



Süs Bitkilerinde Arbüsküler Mikoriza Kullanımı^A

Yağmur OLGAC^{1*}, Rezzan KASIM², Mehmet Ufuk KASIM³

Öz: Günümüzde, çiçek sektöründeki yüksek talebin karşılanabilmesi için çiçek verimini artırmaya yönelik birçok uygulama yapılmaktadır. Ancak verimi artırmaya yönelik yapılan kimyasal uygulamalar, hem maliyeti yükseltmekte hem de toprağın fiziksel ve kimyasal dengesini bozarak geri dönüşü olmayan zararlara sebep olmaktadır. Bu yüzden daha ekonomik ve çevre dostu bir gübreleme imkanı sunan ve biyogübre olarak adlandırılan çeşitli mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Böylece kimyasal gübre ve pestisit kullanımının azaltılması ile çiçeklerin verim, biyotik ve abiyotik streslere dayanıklılığının artırılması amaçlanmaktadır. Bu hedefle kullanılan mikroorganizmalardan biri de mikoriza mantarlarıdır. Bu mantarlar uzun yıllardır araştırılmakta olup, son yıllarda daha çok çalışmaya konu olmuştur. Mikoriza mantarları bitki kökleriyle mutualist bir yaşam sürdürerek, bitkinin daha sağlıklı büyümesini, bitkiden daha yüksek verim alınmasını, çiçekçilik sektöründe büyük bir paya sahip olan kesme çiçeklerde ise vazo ömrünün uzatılmasını sağlamaktadır. Bu derleme çalışmasında, mikorizal mantarların süs bitkilerinde kullanım alanları ile verim ve kalite üzerindeki etkileri üzerinde yapılan araştırmalar incelenerek, bir araya getirilmiştir. Bu sayede konu ile ilgili çalışmak isteyen araştırmacılara yol gösterecek bir kaynak oluşturulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çiçeklenme, kesme çiçek, mikoriza, süs bitkisi, vazo ömrü.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Yağmur OLGAC, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı ABD, Kocaeli, Türkiye, yağmurolgac@gmail.com, [OrcID 0000-0001-6987-7052](https://orcid.org/0000-0001-6987-7052)

² Rezzan KASIM, Kocaeli Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kocaeli, Türkiye, rkasim@kocaeli.edu.tr, [OrcID 0000-0002-2279-4767](https://orcid.org/0000-0002-2279-4767)

³ Mehmet Ufuk KASIM, Kocaeli Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kocaeli, Türkiye, mukasim@kocaeli.edu.tr, [OrcID 0000-0003-2976-7320](https://orcid.org/0000-0003-2976-7320)

Use of Arbuscular Mycorrhiza in Ornamental Plants

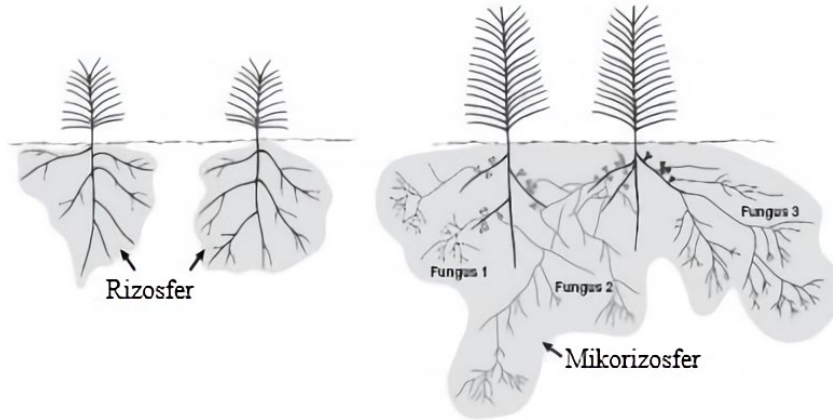
Abstract: Today, many applications are made to increase flower yield in order to meet the high demand in the flower sector. However, chemical applications to increase productivity both require high costs and cause irreversible damages by disrupting the physical and chemical balance of the soil. For this reason, it is aimed to reduce the use of chemical fertilizers and pesticides with various microorganisms called biofertilizers, which provide a more economical and environmentally friendly fertilization opportunity, to increase yield, resistance to biotic and abiotic stresses in flowers. One of the mentioned microorganisms is mycorrhizal fungi. These fungi, which have been researched for many years but have been studied more in recent years, have maintained a mutualistic life with plant roots, enabling the plant to grow more durable, obtaining higher yields from the plant, and prolonging the vase life in cut floriculture, which has a large share in the floriculture sector. In this review, it is aimed to bring together the researches on the yield of ornamental plants with mycorrhizal fungi and for researchers who want to work with these fungi in the future, by looking at this review, to see the studies in a single source.

Keywords: Cut flower, flowering, mycorrhiza, ornamental plant, vase life.

