüksek bulunmuştur. Mikoriza uygulamalarında yüksek fotosentez kapasitesi olduğunu göstermekte olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak, hem T1 hem de T2 mikoriza türleri, avokado bitkilerinde daha kaliteli çöğür gelişimini teşvik ettiği saptanmıştır.

Banuelos ve ark. (2013) çalışmalarında 6 farklı mikoriza türünü (*Rhizophagus fasciculatum*, *Gigaspora margarita*, *Claroideoglossum etunicatum*, *Pacispora scintillans*, *Rhizophagus intraradices*, *Acaulospora laevis*) steril ve steril olmayan ortamdaki avokado bitki gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Steril topraklarda daha yüksek büyüme ve mikoriza aşılması ile yükseklik, çap, taze ve kuru ağırlığın arttığı bildirilmiştir.

Carreón-Abud ve ark. (2015) çalışmalarında avokado çöğür gelişimi üzerine üç farklı mikoriza türünü (*Acaulospora laevis*, *Cetraspora pellucida* and *Pacispora scintillans*) kullanmışlar ve tavuk gübresi ile interaksyonunu incelemişlerdir. Ekimden 7 ay sonra yaprak alanı, bitki ağırlığı ve kök mikorizal kolonizasyonu ölçülmüştür. En iyi sonuçlar *Cetraspora pellucida* ve yerli doğal mikorizal topluluğundan elde edilmiştir. Yüksek tavuk gübrelemesinin bitki büyümesi ve sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri, fidanlık yönetimi için önemli etkilere sahip olduğu bildirilmiştir.

Kaliteli avokado bitkileri üretmek amacıyla doğal mikorizaların avokado fidan büyümesi üzerine etkilerini incelemişlerdir (**Viera ve ark. 2017**). Kök ve toprak örneklemeleri 14 farklı avokado üretim bahçesinde yapılmıştır. En fazla sayıda spor ve en yüksek mikorizal kolonizasyon yüzdesini gösteren topraklar Tumbabiro ve San José de Minas bölgesinde elde edilmiştir. Kontrol bitkilerine göre uygulama yapılmış bitkilerde fosfor ve kuru madde içeriğinde sırasıyla % 84 ve %100 artış gözlenmiştir. Sonuç olarak doğal mikorizaların avokado fidan gelişimini arttırmak için kullanılabileceği bildirilmiştir.

Farklı konsantrasyonlarda fosforlu gübrelemenin mikoriza içeren ve içermeyen avokado bitkileri üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir (**Bañuelos ve ark. (2017)**). 160 mg P₂O₅ kg⁻¹ doz uygulamasından 150 gün sonra bitkilerin öldüğü tespit edilmiş, aşılınmış fidanlarda 20 mg P₂O₅ kg⁻¹ uygulamasının kontrol uygulamasına göre büyüme parametrelerinde önemli artışlar saptanmıştır. Mikoriza uygulaması, bitkilerin gelişimi üzerinde kontrol bitkilerine göre olumlu ve önemli etkiler sağlamıştır.

Shu ve ark. (2017), çeşidin anaç rizosfer toprağındaki mikoriza mantar türleri üzerindeki etkileri ve mikorizal kökün emilimi incelenmiştir. 'Kampong' avokado anacı üzerine aşılı beş çeşit ve kampong çöğürlerinde mikoriza mantarların bileşimi, toprak değerlendirmesi, spor yoğunluğu, hif uzunluk ve yoğunluğu, rizosfer toprağındaki glomalin (toprak proteini (GRSP)) ile ilişkili içeriğı, kök tüy morfolojisi ve mikoriza kolonizasyon oranı ölçülmüştür. Araştırma sonuçları, avokado çöğürlerinde başlıca mikoriza mantar türlerinin beş çeşit ile aşılanmış ağaçlardaki ile neredeyse aynı olduğunu göstermişlerdir.

Balderas-Alba ve ark. (2019), çalışmalarında, fidancılık yönetim uygulamalarının mikoriza kolonizasyonunu azalttığını göstermektedir. Ancak, mikoriza mantarları, tarım kimyasallarının kullanımını azaltabildiğini, toprak sağlığını, bitki performansını ve tarım ekosistemlerinde kaliteyi geliştirebildiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle, avokado da yönetim uygulamalarının ve mikorizal simbiyozun etkileşimleri hakkında daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu bildirmişlerdir.

Sotomayor ve ark., (2019), çalışmalarında fidanlıkta çöğür gelişiminin avokado bitkilerinin üretiminde kritik bir aşama olduğunu ve faydalı mikroorganizma uygulanmasının, bitki beslenmesini ve anaçların büyümesini iyileştirmek için kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmalarında, *Trichoderma harzianum* veya *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum*'un etkilerini avokado çöğürleri üzerinde incelemişler. *T. harzianum* uygulaması köklerde Mg^{2+} emilimini önemli ölçüde artırmış; toprak üstü kısmında (yapraklar ve gövde) ise N^{5+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} ve Cu^{2+} absorpsiyonunu arttırmıştır. *G. iranicum* var. *tenuihypharum*, kökte Ca^{2+} ve Fe^{3+} emilimini önemli ölçüde arttırmıştır. Bununla birlikte, kökte P^{5+} miktarında bir artışa doğru pozitif bir eğilim gözlemlenmiş; yaprak ve gövde kısmında ise bu eğilim N^{3-} ve Ca^{2+} emilimi için gözlemlendiğini bildirmiştir. Sonuç olarak, uygulanan mikroorganizmalar, avokado çöğürlerinde birçok makro ve mikro besin maddesinin emiliminde artış sağladığını saptamışlardır.

Güler ve ark., (2021), arbüsküler mikoriza türlerinin, aşılama da kullanılacak guava çöğürlerinin büyüme ve gelişmesine olan etkilerini incelemişlerdir. *Glomus mosseae*, *Glomus etinicum* ve *Glomus clarium* mikoriza türlerinin aşılандığı pembe et rengine sahip guava genotipine ait çöğürlerde aşılama da 12 hafta sonra bitki gelişim parametreleri ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda mikoriza türlerinin guava bitkisinin büyüme ve gelişmesi üzerine etkileri farklı bulunmuştur. İncelenen parametreler açısından en yüksek değerlere sahip olan guava bitkileri *G. etinicum* mikoriza türünde elde edilmiş ve bunu sırasıyla *G. mosseae* ve *G. Clarium* mikoriza türleri izlemiştir.



3. MATERYAL VE METOD

Çalışma 2021 yılında Mersin-Erdemli ilçesine bağlı Tömük mahallesinde yürütülmüştür. Deneme sonlandırıldıktan sonra yapılan ölçüm ve analizler Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü ve Toprak ve Bitki Besleme Bölümü Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.1. Materyal

Çalışmada, Avokado (*Persea americana* var. *drymifolia*) (Meksika ırkı) tohumları deneme materyali olarak kullanılmıştır.

Deneme Mersin-Erdemli ilçesine bağlı Tömük mahallesinde yetiştiricilik yapan bir üretici serasının gölgelik alanında tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur.

Avokado tohumlarından elde edilmiş bitkiler steril edilmiş (Şekil 3.1.) ve *Glomus caledonium*, *Glomus intradices* ve Doğal (mix) mikoriza aşılansmış toprağa dikilmiştir.

Çalışmada her ay bitkisel ölçümler yapılmış ve deneme 6 ay sonunda sonlandırılmıştır. Deneme sonlandırıldıktan sonra yapılan analizler Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü ve Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Steril edilmiş toprak

3.1.1. Çalışmada Kullanılan Bitki Materyali

Çalışmada Avokado (*Persea americana* var. *drymifolia*) (Meksika ırkı) tohumları deneme materyali olarak kullanılmıştır. 2021 Mart ayında Tohumların 1/3'lük oranı kesildikten sonra toprağa temas edecek şekilde 100 avokado tohumunun ekimi yapılmıştır. 23-25°C sıcaklık ortamında

bulunan tohumlarda bir ay içerisinde çimlenme gerçekleşmiştir. Çimlenen ve büyüyen çöğürler 2021 Haziran ayında mikorizalı ortama şaşırtılarak deneme başlatılmıştır.

3.1.2. Çalışmada Kullanılan Mikoriza Türleri

Denemede *Glomus caledonium* ve *glomus intradices* türü ile doğal (mix mikoriza) mikoriza kullanılmıştır. *Glomus sp.* mikoriza türlerinin son yıllarda avokado üreticisi ülkelerde yapılan çalışmalarda avokado çöğür gelişiminde etkili tür olabileceği bildirilmiştir.

3.2. Metod

3.2.1. Deneme Deseni

Deneme 'Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre kurulmuş ve her bitki bir tekerrür kabul edilerek 15 yinelemeli olarak yürütülmüştür. Deneme sonunda her mikoriza uygulaması ve kontrol grubundan 5 tekerrür bitki besin elementi analizi için kullanılmıştır.

