



Mikoriza Konusunda Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Gülden SANDAL ERZURUMLU¹

Emine ERMAN KARA^{2*}

¹ Niğde Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Niğde

² Niğde Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Niğde

*Sorumlu Yazar:

E-posta: eermankara@hotmail.com

Geliş Tarihi: 04 Ağustos 2014

Kabul Tarihi: 12 Eylül 2014

Özet

İnsanlığın var oluşundan günümüze değin temel gereksinimlerini oluşturan beslenme olgusundan dolayı, tarım ülkemizin vazgeçilmezlerinden birisidir. Ülkemizde tarımla uğraşan kesime gereken önemin verildiği tartışmalı bir durumdur. Tarımla uğraşan kesimin en önemli sorunu üretimde girdi maliyetlerinin yüksek olması ve üretilen üründe fiyat istikrarının olmamasıdır. Üretimde yer alan girdilerden, en önemli olanlarından birisi de gübredir. Ülkemizde gübre kullanım bilincinin yeterince oluşmaması sonucu, bazı bölgelerde aşırı gübre kullanımı sonucu verimde kalite bozulması, tarım topraklarının verimliliğini kaybetmesi, çevreye olumsuz etkisi gibi sorunlara neden olurken, bazı yerlerde gereğinden az kullanılması sonucu verim düşüklüğü görülmektedir [53]. Bu nedenle sorunlu bazı alanlarda tarımda olumlu etki yaratan gübrenin yerine geçebilecek mikoriza mantarının önemini bir kez daha ortaya koymak amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Türkiye’de şimdiye kadar toplam 122 mantar türünün bulunduğu bildirilmiştir [7]. Bunlardan birisi de Mikorizadır. Mikorizal mantar bitki kökünün korteksine (kabuğuna) yerleştikten sonra korteks içine hiflerini (mantar ipliği) salarak iç ortamın bir parçası olmaktadır. İçeride ve dışarıda hızla gelişen hifler dışardan içeriye su ve mineral madde, içerden dışarıya da organik madde sağlamaktadırlar. Bu simbiyoz ortak yaşam, doğası gereği çok aktif olup, ekosistemde besin döngüsü ve bitki canlılığının devamını sağlamaktadır. Mikorizal faaliyet için çevresel ısı ve nem, havalanma, ışık, organik madde varlığı gibi faktörler önemlidir. Yeryüzünde çok sayıda bitkinin mantarlarla simbiyotik bir ortaklık oluşturdukları tespit edilmiştir [1].

Sonuç olarak, tarımsal alanda mikoriza kullanımının sağlanması ile, toprak verimliliği arttırılacak, girdi masrafı azaltılacak, karlılık ve ürün kalitesi arttırılacak ve tarıma dayalı çevre kirliliği azaltılmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Mikoriza, Mikoriza uygulamaları, Türkiye’de mikoriza, Gübre

Studies on Mycorrhiza in Turkey

Abstract

Because of the nutrition facts that constituting basic requirements, agriculture is one of the indispensables of our country from the existence of humanity until today. Also the importance given to whom engaged in agriculture sector is controversial. The most important issues are high cost of production inputs and the lack of price stability in manufactured products. Also fertilizer is one of the most important input in agricultural production. In our country, by the lack of awareness on the fertilizer usage, quality degradation in efficiency, loss of productivity in agricultural land and negative impact on the environment can be seen because of excessive usage of fertilizers. Also yield loss can be observed as a result of too little usage [53]. Therefore, this study was conducted to reveal once again the importance of mycorrhizal fungi that can replaced as fertilizer.

So far a total of 122 fungal species has been reported in Turkey [7]. One of them is mycorrhiza. After settling on plant root cortex, mycorrhizal fungi becomes a part of the internal environment by releasing hyphae into the cortex. The fast-growing hyphae provides water and mineral nutrients from the outside to the inwards and organic substances from the inside out. By its nature this symbiosis is very active in providing nutrient cycling and plant vitality in the eco-system. Environmental temperature and humidity, ventilation, light and presence of organic matter are important factors for mycorrhizal activity. And a large number of plant which create a symbiotic partnership with fungi have been identified [1].

In conclusion, using mycorrhizae in agriculture will increase soil fertility, improve profitability and product quality also reduce input costs and environmental pollution based on agriculture.

Keywords: Mycorrhizae, Application of Mycorrhizae, Mycorrhizae in Turkey, Fertilizer

GİRİŞ

Son zamanlarda çevre kirliliği ve küresel ısınma sonucu yaşanan dünyamız ve bundan çok etkilenen tarım alanları, gübreleme ve toprak ekosisteminin dengesinin korunmasında hayati öneme sahip olan mikorizalar, diğer ülkelerde olduğu gibi Türk çiftçisi için de daha da dikkat çekici ve önemli bir konu haline gelmiştir. Moleküler biyoloji, toprak mikrobiyolojisi, rizosfer ve toprak biyoteknolojisi konularındaki ilerlemeler sonucu, ekoloji ve

tarımsal konularda bu konu ile ilgili yapılan araştırmalar sayesinde de mikorizanın ekolojide ve tarımda (biyolojik mücadele ve bitki besleme) önemi daha iyi anlaşılır hale gelmeye devam etmektedir. Bu nedenle, mikoriza konusunda ülkemizde yapılan çalışmalar açıklanarak, mikoriza konusunda ülke olarak neler yaptığımız ve konu ile ilgili yapılması gerekenler bu makalede ortaya konulmaya çalışılacaktır. Mikoriza konusunda ülkemizde yapılan çalışmaları açıklamadan önce Mikoriza hakkında genel bir bilgi vermek gerekir ise; Mikoriza kelime anlamı

olarak, bitki kökleri ile toprak funguslarının simbiyotik ortak yaşam şekline denmektedir. Mikorizal funguslar, toprak kökenli olup, yaşamlarını genelde toprakta geçiren Zygomycotina ve Basidiomycotina şubelerine ait türlerden oluşurlar. 400 milyon yıl öncesine ait fosillerde dahi arkeologlar tarafından mikorizal yaşam tespit edilmiştir. Günümüzde de popüler olarak dikkat çeken bu yaşam tarzı, eski çağlardan beri bitki-mantar arasında süregelen ve gittikçe önem kazanan bir yaşam şekli olarak dikkat çekmektedir.

Bu ilişkide mantar bitkiden karbon alır, bitkinin kazancı ise mantarın topraktan aldığı besin maddeleri ve suyun bitkiye ulaştırılmasıdır. Mikorizal mantarlar; bitki kök yüzeyi, kök dokuları, hücre ve hücrelerarası boşluklara yerleşerek yaşamlarını bitki köklerinde devam ettirirler. Kök yüzeyinde yoğun bir fungal örtü ve çok sayıda hif (en ufak misel yapısı) oluşarak bitki kökünün ulaşmadığı yerlere ulaşırlar. Mikorizal mantarlar yaşamını iki ana grupta incelemek mümkündür.

- ❖ Endomikorizalar (Vesicular- Arbuscular)
- ❖ Ektomikorizalar (EM)

Ayrıca, bu gruplar dışında Ericaceousmikorizalar ve orkide mikorizaları diye iki grup daha bulunmaktadır. Ancak, tarım açısından ilk iki grup daha önemlidir. Endomikorizalar mikorizal yaşamda, fungus bitki kök dokusu içine, özellikle kortekse yerleşerek kök dışına sadece bitki besin maddelerini ve suyu alma görevini üstlenen misel ve üremeye yönelik yapılarını çıkarırlar. Bu tip mikorizal yaşantıda en dikkat çekici yapı "Arbüskül"dür. Arbüskül çok sayıda dallanmış, ince duvarlı, oldukça dayanıklı yapısıyla konukçu hücresi içinde yer alan yapıdadır. Arbüskül, bitki ile Arbuscular fungusun madde değişimini gerçekleştirdiği noktadır. Bu grup mikorizaların bilinen 7 cinsi ve bunlar içinde yer alan 154 türünün mevcut olduğu belirlenmiş olup, vasküler sisteme sahip bitkilerin %80-90'ı ile ilişkiye girdikleri bilinmektedir. Diğer bir grup olan ektomikorizal yaşam şeklinde ise fungus bitki kök dokusu içinde sadece hücreler arası boşluklarda misellerini konumlandırarak, genellikle fungal biyomasa kök dışında oluştururlar. Bu sayede kökün alım gücü normale göre 40 kat daha artar [2].

Mikoriza mantarları faydalı toprak mikroorganizmaları olup, sağlıklı bitki gelişimi ve toprak verimliliği açısından büyük öneme sahiptirler. Dünya bitki örtüsünün %85'i için çok önemli rol oynayan ve kök ile birlikte simbiyotik olarak yaşayan bu mantar türleri, bitkilerin sigortası gibi tanımlamalar yapılırlar, tarımsal üretimdeki konumu her geçen gün hızla daha da güçlenmektedir.

Mantarlar, insanlık tarihi açısından büyük öneme sahip olup, ekosistemin önemli parçalarıdır. Son 2 milyar yıldır mantarların bitki ve hayvansal yapıları çürüttükleri bilinmektedir. Bu yapılardaki elementlerin serbest bırakılmaları mantarlar tarafından sağlanmaktadır. Orman ekosistemlerinde karbondioksit salınımı gerçekleştirmekte ve toprağın yapısını bitki gelişimi için uygun hale getirmektedirler [3].

Mikorizanın Bitki Gelişmesi Üzerine Etkisi

Mikoriza, bitkinin bitki besin elementleri ve su alımını arttırarak bitki gelişimini artırır, bu nedenle kimyasal gübre kullanımına olan talebi azaltır. Ayrıca, fumigasyon veya solarizasyon sonrası ekilen bitkilerin bodur kalmasını önler, bitki ekim performansını artırır ve erken çıkışı sağlar, şaşırtma esnasındaki fide şokunu ve fide ölümlerini en aza indirir, meyve ve ürünlerin üniform olmasını sağlar, patojenlere karşı bitkiyi korur, hastalıklı ve zayıf fide

sayısını en aza indirir, kuraklık ve streslere karşı bitkiyi korur ve direncini artırır. Bu yararlarının yanı sıra kirletilmiş ve dezenfekte edilmiş toprakların olumsuz etkilerini azaltabilir. Mikorizal fungusun toprakta bitkilerce alımı yavaş olan besin elementlerini özellikle fosfor alımını önemli derecede arttırdığı, kontrollü

şartlar altında seralarda yapılan denemelerle belirlenmiştir. Mikoriza yalnız fosforun değil aynı zamanda Zn, Cu, Mn, Fe, Ca, K ve N'in bitkilerce alımında da etkili olmaktadır. Mikorizanın değişik bitkilerde etkisi farklı olmaktadır. Bazılarında bitki gelişimini teşvik ederken, bazılarında kök gelişimini ve uzamasını, çiçeklenmeyi artırması, erken çiçeklenme, yaşam sürelerinin uzatılması ve kuraklığa karşı dayanıklılığı arttırmaktadır. Elma, turunçgiller, şeftali, kavun, patlıcan ve biber gibi kaba kök yapısına sahip olan bitkiler, mikorizal yaşamı gerçekleştiren fungus ile çok iyi infekte olabilmekte ve mikoriza enfeksiyonu eksikliğinde P, Zn, Cu, K, Ca ve N noksanlığı göstermektedirler. Doğadaki en yaygın bitki mikroorganizma simbiyotik ilişkisi mikoriza mantarları tarafından sağlanmaktadır. Mikoriza mantarları bitki kökünün korteksine yerleştikten sonra korteks içine hiflerini salarak iç ortamın bir parçası olmaktadır. İçerde ve dışarıda gelişen hifler dışarıdan içeriye fosfor ve içerden dışarıya karbon sağlamaktadır [40].

