

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**TOPRAKSIZ KOŞULLARDA YETİŞTİRİLEN MEYER LİMONUNDA FARKLI
BESLEME KOMBİNASYONLARININ FİDAN KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Duygu MIŞRAKLI

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2018

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**TOPRAKSIZ KOŞULLARDA YETİŞTİRİLEN MEYER LİMONUNDA FARKLI
BESLEME KOMBİNASYONLARININ FİDAN KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Duygu MIŞRAKLI

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2018

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOPRAKSIZ KOŞULLARDA YETİŞTİRİLEN MEYER LİMONUNDA FARKLI
BESLEME KOMBİNASYONLARININ FİDAN KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

**Duygu MIŞRAKLI
BAHÇE BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından FYL-2018-3238 nolu proje ile desteklenmiştir.**

HAZİRAN 2018

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TOPRAKSIZ KOŞULLARDA YETİŞTİRİLEN MEYER LİMONUNDA FARKLI
BESLEME KOMBİNASYONLARININ FİDAN KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Duygu MIŞRAKLI
BAHÇE BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 12 / 06 / 2018 tarihinde jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi İlhami TOZLU (Danışman)

Dr. Öğr. Üyesi Nafiye ADAK

Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU

ÖZET

TOPRAKSIZ KOŞULLARDA YETİŞTİRİLEN MEYER LİMONUNDA FARKLI BESLEME KOMBİNASYONLARININ FİDAN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Duygu MIŞRAKLI

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İlhami TOZLU

Haziran 2018, 76

Sağlıklı fidanlarla bahçe tesisi, sürdürülebilir meyveciliğin temel unsurlarından birini oluşturarak, üreticiler ve ülkenin tarım ekonomisi bekasında önemli bir yer tutmaktadır. Turunçgillerde sağlıklı fidan; ismine doğru, güçlü bir gelişme gösteren, anaç kalem kombinasyonlarında sorunu olmayan, hastalık ve zararlılardan arı fidanlar olarak değerlendirilmektedir. Hastalık ve zararlılardan arı fidan üretiminde ise fidan köklerinin toprakla temasının kesilmesi en temel uygulamalardan birisini oluşturmaktadır. Bu nedenle, turunçgil fidanları genellikle tüplü fidan olarak üretilmektedir. Tüplü fidan üretiminin en önemli sebebi ise toprak kökenli hastalıklardan korunmak için köklerin toprakla temasının kesilmesi olarak nitelendirilmektedir. Bununla birlikte fidan üreticileri albenisi yüksek ve güçlü bir şekilde gelişmiş fidan üretimi için köklerin toprağa geçmesine genellikle izin vermekte ve hatta teşvik etmektedirler. Üretim sırasında toprakla temasın tamamen kesildiği durumlarda ise tüpün tabanına ulaşan kökler kıvrılmakta, fidanlar daha zayıf gelişmekte, cılız kalmakta ve bu da fidan alıcısı tarafından talep görmemesine neden olmaktadır. Bu nedenlerle planlanan bu araştırmada, toprak kökenli hastalık ve zararlılardan arı turunçgil fidanı üretmek için fidanlarda hava budaması uygulaması yapılmıştır. Hava budaması uygulaması yapılmış fidanlarda farklı bitki besleme uygulamaları yapılarak, güçlü, kök kıvrılması olmayan ve kökü toprağa geçmiş fidanlarla rekabet edebilecek fidan üretiminin yapılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, topraksız bitki besleme uygulaması ile mikoriza ve mikrobiyal gübrelerin tek tek veya kombine edilmiş olarak uygulamalarının, standart fidan yetiştiriciliğine göre, fidan kalitesi üzerine etkileri morfolojik ve biyokimyasal olarak incelenmiştir. Çalışma Nisan-Kasım 2017 tarihleri arasında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesinin seralarda yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak Carrizo anacı üzerine aşılınmış Meyer limon çeşidi kullanılmıştır. Bu anaç ve çeşidin seçilme sebepleri arasında; Turunç anacının Citrus Tristeza Virüsü 'ne karşı hassasiyetinden dolayı alternatif anaç arayışı içerisinde turunca en yakın anaç olarak Carrizo'nun öne çıkması ve bölgede geniş bir kullanım alanı bulmuş olması gösterilebilir. Meyer limon çeşidinin ise erkenci, yüksek verimli, uç kurutan ve soğuklara diğer limon çeşitlerine göre daha dayanıklı olması nedeniyle son yıllarda popüleritesinin artış göstermesinden dolayı seçilmiştir.

Araştırmada dönemlere göre değişmekle birlikte, 6.5-7.5 meq/l NO_3^- , 1-1.5 /l H_2PO_4^- , 2-3.5 meq/l SO_4^{2-} , 1.0 meq/l NH_4^+ , 3.25-3.75 meq/l K^+ , 3-5.5 meq/l Ca^{++} , 1.25-2.0 meq/l Mg^{++} topraksız bitki besleme formülasyonu olarak kullanılmıştır. Denemede mikrobiyal gübre olarak Yeditepe Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümünden temin edilen farklı bakteri ırklarından oluşmuş

(*Baciullus subtilis*, *Baciullus. megaterium* ve *Lactococcus* spp.) bakteriyel karışım (150 cc/bitki) köklere muamele edilmiştir. Mikoriza karışımı olarak ise Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde hazırlanan mikoriza kokteyli (*Glomus* spp: *G. mosseae*, *G. etunicatum*, *G. clarium*, *G. intraradices*, *G. caledonium*, *G. macrocarpium*, *G. margarita*, *G. fasciculatum*), bir yaşındaki aşılansmış Carrizo çöğürlerine 500 spor/bitki dozuna karşılık gelen 50 g/bitki mikoriza karışımı harç olarak uygulanmıştır. Ayrıca mikoriza uygulanmış bitkilere bakteriyel gübre uygulaması da yapılarak her iki karışımın birlikte uygulandığındaki etkileri de araştırılmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenmiş olup, üç tekerrürlü ve her tekerrürde 5 fidan olacak şekilde planlanmıştır. Ortam olarak 3:1 oranında torf ve pomza karışımı kullanılmıştır. Değerlendirmeler, çöğürlerin aşılansmasıyla (Haziran) başlayacak büyüme dönemi sonuna kadar (Kasım) devam etmiştir. Araştırmada; sürgün boyu, anaç-kalem çapı, yaprak alan indeksi, fidanların kök, gövde ve yaprakların yaş ve kuru ağırlıkları, besin maddesi analizleri, kök bölgesinde mikoriza sayımı (adet), mikorizal kök enfeksiyon oranı (%), topraktaki toplam bakteri sayısı ile kök enfeksiyonlarının belirlenmesi çalışılacak parametreler olarak planlanmıştır.

Denemede topraksız fertigasyon uygulamaları gerek tüplü gerekse hava budamalı saksılarda standart çiftçi koşullarındaki üretime göre daha başarılı büyüme performansı göstermiş olup, ilave Mikoriza uygulaması ise bu başarıyı çok daha yüksekler taşımıştır. Mikrobiyal gübre uygulamaları ise Mikoriza kadar etkili olamamıştır. Analiz sonuçlarında Mikoriza uygulamasının bitki büyümesini teşvik etmesi (89,47cm) yanında, klorofil miktarını artırmış ve köklerde ve yapraklarda bitki besin elementlerinden özellikle N, P ve Mn alımını artırırken fungusit etkili kimyasallardan Cu miktarında azalmaya neden olmuştur. Bu sonuçlar mikoriza kolonizasyonu ile BBE alımı arasında doğru bir orantının (pozitif ilişkinin) olduğunu göstermektedir. Mikoriza aşılması bitkinin kök enfeksiyonu, yeşil aksam kuru madde üretimi, besin elementleri içeriği gibi büyüme ve gelişme parametrelerini önemli derecede artırmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER: Hava budama, Kök kısıtlaması, Morfoloji, Turunçgil

fidanlığı, Tüplü fidan üretimi

JÜRİ: Dr. Öğr. Üyesi İlhami TOZLU

Dr. Öğr. Üyesi Nafiye ADAK

Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU

ABSTRACT

THE EFFECT OF DIFFERENT NUTRITIONAL REGIMES ON QUALITY OF NURSERY MEYER PLANTS PRODUCED IN SOILLESS CONDITIONS.

Duygu MIŞRAKLI

MSc. Thesis in Horticulture

Supervisor: Assist. Prof. Dr. İlhami TOZLU

June 2018, 76 pages

Orchard establishment with healthy nursery plants is a core element for sustainable fruit production and plays vital role in farmers' and country's agricultural economy. In order to establish a healthy plant nursery, it should have been following properties; true type, vigorously growing, trouble-free rootstock–scion combinations and they should be free from diseases and pests. The basic technique can be applied for disease and pest free nursery plant production systems where plant root and soil connection have separated. For this purpose, citrus nursery plants are produced in containers. The most important reason for nursery plant production in containers is having protected from soil borne diseases via disconnecting plant roots to soil. However, for vigorously grown and attractive nursery plant production, nurserymen usually promote soil penetration of roots from the containers. When the roots completely disconnected from soil followings occur; as roots reaches the base of the container, they trundle and coil, growth fades, plant looks weakened and farmers usually do not prefer them. Hence, in this study, soil born disease and pest free citrus nursery plant production is planned through air-pruned production technique. Using different plant nutrition applications to plants growing with this technique, straight rooted (uncoiled) and vigorously grown nursery plants that are able to compete with those grown with soil penetrated roots have been produced. In this study, the effects of soilless plant nutrition applications with individual or combined mycorrhiza and microbial fertilizers on morphological and biochemical quality parameters of air-pruned nursery plants have been examined in a comparative fashion with standard citrus nursery plant production. The study was carried on in Akdeniz University, Agricultural Faculty greenhouses. Meyer lemon grafted on the Carrizo rootstock has been used as plant material. The reasons behind the selection of these rootstock and cultivar as follows; in search of alternative rootstock to sour orange due to its sensitivity to “Citrus Tristeza Virus”, Carrizo rootstock had stand out as closest performed rootstock to sour orange and it has got a wide area of usage in the region. The reasons for the preference of Meyer lemon, as follows; earliness, high yield without alternate bearing, resistance to Mal secco disease and frost (compared to other lemons) and increase in popularity in recent years due to these properties.

Following balanced ions; , 6.5-7.5 meq/l NO_3^- , 1-1.5 /l H_2PO_4^- , 2-3.5 meq/l SO_4^{--} , 1.0 meq/l NH_4^+ , 3.25-3.75 meq/l K^+ , 3-5.5 meq/l Ca^{++} , 1.25-2.0 meq/l Mg^{++} have been used with necessary seasonal adjustment during soilless nutrition management applied to the experimental plants. Microbial nutrient applied directly on plant roots (150 cc/plant) used in experiment is consist of a mixture of bacteria species (*Baciullus subtilis*, *Baciullus. megaterium* ve *Lactococus spp.*) developed and supplied by Yeditepe

University, Engineering and Architecture Faculty department of Genetic and Bioengineering. Total of 50 g/plant that correspond to 500 spores/plant Mycorrhizae mixture (*Glomus spp: G.mosseae, G.etunicatium, G.clarium, G.intraradices, G.caledonium, G.macrocarpium, G.margarita, G.fasciculatum*) prepared by Çukurova University, Agricultural Faculty, Department of Soil Science has been applied to each grafted Carrizo seedlings. In addition to these treatments, bacterial nutrient has been applied into some of the Mycorrhizae treated plant pots to test and compare combined effect on them. Random parcel experimental design is planned with three replications having 5 plants per replication. Peat moss and pumice with 3:1 ratio, respectively have been used as planting medium. Measurements have been started with grafting (June) and ended at the end of the growing season (October-November). The parameters have been studied are including; plant height, rootstock-scion diameters, leaf area, fresh and dry weights of leaves, stem and roots, plant nutrient analysis, numbers of mycorrhizae around root, rate (%) of root mycorrhizae infection, total numbers of bacteria in soil and determination of bacterial root infection.

Results showed that fertigation application to plants in both plastic tubes and air pruning pots were found to be more successful compared to those were grown in farmer conditions. Mycorrhizae application had further elevated this success. Microbial fertilizer application, on the other was not as successful as in Mycorrhizae. Evaluations suggests that besides plant growth, mycorrhizae had increased chlorophyll content, root and leaf mineral content, specifically N, P and Mn while it has caused a decrease in Cu that has a fungisit properties. These results suggest that there is a linear ratio (positive relation) between mycorrhizae colonization and nutrient uptake. Mycorrhizae application has been substantially increased some growth and development parameters such as shoot dry mass application and mineral nutrient content.

KEYWORDS: Air pruning, Citrus nursery container, Root restriction, Seedling morphology

COMMITTEE: Assist. Prof. Dr. İlhami TOZLU

Assist. Prof. Dr. Nafiye ADAK

Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU

ÖNSÖZ

Fidanlıklarda, toprak kökenli hastalık ve zararlıların tespiti çok güç olduğu gibi genellikle üretici bahçelerinde oluşan bulaşıklılar tespit edildiğinde de çok geç kalınmış olmaktadır. Bu çalışmanın başarıyla tamamlanması sonucunda, fidan yetiştiriciliğinde toprak kökenli hastalık ve zararlıların fidanları etkileme riski minimize edilebilecektir. Araştırmada kullanılacak basit ama etkin stratejik teknikler ile turunçgil fidan üretiminde bazıları ilk kez denenecek olan yeni uygulamalar, ülkemizin sürdürülebilir turunçgil meyveciliğine azımsanmayacak ölçüde pozitif katkı sağlayacaktır. Bu projenin Türkiye turunçgil fidan üretim sektörünün gelişmesine katkıda bulunması ve toprak kökenli hastalık ve zararlılardan arı fidan üretim çalışmalarına öncülük etmesi beklenmektedir.

Yüksek Lisans eğitimime başladığım ilk günden itibaren her konuda ve her şekilde desteğini esirgemeyen, tezimin planlanması, yürütülmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesi konularında çok büyük katkıları olan değerli Danışman Hocam Dr. Öğr. Üyesi İlhami TOZLU'ya sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında bilgilerini ve deneyimlerini benden esirgemeyen Sayın Dr. Öğr. Üyesi Nafiye ADAK'a ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Özer Çalış'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez çalışmam süresince beni yönlendiren, bilgi, yardım ve engin tecrübelerini benden hiçbir zaman esirgemeyen Prof. Dr. Hamide GÜBBÜK'e, Prof. Dr. Halil İbrahim UZUN'a ve Prof. Dr. Mustafa Erkan'a çalışmalarım süresi boyunca gösterdikleri özveri için çok teşekkür ederim.

Tezimde kullandığım bitkisel materyalin teminini sağlayan Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Çalışmamda kullandığım mikoriza mantarının ve bakteri ırklarının teminini sağlayan Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ'a ve Yeditepe Üniversitesi Genetik ve Biyomühendisliği Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Fikretin ŞAHİN'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Bütün yoğunluğuna rağmen bana çok fazla zaman ayırarak istatistiksel analizlerimde yardımını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Kemal KARABAĞ'a çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince hastalık ve zararlılar kısmında katkılarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Hüseyin BASIM'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans sürem boyunca kapısını her çaldığımda beni asla geri çevirmeyen, yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile bana hep destek olan Öğretim Görevlisi Recep BALKIÇ'a ve Ar. Gör. Adem DOĞAN'a teşekkür ederim.

Akdeniz Üniversitesinde geçirdiğim yıllar boyunca her konuda bana yanımda olduğunu hissettiren, samimiyetiyle ve sıcaklığıyla bunu uzun yıllar devam ettireceğine inandığım arkadaşlarım İnş. Müh. F. Burçin TOZAN'a, Ar. Gör. Fatma Burcu ÇELİKLİ'ye ve Zir. Müh. Zeynep ÜNAL'a teşekkür ederim.

Tezimin arazi kısmının bir bölümünde desteğini gördüğüm lisans öğrencileri Ferhat ORAKCI'ya, Seray Eylem ÇAKIR'a, Zir. Müh. Seren SARGIN'a ve laboratuvar kısmında yardımını gördüğüm Zir. Müh. Gülşen ERBERK'e teşekkür ederim.

Lisans ve Yüksek Lisans öğrenimim boyunca bana bilimsel ve akademik olarak çok şey kazandıran Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünün değerli Hocaları ve Araştırma Görevlileri arkadaşlarıma, ayrıca Bölümün tüm idari personeline teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım ve Yüksek Lisans öğrenimim boyunca bana yardımcı olan, bilgi, beceri, disiplin ve çalışkanlığıyla en zor işlerin üstesinden gelmemi sağlayan, en sıkıntılı dönemlerimde bile soğukkanlılığı ve sükunetini elden bırakmayarak benim için çok ciddi bir motivasyon kaynağı olan, en önemlisi de tüm bu yaptıklarını tevazu göstererek normal karşılayan sevgili babam Necim MIŞRAKLI'ya, sevgili annem Gülbeyaz MIŞRAKLI'ya, ablam Çağla MIŞRAKLI'ya ve kardeşlerime minnettar olduğumu belirtmek isterim.

Lisans ve Yüksek Lisans öğrenimim büyük bir bölümünde bana ailemin eksikliğini hiçbir zaman hissettirmeyen her zaman desteklerini gördüğüm, bana göstermiş oldukları sabır ve güvenden dolayı öncelikle ablam Zeynep IRKIN UÇAR'a, Erdinç UÇAR'a, ailenin yeni üyesi Bulut UÇAR'a, Nalan IRKIN'a, Mustafa IRKIN'a ve Elif NARGİLİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	iii
AKADEMİK BEYAN	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	7
2.1. Turunçgil Fidan Üretimi.....	7
2.2. Fidan Üretiminde Sürekli Besleme	8
2.3. Fidan Üretimi ve Hava Budama	12
2.3.1. Kök dolanması	13
2.3.2. Saksı Özellikleri.....	13
2.3.3. Saksı Boyutu	14
2.4. Bitkisel Üretim Ve Mikroorganizmalar	15
2.4.1. Bitkisel Üretimde Mikrobiyal (Bakteri) Gübre	15
2.4.2. Bitkisel Üretimde Mikoriza (Mantar).....	18
3. MATERYAL VE METOT	25
3.1. Materyal.....	25
3.1.1. Bitkisel Materyal	25
3.1.1.1. Carrizo Sitranjı (<i>Citrus sinensis</i> Osb. X <i>Poncirus trifoliata</i> Raf.).....	25
3.1.1.2. Meyer limonu.....	26
3.2. Metot	26
3.2.1. Uygulamalar	26
3.2.2. Harç ortamı	30
3.2.3. Çöğür ve fidan üretim seraları	30
3.2.4. Kültürel İşlemler	30
3.2.5. Sıcaklık Ölçümleri	30
3.2.6. Işık Ölçümleri	32
3.2.7. Bitki Büyümesi ve Gelişmesi Ölçümleri	32

3.2.8. Fizyolojik Yaprak Parametreleri.....	35
3.2.9. Dokuların Bitki Besin Elementi İçerikleri.....	35
3.2.10. Kök ve Rhizosferde Bulunan Mikroorganizmalar.....	37
3.2.11. Verilerin Değerlendirilmesi.....	39
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	40
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	58
6. KAYNAKLAR	61
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**TOPRAKSIZ KOŞULLARDA YETİŞTİRİLEN MEYER LİMONUNDA FARKLI BESLEME KOMBİNASYONLARININ FİDAN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

12/06/2018

Duygu MIŞRAKLI

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	:Yüzde
⁰ C	:Santigrat derece
cm	:Santimetre
cm ²	:Santimetrekaare
cm ³	:Santimetrekyüp
Da	:Dekar
G	:Gram
Ha	.Hektar
Kg	:Kilogram
L	: Litre
Mm	:Milimetre
ml	:Mililitre
Mm ²	:Milimetrekaare

Kısaltmalar

Al ₂ O ₃	:Alüminyum oksit
B	:Bor
BATEM	:Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
BBE	:Bitki Besin Elementi
Ca	:Kalsiyum
CaO	:Kalsiyum oksit
Cl	:Klor
CFU	:1 g topraktaki bakteri sayısı
CO ₃	: karbonat

CTV :Citrus Tristeza Virüsü
Cu :Bakır
Cu (OH)₂ :Bakır(II) Hidroksit
ÇK :Çiftçi koşulları
EC :Elektriksel iletkenlik
FAO :Food and Agriculture Organization of the United Nations
Fe :Demir
Fe₂O₃ :Demir (III) oksit
G :Glomus
GDK :Gövdeye Dolanan Kökler
HCO₃ :Bikarbonat
HCl :Hidroklorik asit
H₂PO₄ :Fosfat
HKB :Havayla Kök Budaması
K :Potasyum
K₂O :Potasyum oksit
KOH :Potasyum Hidroksit
LAI :Yaprak alan indeksi
M :Mikoriza
M+MG :Mikoriza+ Mikrobiyal Gübre
Meq :Miliequivalent
Mg :Magnezyum
MG :Mikrobiyal Gübre
µmol :mikroequivalent
Mn :Mangan
Mo :Molibden

N :Azot
Na :Sodyum
NaCl :Sodyum klorür
Na₂O :Sodyum oksit
NH₄ :Amonyum
NO₃ :Nitrat
P :Fosfor
PCNB :Pentachloronitrobenzene
PDA :Patates Dekstroz Agar
PGPR :Plant Growth Promoting Rhizobacteria
pH :Hidrojen iyon konsantrasyonunun negatif logaritması
P₂O₅ :Fosfor Pentaoksit
ppm :Milyonda bir kısım
S :Kükürt
SiO₂ :Silisyum dioksit
SO₃ :Kükürt trioksit
SO₄ :Sülfat
TK :Tüplü kontrol
TTSM :Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi
TÜİK :Türkiye İstatistik Kurumu
VAM :Vesiküler-Arbüsküler Mikoriza
Zn :Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Hava budama ile üretilmiş turunçgil fidan kökleri (a,b) ile kökleri dolanmış Meyer limonu (c)	3
Şekil 3.1. Serada aylara bağlı olarak saptanan minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık değerleri	31
Şekil 3.2. Serada aylara bağlı olarak saptanan minimum, ortalama ve maksimum nem değerleri.....	31
Şekil 3.3. Serada aylara bağlı olarak saptanan ışık şiddeti değerleri	32
Şekil 3.4. Deneme sonunda farklı uygulamalara tabi tutulmuş bitkilerinin görünümleri	33
Şekil 3.5. Tüm bitki düzeyinde örneklenen yaprak, kök ve gövdenin yaş görünümleri	34
Şekil 3.6. Tüm bitki düzeyinde örneklenen yaprak ve gövdenin kurutulduktan sonraki görünümleri	34
Şekil 3.7. Tüm bitki düzeyinde örneklenen köklerin kurutulduktan sonraki görünümleri	35
Şekil 3.8. Kök bölgesinden (rizosfer) hazırlanan ve mikoriza sayımı yapılacak olan solüsyon.....	37
Şekil 3.9. İnce köklerde M (üst) ve M+MG (alt) uygulamalarında kök bünyesinde saptanan mikoriza enfeksiyonunun görünümü.....	38
Şekil 4.1. Meyer limonlarında alternatif saksı uygulamalarının kök gelişimi üzerine etkileri	40
Şekil 4.2. Meyer limonlarında alternatif saksı uygulamalarının kök gelişimi üzerine etkileri	40
Şekil 4.3. Meyer limonlarında alternatif saksı uygulamalarının (ÇK, TK ve HBK) kök gelişimi üzerine görece etkileri	41

Şekil 4.4. Meyer limonlarında alternatif saksı uygulamalarının (ÇK, TK ve HBK) kök gelişimi üzerine görece etkileri	41
Şekil 4.5. Carrizo üzerine aşılı Meyer Limonlarının anaç çapındaki dönemsel değişimler.....	42
Şekil 4.6. Carrizo üzerine aşılı Meyer Limonlarının sürgün çapındaki dönemsel değişimler.....	44
Şekil 4.7. Carrizo üzerine aşılı Meyer Limonlarının sürgün boyundaki dönemsel değişimler	45
Şekil 4.8. Carrizo üzerine aşılı Meyer Limonlarının klorofil indeksindeki dönemsel değişimler.....	48
Şekil 4.9. Carrizo üzerine aşılı Meyer Limonlarının yaprak alan indeksindeki dönemsel değişimler.....	49
Şekil 4.10. Carrizo üzerine aşılı Meyer Limonlarının yaprak sıcaklığındaki dönemsel değişimler	50
Şekil 4.11. Carrizo üzerine aşılı Meyer Limonlarının köklerinde mikoriza sporunun görüntüsü.....	53
Şekil 4.12. Carrizo üzerine aşılı Meyer Limonlarının kök bölgesindeki (rizosfer) harç karışımında mikoriza sayımı	54
Şekil 4.13. Uygulama ortamlarında yapılan bakteri kültürü sonucunda oluşan koloniler; a- M, b-MG, 3-c+MG ve d-HBK	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Turunçgil Fidan Sertifika Sayısının Yıllara ve Türlerine Göre Dağılımı	2
Çizelge 3.1. Denemedeki uygulamalar ve kısaltma isimlendirmeleri	28
Çizelge 3.2. Nisan-Mayıs döneminde uygulanacak birinci sürekli besleme formülasyonları	29
Çizelge 3.3. Haziran-Ağustos döneminde uygulanacak ikinci sürekli besleme formülasyonları	29
Çizelge 3.4. Eylül-Ekim döneminde uygulanacak üçüncü sürekli besleme formülasyonları	30
Çizelge 3.5. Denemede kullanılan suyun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	36
Çizelge 3.6. Denemede kullanılan torfun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	37
Çizelge 4.1. Uygulamaların bitki büyüme parametreleri üzerine etkisi	43
Çizelge 4.2. Uygulamaların bitki büyüme parametreleri üzerine ÇK'ya görece etkileri (%)	43
Çizelge 4.3. Uygulamaların yaprak klorofil indeksi, yaprak alan indeksi ve yaprak sıcaklığı üzerine etkileri	47
Çizelge 4.4. Carrizo üzerine aşılı Meyer Limonlarının yapraktaki BBE içerikleri	52
Çizelge 4.5. Carrizo üzerine aşılı Meyer Limonlarının kökteki BBE içerikleri	52
Çizelge 4.6. Carrizo anacına aşılınmış Meyer limonlarında kök bünyesinde ve kök bölgesindeki (rizosfer) mikoriza sayımı.....	53
Çizelge 4.7. Carrizo anacına aşılınmış Meyer limonlarında kök bünyesinde ve (rizosfer) bakteri sayımı	55

1. GİRİŞ

Turunçgiller 40° Kuzey ve 40° Güney paraleller arasındaki bölgelerde üretimi yapılan en önemli meyve grubudur. Kuzey Yarımküre’ de, Kuzey ve Orta Amerika ile Akdeniz ülkeleri, Çin, Hindistan ve Japonya, Güney Yarımküre ‘de ise Güney Amerika, Güney Afrika ve Okyanusya’da ekonomik olarak üretilmektedir. Bugün ticari anlamda en çok tarımı yapılmakta olan turunçgil tür ve çeşitlerinin anavatanı Hindistan, Malaya, Güneydoğu Çin, Filipinler, Burma, Tayland, Endonezya ve Yeni Kaledonya gibi Asya'nın tropik ve subtropik bölgeleridir (Davies ve Albrigo 1994). Portakal, limon, mandarin, altıntop vb. ekonomik türleri içeren turunçgiller, Rutaceae familyasının, *Aurantioideae* alt familyasında **Citrus** cinsine aittir.

Dünya üzerinde yaklaşık 9.7 milyon hektar alanda 135.8 milyon ton turunçgil üretimi yapılmaktadır. Gerek ülkemiz gerekse dünya nüfusunun artışına paralel olarak diğer tarımsal ürünlerde olduğu gibi turunçgil üretiminde de artışlar olmaktadır. Dünyadaki en büyük turunçgil üreticisi ülkeler; sırasıyla, Çin (32.577 bin ton), Brezilya (19.735 bin ton) ve ABD (10.113 bin ton) dir (FAO 2015). Ülkemizde 2013 yılında 3,681 milyon ton olan turunçgil üretimi 2014-2015 sezonundaki 3.8 milyon ton üretim ile dünya ülkeleri içerisinde 9. sırada yer almaktadır (FAO 2015). Türkiye’deki bu üretimin %85’i Akdeniz, %14’ü Ege, %0,75 ‘i Batı Marmara ve %0,02’si ise Doğu Karadeniz bölgelerinden elde edilmektedir (TUİK 2014). Günümüzde toplam 132.741 ha alanda, 32 bin çiftçi tarafından turunçgil üretimi yapılmaktadır (Anonim 2016). Üretim miktarının bu derece yüksek olması gerek nitelikli bir fonksiyonel gıda, gerekse turunçgil grubu içerisindeki tür ve çeşitlerin farklı tüketim şekillerine (taze tüketim, meyve suyu, endüstriyel tüketim vb.) uygun olması, tüketici talebinin artmasını teşvik ederek üretimde sürekli bir artış sağlamaktadır.

Yaş meyve ve sebze ihracatımızın % 40’ını oluşturan turunçgiller, ihracat hacmi bakımından en önemli meyve grubunu oluşturmaktadır (Anonim 2016). Akdeniz ihracatçı birliklerinin 2016 yılı verilerine göre mandarin ve portakaldan miktar olarak %30, değer olarak ise %120’den daha fazla ihracatı gerçekleştirilen limon, turunçgil grubu içerisinde gerek miktar gerekse döviz hacmi olarak en fazla ihracatı yapılan türdür. Türkiye limon üretimi bakımından dünyada 8. Sırada, ihracat bakımından ise İspanya ve Meksika’dan sonra 3. sırada yer almaktadır. Burada FAO’nun istatistik verilerinde limon ve laym türleri birlikte verildiği, Meksika’nın da aslında önemli bir laym üreticisi olduğu göz önüne alındığında Türkiye’yi 2. büyük limon ihraç eden ülke olarak değerlendirmek mümkündür. Dünyada önemli limon üreticisi ülkeler üretim miktarlarına göre sırasıyla Hindistan, Meksika, Çin, Arjantin, Brezilya, İspanya, ABD ve Türkiye olarak sıralanmaktadır (FAO 2017). Dünya limon üretimi 2010-2014 yılları arasında 15 milyon ton düzeyinde yatay bir seyir izlemiştir. Ticareti ele alındığında ise Türkiye’nin üretimine kıyasla önemli bir ihracatçı ülke konumunda olduğu gözükmemektedir. Meksika ve İspanya’dan sonra aldığı %11’lik pay ile dünya limon ihracatında üçüncü sıradadır. Türkiye’nin limon üretiminin hemen tamamı Akdeniz ve Ege bölgesinde yer alan 5 ilde gerçekleşmektedir. Bu iller arasında %57’lik üretimle en büyük pay Mersin iline aittir. Diğer üretici iller ve üretim oranları Adana %18, Antalya %10, Muğla %8 ve Hatay %5 şeklinde dağılmaktadır (TUİK 2014).

Limon üretim zamanı ve pazarlaması üretici ülkelerin Kuzey veya Güney yarım kürede yer almaları yanında çeşitlerin erkenci veya geçici olmalarına göre yılın 12 ayına

dağılmıştır. Meksika daha çok laym ürettiği için dünya limon pazarında Türkiye'ye rakip olmamakla beraber İspanya pazardaki en önemli rakibi konumundadır. Bu nedenle Türkiye ürünlerini İspanyanın pazarı olan AB ülkeleri değil Rusya Federasyonu, Irak, Suudi Arabistan, Romanya ve Ukrayna'ya satmaktadır. Türkiye, İspanya ile birlikte, dış pazarda ürün hasadının alındığı döneme denk gelen Eylül-Mart ayları arasında aktif iken, yaz aylarında Arjantin ve Güney Afrika gibi Güney yarım küre ülkelerinin ihracata başlamasıyla birlikte dış pazardan çekilmek zorunda kalmaktadır. Türkiye son dönemlerde yıllık dört yüz bin ton limon ihraç ederken, limon ithalatı ise önemsiz düzeyde gerçekleşmiştir (Anonim 2015). Önemli ihraç çeşitlerimizi ise Enterdonat, Lamas, Kütdiken ve Meyer oluşturmaktadır. Meyer çeşidi Ağustos ayı sonunda hasat edilen en erkenci limon çeşididir. Bu nedenle limon ihracatımızın daha uzun bir döneme yayılmasına olanak sağlayacak potansiyelde olup, hasat döneminde sadece yatak limonu bulunması nedeniyle iç pazarda da yüksek fiyatlarda satılabilmektedir. Bu nedenle de son yıllarda üreticilerin en çok talep ettiği turunçgil fidan çeşidi konumundadır (Çizelge 1.1).

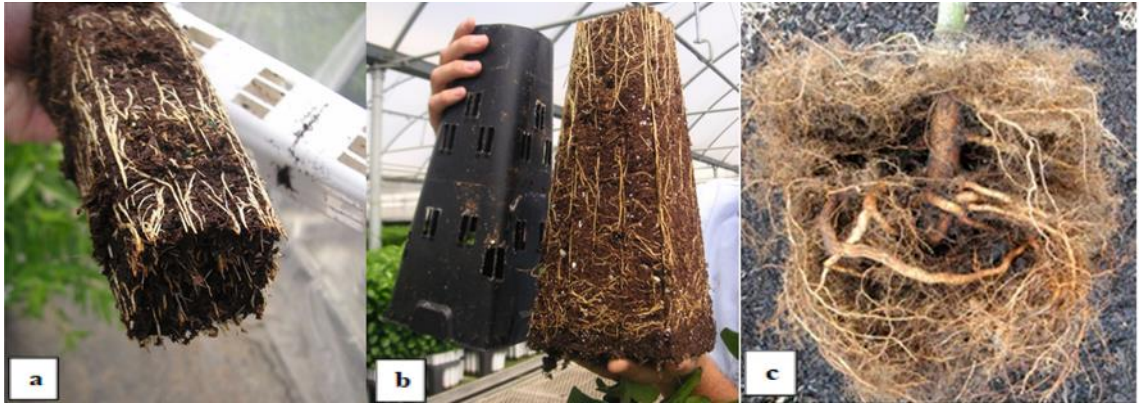
Çizelge 1.1. Turunçgil Fidan Sertifika Sayısının Yıllara ve Türlerine Göre Dağılımı

TÜRLER/					
YILLAR	2012	2013	2014	2015	2016
Altıntop	31.226	20.630	2.870	3.150	2.590
Limon	136.355	251.628	455.210	1.127.190	1.502.650
Mandarin	1.546.592	1.993.796	1.800.893	1.610.520	893.117
Portakal	416.053	264.513	127.486	158.704	109.490
TOPLAM	2.130.226	2.530.567	2.386.459	2.899.564	2.507.847

Turunçgil üretim bölgelerinde fidan gereksinimini karşılamak için her yıl yaklaşık 4 milyon adet turunçgil fidanı üretilmektedir. Bu fidanların büyük bir çoğunluğunu da (% 60) Hatay, Samandağ ilçesi Fidanlı Köyünde (mahallesinde) üretilmektedir. Bunların Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü'ne (TTSM) göre yaklaşık 3 milyon sertifikalı, kalanının da sertifikasız olarak üretilmektedir. TTSM'ye göre sertifikalı limon fidanı sayısı 2012 yılından 2016 yılına kadar sırasıyla 136.355, 251.628, 455.210, 1.127.190 ve 1.502.650 adet olmuştur. Başka bir deyişle limon fidanı üretimi son beş yılda giderek artmış ve 2016 yılında sertifikalı turunçgil fidanlarının %50'sini limon türü, bunun da çoğunu Meyer çeşidi oluşturmaktadır (Çukurova-Hatay fidanlıkları kişisel görüşme). Üretimde kaliteli ve yüksek verim alınan yetiştiriciliğe ancak sağlıklı ve ismine doğru üretilen fidanların kullanımıyla mümkündür. Fidan üreticilerinin tescil edilmiş damızlık anaç ve kalem parselleri olmadığından, virüsten ari sertifikalı fidan üretiminde Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün (BATEM) üretilip sattığı sınırlı sayıda çeşitlerden yine sınırlı sayıda ürettiği virüsten ari aşı gözüne bağlı bulunmaktadır. Virüsten ari aşı gözlerinin pahalı olması fidan maliyetini artırarak rekabeti olumsuz etkilediği için fidan üreticileri tarafından genellikle tercih edilmemektedir. BATEM dışında sadece Çukurova Üniversitesi Suptropik Meyveler Araştırma ve Uygulama Merkezi kendi ürettiği fidanlar için virüsten ari aşı gözü üretimi yapmakta olup, diğer fidan üreticilerine satmamaktadır. Fidan üreticileri damızlık

materyal olarak sağlık yönüyle kontrolsüz olan üretim parsellerini kullanmaktadırlar. Bu da üretilen fidanların sağlık ve kalitesi üzerinde şüphe doğurmakta ve ismine doğru, sürdürülebilir bir bahçe kurmayı tesadüfe bırakmaktadır.