3.2.2. Avokado Tohumlarının Çimlendirilmesi

Çalışmada bitki materyali olarak kullanılan Avokado (*Persea americana var. drymifolia*) tohumları, steril edilerek 1:1 toprak-torf ekim ortamında 8 hafta süresince kontrollü sera koşullarında çimlendirilmiştir (Şekil 3.2). Üç yaprak düzeyine gelen çöğürler, yetiştirme ortamının bulunduğu saksılara uygun olarak şaşırtılmıştır.



Şekil 3. 2. Çimlenen avokado çöğürü

3.2.3. Mikoriza Aşılması

Avokado tohumları çimlenip 3 yapraklı duruma geldikten sonra steril yetiştirme ortamına aktarılmadan önce kök bölgesinin altına 1000 spor/bitki yoğunluğunda olacak şekilde mikoriza aşılması yapılmıştır. Mikoriza sporları ile aşıl原因an çöğürler daha sonra gelişme ortamlarına

şıştırılmıştır. Mikorizasız kontrol bitkilerde de mikoriza içermeyen aynı yetiştirme ortamının steril edilmiş ortamları kullanılmıştır. Saksılar günlük olarak tarla kapasitesinin %80 oranında, su ile sulanarak toprak nem dengesi sağlanmıştır.

3.2.4. Deneme Kapsamında İncelenen Özellikler

3.2.4.1. Sürgün Boyu Ölçümleri (cm)

Denemede yer alan bitkilerin sürgün boyu uzunlukları deneme başlangıcında (Haziran 2021) ve daha sonra ayda bir olmak üzere deneme sonuna kadar toplam 5 ay cetvelle cm cinsinden ölçülmüştür.

3.2.4.2. Gövde Çapı Ölçümleri (mm)

Denemede yer alan bitkilerin sürgün çapları deneme başlangıcında (Haziran 2021) ve daha sonra ayda bir olmak üzere deneme sonuna kadar toplam 5 ay kök boğazının 5 cm üzerinden dijital kumpas ile mm cinsinden ölçülmüştür (Şekil 3.3).



Şekil 3. 3. Avokado çöğürlerinin gövde çapı ölçümü

3.2.4.3. Yaprak Sayısı (adet/bitki)

Denemede yer alan bitkilerde yaprak sayısı deneme başlangıcında (Haziran 2021) ve deneme sonunda (Kasım 2021) olmak üzere 2 dönem sayılmıştır. Deneme süresince oluşan yaprak sayısı hesaplanmıştır.

3.2.4.4. Toplam Yaş Bitki Ağırlığı (g)

2021 Kasım ayında deneme sonlandırılmış ve bitkiler sökülüp hassas terazide yaş ağırlıkları alınmıştır.

3.2.4.5. Toplam Kuru Bitki Ağırlığı (g)

Deneme sonunda yaş ağırlıkları alınıp kese kağıdına alınan bitkiler, 65°C etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak hassas terazide kuru ağırlıkları alınmıştır.

3.2.4.6. Bitki Kök Örneklerinin Alınması

Bitki kökleri hasat sonrası topraktan ayırt edildikten sonra, önce bol çeşme suyu ile sonra da saf suyla yıkanmış ve mikoriza ile infeksiyonunu teşhis etmek için bitki köklerinin canlılığının korunması amacıyla taze yıkanmış bitki kökleri Etanol, Glisial Asetik Asit ve Formalinden oluşan karışık çözeltide (Şekil 3.4) korumaya alınmıştır (Ortaş, 1994).



Şekil 3. 4. Avokado kök örneklerinin alınması

3.2.4.7. Mikoriza Kök İnfeksiyonunun Belirlenmesi (%)

Deneme sonunda alınan bitki köklerinin temizleme ve boyama işlemi Koske ve Gemma (1989)' a göre yapılmıştır. Köklerdeki mikoriza infeksiyonunun belirlenmesi ise Gioanetti ve Mosse, (1980) yöntemine göre yapılmıştır.

3.2.4.8. Mikoriza Bağımlılığı (%)

Denemenin sonunda sonra, çöğürlerin toplam kuru ağırlığı alınmış ve mikorizal bağımlılık, mikorizalı bitkinin kuru ağırlığı ile mikorizalı olmayan bitkinin kuru ağırlığı arasındaki farkın, mikorizalı bitkinin kuru ağırlığının bir yüzdesi olarak ifade edilmesiyle belirlenmiştir (Plenchette ve ark, 1983).

$$\text{Mikoriza Bağımlılığı (MD)} = \frac{\text{Mikorizalı bitki kuru ağırlığı} - \text{Mikorizasız bitki kuru ağırlığı}}{\text{Mikorizalı bitki kuru ağırlığı}} \times 100$$

3.2.5. Fizyolojik Ölçümler

3.2.5.1. Yaprak Klorofil Miktarının Belirlenmesi

Deneme sonunda yaprak klorofili miktarı ($\mu\text{mol m}^{-2}$) SPAD-502 metre (Minolta, Osaka, Japonya) ile belirlenmiştir. Büyüme ucundan itibaren 3 ya da 4. tam gelişmiş genç yapraklarda SPAD okumaları yapılmıştır.

3.2.5.2. Fotosistem II (PSII) ölçümleri

Deneme sonunda Quantum verimi ($QY = F_m'/F_v'$), Fluorpen™ (Qubit Systems Ltd, Canada) ile belirlenmiştir. Her tekerrürde büyüme ucundan itibaren 3 ya da 4. gelişmesini tamamlamış genç yapraklarda okuma yapılmıştır (Harding ve ark., 2009).

3.2.6. Bitki Besin Elementi Analizleri

3.2.6.1. Yaprak Örneklerinin Alınması

Çalışmada kullanılan yaprak örnekleri deneme sonunda alınmış ve toplanan yaprak örnekleri saf su ile yıkanmıştır. Yıkanan yapraklar 65-70 °C' de 48 saat sabit ağırlığa kadar kurutulmuş ve öğütülmüş analize hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3. 5. Öğütülmüş yaprak örnekleri

3.2.6.2. Azot Analizleri

Yaprak örneklerinde azot bir yaş yakma yöntemi olan ve Less (1951) tarafından önerilen "Kjeldahl" yöntemi ile belirlenmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3. 6. Yakma ünitesinde örnekler

3.2.6.3. Makro ve Mikro Element Analizleri

Kurutulan ve öğütülen yaprak örneklerinden 200 mg alınarak 8 saat süreyle 550 °C’ de kül fırınında yakılmıştır (Şekil 3.7). Yakma işleminden sonra meydana gelen kül 1/3 lük HCl ‘de çözündürülmüş ve mavi bantta süzdürülüp Varian marka Atomik Absorbsiyon Spektrometre cihazında K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu konsantrasyon değerleri belirlenmiştir (**Chapman ve Pratt, 1961**). Yaprak örneklerinde fosfor içeriği **Barton (1948)**, tarafından önerilen yöntem ile belirlenmiştir.



Şekil 3. 7. Kül fırınında yakmak için hazırlanmış yaprak örnekleri

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Denemeden elde edilen veriler SAS (v9.00) paket programında ‘Tesadüf Parselleri Deneme Deseni’ne göre varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar LSD testi ile karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bitkisel Özellikler

4.1.1. Sürgün Boyu (cm)

Avokado çöğürlerinin sürgün boyu gelişimine ait değerler Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Mikoriza uygulamaları ile kontrol avokado bitkileri Şekil 4.1’de verilmektedir. Mikoriza uygulanmış avokado çöğürlerindeki ve kontrol bitkilerindeki aylık ölçümlere ait grafikler Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, ve Şekil 4.5’ de verilmektedir. Sürgün uzunluklarında yapılan son ölçümlere göre mikoriza aşılansmış avokado çöğür grupları ile mikoriza aşılansmamış olan kontrol grubu arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Elde edilen sonuçlarda en yüksek sürgün boyu gelişimi gösteren *Glomus caledonium* aşılansmış olan avokado grubu iken; en düşük sürgün boyu gelişimi gösteren mikoriza aşılansmamış kontrol grubu olarak belirlenmiştir.