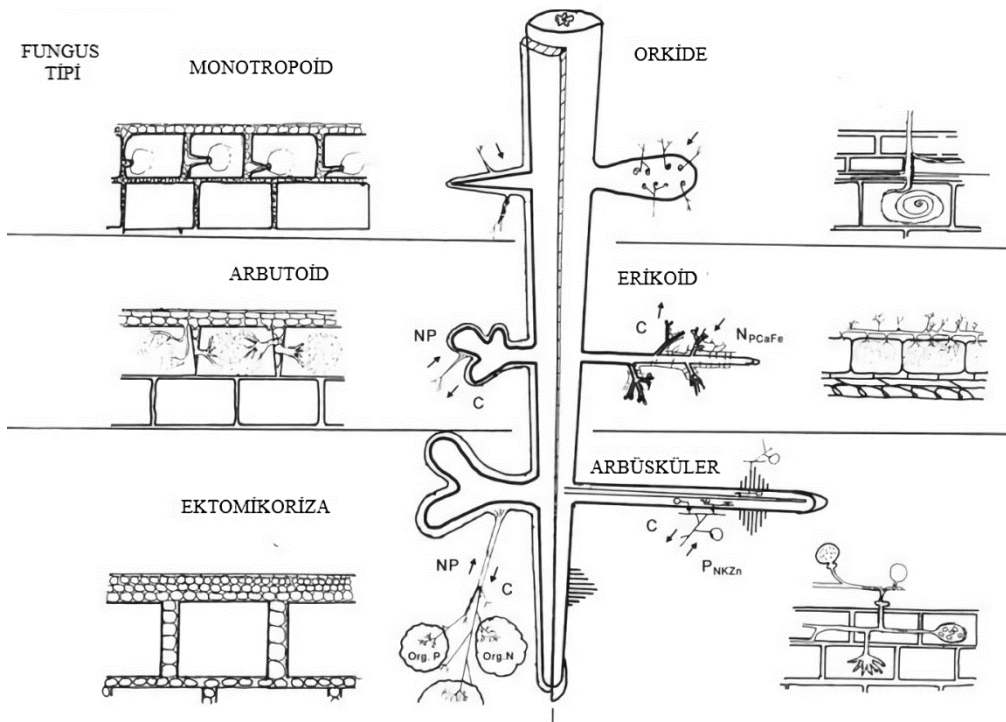
Giriş

Çiçekler, manzaraların güzelleştirilmesi amacıyla peyzaj alanlarında kullanılmakla birlikte, aynı zamanda evlerde, törenlerde ve etkinliklerde de çiçeklerden yararlanılmaktadır. Bunun yanı sıra çiçekler tıbbi ve aromatik bitki olarak, koku hammaddesi ve tatlandırıcı madde olarak da kullanılmaktadır (Zaidi ve ark., 2016). Geniş bir kullanım alanına sahip olan çiçeklerde, fazla talebin karşılanması ve verimin artırılması amacıyla kimyasal gübre kullanılmaktadır. Buna karşın uzun süreli kimyasal gübre kullanımı, toprakta hedef olmayan mikroorganizmaların büyümesine neden olarak besin maddelerinin dengesiz dağılımına yol açmaktadır (Younis ve ark., 2013). Dolayısıyla kimyasal gübre kullanımının azaltılması için yararlanılabilecek alternatiflerden biri ise mikorizaların kullanımınıdır. Çoğu karasal bitkinin kökleri, mikoriza olarak adlandırılan mantarlarla simbiyotik ilişkiler oluşturmaktadır. Mikoriza ile bitkiler arasında kurulan ortak yaşamlar, bitki ve toprak arasında enerji ve madde akışı için kanal görevi (Şekil 1) görmektedir (Lin ve ark., 1991; Cardon ve Whitbeck, 2007). Mikorizal mantar miselleri, genellikle geniş alanlara yayılmış olan bitki kök sistemlerini birbirine bağlamakta ve toprak mikrobiyal biyokütlesinin en önemli bölümünü oluşturmaktadır (Mohammadi, 2011). Böylece, mikorizal simbiyozlar, rizosferi fiziksel ve kimyasal olarak yapılandırarak bitki topluluklarını ve ekosistemleri etkilemektedir (Cardon ve Whitbeck, 2007). Mikorizaların iki ana türü, yapıları ve konakçı bitki ile fizyolojik ilişkileri bakımından önemli ölçüde farklılık gösteren endo ve ekto mikorizalardır (Şekil 2). Endo-mikorizalar, köklere nüfuz ederek karakteristik hücre içi veziküller ve arbusküller oluşturmaktadır. Endo-mikorizalar Psilotopsida, Lycopsida, eğrelti otları, gymnospermler ve angiospermler dahil olmak üzere tüm vasküler

bitkilerin yaklaşık beşte dördünde, yani yaklaşık 200 familyada ve 1000'den fazla cinste gözlemlenmiştir. Ekto-mikorizalar, köklerdeki canlı hücrelere nüfuz etmeyip, sadece onları çevrelemektedir. Ekto-mikorizal mantarların miselyumu toprakta geniş bir alana yayılarak özellikle besin açısından fakir tropikal topraklarda, çürüyen yapraklardan besin maddelerinin doğrudan alınmasını sağlamaktadır. Ekto-mikorizalar açık tohumlulardan, Pinaceae ve bazı Cupressaceae familyalarında gözlemlenmiştir (Malloch ve ark., 1980).



Şekil 1. Çam fidelerinde 'rizosfer' ve mikorizal kölerde 'mikorizosfer' alanlarının gösterimi



Şekil 2. Mikoriza çeşitleri ve bitki kökünde meydana getirdiği misel şekilleri (Read, 1999).

Arbüsküler mikorizal mantarlar (AMF), Zygomycetes sınıfı Glomales takımına ait funguslardır. Hem fosil keşifleri hem de DNA dizileri incelendiğinde, AMF'ler ile bitkilerin ilişkisi yaklaşık 400 milyon yıl öncesine dayanmaktadır. AMF'nin benzersiz özelliklerinden birisi, kuraklık stresi ve besin yetersizliği gibi nispeten olumsuz koşullar altındaki bitki kökleri ile simbiyotik yaşam oluşturarak, geniş hif ağı üretmesi ve bitkilerin yüzey alanını önemli oranda artırmasıdır. AMF, mikorizaların en yaygın tipidir. "Arbüsküler" adı, bitkilerin çoğunda kök korteks hücrelerinde oluşan karakteristik yapılar olan arbusküllerden (Şekil 3) türetilmiştir (Smith ve Read, 2008).



Şekil 3. *Glomus mosseae* arbusküllerinin görünümü (Anonymous, 2021).

AMF'ler endo-mikoriza grubunda yer alır. Yani bitki-mantar simbiyoz yaşamında mantar, partneri olan bitki kökleri içinde (intraradikal) arbusküller veya sarmallar şeklinde yapılar oluşturarak bitki ve mantar arasındaki alışverişi kolaylaştırmaktadır. Dolayısıyla oluşan bu arbusküller ve sarmallar, bitki ve mantar arasında kaynak kullanımı için geniş bir yüzey alanı sağlayan modifiye edilmiş mantar hifleridir. Rizosferdeki faydalı bitki-mikroorganizma etkileşimi, bitki sağlığı ve toprak verimliliğinin belirlenmesinde önemlidir. Bitkilerin çoğunluğu ile ortak yaşam oluşturan AMF'ler, bitki gelişimini, besin alınımını, su ilişkilerini ve verimi etkiler. AMF'ler ayrıca patojenlere ve toksik streslere karşı biyo-ürün görevi görür (Heijden ve ark., 1998).

Bu derlemenin amacı, süs bitkilerinin büyüme, gelişme ve kalite özellikleri üzerine AMF'lerin etkilerini konu alan araştırmaların bir araya getirilerek, bundan sonra yapılacak araştırmalara yol haritası oluşturulmasıdır.

Mikorizal Aşılamanın Bitkiler Üzerindeki Etkileri

Mikorizal mantarlar; çiçekli bitkiler, briyofitler ve eğrelti otları dahil olmak üzere, bitkilerin yaklaşık %80-90'ının köklerinde koloni oluşturarak, hem kendisine hem de bitkiye yarar sağlar (Smith ve Read 2008). Bu iki taraflı yarar, ortak yaşam olarak adlandırılır ve son yıllara kadar ekolojistler ve bitki fizyologları tarafından pek fazla dikkate alınmasa da, çevredeki birçok bitkinin biyolojisi için temel taşlardan birini oluşturur. Bitkilerin

beslenmesini ve ekolojiye olan uyumunu artırırken, bitki popülasyonlarının yapısını ve dinamiklerini şekillendirir (Cairney, 2000). AMF'ler bahçe bitkilerinde en fazla kullanılan mikoriza türü olup, bitkiler ile AMF'lerin ortak yaşamının, besin elementleri ve minerallerin alınımını, su alınımını, fotosentetik aktivite oranlarını ve antioksidan metabolizmasını olumlu yönde etkileyebileceğine inanılmaktadır (Sánchez-Díaz ve ark., 1990; Goicoechea ve ark., 1997; Garmendia ve ark., 2004a, b). Bununla birlikte, toplam yaprak alanının artması, çiçeklenmenin başlama süresinin kısalması, toplam çiçeklenme süresinin artması, üretilen çiçek sayısı ve meyve tutan çiçek oranının artması, meyve başına tohum sayısının artması gibi bitki kalitesi üzerine de faydası olduğu, ayrıca mikorizal uygulama yapılmış bitkilerin tohumlarının N ve P içeriğinin daha yüksek olduğu görülmüştür (Lu ve Koide, 1994). Mikorizaların, fosfor bakımından fakir topraklarda yetişen birçok üründe, başta fosfor ve biyokütle birikimi olmak üzere besin alınımını artırmada etkili olduğu bilinmektedir (Mohammadi, 2011). AMF'ler bitkinin gelişimini olumsuz etkileyen stres faktörlerine (ısı, tuzluluk, kuraklık vb.) karşı bitkinin dayanımını artırmada da kullanılmaktadır. AMF, bitki ile mantar arasındaki bir dizi karmaşık iletişim olayına aracılık ederek, konakçı bitkilerin stresli koşullar altında kuvvetli bir şekilde büyümesini kolaylaştırıp, gaz alışverişinin ve dolayısıyla fotosentez oranının artmasına yol açmıştır (Birhane ve ark., 2012). AMF'nin bitki kökleriyle oluşturduğu simbiyotik ilişki, aynı zamanda arazinin ıslah edilmesine de yardımcı olur (Elhindi ve ark., 2018). Shen ve ark. (2006), kirlenmiş toprakların fitoremediasyonunda AMF'nin, toprak çözültüsü pH'ındaki önemli artışa paralel olarak, ağır metallerin miktarını azalttığını da fark etmiştir.

Süs Bitkilerinde Mikorizal Aşılamanın Etkileri

Mikorizal aşılama birçok bitkide olduğu gibi süs bitkilerinde de kullanılmaktadır. Bu bölümde süs bitkilerinde mikorizal aşılama üzerine yapılan çalışmaların etkileri, konu bazlı olarak açıklanacaktır.