Köklerde hava budama tekniği, taban kısmı olmayan saksılar içerisindeki fidanların toprakla irtibatı kesilerek yerden yükseltilmiş tezgâhlar üzerinde üretim esasına dayanan bir tekniktir (Şekil 1.1). Genellikle kökleri kılavuzlarla aşağıya doğru yönlendirilmiş saksıların kullanıldığı bu sistemde saksının tabanına ulaşan kökler havayla temas ettiğinde büyümesini durdurmakta ve saçak kök oluşmasını teşvik etmektedir. Bu sistem başta ABD ve İsrail olmak üzere tüm turunçgil üreten gelişmiş ülkelerde fidan üretiminin temel ögesi durumundadır. Fidan üretiminde fitosaniteri uygulamaları önemli temel kriterdir. Örneğin, ilk kez 2005 yılında görülen Greening (yeşillenme) hastalığının yıkıcı etkisinden sonra Florida'da açık ortamlarda ve yerden 70 cm'den daha az yükseklikte fidan üretimi yasaklanmıştır. Meksika'da 2009, Kaliforniya'da 2012 yılında ilk olarak görülen Çin merkezli bu hastalığın halen 33 ülkede varlığı saptanmış ve ülkemizde de görülmesi olası gözükmemektedir. En önemli yaş meyve ihracat kalemini oluşturan turunçgillerin, Greening ve CTV gibi hastalıklara karşı, bu hastalıklar gelmeden önlem alma çalışmalarının tamamlanması sektörün sürdürülebilirliği için büyük önem arz etmektedir. Ülkemizde hava budama tekniği ile turunçgillerde dâhil olmak üzere herhangi bir meyve fidanı üretimine ilişkin herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile ülkemizde ilk kez uygulanacak olan bu teknik, alınan pozitif sonuçlarla tüm dünyada olduğu gibi kamu kurumlarınca turunçgil fidan üretim yönergelerine girebilecek ve tüm Türkiye'de yaygın bir uygulama alanı bulacağı düşünülmektedir.



Şekil 1.1. Hava budama ile üretilmiş turunçgil fidan kökleri (a,b) ile kökleri dolanmış Meyer limonu (c)

Turunçgil fidan üretimi de dâhil olmak üzere herhangi bir tarımsal üretim sisteminin optimizasyonu, bu üretim modelinin teknoloji ile uyum içerisinde geliştirilmesine bağlıdır. Sağlıklı fidanlarla kurulan meyve bahçeleri sürdürülebilir meyveciliğin temel unsurunu oluşturmakta olup, gerek üreticinin gerekse ülkenin tarım ekonomisinin bekasında en önemli kuraldır. Turunçgil fidanı anaç ve kalem olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Sağlıklı fidanlarda anaç ve kalem arasında iyi bir uyuşma yanında aşı noktasında hastalık ve fizyolojik bozukluklar (aşı atması, iletim demeti tıkanması) fidanın yaşam sürecinde ortaya çıkmamalıdır. Turunçgil üretiminde anaç

kullanımı çok yaygın olmakla beraber, her yönden mükemmel bir anaç bulunmamaktadır. Akdeniz bölgesinin kireçli, yüksek pH' lı ve ağır topraklarının ideal anacı olan turuncun (*Citrus aurantium L.*) özellikle anaç-kalem kombinasyonları nedeniyle oluşan virüs hastalıklarıyla ilgili problemleri bulunmaktadır. Tristeza virüsü (Citrus Tristeza Virüsü-CTV) ve onun Brezilya ve Florida da yaptığı zarar buna güzel bir örnektir. 1930'lu yıllarda turunç üzerine aşılı Valencia çeşidinde 20 milyondan fazla ağacın ölümüne bu hastalık neden olmuştur. Bu ülkemizin portakal üretiminde markalaşmış ilçesi olan Finike'deki toplam portakal ağaç varlığının 10 katından daha fazlasına karşılık gelmektedir. CTV baskısı Akdeniz bölgesinde alternatif anaç çalışmalarını hızlandırmış ve CTV' ye dayanıklı olan *Poncirus trifoliata* kanı taşıyan Carrizo başta olmak üzere Troyer ve C-35 gibi sitranj anaçları (*Citrus sinensis x Poncirus trifoliata*) ön plana çıkmıştır. Fidan üretimi ve satışı yapan şirketlerle yapılan görüşmelerde Meyer limon çeşidinin Çukurova bölgesinde Turunç, diğer turunçgil yetişen bölgelerde Carrizo sitranjı üzerine aşılanmış fidanlarının tercih edildiği saptanmıştır. Her ne kadar anaç kalem uyuşması konusu çok iyi bilinmese de, Batı Akdeniz bölgesinin de içinde olduğu Çukurova dışındaki turunçgil üretim bölgelerinde Carrizo-Meyer kombinasyonunun kullanımı ve bu güne kadar anaç kalem konusunda olumsuz bir bilginin olmaması nedeniyle bu çalışmada Carrizo anacı tercih edilmiştir. Ayrıca bu projenin hazırlanmasının hâlihazırda geniş üretim alanlarına dikimi yapılan Carrizo üzerine aşılı Meyer bahçelerinde ortaya çıkacak olası sorunlara da ışık tutacağı düşünülmüş olup araştırma sonunda projede kullanılan fidanların bahçe performanslarının değerlendirilmesi de planlanmıştır. Bu iki konu araştırmanın özgünlüğüne katkı koymaktadır. Tüm bunlar göz önüne alınarak bu çalışmada turunçgil üretiminin %70'inin gerçekleştiği Doğu Akdeniz bölgesinde turunç anacına başarılı bir alternatif olarak kullanılan ve limon dışındaki diğer turunçgil türlerinde kullanılan Carrizo anacının kullanılması planlanmıştır.

Limon, turunçgiller içerisinde ihracatta en yüksek üretim potansiyeline sahip türdür. Araştırmada çeşit olarak turunçgil üreticileri arasında popülaritesi son yıllarda oldukça artmış olan Meyer limonunun kullanımı planlanmıştır. Bunun en önemli sebepleri; gerçek bir limon olmamasından (limon x portakal veya limon x mandarin) dolayı soğuklara ve uçkurutan hastalığına (*Phoma tracheiphila (Petri) Kanc. et. Ghik.*) daha dayanıklı, çalimsı ve küçük taç yapmasından dolayı sık dikime uygunluğu, verimli olması yanında her yıl düzenli meyve vermesi, yüksek meyve suyuna sahip olması (%38-45) ve erkenci (Ağustos ayının ikinci yarısından itibaren iç pazar için hasat edilebilmektedir) olması sıralanabilir. Ayrıca soğuklara karşı yüksek dayanımı, bu çeşidin Çukurova gibi limon üretimi için görece soğuk bölgelerde yetiştiriciliğine olanak tanıyarak limon üretimimizin Mersin ili içerisinde kısıtlı olan yetiştiricilik alanlarında sıkışmasını engelleyecek daha geniş alanlarda limon üretimi yapma olanağı sağlayabilecektir. Nitekim son yıllarda Çukurova Bölgesinde Meyer limonu ile yeni bahçe kurulumu hızla artmıştır. Diğer turunçgil türlerine göre İhracat olanağı ve katma değeri görece daha yüksek olan limonun üretim miktarının artmasıyla ülke ekonomimize pozitif katkı kaçınılmaz olacaktır.

Anaç kalem kombinasyonlarındaki uyum yanında sağlıklı bir turunçgil fidanı; ismine doğru, hastalık ve zararlılardan arı ve güçlü bir gelişme göstermelidir. Hastalık ve zararlılardan arı fidan üretiminin bir yolu fidan köklerinin toprakla temasını kesmektir. Ancak toprakla teması kesilen fidanlar daha zayıf gelişmekte ve cılız kalmaktadır. Bu da

bahçe tesis edecek üretici tarafından talep görmemesine neden olmaktadır. Bu nedenle turunçgil üretiminin büyük çoğunluğunun gerçekleştiği Doğu Akdeniz bölgesinde fidanların çoğunluğunun tüplü olarak üretilmesine rağmen kamu kurumları haricindeki fidan üreticileri, fidan köklerinin toprağa geçmesine izin verecek şekilde fidanlıklarını tesis etmektedirler. Körüksüz fidan torbası kullanılarak alt köşelerini makasla keserek çöğürlerin şaşırtılması sırasında oluşan kazık köklerin buradan kolayca toprağa nüfuz etmesi sağlanmaktadır. Bunun sonucunda da maliyeti daha düşük olası hastalıklara maruz kalmış ama güçlü görümlü ve üretici tarafından yoğun talep alan fidanlar üretilmektedir. Bu çalışmada turunçgil fidan üretimi yapılan fidanlıklarda hava budaması uygulanmış fidanlarla köklerin toprakla teması kesilerek toprak kökenli hastalık ve zararlılardan arı fidan üretilmektedir. Aynı zamanda toprağa temas etmeden üretilen fidanlarda görülen zayıf gelişmişlik sorunu topraksız fidan üretim tekniği içerisindeki farklı bitki besleme teknikleri ile aşılacak, kökü toprağa geçmiş fidanlarla rekabet edebilir fidan üretimi amaçlanmıştır. Bu teknikler ise çevresel faktörlerin göz önüne alınarak hazırlandığı topraksız tarım besleme formülasyonu yanında, farklı bakteri kombinasyonlarından oluşmuş mikrobiyal gübre ve mikoriza uygulamalarından oluşmaktadır.

Ülkemizde hava budama tekniği ile turunçgillerde dâhil olmak üzere herhangi bir meyve fidanı üretimine ilişkin herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ile ülkemizde ilk kez uygulanacak olan bu teknik, alınan pozitif sonuçlarla tüm dünyada olduğu gibi kamu kurumlarınca turunçgil fidan üretim yönergelerine girebilecek ve tüm Türkiye’de yaygın bir uygulama alanı bulacaktır. Hava budaması ile toprak kökenli hastalık ve zararlılardan arı fidan elde edilebilmektedir. Bu çalışma ile Türkiye’de turunçgil fidan üretimi yapılan tüm fidanlıklarda uygulanabilecek hava budama tekniğiyle toprak kökenli hastalık ve zararlılardan arı fidan üretmek amaçlanmıştır. Bu sistem fitosaniteri kuralları içerisinde üretim yapan İsrail ve ABD gibi ülkelerde kullanılması zorunlu olan bir fidan üretim tekniğidir. Ancak topraksız besleme uygulamaları, mikoriza ve mikrobiyal gübre kombinasyonlarıyla uygulamalar yaygın yapılmamaktadır. Ülkemizde bu yöntemin yaygınlaşmamasının en önemli sebebi ise fidan üreticisinin ekstra maliyetle üreteceği toprakla teması kesilmiş bu fidanların, kesilmeyenlere göre daha cılız kalması nedeniyle bahçe tesis edecek turunçgil üreticileri tarafından tercih edilmemesidir. Oysa topraksız tarım besleme programı ile mikoriza ve mikrobiyal gübre kombinasyonları sonucunda, fidanların bitki besin elementi kullanma etkinliği artacağı için topraklı ortamda üretilmiş fidanlarla rekabet edebilir gelişmişlikte fidan üretimi yapılacaktır. Bu kombinasyonlarla yapılmış başka bir çalışma olmaması bu çalışmanın özgün değerini daha da yükseltmektedir. Sadece Carrizo-Meyer limon kombinasyonu değil, ülkemizde hava budama tekniği ve tüplü fidan yetiştiriciliğinin karşılaştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu çalışma ülkemizde ilk kez yapılacaktır. Son zamanlarda üretim maliyetini düşürerek çiftçi bütçesine ve çevreye olan pozitif katkıları nedeniyle oldukça yaygın kullanım alanı bulan mikrobiyal gübre sadece bakteriyel kombinasyonlarla değil, farklı mikorizal mantar kombinasyonlarıyla da denenerek etkileri araştırılacaktır. Ayrıca yararlı bakteri kombinasyonları ve mikorizal mantar kombinasyonları karıştırılarak bu iki önemli grubun olası sinerjistik ve/veya antagonistik etkileri araştırılacaktır. Bu konunun da ilk kez denemesi çalışmanın özgünlüğüne başka bir gösterge olmaktadır.

Genel olarak, turunçgil fidan üretiminde hava budaması gibi modern teknikler kullanılmamakta olup, bu anlamda akademik bir çalışmaya da rastlanılmamıştır. Ayrıca hava budaması gerçekleştirilen fidanlarda kaliteyi artırıcı (topraksız besleme sistemi ile sürekli besleme, mikoriza ve mikrobiyal gübre kullanımı) uygulamalara ait ulusal ve uluslararası düzeyde de çalışmalar da maalesef bulunmamaktadır. Sayılan nedenler proje içeriğinin özgünlüğünü artırırken, proje çıktılarının da ülke ekonomisinde geniş bir yer bulacağı, fidancılıkta sürdürülebilir tarım imkânlarını geliştireceği, yeni tekniklerin üreticilere benimsetileceği ve böylece sağlıklı fidan kullanımı ile bahçe tesisinin garanti altına alınacağı görülmektedir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Turunçgil Fidan Üretimi

Sağlıklı fidanlarla bahçe tesisi, sürdürülebilir meyveciliğin temel unsurlarından birini oluşturarak, üreticiler ve ülkenin tarım ekonomisi bekasında önemli bir yer tutmaktadır. Diğer meyve türlerinde olduğu gibi turunçgillerde de fidan üretimi dâhil herhangi bir tarımsal üretim sisteminin optimizasyonu, bu sistemin teknoloji ile uyum içerisinde geliştirilmesine bağlıdır. Turunçgillerde de sağlıklı fidan; ismine doğru, güçlü bir gelişme gösteren, anaç kalem kombinasyonlarında sorunu olmayan, hastalık ve zararlılardan ari fidan olarak isimlendirilmektedir (Anonim 2001). Hastalık ve zararlılardan ari fidan üretiminde ise fidan köklerinin toprakla temasının kesilmesi en temel uygulamalardan birisini oluşturmaktadır (University of Florida, 2015). Bu nedenle, turunçgil fidanları genellikle tüplü fidan olarak üretilmektedir. Tüplü fidan üretiminin en önemli sebebi ise toprak kökenli hastalıklardan korunmak için köklerin toprakla temasının kesilmesi olarak nitelendirilmektedir. Bununla birlikte fidan üreticileri albenisi yüksek ve güçlü bir şekilde gelişmiş fidan üretimi için köklerin toprağa geçmesine genellikle izin vermekte ve hatta teşvik etmektedirler. Üretim sırasında toprakla temasın tamamen kesildiği durumlarda ise tüpün tabanına ulaşan kökler kıvrılmakta, fidanlar daha zayıf gelişmekte, cılız kalmakta ve bu da fidan alıcısı tarafından talep görmemesine neden olmaktadır (Kahlke vd. 2005). Bu nedenle ülkemiz turunçgil üretiminin büyük çoğunluğunun gerçekleştiği Doğu Akdeniz bölgesinde fidanların çoğunluğunun tüplü olarak üretilmesine rağmen kamu kurumları haricindeki fidan üreticileri, fidan köklerinin toprağa geçmesine izin verecek şekilde fidanlıklarını tesis etmektedirler. Körüksüz fidan torbası kullanılarak alt köşelerini makasla keserek çöğürlerin şaşırtılması sırasında oluşan kazık köklerin buradan kolayca toprağa nüfuz etmesi sağlanmaktadır. Bunun sonucunda da maliyeti daha düşük olası hastalıklara maruz kalmış ama güçlü görümlü ve üretici tarafından yoğun talep alan fidanlar üretilmektedir.

Turunçgil üretim bölgelerinde fidan gereksinimini karşılamak için her yıl yaklaşık 4 milyon adet turunçgil fidanı üretilmektedir. Bunların Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü'ne (TTSM) göre yaklaşık 3 milyonu sertifikalı, kalanı da sertifikasız olarak üretilmektedir. TTSM'ye göre sertifikalı limon fidanı sayısı 2012 yılından 2016 yılına kadar sırasıyla 136.355, 251.628, 455.210, 1.127.190 ve 1.502.650 adet olmuştur (TTSM 2017). Başka bir deyişle son beş yıl içerisinde sertifikalı limon fidanı üretimi giderek artmış ve 2016 yılında üretilen sertifikalı turunçgil fidanlarının %50'sini limon türü, bunun da çoğunu Meyer çeşidi oluşturmuştur. (Çukurova-Hatay fidanlıkları kişisel görüşme). Üretimde kaliteli ve yüksek verim alınan yetiştiriciliğe ancak sağlıklı ve ismine doğru üretilen fidanların kullanımıyla mümkündür. Fidan üreticilerinin tescil edilmiş damızlık anaç ve kalem parselleri olmadığından, virüsten ari sertifikalı fidan üretiminde Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün (BATEM) üretilip sattığı sınırlı sayıda çeşitlerden yine sınırlı sayıda ürettiği virüsten ari aşı gözüne bağlı bulunmaktadır. Virüsten ari aşı gözlerinin pahalı olması fidan maliyetini artırarak rekabeti olumsuz etkilediği için fidan üreticileri tarafından genellikle tercih edilmemektedir. BATEM dışında sadece Çukurova Üniversitesi Suptropik Meyveler Araştırma ve Uygulama Merkezi kendi ürettiği fidanlar için virüsten ari aşı gözü üretimi yapmakta olup, diğer fidan üreticilerine satmamaktadır. Fidan üreticileri damızlık materyal olarak sağlık yönüyle kontrolsüz olan üretim parsellerini kullanmaktadırlar. Bu

da üretilen fidanların sağlık ve kalitesi üzerinde şüphe doğurmakta ve ismine doğru, sürdürülebilir bir bahçe kurmayı tesadüfe bırakmaktadır.

2.2. Fidan Üretiminde Sürekli Besleme

Dünyada tarım alanları erozyon, çoraklaşma, yerleşim ve turizm alanları gibi nedenlerle her geçen gün azalmaktadır. Mevcut tarım alanları da yoğun yetiştiriciliğe bağlı olarak verimsizleşmekte veya hastalık ve zararlılarla bulaşık hale gelmektedir. Bu yüzden mevcut tarım alanlarında da üretim yapmak zaman geçtikçe daha da zorlaşmaktadır. Buna karşılık dünya nüfusu hızla artmakta her gün mevcut nüfusa yaklaşık 150 bin yeni birey eklenmektedir. 1950 yılında 2.5 milyar olan dünya nüfusu bugün 7.25 milyarı aşmıştır (Anonymous 2014). Bu artış sürdürülebilir gıda arzını zorlaştırmakta ve açlık tehlikesi kendini daha yakından hissettirmektedir. İşte bu noktada topraksız tarım alternatif ve toprağa bağımlı olmayan bir üretim biçimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Zira topraksız kültürde, yukarıda ifade edilen toprağa bağlı üretim kısıtlamaları ortadan kalkmaktadır (Savvas vd. 2013).

Topraksız yetiştiricilik genellikle seralarda ve otomasyon sistemleri kullanılarak yapıldığından üretim tamamen kontrollü ortamlarda gerçekleşir. Böylece yağış, sıcaklık, gereği gibi su ve gübre uygulanmaması gibi üretimi olumsuz etkileyen faktörler de devre dışı kalacağı gibi ihtiyaç duyulan işgücü de oldukça azalır. Özellikle açıkta sebze, süs bitkileri ve meyve fidanı yetiştiriciliğinde yabancı ot kontrolü büyük önem taşımakta ve ciddi bir işgücü gerektirmektedir. Yapılan araştırmalar meyve fidanı üretiminde kullanılan işgücünün yaklaşık yarısının yabancı ot mücadelesinde kullanıldığını ortaya koymuştur (Anonim 2005).

Bunun yanında topraksız kültürde toprakta yapılabilecek kadar su kullanılmaktadır. Öyle ki aynı miktarda gıda üretmek için topraksız yetiştiricilikte kullanılan su miktarı toprakta yetiştiriciliğin 1/20'sine kadar düşebilmektedir (Lakkireddy vd. 2012). Bu da özellikle su kaynaklarının her geçen gün azaldığı dünyamızda mevcut kaynakların randımanlı kullanılmasına imkân sağlamaktadır (Olympos 1999).

Bu çalışma ile turunçgil fidan üretimi yapılan fidanlıklarda hava budama tekniğiyle toprak kökenli hastalık ve zararlılardan arı fidan üretimi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, tüplü yetiştiricilik için türe özgü tüp kullanımına ilişkin çalışmaların yapılması gerektiği ve tüp hacimlerinin bitkinin beslenmesi ile doğrudan ilişkili olduğu bildirilmiştir (Rezende vd. 1995; Girardi vd. 2005). Nitekim Furlani vd. (2009), topraksız turunçgil fidan yetiştiriciliğinde 4-7 litre saksı hacminin uygun olduğunu bildirmişlerdir. Bu projede de 7 L'lik topraksız üretime ve hava budamaya uygun üst ölçüleri 16 x 16 cm, alt ölçüleri 12 x 12 cm ve derinliği 35 cm olan kare saksılar kullanılacaktır.

Ayrıca tüp veya saksıda fidan yetiştiriciliğinin, yüksek kök hacmi, aşı tutma oranının artması, gübrelemenin kolaylığı ve birim alanda üretilen bitki sayısının artışı gibi birçok avantajı bulunmaktadır (Platt vd. 1973). Toprak ile teması kesilmiş tüplü fidan yetiştiriciliğinde, patojen kontrolü ve fidan üretim zamanının kısılması sağlanmaktadır. Ayrıca toprak ile teması kesilmiş tüplü yetiştiricilikte fidanların daha sık olarak yetiştirilebilmesi birim alandaki bitki sayısını arttırırken, tüplü ortamın kök ve fidan gelişiminin kısıtlayabilmesi ise tüplü yetiştiriciliğin dezavantajları arasında gösterilmektedir (Gomes, 1989; Gouin, 1979). Ancak doğru gübreleme ve sulama ile bu

sorunun ortadan kaldırılabilir olup çalışmanın amaçlarından biri de budur. Ayan (2002), azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) gibi bitki besin maddelerinin hangi dönemlerde ve hangi miktarlarda kullanıldığının iyi bir fidan gelişimi için oldukça önemli olduğunu vurgulamaktadır. Nitekim gübrelemenin ilk 15. gününde P oranının artırılmasıyla kök gelişiminin; gelişme döneminde N oranının artırılmasıyla ise gövde gelişiminin daha iyi sağlayabilmesi bilinmektedir. Hava sıcaklığının düşmeye başladığı ve odunlaşmanın yani büyümenin yavaşladığı dönemde K oranının, diğer besin elementlerine göre fazla verilmesinin nedeni ise fidanların kışa hazırlanması, dona ve kuraklığa karşı toleranslı hale gelmesini sağlamaktır (Anonim, 2003; Eke, 2001). Toprakta yetiştiricilikte kullanılan gübrelerin etkinliği çok sayıda faktöre bağlıdır. Toprak tekstürü, pH, kireç içeriği, tuzluluğu, besin elementi düzeyleri vb. faktörler verilen gübrenin etkinliğini değiştirmektedir (Akgül, 2010). Bu nedenle toprakta yetiştiricilikte genellikle bitki ihtiyacından %50-80 oranda daha fazla gübre verilmekte, bu da toprakta, taban suyunda ve hatta bitkide kalıntı problemi yarattığından sürdürülebilir tarımı kısıtlamaktadır (Resh, 2013). Oysa topraksız tarımda bitkinin ihtiyacı olan tüm makro ve mikro besin elementleri, optimum koşullarda solüsyon şeklinde verildiğinden gübre etkinliği artarken, gübre kullanımı da azalmaktadır (Savvas vd. 2013). Dolayısıyla kısıtlı yetiştirme ortamında topraksız tarım besleme yöntemleriyle yetiştiricilikte, toprağa göre daha az su ve gübre kullanılırken, bitki verilen besinlerin tamamından yararlanmakta, herhangi bir kayıp yaşanmamaktadır. Ayrıca bu sistemde drenaj artıkları da kontrol edilebildiğinden çevrenin kirletilmesi en az düzeyde gerçekleşmekte (Olympos, 1999) ve böylece tarımın sürdürülebilirliği garanti altına alınmaktadır.

Toprakta yetiştiricilikte genellikle aynı toprakta uzun yıllar aynı ya da benzer ürünler yetiştirilmekte, bu durum toprağın tamponlama özelliğine rağmen zaman geçtikçe verimsizleşmesine neden olmaktadır. Tohum, fide, fidan, gübre, kültürel işlemlerin gerçekleştirildiği ekipmanlar, çevresel etmenler gibi faktörlerle her an toprağın hastalık ve zararlılarla bulaşma riski mevcuttur. Özellikle nematodlar, bazı kök hastalıkları gibi bulaştıkları toprakta uzun yıllar kalabilen hastalık ve zararlılar tarımsal üretimi sınırlandıran faktörler arasında yer almaktadır (Gül 2012). Örneğin; meyve fidanı üretilen fidanlıklarda uzun yıllar ara vermeden üretim yapılmakta ve üretilen fidanlar ülkenin her yerine dağıtılmaktadır. Fidanlığın kök kanseri veya bazı viral hastalıklar gibi karantinaya tabi bir etmenle bulaşık olması durumunda hastalığın son derece hızlı bir şekilde yayılması söz konusu olmaktadır. Ya da karantina gereği böyle arazilerde üretim yapılamamaktadır. Oysa topraksız kültürde üretim daha kontrollü ortamlarda yapıldığından dolayı hastalık ve zararlılarla bulaşma daha zor olmakta, bulaşma olduğunda da ya ortam kolayca dezenfekte edilebilmekte ya da yetiştirme ortamı tamamen değiştirilebilmektedir (Gül 2012; Savvas vd. 2013). Dolayısıyla sadece meyve değil, fidan yetiştiriciliğinde topraksız tarım imkânlarının kullanımı sürdürülebilir tarım imkânlarını artırmaktadır (Furlani vd. 2009). Nitekim dünyada 1970'li yıllarda, Türkiye'de ise 1995'li yıllarda Antalya'da başlayan ve günümüzde ülke olarak 700 hektara ulaşan topraksız tarım metotları daha çok sebze ve meyve üretiminde yoğunlaşmakta iken, maalesef fidan üretiminde yeterli yoğunlukta değildir. Ne kadar fidan üretimi tüpte yapılırsa yapılsın, kullanılan sulama ve besleme düzenlemesi bilinçli yapılmadığından dolayı bu metoda tam olarak topraksız demek mümkün değildir. Nitekim topraksız tarımda yapılan besleme formülasyonları, 'continuous feeding' (sürekli besleme) denilen besleme yönetimine bağlı olup, sulamalar fertigasyon olarak yapılmaktadır. Fertigasyonun başlama/bitiş saati, günlük sulama

sayısı/sıklığı/süresi/miktarı, bitki türü, gelişme aşaması, kullanılan substrat tipi ve miktarı ve en önemlisi de çevresel şartlara bağlı olarak değişmektedir (Adak 2009; Xiao vd. 2008; Nicola vd. 2015). Işık, bu anlamda en önemli çevresel faktör olup, bitkinin transpirasyonu topraksız tarımdaki besleme düzenlemesinin hesaplanmasında etkili en önemli faktördür (Adak 2009). Buna göre topraksız tarımda 'continuous feeding' ile yapılan besleme sistemi, Fertigasyon x Çevresel şartlar interaksiyonu baz alınarak yapılması gerekmekte, bu da klasik tüpte fidan yetiştiriciliği ile farkı ortaya koymaktadır. Ayrıca bu sistemde yapılan drenaj kontrolleri (pH, EC ve %) ile de yapılan yetiştiriciliğin doğruluğu ölçülebilmektedir. Buna ilaveten topraksız yetiştiricilikte, besleme sisteminin otomasyona bağlı olarak gerçekleşmesi, üretimin tamamen kontrollü koşullarda yürütülebilmesini de sağlamaktadır.

Klasik olarak meyve fidanı yetiştiriciliğinde yabancı ot kontrolü büyük önem taşımakta ve ciddi bir işgücü gerektirmektedir. Yapılan araştırmalar, meyve fidanı üretiminde kullanılan işgücünün yaklaşık yarısının yabancı ot mücadelesinde kullanıldığını ortaya koymuştur (Anonim 2005). Buna karşılık topraksız yetiştiricilikte yabancı ot mücadelesine az veya hiç gerek kalmamaktadır (Varış 2012). Topraksız tarımda tüm koşullar kontrol altında tutulduğundan ve yetiştiricilik için gerekli koşullar optimize edildiğinden bitki gelişimi ve verim klasik yetiştiriciliğe göre daha yüksek olmaktadır. Nitekim yapılan çalışmalarda genel olarak serada toprakta yetiştiriciliğe göre topraksız yetiştiriciliğin veriminin %20-25; bitki gelişiminin ise daha da fazla oranda arttığı bildirilmektedir (Resh 2013). Fidan üretiminde de bu tarım şeklinin kullanımının, fidan kalitesi üzerine etkili olacağı kaçınılmazdır (Pardossi vd. 2009; Jiménez-García vd. 2009; Furlani vd. 2009; Juárez vd. 2009; Gruda 2012; Hietaranta ve Karhu 2014; Lieten 2014).

Dünyada ve Türkiye'de topraksız kültürle günümüze kadar yapılan çalışmalar, daha çok sebze ve süs bitkileri ağırlıklı olarak yapılmış, çok yıllık bitkilerin yetiştiriciliği ise son derece sınırlı kalmıştır (Van Os vd. 2008; Sengupta ve Banarjee 2012). Çok yıllık bitkilerde yapılan çalışmalar çilek, gül gibi otsu ya da çalı formundaki odunsu bitkiler üzerinde yoğunlaşırken (Zieslin ve Snir 1989; Tagliavini vd. 2005; Adak ve Pekmezci 2011; Hazar ve Baktır 2014) az da olsa mango, turunçgiller gibi tropik veya subtropik meyvelerle de çalışılmıştır (Liang vd. 1993; Pereira vd. 2003). Bazı çalışmalar da açık arazide uygulama şeklinde gerçekleştirilmiştir (Falivene vd. 2005). Bu durumda çok yıllık bitkilerin uzun yıllar aynı ortamı işgal etmeleri, büyük ve geniş bir taca sahip olmaları, sağlam bir kök sistemine ihtiyaç duymaları ve yetişme ortamının ağaçları ayakta tutmaya yetecek katılık ve sağlamlıkta olma zorunluluğu etkili olmuştur. Bu bakımdan topraksız kültürün geniş alanlarda meyve ağaçlarının yetiştirilmesinde kullanımı pek pratik bulunmamıştır (Correa vd. 2012). Ancak meyve fidanı yetiştiriciliğinde durum farklıdır. Meyve fidanları üretim tekniğine bağlı olarak 1-3 yılda üretilmektedir. Eğer anaç olarak araziye dikiliyorsa birinci vejetasyonun sonlarına doğru (Eylül-Ekim ayında) aşılanmaktadır. İkinci yıl vejetasyon başında aşı noktasının üzerinden tepe kesimleri yapılmakta ve aynı yılın sonbaharında fidan olarak gelişmektedir. Bu teknikle iki yılda bahçe tesisi için hazır fidan elde edilmektedir. Topraksız besleme sistemi ile kontrollü bir şekilde fertigasyonun düzenlemesi süre üzerine de etkili olabilmektedir. Bu konuda Furlani vd. (2009), topraksız sistemde turunçgil fidanı üretiminde, N (200 ppm), P (30 ppm), K (180 ppm), Ca (150 ppm), Mg (30 ppm), S (40 ppm), B (0.3 ppm), Cu (0.5 ppm), Fe (2.0 ppm), Mn (0.5 ppm), Zn (0.3 ppm) ve Mo (0.1 ppm) besin solüsyonunu substrat,

su, anaç, kalem ve mevsime göre konfigürasyonlar yaparak kaliteli fidan üretimi amacıyla kullanmışlardır. Araştırmada, bu formülasyonda yetiştirilen bitki dokularının makro ve mikro besin elementlerinin belirlenmesiyle, bitki sağlığı ve besin formülasyonunun uygunluğu da belirlenmiştir.

Çok yıllık bitkiler özellikle meyve ağaçları, büyük taç oluşturmaları, üretim için geniş alanlara ihtiyaç duymaları, buldukları yeri uzun süre işgal etmeleri ve ayakta durabilmek için sağlam bir ortama ihtiyaç duymaları gibi nedenlerle topraksız tarımla yetiştirilmeleri pek pratik bulunmamıştır (Correa vd. 2012). Nispeten daha küçük taçlanan ağaçlarda bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda Melgarejo vd. (2006), topraksız kültürle incir yetiştirmişler, yetiştirme ortamı olarak perlit kullanmışlardır. Araştırmacılar hektara 26.666 ve 34.293 bitki olmak üzere 2 farklı dikim sıklığı denemişler ve sonuçta geleneksel yetiştiricilikte 4500 kg/ha/yıl olan verimi 81384 kg/ha/yıl'a çıkardıklarını ifade etmişlerdir.

Liang vd. (1993), 56 ve 87 cm boyunda silindirik varillere kum doldurmuşlar ve mango ağaçlarını 3 yıl boyunca topraksız kültürle yetiştirmişlerdir. Araştırmacılar çalışmada ağaç gövdeleri en fazla 4 cm büyüdüğünü, bu koşullarda yetiştiriciliğin sorun çözücü olmadığını bildirmişlerdir.

Morgan ve Kadyampakemi (2012), son yıllarda hidrofonic tekniklerle geleneksel yetiştiriciliğin kombine edildiği açık hidrofonic sistemlerin uygulanmaya başlandığını, bu sistemlerde yetiştiricilik toprakta yapılmakla birlikte beslemenin hidrofonic sistemlerde olduğu gibi bütün besin elementlerinin dengeli bir şekilde verilmesi esasına dayandığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar açık hidrofonic sistemde yetiştirme ortamında optimum koşullar sağlandığından birim alana daha fazla ağaç dikilebileceğini ve verimin önemli oranda artacağını, örneğin turuncgillerde yaptıkları bir çalışmada birim alana %30 verim artışı sağladıklarını, taç gelişiminin ve meyve kalitesinin de arttığını ifade etmişlerdir.

Correa vd. (2012), meyve fidanı üretiminde topraksız tarımın birim alanda daha fazla fidan üretilmesi, kaliteli ve üniform bir yetiştiricilik yapılabilmesi nedeniyle toprakta yetiştiriciliğe önemli bir alternatif olabileceğini, başta ılıman iklim meyve fidanları olmak üzere birçok meyvenin fidanlarının topraksız tarımla kolayca yetiştirilebileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar armut, şeftali, mandarin, ananas, guava ve ponkan gibi meyve fidanlarının topraksız kültürle üretildiği çalışmaların bulunduğunu, ancak özellikle kullanılan besin solüsyonu içeriğinin patent gerekçesiyle çalışmaları yapanlar tarafından paylaşılmadığını ifade etmişlerdir.