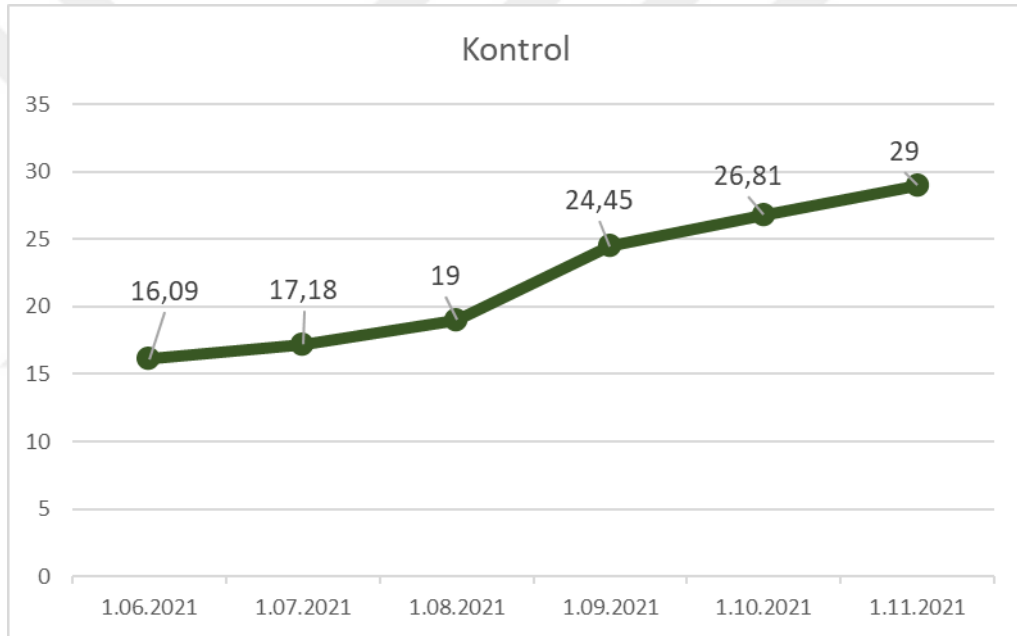
Şekil 4.1. Mikoriza uygulamaları ile kontrol arasındaki sürgün boyu farkı

Çizelge 4.1. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerindeki sürgün boyu gelişimine etkisi

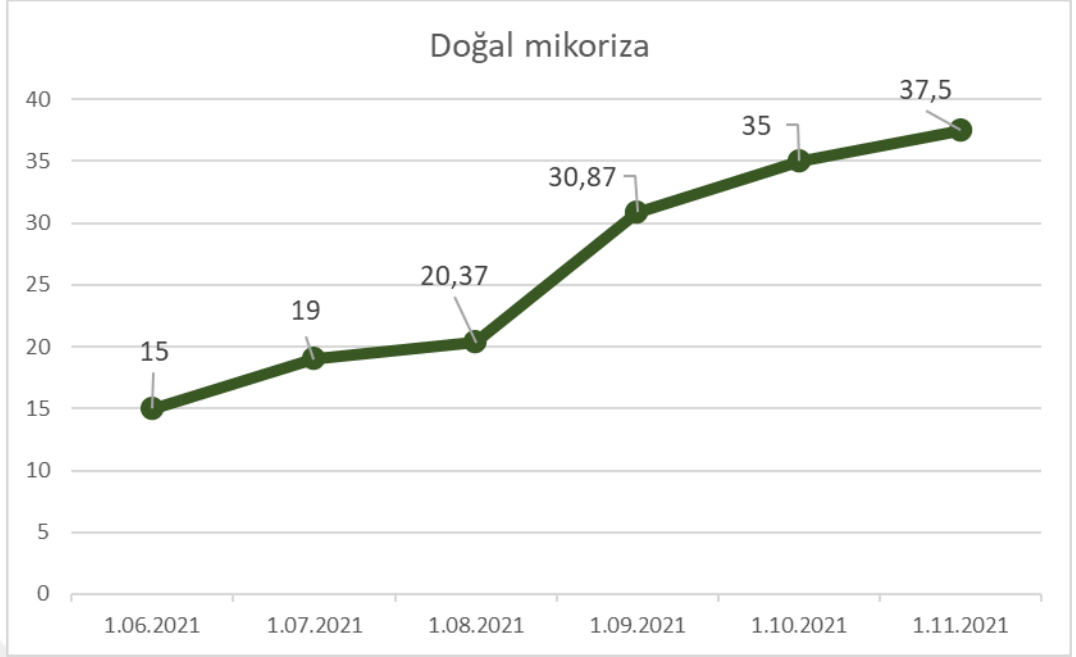
Uygulama	Sürgün Boyu (D. Başlangıç)	Sürgün Boyu (D.Sonu)
Kontrol	16.09	29.00 b ⁽¹⁾
Doğal (mix) Mikoriza	15.00	37.50 ab
<i>Glomus caledonium</i>	16.88	47.14 a
<i>Glomus intradices</i>	18.28	42.88 a
Prob > F	0.1222*	0.0053*
LSD^{0.005}	ÖD	10.181

(1): ortalamalar arasındaki farklılıklar ayrı harflerle gösterilmiştir

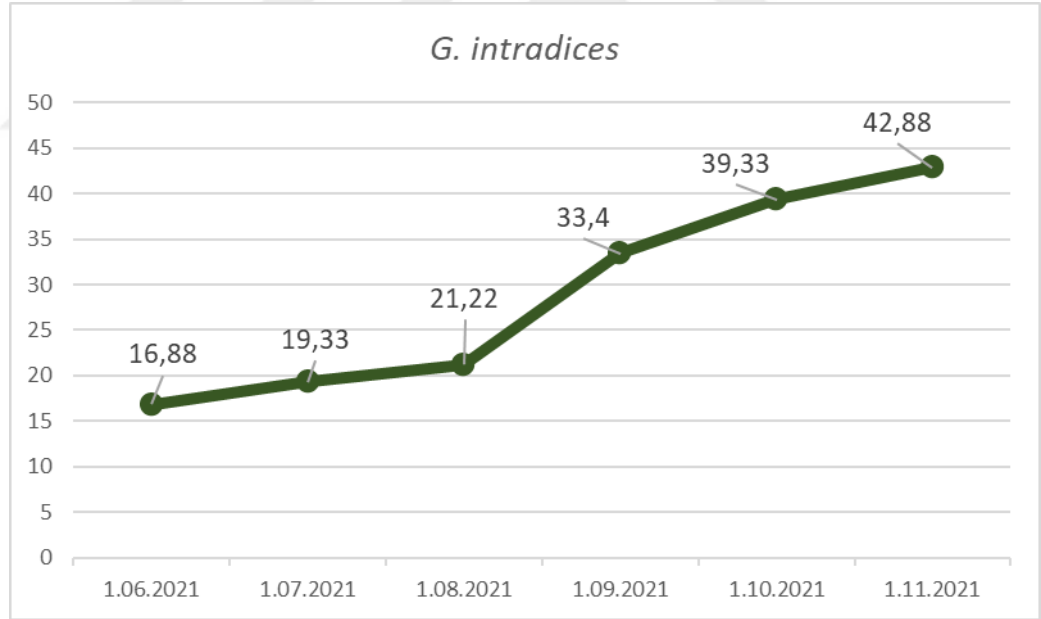
*, $\alpha=0.05$ 'e göre önemli; ÖD: Önemli değil



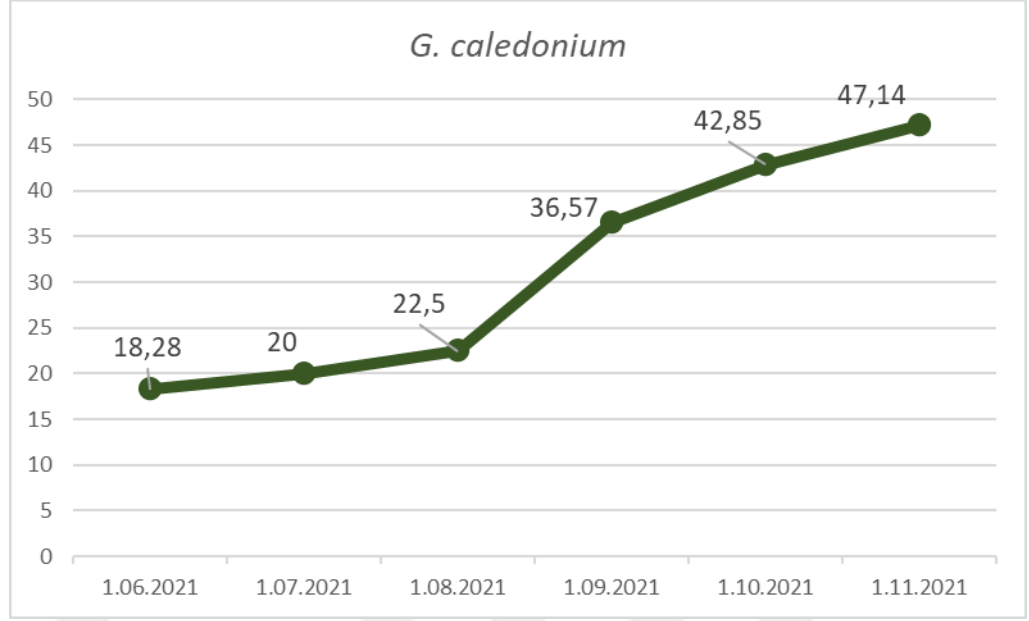
Şekil 4.2. Mikoriza aşlanmamış kontrol grubu bitkileri sürgün boyu ölçümleri