Bilinçsiz gübreleme ve ilaçlama toprakta bazı istenmeyen olumsuz koşulların oluşmasına ve kirlenmeye sebep olabilmektedir. Otoriteler, Mikoriza mantarlarını toprak ıslahı ve verimliliğinin artırılmasında en etkili doğal uygulama olarak göstermektedirler. Mikoriza mantarlarının çok farklı tipleri mevcuttur. Bunlar genel anlamda kök üzerinde yaşadığı yere göre ikiye ayrılırlar: ENDO (kökün iç bölgesinde yaşayanlar) ve EKTO (kökün dış bölgesinde yaşayan) Mikoriza. Mikoriza'nın etkin olabilmesi için kök ile direkt kontakının olması gerekmektedir. Mikoriza mantarlarının gerek kök yüzey alanını genişletmesi, gerekse köklerin su ve besin alım gücünü koşullara bağlı olarak 5-7 kat arttırabilmesi, özellikle küresel ısınma ile birlikte yoğun olarak gündeme gelen kuraklık probleminin ciddi anlamda çözüm olabilmektedir. Mikorizaların etkinlikleri özellikle çok olumsuz çevre (kuraklık, soğukluk) ve toprak koşullarında (çoraklaşma, çölleşme, ağır metal birikimi, tuzlanma gibi) kendini çok daha iyi gösterebilmektedir [4].

Türkiye'de Mikoriza İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Ülkemizde mikorizaya yönelik yapılan çalışmalarda gerek mikoriza çeşitleri, gerekse bu mikoriza çeşitlerinin otsu ve odunsu bitkilerin yanısıra meyve ve sebzelerde uygulama çalışmalarının sonucunda mikorizanın olumlu etki oluşturduğu vurgulanmıştır. Mikorizanın verim ve bitki büyümesinde etken bir faktör olduğu gibi, bitkilerdeki hastalık ve zararlılara karşı korunmayı arttırdığı bildirilmektedir.

Ülkemizde mikoriza ile ilgili araştırmalar çok yeni olup, son yıllarda bu konu üzerinde gittikçe artan oranda araştırma projeleri yürütülmeye ve elde edilen endemik mikorizal fungus türlerinin uygulamaya aktarılmasına yönelik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

Özellikle toprak kaynaklı hastalıklarla mücadelenin güç ve pahalı olması nedeniyle pratikte kullanılabilecek endemik türlerin saptanması ve uygulamaya kazandırılması gerekmektedir [59]. Türkiye'de mikorizaya yönelik yapılan çalışmaların hepsini biraraya getirerek mikorizalar konusundaki araştırmaların ortaya çıkarılması amacıyla bu derleme yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Mikoriza İle İlgili Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

	Araştırma Başlıkları	Yazar(lar) ve Yıl
1	Vesiküler-arbüsküler Mikorizanın Erzurum Yöresi Topraklarındaki Dağılımı Üzerine Bir Araştırma	[24]
2	Enhanced uptake of phosphorus by mycorrhizal sorghum plants as influenced by forms of nitrogen	[36]
3	Mikoriza nedir?	[37]
4	Yenen ve Antimikrobiyal Aktiviteleri Olan Keme Mantarı (=terfezia boudieri chatin) Üzerinde Araştırmalar	[22]
5	Doğu Akdeniz Bölgesinde Yaygın Olarak Yetisen Bazı Salep Orkidelerinin Embriyo Kültürü Kullanılarak In Vitro Koşullarda Çoğaltılmaları	[15]
6	Effect Of Va-Mycorrhizae Inoculation and Phosphorus Application on Maize Growth And Mycorrhizal Infection of Maize	[38]
7	Mikoriza Sporlarının Üretim Tekniği ve Tarımda Kullanım Olanakları	[39]
8	VA Mikoriza Uygulamasının Bazı Turunçgil Anaçlarının Çöğür Gelişimine Etkisi	[46]
9	Farklı Konukçu Bitki ve Yetiştirme Ortamlarının Mikoriza Üretimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri	[32]
10	Various Mycorrhizal Fungi Propagated on Different Hosts Have Different Effect on Citrus Growth And Nutrient Uptake	[41]
11	Growth Promotion of Plants by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Under Greenhouse and Two Different Field Soil Conditions	[16]
12	Doğal Ekosistemde Bulunan Mikoriza Türlerinin Kültür Bitkilerine Adaptasyonunun Sağlanması	[11]
13	Bolkar Dağları Doğal Kızılcım (<i>pinus brutia</i> ten.) Mescerelerinde Mikorizal Mantarların Tespiti ve Aşılama Uygulaması	[55]
14	Ektomikorizanın Tarım Ve Ormanlık Bakımından Önemi	[34]
15	Doğal Populasyonlardaki Toros Sediri (<i>Cedrus Libani</i> a. Rich.) Mikorizasının İzole Edilmesi Ve Çoğaltılıp Fidan Üretiminde Kullanılması	[54]
16	Dendroloji (dendroloji, odunsu bitkiler ve bitki materyali dersleri için)	[8]
17	Topraksız Ortamda Çilek Yetiştiriciliğinde Mikoriza Uygulamasının Bitki Gelişimine ve Verime Etkileri	[20]
18	Konya Ovası’ndaki Büyük Toprak Gruplarından İzole Edilen Arbüsküler Mikoriza (A.M.) Sporlarının Büyüklüklerine Göre Dağılımı, İnfeksiyon Etkinlikleri ve Toprağın Bazı Özellikleri İle Arasındaki İlişkiler	[28]
19	Fungal Sistematiikteki Moleküler Gelişmeler	[33]
20	Nişasta Sanayi Atıksularının Bitkisel İyileştirilme (Fitoremediasyon) Kapasitesine Mikorizal Simbiyozun Etkilerinin Araştırılması	[58]
21	Batı Karadeniz Bölgesi’nde Salep Elde Edilmesinde Kullanılan Bazı Orkide Türlerinin (Orchidaceae) Çoğaltım Yöntemleri Üzerinde Araştırmalar	[23]
22	İzmir Yöresindeki Doğal Kızılcım Ormanlarında Ektomikorizal Mantarların Belirlenmesi	[7]
23	Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bazı Biyokontrol Mikroorganizmalar	[35]
24	Mikoriza ve Arbüsküler Mikoriza Bitki Sağlığı İlişkileri	[59]
25	MM 106 Elma Klon Anacında Mikoriza Uygulamalarının Bitki Gelişimine Etkileri	[57]
26	Topraksız Ortama Arbüsküler Mikoriza Aşılamanın Patlıcan (<i>solanum Melongena</i> L.) Yetiştiriciliği Üzerine Etkileri	[60]
27	Türkiye Salep Türlerinin Sorunları ve Öneriler	[56]
28	Effect of Inoculation with Mycorrhizal Fungi on Growth and Nutrient Uptake of Grapevine Genotypes (<i>Vitis</i> spp.)	[42]
29	The effect of Mycorrhiza in Nutrient Uptake And Biomass of Cherry Rootstocks During Acclimatization	[26]
30	Muğla İlindeki <i>Tricholoma caligatum</i> Populasyonlarının Belirlenmesi ile <i>In vivo</i> ve <i>In vitro</i> da Kültürel Özelliklerinin Açığa Çıkarılması	[27]
31	Su stresinin Kışniş (<i>Coriandrum sativum</i> L.)’te Bitki Gelişimi ile Meyvede Yağ Asidi ve Besin Elementi İçeriğine etkisinin Araştırılması	[21]
32	Mısır Vejetatif Gelişimi ve Verimi Üzerinde Bir Endomikorizal Preparatın Etkileri	[18]
33	Bitki Beslemede Yeni Yaklaşımlar ve Gübre - Çevre İlişkisi	[29]
34	Ormanlık ve Peyzaj Mimarlığında Mikoriza Aşılı Fidanların Kullanımı ve Faydaları	[50]
35	Kanola Sonrası Yetiştirilen İl. Ürün Mısır Bitkisine Mikoriza Aşılmasının Verim ve Besin Elementleri Alımına Etkisi	[9]
36	Arbüsküler Mikorizal Fungusların Pamukta Bitki Gelişimine ve Verticillium Solgunluğu (<i>Verticillium dahliae</i> kleb.) Üzerine Etkileri	[45]
37	Bitki Hastalık Etmenleri ile Biyolojik Mücadelenin Başarısını Arttırmada Mikoriza’nın Rolü	[13]
38	Mikoriza ve Farklı Demir Dozları Uygulamasının Çinko Toksikitesi Üzerine Etkileri	[25]
39	Bitki Büyümesini Arttıran Mikroorganizmalar ve Etki Mekanizmaları	[47]
40	Karaburun Yarımadası’nda En Fazla Sökümü Yapılan salep Orkidelerinin Bazı Toprak Özellikleri	[49]
41	Mikoriza Aşılansız Kudret Narı (<i>Momordica charantia</i>) Bitkisine Farklı Dozlarda Fosforlu Ve Demirli Gübre Uygulamasının Yaprak Klorofil İçeriğine Etkisi	[6]
42	Mikoriza, Bitki- Besin Maddesi- Patojen Etkileşimi	[12]
43	Çinko, Tuz Ve Mikoriza Uygulamalarının Mısırın Gelişimi ile Pve Zn Alımına Etkisi	[51]
44	Salep Orkidelerinde Yapılan Bazı Simbiyotik ve Asimbiyotik Çoğaltma Çalışmalarının Karşılaştırılması	[19]
45	The Effects of Mycorrhizal Species And Different Doses of Phosphorus on Pepper (<i>Capsicum annum</i> L.) Yield and Development Under Field Conditions	[10]
46	Farklı Mikoriza Türlerinin Organik Havuç Yetiştiriciliğinde Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri	[33]
47	Orkide Gelişimini Uyarıcı Mikroorganizmalar	[44]
48	Kahramanmaraş Bölgesinde Yetişen Bazı Orkide Türlerinin Mikorizaların İzolasyonu Ve Tanımlanması	[43]
49	Bitkisel üretim	[30]
50	Salep: bir yudum keyfe değer mi?	[14]

Mikoriza Nedir? Konusunda Yapılan Araştırmalar

Doğada bulunan birçok tarla ve bahçe bitkisinin hiçbir kimyasal girdi olmadan sağlıklı olarak yetiştirildiğini bildirmektedir. Yakın zamana kadar toprakta alınabilirliği yavaş olan besin elementlerinin alımının yalnızca bitki kökleri tarafından sağlandığını, son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalarda bitki besin maddelerinin bitki kökleri yanı sıra mikoriza diye adlandırılan ve teşhisi mikroskop altında yapılabilen ve çok miktarda hif üretebilen fungus türleri tarafından alındığının tespit edildiğini bildirmektedir [36].