Çiçeklenme ve Kalite Üzerine Etkileri

Mikorizal mantarlar, bitki köklerinde hif ağı oluşturarak ve köklerin, toprak alanının büyük bir kısmına yayılmasını sağlayarak bitkilerin vejetatif büyüme, çiçeklenme ve meyve gelişimi aşamalarını olumlu yönde etkilemektedir. AMF'ler, güllerde karbonhidrat metabolizmasını değiştirerek, çiçek tomurcuğunun çıkış süresini kısaltmış, bitki boyu, bitki başına çiçek sayısı ve çiçek ömrünü de artırmıştır (Garmendia ve Mangas 2012). Mikoriza mantarlarının çiçeklenme ve çiçek kalitesi üzerine etkileri ile ilgili çalışmalar Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Mikoriza uygulamalarının süs bitkilerinde çiçeklenme, bitki gelişimi ve kalite üzerine etkileri

Tür	Mikoriza Uygulama	Etki	Kaynakça
Akasya (<i>Acacia nilotica</i>)	<i>Glomus fasciculatum</i>	Kök ve sürgün biyokütlesinde artış.	Giri ve ark., 2007
Aklar Otu/Kırmızı Kan Çiçeği (<i>Lythrum salicaria</i> L.)	<i>Glomus aggregatum</i>	Anter ve çiçek başına polen üretiminde artış, sapın üst kısmında (yan sürgünlerde) çiçek üretimi.	Philip ve ark., 2001
Alacalı Çiçek (<i>Sparaxis tricolor</i>)	<i>Glomus intraradices</i>	Sürgün gelişiminde 2 gün, çiçeklenmede 7-8 gün erkencilik, bitki başına çiçek veriminde artış.	Scagel, 2004a
Ateş Çiçeği (<i>Salvia splendens</i> Buc'hoz ex Etl. 'Saluti Red')	<i>G. aggregatum</i> , <i>Funneliformis mosseae</i> , <i>Rhizophagus intraradices</i> , <i>R. clarus</i> , <i>Claroideoglomus etunicatu</i> ve <i>Gigaspora margarita</i>	Bitki başına çiçek sayısında artış, birincil yan sürgün oluşumunda artış, yeşil renk indeksinde artış.	Janowska ve Andrzejak, 2017
Aynısefa (<i>Calendula officinalis</i>)	<i>Glomeromycota</i>	Aynısefa çiçeğinin çiçek sayısında önemli ölçüde artış (1.2 kat).	Engel ve ark., 2016
Frezya (<i>Freesia x hybrida</i>)	<i>G. intraradices</i>	Sürgün çıkışında 2-3 gün erkencilik, ikinci büyüme döngüsünde bitkilerde yaklaşık 20 gün erken çiçeklenme, çiçek başına yaprak/çiçek/çiçek salkımı üretiminde artış ve yavru soğan ağırlığında artış.	Scagel, 2003
Gazanya (<i>Gazania rigens</i> L.)	<i>Trichoderma viride</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>F. mosseae</i> + <i>Acaulospora laevis</i> <i>F. mosseae</i> + <i>A. laevis</i> + <i>P. fluorescens</i>	Yaprak sayısı, tomurcuk sayısı ve kök uzunluğunda maksimum artış, erken çiçeklenme ve çiçek boyutu, çiçek taze/kuru ağırlığında maksimum artış.	Saini ve ark., 2019a
Gerbera (<i>Gerbera jamesonii</i>)	<i>G. mosseae</i> + <i>A. laevis</i> + <i>P. fluorescens</i> <i>G. mosseae</i> + <i>P. fluorescens</i>	Kök uzunluğu, kök biyokütlesi, çiçek sayısında artış Yaprak alanı ve sürgün biyokütlesinde maksimum artış.	Kuldeep Yadav ve ark., 2015
	AMF+putresin	Yaprak sayısı, yaprak alanı, yaprakların taze ve kuru ağırlığı, yaprakların klorofil indeksi, klorofil a, b ve toplam klorofil içeriği ile karotenoid içeriğinde artış.	Rakbar ve ark., 2022
Glayöl (<i>Gladiolus</i> cv. Arka Amar)	Gibberellik asit+AMF	Bitki boyu, bitki başına yaprak sayısı, bitki başına çiçek sayısı, taze sürgün ağırlığı ve bitki başına sürgün sayısında artış.	Sirisha ve ark., 2017
Glayöl (<i>Gladiolus</i> cv. American Beauty)	Azotobacter, Fosfat Çözündürücü Bakteriler (PSB), VA-mikoriza (VAM) ve çiftlik gübresi	Vejetatif ve generatif karakterlerde önemli ölçüde artış.	Srivastava ve Govil, 2005
Gül Kokulu Sardunya (<i>Pelargonium species</i> , cv. Bourbon)	<i>A. laevis</i> , <i>Gigaspora margarita</i> , <i>G. fasciculatum</i> ve <i>G. mosseae</i>	Bitkilerin kök uzunluğu, yaprak sayısı, kök biyokütle verimi, sürgün biyokütle verimi ve esansiyel yağ veriminde artış.	Rao ve ark., 2002
Havai Fişek Çiçeği (<i>Crossandra infundibuliformis</i> L. Nees)	<i>A. laevis</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>G. coremioides</i> , <i>G. intraradices</i> , ve <i>Gigaspora albida</i>	Bitki boyu üzerinde olumlu etki, erken çiçeklenme, çiçek sayısında artış, çiçek ağırlığında artış, 24 saatte taze ağırlık kaybında azalma ve toplam kuru ağırlıkta artış.	Vaingankar ve Rodrigues, 2015
Hibrit Zambak-Calla (<i>Zantedeschia</i> 'Pot of Gold' and 'Majestic Red')	<i>G. intraradices</i>	Sürgün üretiminde artış, erken çiçeklenme, yumru büyüklüğü ve bitki başına çiçek sayısında artış.	Scagel ve Schreiner, 2006

Çizelge 1. (Devamı)

Kadife Çiçeği (<i>Tagetes erecta</i> L. cv. Crackerjack)	<i>G. fasciculatum</i> (Thaxter sensu Gerd.) Gerd. And Trappe, <i>G. tenue</i> (Greenall) Hall, ve <i>Gigaspora margarita</i> Becker and Hall Süper fosfatlı gübre Karışık gübre	Sürgün ve çiçek kuru ağırlığında önemli ölçüde artış.	Bagy Araji ve Powell, 1985
Kadife Çiçeği (<i>Tagetes erecta</i> L.)	<i>G. etunicatum</i>	Çiçeklenme hızında ve çiçek sayısında artış.	Aboul-Nasr, 1995
	<i>G. fasciculatum</i> Gerdemann and Trappe ve <i>Bacillus subtilis</i> strain BEB-13	Çiçek salkımı üretiminde %14-24 artış ve çiçeklerin taze ağırlığında önemli ölçüde artış.	Flores ve ark., 2007
	<i>G. constrictum</i> Trappe	Bitkinin büyümesinde ve çiçek kalitesinde artış.	Asrar ve Elhindi, 2011
	<i>A. laevis</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>Glomus coremioides</i> , <i>G. intraradices</i> , <i>G. fasciculatum</i> , <i>G. manihotis</i> ve <i>Gigaspora albida</i>	<i>G. intraradices</i> ile çiçek sayısında artış.	Vaingankar ve Rodrigues, 2012
Kadife Çiçeği (<i>Tagetes patula</i> L. “Yellow Boy”)	<i>G. constrictum</i>	Bitki verimi, bağlı klorofil içeriği, yaprak alanı ve çiçek kalitesinde artış.	Elhindi ve ark., 2018
	<i>G. aggregatum</i> , <i>F. mosseae</i> , <i>Rhizophagus intraradices</i> , <i>R. clarus</i> , <i>Claroideoglossum etunicatum</i> , ve <i>Gigaspora margarita</i>	Çiçek tomurcuğu sayısında artış, <i>S. splendens</i> ‘Saluti Red’ türünde bitki başına birincil yan sürgün oluşumunda artış, yeşil renk indeksinde artış.	Janowska ve Andrzejak, 2017
Kemer Sardunyası (<i>Pelargonium hortorum</i> L.H. Bailey “Tango Orange”)	<i>Glomus</i> türleri+Organik gübre	Bitkilerin boyu, yaprak sayısı, yaprak ve köklerin taze ve kuru ağırlığında artış.	Nowak, 2004
Kirli Hanım Çiçeği (<i>Zinnia elegans</i>)	<i>G. etunicatum</i>	Çiçeklenme hızında ve çiçek sayısında artış.	Aboul-Nasr, 1995
	<i>Gigaspora margarita</i> (MAFF 520054), <i>Gigaspora rosea</i> (JP1), <i>G. intraradices</i> (BGC HE B07D) ve <i>G. mosseae</i> (BGC BJ01)	<i>Glomus</i> çeşitleri ile yaprak boyutu ve sürgün biyokütlesinde önemli ölçüde artış. <i>G. mosseae</i> ile çiçek sayısı ve boyutunda artış.	Long ve ark., 2010
Kına Çiçeği (<i>Impatiens balsamina</i>)	<i>Glomus</i> , <i>Gigaspora</i> ve <i>Scutellospora spp.</i>	Kuru madde ve çiçek üretiminde artış, bitkilerde en az 15 gün önce çiçeklenme.	Gaur ve ark., 2000
Krizantem (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.)	<i>A. laevis</i> + <i>P. fluorescens</i> (orta konsantrasyonda süperfosfat)	Kök uzunluğu, taze ve kuru kök ağırlığında artış.	Prasad ve ark., 2012
	<i>G. mosseae</i> + <i>A. laevis</i> + <i>P. fluorescens</i> (düşük süperfosfat konsantrasyonu)	Yaprak alanı ile taze ve kuru sürgün ağırlığında artış.	
Krizantem (<i>Chrysanthemum morifolium</i>)	<i>A. laevis</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>Glomus coremioides</i> , <i>G. intraradices</i> , <i>G. fasciculatum</i> , <i>G. manihotis</i> ve <i>Gigaspora albida</i>	<i>G. intraradices</i> ile çiçek sayısında artış.	Vaingankar ve Rodrigues, 2012
Nergis (<i>Narcissus tazetta</i> L.)	<i>G. intraradices</i> N.C. Schenck and G.S. Sm.	Yaprak uzunluğu, yaprak alanı, kök kuru ağırlığı, kök uzunluğu ve kök sayısında önemli artış.	Çığ ve ark., 2014
		Yaprak kuru ağırlığı ve yaprak uzunluğu, yaprak taze ağırlığı ve kök sayısında artış.	
Otsu ve Çalı Türleri	AMF	Düşük verimli toprakta, bitkinin hayatta kalabilmesi, büyümesi ve çiçeklenmesini etkilemiş, yüksek verimli topraklarda ise çiçeklenmeyi etkilemiştir.	Rondina ve ark., 2014