Souza vd. (2011), Okinava şeftali anaçı ile Aurora ve Diamente şeftali çeşitlerini kullanarak yaptıkları çalışmanın ilk aşamasında anaçların büyüme ve gelişmesini takip ederken 2. aşamasında aşılardan sonraki fidan gelişimini incelemişlerdir. Çalışmada birer haftalık arayla ölçümler gerçekleştirilmiş ve başlangıçta 4.15 cm olan fidan boyu 12 haftanın sonunda 78.67 cm'ye, fidan çapı ise 5.73 mm'ye ulaşmıştır. Vermükülit doldurulmuş 20 cm derinliğinde ve 5 cm çapındaki plastik kaplarda yürütülen çalışmada her iki çeşitte de %100 aşı başarısı sağlanmış en yüksek büyümeyi ise Aurora çeşidi göstermiştir.

Şirin vd. (2010), topraksız kültürde incir fidanı yetiştirmek için uygun ortamı belirlemek için yaptıkları çalışmada, perlit, torf+perlit ve ince talaş ortamlarını denemişlerdir. Araştırmacılar yüksek tünel içinde 8 ay boyunca gözlemlenen bitkilerde torf+perlit ve perlit ortamlarında en kaliteli fidanı elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Kılınç vd. (2007), topraksız kültür ile incir fidanı üretiminde farklı besin solüsyonlarının etkilerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada 5 farklı besin solüsyonu denemişlerdir. Araştırmacılar Hewitt ve Hoagland besin solüsyonlarının yüksek tünel altında ve açıkta en iyi fidan gelişimini sağladığını ifade etmişlerdir.

2.3. Fidan Üretimi ve Hava Budama

Saksılarda (içine ortam konularak bitki yetiştirilen malzemeler: tüp, bez torba) fidan üretimi, Güney Kaliforniya'da İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra eve dönen askerlerin taleplerini karşılamak için başlamış, ekoloji değişikliklerinden dolayı oluşan sorunlara çözüm araştırma sürecinde de üretim teknikleri geliştirilmiş 1960'lardan sonra da daha yoğun araştırmalar başlamıştır (Whitcomb, 2003).

Saksıda üretiminin, geleneksel toprakta üretime göre birçok avantajı vardır (Gilman ve Beeson 1996; Harris ve Gilman 1991). Bunları; köklere zarar verilmeden kolay nakledilmeleri, daha başarılı bahçe tesis edilmesi, düşük işgücü ve arazi maliyetleri ile pazarlama süresinin genişlemesi olarak sıralanabilir. Ancak kök büyümesini ve işlevi ile kök morfolojisini değiştirebilir. Saksılarda yetiştirilen bitkilerin kökleri standart üretime göre daha yüksek sıcaklık ve nem dalgalanmalarına maruz kalmaktadır. Kök morfolojisindeki değişikliklerin temel sebebi ortamların havalandırma ve su tutma kapasitesinin saksı özellikleriyle interaksiyonundandır. Bir plantasyonun başarılı bir şekilde tesisi genellikle kullanılan bitkilerin kök sağlığı ile ilişkilidir. Saksıda üretimin standart üretime göre en büyük avantajı, plantasyon tesisindeki başarısıdır (Gilman 2001; Nillson ve Orlander 1995).

Saksılarda yetiştirilen bitkilerin kök sistemi bütündür ve şaşırma stresi toprakta üretilen çıplak köklü fidanlara göre minimal düzeydedir. Çıplak köklü bitkilerin söküm ve hazırlanması sırasında, su ve besin maddesi alımında önemli rol oynayan ve kök bölgesinin % 30'unu oluşturan ince köklerin çoğu toprakta kalır, kaybolur veya zarar görür (Thomas 2000).

Saksıda üretimin toprakta üretime göre birincil avantajının yetiştirilen bitkilerde daha sağlam ve fonksiyonel bir kök sistemi oluşturması varsayılırsa, saksıda kök büyümesini etkileyen faktörlerin iyi anlaşılması büyük önem taşımaktadır (Mathers vd. 2007).

Avantajları olumsuzluklardan daha ağır basabilmesine rağmen geleneksel toprakta üretime kıyasla saksıda üretiminin çok sayıda dezavantajı vardır. Bunları; saksı, ortam ile yükselen gübre ve işçilik maliyetleri, ortam gözenekliliği nedeniyle artan sulama suyu gereksinimi (Nichols ve Alm 1983), kök gelişmesindeki bozulma (dolanma) ve kısıtlamalar ile kış soğuklarından korunma gereksinimi (Davidson vd. 2000), olarak sıralanabilir. Diğer bir olumsuzlukta çevreye yüksek miktarda atık madde salınımıdır (Garthe ve Kowal 1993).

Saksıda üretimin en büyük zorluklarından biri, ortam, su, gübre ve saksı hacminin sınırlayıcı faktörler olabileceği bir ortamda, bitkinin hızlı bir şekilde büyümesini sağlamak iken, bir diğeri de; saksıya dikme, bunların nakil ve elle yapılan sulama gübreleme, budama ve yabancı ot mücadelesi için gereken yüksek iş gücü harcamalarıdır (Davidson vd. 2000).

2.3.1. Kök dolanması

Fidan dikiminde çok uzun süre sonra dahi kök ve gövdeye zarar verebilmektedir (Harris vd. 2004). Yan duvarları delikli veya kumaş saksıların kullanımıyla oluşan "Havayla Kök Budaması" (HKB), kök ucunun ölmesi veya modifiye olması nedeniyle kök dolanmasını engellemektedir (March ve Appleton 2004). Kök dolanması bitkilerin üretim sezonundan daha uzun süreler saksıda kalmasından dolayı ortaya çıkmakta olup, saksının düz olan yan duvarları ve ortamın sıkışması ile daha da şiddetlenebilmektedir (Zahreddine vd. 2004). Dolanmış yoğun bir kök kitlesi ile "Saksı-düğümü" oluşturmuş bitkiler, arazide daha yavaş gelişmekte ve kök dolanmasının etkisi yıllarca devam edebilmektedir. Maynard vd. (2000), kök dolanmasının saksı içerisinde geçirilen zaman ile kök kontrol yönteminin sonucu olduğunu öne sürmektedir.

Kök dolanmasının diğeri olası bir nedeni köklerin daha az kolonize olduğu merkezden aşağı doğru büyümesini teşvik eden saksı tasarımları olabilmektedir (Ferrini vd. 2000). Aşağı doğru kök büyümesi daha az kök dolanması ve bükülmesi ile sağlam kök uçlarına sahip daha iyi bir kök sistemi ile sonuçlanmaktadır (Fiorino vd. 1998).

Kök deformasyonunu azaltmak için saksı iç yüzeylerine (Stromberger 2002) dikey sırtlar açılması (yivler) ve $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (Arnold ve Struve 1989a) gibi kimyasal uygulamaları geliştirilmiştir. Bunların dışında da kumaş saksılarda delikler açma (Appleton 1993), kazık köklerde erken dönemde budama ile HKB kombinasyonları (Arnold ve McDonald 1999) gibi stratejiler kullanılarak kök deformasyonlarını azaltmaya gidilmiştir.

Toprak yüzeyinden kök sistemine kadar olan derinlik kök dolanmasını etkilemektedir, çünkü kökler, toprak yüzeyine yakın yeterli oksijen olan bölgelerde büyürler. Köklerin yüzeye çıkması da genellikle köklerin normal dışı doğru yayılan büyüme yeteneklerini kaybetmesine neden olur (Johnson ve Hauer 2000). Gövdeye doğru yayılan kökler daha sonra Gövdeye Dolanan Kökler (GDK) haline gelebilir. GDK'ler zamanla büyürler ve toprağın altında kalan gövdenin sıkışarak su ve besinlerin altında zorluk çekerler (Harris vd. 2004). Bu sıkışma bir boğma etkisi yaptığı için kalan kök sisteminin gelişmesinde genel bir düşüşü olur ve su ile besin maddesi taşınımında bloke olabilir (Johnson ve Hauer 2000).

2.3.2. Saksı Özellikleri

Kök büyümesi saksının hacmi kadar ortam ile sınırlı olduğundan, saksı özellikleri kök ve bitki büyümesini önemli ölçüde etkilemektedir. Küçük bir kök büyüme hacminin kısıtlandığında kök ve sürgünler arasındaki hassas denge bozulabilmektedir (NeSmith ve Duval 1998). Bozulan bu dengenin bitki büyümesi üzerinde kısa ve uzun vadeli etkileri olabilmektedir. Saksıda yetiştirilen bitkiler genel olarak toprakta yetiştirilen bitkilerden daha farklı kök morfolojisine sahiptirler (NeSmith ve Duval 1998). Kök kısıtlamaları,

birincil köklerin azalması ve yan köklerin ise artmasına neden olabilmekteyken (NeSmith ve Duval 1998), saksı tipleri de kök dağılımını değiştirebilmektedir (Marshall ve Gilman 1998).

Bilderback ve Fonteno (1991), saksı geometrisi ve ortam seçiminin su tutma kapasitesi ve ortam havalanmasında çok belirgin bir etkiye sahip olduğunu gözlemlemiştir. Saksının yüksekliği ve genişliği azaldıkça, su tutma kapasitesi artarken, ortam havalanması azalmaktadır. Toplam gözeneklilik, kullanılmayan su içeriği ve hacimsel yoğunluk gibi saksının alt tabakasına ait özellikleri, boyuttan etkilenmemektedir. Tüm saksıların alt kısmında, toplam kök büyüme alanını daha da kısıtlayan asılı bir taban suyu seviyesi oluşmaktadır (Mathers ve Leidenfrost 1995). Bu asılı taban suyu seviyesi saksıda kaç tane drenaj deliği olursa olsun saksı tabanındaki ortamın tüm gözenek boşluklarının su ile doldurulduğu bir alandır. Saksının derinliği arttıkça, kabın altındaki bu suyla doymuş asılı taban suyu seviyesinin etkisi azalmaktadır. Nitekim toplam pot büyüklüğü içerisinde daha küçük bir yüzde oranı oluşturmaktadır.

Kısa saksıdaki ortamlarda uzunlardakine göre daha düşük ortam havalanması mevcuttur. Daha derin saksılarda daha büyük toplam ortam havalanması ve daha düşük su ile dolu gözeneklere sahip olması nedeniyle en iyi optimum havalandırma ve drenaj ortamına sahiptir. Derin saksılar için yapılan bir eleştiri köklerin saksı içinde yanal olarak büyümemesi ve dikimden sonra yavaş büyümesidir. Ancak, derin saksılarda yanal kök gelişiminin olmaması, kök dolanmasından kaynaklanan bir sorun olabilmekte ve kökü dolanmış bitkiler, araziye dikimden sonra normal büyümeyi geri kazanamamaktadır. (Appleton 1993, 1995).

2.3.3. Saksı Boyutu

Saksı boyutunun kökler üzerine etkisi onun geometrik şekli ile içindeki ortamın hacmine bağlıdır. Saksı hacminin; yaşam alanı, su, hava ve besin maddeleri gibi temel bitki büyüme gereksinimlerini sınırladığı bildirilmiştir (Swanson 1995). Dar ve derin saksıda yetiştirilen bitkiler anormal kalınlıkta bir kazık kök oluşturabilir (Zahreddine vd. 2004). Kök bozulmaları ve dolanmaları, saksı tasarımından ve kısıtlı hacimlerinden de oluşabilir. Farklılaşmış kök morfolojisi küçük ortamlı saksılarda daha da belirgin olabilir ve bitkileri kuraklık stresine daha da hassaslaştırabilir (NeSmith ve Duval 1998).

Saksı büyüklüğü ile bitki gelişmesi arasındaki pozitif ilişki; çim (Meyer ve Cunliffe 2004), *Flex cornuta*, *Euonymus japonica* ve *Rhododendron spp.* (Keever vd. 1985) ile *Euonymus kiautschovia* (Dubik vd. 1990) bitkilerinde gösterilmiştir.

Saksı boyutu ortam sıcaklığını da etkilemektedir. Saksı büyüdükçe merkezdeki sıcaklıkla kenarlardaki sıcaklık farkı artmaktadır (Wright vd. 2001). Hatta küçük saksılarda oluşan yüksek sıcaklıklar saksı yetiştiriciliğinde ölüm oranlarını artırabilmektedir (Martin vd 1991). Saksıdaki bitki kökleri yazın saksı duvarlarının aşırı ısınmadan zararlanabilmekte ve/veya kış soğuklarına karşı da daha hassas olabilmektedir (Whitcomb 2006).

Greene vd. (2001), farklı bitki türlerinin büyümesini farklı malzemelerle kaplı saksılarda karşılaştırmıştır. Örtü malzemeleri saksı ortamının sıcaklığını azaltmakla birlikte standart siyah saksılarda daha sıcak ortamdaki bitkiler daha iyi kök ve yeşil aksam

geliştirmişlerdir. Bu bitki gelişmesi ile köklerin sıcaklık stresi arasındaki ilişkinin beklenenden daha karmaşık olduğunu göstermektedir.

Siyah plastik saksılar güneş radyasyonunu emer ve yüzey sıcaklığı artar. Bu da köklerde stres oluşturabilir. Odunsu bitkiler, kök sıcaklıklarını 15-27 C arasında tercih ederler (Johnson ve Ingram, 1984) ve kök gelişimi 30 C'den yüksek sıcaklıklarda yavaşlar (Mathers 2003c). Kök büyümesi 39 C'nin üzerinde durur (Johnson ve Ingram 1984; Mathers 2003c). Ortam sıcaklıklarının 50 °C'den daha yüksek olabilmekte (Ingram vd. 1989; Martin vd. 1989; Mathers 2000) ve 51 °C sıcaklıkta *Ilex crenata* (Japon Holly) kökleri 30 dakika gibi kısa sürede öldüğü gözlenmiştir (Martin vd. 1989). Yüksek kök bölgesi sıcaklıkları, bitki hasarı ve ölüm oranını artıran hastalık ve böcek aktivitesini de artırabilmektedir (Ranney ve Peet 1994; Webber ve Ross 1995). Bitki türleri kök bölgesi sıcaklıklarına farklı tepkiler vermekle beraber uzun süreli yüksek sıcaklıklara bir kez maruz kalan bitki kökleri (6 saat) 45 ° C'de kısa süreli (4 saat) sıcaklıklara birçok kez maruz kalanlara kıyasla daha zararlı bulunmuştur (Wong vd. 1971).

Bitki türlerinin yüksek kök bölgesi sıcaklığına farklı tepki göstermektedir (Wilkins vd. 1995; Griffin vd. 2004). Yüksek kök bölgesi sıcaklıkları, bitki metabolik faaliyetlerini olumsuz etkileyerek, büyümede gerileme ve/veya ölümlere neden olabilir (Martin vd. 1989; Ranney ve Peet 1994). Saksı ve onun rengi kök bölgesi sıcaklıklarını artırırken, sulama ısınmayı azaltmakta ve gün ortasında yapılan bir uygulamayla ölümcül sıcaklıklar hafifletilebilmektedir (Martin ve Ingram 1991).

Sonuç olarak, çok sayıda birbiriyle etkileşen abiyotik faktörler saksı üretimi sırasında odunsu bitkilerin kök gelişimini etkileyebilir (Mathers vd. 2007). Saksı üretiminde kök büyümesi üzerinde en büyük etkiye sahip olan faktörler saksının özellikleri ve sıcaklığıdır. Kök morfolojisi üzerindeki saksı etkileri tam olarak bilinmemekte ve bu konuda daha fazla araştırmalara gereksinim bulunmaktadır. Bu araştırmalar belirli ürün amaçlarına yönelik optimal saksı konfigürasyonlarının ve tiplerinin geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Odunsu bitkilerde meydana gelen abiyotik stres ve buna bağlı ölümlerin büyük bir kısmı kök sorunları ile bitkinin strese karşı koyan organlarının tahrip olmasının sonucudur. Fidanlıklarda saksı üretiminin giderek artması, saksılarda üretilen bitkilerin kök büyüme ve fonksiyonunun optimizasyonu ile abiyotik stres faktörlerinin minimizasyonunu fidanlıkların uzun vadeli başarısı için olağanüstü önemli olduğunu göstermektedir (Mathers vd. 2007).

2.4. Bitkisel Üretim ve Mikroorganizmalar

2.4.1. Bitkisel Üretimde Mikrobiyal (Bakteri) Gübre

Bitki Gelişimini Uyarıcı Kökbakterileri (Plant Growth Promoting Rhizobacteria – PGPR-) terimi ilk kez Kloepper ve Schroth (1978) ve Kloepper vd. (1980) tarafından kullanılmıştır (Bashan ve Holguin 1998). PGPR doğal olarak oluşan toprak mikroorganizmalarıdır, köklere yerleşmekte ve bitki gelişimini artırmaktadırlar (Burr vd. 1978; Suslow 1978; Kloepper vd. 1980; Kloepper ve Schroth 1981a,b; Zhang vd. 2004; Lucy vd. 2004). Birlikte yaşadıkları konukçu bitkilerin gelişimini arttıran, geniş bir toprak kökenli bakteri dizisini ifade etmektedir. PGPR'ler pratik uygulamalarda mikrobiyal gübre (biyogübre) diye isimlendirilen preparatları kullanılmaktadır. Mikrobiyal gübre terimi kabaca, mikroorganizmaların bitkilerin topraktan mineral besin maddelerini

almasını sağlayacak ya da arttıracak şekilde kullanılması olarak anlaşılmaktadır. Mikrobiyal gübre özelliği gösteren PGPR'lar, doğrudan bitkiye besin sağlayabildikleri gibi dolaylı olarak da bitkinin gelişimini uyarabilirler. Pek çok PGPR bitkilerin gelişimine bazı patojenlerin gelişmesini kontrol ederek de katkıda bulunurlar (Whipps 2001; Zehnder vd. 2001).

Tarımda mikrobiyal gübre veya biyogübrelerin kullanılması 1990'lı yıllarda başlamıştır. Son yıllarda biyolojik gübrelemenin kapsamı genişlemiş ve serbest yaşayan, bitkisel gelişimi teşvik eden, biyolojik savaş ajanı veya biyogübre olarak kullanılan bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR)'de kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde doğal biyogübrelemenin tüm dünyada bitkilere yapılan azot desteğinin yaklaşık % 65'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir (Güneş vd. 2009). Bu bakteriler yoluyla yılda yaklaşık 172 milyon ton azot toprağa bağlanmaktadır ve bunun 110 milyon tonu simbiyotik azot bağlayıcı bakterilerle, geri kalan 62 milyon tonu ise serbest olarak yaşayan bakteriler tarafından toprağa bağlanmaktadır. En etkili azot fikse eden bakteri ırkları *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium* ve *Allorhizobium* cinslerinde mevcuttur. Bu bakterilerin hepsi baklagil bitkileriyle birlikte simbiyoz oluşturmaktadırlar (Güneş vd. 2009). Bununla beraber fosfor çözücü bakteriler ile mikoriza fungusları da, tarımda kullanımları artan diğer mikroorganizmalardandır.

Toprakların doğal yapılarında bulunan ve toprakta yetişen bitki türleri ile simbiyotik veya non-simbiyotik yaşayarak havanın serbest azotunu konukçu olduğu bitkinin hizmetine sunan *Rhizobium spp.* bakterileri ile azotobakterler gibi bakterilerin yanında toprak fosforunu elverişli hale getiren fosfat çözücü bakteriler ve mavi-yeşil algler vb. mikroorganizmaların hepsi "biyogübre" olarak adlandırılıp tarımda mikrobiyal aşı materyallerinin hazırlanmasında kullanılmaktadırlar. "Biyopestisitler" olarak adlandırılan diğer bir mikroorganizma grubu da bitkinin doğal savunma mekanizmasını artıran bazı bileşiklerin üretimini teşvik ederek patojenlere karşı direnci geliştirmektedir (Cebel 2004; Güneş vd. 2009).

PGPR'ler genellikle kök sisteminde kolonize olarak bitki gelişimini düzenlemekte ve zararlı rizosfer mikroorganizmalarını baskı altında tutmaktadırlar (Sıddıqui 2006; Güneş vd. 2009). PGPR'ler tohum çimlenmesi, kök gelişimi ve bitkinin sudan yararlanmasına da çok önemli katkılar sağlamaktadır. Bu rizobakteriler büyüme hormonlarını üreterek ve faydalı mikroorganizmalar lehine rizosferde mikrobiyal dengeyi değiştirerek doğrudan veya mineral madde oranını düzenleyerek dolaylı olarak bitki gelişimini etkileyebilmektedir. Bakteriyel, fungal ve nematod hastalıklarını geniş ölçüde baskılamakta, ayrıca viral hastalıklara karşı koruma sağlamaktadırlar (Sıddıqui 2006; Güneş vd. 2009).

PGPR kavramı daha çok *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aereobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Artrobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia* ve *Xanthomonas* cinslerini kapsamaktadır. Biyolojik gübre etmeni olarak PGPR'ın çok yüksek bir potansiyele sahip olduğu, çeşitli bitki, iklim ve toprak koşullarında faydalı olabileceği ortaya konulmuştur (Taban vd. 2005; Çığ 2010).

Aslında *Bacillus spp.* toprakta bol miktarda bulunmakla birlikte, topraktaki bakteri sayısını abiyotik ve biyotik birçok faktör etkilemektedir. Literatürde *Bacillus*

subtilis uygulamasını takiben patojenlerin saldırısının azalması ve verimin artmasına ilişkin pek çok mekanizma açıklanmaktadır (Kilian vd. 2000). Bitkilerde gelişmenin uyarılabilmesi için kök bakterilerinin kökleri kolonize etmesinin şart olduğu ileri sürülmektedir (Kloepper ve Beauchamp 1992). Verim artırıcı etki başlıca şu mekanizmalarla gerçekleşmektedir: bakteriler bitkilerde büyüme hormonlarının üretimini ve fosfor gibi bazı minerallerin alınımını artırır; etilen sentezini engeller; siderofor, vitamin ve antibiyotik üretirler ve bitkilerde hastalıklara karşı dayanıklılığı uyarırlar (Lemanceau ve Alabouvette 1993; Pal vd. 2000; Chen vd. 1996; Romeiro 2000).

Gübrelerle verilen fosforun büyük bölümü hızla bitkilerin faydalanamayacağı formlara dönüşebilmektedir. Bu fosforun bitkiler için alınabilir forma dönüştürülmesi fosfor çözücü bakteriler tarafından yapılabilmektedir. Topraktaki birçok organizma grupları değişik reaksiyonları kullanarak, bağlı P'yi çözünebilir P'ye dönüştürebilirler. Kullanılabilir fosforu düşük ve kaya fosfatları veya trikalsiyum fosfat ile ıslah edilmiş topraklarda fosfat çözücü mikroorganizmalardan (*Bacillus polymixa*, *Pseudomonas striata* ve *Bacillus firma*) biyolojik inokulant olarak yararlanılmaktadır. Azot bağlayıcı ve fosfat çözücü bakteri uygulamaları, rizosferde N ve P miktar ve alımını arttırmaktadır (Çığ 2010).

Bugün dünyanın pek çok ülkesinde PGPR'lerin bitkilerde verimi artırıcı etkisi üzerinde çalışılmaktadır (Chen vd. 1996; Arias 2000; Luz 2000; Romerio 2000; Wall 2000). Çeşitli kültür bitkilerinde verim artırıcı bakterilerle yapılan bu türden çalışmalar Çin'de 1979 yılında başlamış ve 1985'te de geniş çapta tarla uygulamalarına geçilmiştir (Chen vd. 1996). PGPR'nin çimlenme oranı, kök büyümesi, verim, yaprak alanı, klorofil içeriği, Mg, N içeriği, protein, hidrolik aktivite, kurağa dayanım, sürgün ve kök ağırlıkları ve yaprakta kopma tabakasının oluşumunun gecikmesi suretiyle bitki büyümesine fayda sağladığı belirlenmiştir (Lucy vd. 2004). Bazı çalışmalarda, özellikle *Azospirillum*, *Azotobacter spp.*, *Bacillus spp.*, *Pseudomonas spp.* ve *Bradyrhizobium* ile inokulasyonun arpa, domates, biber vb. bitkilerde kök yüzey alanında, kök kuru ağırlığında ve verimde önemli artışlara neden olduğu saptanmıştır (Carletti 2000).

Seçilen PGPR'ler ile yapılan tarla denemelerinde, kanola ve soya fasulyesinde tohum çıkışının kontrole kıyasla % 10-40 artış gösterdiği belirlenmiştir (Kloepper vd. 1986). PGPR'lerin patates bitkisinin ağırlığını % 500 artırdığı saptanmış (Kloepper vd. 1980; Kloepper ve Schroth 1981b) olmakla birlikte, verim artışı genellikle % 10-15 arasında gerçekleşmektedir. Tarla denemeleri, PGPR'lerin buğdayda % 11 (De Freitas ve Germida 1992) ve kanolada % 18 (De Freitas vd. 1997) verim artışına neden olduğunu ortaya koymuştur. Bazı *Pseudomonas* PGPR'lerin hıyarda meyve ağırlığını % 18 artırdığı saptanmıştır (McCullagh vd. 1996). Fosfor çözücü bakterinin (*Bacillus megaterium*) domates bitkisinin verimi ve fosfor alımı üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, fosfor çözücü bakteri verim ile fosfor, demir, çinko ve bakır alımını artırmıştır (Turan vd. 2004). *Bacillus subtilis* BEB-13bs (BS13) ile inokule edilen domates bitkilerinde, verim ve meyve kalitesinde (büyüklük, sertlik) kontrole kıyasla artış olduğu rapor edilmektedir (Mena-Violante ve OlaldePortugal 2007). *Bacillus subtilis* izolatları üzerinde yapılan çalışmalar, rizobakter metabolitlerinin domates fidelerinin biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılık/toleransını indüklediğini ortaya koymuştur (Bochow ve Dolej 1999).

Fosfor çözen kök bakterilerinin kanola (*Brassica napus cv. Legend*) bitkilerinin gelişimi ve P alımı üzerine etkisi saksı denemeleri ile araştırılmış ve test edilen bakterilerin bazılarının bitki uzunluğunu ve bakla verimini artırmasına karşın, P alımını artırmadığı saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar, P-çözen kök bakterilerinin kanolada kullanımlarının mümkün olduğunu göstermekle birlikte, P'un eriyebilir hale geçmesinin bitki gelişiminde artış sağlayan esas mekanizma olmadığını ortaya koymuştur (De Freitas vd. 1997).

Kök bakterilerinin çok yıllık bitkilerde de verim artırıcı etkileri saptanmıştır. Eşitken vd. (2003) *Bacillus OSU 142*'nin kayısı (Hacıhaliloğlu) ağaçlarında verimi artırma potansiyelinin olduğunu rapor etmektedir. Araştırmacılar tam çiçeklenme aşamasında ağaçlara bakteri uygulamasının yaprakların besin elementi içeriği (N, P, K Ca ve Mg), sürgün uzunluğu ve verimde kontrole kıyasla önemli düzeyde artış meydana getirdiğini saptamışlardır. 2000 ve 2001 yılındaki ortalama verim artışı kontrol uygulamasıyla kıyaslandığında sırasıyla %30 ve %90 olmuştur.

Erzurum'da 2003 – 2005 yılları arasında yürütülen bir çalışmada doğal olarak yetişen ahududu bitkilerine 2 farklı *Bacillus straini -OSU142* (N2 bağlayan) ve M3 (N2 fikse eden ve P çözücü)- teksel olarak veya birlikte uygulanmış ve verim, bitki gelişimi, yaprakların besin elementi içerikleri ile toprakta besin elementi kapsamındaki değişimler incelenmiştir. Kök bölgesine M3 ve /veya OSU-142 inokule edilen ahududu bitkilerinde sırasıyla, kontrol bitkilerine kıyasla, verimde %33.9 ve %74.9 artış gözlenmiştir. Bakteriyel uygulamalar bitki yapraklarının element içeriğini ve topraktaki toplam N, kullanılabilir P, K, Ca, Mg, Fe, Zn miktarını ve pH'yı olumlu şekilde etkilemiştir. Çalışma başlangıcında 1.55 kg P₂O₅/da olan topraktaki kullanılabilir P içeriği OSU-142 uygulaması ile 2.83 kg P₂O₅/da'ya, M3 uygulaması ile 5.36 kg P₂O₅/da'ya ve OSU-142 + M3 uygulaması ile 4.71 kg P₂O₅/da'ya yükselmiştir (Orhan vd. 2006).

Eşitken vd. (2006) kiraz (*Prunus avium L. cv. 0900 Ziraat*) yetiştiriciliğinde *Pseudomonas BA-8* ve *Bacillus OSU-142*'nin teksel ve birlikte etkilerini inceledikleri çalışmanın sonucunda adı geçen bakterilerin verim, bitki gelişimi ve besin elementi alımını artırıcı etkilerinin olduğunu rapor etmektedirler.

2.4.2. Bitkisel Üretimde Mikoriza (Mantar)

Mikoriza Yunancada *myco* (fungus) *rhiza* (kök) kelimelerinin birleşmesi anlamıyla ilk olarak 1880'lerde Albert Bernhard Frank tarafından kullanılmıştır. Mikoriza aslında bitkiler ile simbiyotik bir yaşam kuran zengin türlerden oluşmuş bir mantar cinsidir. Sporları aracılığı ekosisteme özgü yeni türlere evrilerek bitki türlerinin %95'ten fazlasının (200-250 bin bitki türü) kökleri ile bu simbiyotik yaşamı oluşturmaktadırlar (Daniels vd. 1981; Bagyaraj 1991). Hatta bazı bitki türleri Mikoriza bulaşık olmaması durumunda yaşamını devam ettirememektedirler. Saçak kök sistemine sahip olmayan bitki türleri düşük bir kök yüzey alanına sahip olduklarından, BBE absorbe alanları da düşük olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı bitkiler rizosfer pH'sının değiştirilmesi, kök salgıları, kök morfolojisi ve fizyolojisinde değişimler yaratması ve mikroorganizmalarla simbiyotik yaşam oluşturmak gibi doğal adaptasyon mekanizmaları oluşturmuşlardır. Bitki-mantar arasındaki simbiyotik ilişki ekosistemdeki döngü yanında, mikorizaya bağımlı bitki türlerinin yaşamlarının devamlılığının teminatı konumunda olmaktadır (Ortaş 1997; Killham 1995; Bagyaraj ve Manjunath 1981; Harley ve Smith

1983). Mikoriza hifleri çok ince yapısı ile köklerin giremediği ince porlara girerek su ve besin elementlerinden yararlanabilmektedirler. (Bagyaraj ve Manjunath 1981; Harley ve Smith 1983; Jeffries ve Dodd 1991; Hooker ve Atkinson 1996; Marschner 1995; Mosse 1981).

Mantarın simbiyotik yaşamdaki işlevinin mekanizması su ve besin maddesi alımını sağlayan yüzey alanını hifleri sayesinde çok yüksek oranda artırmasıdır. Böylece kökün temas alanı dışındaki yerlerden de BBE hifleri ile alarak bitkinin organlarına taşınmasına yardımcı olmaktadır. Kolonize olmuş Mikoriza mantarının her bir cm köküne karşılık 100 cm²'ye kadar hif oluşturmakta olup bu da BBE ve su alımına çok büyük katkı sağlamaktadır. Toprakta en yavaş hareket eden BBE olan P'nin toprakta yetersiz olduğu veya fikse edildiği durumlarda kökler tarafından alımı son derece güç olmaktadır. Bitki mantara enerji kaynağı olarak karbonu sağlarken, mantarda bitkiye BBE'den başta azot, fosfor, potasyum olmak üzere bölgemiz topraklarında bitkilerin alımında sorun yaşanan demir, çinko, bakır ve molibden gibi önemli mikro elementlerin alımını sağlamaktadır (Ortaş 1998a; Bonfante ve Perotto (1995)'ya atfen Ortaş 1998b). Mikoriza mantarlarının turunçgil bahçe tesisi sırasında kullanımı, üretimde uygulanacak olan kimyasal gübre miktarını azaltarak, üretim maliyeti ve ülke ekonomisine katkı yaparken, çevre ve insan sağlığını olumlu yönde etkilemektedir (Üstüner 2001). Araştırmalarda, BBE'leri alımının kökler yanında genellikle Mikoriza olarak bilinen ve laboratuvarında tanımlanan yoğun hif üretimine sahip Mikoriza cinsine ait mantar türleri tarafından alındığı saptanmıştır (Koide 1991; Smith ve Read 1997; Ortaş 1996, 1997).

Mikorizalar bitkilerdeki enfeksiyon şekilleri ile kök içindeki morfolojik ve fizyolojik yapıları itibarıyla taksonomik özellikleri yönünden beş grup olarak (Ektomikoriza, Endomikoriza (Arbusküler Mikoriza), Ectendo-mikoriza, Orchidaceae mikoriza ve Ericaceae mikoriza) sınıflandırılmaktadır (Bagyaraj ve Manjunath 1981). Taksonomik farklılıklar BBE alımında farklılık yaratabilmektedir (Killham 1995). Enfeksiyon şekli itibarıyla ise mikorizalar endo ve ekto-mikoriza türleri olarak sınıflandırılmaktadır. Ekto-mikoriza daha çok yüksek yapılı orman ağaçlarının kök yapılarında bulunmakta olup, mikorizanın hifleri hücreler arası boşlukları doldurması ile bilinmektedirler (Bagyaraj 1991; Killham 1995; Harley ve Smith 1983). Kökün dış yüzeyinde ise kökçük görünümdeki çokça dallanmış hifler oluşmaktadır (Mosse 1981). Bunların çevresindeki toprakları enfekte ederek daha dışarda bulunan besin elementlerinden yararlanmaktadır (Jeffries ve Dodd 1991).

Endo-mikoriza ise ekto-mikorizanın aksine kortekste hem hücreler arası boşlukta hem de hücre içi boşlukları enfekte etmektedirler (Harley ve Smith 1983). Mantar kortekste geliştiği için ortamda lipitçe zengin "vesiküler" denilen oval şekilli yapılar oluşturulmaktadır. Vesiküllerin dışarıdan alınan besin elementlerini depo ettiği ve gereksinime göre içeriye saldırdığı düşünülmektedir (Bagyaraj ve Manjunath 1981). Ayrıca hücre içlerinde de "arbüsküler" denilen ve ağaçların kök dağılımına benzeyen yapılar oluşmaktadır (Mosse 1981). Mikorizanın arbüsküler yapısını kullanarak dışarıdan aldığı besin elementlerini bitki dokularına aktardığı düşünülmektedir. Endo-mikorizanın birçok türü olmasına rağmen en yaygın olanları vesiküler-arbüsküler mikoriza (VAM)'lar olup bunlar vesiküler ve arbüsküler oluşturdukları için bu isim verilmiştir (Ortaş 1996). VAM türü Mikorizalar ekosistemlerde oldukça yaygın buldukları için üzerlerinde yoğun olarak çalışılmıştır. Sporları, yapıları ve bitki enfeksiyon şekilleri farklılık göstermektedir ve alt sınıflar olarak yeniden sınıflandırılmaktadırlar (Daniels vd. 1981).

Mikorizal kolonizasyon bitkilere BBE'leri sağlamaları yanında (Cavagnaro vd. 2006; Singh vd. 2001) fotosentez hızında, ikincil metabolitlerin sentezi ve stres koşullarında enzim aktivitelerinde artış meydana getirdiği (Wu ve Xia 2006), toprak kökenli zararlılara karşı dayanıklılığı artırdığı gösterilmiştir (Poza ve Azcon-Aguilar 2007). Mikoriza bitkinin kuraklığa karşı toleransını da arttırmaktadır. Bunun doğrudan hifler aracılığı ile ya da bitki fizyolojisi ve morfolojisi üzerindeki etkileri nedeniyle kök büyümesi veya kılcal kök oluşumunun teşvik edilmesi ile ilgili olduğu rapor edilmiştir (Davies vd. 1992; Drüge ve Schönbeck 1992). Mikoriza bitki köklerini diğer patojenik organizmalara karşı koruduğu gibi çevre faktörlerinin yarattığı ağır metal toksisitesi ve tuzluluk gibi streslere karşı da bitkiyi koruyarak ve bitkinin direncini arttırmaktadır (Harley ve Smith 1983; Abbot vd. 1992).