Mikorizal fungusların, ektotrofik mikorizalar (ektomikoriza) ve endotrofik mikorizalar (endomikoriza) olmak üzere ikiye ayrıldığını ve bu mikoriza gruplarının görevleri konusunda genel bilgi vermişlerdir. Bu grupların yanısıra AMF (*Arbuscular Mycorrhizal Fungus*)'yi tanımlayarak hakkında bilgi vermişlerdir [28].

Mikoriza ve arbusküler mikorizal fungusların tanımını yaparak, mikorizal fungusların faydalarından bahsetmiştir. Ayrıca, mikorizal ilişkinin görüldüğü bitkilerin toprak kaynaklı fungal patojenlere ve nematodlara karşı daha dayanıklı hale geldiğinden mücadelesi oldukça güç olan bu etmenlere karşı savaşmada çok önemli bir avantaj elde ettiğini bildirmiştir. Buna karşın, vesiküler arbusküler mikoriza ile ortak yaşam içinde bulunan bitkilerin daha iyi gelişmelerine bağlı olarak bazı obligat patojenlere karşı daha duyarlı hale geldikleri de ileri sürülmektedir [59].

İn vitro Koşullarda Mikoriza İle İlgili Araştırmalar

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olarak yetişen salep orkidelerinden *Orchis anatolica* Boiss., *O. coriophora* L., *Ophrys bornmuelleri* Schulz., *O. phrigna* Fleischm. et Born., *Serapias vomeraceae* ve *Himantoglossum affine* embriyo kültürü kullanılarak in vitro'da kültüre aldıkları çalışmada; orkide tohumlarının endosperm içermediğini ve embriyolarının farklılaşmadığını, 80-100 hücreden meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle orkide sporlarının doğada çimlenebilmeleri için simbiyotik yaşam kurabilecekleri funguslara gereksinim duyduklarını, ancak in vitro üretim yöntemlerinin kullanılmasıyla mikorizal funguslara gereksinim duymadan da çoğalabildikleri belirtmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan *Orchis anatolica* ve *O. coriophora* türlerinde embriyolar başarılı bir şekilde kültüre alınırken, *Ophrys phrigna*, *O. bornmuelleri* ve *Serapias vomeracea* türlerinde oldukça düşük oranlarda çimlenme ve bitkicik oluşumu elde etmişlerdir. Özellikle *Orchis coriophora*'nın yüksek oranda ve hızlı çoğaltılma performansı nedeniyle in vitro çoğaltmanın alternatif üretim yöntemi olarak kullanılabilmesi bir tür olarak görülebileceğini belirtmişlerdir [15].

AMF(*arbuscular mycorrhizal fungi*)'nin Kiraz bitkilerinin köklerinin, doku kültüründe besin alımında ve büyümesinde, iklimleştirme ve bitki tesisi kurma sırasında etkisini araştırdıkları çalışmada bitkicikler *Glomus clarum*, *Glomus caledonium*, *Glomus etunicatum*, *Glomus intraradices*, *Glomus mosseae*, kokteyl (bu türlerin karışımı) ve üç farklı madde karışımı içerisine yerli mikoriza ile aşılanmıştır. Çalışmada bütün kiraz fidelerinin taşınma sırasında canlı kaldığı, 16 hafta sonra mikorizalı olanlarda mikorizasızlara göre besin alımının daha iyi olduğumuz gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar doku kültüründen normal ortama taşınma sırasında, mikorizanın bitki büyümesine yardımcı olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu araştırmalar, aynı zamanda mikorizalı kiraz köklerinin daha sağlıklı, çinko ve fosfor içeriğinin daha yüksek ve *G. mosseae* en etkili AMF türü olduğunu, Çukurova Bölgesi'nden elde edilen yerli AMF'nin bitki büyümesini

ve besin alımını önemli bir şekilde arttırdığını ortaya koymuştur [26].

Fungal sistematiğe, değişikliğin ilk meydana geldiği moleküller olan DNA üzerinde çalışmalar yaparak, hem güvenilir hem de hızlı sonuçlar elde etmeyi amaçlamışlardır. DNA molekülünde organizmaların evrimini yansıtabilecek türe özgü bölgeler (evrimsel kronometre) olduğu için taksonomik çalışmaları tercih edilmiştir. Moleküler yöntemlerdeki bu gelişmeler, özellikle ekonomik öneme sahip bitkilerde büyük hasara neden olan ve ürün kalitesini etkileyen hastalık etmeni fungusların kısa süre içinde teşhisinde ve bu doğrultuda önlemlerin alınmasında da faydalı olması nedeniyle, gelişmiş teknolojilerin sistematik alana uygulanması sonucunda, moleküler temelli çalışmalarla daha hızlı, daha güvenilir ve uluslararası geçerliliği olan sonuçlara ulaşılabileceğini bildirmişlerdir. Moleküler alandaki bu gelişmeler göz önüne alındığında, sistematikçilerin geleneksel yöntemlere göre teşhisini yaptıkları organizmaları moleküler olarak da incelemeye alması zaman açısından fayda sağlayacağı gibi, yapılan çalışmaların daha güvenilir olmasını da sağlayacak, kişisel hataların doğuracağı sonuçları da en aza indirebileceği belirtilmektedir [31].

Mikoriza Uygulanan Bitkilerle Yapılan Çalışmalar

VAM mantarı aşılama çalışmalarının kuraklık koşullarında bitki verimini etkileyip-etkilemediğini araştırdıkları ve test bitkisi olarak sorgum bitkisini kullandıkları çalışma sonucunda; orta kuruluğa sahip toprak koşullarında bitkinin gelişimi, fotosentez hızı ve stomatal dayanıklılığı aşılı bitkilerde daha üst seviyelerde olduğunu, aşılı bitki sayısının aşılı olmayanlara göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, sonuçlar, kuraklık koşullarında VAM mantarının sorgum bitkisinin verimini artırdığını ortaya koymuştur [36].

Mikorizal yaşamı gerçekleştiren *Helianthemum* cinsinin yurdumuzda geniş bir yayılış gösterdiği için bu bitkinin yetiştiği alanlardan, mikorizal yaşamı gerçekleştiren mantarın varlığını araştırmışlardır. Ayrıca, fungusun mikoriza oluşturduğu *Helianthemum salicifolium* bitkisinin ilkbahar aylarında doğada diğer bitkilerden önce yetişen tek yıllık bitki olduğunu, dolayısı ile otlatma sırasında bitkinin yeşil kısımları azalacağından fungus ile mikoriza oluştursa bile ona yeterince yardımcı olamayacağını bildirmekteyler. Bu nedenle, tedbir olarak bu bitkilerin yoğunluğunun ve yayılışlarının zarar görmeyecek şekilde otlama yapılması gerektiğini vurgulamaktadırlar [22].

Erzurum ve civarında tarıma açılmış ve açılmamış topraklardaki VAM mantarı sporlarının sayısal ve tür dağılımı ile bu dağılım üzerine bitki örtüsü ve arazi kullanma biçimlerinin etkilerini araştırdığı çalışma sonucunda; VAM mantar sporu sayılarının fakir topraklarda birim hacimde 77-2330 arasında değişmesine karşılık, aynı toprakların tarıma açılmış kısımlarında 65-275 arasında değiştiğini; tarım topraklarının bitki örtüsü altında kalma süreleri arttıkça, toprakların VAM spor sayılarında önemli azalışlar olduğunu belirlemiştir. Araştırmacı, sera koşullarında *Endogone mosseae* mantar türü ile aşılamanın soğan bitkisinin gelişmesine ve topraktan kaldırdığı fosfor miktarına olumlu etki yaptığını bildirmiştir [24].

Doğadaki bitki türlerinin %96' sından fazlası ile simbiyotik yaşam sürdüren mikoriza mantarlarının teknolojik olarak üretilmesinin henüz mümkün olmadığı için, konukçu bitkilerin kökleri aracılığı ile sporların üretilmesinin halen bir zorunluluk olduğunu

belirtmektedirler. Araştırmacıların, hızlı ve bol miktarda mikoriza sporlarının üretilmesi için etkin mikoriza türünün tespiti, mikoriza ile iyi infekte olan konukçu bitki tür ya da çeşidinin seçimi ve bitki büyüme ortamı olarak kullanılacak uygun harç ortamının tespit edilmesinin amaçlandığı çalışma sonucunda; Vesikular Arbuskular (VA) mikoriza türü ile aşıl原因an değişik bitki türleri ile değişik harç ortamlarının kullanıldığı araştırma bulgularında konukçu bitki olarak mısır bitkisinin daha etkin bir infeksiyon sağladığını belirlemişlerdir. Aynı çalışma sonucunda, Mikoriza türlerinden *Glomus etunicatum*, *Glomus mosseae* ve *Glomus caledonium* ve *Glomus clarum* türlerinin sırasıyla en fazla spor ürettikleri belirlenmiş, en uygun harç ortamının ise, 1:3:6 oranındaki yanmış hayvan gübresi:toprak:kum karışımı olduğu belirlenmiştir [39].

Turunç (*C.aurantium*) ve Troyer (*P.trifoliata*) anaçlarına mikoriza uygulamasının çöğür gelişimine etkisini araştırdıkları çalışmada; kontrol, mikoriza inokulumu (*Glomus* sp.) (M), fosforlu gübreleme (300gr P₂O₅/ m³ harç) (P), mikoriza inokulumu+fosforlu gübreleme (M+P) uygulamalarının yapıldığı denemede torf/kum/pomza (6/2/1) ortamında, cam sera koşullarında bitki yetiştirdikleri deneme sonucunda; mikoriza ile infekte edilen bitkilerin gelişiminin, fosforlu gübre verilenlerle aynı şekilde artış gösterdiği, belirlenmiştir [46].