Çizelge 1. (Devamı)

Petunya (<i>Petunia hybrida</i>)	<i>Glomus</i> , <i>Gigaspora</i> ve <i>Scutellospora spp.</i>	Kuru madde ve çiçek üretiminde artış, bitkilerde en az 15 gün önce çiçeklenme.	Gaur ve ark., 2000
Sakız Sardunya (<i>Pelargonium peltatum L'Her.</i>)	<i>G. mosseae</i> + <i>G. intraradices</i> + <i>G. claroideum</i> + <i>G. microaggregatum</i> <i>G. mosseae</i> + <i>G. intraradices</i> + <i>G. sp.</i> <i>G. mosseae</i> + <i>G. intraradices</i> + <i>G. etunicatum</i>	Tomurcuk ve çiçek sayısı artışı ve çiçek gelişiminde iyileşme.	Perner ve ark., 2007
Saraypatı (<i>Callistephus chinensis</i>)	<i>Glomus</i> , <i>Gigaspora</i> ve <i>Scutellospora spp.</i>	Kuru madde ve çiçek üretiminde artış, bitkilerde en az 15 gün önce çiçeklenme.	Gaur ve ark., 2000
	<i>Glomus</i> , <i>Gigaspora</i> ve <i>Scutellospora spp.</i> (Mi) <i>G. intraradices</i> (Gi)	Saraypatı (<i>Callistephus chinensis</i>) bitkisinde çiçeklenmede artış ve toplam çiçek sayısında kontrole göre %39 artış.	Gaur ve Adholeya, 2005
Sardunya (<i>Pelargonium zonale L.</i>)	<i>G. intraradices</i> ve <i>G. mosseae</i> karışımı ile biyokömür (mangal kömürü)	Kuru biyoküttele artış, çiçek kümelerinin hacim artışı, yeşil yaprak sayısı ve haciminde artış. %30 biyokömür ile iyileştirilmiş toprakta AMF inokülasyonu en iyi bitki performansını vermiştir.	Conversa ve ark., 2015
Sümbül (<i>Hyacinths orientalis L. Anna Marie</i>)	<i>Diversispora spurca</i> , <i>Diversispora versiformis</i> , <i>F. mosseae</i>	<i>F. mosseae</i> ile çiçek biyokütlesi, açan çiçek sayısı, çiçek sapı uzunluğu ve çiçek çapında artış, çiçeklenme süresinde 3.3 gün uzama. <i>D. spurca</i> ile çiçeklenme süresinde 1.4 gün artış.	Xie ve Wu, 2017
		<i>F. mosseae</i> ile çiçek salkımı uzunluğunda artış, çiçeklenmede 2 gün erkencilik ve çiçeklenme süresinin 3 gün uzaması. <i>D. versiformis</i> ile çiçeklenmenin 2 gün geciktirilmesi.	Xie ve Wu, 2018
Üçlü Zambak (<i>Brodiaea laxa Benth. "Queen Fabiola"</i>)	<i>G. intraradices</i>	Bitki başına üretilen çiçek sayısı ve çiçek ömründe ve yavru soğan kalitesinde artış. Yavru soğan büyüklüğü ve sayısında artış.	Scagel, 2004b

Kesme Çiçeklerde Kalite Üzerine Etkileri

Günümüzde çok sayıda insanın geçim kaynağını kesme çiçek sektörü oluşturmaktadır. Uluslararası pazarlarda krizantem, gül, glayöl, lale, kadife çiçeği, karanfil, zambak vb. kesme çiçek talebi her geçen gün artmaktadır (Zaidi ve ark., 2016). Ancak, hasat, paketleme, nakliye ve pazarlama sırasında kesme çiçeklerin yaklaşık %20'sinde kalite kaybı meydana gelmekte ve kalan çiçeklerin büyük bir kısmı ise düşük kalite koşullarında satılarak tüketiciyi memnun etmemektedir (Saini ve ark., 2019b). Kesme çiçeklerde, çiçek kalitesinin korunması ve hasat edilen çiçek miktarının artırılması ile vazo ömrünün uzatılması amacıyla, yoğun olarak kimyasal büyüme düzenleyici maddelerden faydalanılmaktadır. Bu kontrol dışı ve bilinçsizce kullanım, hem çevre kirliliğine hem de üretim maliyetinin artmasına neden olmaktadır (Sezen ve Akpınar Külekçi, 2020). Bu nedenlerle kesme çiçeklerde kalitenin korunması amacı ile kimyasal yollara başvurmak yerine, biyo-düzenleyici ve biyo-koruyucu olarak anılan mikoriza mantarlarının kullanımı tercih edilmeye başlanmış ve bu konudaki çalışmalar hızlanmıştır. Kesme güllerde (*Rosa hybrida L. cv. Grand Gala*) sera koşullarında iki AMF türünün [*G. mosseae* (Nicol. and Gerd.) Gerd. and Trappe ve *G. intraradices* (Schenck and Smith)] kesme çiçek verimi

üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, *G.mosseae*'nin, bitkilerin %80'inin çiçeklenmesi için gereken süreyi, kontrol bitkilerine göre bir ay azalttığı ve kesme çiçek sayısını artırdığı sonucuna varılmıştır (Garmendia ve Mangas, 2012). Önemli süs bitkileri arasında yer alan ve Türkiye'de önemli kesme çiçeklerden biri olan krizantemde, farklı dönemlerde AMF aşılamanın bitki gelişimi ve çiçek kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, AMF doğrudan çelıklere (AMFD) veya dikim aşamasında (AMFA) uygulanmış olup, her iki uygulamada da bitki boyunu, yaprak alanını, kök uzunluğunu, sürgün, gövde ve kök taze-kuru ağırlığını artırmış, çiçeklenme süresini önemli ölçüde öne çekmiştir. AMFD uygulamasında çiçekler, dikimden sonra 98 günde, AMFA uygulamasında 104 günde ve kontrol grubunda 112 günde açmıştır. Mikoriza uygulanan bitkilerin çiçeklerinin hem boyutları hem de taze ağırlığının arttığı bulunmuştur. AMFD uygulaması krizantem çiçeğinin yapraklarında makro besin alınımını önemli düzeyde artırmıştır. Hem AMFD hem de AMFA uygulamalarında çiçeklerin Mn alınımını kontrol bitkilerine göre iki katından daha fazla artmış ve köklerde, makro ve mikro besin konsantrasyonları genellikle AMFD uygulamasında daha yüksek olmuştur (Sohn ve ark., 2003). Yine 'Garden Mum'-'Kathleen Dark Red' krizantem (*Chrysanthemum indicum*) çeşidinde AMF [*G. mosseae* (Nicol. and Gerd.) Gerd. and Trappe and *A. laevis* Gerd. and Trappe] ile birlikte *Trichoderma viride* ve *P. fluorescens* biyoinokülanları kullanılarak yapılan çalışmada, bitkilerin kök kolonizasyonunun arttığı, buna bağlı olarak su ve özellikle fosfor başta olmak üzere değişik bitki besinlerinin alınımının arttığı, dolayısıyla bitki büyümesinde ve farklı biyokimyasal özelliklerinde artış meydana geldiği tespit edilmiştir (Saini ve ark., 2019b). Aslanağzı (*Antirrhinum majus* L. Maximum Group) kesme çiçeklerinde selenyum (Se) ile birlikte mikorizal aşılama uygulamasının, bitkinin boyunu ve çiçek saplarının çapını artırdığı; nişasta, fenolik madde miktarı, klorofil ve karotenoid miktarında da artışa yol açtığı belirlenmiştir. Yalnızca Se uygulanan bitkilerin karbonhidrat, prolin ve protein miktarı azalırken, Se ile birlikte mikorizal aşılama bu azalmaları inhibe etmiştir (Tognon ve ark., 2016). Gerbera (*Gerbera jamesonii*) kesme çiçeklerinde AMF (*G. mosseae*) aşılması, bitkilerde yaprak alanını, çiçek sayısını, çiçek ömrünü önemli ölçüde artırmış, kalsiyum içeriğini de %41 oranında yükseltmiştir. Bu nedenle mikorizal uygulamanın besin alınımını iyileştirebileceği, besin kayıplarını azaltarak hasat sonrası kaliteyi artırabileceği sonucuna varılmıştır (Nazari Deljou ve ark., 2013). Olağanüstü güzel çiçekleri ile kesme çiçek sektöründe yerini alan glayöl çiçeklerinde de, mikorizanın gibberellik asit ve kinetin ile kombine uygulamaları bitki boyunun uzamasına, erken başak oluşumuna ve başak başına çiçek sayısının artmasına neden olmuştur (Kumar ve Gupta, 2013).

Kesme Çiçeklerde Vazo Ömrü Üzerine Etkileri

Kesme çiçeklerin vazo ömrünün uzun olması, bu çiçeklerin ticari açıdan tercih edilmesi anlamına gelmektedir. Çiçekler ana bitkiden hasat edildiğinde, terleme ve su alınımı arasındaki dengesizlik nedeniyle su stresi oluşmakta ve vazo ömrü etkilenmektedir. Kesme çiçeklerde vazo ömrünün uzatılması ve kalitenin korunması amacıyla kullanılan gümüş tiyosülfat, gibberellinler ve sitokininler, tidiazuron, salisilik asit ve malik asit gibi ürünler ekonomik olmadıkları gibi, çevre açısından da güvenli değildir (Ferrante ve ark., 2002; Jamshidi ve ark., 2012; Saini ve ark., 2019b). Bu yüzden kesme çiçeklerde bu tekniklerin yerine çevreyi koruyacak ve sürdürülebilirliği sağlayabilecek, düşük maliyetli bir teknoloji olan AMF uygulamalarının kullanılabilirliği

araştırılmaktadır. Bu mantarlarla bitkiler arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılması gerekmekte ve gümüş tiyosülfat gibi toksik maddelerin yerine alternatif olabilirliği üzerine araştırmalar sürdürülmektedir. Mikorizal mantarlar özellikle sera koşullarında, CO₂ emisyonunun bitki gelişimini artırmada kullanılmasını sağlayabilir. Çünkü mikorizal mantarlar, sera ortamının CO₂ miktarını artırarak bitkilerin fotosentez oranını, dolayısıyla net asimilasyon miktarını artırmaktadır. Böylece çevrenin korunmasına da katkıda bulunmaktadır (Rakbar ve ark., 2022). Putresin ve AMF uygulaması, dünyanın önemli kesme çiçeklerinden biri olan gerbera (*Gerbera jamesonii*) çiçeklerinde vazo ömrünü uzatarak, kalitenin korunmasında etkili olmuştur (Rakbar ve ark., 2022). Yine gerberada AMF (*G. mosseae*) uygulaması çiçeklerde besin alınımını iyileştirerek, vazo ömrünün artmasını sağlamıştır (Nazari Deljou ve ark., 2013).

Saini ve ark., (2019b), kesme çiçek sektöründe önemli bir yer tutan krizantemde, *Trichoderma viride* ve *P. fluorescens* ile birlikte iki baskın AMF'nin [*G. mosseae* (Nicol. and Gerd.) Gerd. and Trappe ve *A. laevis* Gerd. and Trappe] büyüme ve vazo ömrü üzerine etkilerini araştırmışlardır. Deneme sonucunda, sera koşullarında uygulanan *G. mosseae* ve *A. laevis* ile *T. viride* (T) ve *P. fluorescens*'in krizantemde peroksidaz aktivitesini azaltarak, çiçek yaşlanmasını geciktirdiği belirlenmiştir. Glayölde de kinetin ve gibberellik asit ile birlikte yapılan mikoriza uygulamaları vazo ömrünün uzatılmasına katkıda bulunmuştur (Kumar ve Gupta, 2013). Aslanağzı (*Antirrhinum majus* L.) çiçeklerinin topraksız bir ortamda mikorizal kolonizasyonu, çiçeğin etilen üretimini önemli ölçüde azaltarak, vazo ömrünü önemli ölçüde artırmıştır. Mikorizal kolonizasyonun neden olduğu etilen üretimindeki azalma dolayısıyla bu uygulamanın gümüş tiyosülfat gibi toksik etilen inhibitörlerine de uygun bir alternatif olabileceği anlaşılmıştır (Besmer ve Koide, 1999).

Besin Maddeleri Alınımı Üzerine Etkileri

Mikorizal mantarlar, köklerin yüzey alanını genişleterek, kök tüylerinin giremeyeceği kadar küçük olan toprak gözeneklerinde çoğalarak, besin alınımı kapasitesini artırmaktadır (Mohammadi, 2011). Aynı zamanda değişik besin maddelerinin varlığını ve translokasyonunu artırarak bitki beslenmesini iyileştirmektedir (Rouphael ve ark., 2015). Çizelge 2'de süs bitkilerinin bazı türlerinde, çeşitli mikoriza mantarlarının, bitki besin maddelerinin alınımı üzerine etkileri konusunda yapılmış araştırmalar özetlenmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi farklı mikorizal aşılama türleri, N, P, K, Zn, S, Mg, Cu alınımını artırdığı belirlenmiştir.