Şekil 4.3. Doğal (mix) mikoriza aşılanmış çöğür grubu bitkileri sürgün boyu ölçümleri



Şekil 4.4. *Glomus intradices* aşılanmış çöğür grubu bitkileri sürgün boyu ölçümleri



Şekil 4.5. *Glomus caledonium* aşılansmış çöğür grubu bitkileri sürgün boyu ölçümleri

Benzer şekilde Yıldız ve ark. (2009) tarafından yürütülen araştırmada *Glomus caledonium* mikoriza sporları aşılansan patlıcan bitkisinin gelişim parametrelerinin kontrole göre arttığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlar ile çalışmamızdan elde edilen bulgularla uyumlu olduğu görülmektedir. Watanarajanapom ve ark. (2011) Tayland'da turuncgil bahçelerinde 13 farklı mikoriza sporunun aşılansması ile ilgili yapılan çalışmada *Glomus etinacatum* mikoriza sporunun turuncgil bitkisinin büyümesi üzerinde önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar ve çalışmamızda elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında mikoriza aşılansmasının tek yıllık bitkilerde de çok yıllık meyve ağaçlarında da bitki gelişimi üzerine etkisi olduğu saptanmıştır.

4.1.2. Sürgün Boylarının Oransal Büyüme Yüzdesi (%)

Mikoriza aşılansmasının avokado çöğürlerinin sürgü boyları oransal büyüme yüzdesine etkisi Çizelge 4.2'de verilmektedir. Çalışma sonucunda sürgün boyu oransal büyüme yüzdesi en yüksek olan *Glomus caledonium* mikoriza aşılansması yapılan avokado çöğürleri olmuştur. Sürgün boylarının oransal büyüme yüzdesi en düşük mikoriza aşılansmamış kontrol bitkilerinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Mikoriza uygulamalarının sürgün boyları oransal büyüme yüzdesine etkisi

Uygulama	Sürgün Boylarının Oransal Büyüme Yüzdesi (%)
Kontrol	81.23
Doğal (mix) Mikoriza	150.00
<i>Glomus caledonium</i>	157.87
<i>Glomus intradices</i>	154.02

4.1.3. Gövde Çapı (mm)

Farklı mikoriza ile aşılanmış avokado çöğürlerinin gövde çapı gelişimleri Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Gövde çapı gelişimi bakımından mikoriza ile aşılanmış avokado çöğürlerinin kontrole göre daha iyi gelişim gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan ölçümlerde gövde çapı gelişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek gövde çapı gelişimi gösteren bitkiler 8.11 mm olarak *Glomus caledonium* aşılanmış olan bitkilerde ölçülmüştür. Doğal (mix) mikoriza ile aşılanmış bitkilerin gövde çapı gelişimi de kontrol grubuna göre oldukça yüksek olarak belirlenmiştir. En düşük gövde çapı gelişimi gösteren bitkiler ise 5.82 mm olarak kontrol grubunda saptanmıştır.

Çizelge 4.3. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerindeki gövde çapı ölçümlerine etkisi

Uygulama	Gövde Çapı (D.Başlangıç)	Gövde Çapı (D. Sonu)
Kontrol	3.19	5.82 c ⁽¹⁾
Doğal (mix) Mikoriza	3.22	7.79 ab
<i>Glomus caledonium</i>	3.64	8.11 a
<i>Glomus intradices</i>	3.20	6.20 bc
Prob > F	0.3335	0.0209*
LSD^{0.005}	ÖD	1.720

(1): ortalamalar arasındaki farklılıklar ayrı harflerle gösterilmiştir

*, $\alpha=0.05$ 'e göre önemli; ÖD: Önemli değil

4.1.4. Yaprak Sayısı (adet/bitki)

Mikoriza ile aşılanmış avokado çöğürlerinin yaprak sayısı Çizelge 4.4'de sunulmuştur. Çalışmada yaprak sayıları bakımından bitkiler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sonuçlara göre en yüksek yaprak sayısı Doğal (Mix) Mikoriza ile aşılanmış olan bitkilerde iken; en düşük yaprak sayısı kontrol grubunda saptanmıştır.

Çizelge 4.4. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinin yaprak sayısına etkisi

Uygulama	Yaprak Sayısı (D.Başlangıç)	Yaprak Sayısı (D.Sonu)
Kontrol	10.00	20.93 c ⁽¹⁾
Doğal (mix) Mikoriza	9.73	33.73 a
<i>Glomus caledonium</i>	10.20	31.20 ab
<i>Glomus intradices</i>	9.80	24.20 bc
Prob > F	0.9264	0.0220*
LSD^{0.005}	ÖD	9.064

(1): ortalamalar arasındaki farklılıklar ayrı harflerle gösterilmiştir

*, $\alpha=0.05$ 'e göre önemli; ÖD: Önemli değil

4.1.5. Bitki Taze Ağırlığı (g)

Mikoriza uygulanan avokado bitkilerinin bitki taze ağırlıkları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Yapılan çalışmada bitki ağırlığı bakımından gerek mikoriza ve gerekse kontrol grubu arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Mikoriza uygulamaları incelendiğinde en yüksek bitki taze ağırlığı *Glomus caledonium* (119.75 g) mikoriza ile aşılınmış bitkilerde en düşük ise mikoriza aşılınmamış kontrol (37.32 g) çöğürlerinde olduğu saptanmıştır. Mikoriza uygulamaları arasında en düşük ağırlık artışına sahip olan bitkiler ise *Glomus intradices* grubu (27.50 g) çöğürlerinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Mikoriza uygulamalarının avokado bitki taze ağırlıklarına etkisi (g)

Uygulama	Taze Ağırlık (D. Başlangıç)	Taze Ağırlık (D. Sonu)	Taze Ağırlık (Gövde)	Taze Ağırlık (Kök)
Kontrol	18.00	37.32 b ⁽¹⁾	18.00 b	19.33 b
Doğal (mix) Mikoriza	17.50	56.00 b	33.00 b	23.00 b
<i>Glomus coledenium</i>	21.00	119.75 a	69.50 a	50.25 a
<i>Glomus intradices</i>	16.50	44.00 b	22.50 b	21.50 b
Prob> F	0.5987	<.0001*	0.0004*	<.0001*
LSD^{0.005}	ÖD	19.956	19.727	10.276

(1): ortalamalar arasındaki farklılıklar ayrı harflerle gösterilmiştir

*, $\alpha=0.05$ 'e göre önemli; ÖD: Önemli değil

4.1.6. Bitki Kuru Ağırlığı

Avokado çöğürlerinde mikoriza uygulamalarının bitki kuru ağırlıkları Çizelge 4.6'te verilmiştir. Sonuçlara göre bitki kuru ağırlığı bakımından gerek kontrol ve gerekse mikoriza uygulanan bitkiler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Mikoriza uygulamalarının avokado bitkilerinin toplam kuru ağırlığına etkisi incelendiğinde en düşük bitki kuru ağırlığı mikoriza uygulanmayan kontrol (8.32 g) avokado bitki grubu olarak belirlenmiştir. Bu bitkileri *Glomus intradices* (10.88 g) uygulanmış avokado bitki grubu izlemiştir.

Bitki kuru ağırlığı en yüksek değere sahip olan avokado bitkilerinin *Glomus caledonium* (34.12 g) mikoriza ile aşılanmış bitkiler olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Farklı mikoriza uygulamalarının avokado bitki kuru ağırlıklarına etkileri

Uygulama	Kuru Ağırlık	Kuru Ağırlık (Gövde)	Kuru Ağırlık (Kök)
Kontrol	8.32 b ⁽¹⁾	6.12 b	2.20 c
Doğal (mix) Mikoriza	15.97 b	12.36 b	3.60 b
<i>Glomus caledonium</i>	34.12 a	25.56 a	8.56 a
<i>Glomus intradices</i>	10.88 b	7.89 b	2.99 bc
Prob > F	0.0003*	0.0021*	<.0001*
LSD^{0.005}	9.439	9.023	0.808