Turunçgil büyümesinde etkili olan fosfor ve çinko miktarı artırılarak gelişimini hızlandırmak için en uygun mikorizayı tesbit etmek amacı ile beş farklı mikoriza türünü birinci ve ikinci denemede test ettikleri çalışmadan, birincide AM mantarı, örtü olarak *Glomus mosseae* (UK), *G. mosseae* (USA), *G. clarium*, *G. caledonium* ve *G. etunicatum*, ikincide mısır kullanmışlardır. Denemede yetiştirme ortamı olarak toprak+organikmadde+kum (2:1:7) otoklavda uygulanmış, *Citrus sinensis* L. tohumları sera ortamında 5 AM türü ile aşıl原因mıştır. Deneme sonucunda, tür gelişiminde en büyük fark, beslenme ve her iki deney içinde mikoriza enfeksiyonunun yüzdesi olarak belirlenmiş, *Glomus clarium* yüksek P, Zn, Cu içeriği ile daha iyi yaprak bölgesi, bitki yüksekliği, çap ve bitki biyokütlesi oluşturduğu ortaya konmuştur. Her iki deneyde de AM *Glomus clarium* aşılması ile bitki diğer mikorizalardan daha çok uzamış, sürgün gelişimi, kuru madde oranı, P, Zn, Cu artmış, aşıl原因mamış bitkilere kıyasla azot konsantrasyonunun azaldığı belirlenmiştir. İlk denemede türlerin etkinliği sırayla: *G. clarium*>*G. mosseae* (1)>*G. mosseae* (2)>*G. caledonium*>*G. etunicatum*>kontrol. İkinci denemede ise; *G. clarium*>*G. caledonium*>*G. etunicatum*>*G. mosseae* (2) *G. mosseae* (1)>kontrol olduğu ortaya konmuştur [41].

Serada ve açık alanda iki farklı organik madde (%2.4 ve 15.9 içeren, düşük ve yüksek OM'li toprak) koşullarında şeker pancarının tohumlarını, N₂ ve çözülebilir fosfat bakterileriyle aşıl原因mış ve mineral gübreli (N ve P) ortamlarda kontrol grubu ile karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda; uygulanan N₂ şeker pancarının gelişiminde önemli bir artış gözlemlenmişler ve serada bitki büyümesini teşvik eden rhizobacteria (PGPR -Plant growth-promoting rhizobacteria) ile aşıl原因 şeker pancarının kök ağırlığının türe bağlı olarak %2.8– 46.7 oranında artış gösterdiğini, düşük ve yüksek OM içeren toprakta bakteri aşıl原因mış şeker pancarlarının yaprak, kök ve şeker oranında sırasıyla %15.5–20.8, 12.3–16.1 ve 9.8–14.7% artış olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, bitki büyümesinin aşıl原因maya, toprak organik madde içeriğine, hasat zamanına ve gelişme parametrelerinin değişkenliğine bağlı ve PGPR'nin etkisi ilk gelişim aşamasının sonraki aşamalarından daha büyük olduğunu ortaya koymuşlardır [16].

Bolkar dağları ekosisteminde yaygın olarak bulunan Kızılçamın doğal mikorizal potansiyelinin belirlenmesi, mantarlarının tanımlanması, teşhis edilmesi ve izole edilerek yeniden ormancılıkta kullanımının sağlanmasını amaçladıkları çalışmada, Bolkar dağlarından beş ayrı kızılçam popülasyonunda yaptıkları inceleme sonucunda, çalışma alanındaki kızılçam popülasyonlarında *ektomikoriza* potansiyelinin önemli sayılabilecek düzeyde olduğunu, kızılçamın mikorizaya bağlı bir tür olduğu kanaatinin oluştuğunu, Ülkemiz orman ekosisteminde mikoriza yönetimi ve mikorizadan yararlanma olanaklarının ormancılığımız için önemli bir strateji olacağını belirtmişlerdir [56].

Sedir fidanının büyüme, gelişme ve besin elementleri alımına mikoriza aşıl原因masının 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 aşıl原因masının (tohum ekimi aşamasında ve fide dikimi aşamasında) etkilerini inceledikleri çalışma sonucunda, Mikoriza aşıl原因masının sedir fidanı gelişimine ve besin elementleri alımına önemli katkılar sağladığı belirlenmiştir [54].

MM 106 Elma anacında uygun mikoriza türü ve bu mikorizalar için uygun ortam belirlemeyi amaçladıkları çalışma sonucunda; ilk yıldaki bitki boyu, bitki çapı ve infeksiyon yüzdesi hariç, diğer ölçümlerde uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli bulunmadığını, mikorizaların olumsuz toprak koşullarında daha etkili olduğunu bildirmekteyler [57].

Test bitkisi olarak patlıcan (cv. Faselis F1) bitkisinin kullanıldığı, yetiştirme ortamı olarak ise pomzanın kullanıldığı denemede mikoriza uygulaması (+ mikoriza, - mikoriza) ve fosfor uygulaması (15, 30 ve 45 ppm) olmak üzere 2 faktörün etkisini inceledikleri çalışmada, *Glomus caledonium* mikoriza türü kullandıkları çalışmada; inokulasyonun tohum ekiminde 50 spor/bitki ve dikimde 1000 spor/bitki olacak şekilde yapılmış ve denemede fide gelişimi, kök infeksiyon oranı, verim ve fosfor miktarının etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; Mikoriza aşıl原因ması yapılan bitkilerde gelişme parametrelerinin kontrole göre arttığı, bitkilerde vegetasyon süresi ilerledikçe, tüm P dozlarında kök infeksiyonunun önemli düzeyde arttığını, besin çözeltisinin P dozu arttıkça kök infeksiyonunun azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca, "+ Mikoriza uygulamasının" bitkilerin besin elementi alımı artmış, bu duruma ters orantılı olarak drenaj ile atılan element miktarının ise azaldığı ortaya konmuştur. Bu sonuçlara göre; pomzada patlıcan yetiştiriciliği için "+ mikoriza uygulaması" ile birlikte 15 ppm P dozunun yeterli olduğu sonucu ortaya konmuştur [60].

Rhizoctonia repens ile *Orchis laxiflora*, *O. palustris* ve *Dactylorhiza urvilleana* türleri arasında, *Rhizoctonia anaticula* ile *Dactylorhiza osmanica* ve *D. iberica* türleri arasında, *Rhizoctonia solani* ile *D. osmanica* ve *Orchis tridentata* türleri arasında salep-mikoriza ilişkisi bulunduğu tespit etmişlerdir [56].

Glomus mosseae ve *Glomus intraradices* Arbuskular mikorizalarının büyüme ve asma köklerinin yapraklarının beslemesine etkisi '5 BB' (*Vitis berlandieri* x *Vitis riparia*), '1613 C' (*Vitis solonis* x *Vitis riparia* cv. 'Gloire de Montpellier'), '41 B' (*Vitis vinifera* L. cv. 'Chasselas' x *Vitis berlandieri*) ve *Vitis vinifera* L. cv. 'Early Cardinal', inceledikleri çalışma sonucunda, *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 [42].

Mikoriza uygulamasının etkinliğini görmek amacıyla; sera şartlarında *Glomus mosseae* türü mikoriza (500 adet spor/saksı) tohum ekimi esnasında uyguladıkları çalışmada, mikoriza aşılmasının kudret narı bitkisinde bitki fosfor ve demir alımına etkisini belirlemeyi amaçladıkları çalışmada, tohum ekiminden sonra bitkilerin çimlenme ve büyüme durumları takip edildiği, bitkilerin yaprak klorofil değerleri çiçeklenme zamanına kadar ölçüldüğü çalışma sonucunda; mikoriza aşılmasının klorofil miktarı üzerine $P < 0.05$, fosforlu gübre uygulamasının $P < 0.01$ ve demirli gübre uygulamasının ise $P < 0.05$ önem düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir [6].

Bitkilerin büyük bir kısmında mikorizal funguslarla birliktelik olduğunu, mikorizal fungusların konukçu bitki köklerinin içinde ve dışında kurdukları ilişkilerden dolayı ekolojik olarak büyük öneme sahip olduğunu bildirmektedir. AMF ile bitkiler arasındaki bu ilişki karşılıklı yararlanmaya (mutualistik simbiyosis) dayalı bir ortaklıkta, konukçu bitki fungusu karbon kaynaklarını sunarken, fungus bitkinin topraktan su ve besin alımını artırdığını belirtmektedir. Bazı mikorizal fungusların ağır metalleri tutabildiğini, böylece bitkileri bu maddelerin toksik etkilerinden koruyabildiklerini ileri sürmüştür. Orkidelerin yaşamlarını sürdürmek için, mikoheterotrof bitkilerin ise tohumlarının çimlenebilmesi ve fide tutumu için mikorizal ilişkiye ihtiyaç duyduklarını bildirmişlerdir [12].

Muğla il'i içinde yayılış gösterdikleri sahalardan *Tricholoma caligatum* ve *Tricholoma anatolicum* türleri belirli orman sahalalarında belirlenmiş ve arazi çalışmaları sırasında üreme organları toplanmıştır. Makrofungusa ait ekolojik ve coğrafik bulgular elde edilmiş, fiziksel ve kimyasal özelliklerin analizi için toprak örnekleri toplanmıştır. Toprak örneklerinin mikrobiyolojik analizi yapılmış, toplanan şapka formlarından elde edilen misellerin farklı mikrobiyolojik ortamlarda misel büyüme hızları belirlenmiştir. *T. Caligatum* suşlarının toplandığı topraklardan izole edilen mikorizal funguslar içinde en çok bulunan fungus genusunun *Penicillium*' olduğu, diğer genusların ise sırasıyla *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Absidia*, *Trichoderma* ve *Paecilomyces*' olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, Muğla il'i ve civarındaki ektomikorizal *Tricholoma caligatum* popülasyonunun toprak mikroflorası ile etkileşimini inceledikleri arazi çalışmaları sonucunda *T. caligatum* türü makrofungusun fruktifikasyon yapılarının iğne yapraklı ağaçlar ile kaplı ormanlık sahalarda bulunduğu sonucuna varmışlardır [27].

Orkide tohumlarının toprakta çimlenmelerinin mikorizal funguslar yardımıyla simbiyotik olarak gerçekleşmekte olduğunu, bazen bu birlikteliğin fide dönemine kadar, bazende bitkinin ölümüne kadar sürdüğünü bildirmektedirler [19].