Çizelge 2. AMF uygulamaların süs bitkilerinin besin ve element alınımına etkileri

Tür	Uygulama	Etki	Kaynak
Akasya (<i>Acacia nilotica</i>)	<i>G. fasciculatum</i>	P, Zn, Cu ve K konsantrasyonlarında artış.	Giri ve ark., 2007
Alacalı Çiçek (<i>Sparaxis tricolor</i>)	<i>G. intraradices</i>	Bitki soğanlarının, çinko, kükürt, azot, amino asit ve karbonhidrat içeriğinde artış.	Scagel 2004a
Aynışefa (<i>Calendula officinalis</i> L.)	<i>Claroideoglomus claroideum</i> , <i>F. mosseae</i>	Çiçeklerde toplam fenol, flavonoid, karotenoid artışı, antioksidan kapasitede artış, karotenoid profilini oluşturan (lutein, likopen, β -karoten) bileşiklerde farklılık oluşumu.	Hristozkova ve ark., 2016
Frezya (<i>Freesia x hybrida</i>)	<i>G. intraradices</i>	Soğanlarda çinko, kükürt, protein, amino asit ve şeker konsantrasyonunda artış.	Scagel, 2003
Gazanya (<i>Gazania rigens</i> L.)	<i>T. viride</i> + <i>P. fluorescens</i> + <i>F. mosseae</i> + <i>A. laevis</i> <i>F. mosseae</i> + <i>A. Laevis</i> + <i>P. fluorescens</i>	Toplam klorofil, karoten ve fosfor içeriğinde artış.	Saini ve ark., 2019a
Gerbera (<i>Gerbera jamesonii</i>)	<i>G. mosseae</i> + <i>A. laevis</i> + <i>P. fluorescens</i> <i>G. mosseae</i> + <i>P. fluorescens</i> AMF+putresin	Fosfor içeriği ve fosfataz açısından en iyi sonuçları göstermiştir. Yapraklardaki antosiyanin miktarında artış.	Kuldeep Yadav ve ark., 2015 Rakbar ve ark., 2022
Gül Kokulu Sardunya (<i>Pelargonium species</i> cv. Bourbon)	<i>A. laevis</i> , <i>Gigaspora margarita</i> , <i>G. fasciculatum</i> ve <i>G. mosseae</i>	N, P, K alınımında artış.	Rao ve ark., 2002
Havai Fişek Çiçeği (<i>Crossandra infundibuliformis</i> L. Nees)	<i>A. laevis</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>G. coremioides</i> , <i>G. intraradices</i> , ve <i>Gigaspora albida</i>	Yaprakların P konsantrasyonunda artış.	Vaingankar ve Rodrigues, 2015
Kadife Çiçeği (<i>Tagetes erecta</i> L.)	<i>G. constrictum</i> Trappe	Bitkinin pigmentlerinde ve fosfor içeriğinde artış.	Asrar ve Elhindi, 2011
	<i>G. constrictum</i>	N, P, K ve Mg element içeriklerinde artış, P alınımının artırılması.	Elhindi ve ark., 2018
	<i>G. fasciculatum</i> Gerdemann and Trappe ve <i>Bacillus subtilis</i> strain BEB-13	Mikorizal aşılama (<i>G. fasciculatum</i>) ile çiçeklerin ksantofil içeriğinde artış.	Flores ve ark., 2007
Kemer Sardunyası (<i>Pelargonium hortorum</i> L.H. Bailey “Tango Orange”)	<i>Glomus</i> türleri+Organik gübre	N, P ve K konsantrasyonlarında artış.	Nowak, 2004
Kına Çiçeği (<i>Impatiens balsamia</i>)	<i>Glomus</i> , <i>Gigaspora</i> ve <i>Scutellospora</i> spp.	Sürgünlerde P ve K alınımında önemli artış.	Gaur ve ark., 2000
Krizantem (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.)	<i>A. laevis</i> + <i>P. fluorescens</i> (orta konsantrasyonda süperfosfat) <i>G. mosseae</i> + <i>A. laevis</i> + <i>P. fluorescens</i> (düşük süperfosfat konsantrasyonu)	Kökün P alım oranında maksimum artış, asidik fosfataz (ACP) ve alkalik fosfataz (ALP) aktivitesinde artış ile organik gübre kaynağından besin alınımında artış, P alınımının kolaylaştırılması	Prasad ve ark., 2012
Otsu ve Çalı Türleri	AMF	Sürgün besin konsantrasyonlarında değişim.	Rondina ve ark., 2014
Petunya (<i>Petunia hybrida</i>)	<i>Glomus</i> , <i>Gigaspora</i> ve <i>Scutellospora</i> spp.	Sürgünlerin P ve K alınımında önemli artış.	Gaur ve ark., 2000

Çizelge 2. (Devamı)

Sakız Sardunya (<i>Pelargonium peltatum</i> L'Her.)	<i>G. mosseae</i> + <i>G. intraradices</i> + <i>G. claroideum</i> + <i>G. microaggregatum</i> <i>G. mosseae</i> + <i>G. intraradices</i> + <i>G. sp.</i> <i>G. mosseae</i> + <i>G. intraradices</i> + <i>G. etunicatum</i>	Sürgünlerin P ve K konsantrasyonlarında artış.	Perner ve ark., 2007
Saraypatı (<i>Callistephus chinensis</i>)	<i>Glomus, Gigaspora</i> ve <i>Scutellospora</i> spp.	Sürgünlerin P ve K alınımında önemli artış.	Gaur ve ark., 2000
Sümbül (<i>Hyacinthus orientalis</i> L. Anna Marie)	<i>D. spurca</i> <i>D. versiformis</i> <i>F. mosseae</i>	<i>F. mosseae</i> ile çiçek ve kökün N, P ve K seviyelerinde artış.	Xie ve Wu, 2017
Üçlü Zambak (<i>Brodiaea laxa</i> Benth. "Queen Fabiola")	<i>G. intraradices</i>	Soğanların N, P, Zn miktarında artış.	Scagel, 2004b

Kuraklık Stresi Üzerine Etkileri

Kuraklık stresi şartlarında toprağın su potansiyeli azalarak ozmotik stres oluşmakta, dolayısıyla bitki topraktan besin alamadığı için gelişmesi yavaşlamaktadır (Abdel-Salam ve ark., 2018). Yakın zamanda küresel ısınmanın ortaya çıkmasıyla birlikte, ısı stresinin bitki üretimini sınırlandırması önemli bir endişe kaynağı haline almıştır. Bu nedenle dünya çapında abiyotik stresle başa çıkmak amacıyla ısıya ve kuraklığa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi, üretim takvimlerinin değiştirilmesi ve kaynak yönetimi gibi stratejilerin geliştirilmesi için kapsamlı araştırmalar yürütülmektedir (Venkateswarlu ve Shanker, 2009). Bu stratejilerden birisi olan mikorizaların kullanımı maliyetli olsa da, son araştırmalar mikroorganizmaların, bitkilerin abiyotik streslerle başa çıkmasına yardımcı olabileceğini göstermektedir (Grover ve ark., 2011). Bir AMF türü olan *G. fasciculatum*'un siklamenin (*Cyclamen persicum* Mill.) ısı stresine karşı dayanımındaki etkilerinin incelendiği çalışmada, kontrol bitkilerinde şiddetli yaprak kahverengileşmesi gözlenirken, mikorizal bitkilerde yaprak kararması en az düzeyde kalmıştır. Ayrıca AMF kolonizasyonu, antioksidatif aktiviteyi artırarak ısı stresi zararını azaltmış, bunun yanı sıra bitki büyümesini, diğer bir ifadeyle biyokütlesini artırarak, bitkinin sıcaklık stresine karşı toleransını artırmıştır (Maya ve Matsubara, 2013). Yine ısı stresine ve hastalıklara karşı oldukça duyarlı olan siklamende (*Cyclamen persicum*) yürütülen bir çalışmada, AMF uygulamalarıyla [*G. mosseae*, *G. fasciculatum* (Gf)] ısı stresi altında antraknoza (*Colletotrichum gloeosporioides*) karşı çözüm aranmıştır. AMF, ısı stresi koşullarında bitki büyümesini teşvik etmiş ve antraknoz *G.mosseae* aşılansız siklamenlerde daha fazla baskılanmıştır (Matsubara ve ark., 2013). Siklamende (*Cyclamen persicum* Mill.) antraknoza (Cg) karşı yapılmış başka bir çalışmada, 'Piccolo' çeşidinde *Gigaspora margarita* (GM), *G. mosseae* (Gm), *G. intraradices* (Gi), *G. fasciculatum* (Gf) olmak üzere dört farklı AMF aşılamanın ısı stresi koşullarındaki etkisi incelenmiştir. Hastalık yoğunluğu Gm+Cg ve Gi+Cg ile aşılansız bitkilerde daha az bulunmuş, AMF'lerin ısı stresi koşullarında siklamen üretiminde antraknoz şiddetini azaltabileceği anlaşılmıştır (Maya ve ark., 2012).