(1): ortalamalar arasındaki farklılıklar ayrı harflerle gösterilmiştir

*, $\alpha=0.05$ 'e göre önemli; ÖD: Önemli değil

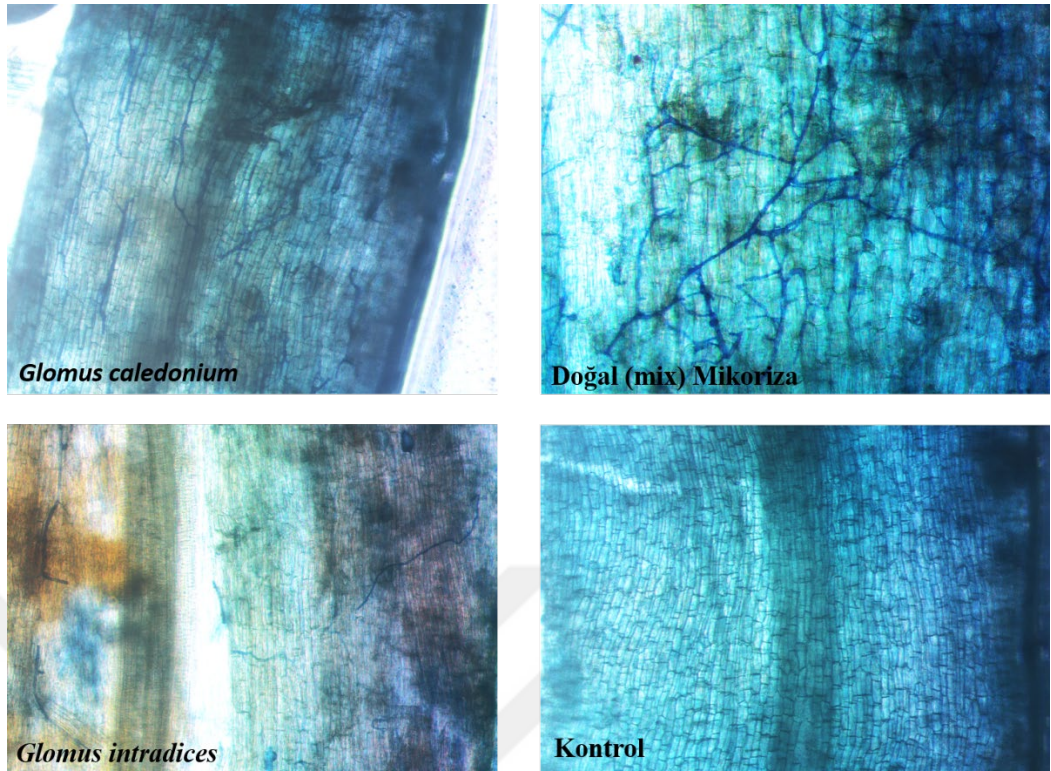
Mustafa ve ark. (2010), erken hasat edilen mısır bitkilerinde mikoriza aşılmasının bitki kök ve sürgün kuru ağırlıkları üzerine önemli bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Mevcut araştırmada çöğürlerin yaş ve kuru ağırlıkları incelendiğinde *Glomus intradices* ile aşılanan bitkilerin kontrole göre daha düşük biyomas ürettiği ve söz konusu mikoriza türünün etkinliğinin düşük olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan doğal mikorizanın ise bitki gelişimine olumlu yönde etki ettiği görülmektedir.

4.1.7. Mikoriza İnfeksiyon Oranı (%)

Mikoriza aşılanan avokado bitkilerinin mikoriza infeksiyon oranı Çizelge 4.7.' da verilmiştir. İnfeksiyon oranı bakımından incelendiğinde %100 bulaşık olan ve avokado ile uyumlu çalışan mikoriza türünün *Glomus coledonium* olduğu belirlenmiştir. Bu mikorizayı %83.33 ile *Glomus intradices* ve %76.67 ile Doğal (mix) mikoriza izlemiştir (Şekil 4.6). Şekil 4.6'daki görüntüler, *Glomus caledonium* ve doğal mikoriza ile yapılan aşılama sonucu bitki köklerinde yaygın hif varlığı tespit edilmiş, ancak *Glomus intradices* ile aşılanan çöğür köklerinde ise daha az hif varlığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Mikorizaların avokado bitkilerinde infeksiyon oranı (%)

Mikoriza	İnfeksiyon Oranı
Kontrol	0
Doğal (mix) Mikoriza	76.67
<i>Glomus caledonium</i>	100.0
<i>Glomus intradices</i>	83.33



Şekil 4.6. Köklerde mikoriza spor oluşumlarından görünüm

Uçgun ve ark (2005), sorgum bitkisinde en fazla spor oluşturan mikoriza türünü *Glomus caledonium* mikoriza olarak belirlemişlerdir. Bu çalışma sonucu ile çalışmamızdaki elde edilen bulguların uyumlu olduğu görülmektedir.

4.1.8. Mikorizal Bağlılık (%)

Farklı mikoriza türleri ile avokado bitkisi arasındaki mikorizal bağlılık Çizelge 4.8’de verilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre *Glomus caledonium* ile avokado bitkisi arasındaki bağlılık en yüksek olarak belirlenmiştir. *Glomus caledonium* mikoriza türünden sonra avokado ile mikorizal bağlılık yüzdesi yüksek olan Doğal (mix) mikoriza olmuştur. Çalışmamızda kullanılan mikorizalar arasında en düşük değere sahip olan *Glomus intradices* mikoriza türü olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.8. Avokado bitkilerinin mikorizal bağlılığı

Uygulama	Mikorizal Bağlılık (%)
Kontrol	-
Doğal (mix) Mikoriza	47.90
<i>Glomus caledonium</i>	75.61
<i>Glomus intradices</i>	23.52

4.2. Fizyolojik Özellikler

4.2.1. Yaprak Klorofil Miktarının (SPAD)

Avokado çöğürlerinin gelişimine mikoriza aşılmasının etkisinin incelendiği bu çalışmada yapılan SPAD ölçümleri Çizelge 4.9’de sunulmuştur. Yaprak klorofil miktarı bakımından bitkiler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna göre deneme başlangıcında en yüksek SPAD değeri *Glomus intradices* türünün aşılacağı bitkilerde saptanmıştır (23.76). Deneme sonunda yapılan ölçümler 33.24 ile 45.53 arasında değişmiş olup en yüksek değer *Glomus caledonium* türününü aşılacağı bitkilerde ölçülmüştür.

Çizelge 4.9. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinin yaprak SPAD değerlerine etkisi

Uygulama	SPAD (D.Başlangıç)	SPAD (D.Sonu)
Kontrol	22.95 ab ⁽¹⁾	33.25 c
Doğal (mix) Mikoriza	23.08 ab	40.49 ab
<i>Glomus caledonium</i>	22.16 b	45.53 a
<i>Glomus intradices</i>	23.76 a	35.09 bc
Prob > F	0.0348*	0.0003*
LSD^{0.005}	1.060	5.836

(1): ortalamalar arasındaki farklılıklar ayrı harflerle gösterilmiştir

*, $\alpha=0.05$ 'e göre önemli

4.2.2. Yaprak Klorofil Işıma Verimlilikleri (PSII)

Farklı mikoriza uygulamalarının avokado çöğür gelişimine etkilerinin incelendiği bu çalışmada klorofil ışımaya verimi deneme başlangıcı ve deneme sonunda olmak üzere 2 dönem ölçülmüştür. Fotosentez II klorofil ışımaya verimi etkinliği bakımından bitkiler arasındaki fark Çizelge 4.10’da verilmiştir ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, denemede mikoriza uygulaması yapılan bitkilerden *Glomus caledonium* ve Doğal (mix) mikorizada yüksek değerler ölçülmüştür. En düşük değer ise kontrol uygulamasında saptanmıştır. Deneme sonunda ise *Glomus caledonium* aşılması yapılan bitkiler en yüksek PS II değerini vermiş olup, en düşük değerler *Glomus intradices* ve kontrol gruplarından elde edilmiştir.

Çizelge 4.10. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinin PS II değerlerine etkisi

Uygulama	PSII (D.Başlangıç)	PSII (D.Sonu)
Kontrol	0.3500 b ⁽¹⁾	0.5390 b
Doğal (mix) Mikoriza	0.4520 a	0.6670 a
<i>Glomus caledonium</i>	0.4480 a	0.7072 a
<i>Glomus intradices</i>	0.4460 a	0.5389 b
Prob > F	<.0001*	0.0004*
LSD^{0.005}	0.029	0.093

(1): ortalamalar arasındaki farklılıklar ayrı harflerle gösterilmiştir
*, $\alpha=0.05$ 'e göre önemli

4.3. Bitki Besin Elementi Analizleri

4.3.1. Azot (%)

Avokado çöğürlerine aşılana farklı mikorizaların yaprak azot içeriğine etkisi Çizelge 4.11.' da verilmiştir. Avokadoların optimum azot içeriği %1.6- 2.8'dir . Çalışmamızda elde edilen sonuçlar optimum aralıktadır.