Mikoriza (*G. mossea*, *G. etunicatum*) aşılması ve fosfor uygulamasının biber bitkisinin gelişimi, beslenmesi, verim unsurlarına etkisini araştırdıkları çalışma sonucunda; *G. Mossea*, *G. Etunicatum* Mikoriza uygulamasının Şanlıurfa koşullarında Urfâ yerli biber çeşidinin verimi üzerinde istatistiksel anlamda önemli olduğunu belirlemişlerdir [10].

Farklı içerikli mikrobiyal gübrelerin, farklı doz uygulamalarının havucun kalite özellikleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışma sonucunda; toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, β karoten,

toplam şeker, kuru madde, suda çözünebilir kuru madde ve pH içerikleri mikrobiyal gübre dozlarından önemli derecede etkilendiğini, farklı dozda mikrobiyal gübre uygulamalarının havucun kalite özellikleri üzerine pozitif yönde etki ettiğini tespit etmişlerdir [33].

Farklı bitki yetiştirme ortamları kullanarak yüksek miktarlarda ve kaliteli mikoriza üretiminin sağlanmasının amaçlandığı, konukçu bitki olarak mısır ve sorgum bitkileri ile *Glomus mosseae*, *G.etunicatum*, *G.clarium*, *G. caledonium*, *G.intradices*, *G. macrocarpum*, *G. fassiculatum*, Kokteyl (1) ,Kokteyl (2), *G. deserticola* ve *G. versiforme* mikoriza türlerininin 1000 spor/bitki dozunu kullandıkları araştırmada, yetiştirme ortamı olarak; Andezetik Tüf: Toprak: Kompost (6:3:1 v/v), Andezetik Tüf: Kompost (9:1 v/v), Kum: Toprak: Kompost (6:3:1 v/v), Andezetik Tüf: Bazaltik Tüf: Kompost (5:4:1 v/v) ve Kum: Andezetik Tüf: Toprak: Kompost (2:1:1:1 v/v) kullanılmışlardır. Denemede bitkilerin tohum ekiminden itibaren 8. haftada hasat edildiği, üst aksam ve kök aksam kuru ağırlıkları, kök enfeksiyonu, spor üretimi, P ve Zn alımının belirlendiği deneme sonucunda; Mısır bitkisinde *G. deserticola* ile aşılınmış bitkilerde yüksek oranda kuru madde üretimi gerçekleşirken spor üretimi en fazla *G. caledonium* ile aşılınmış saksılarda tespit edilmiştir. Ayrıca, Sorgum bitkisinde mikoriza aşılması yapılan saksılarda *G. caledonium* uygulamasının yüksek oranda spor oluşturduğu belirlenmiştir [34].

Su stresi altında mikoriza ve fosforlu gübre uygulamasının kişniş bitkisinin gelişimine etkisini araştırdığı çalışmada, bitkilere iki farklı kuraklık stresi, iki mikoriza (*Glomus hoi*) uygulaması (uygulama ve uygulama-sız) ve kontrol ile birlikte üç farklı fosforlu gübre dozu (0, 35 ve 70 kg/ha) uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; kuraklık stresinin kişniş bitkilerinde uçucu yağ verimi, biyolojik verim, sürgün fosfor içeriği, kök verimi, meyve verimi ve hasat indeksi üzerine önemli bir etkisi bulunmamış olmakla birlikte, en yüksek değerler yine de sulanan bitkilerden elde edilmiştir. Mikoriza ve fosfor uygulamalarının kişniş bitkilerinde uçucu yağ verimi, biyolojik verim, sürgün fosfor içeriği, kök verimi ve meyve verimi üzerine etkileri önemli olmuş, en yüksek değerler mikorizalı ve 70 kg/ha fosfor uygulaması yapılan uygulamalardan elde edilmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlara göre; mikoriza uygulamasının bitkinin su kullanımı ve mineral madde alımına olumlu etki ederek kuru madde birikimine katkı sağladığı sonucuna varılmıştır [21].

Tarla koşullarında mikorizal funguslar ile bitki kökleri arasındaki simbiyotik yaşamın mısır verim ve kalite parametreleri üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışma sonucuna göre; bitki besin maddeleri eksikliği durumunda AMF'in bitki verim ve kalite kriterleri ile bitki hastalıklarına dayanıklılık açısından katkı sağlayacağını bildirmektedirler [18].

Mikoriza uygulamasının çilek bitkilerinin gelişmesi ve verimi üzerine olan etkilerinin araştırmak amacıyla, yaprak ve kardeş bitki sayıları, kök-gövde yaş ve kuru ağırlıkları (g) meyve boyutları (en, boy, yükseklik), bitki başına ortalama verim (g) ile ilk dört hasadın verim miktarından oluşan erkenci verim (g) değerlerini belirledikleri çalışma sonucunda, mikoriza kullanımının çilekte topraksız koşullarda bitki gelişimi, meyve kalitesi ve özellikle de erkenci verim bakımından olumlu etkilerinin olduğunu ortaya koymuşlardır [20].

Tohumlarında endosperm bulunmadığından orkidelerin çimlenme konusunda desteğe ihtiyaç duyduğunu, bu desteği toprakta yaşayan mikorizal funguslardan aldığını

bildirmektedir. *Rhizoctonia* ve *Fusarium* gibi geniş yayılım alanı olan funguslar başta olmak üzere, çeşitli fungal etmenlerle enfekte olan orkide tohumlarının bu sayede beslenme olanağına kavuşacağını bildirmektedir. Kompleks yapıdaki karbonhidratları basit şekere parçalayan funguslar, embriyonun çimlenme için gereksinim duyduğu enerjiyi sağlamakta, bu sayede fungusun da gelişmek ve çoğalmak için bir ortam bulduğunu vurgulamaktadır [23].

Ormanlık alanlarımızın en yaygın türlerinden biri olan Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) İzmir Orman Bölge Müdürlüğü sınırlarındaki doğal yayılış alanlarında bulunan ektomikorizal mantarları belirlemiştir [7].

Çukurova Bölgesinde sera ve tarla koşullarında, kanola ekimi sonrasında yetiştirilen mısır bitkisine mikoriza aşılmasının, bitki büyümesi, besin elementleri alımı ve toprak özelliklerine olan etkilerinin belirlenmesinin amaçlandığı çalışma sonucunda; kanola sonrası ekilen mısır bitkisine mikoriza aşılmasının, bitki verimi ve besin elementi alımının, mikoriza aşılması yapılmayanlara oranla arttırdığını ortaya koymuştur [9].

Glomus coledonum, *G. etunicatum*, *G. fasciculatus*, *G. intraradices*, *G. mosseae*, *Gigaspora margarita* mikorizal fungus türlerinin pamukta bitki gelişim parametreleri ve solgunluk hastalık etmeni olan *Verticillium dahliae*'nin hastalık şiddeti üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışma sonucunda, *G. mosseae* ve *G. Etunicatum*'un hem bitki gelişim parametrelerini arttırması hem de hastalık şiddetini azaltıcı etkiye sahip olarak biyolojik mücadelede ümitvar türler olarak belirlemiştir [45].

Orkide mikorizasını çoğunlukla endomikoriza olarak belirlemiştir. Ancak, son bulgular ektomikorizal fungusların orkide mikorizasına katılabildiğini ve üçlü simbiyoz içinde canlı ağaçlardan orkide mikorizasına fotosentez ürünlerini aktardığını bildirmektedir. *Corallorhiza trifida* türlerinden izole edilen fungusların mikrokosmista *Betula pendula* ve *Salix repens*'in köklerine bağlandığı ve radyoizotop işaretli karbonun bu ağaçlardan orkideye taşındığını belirlenmiş, ancak bu üçlü ilişkinin bütün orkideler için geçerli olup olmadığını bilmediğini bildirmektedirler [44].

Endosperm taşımayan salep orkide tohumlarının çimlenebilmesi için uygun sıcaklık, ışık, nem ve oksijenin yanısıra, ortamda uygun bir mikorizal fungus ile simbiyotik bir ilişki halinde olması gerektiğini vurgulayarak, türlere göre değişmekle birlikte, çimlenme ve gelişmeleri için doğada mikorizal funguslarla simbiyotik yaşam kurmaya ihtiyaçları olduğunu bildirmektedirler [43].

Orkidelerin yumrularında biriktirdikleri maddelerden dolayı ekonomik değerleri yüksek çok yıllık otsu bitkiler olduğunu, orkidelerin sadece salep eldesinde değil, dondurma ve ilaç hammaddesi olarak da kullanıldığını bildirmektedirler. Bu durumun çok büyük bir bitki katliamının yolunu açtığını, çünkü orkidelerin tohumlarında endosperm bulunmadığını ve tohumların çimlenebilmesi için mikorizal funguslar ile simbiyotik bir ilişki kurmaları gerekliliğini vurgulayarak, doğa şartlarında orkide tohumuyla fungusun buluşmasının uzun zaman aldığı, tohum çimlense bile yumru oluşturup yeni bir bitki vermesinin kimi türlerde 2 yıl, kimi türlerde ise 16 yıl gibi bir süreyi kapsayabildiğini bildirmektedirler. Bu olgular göz önüne alındığında, yumru orkidelerin tamamen yok olmaktan korunması, alternatif üretim teknikleri (in vivo, in vitro vb.) üzerinde çalışmaların yoğunlaştırılmasını ve halkın bilinçlendirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır [14].

Mikoriza Türleri ile İlgili Yapılan Araştırmalar

GAP, Çukurova ve İç Anadolu Bölgesi topraklarında yürüttükleri çalışmalarda doğal mikorizal potansiyelin bitki türüne göre değiştiğini belirlemiştir [39].

Ektomikorizanın tanımı, ektomikoriza oluşumunu etkileyen faktörler ve tarımsal açıdan önemi üzerinde durulmuş, mikoriza mantar miselleri ile yüksek bitkilerin kökleri arasındaki karşılıklı yararlanmaya dayanan bir ilişki olduğu, bu ilişkide mantarın bitkiden karbon ve esansiyel organik maddeleri temin ederken, bunun karşılığında bitkiye su, mineral tuzlar ve metabolitlerin alımında yardımcı olduğunu bildirmektedirler. Ektomikoriza'nın ise, mikorizanın tarım ve ormancılık açısından önemli bir tipi olduğunu belirtmektedirler. Ektomikorizal mantarlar ekonomik açıdan mantarların en önemli gruplarından birisi ve birçok ekosistemde ektomikorizal mantarlar topraktaki mikrobiyal kitlenin en önemli üyelerinden olduğu bildirilmektedir [32].