Kadife çiçeğinde, farklı kuraklık stresi şartlarında, AMF (*G. constrictum* Trappe) uygulamasının bitkinin büyümesi, pigment ve fosfor içeriği üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, kuraklık stresi altındaki mikorizal bitkiler, kontrol bitkilerine göre önemli ölçüde daha iyi sonuçlar göstermiştir. Genel sonuçlara bakıldığında, mikorizal mantar kolonizasyonunun, konakçı bitkiyi büyüme, pigment içeriği, fosfor içeriği ve çiçek kalitesi yönünden olumlu etkileyerek kuraklık stresini azalttığı görülmüştür (Asrar ve Elhindi, 2011). Farklı kuraklık stresleri altındaki gül (*Rosa damascena* Mill.) bitkilerine AMF aşılama uygulaması, bitki büyüme ve çiçek verimi ile birlikte, P, N, K ve Mg içeriklerini artırmış ve kuraklık stresini tolere etmede etkili olmuştur (Abdel-Salam ve ark., 2018). Su stresi altındaki aslanağzı (*Antirrhinum majus* cv. butterfly) bitkilerinin büyümesi, çiçek verimi, su ilişkileri AMF (*G. deserticola*) uygulaması ile önemli oranda artmıştır. Böylece AMF kolonizasyonunun, su stresi şartlarında yetiştirilen aslanağzı süs bitkisinin büyümesi ve çiçek verimi üzerindeki zararlı etkisini hafifletebileceği doğrulanmıştır (Asrar ve ark., 2012).

Tuz Stresi Üzerine Etkisi

Yapılan pek çok araştırma, AMF'lerin diğer bir stres faktörü olan tuzluluk stresinde, bitki büyümesini ve tuzluluk toleransını destekleyebildiğini göstermiştir. Mikorizalar, besin alınımının artırılması (Al-Karaki ve Al-Raddad, 1997), bitki büyüme hormonlarının üretimi, rizosferik ve toprak koşullarının iyileştirilmesi, konakçı fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerinin değiştirilmesi (Navarro ve ark., 2012) gibi çeşitli mekanizmaları kullanarak tuzluluk toleransını teşvik eder. Mikorizal uygulama (*G. intraradices*, Mycovitro), tuz stresi şartlarındaki şebboy (*Matthiola incana* L.) bitkisinde çiçek kalite parametrelerinin yanı sıra, sürgün ve kök gelişimini de olumlu etkilemiştir (Akat, 2020). Akasyada mikorizal mantar uygulaması, tuzlu toprakların bitki büyümesi üzerindeki zararlı etkilerini, temelde P alınımının artırılması ile ilişkili olarak hafifletmiştir (Giri ve ark., 2007). Orta seviyede tuzlu sulama suyu (3 dS/m) kullanılan saksı karanfilinde mikorizal aşılama ile, bitki büyümesi, çiçek sayısı ve büyüklüğü ile yaprak ve çiçek rengi artırılmıştır (Navarro ve ark., 2012). Akasya (*Acacia gerrardii*) bitkisinde AMF'nin endofitik bakterisi *B. subtilis* ile kombine aşılama, tuz stresli *A. gerrardii* dokularında N, P, K, Mg ve Ca içeriklerini ve fosfataz aktivitelerini artırmış, Na ve Cl konsantrasyonunu azaltmış, böylece bitkiler iyonik ve ozmotik stres kaynaklı değişikliklerden ve tuz stresinden korunmuştur (Hashem ve ark., 2016).

Sonuç

Bu derlemede, mikorizal mantar türlerinin ve çeşitlerinin farklı kombinasyonlarının, farklı süs bitkilerinde; bitki gelişimini, çiçek kalitesini, çiçeklenme zamanını, çiçek miktarını, yani kısaca bitki kalitesini, bitkinin besin alınımını (özellikle fosfor) artırdığı, kuraklık-sıcaklık-tuz stresine ve hastalıklara karşı bitkileri koruduğu yapılan çalışmaların ışığında net bir şekilde görülmüştür. Ayrıca bütün bu özellikleri ve etkenleri iyileştirmek için, bugüne kadar kullanılan kimyasal gübreler, toksik ve pahalı maddeler yerine, çevre dostu bir uygulama seçeneği sunan mikoriza mantarlarının bu gübre ve maddelere alternatif olarak kullanılabileceği de anlaşılmıştır.

Süs bitkilerinde mikorizal aşılama uygulamaları, yoğun olarak bitki gelişimi ve besin alınımı üzerine yapılmış ancak stres ve hastalıklara karşı bitkiyi koruması üzerine çok fazla çalışmaya ulaşılamamıştır. Gelecekteki araştırmaların bu konulara yoğunlaşması önerilebilir.

Teşekkür Bilgi Notu

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Abdel-Salam, E., Alatar, A. and El-Sheikh, M.A. 2018. Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi alleviates harmful effects of drought stress on damask rose. *Saudi journal of biological sciences*, 25(8), 1772-1780.
- Aboul-Nasr, A. 1995. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza on *Tagetes erecta* and *Zinnia elegans*. *Mycorrhiza*, 6(1), 61-64.
- Akat, H. 2020. Effects of mycorrhizal inoculation on growth and some quality parameters of *Matthiola incana* (L.) cultivation under salt stress. *Journal of Environmental Biology*, 41(2), 375-381.
- Al-Karaki, G.N. and Al-Raddad, A. 1997. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Mycorrhiza*, 7(2), 83-88.
- Anonymous, 2021. <https://www.supagro.fr/ress-pepites/processusecologiques/co/SymbiosesMycorhizienne.html>. Erişim tarihi: 15.12.2021
- Asrar, A.A., Abdel-Fattah, G.M. and Elhindi, K.M. 2012. Improving growth, flower yield, and water relations of snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) plants grown under well-watered and water-stress conditions using arbuscular mycorrhizal fungi. *Photosynthetica*, 50(2), 305-316.
- Asrar, A.W.A., and Elhindi, K.M. 2011. Alleviation of drought stress of marigold (*Tagetes erecta*) plants by using arbuscular mycorrhizal fungi. *Saudi journal of biological sciences*, 18(1), 93-98.
- Bagy Araji, D. J. and Powell, C.L. 1985. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculation and fertiliser application on the growth of marigold. *New Zealand journal of agricultural research*, 28(1), 169-173.
- Besmer, Y.L. and Koide, R.T. 1999. Effect of mycorrhizal colonization and phosphorus on ethylene production by snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) flowers. *Mycorrhiza*, 9(3), 161-166.
- Birhane, E., Sterck, F.J., Fetene, M., Bongers, F., and Kuypers, T.W. 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi enhance photosynthesis, water use efficiency, and growth of frankincense seedlings under pulsed water availability conditions. *Oecologia*, 169(4), 895-904.
- Cairney, J.W.G. 2000. Evolution of mycorrhiza systems. *Naturwissenschaften*, 87(11), 467-475.