Çizelge 4.11. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak N (%) düzeyine etkileri

Uygulama	N(%)
Kontrol	2.64 ab ⁽¹⁾
Doğal (mix) Mikoriza	2.83 a
<i>Glomus caledonium</i>	2.62 ab
<i>Glomus intradices</i>	2.48 b
Prob>F	0.0444*
LSD ^(0.05)	0.2366

(1): ortalamalar arasındaki farklılıklar ayrı harflerle gösterilmiştir
*, $\alpha=0.05$ 'e göre önemli.

N içerikleri incelendiğinde yaprak azot içeriği en düşük *Glomus intradices* mikoriza ile aşılana avokado bitkilerinde belirlenmiştir. Doğal (mix) mikoriza ile aşılana avokado çöğürlerinin yaprak azot içeriği ise en yüksek olarak bulunmuştur.

4.3.2. Fosfor (%)

Farklı mikorizaların avokado bitkisinde yaprak fosfor içeriğine etkisi Çizelge 4.12.' de verilmiştir. Avokado bitkilerinde optimum fosfor miktarı % 0.14 - 0.25'dir. Mikorizaların avokado çöğürlerinin etkilerini incelediğimiz bu çalışmada fosfor içeriği optimum aralıktadır.

Farklı mikorizaların aşılana avokado çöğürlerinde en yüksek yaprak fosfor içeriğine sahip bitkiler Doğal (mix) mikoriza iken; en düşük fosfor içeriği kontrol ve *Glomus intradices* ile aşılana bitkilerde belirlenmiştir. Doğal mikoriza aşılana bitki dokularında yüksek oranda ve

önemlilikte %P içermesi bitkinin kendi rizosfer bölgesindeki mikoriza türlerine karşı bir tercihinin olduğu düşünülebilir. Bu bağlamda avokado bitkisinin mikoriza tür tercihinin belirlenmesi önemlidir.

Çizelge 4.12. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak fosfor (%) düzeyine etkileri

Uygulama	Fosfor (%)
Kontrol	0.14 b ⁽¹⁾
Doğal (mix) Mikoriza	0.19 a
<i>Glomus caledonium</i>	0.16 b
<i>Glomus intradices</i>	0.14 b
Prob>F	0.0044*
LSD ^(0.05)	0.0294

(1): ortalamalar arasındaki farklılıklar ayrı harflerle gösterilmiştir

*, $\alpha=0.05$ 'e göre önemli.

4.3.3. Potasyum (%)

Avokado çöğürlerinde mikorizaların yaprak potasyum içeriğine etkisi Çizelge 4.13.' de verilmiştir. Optimum potasyum içeriği avokado bitkilerinde % 0.9 - 2.0 iken çalışmamızda bitkilerin yaprak potasyum içeriği yüksek olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.13. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak potasyum (%) düzeyine etkileri

Uygulama	Potasyum (%)
Kontrol	1.90 b ⁽¹⁾
Doğal (mix) Mikoriza	2.17 a
<i>Glomus caledonium</i>	2.15 a
<i>Glomus intradices</i>	2.19 a
Prob>F	0.0043*
LSD ^(0.05)	0.1577

(1): ortalamalar arasındaki farklılıklar ayrı harflerle gösterilmiştir

*, $\alpha=0.05$ 'e göre önemli.

Yaprak potasyum içerikleri bakımından mikoriza ile aşılansmış avokado bitkileri yüksek bulunmaktadır. Kontrol avokado çöğürleri ise potasyum içeriği bakımından mikoriza ile aşılansmış bitkilere göre daha düşük bulunmuştur.

4.3.4. Kalsiyum (%)

Avokado çöğürlerinde mikorizaların yaprak potasyum içeriğine etkisi Çizelge 4.14.' te verilmiştir. Avokado bitkilerinde optimum kalsiyum düzeyi % 1.0- 3.0 iken çalışmamızda bitkilerin yaprak kalsiyum içeriği yüksek olarak bulunmuştur.

Yaprak kalsiyum düzeyi bakımından incelendiğinde hem kontrol hem de mikoriza ile aşılınmış avokado çöğürleri yüksek olarak belirlenmiştir. Ancak mikoriza ile aşılınmış avokado çöğürlerine göre kontrol grubu daha düşük kalsiyum içermektedir.

Çizelge 4.14. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak kalsiyum (%) düzeyine etkileri

Uygulama	Kalsiyum (%)
Kontrol	3.51
Doğal (mix) Mikoriza	3.58
<i>Glomus caledonium</i>	3.99
<i>Glomus intradices</i>	3.54
Prob>F	0.7047
LSD ^(0.05)	ÖD

Ö.D.: Önemli değil

4.3.5. Magnezyum (%)

Avokado çöğürlerinde mikorizaların yaprak magnezyum içeriğine etkisi Çizelge 4.15.' te verilmiştir. Avokadoların optimum magnezyum miktarı % 0.25 - 0.80'dir. Çalışmamızda avokadoların yaprak magnezyum içeriği optimum aralıktadır.

Magnezyum içeriği en düşük olarak belirlenmiş avokado bitkileri Doğal (mix) mikoriza iken; en yüksek yaprak magnezyum içeriği Kontrol bitkilerinde bulunmaktadır.

Çizelge 4.15. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak magnezyum (%) düzeyine etkileri

Uygulama	Magnezyum (%)
Kontrol	0.59
Doğal (mix) Mikoriza	0.51
<i>Glomus caledonium</i>	0.56
<i>Glomus intradices</i>	0.56
Prob>F	0.2574
LSD ^(0.05)	ÖD

Ö.D.: Önemli değil

4.3.6. Çinko (ppm)

Mikorizaların avokado bitkilerinde yaprak çinko içeriğine etkisi Çizelge 4.16.' te verilmiştir. Mikoriza uygulamalarının çöğürlerde çinko içeriği üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Avokado bitkilerinin optimum çinko düzeyi 40- 80 ppm'dir. Yaptığımız çalışmada yaprak çinko içeriği düşük bulunmaktadır.

İstatistiksel olarak önemli fark bulunmamış olmasına rağmen en yüksek yaprak çinko içeriği Doğal (mix) mikoriza bitkilerinde ve bu uygulamayı *Glomus caledonium* aşılı bitkiler izlemiştir. Farklı mikorizalarla aşılınmış avokado bitkilerinde en düşük çinko miktarı ise kontrol bitkilerinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.16. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak çinko (ppm) düzeyine etkileri

Uygulama	Çinko (ppm)
Kontrol	27.91
Doğal (mix) Mikoriza	45.80
<i>Glomus caledonium</i>	32.32
<i>Glomus intradices</i>	28.91
Prob>F	0.2814
LSD^(0.05)	ÖD

Ö.D.: Önemli değil

4.3.7. Mangan (ppm)

Avokado çöğürlerinde mikorizaların yaprak mangan içeriğine etkisi Çizelge 4.17' da verilmiştir. Optimum mangan düzeyi avokadolarda 30- 500 ppm'dir. Çalışmamızda yaprak mangan düzeyi düşük bulunmaktadır.

Çizelge 4.17. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak mangan (ppm) düzeyine etkileri

Uygulama	Mangan (ppm)
Kontrol	23.30 b ⁽¹⁾
Doğal (mix) Mikoriza	16.24 c
<i>Glomus caledonium</i>	28.03 ab
<i>Glomus intradices</i>	30.25 a
Prob>F	0.0001*
LSD^(0.05)	5.0944

(1): Ortalamalar arasındaki farklılıklar ayrı harflerle gösterilmiştir
*, $\alpha=0.05$ 'e göre önemli.

Mangan içerikleri bakımından avokado çöğürlerimiz incelendiğinde *Glomus intradices* en yüksek olarak belirlenmiştir. Doğal (mix) mikoriza avokado bitkileri ise mangan miktarı en düşük olarak bulunmuştur.

Youpensuka ve ark. (2008) yaptıkları mandarin türünde arbüsküler mikoriza mantarı aşılmasının sonucunda Mn elementi alımının azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmanın sonucu ile avokado çöğürlerinde mikoriza aşılmasının etkisini incelediğimiz bu çalışmada elde edilen düşük mangan içeriği uyusmaktadır.

4.3.8. Bakır (Cu) Elementi

Avokado çöğürlerinde mikorizaların yaprak bakır içeriğine etkisi Çizelge 4.18.' de verilmiştir. Optimum bakır mangan düzeyi avokado bitkilerinde 5- 15 ppm'dir. Çalışmamızda yaprak bakır düzeyi optimum aralıkta bulunmaktadır.

Kontrol bitkileri yaprak bakır içeriği bakımından en düşük değere sahip olarak belirlenmiştir. En yüksek bakır içeriği *Glomus intradices* mikoriza ile aşlanmış avokadolarda bulunmaktadır.