Turunçgil gibi mikorizaya bağımlılık gösteren çok yıllık bitkiler dikim öncesi mikoriza ile enfekte edildikleri zaman ömürleri boyunca mikoriza enfeksiyonu taşımakta ve simbiyotik yaşamlarına devam etmektedirler (Menge 1982; Chang ve Chien 1990). Turunçgil anaçlarının mikorizaya bağımlılığı çok geniş bir dağılım göstermektedir (Menge vd. 1978a; Graham vd. 1993 1994). Türler bazında keskin bir genelleme yapmak oldukça güç olabilmektedir. Örneğin hızlı gelişen anaçların yavaş gelişenlere göre daha yüksek bağımlılık gösterdiği bildirilirken (Graham ve Syvertsen 1985), Taştekin ve Dalkılıç (2008) bunun tersi olarak hızlı büyüyen kaba limon anacının daha yavaş gelişen turunca göre mikorizaya daha az bağımlılık gösterdiğini rapor etmişlerdir. Ancak mikoriza uygulanalarla uygulanmayanlar arasında bir genelleme yapılabilmektedir. Örneğin ABD koşullarında mikoriza uygulanan turunçgil fidanlarının mikorizasız fidanlara göre 6 ay daha erken bahçeye aktarılabilir düzeye gelebilmektedir Lin vd. (1987)'a atfen Ortaş (1998b).

Ortam olarak Torf (3 kısım) ve Nevşehir pomzası (1 kısım) kullanımının turunç çöğürlerinin şaşırtılmasında iyi bir kök yapısı için kriter olan kök kuru ağırlığı, aşılama için kriter olan gövde çapı ve iyi bir fidan göstergesi olan fidan (kalem) çapının, tohum ekim yastığı veya şaşırtma döneminde 50 g (500 spor/bitki) mikoriza karışım doz uygulamasının oluşturduğu bildirilmektedir (Taştekin ve Dalkılıç 2008). Özbek ve Dalkılıç (2017) üç yapraklı (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) anacının 4 farklı harç ortamındaki (kontrol, mikoriza, solucan gübresi, mikoriza+solucan gübresi) performansı değerlendirilmiş ve mikorizalı ortamın çap kalınlığını olumlu yönde en fazla etkileyen ortam olduğunu bildirmişlerdir.

Arslan vd. (2003)'ya atfen Taştekin ve Dalkılıç (2008), üç turunçgil anacı, iki harç ortamı ve beş mikoriza türü ile yaptıkları çalışmada, turunç ve kaba limonda *Glomus fasciculatum* türünün çöğür gelişiminde etkili olduğunu bildirmektedirler. Turunçgillerde zamklanma hastalığına (*Phytophthora citrophthora*) karşı kök enfeksiyonlarında *G. clarium* uygulaması ile belirli bir oranda olumlu etki sağlanmıştır. %42.2'lik bu etki, toprak kökenli bir hastalık etmeni olan *P. citrophthora*'nın mücadelesinde çok tatminkâr bir sonuç değildir. Ancak mikoriza uygulaması birçok araştırmada ortaya konduğu gibi, artan kök yüzeyi, fosfor absorpsiyonundaki artış, yer rekabeti, köklerde sağlanan kimyasal ve morfolojik değişimlerle elde edilen kuvvetli gelişmeye bağlı olarak sağladığı avantajları ile diğer bazı mücadele yöntemleri ile entegre edilmesi gereken önemli alternatiflerden birisidir (Camhoş 2003).

Mikoriza ile enfekteli fidanlar, araziye dikim sırasında şaşkırtma şokuna, su ve diğere stres faktörlerine daha toleranslı olmakta, düşük verimli topraklarda bitki gelişimi daha iyi sağlanmakta ve fidan üretimi sırasında özellikle fosfor, çinko ve bakır kullanımını büyük oranda azaltmaktadır. Yapılan bir çalışmada, mikoriza uygulanmış ancak hiç P gübrelenmesi yapılmayan Brezilya turuncu bitkileri, 50 kg/da P gübrelenmesi yapılan mikorizasız bitkiler ile eşit büyüklükte gelişmişlerdir (Menge vd. 1977; Menge 1982).

Mikoriza inokulasyonu çok yıllık turunçgil ağaçlarının köklerine genellikle tohum ekimi veya çöğür şaşkırtılması sırasında uygulanmaktadır. Olumlu etkileri ve ekonomikliğı nedeniyle hiçbir girdi gereksinimi olmayan ve doğal gübre olarak bilinen mikorizanın kullanımı gelişmekte olan ülkelerde yaygınlaşma potansiyeli bulunmaktadır. Virüssüz turunçgil fidanlarının yetiştirilmesi sırasında, mikoriza inokulumu ile enfekte edilen bitkiler ortamdaki BBE'den daha iyi yararlanmakta, hastalık ve zararlılara karşı dirençleri artmakta ve daha sağlıklı bir gelişme göstermektedir (Ortaş 1998a). Özkan vd. (2004) Turunç (*C. aurantium*) ve Troyer (*C. Sinensis L. Osb. x P. trifoliata*) anaçlarına mikoriza uygulamasının çöğür gelişimine etkisini araştırdıkları çalışmada; kontrol, mikoriza inokulumu (*G. sp.*), fosforlu gübreleme (300gr P₂O₅ / m³ harç), mikoriza inokulumu+fosforlu gübreleme uygulamalarının yapıldığı denemede torf/kum/pomza (6/2/1) ortamında, cam sera koşullarında bitki yetiştirdikleri deneme sonucunda; mikoriza ile enfekte edilen bitkilerin gelişiminin, fosforlu gübre verilenlerle aynı şekilde artış gösterdiği, belirlenmiştir.

Tuzlu alanlardan alınan doğal mikorizaların kültür bitkilerinde uyum sağladığı ve bitki gelişimi ile bitki besin elementleri alımına destek olduğunu belirlenmiştir. Ancak, yapay ortam koşullarında (andezitik tüf: toprak: kompost - 6:3:1 v/v) yetiştirilen bitkilerde mikorizaların daha iyi çalıştığı ve mikoriza aşılmasının belli bir doza kadar tuz ilavesi sonucu oluşan strese cevap verdiği belirlenmiştir (Biçici 2011).

Değişik mikoriza türlerinin turunç bitkisinde fosfor ve çinko alımına etkisi araştırılmış ve *G. clarium* ile aşılana bitkilerin diğere mikoriza türleri ile inokule edilenler ve kontrole göre çok daha fazla bu besinleri aldığı ve bitki boyu gelişimi açısından da etkili olduğu saptanmıştır (Ortakçı 1999). Mikorizayla beraber artan dozlarda uygulanan fosfor konsantrasyonları bitki boyları ile negatif bir ilişki göstermiştir. Mikorizasız uygulamalarda ise artan dozlarda uygulanan fosforun bitki boylarını arttırdığı belirlenmiştir. Mikorizasız anaçlar çok yüksek oranda fosfor gübresi verilmediğı süresince çok zayıf gelişmiş veya hiçbir gelişme göstermemişlerdir. Mikorizanın tek başına ve fosforla birlikte uygulanması, yeşil aksamda yaş ve kuru ağırlığı artırıcı bir etki gösterirken mikorizanın çinko ile birlikte uygulanmasında bu artırıcı etki görülmemiştir.

Turunçgiller genellikle vegetatif olarak çoğaltılmaktadır. Tohum ve çelik yöntemleriyle çoğaltılabilirlerse de, özellikle toprak ve iklim koşulları ile hastalıklar nedeniyle, sağlıklı anaç yetiştirme ve çiftçilere sunma zorunluluğı doğmaktadır. Anaçlar çevre ve toprak koşullarına, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılıklarında farklılık göstermektedir. Sürdürülebilir turunçgil yetiştiriciliğı açısından toprak yönetimi, çevre faktörleri ve diğere biyolojik parametrelerin bir bütünsellik içerisinde yürütülmesi gerekir (Timmer ve Duncan 1999).

Virüsten ari olarak üretilen turunçgil fidanlarının yetiştirilme esnasında veya dikiminde mikoriza inokülümü ile enfekte edilmesi, bitkilerin erken gelişme döneminde iyi bir kök gelişimi sağlayacaktır. (Smith ve Read 1997). Buda bitkinin ortamdaki BBE'den daha iyi yararlanmasına hem de hastalık ve zararlılara karşı bitkinin direncini artmasına neden olacak ve uzun vadede daha sağlıklı bir bitki yetiştirilmiş olacaktır (George 2000; Ortaş 2003).

Bitki köklerinin mikoriza ile enfekte olması sonucu, kök uzunluğu artmakla birlikte köklerin ömürleri uzamakta, bunların sonucu bitkiler daha sağlıklı ve uzun süreli beslenmektedirler. ABD koşullarında değişik mikoriza çeşitlerinin *Citrus volkameriana* ('Volkamer' limonu) fidanı gelişimine ve su alımına etkisi araştırılmış ve farklı topraklarda mikoriza aşılmasının etkilerinin, farklı olduğu belirlenmiştir (Fidelibus vd. 2000).

Yüksek düzeylerde P uygulaması koşullarında, turunçgil bitkisinin mikorizadan yararlanamadığı ve mikoriza oluşumunun gerilediği rapor edilmiştir (Graham vd. 1996). Hooker ve Atkinson (1996) yaptıkları çalışmada, mikoriza enfeksiyonunun meyve ağaçlarının kök büyümesi ve dallanmasını teşvik ettiğini belirtmişlerdir. Brezilya koşullarında 6 farklı dozda P uygulaması koşullarında, değişik mikoriza türleri ve karışık kültür uygulaması, Cleopatra mandarin bitkisinin büyümesini artırdığı ve bitki dokusunun Ca, Mg, Cu ve Mn içeriklerini düşürdüğü rapor edilmiştir (Rocha vd. 1994). Reddy vd. (1996) 13 farklı mikoriza türünün kireçli topraklardaki etkisi bakımından en etkin mikoriza türünü belirlemeye yönelik yürüttükleri çalışmada *G. macrocarpum*, *G. mosseae*, *Acaulospora laevis*, *G. caledonicum* ve *Gigaspora margarita* türlerinin biyomas, bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı ve bitkideki P ve Zn alımını önemli derecede artırdığı ve bu türlerden *G. macrocarpum* ve *G. mosseae* türlerinin ise en iyileri olduğunu belirlemişlerdir. *G. intraradices* ile aşılanmış turunç bitkilerinin fidanlarının değişik orandaki tuzlu su uygulamasındaki tuz stresinin etkisini azalttığı belirlenmiştir (Ezz ve Nawar 1993). Mikorizanın Zn ve fosfor alım mekanizması birbirine benzer olup, mikorizal hifler aracılığı ile kazandırdığı P ve Zn'nın çoğunu, kök bölgesi (rizosfer) dışından sağlamaktadır (Kothari vd. 1991; L1 vd. 1991b; Marschner 1993). Bitkilerin fosforla beslenmesinde olduğu gibi Zn'den daha iyi yararlanmasında, birinci derecede bitki kök büyümesi ve kök yüzey alanı etkin rol almaktadır (Jungk 1991). Bu nedenle Zn alımında bitki kök gelişmesinde kılcal köklerin geliştirilmesi ve mikoriza hiflerinin üretilmesi son derece önemlidir. Mikorizal inokulasyon, bitki dokusundaki Ca, Na, N ve K içeriğini azaltırken P, Cu ve Zn içeriğini artmıştır (Fonseca vd. 1994). Başka bir çalışmada, bitki dokusunun B içeriğinin, Rangpur lime'da yüksek, fakat Cleopatra mandarin'de ise düşük düzeylerde gerçekleştiğini belirlemişlerdir. VAM inokulasyonu, bitkinin K içeriğini her iki anaçta artırırken, S içeriği Rangpur laymında düşük Cleopatra mandarinin'de ise yüksek ölçülmüştür (Fonseca vd. 1994). Antunes ve Cardoso (1991) mikorizal enfeksiyonun, turunçgillerin kuru madde verimi ile P ve K içeriğini önemli ölçüde arttırdığını göstermişlerdir.

Turunçgillerde bitki sağlığıyla fungal enfeksiyonun düzeyi arasında bir ilişki olup, en sağlıklı bitkilerin en yüksek mikoriza kolonileşmesinde olduğu saptanmıştır (Michelin vd. 1993). Üç yapraklı (*Poncirus trifoliata*) turunçgil anacı üzerinde 18 farklı mikoriza türlerinin etkinliği denenmiş ve ölçümler sonunda en fazla bitki boyu, kuru madde miktarı, P, Zn ve Cu içerikleri yönünden farklı türlerin farklı yanıtlar gösterdikleri belirlenmiştir (Vıyanak ve Bagyaraj 1990 a ve b). Farklı turunçgil türlerinin *G.*

intraradices türü ile aşılansmış ve her türün kendi arasında değişik sonuçlar verdiği görölmüşür (Graham ve Syvertsen 1985). Diğer bir çalışmada 11 farklı mikoriza türünün *Citrus sinensis* üzerine uygulanması sonunda, toprak altı ve üst organların yapılan tüm ölçümler çerçevesinde, tüm türler arasında *G. epigaeum* mikoriza türünün en iyi tepki gösteren tür olduğu anlaşılmıştır (Chang ve Chien 1990). Turunç ve Troyer sitranjı anaçlarında mikoriza, fosfor ve mikoriza+fosfor uygulamalarının etkisiyle bitki boyu, kök yaş ve kuru ağırlığı ile gövde kuru ağırlığı önemli oranda artmıştır (Özkan vd. 2004).

Steril koşullarda turunçgil fidanlarının bodur kalmasını önlemek için, yapılan fosfor uygulamasının mikoriza uygulaması kadar etkili olmadığı Ezz ve Nawar (1994) tarafından rapor edilmiştir. Kaliforniya turunçgil araştırma merkezinin yaptığı bir çalışmada, fidanların mikoriza ile aşılansması durumunda, fosfor gübrelemesinin 2-3 kat azaldığı ve böylece çok fazla karlılık sağlandığı görölmüşür.

Sedir fidanının büyüme, gelişme ve besin elementleri alımına mikoriza aşılansmasının etkisini belirlemek amacı ile sera koşullarında sterilize edilmiş ve edilmemiş üç değişik yetiştirme ortamında, orman ekosisteminden izole edilen üç farklı mikoriza mantarı türünün (*Lactarius delicious*, *Hebeloma crustuliniforme*, *Tricholoma ustale*) iki değişik aşılansmasının (tohum ekimi aşamasında ve fide dikimi aşamasında) etkilerini inceledikleri çalışma sonucunda, Mikoriza aşılansmasının sedir fidanı gelişimine ve besin elementleri alımına önemli katkılar sağladığı belirlenmiştir (Tüfenkçi 2007).

Uçgun vd. (2009) MM 106 Elma anacında uygun mikoriza türü ve bu mikorizalar için uygun ortam belirlemeyi amaçladıkları çalışma sonucunda; ilk yıldaki bitki boyu, bitki çapı ve enfeksiyon yüzdesi hariç, diğer ölçümlerde uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli bulunmadığını, mikorizaların olumsuz toprak koşullarında daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

G. mosseae ve *G. intraradices* VAM'ların büyüme ve '5 BB', '1613 C' '41 B' ve *Vitis vinifera* L. cv. 'Early Cardinal' asma köklerinin yapraklarının beslemesine etkisini, inceledikleri çalışma sonucunda, Özdemir vd. (2010) *G. Mosseae* sürgünlerin daha iyi büyümesine, *G. intraradices* kök gelişimine, yapraktaki P ve Zn konsantrasyonunun daha iyi olmasına neden olduğu ortaya konmuştur. Bu nedenle, *G. intraradices* P ve Zn eksikliğinin baskın olduğu özel bölgelerde element eksikliğinin üstesinden gelmek için asmalarda yardımcı olacağını bildirmektedirler.

Mikoriza uygulamasının etkinliğini görmek amacıyla; sera şartlarında *G. mosseae* türü mikoriza (500 adet spor/saksı) tohum ekimi esnasında uyguladıkları çalışmada, mikoriza aşılansmasının kudret narı bitkisinde bitki fosfor ve demir alımına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. mikoriza aşılansmasının klorofil miktarı, fosforlu gübre uygulaması ve demirli gübre uygulaması, üzerine etkili olduğu belirlenmiştir (Akay ve Karaarslan 2012).

Ertan vd. (2007) Mikoriza uygulaması topraksız ilek üretiminde bitki gelişimi, meyve kalitesi ve özellikle de erkenci verim bakımından olumlu etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir.

Kaçar vd. (2010) VAM'nin kiraz bitkilerinin köklerinin, doku kültüründe besin alımında ve büyümesinde, iklimleştirme ve bitki tesisi kurma sırasında etkisini

araştırdıkları çalışmada, doku kültüründen normal ortama taşınma sırasında, mikorizanın bitki büyümesine yardımcı olabileceği ve mikorizalı kiraz köklerinin daha sağlıklı, çinko ve fosfor içeriğinin daha yüksek ve *G. mosseae* en etkili (VAM) türü olduğunu, Çukurova Bölgesi'nden elde edilen yerli (VAM)'nin bitki büyümesini ve besin alımını önemli bir şekilde arttırdığını bildirmişlerdir.

Akgün (2003) farklı mikoriza uygulamalarının antepfıstığı anaçlarının kök ve gövde gelişimi üzerine etkilerini, *Pistacia vera*, *P. khinjuk*, *P. terebinthus* ve *P. mutica* anaçlarında araştırmışlardır. Mikoriza uygulamasının gövde çap gelişimi üzerine etkili olduğu; özellikle *G. caledonium*'un gövde yaş ağırlığını ve gövde kuru ağırlığını arttırdığı; *P. vera* ve *P. khinjuk* anaçlarında *G. etunicatum* uygulamasının yaprakların N içeriğini önemli ölçüde artırdığı; *P. vera* ve *P. mutica* anacında *G. clarium*, *P. khinjuk* anacında *G. caledonium* ve *P. telebinthus* anacında ise kokteyl uygulamasının toplam karbonhidrat açısından en yüksek değeri verdiği, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sonuçlar *Pistacia* anaçlarında mikoriza'nın etkin rol oynadığını göstermiş ve uygun mikoriza türlerinin antepfıstığı fidanı üretimine entegre edilmesini tavsiye etmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. MATERYAL

3.1.1. Bitkisel Materyal

Denemede bitkisel materyal olarak Carrizo Sitranjı (*Citrus sinensis* Osb. × *Poncirus trifoliata* Raf.) anacı kullanılmış olup, bu anaçlar Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün (BATEM) Kayaburnu biriminde üretilmiştir. Çöğür üretim seralarında Ocak (2016) ayında Carrizo sitranjı tohumlarının ekimi yapılmış ve nuseller çöğürler Temmuz ayında torf ve pomza ortamı (3:1) içeren tüplere şaşırtılmıştır. Mart-Nisan (2017) aylarında nuseller çöğürler 20 cm'den aşılmalı ve gözler patlamadan (sürgün vermeden) Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü seralarına getirilmiştir. Deneme, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde gerçekleştirilmiştir. Fidanlar 35 cm derinliğindeki 16×16 cm üst ve 12×12 cm taban ölçülerine sahip hava budamaya uygun kare saksılara alınmıştır. Carrizo anacına turunçgiller içerisinde erkenci limon ihracatında önemli bir potansiyele sahip olan Meyer Limon çeşidi aşılmalıdır.

3.1.1.1. Carrizo Sitranjı (*Citrus sinensis* Osb. X *Poncirus trifoliata* Raf.)

Florida'da 1894 – 1895 yıllarında meydana gelen donlardan sonra üç yapraklılık soğuklara dayanıklılık özelliğinden yararlanarak dünyanın ilk organize meyvecilik ıslah çalışması sonucu olarak yenilebilir portakal geliştirmek için WT Swingle tarafından 1897 yılında üretilmiştir. Ebeveyn olarak Washington Navel portakalı x Üç yapraklı kullanılmış, ancak meyvelerinin yenilemeyeceği anlaşılınca soğuklara dayanıklı anaç olarak değerlendirilmiştir (Davies ve Albrigo 1994). Özellikle CTV'ye dayanıklılığı nedeniyle portakal ve altıntoplar için anaç olarak çok yaygın şekilde kullanılmaktadır. Saunt (2000) İsrail'de meyve kalitesi nedeniyle mandarinlerde kullanılan en yaygın anaç Carrizo'nun olduğu, İspanya'da portakal, mandarin ve mandarin melezlerinin %80'ni Carrizo sitranjı üzerine aşılandığı ve Güney Afrika'da da en çok kullanılan anaçlar arasında bulunduğunu bildirmiştir.

Kaliforniya ve Akdeniz Ülkelerinde Carrizo anacı başarı ile kullanılmaktadır. Aynı ıslah çalışmasından elde edilmiş ve Carrizo'nun kardeşi olan Troyer sitranjına göre daha hızlı gelişmekte ve meyve kalitesine daha olumlu etki yapmaktadır. Verimliliği yüksek, meyveye yatması erkendir. Nematoda (*Radopholus similis* Cob.), göçüren (CTV) ve uçkurutan (*Phoma tracheiphila*) hastalıklarına dayanıklı, exocortis (cüceleşme-CEV) virüs hastalığına çok duyarlıdır. Bazı kaynaklarda Carrizo sitranjının Troyer sitranjına göre kuraklığa daha toleranslı olduğu belirtilmiştir (Gardner ve Horanic 1961a; Gardner ve Horanic 1961b; Ford 1966; Blondel 1967; Tuzcu 1978; Özcan ve Ulubelde 1984; Castle 1984 ve Tuzcu 1994).

Davies ve Albrigo (1994) Carrizo sitranjının meyvelerinin çekirdekli, yüksek oranda nuseller embriyoni gösterdiği ve anaç olarak kolaylıkla çoğaltılabilmekte olduğunu belirtmişlerdir. Tohumla çoğaltımı ve çöğürlerinin aşılması kolaydır. Üzerine aşılı ağaçlar kumlu, kumlu-tınlı topraklarda iyi gelişmektedir. Kireçli topraklarda üç yapraklı'dan görece daha iyi olsa da zayıf geliştiği bildirilmekle beraber (Davies ve Albrigo 1994), ülkemizde yapılan dikimlerde herhangi bir sorunla

karşılaşılmamıştır.

Türkiye’de turunçgil yetiştiriciliğinde yaygın olarak Turunç (%85), Carrizo (%7) ve Troyer (%2) sitranjları ile Ege bölgesinin bir bölümünde üç yapraklı (%6), kullanılmaktadır. Bu anaçların dağılımı (Kuzeyden- Güneye) Doğu Karadeniz Bölgesi ile Büyük Menderes Vadisinin kuzeyinde kalan bölgelerde turunç, üç yapraklı ve bir miktar Troyer sitranjına karışık olarak rastlanırken, Büyük Menderes Vadisi – Hatay bölgesi arasında kalan diğer yetiştiricilik alanlarında turunç kullanılmaktadır (Yeşiloğlu vd. 2017). Son yıllarda Ege ve Doğu Akdeniz Bölgesinde Carrizo sitranjının kullanımının önerildiği ve yaygınlaşmaya başladığı bildirilmektedirler (Kaplanlı vd. 2001b).

3.1.1.2. Meyer limonu

Çin’de 1908 yılında ortaya çıkarılmıştır. Gerçek bir limon olmadığı limon ile portakal veya mandarin melezi olabileceği düşünülmektedir. Meyer limon dikildikten 1 yıl sonra meyve vermeye başlar. Meyveler büyük, yuvarlak ve küçük bir memeye sahiptir. Kabukta limona özgü kabuk yağları aroması bulunmaz. Bu nedenle Akdeniz meyve sineğinin yumurta bıraktığı (zarar yaptığı) tek limon çeşididir. Meyve eti sarı, sulu ve gevrekli (Anonim 2010). Kabuk kalınlığı diğer limonlara göre ince olduğundan dolayı depolamaya pek dayanıklı bir çeşit değildir (Demirtaş 2005). Ancak, erkenci bir limon çeşidi olması depolama gereksinimi duyulmamasına neden olmaktadır. Meyer limonunun hasat dönemi Ağustos sonunda başlamaktadır. Ocak ayından itibaren yumuşak ve pürüzsüz olan meyve kabuğu rengi sarımsı portakal rengine meyve et rengi de koyu sarı renge dönmektedir. Meyer’ in diğer limon çeşitlerine göre daha çalimsı bir yapı gösterirler ve boyları ve taç hacimleri nispeten daha küçük olduğundan sık dikime daha uygundur. Gençlik döneminden sonra dona karşı diğer limonlara nazaran daha dayanıklıdır Meyer limonu, İç pazara yönelik yetiştirilir. Meyve büyük, sarımsı, 8-10 çekirdekli, çok sulu (ortalama meyve suyu verimi % 36.84 düzeyinde) ve gevrekli. Periyodisite göstermez. Eylülde ekşi, kışın tatlı limon gibi, ilkbaharda ise tatlı portakal gibidir (Anonim 2008; Uçan vd. 2014).

Limonda erkencilik yaz aylarında fiyatların giderek yükselmesi nedeniyle son 10 yılda daha da önem kazanmış bir husustur. Bu önemin bir neticesi olarak Enterdonat çeşidi ile yapılan üretime ilave olarak Meyer çeşidi ile üretim ciddi bir yükseliş göstermektedir. Mevcutların ötesinde daha da erken hasat edilebilecek çeşitlerin üretime girmesi limon tarımını daha iyi noktalara taşımak açısından önem arz etmektedir. Üretimde verimin daha yukarılara taşınması limon çerçevesinde gelişen üretim ve pazarlama ağının daha sürdürülebilir bir yapıya dönüşmesinin kilidi konumundadır (Budak vd. 2016).

3.2. METOT

Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada 6 (altı) farklı uygulama kullanılmış olup, bu uygulamalar aşağıda açıklanmıştır.

3.2.1. Uygulamalar

Standart olarak kullanılan 8 L’lik plastik boyutları 32 cm derinliğindeki 27x27 cm

üst ve 27x27 cm taban ölçülerine sahip fidan üretim torbaları kullanılmıştır. Bunlar çiftçi koşullarını (ÇK; 1. uygulama) temsil etmekte olup tamamen çiftçilerin uygulamalarıyla yapılmış toprak zemin üzerine bırakılarak köklerinin toprağa atması da sağlanmıştır. Diğeri ise buna alternatif bir kontrol uygulaması olarak düşünülerek Tüplü Kontrol (TK; 2. uygulama) toprak zeminle ilişkisi kesilmiş aynı tüpler içerisinde bitkiler topraksız üretim formülasyonu kullanılarak fertigasyon yöntemiyle (Sulama suyu ile birlikte gübreleme) beslenmiştir. Amaç toprağa kök atmadan plastik tüpte dahi bitkilerin gelişip gelişmeyeceğini göstermektir. Sera içerisinde özellikle karantina koşullarındaki üretime hazırlanmak için yerden yüksekte standart üretim modelleri geliştirilmesi gerekmektedir. Onun içinde boyutları 35 cm derinliğindeki 16x16 cm üst ve 12x12 cm taban ölçülerine sahip hava budamaya uygun kare siyah saksılar kullanılmıştır. Burada da topraksız üretim besleme formülasyonu kullanılmıştır. TK karşılığı olarak Hava Budama Kontrolü (HBK; 3. uygulama) yanında *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* ve *Lactococcus spp.* bakteri karışımından oluşan mikrobiyal gübre ve *Glomus spp.* *G. mosseae*, *G. etunicatum*, *G. clarium*, *G. intraradices*, *G. caledonium*, *G. macrocarpium*, *G. margarita*, *G. fasciculatum* mikoriza mantarlarının karışım kokteyli kullanılmıştır. Mikroorganizma uygulamaları olarak bunlar; Mikrobiyal Gübre (MG; 4. uygulama), Mikoriza (M; 5. uygulama), ve son uygulama olarak da Mikoriza+Mikrobiyal Gübre (M+MG; 6. uygulama) karışımı kullanılmıştır. Burada da HBK ile mikroorganizma uygulamaları kıyaslayarak olası etkileri saptanmaya çalışılmıştır (Çizelge 3.1).

Toplam bu altı farklı uygulamanın beşi topraksız besleme uygulamasıdır. Topraksız besleme uygulamalarının dördü (HBK, MG, M, MG+M) hava budamaya uygun saksılarda diğeri ise standart plastik turunçgil fidan üretim tüplerinde (TK) kurulmuştur. Topraksız besleme ile yapılan standart fidan üretim tüplerindeki TK uygulaması, çiftçi koşullarındaki (ÇK) toprağa kök atmasına izin verilen fidan üretimiyle topraksız beslemenin etkilerini saptamak için yapılmıştır. Bu bitkiler için besleme dışındaki uygulamalar homojen olarak gerçekleştirilmiştir. (sulama, ilaçlama, sürgün alma vb.). ÇK uygulamasındaki bitkilerin tüpleri sera içerisinde oluşturulan toprak zemin üzerine alınarak (bitkilerin tüp dışına kök atabilmeleri için) fidan üreticilerinin yetiştirme ortamı oluşturulmuş ve fidan üreticilerin besleme programına göre beslenmiştir. Bu besleme uygulaması için Türkiye sertifikalı turunçgil fidan üretiminin toplam 600.000 adet ile sertifikalı fidan üretiminin %30'unu gerçekleştiren üç büyük fidan işletmesinin (Z.E.Y.N.A.R. Fidancılık, Serkan Fidancılık ve Naim Fidancılık) besleme uygulamaları referans alınmıştır. Buna göre 3:1:1 oranındaki Toprak: Kum: çiftlik gübresi karışımından hazırlanmış ortama fidan başına 15 g gelecek şekilde 20:20:0 taban gübresi ilave edilmiştir. Daha sonra aylık uygulamalar şeklinde toplam 25 g 15:15:15 ve 25 g 4x15 (15:15:15:15; N:P:K+SO₃) verilmiştir. Saf madde olarak fidan başına 11 g N, 11 g P, 7,5 g K ve 3,75 g SO₃ uygulanması yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Denemedeki uygulamalar ve kısaltma isimlendirmeleri

Uygulama	Saksı Tipi	Hacim (L)	Toprak Teması	Bitki Besleme Formülasyonu	
Çiftçi Koşulları	ÇK	Standart Fidan Torbası	8	Var	Çiftçi Uygulaması
Tüplü Kontrol	TK	Standart Fidan Torbası	8	Yok	Fertigasyon
Hava Budama Kontrol	HBK	Hava Budamalı Saksı	7	Yok	Fertigasyon
Mikrobiyal Gübre	MG	Hava Budamalı Saksı	7	Yok	Fertigasyon
Mikoriza	M	Hava Budamalı Saksı	7	Yok	Fertigasyon
Mikrobiyal Gübre +Mikoriza	MG+ M	Hava Budamalı Saksı	7	Yok	Fertigasyon

Topraksız Besleme Formülasyonu Uygulamaları (Fertigasyon): Araştırmada, topraksız besleme formülasyonunun kullanıldığı fertigasyon uygulamaları, Nisan-Ekim ayları arasında gerçekleştirilecek olup, besin formülasyonları, genel olarak Furlani vd. (2009)'nın besin formülasyonunun, yetiştirme ortamı ve iklim şartlarımız göz önüne alınarak N. Adak'a göre uyarlanmış hali kullanılmıştır. Nitekim topraksız yetiştiricilikte kullanılan besin formülasyonları ve sulama rejimi, çeşit, yetiştirme ortamı ve çevresel şartlara göre değişiklik göstermektedir. Denemede, Çizelge 3.2'de, Nisan-Mayıs; Çizelge 3.3'de Haziran-Ağustos; Çizelge 3.4'de ise Eylül-Ekim ayları arasında uygulanacak besin formülasyonları açıklanmıştır. Bu besin formülasyonundaki farklılıklar, dönemlere göre uygulanacak sulama rejimi farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Nitekim Nisan-Mayıs ayında uygulanacak besin çözeltisi EC'si 1.20 (Çizelge 3.2); Haziran-Ağustos ayları arasında besin çözeltisi EC'si 1.06 (Çizelge 3.3); Eylül-Ekim ayları arasında ise besin çözeltisi EC'si 1.40 olarak görülmektedir. En yüksek sulama sıklığı ve sayısı Haziran-Ağustos aylarında gerçekleştirilecek olup, bu dönemde besin çözeltisi EC'si diğer dönemlere göre daha düşük tutulmuştur. Sulama amenajmanı ise drenaj oranına göre düzenlenecek olup, Nisan-Mayıs arası %20-30; Haziran-Ağustos arası %30-35; Eylül-Ekim arası ise %30 olarak düzenlenmiştir. Denemede ayrıca, tüm gübreleme formülasyonlarında su analizi baz alınarak gübre miktarları belirlenmiştir. Bu bölümde tezin materyal ve metodu ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Bakteri + Sürekli Besleme Uygulaması: Denemede Mikrobiyal Gübre Yeditepe Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümünden temin edilmiştir. Denemede Mikrobiyal Gübre karışımı olarak (*Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* ve *Lactococcus spp.*) kullanılmıştır. Denemede köklendirici + baktobost np + baktogrop olmak üzere her biri 30 cc mikroorganizma/1.5 l su oranında karıştırılarak uygulanmıştır. Karışımdan her bir fidana 150 cc köklerle temas edecek

şekilde uygulanmıştır.

Mikoriza + Sürekli Besleme Uygulaması: Mikoriza, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nden torf + pomza karışımında yetiştirilen mısır bitkisinin kök parçalarında çoğaltılmış bir şekilde temin edilmiştir. Denemede mikoriza karışımı olarak kokteyl (*Glomus spp.*: *G. mosseae*, *G. etunicatum*, *G. clarium*, *G. intraradices*, *G. caledonium*, *G. macrocarpium*, *G. margarita*, *G. fasciculatum*) kullanılmıştır. Bir yaşındaki Carrizo çöğürlerine 500 spor/bitki dozlarına karşılık gelecek şekilde bitki başına 50 g mikoriza karışımı harç uygulanmıştır. Mikoriza kokteyli ise şaşırtma sırasında saksılara fidan köklerinin geleceği çukura köklere temas edecek şekilde uygulanmıştır.

Çizelge 3.2. Nisan-Mayıs döneminde uygulanacak birinci sürekli besleme formülasyonları

Makro Elementler	Konsantrasyonlar (meq/L)	Mikro Elementler	Konsantrasyonlar (µmol/L)
NO ₃ ⁻	7	Fe	15
H ₂ PO ₄ ^{o-}	1.25	Mn	6
SO ₄ ⁻	3.50	Zn	5
NH ₄ ⁺	1.0	B	15
K ⁺	3.5	Cu	0.75
Ca ⁺⁺	5.5	Mo	0.50
Mg ⁺⁺	2.0		

Çizelge 3.3. Haziran-Ağustos döneminde uygulanacak ikinci sürekli besleme formülasyonları

Makro Elementler	Konsantrasyonlar (meq/L)	Mikro Elementler	Konsantrasyonlar (µmol/L)
NO ₃ ⁻	6.5	Fe	15
H ₂ PO ₄ ^{o-}	1.00	Mn	6
SO ₄ ⁻	3.00	Zn	5
NH ₄ ⁺	1.0	B	15
K ⁺	3.25	Cu	0.75
Ca ⁺⁺	5.0	Mo	0.50
Mg ⁺⁺	1.50		

Çizelge 3.4. Eylül-Ekim döneminde uygulanacak üçüncü sürekli besleme formülasyonları

Makro Elementler	Konsantrasyonlar (meq/L)	Mikro Elementler	Konsantrasyonlar ($\mu\text{mol/L}$)
NO₃⁻	7.5	Fe	15
H₂ PO₄⁻	1.50	Mn	6
SO₄⁻	2.00	Zn	5
NH₄⁺	1.0	B	15
K⁺	3.75	Cu	0.75
Ca⁺⁺	3.0	Mo	0.50
Mg⁺⁺	1.25		

3.2.2. Harç ortamı

Çöğürlerde yetiştirme ortamı olarak Taştekin ve Dalkılıç (2008)'in de kullandığı 3 kısım torf + 1 kısım pomza karışımından oluşan harç kullanılmış olup fidanlarda da aynı ortam kullanılmıştır. Yetiştirme ortamındaki torf'un fiziksel özellikleri; pH 5,5-6,0, kütle yoğunluğu 0,18, porozitesi (gözeneklilik) %93 havalanma kapasitesi % 33 ve su tutma kapasitesi %65 şeklindedir. Pomza'nın fiziksel özellikleri ise; pH 7,0 porozitesi %71.3, su tutma kapasitesi %19.6, kation değişim kapasitesi 5 meq/100 g, hacim ağırlığı 0.66 g/cm³ civarındadır. Pomza'nın kimyasal yapısı ise şu şekildedir; %60-85 SiO₂; %13-17 Al₂O₃; %1-3 Fe₂O₃; %7-8 Na₂O-K₂O; %1-2 CaO. Fidanlar 35 cm derinliğindeki 16x16 cm üst ve 12x12 cm taban ölçülerine sahip hava budamaya uygun kare saksılara alınarak denemeye başlanmıştır.