Mikoriza ve Bitki Besin Elementleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Tuzlu alanlarda varolan doğal mikorizaların uygun teknikler ile çoğaltılıp turunc bitkisine aşılmasıyla, bitkilerin tuzlu topraklara adaptasyonunun sağlanmasının amaçlandığı çalışmada, tuzlu alanlardan alınan doğal mikorizaların kültür bitkilerinde uyum sağladığı, bitki gelişimine ve bitki besin elementleri alımına destek olduğunu belirlemiştir. Ancak, andezitik tuf toprak: kompost (6:3:1 v/v) harç ortamında yetiştirilen bitkilerde mikorizaların daha iyi çalıştığını, Mikoriza aşılmasının belli bir doza kadar tuz ilavesi sonucu oluşan strese cevap verdiği belirlenmiştir [11].

Tuz uygulaması yapılan ve yapılmayan koşullar (0,100 mg Na Cl/kg) ile artan çinko uygulamaları (0, 25, 50 mgZn/kg)'nin mikorizalı ve mikorizasız ortamlarda mısırın gelişim kriterleri ile fosfor ve çinko alımına etkisinin araştırıldığı çalışma sonunda; mikoriza aşılmasının mikorizasız uygulamalara göre yaş ağırlık, kuru ağırlık, fosfor ve çinko içeriğinde önemli düzeyde artış sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca, tuz uygulaması ile bitki boyu ve yaş ağırlıkta azalma, fosfor alımında ise artış olduğu, çinko uygulamalarına bağlı olarak da bitki boyu, yaş ağırlık ve kuru ağırlık ile fosfor ve çinko içeriğinin arttığı belirlenmiştir [51].

Bitkilerin kökleri aracılığı ile almakta zorlandıkları P'nin mikorizalar sayesinde kökten içeriye aktarıldığını, trikalsiyum fosfat şeklinde çökelmiş ve yarıyışsız formda olan P'nin mikorizalar tarafından önemli düzeylerde yararlı hale getirildiğini, mikorizanın oluşturduğu hifler yardımıyla, toprağın fiziksel özelliklerini düzelttiğini, mikorizanın kit su koşullarında bitkinin su kullanımına önemli katkıda bulunduğunu belirtmektedir [30].

Konya Ovası'ndaki büyük toprak gruplarında Arbusküler mikoriza sporları izole edilerek, dağılımı ve bitkilerdeki mikorizal infeksiyon oranlarını belirledikleri çalışmada, 15 farklı büyük toprak grubunun 0-20 cm derinliğinden örnekleme yaparak toprak gruplarının mikoriza spor sayıları ve toprak örneği alınan yerlerde yetişen bitki köklerinde mikorizal infeksiyon oranlarını belirledikleri çalışma sonuçlarına göre; büyük toprak gruplarından hidromorfik allüviyal topraklardaki doğal mikorizal potansiyeli diğer toprak gruplarından daha yüksek (654 adet/10 g toprak) belirlenmiştir. Ayrıca, en düşük spor sayısı (58 adet/10 g toprak) allüviyal toprak grubunda belirlenmiş, en yüksek (% 95) hem de en düşük

(%10) mikorizal enfeksiyon oranı soğan bitkisinde elde edilmiş, mikoriza sporlarının elek çaplarına göre genellikle bütün toprak gruplarında 50 mikronluk elek üzerinde yoğunlaşmış olduğu (ortalama 143 adet/10 g), toprak özellikleri ile mikoriza spor sayısı ve enfeksiyon arasında da önemli ilişkiler ($p<0.01$ veya $p<0.05$) belirlenmiştir [28].

Typha latifolia bitkisi ile *Amylum Nişasta* Sanayi ve Tic. AŞ.'den alınan ön artırmaya tabi tutulmuş organik içeriği yüksek nişasta atıksularının yeşil ıslahı (genel olarak toprakta veya suda bulunan kirleticilerin birtakım bitkiler tarafından degradasyona ve ekstraksiyona uğratarak hareketlesizleştirilmesi ve bitkinin bünyesine alınması şeklinde tanımlanır) sırasında mikorizal simbiyozun davranışları araştırılmış ve atıksuyun ıleri artırılmasına bir alternatif olarak sunulmuştur. *Typha latifolia* bitkisinin Arbüsküler Mikorizal Mantarla (AMF) enfeksiyonunun sağlanması amacıyla, *Glamus etinucatum* cinsi mikorizal mantar'ın kullanıldığı çalışmada üçer tekerrürden oluşan iki farklı ortam kullanılarak, her iki ortamda da atıksu ile sulanan deney düzeneği ve içme suyu ile sulanan kontrol düzeneği oluşturulmuş ve ortamlar mikorizal simbiyozlu (+M) ve simbiyozsuz (-M) olarak ikiye ayırmıştır. Bitkilerin mikorizal simbiyozu ve yeni ortamlarına adaptasyonu sağlandıktan sonra atıksuyla sulama işlemine geçilerek, belirli bir periyottan sonra bitki örneklerinin kök ve gövde+yaprak olarak bünyelerindeki ağır metal birikimleri ve mikorizal enfeksiyon oranları belirlenmiştir. Çalışma sırasında yapılan fenolojik gözlemler sonucunda mikorizal simbiyozu sahip olan düzeneklerdeki biyokütle artışının, mikorizal simbiyoz olmayan düzeneklere göre daha fazla olduğunu, yaptığı Cr, Cu, Fe ve Zn analizlerine göre bitki bünyesinde birikim mg/kg (kuru) cinsinden en çok kök bölgesinde sonra gövde+yapraklarda olacak şekilde belirlenmiştir. Bitki bünyesine alınan ağır metallerin dokulardaki birikim sıralamasının $Fe>Zn>Cu>Cr$ şeklinde olduğunu, analiz sonuçlarına göre mikorizal simbiyozun, bitkilerde simbiyozu sahip olmayanlara göre kök ağır metal birikimini Cr için %12, Cu için %52, Zn için %90 ve Fe için %70 düşürdüğünü bildirmiştir [58].

Mikorizanın Önemi İle İlgili Yapılan Araştırmalar

Mikorizal yaşamda birim kök yüzeyi başına en fazla su alımının, en genç kök yüzeylerinde olduğunu, genç köklerde artık ksilem oluşmuş ve örtü dokusu olarak rizodermis kök tüyleri ile kaplı veya mikoriza ile çevrili durumda olduğu, kök tüyleri sayesinde kökün su alan yüzeyinin 20 kat arttığını, suyu absorbe ederek, toprak parçacıklarına iyice yapışmış olan bu tüylerle toprak parçacıklarının sıkı ve sağlam olarak kaynaştığını bildirmektedir [8].

Yeryüzündeki bitki topluluklarının %95'inin Arbüsküler Mikorizal (AM) fungi ile işbirliği oluşturduğunu, Arbüsküler Mikoriza'nın, bitkiye mineral besinleri ve özellikle fosforu sağladığı, su alımını arttırdığını, *Glomus spp.* Arbüsküler Mikoriza'nın en çok çalışılan üyesi olmakla birlikte, sadece bitkiye besin maddesi sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda bitkiye hastalıklardan da koruduğunu, yapılan çalışmalarda, *Glomus intraradices* ve *G. fasciculatum*'un domateste *Alternaria solani*'nin neden olduğu hastalığı önemli ölçüde azalttığını bildirmektedirler [35].

Günümüzde mer'a ıslah çalışmalarının kompozit gübrele ile devam etmesi düşüncesinin, toprak ve suların kirlenmesi açısından artık bilimsel çevrelerde gittikçe azaldığını ve yerini AMF inokulasyonunun güncel olarak kullanıldığını bildirmektedirler. Mer'a ıslah çalışmalarında AM funguslarının aktif olanlarının çoğaltılması, özellikle

kurak ve yarı kurak alanlardaki mer'aların ıslah çalışmaları ile erozyonla mücadele için yapılan bitkilendirmelerde etkin olarak kullanılması gerektiğini, çayır-mer'a ıslah çalışmalarında AM funguslarından yararlanılmasının öncelikli konular arasında yer alması gerekliliğini belirtmektedirler [48].

Gerek ormancılık gibi geniş alanlarda bitkilendirme çalışmalarında, gerekse kırsal ve kentsel alanlarda peyzaj mimarlığı uygulamalarında mikorizanın bitkiler üzerindeki önemini vurgulamaktadırlar [50].

Mikorizal mantarlar, patojenler ve mikoriza arasındaki ilişki biyolojik mücadelenin temel prensipleri, rekabet konukçu dayanıklılığının uyarılması, hipovirulens ve mutualizm gibi biyolojik mücadele mekanizmaları, bitki hastalıklarına karşı mikorizal uygulamalar, mikoriza uygulamalarında dikkat edilecek hususlar konusu detaylı olarak örneklerle tartışılmıştır [11].

Çinko (Zn)' nun bio-yarayışlılığı üzerine mikoriza ve Demir (Fe) uygulamalarının etkisini belirlemek amacı ile sera denemesi olarak yürütülen çalışmada, topraklar 120°C de 15 dk. iki kez sterilize edilmiş, topraklara 0,750 ve 1500 mg Zn kg-1 ZnSO₄ olarak ilave edilmiş, Fe oranlarından da 0, 3, 6 mg kg-1'lik oranlarda saksılara karıştırılarak saksılara besin çözeltisi olarak Hoagland solüsyonu verilmiştir. Çalışma sonucunda; toprağa ilave edilen Zn'nun suda çözünür ve CaCl₂ ekstraksiyonundaki Zn miktarını arttırdığı, mikorizanın topraktaki Zn üzerine bir etkisinin olmadığı, bitki bünyesindeki besin elementi konsantrasyonunu arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, uygulanan Fe'in topraktaki Zn biyo-yarayışlılığı üzerine bir etkisinin olmadığı, topraktaki Zn biyo-yarayışlılığı üzerine Fe ve mikoriza uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi için daha fazla çalışmalara gerek duyulduğu belirtilmiştir [25].

Bitki gelişimini arttıran fungusların kültür bitkilerine olan yararının sadece bitki gelişimini arttırmakla sınırlı olmayıp, onları fungal ve bakteriyel hastalıklara karşıda koruduklarını bildirmektedirler. *Phoma spp.*, *Penicillium simplicissimum* ve *Trichoderma* gibi fungusların yanı sıra bitki kökleriyle karşılıklı yarara dayanan endosimbiyozlar oluşturan Arbüsküler mikorizal funguslar (AMF)'in bitki için yararlı organizmalar olduğunu bildirmektedirler [47].