Çizelge 4.18. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak bakır (ppm) düzeyine etkileri

Uygulama	Bakır (ppm)
Kontrol	7.50 c ⁽¹⁾
Doğal (mix) Mikoriza	8.55 c
<i>Glomus caledonium</i>	10.95 b
<i>Glomus intradices</i>	13.30 a
Prob>F	<0.0001*
LSD^(0.05)	1.9084

(1): ortalamalar arasındaki farklılıklar ayrı harflerle gösterilmiştir
*, $\alpha=0.05$ 'e göre önemli.

4.3.9. Demir (ppm)

Mikoriza uygulamalarının avokado bitkilerinde demir elementi içeriğine etkileri Çizelge 4.19'de verilmektedir. Avokado bitkilerinde optimum demir aralığı 50-200 ppm'dir. Çalışmamızda elde sonuçlara göre mikoriza uygulamalarının demir elementi alınma etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Doğal (mix) mikoriza ve *Glomus caledonium* en düşük demir içeriğine sahipken en yüksek demir içeriği *Glomus intradices* mikoriza türünde belirlenmiştir.

Çizelge 4.19. Mikoriza uygulamalarının avokado çöğürlerinde yaprak demir (ppm) düzeyine etkileri

Uygulama	Fe (ppm)
Kontrol	57.53 ab ⁽¹⁾
Doğal (mix) Mikoriza	32.34 b
<i>Glomus caledonium</i>	29.48 b
<i>Glomus intradices</i>	86.15 a
Prob>F	<0.0001*
LSD^(0.05)	7.1485

(1): ortalamalar arasındaki farklılıklar ayrı harflerle gösterilmiştir
*, $\alpha=0.05$ 'e göre önemli.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmanın amacı farklı mikoriza türlerinin (*Glomus caledonium*, *Glomus intradices*, doğal mikoriza) avokado çöğürlerinin (*Persea americana* var. *Drymifolia*) gelişimine etkilerinin araştırılmasıdır. Çalışmada avokado fidanlarının gelişim hızlarının mikoriza türlerine bağlı olup olmadığı incelenip morfolojik gözlemler ve fizyolojik ölçümler yapılmıştır. 2021-2023 yıllarında sera koşullarında yürütülen tez çalışmasında elde edilen bulgular ve sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

Ölçümlere göre en yüksek sürgün boyu ve gövde gelişimleri gösteren *Glomus caledonium* sporları ile aşılansmış olan avokado çöğürlerinde en düşük sürgün boyu gelişimi gösteren mikoriza aşılansmamış kontrol grubu olarak saptanmıştır.

Farklı mikorizaların avokado çöğürlerin etkisinin incelendiği bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre en yüksek yaprak sayısı Doğal mikoriza sporları uygulanan çöğürlerde bulunmaktadır. En düşük yaprak sayısı olan ise mikoriza aşılansmamış kontrol avokado bitkilerinde belirlenmiştir.

Çalışmada yapılan SPAD ölçümleri sonucunda değerler 33.24 ile 45.53 arasında değişmiş olarak bulunmuştur. Klorofil miktarı en yüksek *Glomus caledonium* türünün aşılansdığı bitkilerde belirlenmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda en düşük klorofil miktarına sahip bitkiler kontrol bitkileri olarak saptanmıştır.

Mikoriza uygulamalarının PSII klorofil ışına verimliliklerine etkisi incelendiğinde *Glomus caledonium* aşılansması yapılan bitkiler en yüksek değere sahip olarak saptanmıştır. En düşük PSII klorofil ışına verimlilik değerleri ise *Glomus intradices* ve kontrol gruplarından elde edilmiştir.

Çalışmada avokado bitkilerinde mikoriza enfeksiyonu %100 ile *Glomus caledonium* mikoriza türü olarak belirlenmiştir. Diğer mikoriza türlerinden *Glomus intradices*'in %83.33, Doğal mikoriza ise %76.67 oranında enfekte olduğu sonucu elde edilmiştir.

Avokado bitkisinde mikorizal bağımlılık en yüksek *Glomus caledonium*; en düşük *Glomus intradices* mikoriza türü olarak belirlenmiştir.

Avokado çöğürlerinde mikoriza aşılansmasının sonucunda sürgün boyu oransal büyüme yüzdesi en yüksek olan Doğal (mix) mikoriza türünde saptanmıştır.

Mikoriza türlerinin avokado çöğürlerinde gelişim ve besin elementi içeriği üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışmada N içeriği bakımından en yüksek değere sahip bitkiler Doğal (mix) mikoriza ile aşılansmış olan bitkiler olarak bulunmuştur. En düşük N içeriği ise *Glomus intradices* ile aşılansmış bitkilerde belirlenmiştir.

Fosfor içerikleri optimum aralıkta bulunmuştur. Mikoriza türlerinden en yüksek P içeriğine sahip olan Doğal (mix) mikoriza türlerinin aşılansdığı avokado bitkileri olarak belirlenmiştir.

Farklı mikoriza türlerinin potasyum içeriğine etkisinin en yüksek olduğu mikoriza türü *Glomus intradices* olarak saptanmıştır.

Yapılan bu çalışmada kalsiyum içerikleri optimum aralıktan yüksek bulunmuştur. En yüksek Ca içeriği *Glomus caledonium* ile aşlanmış avokado bitkilerinde belirlenmişken, diğerlerine göre en düşük Ca içeriği kontrol bitkilerinde belirlenmiştir.

Magnezyum içerikleri bakımından mikoriza türleri ve kontrol bitkilerini karşılaştırdığımızda değerler optimum aralıkta bulunmuştur. Mikoriza türleri arasında bir fark yok iken en yüksek Mg içeriği mikoriza aşlanmamış kontrol bitkilerinde belirlenmiştir.

Çalışmada mikro elementlerden olan çinko içeriği en yüksek Doğal (mix) mikoriza ile aşlanan avokado bitkilerinde belirlenmiştir. En düşük Zn miktarı ise mikoriza aşlanmamış kontrol bitki grubunda saptanmıştır.

Mikoriza türlerinin avokado bitkilerinde mangan içeriği optimum değerlerden düşük olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan en yüksek Mn içeriğine sahip olan bitkiler *Glomus intradices* ile aşlanmış bitkiler olarak bulunmuştur.

Bakır ve demir içerikleri bakımından en yüksek değer *Glomus intradices* ile aşlanmış olan avokado bitkilerinde belirlenmiştir. Mikoriza ile aşlanmamış olan kontrol grubu bitkileri ise en düşük Cu ve Fe içeriğine sahip olarak bulunmuştur.

Yaptığımız bu çalışmanın sonucunda elde ettiğimiz verilere bakıldığında avokado çöğürlerinin mikoriza türlerine farklı tepki verdiği belirlenmiştir. Araştırma bulguları seçilmiş *Glomus caledonium* sporları ile aşılamanın her ne kadar etkili olduğu belirlense de doğal mikoriza sporlarının etkin bir şekilde avokado çöğürlerini enfekte ederek gelişimini sağladığı belirlenmiştir. Uzun vade de bölgemizde yaygın dikimi yapılan ve toplum tarafından tüketilen avokado bitkisinin ekolojik olarak yetiştirilmesi bakımından doğal mikoriza sporları içinde etkin türün belirlenmesi ve izole edilerek ileriki çalışmalarda yaygın olarak kullanılması için daha çok araştırmaya gereksinim duyulacaktır. Literatürde avokado türü ve mikoriza tür aşılması konusunun çalışılabilirliği ile ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada kullanılan mikoriza türleri ile avokado bitkileri arasındaki mikorizal bağımlılık yüksek bulunmuş olması gelecekte konusunda ümit var görülüyor. Bu sonuçlara bakılarak farklı mikoriza türleri ile avokado türünde çalışma yapılabilir ve avokado bitki türünün bitki gelişimi ve adaptasyonu artırılabilir görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Balderas-Alba, A., Luna-Esquivel, G., Vega-Frutis, R. 2019. *Interciencia*, 44 (11): 649-652.
- Bañuelos, J., D. Trejo, L. Lara, M. Gavito, Y. Carreon. 2013. Effects of seven different mycorrhizal inoculum in *Persea americana* in sterile and non-sterile soil. *Tropical and subtropical agreecosystems*. 16:423-429.
- Bañuelos, J., Sangabriel Conde, W., Gavito, M. E., Trejo Aguilar, D., Camara, S., Medel Ortíz, R., & Carreon Abud, Y. 2017. Effect of different phosphorus levels on avocado inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(7), 1509-1520.
- Bárcenas O., A.E., Varela F.,L., Carreón A., Y., Lara Ch., M.B.N., González C., J.C. and Aguirre P., S. 2006. Estudios sobre hongos micorrizógenos arbusculares en huertos de aguacate *Persea americana* Mill. (RANALES:LAURACEAS). In: Memoria del XXIX Congreso Nacional de Control Biológico. SMCB. Manzanillo, Col. pp 1-5.
- Bárcenas A., C. Almaraz, L., Reyes, L. Verela, B. Lara, A. Guillen, Y. Carreon, S. Aguire and A. Chavez. 2007. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi on avocado orchards from Michoacan. Proc. VI World Avocado Congress,12-16 Novembre 2007, ISBN No:978-956-17-0413-8.
- Barton C.J., 1948. Photomeric Analysis on Phosphate Rock. *Ind. And Eng. Chem. Anal. Ed.*, 20:1068-1073.
- Bonello P. 2001. Mycorrhizas in the Urban Landscape. Ohio State University Extension <http://ohioline.osu.edu>
- Carreon-Abud, Y., Vega-Fraga, M., Gavito, M.E. 2015. Interaction of arbuscular mycorrhizal inoculants and chicken manure in avocado rootstock production.
- Chavez-Alvarado E, Chavez - Barcenas, A.T, Garcia SaudecoP.A., Ramirez L R.,Barcenas Ortega, A.E., 2013. Effect of mycorrhizal inoculants in the development of mexican landrace avocado rootstocks. *Tropical and subtropical agreecosystems*. 16:407-413.
- Chapman, H.D. and Pratt, P.F., 1961. *Methods of Analysis for Soils, Plant and Waters*. Univ. Calif., Div. Agr. Sci.
- Ertan, E., Kılınç, S., Yıldız, 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., Kara, E., (2014). Mikoriza konusunda Türkiye’de yapılan çalışmalar. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*. 7(2): 55-65.
- FAO, 2020. The database of annual production. (<http://apps.fao.org>).
- Giovannetti M, Mosse B., 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol* 84: 489–500.
- Ginsburg, O. and Avizohar Z. 1965. Observations on vesicular-arbuscular mycorrhiza associated with avocado roots in Israel. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 48: pp 101-104.