3.2.3. Çöğür ve fidan üretim seraları

Denemede BATEM Kayaburnu birimindeki çöğür üretim serasındaki tohum ekim yastıklarında üretilen çöğürler kullanılmıştır. Çöğürler fidan üretim tüplerine alınarak Nisan 2017'de aşılınmış gözler patlamadan Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe bitkileri Bölümü serasında uygun saksılara alınmıştır.

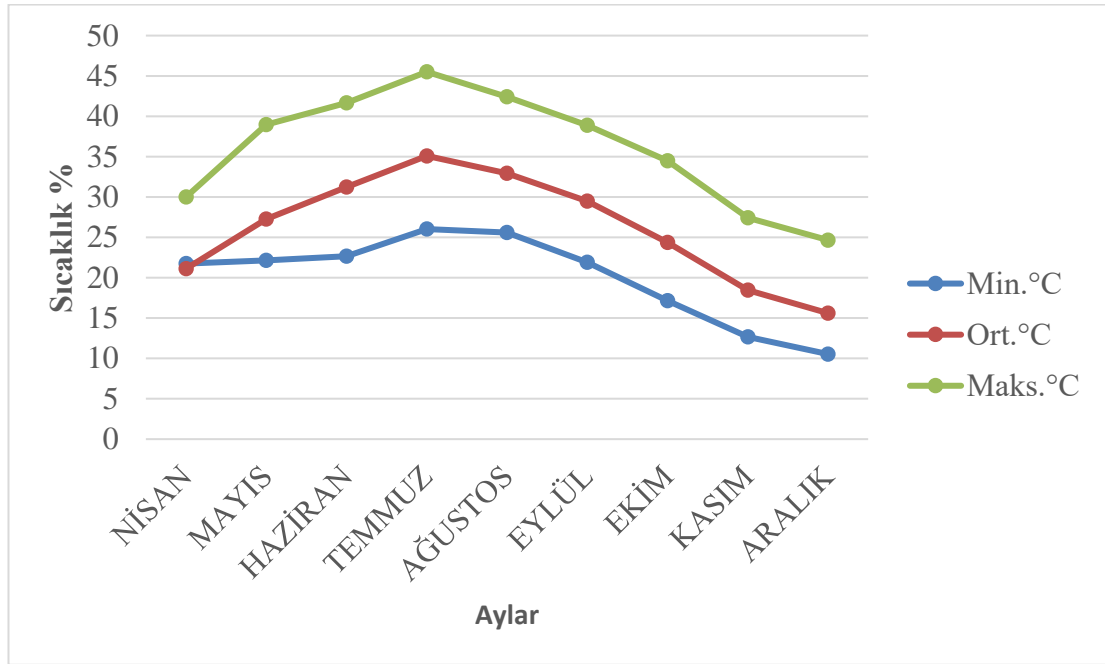
3.2.4. Kültürel İşlemler

Deneme süresince, fidanların sağlıklı büyümeleri için düzenli olarak sulama, gübreleme, yabancı ot mücadelesi ve yan dal temizliği yapılmıştır.

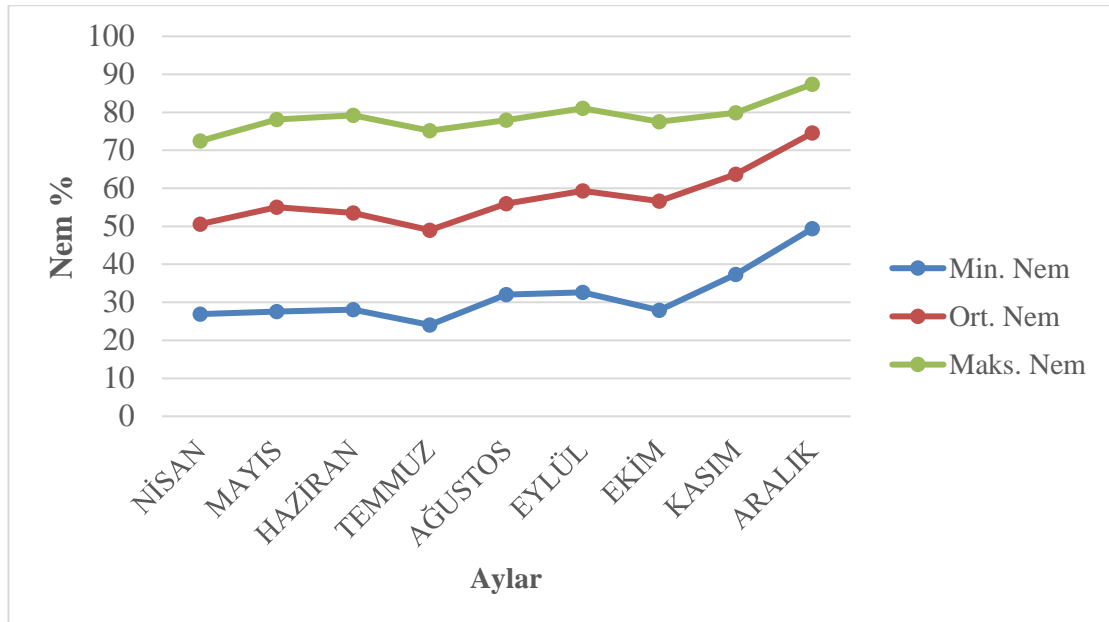
3.2.5. Sıcaklık Ölçümleri

Araştırmada kullanılan sıcaklık rasatları, çalışmanın yürütüldüğü cam sera içerisinde yer alan meteoroloji siperine 1 Nisan tarihinde yerleştirilen ve otomatik olarak her saat başı bir rasat (günde 24 rasat) yapacak şekilde ayarlanan HOBO U12-012 datalogger Temperature/ Relative Humidity (temp/RH) datalogger cihaz tarafından kayıt

altına alınmıştır (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2).



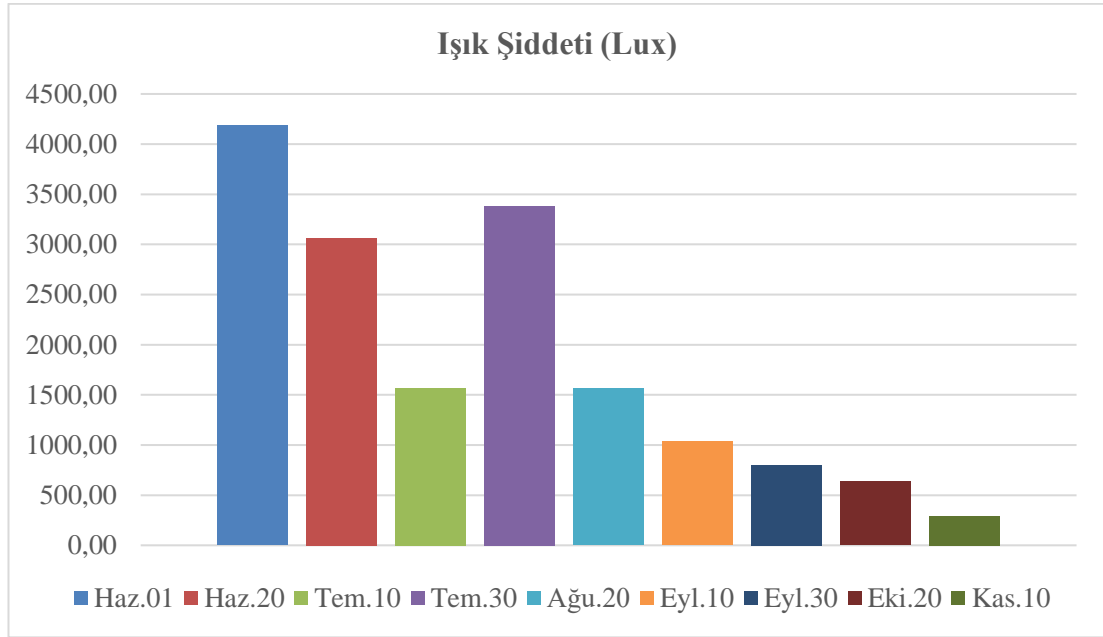
Şekil 3.1. Serada aylara bağlı olarak saptanan minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık değerleri



Şekil 3.2. Serada aylara bağlı olarak saptanan minimum, ortalama ve maksimum nem değerleri

3.2.6. Işık Ölçümleri

Bu çalışmada Testo 540 Işık Şiddeti (lux) Ölçüm Cihazı ile ışık şiddeti ölçülmüştür. Ölçümler gün ışığında sabah 10:00 -12:00 saatleri arasında her tekerrürde bir fidan üzerinde (her uygulamada 3 ölçüm) ve aşı noktasından yapılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Serada aylara bağlı olarak saptanan ışık şiddeti değerleri

3.2.7. Bitki Büyümesi ve Gelişmesi Ölçümleri

Anaç Çapı Ölçümleri (mm): Aşı gözlerinin sürmeye başlaması ile birlikte 20 gün arayla aşı yerinin 5 cm altından anaç çapı (mm) ölçümleri dijital kumpas ile yapılmıştır.

Sürgün Çapı Ölçümleri (mm): Aşı gözlerin sürmeye başlaması ile birlikte 20 günde bir çeşit aşı noktasının 5 cm üzerinden sürgün çapı (mm) ölçümleri dijital kumpas ile yapılmıştır.

Sürgün Boyu Ölçümleri (cm): Aşılama sonrasında gözlerin sürmeye başlaması ile birlikte aşı noktasından itibaren 20 günde bir sürgün uzunlukları mezür ile cm cinsinden ölçülmüştür. Sürgünlerin ölçümleri büyüme sezonunun sonuna kadar (Kasım-Aralık) devam edilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Deneme sonunda farklı uygulamalara tabi tutulmuş bitkilerinin görünüşleri

Toprak Üstü Yaş Ağırlığı: Uygulamalara ait bitkiler, örnekleme dönemlerinde sökülüp toprak üstü organların hassas terazide yaş ağırlıkları alınmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Tüm bitki düzeyinde örneklenen yaprak, kök ve gövdenin yaş görünüşleri

Kök Yaş Ağırlığı: Uygulamalara ait bitkiler, örnekleme dönemlerinde sökülüp köklerinin hassas terazide yaş ağırlıkları alınmıştır.

Toprak Üstü Kuru Ağırlığı: Uygulamalara ait yaş ağırlıkları alınan bitkiler, 65°C etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak hassas terazide toprak üstü kuru ağırlıkları alınmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Tüm bitki düzeyinde örneklenen yaprak ve gövdenin kurutulduktan sonraki görünüşleri

Kök Kuru Ağırlığı: Uygulamalara ait yaş ağırlıkları alınan bitkiler, 65°C etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak hassas terazide köklerin kuru ağırlıkları alınmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Tüm bitki düzeyinde örneklenen köklerin kurutulduktan sonraki görünümüleri

3.2.8. Fizyolojik Yaprak Parametreleri

Klorofil indeksi: Bu çalışmada Spectrum Technologies FieldScout CM1000 Model Klorofil Metre ile klorofil miktarı gün ışığında sabah 10:00 -12:00 saatleri arasında, her bitkinin en alt, orta ve en üstteki yaprakların ölçümü ile yapılmıştır. Klorofil azalma oranı düşük olan bitkilerin, kuraklık stresine daha toleranslı oldukları yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Anju vd. 1994).

Yaprak alan indeksi (LAI): Bitkilerde meydana gelen stres şartları, yaprak alanı indeksi değerini etkilemektedir (Hunt, 1990). Bitkilerdeki olası yaprak alan indeks değerlerindeki değişimleri saptamak için denemede her bitkiden rastgele seçilen bir yaprakta Accupar-LP80 cihazı ile yaprak alanı indeks değeri ölçülmüştür.

Yaprak sıcaklık ölçümleri (°C): Bitkilerde meydana gelen stres şartlarında, yaprak sıcaklıkları önemli oranda etkilenmektedir. Özellikle yaprak sıcaklıklarının hava sıcaklıklarından 1-3 °C yüksek olması normal kabul edilirken, daha fazla yükselmesi bitkinin streste olduğunun göstergesi olarak yorumlanmaktadır (Battistel, 2005). Denemede her bitkiden rastgele seçilen bir yaprağın sıcaklığı diğer ölçümler gibi 20 günde bir infrared termometre (TESTO 810) yardımıyla günün sıcak dönemi olan 10.00-12.00 saatleri arasında ölçülmüştür.

3.2.9. Dokuların Bitki Besin Elementi İçerikleri

Yaprak Örneklerinin Alınması: Uygulamalardaki her tekerrürü temsilen üçer fidanın yapraklarının tamamı alınarak analizler yapılmıştır. Alınan yapraklar 65-70°C' de 48 saat sabit ağırlığa kadar kurutulduktan sonra analize hazır duruma getirilmiştir. Azot Analizi; Sülfürik asit ile yaş yakılan örnekler Kjeldahl metoduyla analiz edilmiştir (Kjeldahl 1883). Makro +Mikro Analizler; Nitrik-perklorik asit ile yaş yakılan örnekler ICP-OES cihazında okunarak tespit edilmiştir (P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu).

Kök Örneklerinin Alınması: Uygulamalardaki tekerrürü temsilen üçer fidanın kökleri 65-70°C' de 48 saat sabit ağırlığa kadar kurutulduktan sonra öğütülerek paçal yapılmış ve bu paçaldan alınan örnek üzerinde analizler yapılmıştır.

Makro ve Mikro Element Analizleri: Kök ve Yaprak dokularındaki makro ve

mikro elementlerden N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu'nun konsantrasyonları hizmet alımı olarak akredite LABEN laboratuvarında analiz yaptırılmıştır.

Su Analizleri: Sulama suyunun K, Na, Ca, Mg, Cl, pH, EC, SAR, RSC, SO₄, HCO₃ ve CO₃ değerleri için analizler hizmet alımı olarak akredite LABEN laboratuvarında iki ayrı zamanda yaptırılmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.5. Denemede kullanılan suyun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

pH	EC (24 ⁰ C)	K+me/	Ca ²⁺ me/L	Mg ²⁺ me/L	Na ⁺	CO ₃ ²⁻
(24 ⁰ C)	ms/cm	L			me/L	me/L
7.2	717C ₂	0.04	5.06	1.22	1.03	--
HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Sodyum	Kalıcı	Potansiyel	
me/L	me/L	me/L	Adsorpsiyon	Sodyum	Tuzluluk PS	
			Oranı SAR	Karbonat	me/L	
			(me/L) ^{1/2}	RSC me/L		
5.19	1.5	0.66	0.581 S₁	--	1.83	

EC değerine göre tuzluluk durumu değerlendirildiğinde 2. Sınıfa (C₂) giren su, Orta düzeyde tuz içermektedir. Potansiyel Tuzluluk durumuna göre killi, kumlu ve tınlı topraklar için de 1.sınıf bir sulama suyudur. Bu değerlendirmelere göre suyun tuza orta düzeyde ve dayanıklı bitkiler için drenajı iyi ve orta olan topraklarda sulama suyu olarak kullanılmasında bir sakınca görülmemiştir. Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR) ve Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC) bakımından değerlendirildiğinde, 1.Sınıfa (S₁) girmektedir. Klor (Cl) içeriği yönünden 1. Sınıf bir sulama suyudur. Sülfat (SO₄) içeriği yönünden 1. Sınıf bir sulama suyudur.

Bu değerler turunçgiller için bir sorun teşkil etmemektedir. Gerek sulama suyunda gerekse toprak örneklerinde ki değerler %100 verim alınan limitler içerisinde (Tozlu ve Kersting 2001).

Torf Analizleri: pH-EC: 1-10 hazırlanan örneklerde pH ve EC okumaları yapılmıştır. Organik Madde Analizi, kül fırınında, kademeli olarak 0-550 °C arasında organik maddelerinin yanarak eksilmesiyle bulunmuştur (Hornech vd. 1989). Eriyebilir K-Eriyebilir P ise 1-10 hazırlanan örneklerin süzüklerinin ICP-OES cihazında okunarak tespit edilmiştir. Katyon değişim kapasitesi baryum ile saturasyon yöntemi ile yapılmıştır (Gillman 1979) (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. Denemede kullanılan torfun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

pH	EC ($\mu\text{S/cm}$)	Nem (%)	Organik madde (%)	Eriyebilir P (ppm)	Eriyebilir K (ppm)
6.9	324	6.6	34.5	42.26	149.0

3.2.10. Kök ve Rhizosferde Bulunan Mikroorganizmalar

Kök bölgesinde mikoriza sayımı (adet): Büyüme periyodu sonunda 100 g harç karışımı örnekleri bir plastik torba içerisinde buzdolabında muhafaza edilmiştir. Bu örneklerden 10 g alınarak içerisinde iki katlı peynir bezi olan çay süzgeci ve normal 0.50 mm delikli elekler üst üste yerleştirilerek çeşme suyu ile yıkanmıştır. Çeşmede yıkanan bu topraklardan toplam 1000 ml alınarak elenmeyenlere konulmuştur. İçerisinde mikoriza sporlar ve harç materyali bulunan 1000 ml erlenmayerlerin üzerinden her 2 saatte bir hacmin yarısı kadar su üstten alınarak toplam hacim 100 ml ye kadar indirgenmiştir. Buradan alınan örnekler petri kaplarına aktarılarak 10 ve 40 büyütme ışık mikroskobu altında görüş alanları sırasıyla 0.24 mm² ve 1.94 mm² olacak şekilde mikoriza sporları sayılmıştır. Elde edilen değerler cm² çevrilmiştir (Çağlar vd. 2004) (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Kök bölgesinden (rizosfer) hazırlanan ve mikoriza sayımı yapılacak olan solüsyonlar

Mikorizal kök enfeksiyon oranı (%): Phillips ve Hayman (1970)'a göre hazırlanan AFA [%5 asetik asit, %5 formaldehit ve %90 etil alkol (%70 lik)] solüsyonunda mikorizalı kökler muhafaza edilmiştir. Boyama işlemi Philips ve Hayman (1970)'den modifiye eden Yılmaz (2005)'e göre yapılmıştır. Buna göre; Mikorizal

enfeksiyonunun yoğun olduğu tahmin edilen kılcal köklerden yaklaşık 1 cm uzunluğunda kök parçaları alınarak, 50 ml'lik beherlere konulmuştur. Köklerin üzerini kaplayacak kadar %10'luk KOH ve yine köklerin üzerini kaplayacak şekilde %10'luk HCl konulup 30 dakika bu şekilde bekletildikten sonra, beherlerdeki HCl boşaltılmıştır. Köklerin iyi temizlenebilmesi için %10 luk KOH içerisinde 100 °C ye kadar kökler ısıtılarak bekletilmiştir. Daha sonra beherlere; 40 ml laktik asit, 40 ml saf su, 80 ml gliserin ve 0.08g trypan blue karışımı ile elde edilen boyama çözeltisi köklerin üzerini kaplayacak şekilde konulmuştur. Kökler bu şekilde 2 saat bekletildikten sonra, 50 °C'deki etüv içerisinde 5 dakika bekletilmiştir. Bu işlemler sonrasında kökler saf su ile yıkanıp %80'lik laktik asitte 1 saat bekletilerek boyama işlemi tamamlanmıştır. Daha sonra beherlerdeki kökler laktik asit ile birlikte bir petri kutusuna boşaltılarak ve pensle çok hassas ve dökülgen olan kökçükler lamaların üzerine taşınmıştır. Her lam için yaklaşık 10 kökçük yan yana yerleştirilerek lamel ile kapatılıp mikroskopik incelemeye hazır hale getirilmiştir. 20 ve 40 büyütme mikroskopta, iç-dış hifler, vesikül ve arbuskül yapılarından en az biri görülen kök mikoriza ile bulaşık olarak adlandırılmıştır (Ortaş, 1998). Her uygulamada toplam 100 kök örneğinde mikoriza varlığı incelenmiştir (Şekil 3.9).

“% kök enfeksiyonu = toplam mikorizalı kök/toplam sayılan kök” formülü ile belirlenmiştir.



Şekil 3.9. İnce köklerde M (üst) ve M+MG (alt) uygulamalarında kök bünyesinde saptanan mikoriza enfeksiyonunun görünümü

Topraktaki Toplam Bakteri Sayısının Belirlenmesi: Denemede bulunan her uygulamanın topraklarındaki bakteri sayısını (Colony Forming Unit: CFU/1 g) belirlemek amacıyla her bir bitkinin rizosfer bölgesinden (5-10 cm derinlikten), bir miktar toprak örneği alınarak paçal yapılmıştır. Her bir örnekten elenmiş 10 g toprak alınarak

steril distile 90 ml su içerisinde karıştırılmıştır. Seyreltme serileri hazırlamak için 6 adet plastik tüp içerisinde 9 ml'lik dsH₂O konarak her bir toprak örneğinden 1 ml sıvı çekilerek hazırlanan bu tüplere konulmuştur. Her seferinde uçlar değiştirilerek 10⁻⁷ konsantrasyona kadar seyreltmeler yapılmıştır. Böylece 10⁻⁷ seyreltilmiş toprak örneği elde edilmiştir. Bakterilerin gelişip çoğalabilmesi için Nutrient Agar (NA) besi ortamı hazırlanmıştır. Daha sonra 10⁻⁷ kez seyreltilmiş tüpten başlamak kaydıyla geriye doğru 10⁻⁶, 10⁻⁵ ve 10⁻⁴ kez seyreltilmiş tüplerden mikropipet ile 100'er µl sıvı alınmıştır. Bu örnekler için hazırlanmış olan ikişer petrilik NA besi ortamına ekimleri yapılmıştır. Ekim işlemi bittikten sonra tüm petriler 25 °C'lik bir ortamda 4 günlüğüne inkubasyona bırakılmıştır. İnkubasyon süresi sonunda tüm petrilerdeki bakteri sayısı belirlenmiştir. Her bir örnek için (10⁻⁴, 10⁻⁵, 10⁻⁶ ve 10⁻⁷) Ekim yapılan ikişer petrinin ortalaması alınmıştır. Bakteri sayısı 30-300 arasında bulunan örnekler normal kabul edilmiştir. Normal olarak kabul edilen örneklerin kaç kez seyreltildiğinden yola çıkılarak 1 g topraktaki bakteri sayısı (CFU) belirlenmiştir (Saygılı vd. 2006).

Turunçgil Fidanlarının Yetiştirilmesi ve Kök Enfeksiyonlarının Belirlenmesi: Yetiştirilecek fidanlarda turunçgil zamklanma hastalık etmeni (*Phytophthora citrophthora*) varlığını anlamak için köklerden örnekler alınmıştır. enfekteli kök oranı 0-3 skalasına göre (0: enfeksiyon yok; 1: köklerin %1-25'i enfekteli; 2: köklerin %26-50'si enfekteli; 3: köklerin %51'den fazlası enfekteli) değerlendirilmiştir (Deryaoğlu, B. 2011). Patojenin izolasyonu ve patojenite çalışmaları sonbahar ve kış dönemlerinde yağmurlardan sonra, turunçgil bahçelerinden enfekteli kökler toplanarak *Phytophthora citrophthora* izole edilmiştir. Enfekteli kökler ve kabuk dokuları izolasyon amacıyla kullanılmıştır. Hasta ve sağlıklı dokuyu içeren kök ve kabuk parçaları %96'lık etanol çözeltisinde 1dk bekletilerek yüzey sterilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu dokular steril distile su ile 3 kez yıkanarak steril kurutma kağıtları üzerinde kurutulmuştur. Yüzey sterilizasyonu yapılan doku parçaları, 25 mg PCNB (Pentachloronitrobenzene), ve 200 mg ampicillin içeren Patates Dekstroz Agar (PDA) ortamında kültüre alınmıştır. Bu kültürler 1 hafta 24°C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyon işlemi tamamlandıktan sonra dokuların etrafında gelişen koloniler saflaştırılarak daha sonraki çalışmalarda kullanmak amacıyla, deney tüplerindeki eğik ortamlarda kültüre alınarak ve steril distile su içerisinde +4°C'de buzdolabında saklanmıştır (Deryaoğlu, B. 2011).

3.2.11. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışma sonucunda elde edilecek veriler Tesadüf Parseller Deneme Desenine uygun olarak varyans analizi ile değerlendirilerek, SPSS 17.0 istatistik paket programında Tek Yönlü ANOVA kullanılarak farklılık durumları incelenmiştir ve ortalamalar arasında önemli farklılıklar (P <.05) önem düzeyinde belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Carrizo üzerine aşılınmış Meyer limonları kullanılarak geleneksel fidan üretimine alternatif olabilecek farklılık içeren fidan üretim teknik(leri) geliştirmek amacıyla yapılan bu çalışmada, toprak kökenli hastalık ve zararlılardan arı ve aynı zamanda da geleneksel yollarla üretilmiş fidanlar kadar güçlü gelişmiş fidan üretimi amaçlanmıştır. Bunun içinde çiftçi koşulları yanında alternatif saksı, fertigasyon, Mikoriza (M) ve Mikrobiyal Gübre (MG) uygulamaları yalnız veya kombine olarak denenmiştir. Farklılıklar bitki büyüme ve gelişmesi, klorofil ve yaprak alan indeksleri, yaprak sıcaklığı, bitki dokularındaki BBE içerikleri ile köklere Mikoriza ve Mikrobiyal Gübre aşılınması uygulamalarının bitki gelişimine olan etkileri saptanmıştır (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Meyer limonlarında alternatif saksı uygulamalarının kök gelişimi üzerine etkileri



Şekil 4.2. Meyer limonlarında alternatif saksı uygulamalarının kök gelişimi üzerine etkileri

Bu çalışmada birbiri ile karşılaştırılabilecek üç farklı kontrol uygulaması bulunmaktadır; “Çiftçi Koşulları- ÇK”, “Tüplü Kontrol- TK” ve “Hava Budamalı

Kontrol- HBK". Bunlardan ilki olan ÇK uygulaması standart üretici bakım koşullarına karşılık gelen ve geleneksel fidan üretimini yansıtan uygulamadır. Tüm uygulamaların performanslarının değerlendirilmesinde karşılaştırma yapılması gereken uygulamada budur. Diğer iki kontrol uygulaması olan TK (ÇK'da kullanılan tüp ortamında) ve HBK (Hava budamalı saksı ortamında) köklerin toprağa geçmesi engellenmiş olan ve topraksız fertigasyon ile sulama ve besleme yapılan uygulamalardır (Şekil 4.3 ve 4.4).



Şekil 4.3. Meyer limonlarında alternatif saksı uygulamalarının (ÇK, TK ve HBK) kök gelişimi üzerine görece etkileri



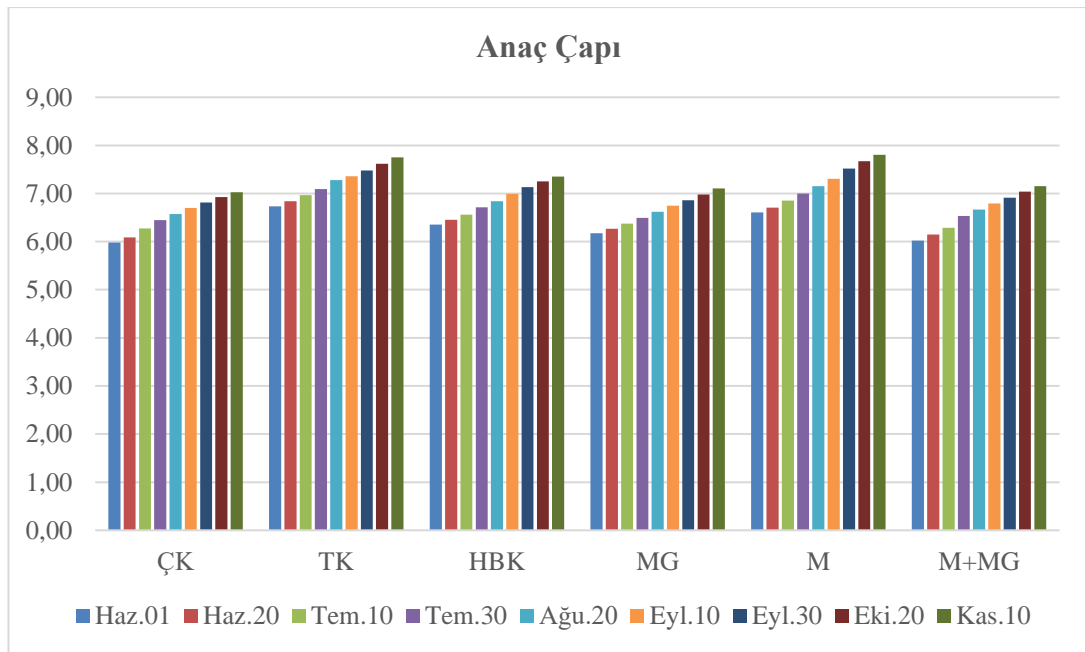
Şekil 4.4. Meyer limonlarında alternatif saksı uygulamalarının (ÇK, TK ve HBK) kök gelişimi üzerine görece etkileri

Sera koşullarında yürütülen denemenin ölçüm süreci 1 Haziran ile 10 Kasım tarihleri arasında 20 günde bir olmak üzere toplam dokuz defa yapılarak tamamlanmıştır. Bu süreçte gövde ve sürgün çapları, sürgün uzunluğu (Çizelge 4.1) ile klorofil ve yaprak alan indeksleri, yaprak sıcaklığı ölçümleri yapılmıştır (Çizelge 4.3). Büyüme döneminin tamamlanmasına müteakip bitkiler hasat edilerek; toprak üstü ve altı (kök) ağırlıkları (yaş ve kuru ağırlıkları Çizelge 4.1) ile bitki dokularındaki BBE içerikleri belirlenerek

(Çizelge 4.4), bitkinin M (Çizelge 4.5) ve MG aşılmasının (Çizelge 4.5) bitki gelişimine olan etkileri saptanmıştır. Meyer Limonlarının bitki büyüme parametreleri üzerine alternatif saksı, fertigasyon, M ve MG uygulamalarının ÇK'ya görece (%) etkileri (Çizelge 4.2) incelenmiştir.

4.1. Bitki büyümesi ve gelişmesi

İncelenen bitki büyüme ve gelişme parametrelerinin sonuçları (Çizelge 4.1) de verilmiştir. Çoklu karşılaştırma testi uygulamalarının anaç çapı üzerinde istatistiki olarak önemli olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$). Uygulamalar arasındaki farklılıklar üç gruba ayrılmıştır. Bu gruplar içerisinde anaç çapı bakımından 7.81 mm ile M en yüksek değeri gösteren grubun tek temsilcisi olurken, ÇK uygulaması ise en düşük anaç çapını oluşturan grubun içerisinde ise 7.03 mm çap ölçümü ile yine tek temsilci olarak yer almıştır. Anaç çapı bakımından diğer uygulamalar ise istatistiki olarak ara grupta yer almışlardır. Buna göre yalnız M uygulamasının Carrizo anaçlarında çap üzerinde en büyük etki yapan uygulama olmuştur (Çizelge 4.1) (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Carrizo üzerine aşılmış Meyer Limonlarının anaç çapındaki dönemsel değişimler

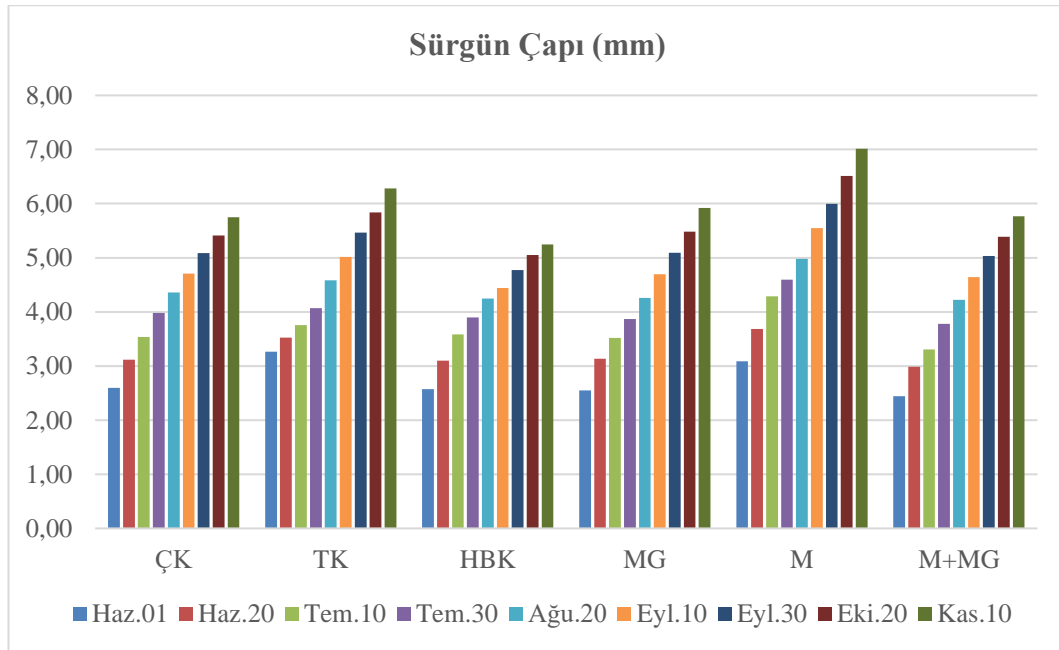
Çizelge 4.1. Uygulamaların bitki büyüme parametreleri üzerine etkisi

Uygulamalar	Anaç Çapı (mm)	Sürgün (mm)	Çapı (mm)	Sürgün (cm)	Boyu (cm)	Toprak Üstü Yaş Ağırlık (g)	Toprak Üstü Kuru Ağırlık (g)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Kök Ağırlığı (g)	kuru Ağırlığı (g)
ÇK	7.03±0.17c	5.75±0.14bc		58.87±4.28b		38.56±2.47c	19.54±1.13c	17.62±1.00c	10.32±0.79b	
TK	7.75±0.19ab	6.28±0.14b		71.53±3.53ab		64.34±2.53a	29.53±1.67ab	26.86±2.52bc	13.13±1.66b	
HBK	7.35±0.17abc	5.25±0.12c		70.07±2.80b		50.43±1.35b	23.57±0.56bc	28.06±1.70bc	14.09±0.74b	
MG	7.11±0.14bc	5.92±0.17b		61.93±5.63b		52.68±3.25b	24.76±1.30bc	26.54±3.26bc	12.96±1.57b	
M	7.81±0.14a	7.02±0.13a		89.47±5.23a		67.04±3.17a	34.88±3.12a	49.40±3.35a	24.44±1.95a	
M+MG	7.15±0.15abc	5.77±0.24b		68.63±5.36ab		57.39±3.72ab	27.11±1.77b	34.84±4.38b	16.21±2.07b	

Çizelge 4.2. Uygulamaların bitki büyüme parametreleri üzerine ÇK' ya görece etkileri (%)

Uygulamalar	Anaç Çapı (mm)	Sürgün (mm)	Çapı (mm)	Sürgün (cm)	Boyu (cm)	Toprak Üstü Yaş Ağırlık (g)	Toprak Üstü Kuru Ağırlık (g)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Kök Kuru Ağırlığı (g)
ÇK	0.00*	0.00		0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
TK	10.24	9.22		21.51		66.86	51.13	52.44	27.23
HBK	4.55	-8.70		19.02		30.78	20.62	59.25	36.53
MG	1.14	2.96		5.20		36.62	26.71	50.62	25.58
M	11.10	22.09		51.98		73.86	78.51	180.36	136.82
M+MG	1.71	9.90		16.58		48.83	38.74	97.73	57.07

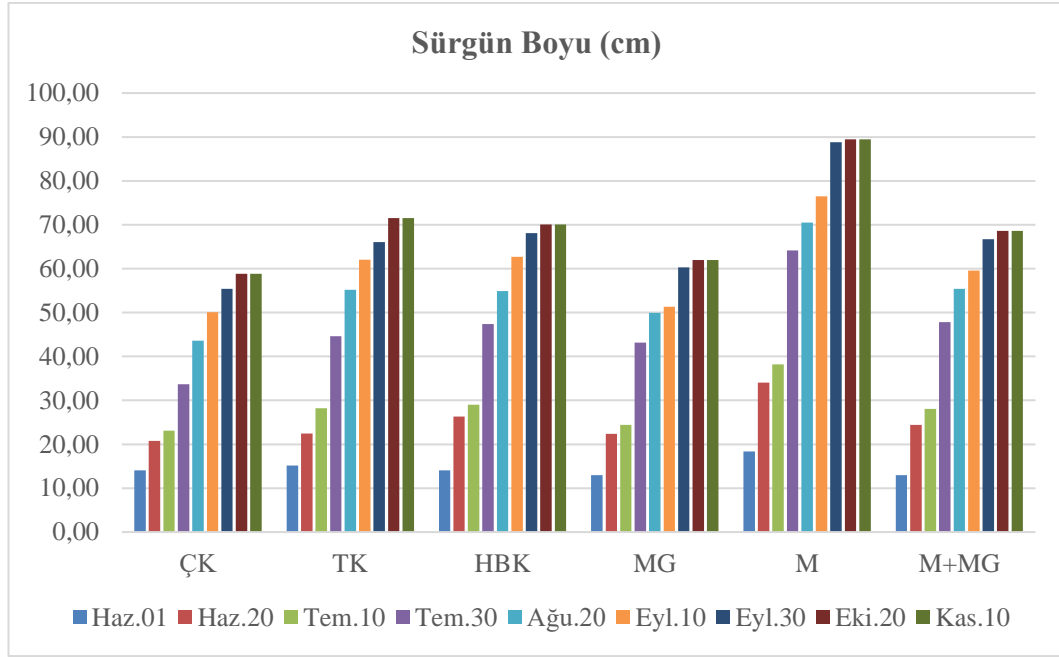
Sürgün çapları arasındaki karşılaştırmalarda da anaç çaplarına benzer sonuçlar görülmektedir ($p<0.05$; Çizelge 4.1). Burada da farklılıklar anaç çapı gibi üç grupta sıralanmıştır. Bu gruplar içerisinde de sürgün çapı bakımından yine M uygulanan bitkiler 7.02 mm ile en yüksek değeri gösterirken, en düşük sürgün çaplarının ölçüldüğü HBK (5.25 mm) ile ÇK (5.75 mm) uygulamalarından ölçülmüştür. Diğer uygulamalar ise istatistiki olarak ara grupta yer almıştır. Burada da M uygulaması diğer uygulamalara göre açık ara (TK'dan %12 ve HBK'dan %33 daha fazla) daha iyi bir sonuçla ayrılmıştır (Çizelge 4.1; Çizelge 4.2) (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Carrizo üzerine aşıllı Meyer Limonlarının sürgün çapındaki dönemsel değişimler

Farklı uygulamaların sürgün boyları üzerine etkileri incelendiğinde M uygulaması (89.47cm) en yüksek değeri vermiş ancak TK (71.53cm) ve Mikoriza+Mikrobiyal Gübre (M+MG) (73.2cm) uygulamaları ile birlikte ara grup oluşturmuştur. En düşük sürgün boyu ölçülen ÇK (58.87 cm) ile ara değerlerdeki MG ve HBK aynı grupta yer alarak diğer uygulamalardan ayrılmışlardır ($p<0.05$; Çizelge 4.1) (Şekil 4.7).