Bazı mantarların birçok bitki türleri ile simbiyoz (ortak yaşama) olarak yaşayabildiklerini ve bunların özellikle bitkilerin kökünde bulduklarını, bu şekildeki mantarlı köklere mikoriza adı verildiğini ve mikorizaların asıl görevinin, beraber yaşadıkları bitkiye azot temin etmek olduğunu açıklamışlardır. Mikoriza mantarlarının kuvvetli bir emme özelliğine sahip oldukları, bu suretle üzerinde yaşadıkları emici(kılcal) köklerin emme gücünü arttırdıklarını, mantar tarafından emilmek suretiyle alınan besin maddelerinin bir kısmını bilahare beraber yaşadığı bitki köklerine tedricen verdiklerini, mikoriza mantarlarının diğer bir faydasının da beraber yaşadığı bitkiyi, hastalık yapan faktörlerden koruması olduğunu belirtmişlerdir. Mikoriza mantarlarının bitkinin köklerini bir kılıf gibi sarmış olması sonucu, dıştan gelen zararlıların hücumuna karşı kökü çok iyi bir şekilde korudukları, çok faydalı olan bu mantarların, teşekkül edebilmesi için toprakta bazı şartların var olması gerektiğini, genellikle orta derecede asitli toprakları sevdiğini, bazı türlerin 5.0-5.5 pH istediklerini ve iyi havalandırılan toprakları tercih ettiklerini bildirmektedirler. Zira bu mantarların da oksijene ihtiyaçları olduğunu, gelişmeleri için optimal sıcaklığın 20°C olduğunu, çok ıslak topraklardan kaçındıklarını bildirmektedirler. Mantar, azotlu maddeleri (karbonhidratları) sevdiği için toprakların organik maddelerce zengin olmasının gerektiği, ancak toprağa

yüksek dozlarda kimyevi gübre verilmesinin, mikorizanın oluşumunu kısıtladığını, bu durumda toprağa gübreleme ile verilecek besin maddelerinin, mikorizanın teşekkülüne engel olmayacak şekilde ayarlanması gerektiği belirtilmiştir [49].

SONUÇLAR

Son yıllarda moleküler biyolojide yaşanan gelişmeler biyolojinin bütün alanlarını olumlu yönde etkilemiş, bu gelişmeler fungal sistematiğe de etkisini göstererek hızlı ve güvenilir teşhislere olanak sağlamıştır. Moleküler çalışmalar yaygınlaşmadan önce morfolojiye ve biyokimyasal tekniklere dayalı araştırmalar yoğun olarak yapılmaktaydı. Ancak, bu çalışmalarda özellikle morfolojik olarak yapılan gözlemlerle sonuçlara ulaşmak hem deneyim hem de fazla zaman gerektirmekte, ayrıca sonuçlar zaman zaman araştırmacılara göre farklılıklar gösterebilmekteydi. Bu nedenlerle, geleneksel yöntemlerin yanı sıra moleküler yöntemler de fungal sistematiğe sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Moleküler yöntemlerdeki gelişmeler, özellikle ekonomik öneme sahip bitkilerde büyük hasara neden olan ve ürün kalitesini etkileyen hastalık etmeni fungusların kısa süre içerisinde teşhisinde ve bu doğrultuda önlemlerin alınmasında da faydalı olmuştur.

Bunun yanı sıra Organik tarım, üretimde sınırlı kimyasal girdi kullanılarak, üretimden tüketime kadar her aşaması kontrollü ve sertifikalı elit tarımsal üretim biçimidir. Organik tarımın amacı; toprak ve su kaynakları ile havayı kirletmeden; çevre, bitki, hayvan ve insan sağlığını korumaktır. Organik bitkisel üretimde girdi sınıfında sınırlanan en önemli kalemler "Toprak İyileştiricileri ve Gübreler" ve "Bitki Koruma Ürünleri"dir. Organik Tarım Yönetmelikleri'nde (EC 2092/91, 25841 vb.) bitkisel üretimde kullanımına izin verilen girdiler listelenmiştir. Yönetmelikler ve ilgili listelerdeki girdilerin temininde ve maliyetlerinde birçok organik bitkisel üretim yapan tarım işletmesi sorunlar yaşamaktadır. Ayrıca kullanılan ürünlerin etkililiğindeki yetersizlik de başlı başına bir problem olarak dikkat çekmektedir. Bazı Bitki Koruma problemlerine yönelik etkili bir madde veya preparat da bulunmamaktadır. Bu durum belli besin maddeleri için de geçerli olup, bu konuda da zaman zaman çözüm bulmak oldukça güçleşmektedir. Mikoriza uygulamaları ile organik bitkisel üretimde aşağıda belirtilen sorunlara çözüm getirmek mümkündür; özellikle düşük fosfor stresi içinde olan bitkilere mikoriza uygulaması toprak koşullarının doğal yolla iyileştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Bitki tarafından alınabilir formda olmayan fosforun alınabilir forma dönüşmesi veya bitki kök bölgesi tükenme alanı (depletion zone) dışında mevcut alınabilir fosforun mikorizal fungus hifleri aracı alınması yolu ile fayda sağlamaktadır. Ayrıca bu uygulama ile kuraklık veya yetersiz sulama koşullarında toprak fiziksel yapısı nedeniyle bitki kılcal kökleri ve tüyleri yolu ile alınamayan suyun alınması açısından önem taşımaktadır. Mikoriza, tuzluluk nedeni ile bitki yetiştirmeye uygun olmayan çorak toprak koşullarının iyileştirilmesi amacıyla da uygulanmaktadır. Bu sorunlar konvansiyonel tarımda dahi çözümü güç veya mümkün olmayan noktalar olarak dikkat çekmektedir.

Mikoriza uygulamaları ile bitki dayanıklılık mekanizmaları uyarılmak suretiyle rhizosferde yer alan önemli toprak patojenleri ile savaşım şansı birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalarla belirlenmiştir [17].

Ayrıca, mikoriza türlerindeki değişikliklerin değerlendirilmesi, doğal ormanlarda mikorizal mantarların ekolojik çeşitliliğinin ve zenginliğinin sürdürülmesi, küresel ısınma ve CO₂ miktarının artması sonucunda, mikoriza fonksiyonlarına etkilerinin belirlenmesi ile ektomikorizaların metabolizması ve fizyolojisinin anlaşılmasına yönelik detaylı çalışmaların yapılması zorunlu hale gelmiştir.

Orman ağaçlarının bilinçsizce kesilmesi ve çarpık kentleşme nedeniyle, mikorizal mantar türlerinin yayılış alanı sürekli daralır iken, endüstriyel aktivitenin ve bilinçsiz yapılan tarımsal uygulamaların neden olduğu çevre kirliliği mikorizal yaşamı olumsuz etkilemektedir [5]. Doğanın zarar görmesine kulak vermeliyiz ve mikorizal yaşamı olumsuz etkileyen nedenleri en aza indirmeliyiz. Bunun için; mikoriza mantarlarının yetiştiği bölgelerdeki köylü, mantar toplama konusunda bilgilendirilmeli, mikorizal türlerin korunmasına ve yayılış alanlarının genişletilmesine yönelik koruma alanları oluşturulmalıdır. Biyolojik tarımın geliştirilmesi kapsamında biyolojik mücadele ve mikrobiyolojik gübreleme ile ilgili araştırmaların yoğunlaşması, çevre kirliliğinin ve özellikle toprak kirliliğinin toprakta mikorizal yaşamı gerçekleştiren funguslara etkisine yönelik çalışmaların desteklenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Anonim, 2014a. <http://tr.wikipedia.org>
- [2] Anonim, 2014b. <http://www.bioglobal.com.tr>
- [3] Anonim, 2014c. <http://kadir586400.blogspot.com.tr>
- [4] Anonim, 2014d. <http://arsivbelge.com>
- [5] Anonim, 2014e. <http://www.forumdas.net>
- [6] Akay, A., Karaarslan, E., 2012. Mikoriza aşılanmış kudret narı (*Momordica charantia*) bitkisine Farklı dozlarda fosforlu ve demirli gübre uygulamasının Yaprak klorofil içeriğine etkisi. İğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. 2(3): 103-108, 2012
- [7] Akça, H., Karakurt, H., Akbin, G., Solak H., 2009. İzmir Yöresindeki Doğal Kızılcım Ormanlarında Ektomikorizal Mantarların Belirlenmesi. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Ege Ormanlık Araştırma Müdürlüğü. Teknik bülten. No.44. İzmir
- [8] Akkemik, Ü., 2007. Dendroloji (dendroloji, odunsu bitkiler ve bitki materyali dersleri için). İstanbul Üniv. Orman Fak. Orman Botaniği Anabilim Dalı. İstanbul.
- [9] Akpınar, Ç., 2011. Kanola Sonrası Yetiştirilen II. Ürün Mısır Bitkisine Mikoriza Aşılmasının Verim ve Besin Elementleri Alımına Etkisi. Çukurova Üniv. Fen Bil.Ens. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Adana
- [10] Almaca, A., Almaca, N.D., Söylemez, S., Ortaş, İ., 2010. The effects of mycorrhizal species and different doses of phosphorus on pepper (*Capsicum annuum* L.) yield and development under field conditions. Food, Agriculture and Environment (JFAE). Vol. 11, Issue 3&4, Pages 647-651.
- [11] Biçici, M., 2011. Bitki Hastalık Etmenleri ile Biyolojik Mücadelenin Başarısını Arttırmada Mikoriza'nın Rolü. Türk. Biyo. Müc. Derg., 2011, 2 (2): 139-174.
- [12] Bilgili, A., 2012. Mikoriza, Bitki- Besin Maddesi- Patojen Etkileşimi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bitki Koruma ABD. Doktora Semineri, Şanlıurfa.