- González-Cortés JC, Vega-Fraga M, Varela-Fregoso L, Martínez-Trujillo M, Carreón-Abud Y, Gavito ME. 2012. Arbuscular mycorrhizal fungal (AMF) communities and land use change: the conversion of temperate forests to avocado plantations and maize fields in central Mexico. *Fungal Ecol.* 5:16–23.
- Güler, G., Şimşek, M., Gübbük, H., (2021). Farklı arbüsküler mikorizal fungus türlerinin Guava (*Psidium guajava L.*) çöğürlerinin büyüme ve gelişmesi üzerine etkileri. *BAHÇE.* 50(2): 87-93.
- Harding, S.A., Jarvie, M.M., Lindroth, R.L., and Tsai, C.-J., (2009). "A comparative analysis of phenylpropanoid metabolism, N utilization, and carbon partitioning in fast-and slow-growing *Populus* hybrid clones". *Journal of experimental botany* 60:3443-3452.
- Hass, H. J. and J.A. Menge. 1990. VA-mycorrhizal fungi and soil characteristics in Avocado (*Persea americana* Mill) orchard soils. *Plant and Soil* 127: 207-212.
- Knight, Jr. R.J. 2002. History, distribution and uses. In: A.W. Whiley , B. Schaffer, B.N. Wolstenholme (Eds.). *The Avokado: Botany, production and Uses*, Cabi publishing, p 416.
- Korkmaz, A.A., Ortaç, İ., Akpınar, Ç., (2007). Farklı Konukçu Bitki ve Yetiştirme Ortamlarının Mikoriza Üretimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol.22, no.4, pp.49-58.
- Koske RE, Gamma JN (1989). A modified procedure for staining roots to detect VAM. *Mycol Res* 92: 486–505.
- Lahav, E., Whiley, A.W., 2002. Irrigation and Mineral Nutrition *The Avocado: Botany, Production and Uses*. CAB International 259-297
- Lovera, M. and Cuenca G. 2007. Diversidad de hongos micorrízico arbusculares (HMA) y potencial micorrízico del suelo de una sabana natural y una sabana perturbada de la Gran Sabana, Venezuela.
- Mataré R, Hattingh MJ. 1978. Effect of mycorrhizal status of avocado seedlings on root rot caused by *Phytophthora cinnamomi*. *Plant Soil.* 49: 433–435.
- Matsubara, Y., Hasegawa, N., and Fukui, H., (2002). "Incidence of *Fusarium* root rot in asparagus seedlings infected with arbuscular mycorrhizal fungus as affected by several soil amendments". *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 71:370-374.
- Menge, J. A., Larue, J., Labanauskas, C. K., & Johnson, E. L. V. (1980). The effect of two mycorrhizal fungi upon growth and nutrition of avocado seedlings grown with six fertilizer treatments. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 105(3), 400-404.)
- Morton, J. F., 1987. Avocado. In: *Fruits of warm climates*, Miami, Florida, p. 91-102.
- Newsham, K.K., Fittera, H., Watkinson, R. 1995. Multi Functionality and Biodiversity in Arbuscular Mycorrhizas. *Trends Ecol. Evol.* 10: 407-411.

- Ortas, I., 1994. The Effect of Different Forms and Rates of Nitrogen and Different Rates of Phosphorus Fertilizer on Rhizosphere pH and P Uptake in Mycorrhizal and non-Mycorrhizal Sorghum Plants University of Reading Reading, UK, Ph.D. thesis.
- Plenchette C, Fortin JA, Furlan V (1983). Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. I. Mycorrhizal dependency under field conditions. *Plant Soil* 70:199–209.
- Rilling, M.C and Mummey, D.L (2006). Mycorrhizal and soil structure- *New Phytol* 171:51-53.
- Salazar-García. S. 2002. Nutrición del Aguacate, Principios y Aplicaciones. INIFAP INPOFOS. México. pp. 165.
- Sotomayor, A., A., Gonzales, KJ, Cho, Villavicencio, A., T., Jackson, W. Viera, 2019. Effect of the application of microorganisms on the nutrient absorption in Avokado (persea americana Mill.) seedling. *Korean Soc. Int. Agric.* 31 (1) : 17-24.
- Scora, R.W., B.N. Wolstenholme, U., Lavi. 2002. Taxonomy and Botany. In: A.W. Whiley, B. Schaffer, B.N. Wolstenholme (Eds.). *The Avokado: Botany, production and Uses*, Cabi publishing, p 416.
- Shu, B., Liqin L., Jue, D., Wang Y., Wei, Y., Shi, S. 2017. Effects of avocado (persea americana Mill.) scion on arbuscular mycorrhizal and root hair development in rootstock. *Archives of agronomy and soil science.* 63(14): 1951-1962.
- Smith, S.E. and Read, D.J., (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, San Diego, CA.
- Trappe J. 1987. Phylogenetic and ecologic aspects of mycotrophy in the angiosperms from an evolutionary standpoint. In: Safir GR, ed. *Ecophysiology of VA mycorrhizal plants*. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press. p 6–25.
- TÜİK, 2020. Türkiye istatistik kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>
- Uçgun, K., Atasay, A., Akgül, H., Ay, Z., Küçükyumuk, C., Koçal, H., Bakıcı, S., Kaymak, S., Özongun, Ş., Gargin, S., Akpınar, Ç., (2009). MM 106 elma klon anacında mikoriza uygulamalarının bitki gelişimine etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi.* 2(2): 187-192.
- Viera, W., Campaña, D., Gallardo, D., Vásquez, W., Viteri, P., & Sotomayor, A., 2017. Native mycorrhizae for improving seedling growth in avocado nursery (*Persea americana* Mill.). *Indian J. Sci. Technol*, 10(25), 1-13.)
- Yılmaz, E., Gül, A., 2009. Topraksız Ortama Arbusküler Mikoriza Aşılamanın Patlıcan (*Solanum Melongena* L.) Yetiştiriciliği Üzerine Etkileri. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2), 55-61.
- Youpensuk, S., Lordkaew, S., Rerkkasem, B., 2008. Arbuscular mycorrhizal fungi associated with tangerine (*Citrus reticulata*) in Chiang Mai province, northern Thailand and their effects on the host plant. *Research Article. Science Asia.* 34: 259-264.
- Watsnrojanaporn, N., Boonkerd, N., Wongkoew, S., Prommanop, P., Teaumroong, N., 2011. Selection of arbuscular mycorrhizal fungi for citrus growth promotion and Phytophthora suppression. *Scientia Horticulture.* 128:4: 43-433.

Wu, Q.S., Srivastava, A.K., Wang, S., and Zeng, J.X., (2015). "Exogenous application of EE-GRSP and changes in citrus rhizosphere properties". *Indian Journal of Agricultural Sciences* 85:58-62.



ÖZGEÇMİŞ

Alperen GÜBÜR ilk öğrenimini İstanbul, orta ve lise öğrenimini Mersin’de tamamladı. 2014 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’nü kazandı ve bu bölümden 2019 yılında mezun oldu. 2020 yılında Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilimdalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı.