Bu sonuçlar, (Oliveira vd 1992)'nin bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Araştırmalarında, bitki yükseklik ölçümü ile belirlenen bitki büyümesi ile kök uzunluğu ve kuru ağırlığında VAM ilavesi artışa neden olmuştur.



Şekil 4.7. Carrizo üzerine aşıli Meyer Limonlarının sürgün boyundaki dönemsel değişimler

Toprak üstü ve altı organların yaş ve kuru ağırlık ölçümleri arasında da önemli farklılıkların olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$ Çizelge 4.1). Toprak üstü yaş ağırlık uygulamalar üç grupta sıralanmıştır. Bu gruplar içerisinde de en yüksek değerler 67.04 g ile M, 64.34 g ile TK ve 57.39 g ile M+MG uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük değerler ise 38.56 g ile ÇK uygulamasından ölçülmüştür. Toprak üstü yaş ağırlık bakımından diğer uygulamalar ise istatistiki olarak ara grupta yer almışlardır.

Üstüner (2001) yaptığı benzer bir çalışmada mikoriza ile inokule olmuş turunçgil bitkilerinin hem üst aksam ve hem de kök organlarının daha iyi geliştiğini belirlemiştir. Bunun yanı sıra *G. clarium* mikoriza türünün turunçgil bitkisinin köklerini en yüksek oranda enfekte eden tür olduğunu belirlemiştir.

Toprak üstü kuru ağırlık üzerine ise sonuçlar yaş ağırlık değerlerine paralel bir şekilde üç grupta sıralanmıştır. 34.88 g ve 29.53 g ile sırasıyla M ve TK en yüksek değerleri verirken, en düşük değer ise 19.54 g ile ÇK uygulamasından elde edilmiştir. Toprak üstü kuru ağırlık bakımından diğer uygulamalar ise istatistiki olarak ara grupta yer almışlardır (Çizelge 4.1).

Diğer çalışmalarda da VAM ile enfekte olan turunçgil ağaçlarının enfekte olmayanlara göre daha iyi büyüdükleri görülmüştür (Menge vd 1982; Levy vd 1983a). Antunes ve Cardoso (1991) mikorizal enfeksiyonun turunçgillerin kuru madde verimi ile P ve K içeriğini önemli ölçüde artırdığını göstermişlerdir. Menge vd (1978 a)'nin bulguları, Zn, Cu ve Mn'in bitkilerdeki içeriklerinin mikoriza varlığından etkilenmiş olduğunu göstermiştir. Mikorizal enfeksiyonun turunçgillerde sadece mineral beslenmede yararlı olmakla kalmadığı, ayrıca bitkinin su alımı ve bu sudan etkin şekilde yararlanmasında da etkili olduğu bildirilmektedir (Levy vd 1983b).

Toprak altı (kök) yaş ağırlık bakımından uygulamalar arası farklılıklar da yine üç grupta sıralanmıştır. Bu guruplar içerisinde kök yaş ağırlığı bakımından 49.40 g ile M ile en yüksek değeri gösterirken, 34.84 g ile M+MG ikinci grubun tek temsilcisi olmuş, diğer tüm uygulamalar üçüncü grupta yer almıştır. Üçüncü grubun da en düşük kök yaş ağırlığı 17.62 g ile ÇK uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.1).

Mikoriza, bitkinin iyi bir kök sistemi oluşturmasını teşvik ederek bitki gelişimlerinin daha iyi olmasını sağlamaktadır. Bunun yanında, bol ve kaliteli yaprak ve çiçeklere sahip olmasına yardımcı olmaktadır. Bunun sonucunda mikoriza ile daha iyi bir gelişme yapabilecek bitkilerin kullanılması ile hem fonksiyonel hem de estetik açıdan başarıya ulaşılmış olunacaktır (Pulatkan vd. 2010).

Smith ve Read (1997)'nin raporuna göre turunçgil fidanlarının yetiştirilme esnasında veya dikiminde mikoriza inokülümü ile enfekte edilmesi, bitkilerin erken gelişme döneminde iyi bir kök gelişimi sağlayacağı bildirilmiştir. Buda bitkinin ortamdaki BBE'den daha iyi yararlanmasına hem de hastalık ve zararlılara karşı bitkinin direncini artmasına neden olacak ve uzun vadede daha sağlıklı bir bitki yetiştirilmiş olacaktır (George 2000; Ortaş 2003).

Uygulamaların kök kuru ağırlığı üzerine etkileri iki ayrı grupta yer almıştır (Çizelge 4.1). M uygulaması 24.44 g ile en yüksek kök kuru ağırlığı değeri ile tek başına bir grup oluştururken, diğer tüm uygulamalar ikinci grup içerisinde yer almışlardır. Toprak üstü kuru ağırlık bakımından Mikoriza haricindeki diğer uygulamaların bir fark oluşturmaması, Mikoriza muamelesinin kök kuru ağırlık üzerine diğer uygulamalara göre yaptığı pozitif etkisini net olarak göstermektedir.

Mikoriza uygulamasının kök kuru ağırlık madde miktarını artırdığı Matsubara vd. (1994) tarafından da rapor edilmiştir. Japonya'da 17 sebze bitkisi ve iki farklı mikoriza *G. etunicatum* ve *G. intraradices* ile yürüttüğü araştırmada mikorizanın bitkinin kuru madde verimini ve mikorizaya bağımlılığı artırdığını belirlemişlerdir.

Aynı büyüklükteki (8L) standart fidan üretim tüplerindeki ÇK ile TK uygulamalarını Carrizo anacına aşılınmış Meyer limonlarında büyüme ve gelişme parametreleri bakımından değerlendirildiğinde topraksız fertigasyon uygulamanın birçok büyüme parametresi (anaç çapı (7.75mm), toprak üstü yaş ağırlık (64.34g) ve toprak üstü kuru ağırlık (29.53g) bakımından ÇK'ndan daha başarılı sonuç verdiği saptanmıştır. Aynı şekilde Carrizo anacına aşılınmış Meyer limonlarında 8 L hacimli standart fidan üretim tüpündeki ÇK ile 7 L'lik hava budamaya uygun derin saksılardaki HBK uygulamalarını karşılaştırdığımızda toprak üstü yaş ağırlık bakımından (50.43g) HBK 'ün daha iyi sonuç verdiğini diğer parametrelerin ise istatistiksel olarak bir fark bulunmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.1).

Aynı topraksız fertigasyona tabi tutulan Carrizo anacına aşılınmış Meyer limonlarında TK ile HBK uygulamalarını karşılaştırdığımızda ise sadece sürgün çapı (6.28mm) ve toprak üstü yaş ağırlık (64.34g) bakımından tüplü kontrol uygulamasının daha başarılı sonuç verdiği diğer uygulamalarda ise istatistiksel açıdan bir farklılığın olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.1). Bunun nedeni ise TK (8 litre) ile HBK(7 litre) saksı hacmine sahip olduklarından dolayı olduğu düşünülmektedir.

Topraksız fertigasyon uygulaması yapılan ve farklı mikro organizma uygulamalarının HBK ile karşılaştırılması teknik olarak daha doğru olacaktır. MG uygulaması kontrole göre sadece sürgün çapında(5.92mm) bir farklılık göstermiştir (Çizelge 4.1). Bu da Carrizo anacı üzerine aşılanmış Meyer limonlarının bitki büyümesi (gövde ve yaprak parametreleri) ve kök gelişimine mikrobiyal gübrenin olumlu etkilerinin yüksek düzeyde olmadığını göstermektedir.

M uygulamalarını kontrol ile karşılaştırdığımızda ise diğer uygulamalara oranla gerek yeşil aksam gerekse köklerin tüm büyüme parametrelerini kontrole göre istatistiksel olarak çok daha olumlu etkilediği saptanmıştır (Çizelge 4.1). Aynı sonuca, M+MG uygulamasında ulaşamamıştır. Karışım uygulaması M uygulaması ve kontrol arasında bir etki yapmıştır. Bunun da olası sebepleri M mantarları ile mikrobiyal gübre olarak kullanılan bakterilerin olası antagonistik etkileri olduğu düşünülmektedir.

Bu sonuç Ortaş vd (1998) turunçla yaptıkları bir çalışmasıyla benzerlik göstermektedir. Mikorizasız ortamda turunç bitkileri gelişmez iken mikoriza ile aşılanan bitkilerin geliştiğini rapor etmişlerdir. Turunç bitkisi mikorizaya bağımlı olduğu için mikorizasız ortamda bitki gelişimi giderek zayıflamakta, diğer tarafta mikoriza ile aşılanan bitkiler ise mikoriza hifleri yolu ile daha fazla besin elementleri alabildikleri için bitki gelişimi daha yüksek düzeyde gerçekleşmektedir. Levy vd (1983) yaptıkları bir çalışmada steril edilmiş ve besin elementlerince fakir olan topraklarda mikoriza ile enfekte olan turunçgillerin enfekte olmayanlara göre daha iyi büyüdüklerini belirlemiştir. Çünkü köklerdeki mikoriza yalnızca bitki kökleri tarafında besin alımını kolaylaştırmakla kalmayıp aynı zamanda salgılamış olduğu antimikrobiyal maddeler nedeniyle köklerin hastalıklardan etkilenmesini önlemektedir.

4.2. Fizyolojik Yaprak Parametreleri

Deneme sürecinde bitki büyüme ve gelişme ölçümleri yanında bazı fotosentetik yaprak parametrelerinin ölçümleri de yapılmıştır. Ölçümü yapılan bu parametreler, Klorofil ve yaprak alan indeksleri ile yaprak sıcaklığı olup bulunan değerler Çizelge 4.3'de görülmektedir.

Çizelge 4.3. Uygulamaların yaprak klorofil indeksi, yaprak alan indeksi ve yaprak sıcaklığı üzerine etkileri

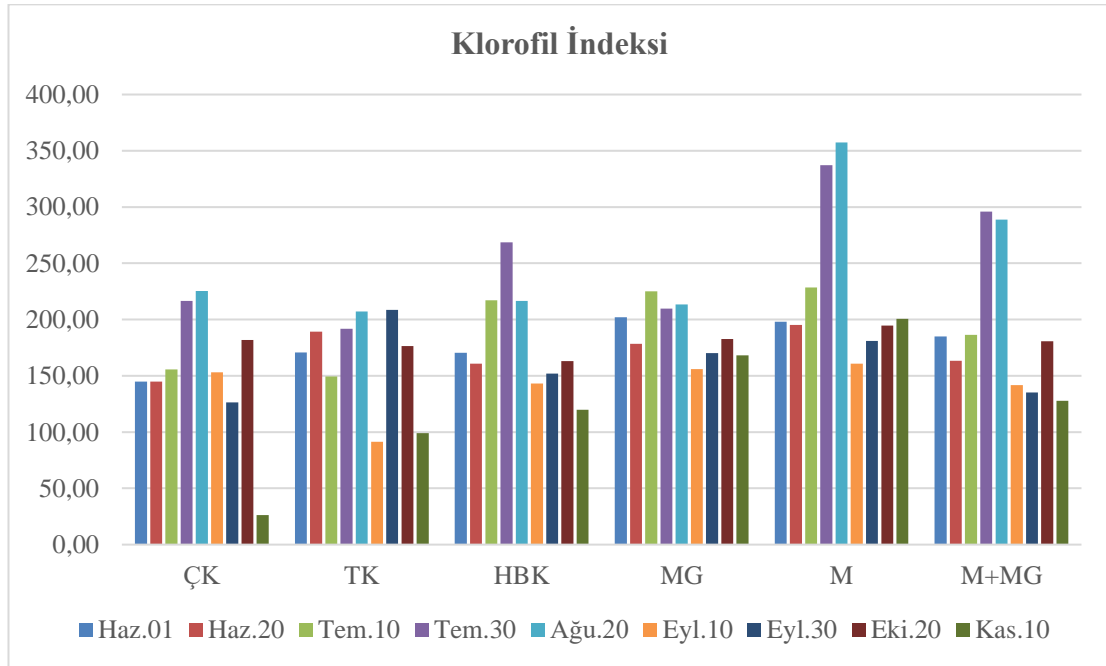
Uygulamalar	Klorofil İndeksi	Yaprak Alan İndeksi	Yaprak Sıcaklığı (° C)
ÇK	26.13±0.94d	127.93±15.48a	31.69±0.19a
TK	99±10.26c	101.07±28.08a	32.17±0.18a
HBK	119.87±17.74bc	27.47±1.12b	34.77±3.83a
MG	168.2±22.06ab	20.87±1.14b	30.58±0.16a
M	200.53±20.19a	23.53±2.95b	30.94±0.11a
M+MG	136.47±19.23abc	18.67±1.40b	30.47±0.27a

Ölçülen bu parametrelerden yaprak klorofil miktarına ışık tutan klorofil indeks değeri karbon asimilasyon miktarıyla doğrudan ilişkili olması nedeniyle büyük önem

taşımaktadır. Yapılan ölçümlerde uygulamalar arasında önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$; Çizelge 4.3) (Şekil 4.8). Çoklu karşılaştırma testi sonucunda muameleler arasında farklılıklar dört grupta sıralanmıştır. Daha önceki sonuçlar gibi klorofil index değeri bakımından da 200.53 ile en yüksek değer M uygulamasında ölçülürken, ÇK uygulaması 26.13 ile en düşük değeri vermiştir. Diğer uygulamalar ise klorofil index değeri bakımından istatistiki olarak ara gruplar oluşturmuştur. Bu sonuçlara göre klorofil index değeri bakımından da M muamelesinin diğer uygulamalara göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

Mikorizal kolonizasyon bitkilere BBE’i sağlamaları yanında (Cavagnaro vd. 2006; Singh vd. 2001) fotosentez hızında, ikincil metabolitlerin sentezi ve stres koşullarında enzim aktivitelerinde artış meydana getirdiği gösterilmiştir (Wu ve Xia 2006).

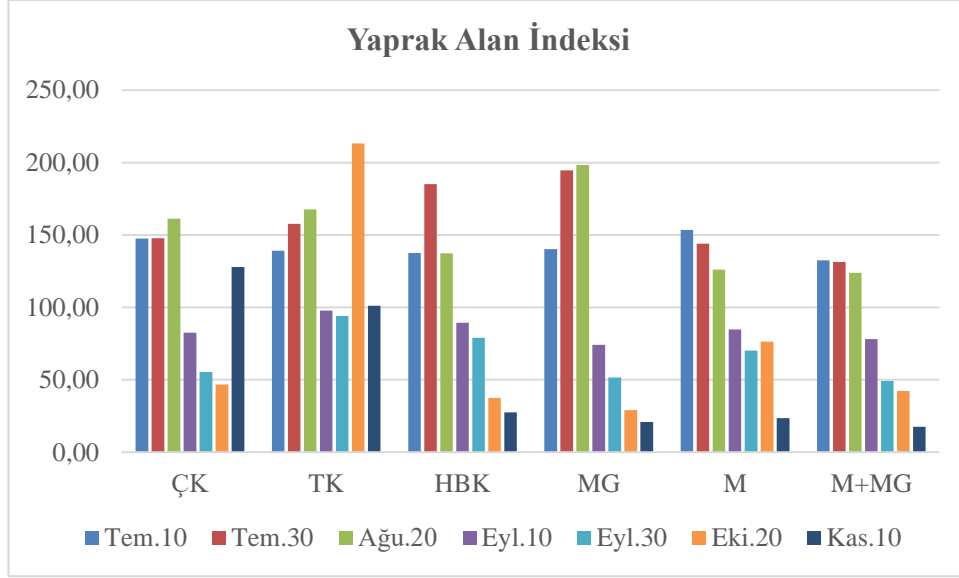
Bu sonuçlar kudret narı (*Momordica charantia*) bitkisi ile uyum içerisindedir. Yapılan çalışmada bitkilerin çimlenme ve büyüme durumları takip edilmiş ve bitkilerin yaprak klorofil değerleri çiçeklenme zamanına kadar ölçülmüştür. Buna göre klorofil miktarı üzerine mikoriza aşılması, fosforlu gübre ve demirli gübre uygulamalarının etkili olduğu; ayrıca mikoriza aşılması ile fosfor uygulaması arasında interaksiyonu olduğu belirlenmiştir (Akay ve Karaarslan 2012).



Şekil 4.8. Carrizo üzerine aşılı Meyer Limonlarının klorofil indeksindeki dönemsel değişimler

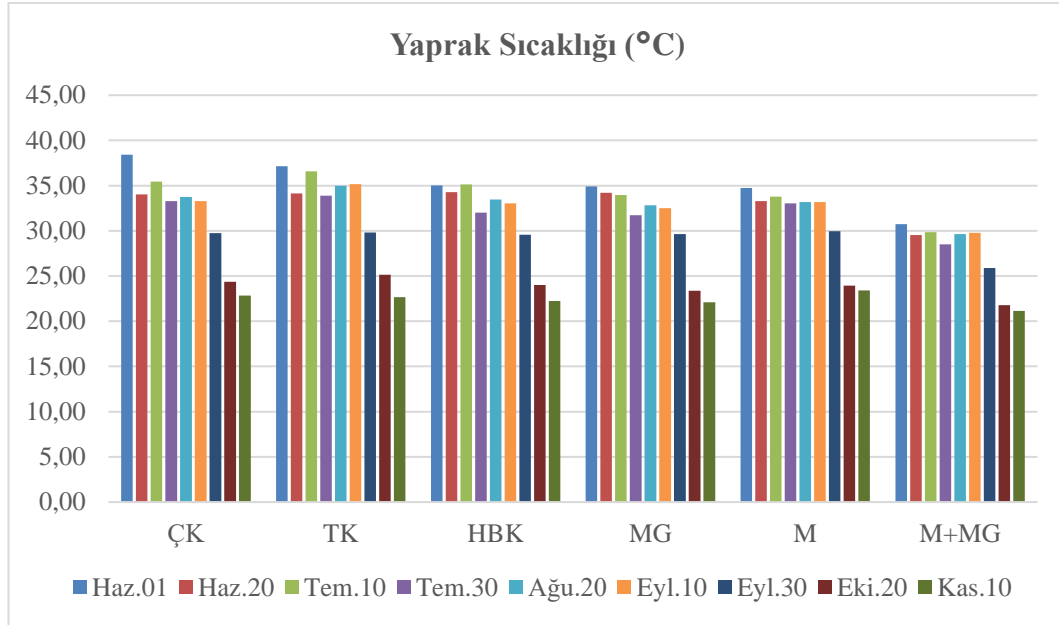
Yaprak alan indeks değerleri arasında da istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$; Çizelge 4.3) (Şekil 4.9). Farklılıklar iki grupta sıralanmıştır. Bu gruplar içerisinde yaprak alan indeks değeri bakımından 127.93 ile ÇK en yüksek değeri göstermiştir. Bunu 101.07 ile TK izlemiştir. Bu değer bu bitkilerin

hacim olarak aynı olmakla birlikte daha geniş olan standart çiftçi potlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yaprak alan indeksi değeri bakımından HBK, M, MG ve M+MG uygulamalarında istatistiki olarak bir farklılık gözlemlenmemiştir. En düşük yaprak alan indeksi değeri ise 18.67 ile M+MG uygulamasına aittir.



Şekil 4.9. Carrizo üzerine aşıllı Meyer Limonlarının yaprak alan indeksindeki dönemsel değişimler

Araştırma bulgularına göre yaprak sıcaklığı değerlerinde istatistiki olarak farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 4.3) (Şekil 4.10). Yaprak sıcaklığı değerleri 30.47 ile 34.77 arasında değişim göstermiştir. Bu sonuç gerek sera içinde gerekse bitki taç bölgesinde sıcaklığın eşit dağıldığını uygulamaların yaprak sıcaklığı üzerine etki etmediğini göstermektedir. Ayrıca bu sonuç dolaylı olarak bitkilerin herhangi bir kuraklık veya sıcaklık stresine maruz kalmadığını da göstermektedir.



Şekil 4.10. Carrizo üzerine aşılı Meyer Limonlarının yaprak sıcaklığındaki dönemsel değişimler

Aynı büyüklükteki (8L) standart fidan üretim tüplerindeki ÇK ile TK uygulamalarını Carrizo anacına aşılansız Meyer limonlarında klorofil-yaprak alan indeksi ve yaprak sıcaklık parametreleri bakımından değerlendirildiğinde topraksız fertigasyon uygulamanın klorofil indeksi (99) bakımından ÇK'dan daha yüksek sonuç verdiği diğer parametrelerin ise istatistiksel olarak bir fark bulunmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.3). Aynı şekilde Carrizo anacına aşılansız Meyer limonlarında 8 L hacimli standart fidan üretim tüpündeki ÇK ile 7 L'lik hava budamaya uygun derin saksılardaki HBK uygulamalarını karşılaştırdığımızda klorofil indeksi (119) bakımından ÇK'dan daha yüksek sonuç verdiğini yaprak alan indeksi (127.93) bakımından ise ÇK'nın daha iyi olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.3). Bu sonuçların toprak yüzey alanının büyük olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Yaprak Sıcaklığı bakımından ise istatistiksel bir farklılığın olmadığı bulunmuştur.

Aynı topraksız fertigasyona tabi tutulan Carrizo anacına aşılansız Meyer limonlarında TK ile HBK uygulamalarını karşılaştırdığımızda ise sadece yaprak alan indeksi (101.07) bakımından TK uygulamasının daha yüksek sonuç verdiği diğer uygulamalarda ise istatistiksel açıdan bir farklılığın olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.3).

Topraksız fertigasyon uygulaması yapılan ve farklı mikro organizma uygulamalarının HBK ile karşılaştırılması teknik olarak daha doğru olacaktır. MG uygulaması kontrole göre sadece Klorofil İndeksi (168.2) bakımından bir farklılık göstermiştir diğer uygulamalarda ise istatistiksel açıdan bir farklılığın olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.3).

M uygulamalarını kontrol ile karşılaştırdığımızda kontrole göre sadece Klorofil İndeksi (200.53) bakımından bir farklılık göstermiştir diğer uygulamalarda ise istatistiksel açıdan bir farklılığın olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.3). Aynı sonuca, M+MG uygulamasında ulaşamamıştır.

4.3. Dokuların Bitki Besin Elementi İçerikleri

Carrizo üzerine aşılı Meyer Limonlarının yapraklarındaki BBE miktarları uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.4). Genel olarak M uygulaması N, P ve Mn miktarlarında artışa neden olurken, Cu miktarında bir azalmaya neden olmuştur. ÇK uygulamasında ise yaprak Ca, Mg ve Cu değerlerinde bir artış neden olmuştur. Bu çalışma ile M uygulamasının toprakta toksik olan Cu miktarını düşürdüğü anlaşılmaktadır (Çizelge 4.4). İstatiksel olarak bu ÇK ile M uygulaması arasında açıkça görülmektedir. Diğer BBE ise uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir. Farklılıklar K, Fe ve Zn’de istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Yapılan benzer çalışmalarda da mikoriza funguslarının besin elementleri, özellikle de P alımına katkısı kontrollü koşullarda ve tarla denemeleriyle ispatlanmıştır (Kothari vd. 1991; Ortaş vd. 1996; Hooker ve Atkinson, 1996).

Kontrollü koşullarda yapılan denemeler mikorizal mantarla yapılan inokülasyonun turunç bitkisinin büyümesini ve besin elementleri alımını arttırdığını göstermiştir (Ortakçı vd. 1998; Ortaş vd. 2002 a ve b).

Kök dokularındaki BBE akümüasyonu da BBE miktarları bazı uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.5). Burada da M uygulaması Mn miktarlarında artışa neden olurken Cu miktarında azalmaya neden olmuştur. Mn miktarındaki en büyük artış M+MG uygulamasında görülmüş olup bunun M ile birlikte sinerjistik bir etki olabileceği düşünülmüştür. Çünkü aynı düzeyde bir artış yalnız MG uygulamasında görülmemiştir. Köklerdeki Ca, Mg ve Cu değerlerindeki artış TK uygulamasında görülmüştür. Diğer BBE uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir. Farklılıklar N, P, K, Fe ve Zn’de istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.4. Carrizo üzerine aşıllı Meyer Limonlarının yapıdaki BBE içerikleri

Uygulamalar	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
ÇK	3.85±0.10b	0.17±0.00b	1.81±0.05	2.77±0.16a	0.25±0.00a	163.00±11.70	12.33±1.83ab	7.67±0.62	144.63±31.34a
TK	4.07±0.15ab	0.18±0.00ab	1.72±0.04	2.43±0.09ab	0.21±0.01abc	130.70±8.60	11.20±2.18ab	10.93±1.51	61.43±11.85ab
HBK	3.85±0.09 b	0.17±0.01b	1.63±0.04	2.18±0.15b	0.22±0.01abc	140.17±10.02	6.67±0.84b	11.00±3.26	124.23±30.14ab
MG	3.72±0.10 b	0.16±0.01b	1.68±0.02	2.17±0.09b	0.23±0.00ab	114.50±9.62	5.93±1.65b	6.23±1.22	110.60±2.39ab
M	4.43±0.07 a	0.22±0.02a	1.67±0.04	1.92±0.15b	0.19±0.01c	121.83±18.56	16.67±2.10a	10.47±1.81	43.03±17.89b
M+MG	4.15±0.05ab	0.18±0.00ab	1.76±0.08	2.19±0.09ab	0.21±0.01bc	129.57±3.43	11.70±1.70ab	6.87±0.82	105.97±0.67ab

Çizelge 4.5. Carrizo üzerine aşıllı Meyer Limonlarının kökteki BBE içerikleri

Uygulamalar	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
ÇK	3.36±0.18	0.22±0.01	1.65±0.13	1.31±0.04ab	0.27±0.02ab	557.73±96.65	28.53±2.83b	139.10±1.65	7.67±1.09ab
TK	3.50±0.04	0.21±0.00	2.15±0.13	1.50±0.01a	0.32±0.02a	469.77±24.27	33.53±3.66b	112.60±14.30	11.07±0.98a
HBK	3.19±0.15	0.21±0.00	1.62±0.03	1.26±0.02ab	0.25±0.01b	758.50±94.44	32.87±2.68b	103.60±12.40	6.43±0.22ab
MG	3.27±0.05	0.21±0.03	1.69±0.14	1.25±0.09b	0.25±0.02b	622.30±142.96	31.83±4.22b	129.97±8.04	8.90±1.66ab
M	3.38±0.11	0.25±0.02	1.75±0.09	1.44±0.06ab	0.24±0.01b	518.80±30.74	42.27±5.06ab	123.50±6.87	5.67±0.07b
M+MG	3.01±0.89	0.22±1.02	1.92±0.21	1.32±0.05ab	0.26±0.01ab	685.50±109.13	54.70±2.90a	141.87±7.86	9.30±1.32ab

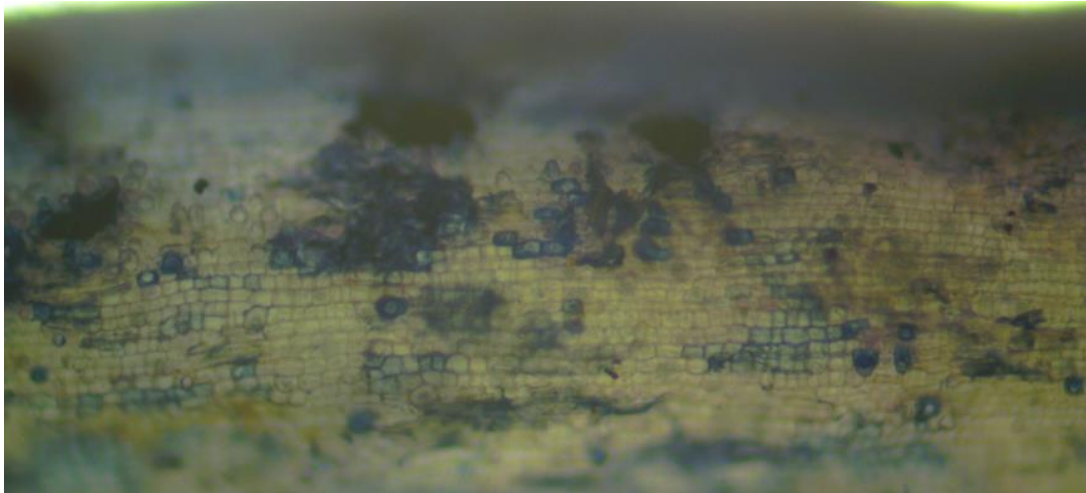
4.4. Kök ve Rizosferde belirlenen Mikro organizmalar

4.4.1. Mikoriza tespiti

Yapılan sayımlarda, Carrizo anacı üzerine aşılansmış Meyer limonlarında en fazla Mikoriza kolonizasyonu kök enfeksiyonu bakımından M uygulamasında saptanmıştır (%90) (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.11). M+MG kullanımı Mikoriza kolonizasyonunda yalnız Mikoriza uygulaması kadar başarılı olmadığı da gözlenmiştir (Çizelge 4.5). Bu sonuç Hetrick ve Wilson (1989) raporu ile örtüşmektedir. Araştırmacılar steril edilmemiş ve düşük verimlilik koşullarında turunç bitkisinin büyümesinin ve mikorizal kök enfeksiyonunun azaldığını bildirmişlerdir. Turunçgiller, mikoriza olmaksızın optimum gelişme sağlamakta güçlük çekmektedir (Menge vd 1978 a; Ortaş vd 2002 a. b). Benzer şekilde Nunes vd (2006) yaptıkları çalışmada turunçgil bahçelerinden iki farklı mevsimde kök ve toprak örnekleri almışlar ve mikorizal kolonizasyonu her iki dönemde de yüksek oranda bulmuşlar ve kök enfeksiyonunun % 42 ile % 83 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.6. Carrizo anacına aşılansmış Meyer limonlarında kök bünyesinde ve kök bölgesindeki (rizosfer) mikoriza sayımı

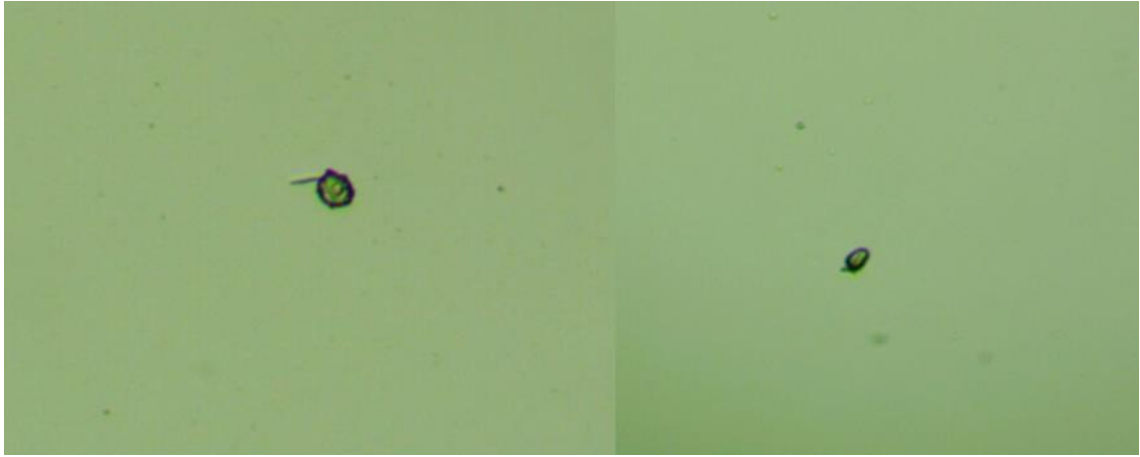
	Kök Bölgesi spor sayısı/10 g harç ortamı (adet)	Kök Bünyesi Enfeksiyon oranı (%)
ÇK	0	0
TK	0	0
HBK	0	0
MG	0	0
M	165	90
M+MG	120	75



Şekil 4.11. Carrizo üzerine aşıllı Meyer Limonlarının köklerinde mikoriza sporunun görüntüsü

Akpınar (2004), mısır, sorgum, pırasa, soğan, üçgül ve yonca bitkilerinde 4. haftadan sonra etkin bir kök enfeksiyonu olduğunu belirlemiştir. Bitkilerin büyümesi ve ortamdaki besin elementlerinden yararlanmaları mikorizanın bitki kökleri ile enfeksiyonuma bağlıdır ve bazı bitkiler için ise mikoriza "olmazsa olmaz" sınıfına girip yaşamları tamamen mikorizanın var oluşuna bağlıdır (Ortaş vd. 2002 a ve b).