- [13] Bolat, N.Y., 2006. Doğal Ekosistemde Bulunan Mikoriza Türlerinin Kültür Bitkilerine Adaptasyonunun Sağlanması. Çukurova Üniv. Fen Bil. Ens. YL. Tezi. Adana
- [14] Bozgel, M.E., Merdamert, E., Özdemir, B., Günüz, A., 2014. Salep: bir yudum keyfe değer mi? 5. ulusal Çevre ve Ekoloji Öğrenci Kongresi. Ankara
- [15] Çağlayan, K., Özşavcı A., Eskalen, A., 1998. Doğu Akdeniz Bölgesinde Yaygın Olarak Yetisen Bazı Salep Orkidelilerinin Embriyo Kültürü Kullanılarak In Vitro Koşullarda Çoğaltılmaları. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 22:187-191.
- [16] Çakmakçı, R., Dönmez, F., Aydın, A., Şahin, F., 2006. Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. Soil Biology & Biochemistry 38. 1482-1487
- [17] Çetinkaya, N., 2008. Mikoriza ve Organik Tarım. E.Ü. Zir. Fak. Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji Bilim Dalı.
- [18] Çetinkaya, N., Dur., S., 2010. Mısır Vejetatif Gelişimi ve Verimi Üzerinde Bir Endomikorizal Preparatın Etkileri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 47 (1): 53-59. Nedim, Sami Dur.
- [19] Çiğ, A., İşler, S., Öztürk, F., 2012. Salep Orkidelinde Yapılan Bazı Simbiyotik ve Asimbiyotik Çoğaltma Çalışmalarının Karşılaştırılması. Türkiye 2. Orkide ve Salep çalıştayı Bildirileri. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü. İzmir
- [20] Ertan, E., Kılınç, S., Yıldız, A., Şirin, U., 2007. Topraksız Ortamda Çilek Yetiştiriciliğinde Mikoriza Uygulamasının Bitki Gelişimine ve Verime Etkileri. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi (04-07 Eylül 2007). Erzurum
- [21] Gözüaçık, H.G., 2010. Su stresinin Kışniş (*Coriandrum sativum* L.) 'te Bitki Gelişimi ile Meyvede Yağ Asidi Ve Besin Elementi İçeriğine etkisinin Araştırılması. T.C. Kilis 7 Aralık Üniv. Fen Bil. Ens.. BiyolojiAnabilim Dalı.YL.Tezi. Kilis.
- [22] Gücin, F., Dülger, B., 1997. Yenen ve Antimikrobiyal Aktiviteleri Olan Keme Mantarı (=terfezia boudieri chatin) Üzerinde Araştırmalar. Ekoloji Çevre Dergisi, Vol. 23, Jan. 1997, pp. 27-33
- [23] Gümüş, C., 2009. Batı Karadeniz Bölgesi'nde Salep Elde Edilmesinde Kullanılan Bazı Orkide Türlerinin (Orchidaceae) Çoğaltım Yöntemleri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora T., Ankara.
- [24] Gür, K., 1992. Vesiküler-Arbusküler Mikorizanın Erzurum Yöresi Topraklarındaki Dağılımı Üzerine Bir Araştırma. S.Ü.Ziraat Fak. Dergisi 3(2) 127-142.
- [25] İnal, S., Sönmez, O., 2011. Mikoriza ve Farklı Demir Dozları Uygulamasının Çinko Toksisitesi Üzerine Etkileri.Harran Üniv. Z.F. Dergisi, 2011, 15(2): 1-11
- [26] Kaçar, Y.A., Akpınar, Ç., Agar, A., Mendi, Y.Y., Serçe, S., Ortaş, İ., 2010. The Effect of Mycorrhiza in Nutrient Uptake and Biomass of Cherry Rootstocks During Acclimatization. Romanian Biotechnological Letters Vol. 15, No.3, 2010
- [27] Kalmış, E., Eltem, R., Işıloğlu M., Solak M.H., Kalyoncu, F., Gezgin, Y., 2008. Muğla İlindeki *Tricholoma caligatum* Populasyonlarının Belirlenmesi ile *In vivo* ve *In vitro*da Kültürel Özelliklerinin Açığa Çıkarılması. Proje No: 105T128. İzmir.
- [28] Karaarslan, E., Uyanöz, R., 2008. Konya Ovası'ndaki Büyük Toprak Gruplarından İzole Edilen Arbusküler Mikoriza (A.M.) Sporlarının Büyüklüklerine Göre Dağılımı, İnfeksiyon Etkinlikleri Ve Toprağın Bazı Özellikleri İle Arasındaki İlişkiler. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 22 (45): (2008) 21-28
- [29] Karaçal, İ., Tüfenkçi, Ş., 2010. Bitki Beslemede Yeni Yaklaşımlar ve Gübre - Çevre İlişkisi. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. Bildiriler Kitabı. S.257-268. Ankara
- [30] Keklikçi, Z., 2014. Bitkisel Üretim. %. Ulusal Çevre ve Ekoloji Öğrenci Kongresi 1-2 Mart 2014, Odtü KKM B Salonu. Ankara
- [31] Kılıçoğlu, M.Ç., Özkoç, İ. 2008. Fungal Sistematikteki Moleküler Gelişmeler. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 2008, 23(1):65-72
- [32] Kibar, B., Pekşen, 2007. Ektomikorizanın Tarım ve Ormancılık Bakımından Önemi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 22(2):232-238
- [33] Kiracı, S., ve Gönülal, E., Padem, H., 2014. Farklı Mikoriza Türlerinin Organik Havuç Yetiştiriciliğinde Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. Cilt:11sayı :106-113
- [34] Korkmaz, A.A., 2005. Farklı Konukçu Bitki ve Yetiştirme Ortamlarının Mikoriza Üretimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Ens. YL. Tezi. Adana
- [35] Küçük, Ç., Güler, İ. 2009. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bazı Biyokontrol Mikroorganizmalar Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR (Eski adı: OrLab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi), Cilt: 07 Sayı: 1 Sayfa: 30-42.
- [36] Ortaş, İ., P. J. Harris and D. L. Rowell. 1996. Enhanced uptake of phosphorus by mycorrhizal sorghum plants as influenced by forms of nitrogen. Plant and Soil. 184: 255-264.
- [37] Ortaş, İ., 1997. Mikoriza nedir? TUBİTAK, Bilim ve Teknik, Popüler Bilim Dergisi. Sayı 351; S.92-95, Ankara.
- [38] Ortaş, İ., Gök, G., Çakmak, İ., İbrikçi, H., Gür, K., Torun, T., Onaç, İ., Ergün, B., ve Çoşkan, A. 1998. Effect Of Va-Mycorrhizae Inoculation and Phosphorus Application on Maize Growth And Mycorrhizal Infection of Maize. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil. Menemen-İzmir-Turkey
- [39] Ortaş, İ., Ergün, B., Ortakçı, D., Ercan, S., Köse, Ö., 1999. Mikoriza Sporlarının Üretilmesi ve Tarımda Kullanım Olanaklarının İrdelenmesi. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23 (1999) Ek Sayı 4, 959-968
- [40] Ortaş, 1998. <http://www.ekizfidancilik.com>
- [41] Ortaş, İ., Ortakçı, D., Kaya Z., 2006. 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.
- [42] Özdemir, G., Akpınar, Ç., Sabir, A., Bilir, H., Tangolar, S., 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,
- [43] Özdemir, A., Palaz, E.B., 2012. Kahramanmaraş Bölgesinde Yetişen Bazı Orkide Türlerinin Mikorizaların İzolasyonu Ve Tanımlanması. Türkiye 2. Orkide ve Salep çalıştayı Bildirileri. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü. İzmir

[44] Özdener, Y., Demir, E., 2012. Orkide Gelişimini Uyarıcı Mikroorganizmalar. Türkiye 2. Orkide ve Salep çalıştayı Bildirileri. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü. İzmir

[45] Özgönen, H., 2011. Arbusküler Mikorizal Fungusların Pamukta Bitki Gelişimine ve *Verticillium Solgunluğu* (*Verticillium dahliae* kleb.) Üzerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15-3 (2011), 171-177.

[46] Özkan C.F., Ateş, T., Kelten M., Taşdemir T., Arpacıoğlu A., 2003. VA Mikoriza Uygulamasının Bazı Turuncül Anaçlarının Çöğür Gelişimine Etkisi. Türkiye. 4. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 2003, Antalya. 163-166.

[47] Özkoç, İ., Aydın, E.B., Nohut, K.O., Gürkanlı, T.C., Altınkaynak, H., 2012. Bitki Büyümesini Arttıran Mikroorganizmalar ve Etki Mekanizmaları. Türkiye 2. Orkide ve Salep çalıştayı Bildirileri. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bak. Ege Tar. Arş. Enst. İzmir

[48] Palta, Ş., Demir, S., Şengönül, K., Kara, Ö., Şensoy, H., 2010. Arbusküler Mikorizal Funguslar (AMF) Bitki ve Toprakla İlişkileri, Mera İslahındaki Önemleri. *Bartın Orman Fak. Der. Cilt: 12, Sayı: 18. S.87-98*

[49] Parlak, S., Tutar, M., 2012. Karaburun Yarımadası'nda En Fazla Sökümü Yapılan salep Orkidelerinin Bazı Toprak Özellikleri. Türkiye 2. Orkide ve Salep çalıştayı Bildirileri. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü. İzmir

[50] Pulatkan, M., Var, M., 2010. Ormancılık ve Peyzaj Mimarlığında Mikoriza Aşılı Fidanların Kullanımı ve Faydaları. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs 2010 Cilt: IV Sayfa: 1431-1438.

[51] Sönmez, F., Çığ, F., Erman, M., Tüfenkçi, Ş., 2013. Çinko, Tuz ve Mikoriza Uygulamalarının Mısırın Gelişimi ile Pve Zn Alımına Etkisi. *YYÜ Tar.Bil.Der.23(1):1-9*.

[52] S.Kiracı, Gönülal, E., Padem, H., 2014. Farklı Mikoriza Türlerinin Organik Havuç Yetiştiriciliğinde Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 11(1)*.

[53] Taban, S., İbrikçi, H., Ortaş, İ., Karaman, M.R., Orhan, Y., Güneri, A., 2014. Türkiye'de Gübre Üretimi ve Kullanımı. <http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler>

[54] 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

[55] Tüfenkçi, S., Ortaş, İ., Özkurt, N., 2007. Bolkar Dağları Doğal Kızılcım (*Pinus brutia*.) Mescerelerinde Mikorizal Mantarların Tespitine Aşılama Uygulaması. Çevre ve Orman Bakanlığı Yay. No: 342 ISBN: 978-605-393-023-5. DOA Yay. No: 44

[56] Tecimen, B., Sevgi, O., Kara, Ö., Sevgi, E., Altundağ, E., Bolat, İ., 2010. Türkiye Salep Türlerinin Sorunları Ve Öneriler. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Dergisi. Sayı.10 Cilt.2. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No : 373 ISSN: 1300-8579. Müdürlük Yayın No : 044. Antalya

[57] Uçgun, K., Atasay, A. Akgül, H., Ay, Z., Küçükyumuk, Z., Koçal, H., Bakıcı, S., Kaymak, S., Özongun, Ş., Gargın, S., Akpınar, Ç., 2009. MM 106 Elma Klon Anacında Mikoriza Uygulamalarının Bitki Gelişimine Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 2 (2):187-192*.

[58] Yıldız, S., 2008. Nişasta Sanayi Atıklarının Bitkisel İyileştirilme (Fitoremediasyon) Kapasitesine Mikorizal Simbiyozun Etkilerinin araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı. YL. Tezi. Adana

[59] Yıldız A., 2009. Mikoriza ve Arbusküler Mikoriza Bitki Sağlığı İlişkileri, ADÜ Ziraat Fak.Dergisi; 6(1): 91 – 101.

[60] Yılmaz, E., Gül, A., 2009. Topraksız Ortama Arbusküler Mikoriza Aşılamanın Patlıcan (*Solanum Melongena* L.) Yetiştiriciliği Üzerine Etkileri. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(2), 55-61