Carrizo anacı üzerine aşılanmış Meyer limonlarının deneme sonunda rizosferden alınan 10 g'lık harç karışımında yapılan Mikoriza sayımında spor sayısı 165 olarak sayılırken, M+MG'de 120 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak M uygulaması, saptanan mikoriza sayısı yönünden daha etkili olmuştur (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Carrizo üzerine aşılanmış Meyer Limonlarının kök bölgesindeki (rizosfer) harç karışımında mikoriza sayımı

4.4.2. Bakteri kolonilerinin tespiti

Carrizo anacına aşılanmış Meyer limonlarına ait toplam bakteri sayıları Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir. En yüksek bakteri sayısı ÇK, TK ve HBK (300x108) uygulamalarında saptanmış, bunu MG ve M+MG uygulamaları takip etmiştir. M, MG ve M+MG uygulamalarında kontrollere göre daha az mikro organizma saptanmasının sebebi M ve MG içerisindeki mikroorganizmaların zararlı mikroorganizmaları kontrol altına almaları nedeniyle mikroorganizma aktivitelerinin yararlı olanlarla sınırlı olmasındandır (Şekil 4.13). PGPR'ler genellikle kök sisteminde kolonize olarak bitki gelişimini düzenlemekte ve zararlı rizosfer mikroorganizmalarını baskı altında tutmaktadırlar (Siddiqui 2006; Güneş vd. 2009). Topraktaki en fazla mikrobiyal bakteri sayımları kontrol bitkilerinde elde edilmiştir. Çünkü buralarda mikrobiyal etkiyi veya mikrobiyal faunayı değiştirecek bir uygulama yoktur. Mikrobiyal gübre ve Mikoriza+mikrobiyal gübre uygulamalarında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. Ancak M uygulamasındaki bakteri, mikrobiyale göre daha az olduğu ortaya çıkmakta olup bunun da Mikorizanın ürettiği olduğu ve kök bölgesinde salgıladığı antimikrobiyal

kimyasallardan dolayı olduğu anlaşılmaktadır. Mikorizal kolonizasyon bitkilere BBE’i sağlamaları yanında (Cavagnaro vd. 2006; Singh vd. 2001), toprak kökenli zararlılara karşı dayanıklılığı artırdığı gösterilmiştir (Pozo ve Azcon-Aguilar 2007).

Çizelge 4.7. Carrizo anacına aşılınmış Meyer limonlarında kök bünyesinde ve (rizosfer) bakteri sayımı

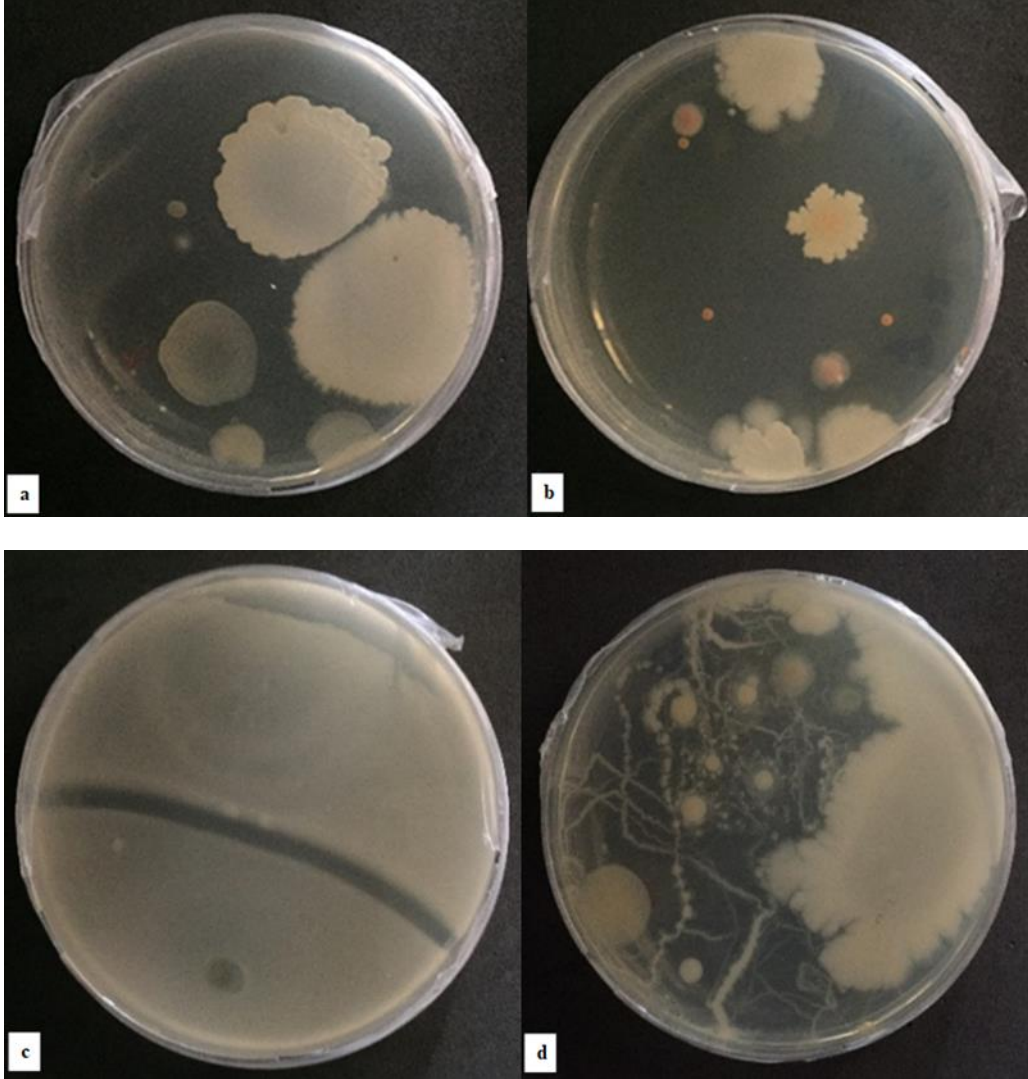
Topraktaki Bakteri Sayısının Belirlenmesi	
ÇK	300x10 ⁸
TK	300x10 ⁸
HBK	300x10 ⁸
MG	215x10 ⁸
M	120x10 ⁸
M+MG	215x10 ⁸

Mikoriza bitki köklerini diğer patojenik organizmalara karşı koruduğu gibi çevre faktörlerinin yarattığı ağır metal toksisitesi ve tuzluluk gibi streslere karşı da bitkiyi koruyarak ve bitkinin direncini arttırmaktadır (Harley ve Smith 1983; Abbot vd. 1992).

Sonuçlar kontrol ile karşılaştırıldığında M içeren köklerin diğer mikroorganizmalara karşı korunduğunu göstermektedir. Nitekim en fazla bakteri sayısı kontrolde bulunurken en az bakteri sayısı Mikorizalı köklerin bulunduğu toprakta gözlenmiştir. Çünkü Carrizo anaçlarının köklerine yerleşen Mikorizalar gerek salgıladıkları antimikrobiyal maddelerle, gerekse de Mikoriza kolonilerinin köklerde yoğun olması nedeniyle diğer hastalık yapan bakterilerin köklerde hastalık yapamamasına neden olmaktadır. Dolayısıyla mikorizalı köklerin bulunduğu topraklarda en az bakteri sayısına rastlanmıştır. Mikorizalı Carrizo köklerinde kontrole göre 3 kat daha az bakteri sayısının bulunmasının nedeninin bu olduğu düşünülmektedir.

Çakmakçı (2005)’nin da belirttiği gibi, biyolojik gübrelemede kullanılan bakteri ırklarının etkinliği, inokulumun kalitesi, bitki çeşidi, kültür koşulları, toprak özellikleri, sıcaklık, nem rejimi, toprak yapısı, aşılama-uygulama tekniği ve gübreleme düzeyine bağlı olarak değişmektedir. Bu faktörlerin biri veya birkaçı uyumsuzluk gösterdiğinde biyolojik preparatın etkisiz kalması ve yerel ırklarla rekabet gücünün azalması olasıdır. Çalışmamızda da bahsi geçen bu faktörlerin bazılarının uyumsuz olabileceği ve kullanılan bakteri ırklarının toprak çevresindeki bakterilerle rekabet ederek kolonize olduğu, diğer bakterilerin bu ortamda gelişemediği düşünülmektedir. Bu faydalı bakterilerin sayısındaki artış bitki gelişimine yansımış olup, M+MG içeren uygulamalarda bakteri ırklarının kontrolden daha az bakteri değerleri verdiği ortaya çıkmıştır.

Mikoriza hifleri çok ince yapısı ile köklerin giremediği ince porlara girerek su ve besin elementlerinden yararlanabilmektedirler. Mikoriza ile enfekte olmamış bitkiler kök bölgesinin 1 cm uzağındaki fosfordan yararlanabildiği halde, mikoriza ile enfekte olmuş bitki kökleri hifleri aracılığı ile kökten 11 cm uzaktaki fosforu alabilmektedir (Li vd 1991).



Şekil 4.13. Uygulama ortamlarında yapılan bakteri kültürü sonucunda oluşan koloniler; a- M, b-MG, 3-c+MG ve d-HBK

4.4.3. Kök Enfeksiyonlarının Belirlenmesi

Çalışmada yetiştirilecek fidanlarda turunçgil zamklanma hastalık etmeni (*Phytophthora citrophthora*) varlığını anlamak için köklerden örnekler alınması planlanmıştır. Ancak çalışmanın gerçekleştirildiği dönemde fidanlar araziye dikilmediği için arazide fidanların kök çevresinde bulunan turunçgil zamklanması hastalık etmenleri

incelenememiştir. Araziye dikilecek olan fidanlarda her hangi bir turunçgil zamklanma hastalığı belirtisi bulunmamaktadır.

5. SONUÇLAR

Bitki materyali olarak Carrizo üzerine aşılınmış Meyer limonları kullanılan bu çalışma geleneksel fidan üretimine alternatif fidan üretim teknikleri geliştirmek amacıyla yapılmıştır. Birincil olarak toprak kökenli hastalık ve zararlılardan arı aynı zamanda da geleneksel yollarla üretilmiş fidanlar kadar güçlü gelişmiş fidan üretimi amaçlanmıştır. Araştırmada da ÇK yanında alternatif saksı, fertigasyon, M ve MG uygulamaları yalnız veya kombine olarak uygulanmıştır.

Aynı büyüklükteki (8 L) standart fidan üretim tüplerindeki ÇK ile TK uygulamalarını karşılaştırdığımızda fertigasyon uygulamanın birçok büyüme parametresi bakımından ÇK'dan daha başarılı sonuç verdiği saptanmıştır. Aynı şekilde 8 L hacimli standart fidan üretim tüpündeki ÇK ile 7 L'lik hava budamaya uygun derin saksılardaki HBK uygulamalarını karşılaştırdığımızda toprak üstü yaş ağırlık bakımından HBK 'ün daha iyi sonuç verdiğini diğer parametrelerde ise bir farklılığın bulunmadığı saptanmıştır.

Aynı fertigasyona tabi tutulan TK ile HBK uygulamalarını karşılaştırdığımızda ise sadece sürgün çapı ve toprak üstü yaş ağırlık bakımından tüplü kontrol uygulamasının daha başarılı sonuç verdiği diğer uygulamalarda ise bir farklılığın olmadığı saptanmıştır. Bunun nedeni ise TK'nın 8 L HBK'nın ise 7 L saksı hacmine sahip olmasından dolayı olduğu düşünülmektedir.

Topraksız fertigasyon uygulaması yapılan ve farklı mikro organizma uygulamalarının HBK ile karşılaştırılması daha doğru olacaktır. MG uygulaması HBK'a göre sadece sürgün çapında bir farklılık göstermiştir. Bu da Carrizo anacı üzerine aşılınmış Meyer limonlarının bitki büyümesi (gövde ve yaprak parametreleri) ve kök gelişimine MG'nin olumlu etkilerinin yüksek düzeyde olmadığı göstermektedir.

M uygulamalarını kontrol ile karşılaştırdığımızda ise diğer uygulamalara oranla gerek yeşil aksam gerekse köklerin tüm büyüme parametrelerini kontrole göre çok daha olumlu etkilediği saptanmıştır. Aynı sonuca, M+MG uygulamasında ulaşılamamıştır. M+MG uygulaması M ve HBK arasında bir etki yapmıştır. Bunun da olası sebepleri Mikoriza mantarları ile mikrobiyal gübre olarak kullanılan bakterilerin olası etkileşimleri (sinerjistik ve antagonistik etkileri) olduğu düşünülebilir.

ÇK ile TK uygulamalarını Carrizo anacına aşılınmış Meyer limonlarında klorofil-yaprak alan indeksi ve yaprak sıcaklık parametreleri bakımından değerlendirildiğinde topraksız fertigasyon uygulamanın klorofil indeksi bakımından ÇK'dan daha yüksek sonuç verdiği diğer parametrelerde ise bir fark bulunmadığı saptanmıştır.

Aynı şekilde Carrizo anacına aşılınmış Meyer limonlarında ÇK ile HBK uygulamalarını karşılaştırdığımızda klorofil indeksi (119) bakımından ÇK'dan daha yüksek sonuç verdiğini Yaprak Alan İndeksi (127.93) bakımından ise ÇK'nın daha iyi olduğu saptanmıştır. Bu sonuçların toprak yüzey alanının daha geniş olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Aynı topraksız fertigasyona tabi tutulan Carrizo anacına aşılınmış Meyer limonlarında TK ile HBK uygulamalarını karşılaştırdığımızda ise sadece Yaprak Alan İndeksi (101.07) bakımından TK uygulamasının daha yüksek sonuç verdiği diğer

uygulamalarda ise bir farklılığın olmadığı saptanmıştır.

Topraksız fertigasyon uygulaması yapılan ve farklı mikroorganizma uygulamalarının HBK ile karşılaştırılması teknik olarak daha doğru olacaktır. MG uygulaması kontrole göre sadece Klorofil İndeksi (168.2) bakımından daha yüksek bir farklılık göstermiştir diğer uygulamalarda ise bir farklılığın olmadığı saptanmıştır.

M uygulamaları da HBK ile karşılaştırdığımızda yine sadece Klorofil İndeksi (200.53) bakımından bir artış göstermiştir. Diğer uygulamalarda ise bir farklılığın olmadığı saptanmıştır. Aynı sonuca M+MG uygulamasında ulaşılamamıştır.

Yapraklardaki BBE miktarları uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir. Genel olarak M uygulaması N, P ve Mn miktarlarında artışa neden olurken Cu miktarında bir azalmaya neden olmuştur. ÇK uygulamasında ise yaprak Ca, Mg ve Cu değerlerinde bir artış neden olmuştur. Bu çalışma ile M uygulamasının funguslar üzerinde toksik etki yapan Cu'nun alımını engellediği anlaşılmaktadır. İstatiksel olarak bu ÇK ile M uygulaması arasında belirgin bir şekilde görülmektedir. Yapraktaki diğer BBE miktarları uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir. Bu farklılıklar K, Fe ve Zn miktarlarında önemli bulunmamıştır.

Kök dokularındaki BBE akümüasyonu da BBE miktarları uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir. Burada da M uygulaması Mn miktarlarında artışa neden olurken ağır metal olan Cu miktarında istatistiki olarak bir azalmaya neden olmuştur. Mn miktarındaki en büyük artış M+MG uygulamasında görülmüş olup bunun M ile birlikte sinergistik bir etki olabileceği düşünülmüştür. Çünkü aynı düzeyde bir artış sadece mikrobiyal gübre verilen MG uygulamasında görülmemiştir. Köklerdeki Ca, Mg ve Cu değerlerindeki artış TK uygulamasında görülmüştür. Diğer BBE miktarları da uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir. N, P, K, Fe ve Zn miktarlarındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Yapılan sayımlarda en fazla Mikoriza kolonizasyonu kök enfeksiyonu bakımından M uygulamasında saptanmıştır (%90). M+MG uygulamasının mikoriza kolonizasyonu bakımından M uygulaması kadar başarılı olmadığı da gözlenmiştir.

Carrizo anacı üzerine aşılınmış Meyer limonlarının deneme sonunda rizosferde alınan 10 g'lık harç karışımında yapılan Mikoriza sayımında spor sayısı 165 olarak sayılırken, M+MG'de 120 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak M uygulaması, saptanan mikoriza sayısı yönünden daha etkili olmuştur.

Carrizo anacına aşılınmış Meyer limonlarına ait en yüksek bakteri sayısı ÇK, TK ve HBK (300x108) uygulamalarında saptanmış, bunu MG ve M+MG uygulamaları takip etmiştir. M, MG ve M+MG uygulamalarında kontrollere göre daha az mikro organizma saptanmasının sebebi M ve MG içerisindeki mikroorganizmaların zararlı mikroorganizmaları kontrol altına almaları nedeniyle mikroorganizma aktivitelerinin yararlı olanlarla sınırlı olmasındandır. Topraktaki en fazla mikrobiyal bakteri sayımları kontrol bitkilerinde elde edilmiştir. Çünkü buralarda mikrobiyal etkiyi veya mikrobiyal faunayı değiştirecek bir uygulama yoktur. Mikrobiyal gübre ve Mikoriza+mikrobiyal gübre uygulamalarında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. Ancak M uygulamasındaki bakteri, mikrobiyale göre daha az olduğu ortaya çıkmakta olup bunun

da Mikorizanın üretmiş olduğu ve kök bölgesinde salgıladığı antimikrobiyal kimyasallardan dolayı olduğu anlaşılmaktadır. Sonuçlar kontrol ile karşılaştırıldığında M uygulamasındaki, bünyesinde fungus bulunduran köklerin diğer mikroorganizmalara karşı korunduğunu göstermektedir. Nitekim en fazla bakteri sayısı kontrolde bulunurken en az bakteri sayısı Mikorizalı köklerin bulunduğu toprakta gözlenmiştir. Çünkü Carrizo anaçlarının köklerine yerleşen Mikorizalar gerek salgıladıkları antimikrobiyal maddelerle, gerekse de Mikoriza kolonilerinin köklerde yoğun olması nedeniyle diğer hastalık yapan bakterilerin köklerde hastalık yapamamasına neden olmaktadır. Dolayısıyla mikorizalı köklerin bulunduğu topraklarda en az bakteri sayısına rastlanmıştır. Mikorizalı Carrizo köklerinde kontrole göre 3 kat daha az bakteri sayısının bulunmasının nedeninin bu olduğu düşünülmektedir.

Sonuç olarak; Denemede topraksız fertigasyon uygulamaları standart çiftçi koşullarındaki üretime göre daha başarılı büyüme performansı göstermiş olup, ilave Mikoriza uygulaması ise bu başarıyı çok daha yükseklerle taşımıştır. Analiz sonuçlarında M uygulamasının köklerde BBE'lerden özellikle N, P ve Mn alımını artırırken Cu gibi toksik kimyasalların miktarının azalmasına neden olmaktadır. Bu sonuçlar mikoriza kolonizasyonu ile BBE alımı arasında doğru bir orantının (pozitif ilişkinin) olduğunu göstermektedir. Cu gibi ağır kimyasalların alımıyla bu organizmalar arasında negatif bir ilişki bulunmakta olup bitki bünyesine alımları sınırlandırılmıştır. Bitki köklerinde mikoriza aşılmasından dolayı yüksek oranda kök enfeksiyonu (%90) belirlenmiştir.

Öneriler:

- (1) Topraksız üretimde kullanılan fertigasyonun olumlu etkisi net olarak saptanmış olup, farklı gübreleme kombinasyonları ve bitki yetiştirme ortamları ile bunların performanslarına dönük çalışmalarla ideal besin solüsyonları tür ve çeşide özgü belirlenmelidir.
- (2) Mikoriza türleri ile mikrobiyal gübrede kullanılan bakterilerle kombinasyon çalışmaları yapılarak antagonistik ve sinerjistik etki yapan eşleşmeler bulunmalı ve yetiştiriciliğe olan olası pozitif katkıları saptanmalıdır.
- (3) Mikoriza türlerinin Carrizo anacı ile olan ilişkileri farklı türler ile tek tek ve/veya kombinasyonlarla araştırılarak pozitif etkinin bireysel veya kümülatif olup olmadığı belirlenmelidir. Eğer etki kümülatif ise türlerin bireysel etki düzeyleri (oranları) saptanarak Carrizo'ya özgü uygun türlerden oluşan paçallar oluşturulabilir.
- (4) Mikrobiyal gübre için de aynı şekilde bu çalışmalar yapılarak, bitki gelişmesine pozitif katkıda bulunan türler saptanmalı ve Carrizo'nun gelişmesi üzerine olası kombine etkileri diğer bakteri ve Mikoriza türleri ile birlikte denenmelidir.
- (5) Çalışmada kullanılan mikoriza+ mikrobiyal gübre karışımının antagonistik etki yaptığı düşünülmektedir. Yapılacak çalışmalarda bu antagonizm saptanmalı ve mikoriza+ mikrobiyal türlerin birbirlerine sinerjistik etki yapan kombinasyonları bulunmalıdır.
- (6) Hava budamanın kök gelişimi üzerine olan olumlu morfo-fizyolojik etkileri bilinmekte olup bu çalışmada kısmen gösterilmiştir. Konu ile ilgili çalışmalar devam ettirilerek ideal yetiştirme saksılarları ile yetiştirme ortamları mutlaka saptanmalıdır.
- (7) Tüplü yetiştiricilik için türe özgü tüp kullanımına ilişkin çalışmaların genişletilmesi gerekmektedir (hacim, şekil, renk, derinlik vb.).

6. KAYNAKLAR

- Abbott, L.K., Robson, A.D., Jasper, D.A. and Gazey, C. 1992. What is the role of VA mycorrhizal hyphae in soil. In Mycorrhizas in Ecosystems (Eds.) D. J. Read, H. D. Lewis., A. H. Fitter, and Alexander, C.A.B International.
- Adak, N. 2009. Topraksız Kültürde Yetiştirilen Çileklerin Verim ve Kalitesi Üzerine Değişik Yetiştirme Ortamlarının Etkileri. Doktora tezi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 232 sayfa.
- Adak, N. ve Pekmezci, M. 2011. Topraksız kültürle çilek yetiştiriciliğinde fide tipleri ile yetiştirme ortamlarının erkencilik ve verim üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24 (2), 67-74.
- Akay, A. ve Karaarslan, E. 2012. Mikoriza Aşılınmış Kudret Narı (Momordica charantia) Bitkisine Farklı Dozlarda Fosforlu Ve Demirli Gübre Uygulamasının Yaprak Klorofil İçeriğine Etkisi. Iğdır Üniv. Fen Bilimleri Enst. Der. 2(3): 103-108.
- Akgül, H. 2010. Toprak analizlerinin değerlendirilmesi amacıyla bilgisayar programı geliştirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Özel Sayı, 298-305.
- Akgül, H. 2015. Elma fidanı yetiştiriciliğinde farklı topraksız kültür ortamları ve besin çözeltilerinin kullanılabilirliğinin belirlenmesi (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Akgün, A. 2003. Bazı Mikoriza Türlerinin Farklı Antepfıstığı Anaçlarının Kök Ve Gövde Gelişimi Üzerine Etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Akpınar, Ç. 2004. Farklı Mikoriza Türleri ve Spor Sayılarının Değişik Kültür Bitkilerinde Mikorizal İnfeksiyon ve Bitki Gelişimine Etkisi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, (Yüksek Lisans Tezi).
- Anju, S., Thakur, P.S. and Duvivedi, M.P. 1994. Rapid evaluation of apple varieties for drought tolerance. Dep. Bas. Sci. Hort. For. Iniv. 51, 16-21.
- Anonim, 2001. Üretim Bitkisel Komisyonu Özel İhtisas Raporu Alt Komisyon. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı [Son erişim tarihi: 01.03.2018].
- Anonim, 2003. Kızılcahamam Orman Fidanlığı 2003-2007 Yılları Fidan Üretim Planı. Kızılcahamam Orman Fidanlığı Arşivi, Kızılcahamam [Son erişim tarihi: 01.03.2018].
- Anonim, 2005. Meyve fidanı yetiştiriciliği. Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 14, 34s. [Son erişim tarihi: 01.03.2018]
- Anonim, 2008.
http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/bahcecilik/moduller/limon_yetistiriciligi.pdf [Son erişim tarihi: 09.03.2018]
- Anonim, 2010.
<http://www.utk.org.tr/FilePath/pdf/TURUNCGIL%20YETISTIRICILIGI%20KI TABI.pdf> [Son erişim tarihi: 08.03.2018]
- Anonim, 2015. Erişim:
[http://www.rekabet.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FGerek%

- C3%A7eli+Kurul+Karar%C4%B1%2F15-40-664-232.pdf] [Son erişim tarihi: 12.02.2018].
- Anonim, 2016. Yaş meyve sebze ihracatçıları birliği değerlendirme raporu. 2014-2015 Ocak-Aralık. Erişim; [http://www.akib.org.tr/files/downloads/arastirmaraporlari/ysm/yms-degerlendirme-raporu-Ocak-Aralik-2015.pdf] [Son erişim tarihi: 28.03.2018].
- Anonymous, 2014, www.woldometers.info/tr, Erişim tarihi: 15.08.2017Anomin, 2015. Erişim: [http://www.rekabet.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FGerek%C3%A7eli+Kurul+Karar%C4%B1%2F15-40-664-232.pdf] [Son erişim tarihi: 15.02.2018].
- Antunes, V. and Cardoso, E. J. B. N. 1991. Growth and Nutrient Status of Citrus Plants As Influenced By Mycorrhiza and Phosphorus Application. *Plant and Soil* 131, 11-19.
- Appleton, B. 1993. Nursery production alternatives for reduction or elimination of circling tree roots. *J. Arboriculture* 19:383-388.
- Appleton, B. 1995. Nursery production methods for improving tree roots-an update. *J. Arboriculture* 21:265-270.
- Arias, A. 2000. Plant Growth Promoting Microorganisms in Uruguay: Status and Prospects. Proc.5th Int. Conf. Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Brasil.
- Arnold, M.A. and Struve, D. 1989a. Growing green ash and red oak in CuCO₃-treated containers increases root regeneration and shoot growth following transplant. *J. Amer. Soc. Hare Set.* 114:403-406.
- Arnold, M.A. and McDonald, G.V. 1999. Accelerator containers alter plant growth and the root zone environment. *J. Environ. Hort.* 17(4):168-173.
- Arslan, R., Aydın, A. ve Ortaş, İ. 2003. Üç farklı turuncgil anacında farklı mikoriza türlerinin aşılmasının çöğür gelişimine etkileri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı TAGEM, Sonuç raporu.22 s.
- Ayan, S. 2002. Tüplü doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) fidanı yetiştirme ortamları özellikleri ve üretim tekniğinin belirlenmesi. Orman Bakanlığı, Doğu Karadeniz Ormancılık Araş. Ens. Teknik Bülten No:11, Trabzon.
- Battistel, P. 2005. Örtü altı bitki yetiştiriciliği ve topraksız kültür. 05–09 Aralık 2005. Örtü altı sebze ve kesme çiçek yetiştiriciliğinde metil bromür kullanımının sonlandırılması, Proje No: MP/TUR/03/108, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya.
- Bagyaraj, D. J. and Manjunath, A. 1981. Influence of soil inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and phosphate-dissolving bacterium (*Bacillus circulans*) on plant growth and 32p-uptake. *Soil. Biol. Biochem.* 13:105-108.
- Bagyaraj, D. J. 1991. Ecology of vesicular-arbuscular mycorrhizae. IN: D.K. Arora et al. (Eds.) *Handbook of Applied Mycology, Soil and Plants*, vol. 1. Marcel Dekker, USA.
- Bashan Y. and Holguin G. 1998. Proposal for the Division of Plant Growth Promoting

- Rhizobacteria into two Classifications: Biocontrol PGPB (Plant Growth-Promoting Bacteria) and PGPB. *Soil Biol. Biochem.*, Vol.30. No 819:1225-1228.
- Biçici, M. 2011. Bitki Hastalık Etmenleri ile Biyolojik Mücadelenin Başarısını Arttırmada Mikoriza'nın Rolü. *Türk. Biyo. Müc. Derg.* 2 (2): 139-174.
- Bilderback, T.E. and Fonteno, W.C. 1991. Effects of container geometry and substrate physical properties on air and water volumes in containers. *J. Environ. Hort.* 5:180-182.
- Blondel, W. P. 1967. Quelques Aspects du Remplacement du Bigaradier et de l'utilisation de Porte Greffe Nouveaux. *Fruit*, 22 (1): 2-26.
- Bochow, H. and Dolej, S. 1999. Mechanisms of tolerance induction in plants by root colonising *Bacillus subtilis* isolates, Modern fungicides and antifungal compounds II. 12th Int. Reinhardsbrunn Symposium, Friedrichroda, Thuringia, Germany, 1998, 411-416.
- Budak B.D., Gültekin U., Uysal O., Subaşı S., Kafa G. ve Aras Y. 2016. Türkiye Turunçgil Sektörü ve İhracat Yapısı. *Ulusal Turunçgil Konseyi*, Mersin.
- Burr T. J., Schroth M. N. and Slow T. 1978. Increased potato yields by treatment of seed pieces with spesific strains of *Pseudomonas fluorescens* and *P. putida*. *Pytopathology* 68, 1377-1383.
- Canıhoş, E. 2003. Turunçgillerde Zamklanma Hastalığı (*Phytophthora citrophthora*)'na Karşı Alternatif Mücadele Yöntemlerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Carletti, S. 2000. Use of plant growth-promoting rhizobacteria in plant micropropagation. *Proc.5th Int. Conf. Plant Growth Promoting Rhizobacteria*, Brasil.
- Castle, W. S. 1984. Choosing a Rootstocks for Citrus. *The Citrus Industry*, 65 (1): 20-28.
- Cavagnaro, T. R., Jackson, E.L., Six, J., Ferris, H., Goyal, S., Asami, D. and Scow, K.M. 2006. Arbuscular mycorrhizas, microbial communities, nutrient availability, and soil aggregates in organic tomato production. *Plant and Soil*, 282: 209–225.
- Cebel, N. 2004. Mikrobiyal gübreler. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi. Tarım-Sanayi Çevre, 11-13 Ekim 2004, 845-852, Tokat.
- Chang, B.K. and Chien, K.S. 1990. VA Mycorrhizae of Citrus Seedlings Inoculated with *Glomus Epigaeum* and Its Growth Effects. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 29:1-4, 35-38.
- Chen, Y., Mei, R., Lu, S., Liu, L. and Kloepper, j. W. 1996. The use of yield increasing bacteria (YIB) as plant growth promoting rhizobacteria in Chinese agriculture. In: *Management of soil borne diseases*, R.S. Uthkede and W.K., Gupta (Eds), Ludhiana: Kalyani Publishers: 164-184
- Correa, R.M., Pinto, S.I.C., Reis, E.S. and Carvalho, V.A.M. 2012. Hydroponic production of fruit tree seedlings in Brazil. *Hydroponics- A standard methodology for plant biological research*, ISBN: 978-953-51-0386-8, 225-244.
- Çağlar, S., Sütyemez, M. ve Bayazit, S. 2004. Seçilmiş Bazı Ceviz (*Juglans regia*) Tiplerinin Stoma Yoğunlukları. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (2), 169-174.

- Çakmakçı, R. 2005. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36(1): 97-1007.
- Çığ, F. 2010. Mikrobiyolojik ve inorganik gübrelemenin bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinde verim ve verim ile ilgili karakterlere etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı,
- Daniels, B. A., McCool, P. M. and Menge, J. A. 1981. Comparative inoculum potential of spores of six vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist* 89. 385-391.
- Davidson, H. Mecklenburg, R. and Peterson, C. 2000. *Nursery Management: Administration and Culture*, 4 ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.
- Davies, F.S. and Albrigo, L. G. 1994. Rootstocks. In: Athern J. Rees. A. (Eds.), *Citrus*, CAB International, Wallingford, UK, 254p.
- Davies, F.T., Potter, Jr. and Linderman, R.G. 1992. Mycorrhiza and repeated drought exposure affect drought resistance and extraradical hyphae development of pepper plants independent of plant size and nutrient content. *J. Plant Physiol*, 139, 289-294.
- De Freitas, J. R. and Germida, J. J. 1992. Growth promotion of winter wheat by *Pseudomonas* under field conditions. *Soil Biology Biochemistry*, 24:1137-1146.
- De Freitas, J. R. and Banerjee, M. R. Germida J. J. 1997. Phosphatesolubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.). *Biology and Fertility of Soils*, 24:4, 358-364.
- Demirtaş, B. 2005. Türkiye’de Limon Üretim Ekonomisi Ve Pazar Yapısı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, s. 205, Adana.
- Deryaoğlu, B. 2011. Turunçgil anaç ve çeşitlerinin turunçgillerde zamklanma hastalığına (*Phytophthora citrophthora*) karşı reaksiyonlarının ve bazı fungusitlerin infeksiyon oluşumu üzerine etkilerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi.
- Drüge, U. and Schönbeck, F. 1992. Effect of vesikular-Arbuscular mycorrhizal infection on transpiration, photosynthesis and growth of flax (*Linum usitatissimum* L.) in relation to cytokinin levels. *J. Plant Physiol*, 14, 40-48.
- Dubik, S.P., Krizek, D.T. and Stimart, D.P. 1990. Influence of root zone restriction on mineral element concentration, water potential, chlorophyll concentration and partitioning of assimilate in spreading euonymus (*E. kiautschovica* Loes. 'Sieboldiana'). *J. Plant Nutr.* 13:677-699.
- Eke, B. 2001. Enso metoduyla fidan yetiştirme tekniği. Bitirtilme Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Isparta 13-17.
- Ertan, E., Kılınç, S., Yıldız, A. ve 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.
- Eşitken, A., Karlıdağ, H., Ercişli, S., Turan, M. ve Şahin, F. 2003. The effect of spraying

- a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacıhaliloğlu). *Aus. J. Agric. Res.*, 54:377-380.
- Eşitken, A., Pırlak, L., Turan, M. ve Şahin, F. 2006. Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry, *Sci. Hort.*, 110:324- 327.
- Ezz, T. and Nawar, A. 1993. Salinity and Mycorrhizal Infection on Growth and Mineral Nutrition of Sour Orange Seedlings. *Alexandria journal of Agricultural Research*, 38: 3, 439-457.
- Falivene, S., Goodvin, I., Williams, D. and Boland, A.M. 2005. Open hydroponics: Risks and opportunities. *Land and Water Australia Final report*, 12p.
- FAO, 2015. *Statistical Yearbook of the Food And Agricultural Organization for the United Nations*. Erişim: [<http://www.fao.org/3/a-i5558e.pdf>].
- FAO, 2017. *Statistical Yearbook of the Food And Agricultural Organization for the United Nations*. (<http://faostat.fao.org>) (Erişim tarihi: 29.05.2017).
- Ferrini, F., Nicese, F.P., Mancuso, S. and Giuntoli, A. 2000. Effect of nursery production method and planting techniques on tree establishment in urban sites: preliminary results. *J. Arboriculture* 26(5):281-283.
- Fidelibus, M.W., Martin C.A., Wright G.C. and Stutz J.C. 2000. Effect of Arbuscular Mycorrhizal (AM) Fungal Communities on Growth of 'Volkamer' Lemon in Continually Moist or Periodically Dry Soil. *Scientia Horticulturae*, 84:127-140.
- Fiorino, P., Nicese, F.P., Mingrone, M. and Riva, L. 1998. Effect of different type of container on nursery-grown European hornbeam (*Carpinus betulus* 'Pyramidalis'). *Atti IV Giornate Scientifiche SOL, San Remo, Italy*, 1-3 Apr. p.199-200.
- Fonseca, E.B.A., Oliveria, E., Souza, M. and Carvalho, J.G. 1994. Effects of Phosphorus and VAM Fungus on Nutrition of Two Citrus Root Stock. *Pesquisa-Agropecuaria-Brasileira*, 29:12, 1889-1996.
- Ford, H.W. 1966. Rootstocks for Spreading Decline Araes. *Citrus station Mimeo Report CES, Lake Alfred, Florida*, 66 (11): 1-7.
- Furlani, P.R., Zanetti, M. and Bataglia, O.C. 2009. Citrus Nursery Production In Soilless Culture. *Acta Hort. (ISHS)* 843:255-260.
- Gardner, F. E. and Horanic, G.E. 1961a. A Comparative Evaluation of Rootstocks for Valencia and Parson Brown Oranges on Lakeland Fine Sand. *Proc. Florida Sta.*
- Gardner, F.E. and Horanic, G.E. 1961b. Evaluation of Citrus Rootstocks for Florida. *Citrus and Vegetable Magazine*, 24 (10): 12, 26, 27, 30.
- Garthe, J.W. and Kowal, P.D. 1993. Recycling used agricultural plastics. *Penn State Fact Sheet C-8*. Was accessed 26 October 2009. <http://www.abe.psu.edu/extension/factsheets/c/C8.pdf>.
- George, E. 2000. Nutrient Uptake, Contributions of Arbuscular Mycorrhizal Fungi to Plant Mineral Nutrition. In: *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function*, Eds. By Kapulnik and D.D. Douds, Jr. Kluwer academic Publishers, London.

- Gilman, E.F. and Beeson, Jr. RC. 1996. Nursery production method affects root growth. *J. Environ. Hort.* 14:88-91.
- Gilman, E.F. 2001. Effect of nursery production method, irrigation, and inoculation with mycorrhizae-forming fungi on establishment of *Quercus virginiana*. *J. Arboriculture* 27:30-39.
- Gomes, M.P. 1989. Mudam em containers. Uma 6tima op6o, *Rev. Cutrale* 1 6.
- Gouin, F.R. 1979. Plastic planter bags, advantages and disadvantages. *Nurs. Bus.* 24, 63–64.
- Graham, J.H., Drouillard, D.L., Hodge, N.C. Topa, M.A., Rygielwicz, P.T. and Cumming J.R. 1996. Carbon Economy of Sour Orange in Response to Different *Glomus* Spp. *Tree Physiology*, 16: 1023-1029.
- Gillman, G. P. 1979. A proposed method for the measurement of exchange properties of highly weathered soils. *Soil Research*, 17(1), 129-139.
- Girardi, E.A., Mour6o Filho, F.A.A., Graf, C.C.D. and Olic, F.B. 2005. Vegetative growth of citrus nursery trees related to the container volume. *Fruits, Cirad/EDP Sciences* v.60, p.101-105.
- Graham, J. H and Syvertsen, P. J. 1985. Host Determine of Mycorrhizal Dependency of Citrus Rootstocks Seedlings. *New Phytology* 101, 667-676.
- Graham, J. H. and Eissenstat, D.M. 1994. Host genotype and the formation and function of VA mycorrhizae. *Plant and Soil* 159, 179-185.
- Graham, J.H., Drouillard, D.L. and Hodge, N.C. 1996. Carbon economy of sourorange in response to different *Glomus* spp. *Tree Physiol.*16, 1023-1029.
- Graham, R. D. and Rengel, Z. 1993. Genotypic Variation in Zinc Uptake and Utilisation by Plants. in: *Zinc in Soil and Plants*, Ed. by A. D. Robson, Kluwer Academic Publishers.
- Greene, V., Appleton, B., Rudiger, E.L. and Eaton, G. 2001. Reducing root zone temperatures of container-grown plants. *Proc. Southern Nursery Assn. Res. Conf.* 36:108-112.
- Griffin, J.J., Ranney, T.G. and Pharr, D.M. 2004. Heat and drought influence photosynthesis, water relations and soluble carbohydrates of two ecotypes of redbud (*Cercis canadensis*). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 129: 497-502.
- Gruda, N. 2012. Sustainable Peat Alternative Growing Media. *Acta Hort. (ISHS)* 927:973-979
- G6l, A., 2012. Topraksız tarım. Hasat yayıncılık, ISSN: 978-975-8377-83-1, 140s.
- G6neş, A., Turan, M., Şahin, F. ve Haliloğlu, K. 2009. Organik tarımda biyog6brelerin kullanımı. <http://docplayer.biz.tr/20773345-Organik-tarimda-biyogubrelerin-kullanimi-adem-gunes-1-metin-turan-1-fikrettin-sahin-2-kamil-haliloglu-3.html> (Erişim tarihi: 27.02.2017).
- Harley, J. L. and Smith, S. E. 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press. London.
- Harris, J.R. and Gilman, E.F. 1991. Production method affects growth and root regeneration of leyland cypress laurel oak and slash pine. *J. Arboriculture* 17:64-

69.

- Harris, R.W., Clark, J.R. and Matheny, N.P. 2004. *Arboriculture: integrated management of landscape trees, shrubs, and vines*. Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.
- Hazar, P. ve Baktır, İ. 2014. Topraksız tarımda kesme gül yetiştiriciliği. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(2) Özel sayı, 21-28.
- Hetrick, B.A.D and Wilson, G.W.T. 1989. Suppression of Mycorrhizal Fungus Spore Germination in Non-Sterile Soil: Relationship to Mycorrhizal Growth Response in Big Bluestem. *Mycologia* 81(3):382-390.
- Horneck, D. A., Hart, J. M., Topper, K., and Koepsell, B. 1989. *Methods of soil analysis used in the soil testing laboratory at Oregon State University*. [Corvallis, Or.]: Agricultural Experiment Station, Oregon State University.
- Hietaranta T.P. and Karhu S.T. 2014. Enhancing Strawberry Production at High Latitudes. *Acta Hort*, 1049, ISHS 2014, pp. 73-76.
- Hooker, J. E. and Atkinson, D. 1996. Arbuscular mycorrhizal fungi-induced alteration to tree-root architecture and longevity. *P. Z. Pflanzenernähr, Bodenk*, 159. 229-234.
- Hunt, R. 1990. *Basic Growth Analysis*. Unwin Hyman Ltd. London, UK.
- Jeffries, P. and Dodd, J. C. 1991. The use of mycorrhizal inoculents in forestry and agriculture. IN: D.K. Arora et al. (Eds.) *Handbook of Applied Mycology. Soil and Plants*. vol. 1. Marcel Dekker. USA.
- Jiménez-García, G., Rodríguez-Fuentes, H., Vidales-Contreras, J., Alcorta-García, E., Olivares-Sáenz, E., Hernández-Escareño, J., Sánchez-Alejo, E.J. and Ojeda-Zacarias, M. 2009. Growth And Nitrogen Uptake Curves In Papaya Grown Under Protected Crop. *Acta Hortic*. 843, 97-102
- Johnson, C.R. and Ingram, D.L. 1984. *Pittosporum tobira* response to container medium temperature. *HortScience* 19:524-525.
- Johnson, G.R. and Hauer, R. 2000. Deep root systems affect long-term tree health and stem girdling roots. *Minnesota Nursery Landscape News* 24(5):18-21.
- Juárez, A.S., Enríquez-del Valle, J., Velasco, V.A., Campos, G.V. and Ruiz, J. 2009. Acclimatization Of Grape Vitro Plants Grown Under Greenhouse Conditions: Substrates And Fertigation. *Acta Hort. (ISHS)* 843:381-386
- Jungk, A. 1991. Dynamics of Nutrient Movement at the Soil-Root Interface. In *Plant Root the Hidden Half* (Eds) (Y. Waisel, A. Esheland U. Kafkafi), Published Marcel Dekker.
- Kaçar, Y.A., Akpınar, Ç., Agar, A., Mendi, Y.Y., Serçe, S. ve Ortaş, İ. 2010. The Effect of Mycorrhiza in Nutrient Uptake and Biomass of Cherry Rootstocks During Acclimatization. *Romanian Biotechnological Letters* Vol. 15, No.3.
- Kahlke, C.J., Watson, J.W., Gracia, N.S., Skaria, M. and John, D.G. 2005. The Texas citrus budwood certification program.
- Kaplankıran, M., Demirköser, H.T., Toplu, C. ve Uysal, M. 2001(b). The Structure of Citrus Production. The Status of Rootstocks and Nursery Tree Production in Turkey, 6th. World Congress of The International Society of Citrus Nurserymen,

- 9-13 July 2001, Brazil: 190-195.
- Keever, G.J., Cobb, G.S. and Reed, R.B. 1985. Effect of container dimension and volume on growth of three woody ornamentals. *HortScience* 20:276-278.
- Kılınç, S.S., Ertan, E. ve Seferoğlu, S. 2007. Effect of different nutrient solution formulations on morphological and biochemical characteristics of nursery fig trees in substract culture. *Scientia Horticulturae*, 113, 20-27.
- Kilian, M., Steiner, U., Krebs, B., Junge, H., Schmiedeknecht, G. and Hain R. 2000. FZB24 Bacillus subtilis- mode of a microbial agent enhancing plant vitality. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer* 1/00, 1: 72-93.
- Killham, K. 1995. *Soil Ecology*. Cambridge University Press. UK.
- Kjeldahl, J. G. C. T. 1883. Neue methode zur bestimmung des stickstoffs in organischen körpern. *Zeitschrift für analytische Chemie*, 22(1), 366-382.
- Kloepper, J. W. and Schroth, M. N. 1978. Plant Growth Promoting Rhizobacteria on radishes. *Proc.In: 4th Int. Conf. Plant Path. Bact. Angers*, 879-882.
- Kloepper, J.W., Leong, J., Teintze, M. and Schroth, M.N. 1980. Enhanced plant growth by siderophores produced by plant growth-promoting rhizobacteria. *Nature* 286, 885-886.
- Kloepper, J.W. and Schroth, M.N. 1981a. Plant growth-promoting rhizobacteria and plant growth under gnotobiotic conditions. *Phytopathology* 71: 642-644.
- Kloepper, J.W. and Schroth, M.N. 1981b. Development of a powder formulation of rhizobacteria for inoculation of potato seed pieces. *Phytopathology* 71, 590- 592.
- Kloepper, J. W., Scher, F. M., Laliberte, M. and Tipping, B. 1986. Emergencepromoting rhizobacteria: Description and implications for agricultures. *NATO ASI, Series A Life Science*, 117:155-164.
- Kloepper J. W. and Beauchamp C. J. A 1992. Review of issues related to measuring colonization of plant roots by bacteria. *Can. J. Microbiol*, 38:1219-1232.
- Koide, R.T. 1991. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection *Tansley Review No.29, New Phytologist*, 117, 365-386.
- Kothari, S.K., Marschner, H. and Romheld, V. 1991. Contribution of the VA Mycorrhizal Hyphae in Acquisition of Phosphorus and Zinc By Maize Growth in A Calcareous Soil. *Plant and Soil*, 131, 177-185.
- Lakkiredy, Km. K.R., Kasturi, K. and Sambasiva Rao, K.R.S. 2012. Role hydroponics and aeroponics in soilless culture in commercial food production. *Journal of Agricultural Sciences and Technology*, 1(1), 26-35.
- Lemanceau, P.H. and Alabouvette, C. 1993. *Biocontrol Science and Technology*. 3, 219-234.
- Levy, Y., Dodd, J.C., and Krikun, J. 1983b. Effect of Irrigation, Water Salinity and Rootstock on the Vertical Distribution of Vasicular-Arbuscular Mycorrhiza in Citrus Roots. *New Phytologist*, 95: 397-403.
- Levy, Y., Syvertsen, J.P., and Nemeč, S. 1983a. Effect of Drought Stress and VAM on Citrus Transpiration and Hydraulic Conductivity of Roots. *New Phytologist*, 93:

61.

- Liang, T., Paquin, D., Wang, K. and Khan, M.A. 1993. Engineering a hydroponic system for growing mango trees. Proceedings conference on mango in Hawaii, 67-70.
- Lieten, P. 2014. The Strawberry Nursery Industry In The Netherlands: An Update. Acta Hort. (ISHS), 1049:99-106.
- Li, X.-L., George, E. and Marschner, H. 1991b. Phosphorus Depletion And Ph Decrease At The Root-Soil And Hyphae-Soil Interfaces of VA Mycorrhizal White Clover Fertilized With Ammonium. New Phytol, 119:397-404.
- Li, X. L., Marschner, H. and George, E. 1991. Acquisition of phosphorus and copper by va-mycorrhizal hyphae and root to shoot transport in white clover. Plant and Soil 136, 49-57.
- Lucy, M., Reed, E. and Glick, B.R. 2004. Applications of free living plant growthpromoting rhizobacteria. Antonie van Leeuwenhoek, 86: 1-25.
- Luz, W. C. 2000. Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Graminicolous crops in Brazil. In Proc.5th Int. Conf. Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Brasil.
- March, H.W. and Appleton, B.L. 2004. Use of air-root-pruning containers in patin-pot systems. Prot. Southern Nursery Assn. Res. Conf. 49:51-53.
- Marschner, H. 1993. Zinc Uptake from Soils. In: Zinc in Soil and Plants, (Ed) by A. D. Robson. Kluwer Academic Publishers.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of High Plants. Academic Press London.
- Marshall, M.D. and Gilman, E.F. 1998. Effects of nursery container type on root growth and landscape establishment of *Acer rubrum* L. I. Environ. Hort. 16: 55-59.
- Martin, C.A and Ingram, D.L. 1991. Evaluation of thermal properties and effect of irrigation on temperature Dynamics in container substrate. J. Environ. Hort. 9:24-28.
- Martin, C.A., Ingram, D.L. and Nell, T.A. 1989. Supraoptimal root-zone temperature alters growth and photosynthesis of holly and elm. J. Arbor. 15:272-276.
- Martin, C.A., Ingram, D.L. and Nell, T.A. 1991. Growth and photosynthesis of *Magnolia grandiflora* 'St. Mary' in response to constant and increased container volume. I. Arner. Soc. Hort. Sci. 116:439-445.
- Mathers, H. 2003c. Summary of temperature stress issues in nursery containers and current methods of production. HortTechnology 13: 617-624.
- Mathers, H.M. and Leidenfrost, P. 1995. Nursery production guide for commercial growers 1995/96 edition. British Columbia Ministry of Agriculture and Food, Victoria, BC, Canada.
- Mathers, H.M. 2000. Pot-in-pot container culture. Nursery Industry Assoc. of Australia, Nurs. Pap. 2: 104.
- Mathers, H.M., Lowe, S.B., Scagel, C., Struve, D.K. and Cases, L.T. 2007. Abiotic Factors Influencing Root Growth of Woody Nursery Plants in Containers. Reviews, HortTechnology April-June 2007 17(2).

- Matsubara, Y., Harada, T. and Yakuwa, T. 1994. Effect of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi Inoculation on Seedling Growth in Several Species of Vegetable Crops. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 63(3): 619-628.
- Maynard, B.K., Brothers, C.T. and Johnson, W.A. 2000. Control of root circling with copper in co-extruded nursery containers. *Proc. Southern Nursery Assn. Res. Conf.* 45:81-84.
- Mena-Violante, H. G. and Olalde-Portugal, V. 2007. Alteration of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) *Bacillus subtilis* BEB-13bs. *Scientia Horticulturae*, 113:103-106.
- Menge, J.A. 1982. Effect of soil fumigants and fungicides on vesicular-arbuscular fungi. *Phytopathology* 72(8):1125-1132.
- Menge, J. A., Johnson, E.L.V., and Platt R. G. 1978a. Mycorrhizal Dependency of Several Citrus Cultivars Under Three Nutrient Regimes. *New Phytol.* 81:553-559.
- Menge, J.A., Lembricht, H. and Johnson, E.L.V. 1977. Utilization of mycorrhizal fungi in citrus nurseries. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1:129-132.
- Menge, J.A., Mjarrell, W., Labanauskas, C.K., Ojala, J. C., Huszar, C., Johnson, E.L.V. and Sibert, D. 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.
- Melgarejo, P., Martinez, J.J., Hernandez, F., Salazar, D.M. and Martinez, R. 2006. Preliminary results on fig soilless culture. *Scientia Horticulturae*, 111, 255-259.
- Meyer, M.H. and Cunliffe, B.A. 2004. Effects of substrate porosity and container size on overwintering and growth of ornamental grasses. *HortScience* 39: 248-250.
- Michelin, S., Nemeček, S. and Chinnery, L.E. 1993. Relation Ships between Environmental Factors and Levels of Mycorrhizal Infection of Citrus on Four Islands in the Eastern Caribbean. *Tropical Agriculture*, 70, no.2:135-140.
- Morgan, K.T. and Kadyampakemi, D. 2012. Open field hydroponics: Concept and application. *Advances in Citrus Nutrition*, ISBN: 978-94-007-4170-6, 271-280.
- Mosse, B. 1981. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Research for Tropical Agriculture. *Research Bulletin*, Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources, 82p.
- NeSmith, D.S. and Duval, J.D. 1998. The effects of container size. *HortTechnology* 8:495-498.
- Nichols, T.J. and Alm, A.A. 1983. Root development of container-reared, nursery grown, and naturally regenerated pine seedlings. *Can. J. For. Res.* 13:239-245.
- Nicola, S., Egea-Gilabert, C., Niñirola, D., Conesa, E., Pignata, G., Fontana, E. and Fernández, J.A. 2015. Nitrogen And Aeration Levels Of The Nutrient Solution In Soilless Cultivation Systems As Important Growing Conditions Affecting Inherent Quality Of Baby Leaf Vegetables: A Review. *Acta Hort. (ISHS)* 1099:167-177.
- Nilsson, U. and Orlander, G. 1995. Effects of regeneration methods on drought damage

- to newly planted Norway spruce seedlings. *Can. J. For. Res.* 25:790-802.
- Nunes, M., D, Soares, A.C.F., Soares W.D. and Ledo, C.A.D. 2006. Natural Mycorrhizal Colonization of Citrus Rootstocks Under Field Conditions. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 41:3, 525-528.
- Oliveira, A.A.R., Weber, O.B. and Silva, A.C.G.M. 1992. Mycorrhizal Infection and Citrus Root Stocks Growth in Function of Inoculum Type of VA Fungi. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 27 1049-1056.
- Olympos, C.M. 1999. Overview of soilless culture; advantages, constraints, and perspectives. In: Choukr-Allah R. (ed), *Protected cultivation in the Mediterranean region*, Ciheam/Iav Hassan II, 307-324.
- Orhan, E., Eşitken, A., Ercişli, S., Turan, M. ve Şahin, F. 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. *Sci. Hort.*, 111(1):38-43.
- Ortakçı, D., Ortas, İ. ve Ercan, S. 1998. Değişik Mikoriza Türünün Turunç Bitkisinin Gelişimi ve Besin Elementi Alımı Üzerine Etkileri. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium On Arid Region Soil, Menemen-İzmir Turkey.
- Ortakçı, D. 1999. Değişik Mikoriza Türlerinin Turunç Bitkisinde Fosfor ve Çinko Alımına Olan Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi.
- Ortaş, İ. 1996. The influence of use of different rates of inoculum on root infection plant growth and phosphorus uptake. *Communication Soil Science and Plant Analyses*, 27/18-20. 2935-2946.
- Ortaş, İ. 1997. Mikoriza nedir. ? TUBİTAK dergisi, Şubat 1997 sayı 351, Ankara.
- Ortaş, İ. 1998a. Toprak ve Bitkide Mikoriza. Workshop, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 20-22 Mayıs Adana 61 s.
- Ortaş, İ. 1998b. Mikorizanın Narenciye Tarımındaki Önemi ve Kullanım Olanakları. Ç. Ü. Subtropik Meyveler Arş. ve Uyg. Mer. Turunçgil Bülteni, Sayı 2:9-15.
- Ortaş, I, Gök, G., Çakmak, İ., İbrikçi, H., Gür, K., Torun, T., Onaç, I., Ergün, B. ve Çoşkan, A. 1998. Effect of VA-Maycorrhizae Inoculation and Phosphorus Application on Maize Growth and Mycorrhizal Infection of Maize. In: M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil, Menemen-İzmir-TURKEY, Pp. 229-235.
- Ortaş, I., Ortakçı, D. and Kaya, Z. 2002a. Various Mycorrhizal Fungi Propagated on Different Hosts Have Different Effect on Citrus Growth and Nutrient Uptake. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33(1&2) 259-272.
- Ortaş, I., Ortakçı, D. Kaya, Z. Çınar, A. and Önelge, N. 2002b. Mycorrhizal Dependency of Sour Orange (*Citrus Aurantium* L.) In Term of Phosphorus and Zinc Nutrition by Different Levels of Phosphorus and Zinc Application. *Journal of Plant Nutrition*, 25, 6: 1263 – 1279.
- Ortaş, I. 2003. Effect of Selected Mycorrhizal Inoculation on Phosphorus Sustainability in Sterile and Non-sterile Soils in the Harran Plain in South Anatolia. *Journal of Plant Nutrition*, 26, 1: 1-17.

- Özbek, K. C. ve Dalkiliç, Z. 2017. Üç Yapraklı Portakal Çöğürlerinin Büyümesi Üzerine Mikoriza ve Solucan Gübresinin Etkisi, Nagami Kamkatı Aşısı Kalemlerinin Kobalt-60 Işınlamasına Dayanımının Belirlenmesi ve Farklı Genotiplerin RAPD Belirteçleri ile Tanımlanması. *Journal Of Adnan Menderes University, Agricultural Faculty* [serial online]. January 2017; 14(1):1-7, Available from: Academic Search Complete, Ipswich, MA. Accessed November 16.
- Özcan, M., ve Ulubelde, M. 1984. Turunçgil Anaçları. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Proje ve Uygulama Genel Müdürlüğü, Ege Bölge Zirai Araş. Ens. Yayınları No: 50, Menemen, 37 sayfa.
- Özkan, C.F., Ateş, T., Kelten, M., Taşdemir, T. ve Arpacıoğlu, A. 2004. VA Mikoriza Uygulamasının Bazı Turunçgil Anaçlarının Çöğür Gelişimine Etkisi. Türkiye 4. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Antalya, 163-166.
- Özdemir, G., Akpınar, Ç. Sabir, A., Bilir, H., Tangolar, S. ve Ortaş, İ. 2010. Effect of inoculation with mycorrhizal fungi on growth and Nutrient uptake of grapevine genotypes (*vitis spp.*). *Europ. J. Hort. Sci.*, 75(3).S.103–110.
- Pardossi, A., Incrocci, L., Incrocci, G., Tognoni, F. and Marzaletti, P. 2009. What Limits And How To Improve Water Use Efficiency In Outdoor Container Cultivation Of Ornamental Nursery Stocks. *Acta Hort. (ISHS)*, in press. [Google Scholar]
- Pal K. K., Dey R., Bhatt D. M. and Chauhan S. M. 2000. Plant growth promoting fluorescent Pseudomonads enhanced peanut growth, yield and nutrient uptake. In: *Proc.5th Int. Conf. Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Brasil.*
- Pereira, W.E., Siquerira, D.L., Puiatti, M., Martinez, C.A., Salamao, L.C. and Cecon, P.R. 2003. Growth of citrus rootstock under aluminium stress in hydroponics. *Scienta Agricola*, 60(1), 31-41.
- Phillips, J.M. and Hayman, D.S. 1970. Improved Procedures for Clearing Roots and Staining parasitic and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Rapid Assessment of Infection. *Transactions of the British Mycological Society*, 55: 157-160.
- Platt, R.G. and Opitz, K.W. 1973. Propagation of Citrus. in: Reuther W. (Ed.), *The Citrus Industry*, Univ. Calif., Riverside, USA.
- Pozo, M. J. and Azcon-Aguilar, C. 2007. Unravelling mycorrhiza-induced pp, 453-469.
- Pulatkan, M. and Var, M. 2010. Ormancılık ve Peyzaj Mimarlığında Mikoriza Aşılı Fidanların Kullanımı ve Faydaları. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Cilt IV sayfa 1431-1438.
- Ranney, T.G. and Peet, M.M. 1994. Heat tolerance of five species of birch (*Betula*): Physiological responses to supraoptimal leaf temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119: 243-248.
- Reddy, B., Bagyaraj, D.J. and Mallesha, B.C. 1996. Selection of Efficient VA Mycorrhizal Fungi Foracid Lime. *Indian Journal of Microbiology*, 36:1, 13-16.
- Resh, H.M. 2013. *Hydroponic food production*. CRC press, ISBN: 978-1-4398-7869-9 (e-book version), 513p.
- Rezende, L. de P., Amaral A.M. do, Carvalho S.A. de. and Souza M. 1995. Volume de

- substrato e superfosfato simples na formação do limoeiro “cravo” em vasos. I. Efeitos no crescimento vegetativo, *Laranja* 16, 165–177.
- Rocha, M.R., Oliveira, E. and Correa, G.C. 1994. Effect of Phosphorus Doses and Mycorrhizal Fungi on Mineral Nutrition and Growth of Cleopatre Mandarin. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 29:5, 725-731.
- Saunt, J., 2000. *Citrus Varieties of the World*. Sinclair Int. Limited, Norwich, England.
- Savvas, D., Gianquinto, G., Tuzel, Y. and Gruda, N. 2013. Soilless culture, Good agriculture practices for greenhouse vegetable crops. Principles for Mediterranean climate areas, FAO press, ISBN: 978-92-5-107649-1, 303-345.
- Saygılı, H., Şahin, F. ve Aysan, Y. 2006. *Fitobakteriyoloji*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, Türkiye. 530 s.
- Sengupta, A. and Banerjee, H. 2012. Soilless culture in modern agriculture. *World journal of science and technology*, ISSN: 2231-2587, 2(7), 103-108.
- Sıddıqui, Z.A. 2006. Prospective biocontrol agents of plant pathogens. *PGPR: Biocontrol and biofertilization*, Springer, The Netherlands. Edited by Zaki A. Sıddıqui. S pp. 111-142.
- Singh, B., Singh, Y., Ladha, J.K., Bronson, K.F., Balasubramanian, B., Singh, J. and Khind, J.S. 2001. Chlorophyll Meter– and Leaf Color Chart–Based Nitrogen Management for Rice and Wheat in Northwestern India. *Agron. J*, 94: 821–829.
- Smith, S. and Read, D.J. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. Second Edition, Academic Press. London.
- Souza, A.G., Ghalfun, N.N.J., Faquin, V. and Souza, A.A. 2011. Production of peach grafts under hydroponic conditions. *Cienc. Agrotec. Larvas*, 35(2), 322-326.
- Stromberger, A. 2002. Root deformities in plantations of container-grown stock; consequences for growth, stability and stem quality. *Comb. Proc. Intl. Plant Prop. Soc.* 52:108-113.
- Suslow, T.V. 1978. Growth and yield enhancement of sugar beet by pelleting seed with specific *Pseudomonas* spp. (Abstrc) *Phytopahology. News* 12 (9), 40.
- Swanson, B.T. 1995. ABC's of growing medium for container production. *Proc. Perennial Plant Assn. Minneapolis*, p. 24-35.
- Şirin, U., Ertan, E. ve Ertan, B. 2010. Growth substrates and fig nursery tree production. *Scientia Agricola*, 67(6), 633-638.
- Taban S., İbrikçi H., Ortaş İ., Karaman M.R., Orhan Y. ve Güneri A. 2005. Türkiye’de gübre üretimi ve kullanımı. *Türkiye Zih. Müh. Teknik Kong.* 3- 7 Ocak 2007, Ankara: 847-867.
- Tagliavini, M., Baldi, E., Lucchi, P., Antonelli, M., Sorrenti, G., Baruzzi, G. and Faedi, W. 2005. Dynamics of nutrients uptake by strawberry plants (*Fragaria x Ananassa* Dutch.) grown in soil and soilless culture. *European Journal of Agronomy*, 23, 1525.
- Taştekin, E. Ve Dalkılıç, Z. 2008. Turunç (*Citrus aurantium* L.) ve kaba limon (*Citrus jambhiri* Lush.) çöğürlerinde mikoriza ve fosfor uygulamasının fidan gelişimi

- üzerine etkileri. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5: 61-73.
- Thomas, P. 2000. Trees: their natural history. Cambridge University Press, Cambridge, U.K
- Timmer, L.W. and Duncan, L.W. 1999. Citrus Health Management. Aps Pres. The American Phytopathological Society.
- Tozlu, İ., ve Kersting, U. 2001. Turunçgillerde Damla Sulama ve Gübreleme (Fertigasyon). Akdeniz İhracatçı Birlikleri, Mersin.
- TUİK, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu (www.tuik.gov.tr).
- Turan, M., Ataoğlu, N. ve Sezen, Y. 2004. Fosfor çözücü bakterinin (*Bacillus megaterium*) domates (*Lycopersicon esculentum* L.) bitkisinin verimi ve fosfor alımı üzerine etkilesi. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim 2004, Tokat, Bildiri Kitabı I. Cilt, 939-944.
- Tuzcu, Ö. 1978. Turunçgillerde Anaç ve Sorunları. Çağdaş Tarım Tekniği, 3:31-35.
- Tuzcu, Ö. 1994. Türkiye’de Yetiştirilen Başlıca Turunçgil Çeşitleri. Akdeniz İhracatçı Birlikleri Yayınları, Mersin, 71 sayfa.
- Tüfenkçi, S. 2007. Doğal Populasyonlardaki Toros Sediri (*Cedrus Libani* a. Rich.) Mikorizasının izole edilmesi ve Çoğaltılıp Fidan Üretiminde Kullanılması. Çukurova Üniv. Fen Bil. Ens. Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- Uçan, F., Akyıldız, A., Ağçam, E. ve Polat, S. 2014. Limon Ekşisi Üretimi Üzerine Bir Araştırma. Gıda/ The Journal Of Food, 39(5).
- Uçgun, K., Atasay, A. Akgül, H., Ay, Z., Küçükyumuk, Z., Koçal, H., Bakıcı, S., Kaymak, S., Özongun, Ş., Gargın, S. ve Akpınar, Ç. 2009. MM 106 Elma Klon Anacında Mikoriza Uygulamalarının Bitki Gelişimine Etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 2 (2):187-192.
- University of Florida, 2015. Advanced Citrus Production Systems (ACPS). Field Day Thursday, October 29, University of Florida, IFAS, Citrus Research and Education Center 700 Experiment Station Road, Lake Alfred, Florida 33850 CUPS Research Area (next to Ben Hill Griffin Building)
- Üstüner, Ö. 2001. Değişik Harç Ortamlarında Mikoriza Türlerinin Turunç Bitkisinin Büyüme ve Kök Gelişimine Etkisinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, (Yüksek Lisans Tezi).
- Van Os, E., Gieling, T.H. and Lieth, J.H. 2008. Technical equipment in soilless production systems. Soilless culture theory and pratics, Elsevier press, ISBN: 978-0-44452975-6, 157-204p.
- Romeiro, V. R. S. 2000. Preliminary results of PGPR research at the Universidade Federal de Viçosa. Brasel, Proc. In: 5th Int. Conf. Plant Path. Bact.
- Varış, S. 2012. Ülkemizdeki topraksız kültürün durumu, sorunları ve çözüm önerileri. Tarlasera dergisi, 17, 72-77, 18, 58-60.
- Vıyanak, K. and Bagyaraj, D.J. 1990 (a). Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae Screened for Troyer Citrange. Biology-and-Fertility-of-Soils, 9: 4, 311-314.
- Vıyanak, K. and Bagyaraj, D.J. 1990 (b). Selection of efficient VA mycorrhizal fungi for

- Trifoliolate orange. *Biological Agriculture and Horticulture*, 6: 4, 305-311.
- Wall, L.G. 2000. Consequensis of an overview on Plant Growth Promoting Rhizobacteria work in Argentina The field should be wider. In: Proc.5th Int. Conf. Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Brasil.
- Webber, J.E. and Ross, S.D. 1995. Flower induction and pollen viability for western larch. U.S. Dept. of Agriculture, For. Serv., Inter-mountain Research Station, Ogden, UT.
- Whipps, J.M. 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. *J. Exp. Bot.* 52, 487-511.
- Whitcomb, C.E. 2003. *Plant Production in Containers II*. 1,100 pages. Lacebark Inc. Stillwater, OK.
- Whitcomb, C.E. 2006. Temperature control and water conservation in above-ground containers. *Proc. Int. Plant Propagators Soc.* 82-87.
- Wilkins, L.C., Graves, W.R. and Townsend, A.M. 1995. Responses to high root-zone temperature among cultivars of red maple and freeman maple. *J. Environ. Hort.* 13: 82- 85.
- Wright, AN., Warren, S.L. and Blazich, F.A. 2001. Exposure and plant size affect landscape establishment of *Kalmia latifolia*. *Southern Nursery Assn. Res. Conf.*46:515-519.
- Wong, T.L., Harris, R.W. and Fissell, R.E. 1971. Influence of high soil temperatures on five woody-plant species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96:80-82.
- Wu, O. S. and Xia, R.X. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions. *Journal of Plant Physiology*, 163: 417-425.
- Xiao, Z., Jiang, W., Yu, H., Wang, M. and Li, P. 2008. Substrate water content and nitrogen interactions in growing media: yield, fruit quality, water consumption and water use efficiency on tomato. In *International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics* 843 (pp. 57-64).
- Yeşiloğlu T., Yılmaz B., Incesu M. and Çimen B. 2018. The Turkish citrus industry. xxx. *International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC)*, İSTANUL, TÜRKİYE, 12-16 Ağustos. <http://www.ihc2018.org/files/downloads/Vol57-No4.pdf> [Son erişim tarihi: 30.06.2018]
- Yılmaz, E. 2005. Topraksız Ortama Arbusküler Mikoriza Aşılamanın Patlıcan (*Solanum Melongena* L.) Yetiştiriciliği Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, 204 s.
- Zahreddine, H.G., Struve, D.K. and Quigley, M. 2004. Growing *Pinus nigra* seedlings in Spinout-treated containers reduces root malformation and increases regrowth potential. *J. Environ. Hort.* 22:176-182.
- Zehnder, G.W., Murphy, J.F, Sikora, E.J. and Kloepper, J.W. 2001. Application to rhizobacteria for induced resistance. *Eur. J. Plant Pathol.* 107, 39-50.
- Zhang S., Reddy M.S. and Kloepper J.W. 2004. Tobacco growth enhancement and blue mold disease protection by rhizobacteria: Relationship between plant growth

promotion and systemic disease protection by PGPR strain 90-166. *Plant and Soil*, 262, 277-288.

Zieslin, N. and Snir, P. 1989. Responses of rose plants cultivar 'Sonia' and *Rosa indica* major to changes in pH and aeration of the root environment in hydroponic culture. *Scienta Horticulturae*, 37, 339-349.

ÖZGEÇMİŞ

DUYGU MIŞRAKLI
misrakli.duygu@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2016-2018	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2012-2016	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya

ESER

Uluslararası Kongrelerde Sunulan Bildiri

1- Tozlu İ., Misraklı D., Adak N., "The Effect of Putrescine on Growth and Development of Strawberry Plants Grown in Soilless Conditions with Restricted Deficit Irrigation", International Congress of the New Approaches and Technologies For Sustainable Development. Isparta, Turkey, September 21-24, 2017, ISPARTA, TÜRKİYE, 21-24 Eylül 2017, pp.451-452.