- Cardon Z.G. and J.L. Whitbeck. 2007. The rhizosphere. *Elsevier Academic Press.*, 235 pp.
- Conversa, G., Bonasia, A., Lazzizzera, C. and Elia, A. 2015. Influence of biochar, mycorrhizal inoculation, and fertilizer rate on growth and flowering of *Pelargonium (Pelargonium zonale L.)* plants. *Frontiers in plant science*, 6, 429.
- Çığ, A., Gülser, F., Başdoğan, G. and Gülser, E. 2014. Effects of mycorrhiza on growth of *Narcissus tazetta (L.)* under salt stress. In The International Congress on Green Infrastructure and Sustainable Societies/Cities (GREINSUS), (pp. 08-10).
- Elhindi, K.M., Al-Mana, F.A., El-Hendawy, S., Al-Selwey, W.A. and Elgorban, A.M. 2018. Arbuscular mycorrhizal fungi mitigates heavy metal toxicity adverse effects in sewage water contaminated soil on *Tagetes erecta L.* *Soil Science and Plant Nutrition*, 64(5), 662-668.
- Engel, R., Szabo, K., Abranko, L., Rendes, K., Füzy, A. and Takács, T. 2016. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and polyphenol profile of marjoram, lemon balm, and marigold. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(19), 3733-3742.
- Ferrante, A., Hunter, D.A., Hackett, W.P. and Reid, M.S. 2002. Thidiazuron—a potent inhibitor of leaf senescence in *Alstroemeria*. *Postharvest Biology and Technology*, 25(3), 333-338.
- Flores, A.C., Luna, A.A.E. and Portugal, V.O. 2007. Yield and quality enhancement of marigold flowers by inoculation with *Bacillus subtilis* and *Glomus fasciculatum*. *Journal of Sustainable Agriculture*, 31(1), 21-31.
- Garmendia, I., Goicoechea, N. and Aguirreolea, J. 2004a. Effectiveness of three *Glomus* species in protecting pepper (*Capsicum annuum L.*) against verticillium wilt. *Biological Control*, 31(3), 296-305.
- Garmendia, I., Goicoechea, N. and Aguirreolea, J. 2004b. Antioxidant Metabolism in Asymptomatic Leaves of *Verticillium*-infected Pepper Associated with an Arbuscular Mycorrhizal Fungus. *Journal of phytopathology*, 152(11-12), 593-599.
- Garmendia, I. and Mangas, V.J. 2012. Application of arbuscular mycorrhizal fungi on the production of cut flower roses under commercial-like conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research*, (1), 166-174.
- Gaur, A. and Adholeya, A. 2005. Diverse response of five ornamental plant species to mixed indigenous and single isolate arbuscular-mycorrhizal inocula in marginal soil amended with organic matter. *Journal of plant Nutrition*, 28(4), 707-723.
- Gaur, A., Gaur, A. and Adholeya, A. 2000. Growth and flowering in *Petunia hybrida*, *Callistephus chinensis* and *Impatiens balsamina* inoculated with mixed AM inocula or chemical fertilizers in a soil of low P fertility. *Scientia Horticulturae*, 84(1-2), 151-162.
- Giri, B., Kapoor, R. and Mukerji, K.G. 2007. Improved tolerance of *Acacia nilotica* to salt stress by arbuscular mycorrhiza, *Glomus fasciculatum* may be partly related to elevated K/Na ratios in root and shoot tissues. *Microbial ecology*, 54(4), 753-760.
- Goicoechea, N., Antolin, M.C. and Sánchez-Díaz, M. 1997. Influence of arbuscular mycorrhizae and *Rhizobium* on nutrient content and water relations in drought stressed alfalfa. *Plant and soil*, 192(2), 261-268.

- Grover, M., Ali, S.Z., Sandhya, V., Rasul, A. and Venkateswarlu, B. 2011. Role of microorganisms in adaptation of agriculture crops to abiotic stresses. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27(5), 1231-1240.
- Hashem, A., Abd-Allah, E. F., Alqarawi, A. A., Al-Huqail, A. A., Wirth, S. and Egamberdieva, D. 2016. The interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and endophytic bacteria enhances plant growth of *Acacia gerrardii* under salt stress. *Frontiers in microbiology*, 7, 1089.
- Heijden van der, M.G.A., Klironomos, J.N., Ursic, M., Moutoglis, P., Streitwolf-Engel, R., Boller, T., Wiemken A. and Sanders, I.R. 1998. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature.*, 396: 69-72.
- Jamshidi, M., Hadavi, E. and Naderi, R. 2012. Effects of salicylic acid and malic acid on vase life and bacterial and yeast populations of preservative solution in cut gerbera flowers. *International Journal of AgriScience*, 2(8), 671-674.
- Janowska, B. and Andrzejak, R. 2017. Effect of mycorrhizal inoculation on development and flowering of *Tagetes patula* L. 'Yellow Boy' and *Salvia splendens* Buc'hoz ex Etl. 'Saluti Red'. *Acta agrobotanica*, 70(2), 1703.
- Kuldeep Yadav, K., Tanwar, A. and Aggarwal, A. 2015. Impact of arbuscular mycorrhizal fungi and *Pseudomonas fluorescens* with various levels of superphosphate on growth enhancement and flowering response of *Gerbera*. *Journal of Ornamental Plants*, 3(3), 161-170.
- Kumar, S. and Gupta, A. K. 2013. Influence of arbuscular mycorrhiza, gibberellic acid and kinetin on growth, quality parameters and petal senescence in gladiolus cv. Jessica. *Indian Journal of Horticulture*, 70(1), 82-89.
- Lin, X., George, E. and Marschner, H. 1991. Extension of the phosphorus depletion zone in VA-mycorrhizal white clover in a calcareous soil. *Plant Soil.*, 136: 41-48.
- Long, L.K., Yao, Q., Huang, Y.H., Yang, R.H., Guo, J. and Zhu, H.H. 2010. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on zinnia and the different colonization between *Gigaspora* and *Glomus*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26(8), 1527-1531.
- Lu, X., and Koide, R.T. 1994. The effects of mycorrhizal infection on components of plant growth and reproduction. *New Phytologist*, 128(2), 211-218.
- Malloch, D.W., Pirozynski, K.A. and Raven, P.H. 1980. Ecological and evolutionary significance of mycorrhizal symbioses in vascular plants (a review). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 77(4), 2113-2118.
- Matsubara, Y., Ishioka, C., Maya, M. A., Liu, J. and Takami, Y. 2013. Bioregulation potential of arbuscular mycorrhizal fungi on heat stress and anthracnose tolerance in cyclamen. In International Symposium on New Technologies for Environment Control, Energy-Saving and Crop Production in Greenhouse and Plant 1037(pp. 813-818).
- Maya, M.A. and Matsubara, Y.I. 2013. Influence of arbuscular mycorrhiza on the growth and antioxidative activity in cyclamen under heat stress. *Mycorrhiza*, 23(5), 381-390.

- Maya, M.A., Ito, M. and Matsubara, Y. 2012. Tolerance to heat stress and anthracnose in mycorrhizal cyclamen. In International Symposium on Orchids and Ornamental Plants 1025(pp. 143-148).
- Mohammadi, K. 2011. Soil, plant and microbe interactions. *Lambert Academic Publishing.*, 113 pp.
- Navarro, A., Elia, A., Conversa, G., Campi, P. and Mastroiilli, M. 2012. Potted mycorrhizal carnation plants and saline stress: growth, quality and nutritional plant responses. *Scientia Horticulturae*, 140, 131-139.
- Nazari Deljou, M. J., Marouf, A. and Jaberian Hamedan, H. 2013. Effect of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on Gerbera cut flower (*Gerbera jamesonii*) production in soilless cultivation. In International Symposium on Growing Media and Soilless Cultivation 1034(pp. 417-422).
- Nowak, J. 2004. Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Organic Fertilization on Growth, Flowering, Nutrient Uptake, Photosynthesis and Transpiration of Geranium (*Pelargonium hortorum* LH Bailey ‘Tango Orange’. *Symbiosis*.
- Perner, H., Schwarz, D., Bruns, C., Mäder, P. and George, E. 2007. Effect of arbuscular mycorrhizal colonization and two levels of compost supply on nutrient uptake and flowering of pelargonium plants. *Mycorrhiza*, 17(5), 469-474.
- Philip, L. J., Posluszny, U. and Klironomos, J. N. 2001. The influence of mycorrhizal colonization on the vegetative growth and sexual reproductive potential of *Lythrum salicaria* L. Canadian Journal of Botany, 79(4), 381-388.
- Prasad, K., Aggarwal, A., Yadav, K. and Tanwar, A. 2012. Impact of different levels of superphosphate using arbuscular mycorrhizal fungi and *Pseudomonas fluorescens* on *Chrysanthemum indicum* L. *Journal of soil science and plant nutrition*, 12(3), 451-462.
- Rakbar, S., Jabbarzadeh, Z. and Barin, M. 2022. Effect of Putrescine and Mycorrhiza on Growth, Photosynthesis and Vase Life of Gerbera (*Gerbera jamesonii*) ‘Dune’ Flowers in Hydroponic Conditions. *Journal Of Horticultural Science*, 35(1), 117-133.
- Rao, G. V., Manoharachary, C. and Rao, B. R. 2002. Beneficial influence of arbuscular mycorrhizal fungal association on growth, yield and nutrient uptake of rose-scented geranium (*Pelargonium species*). *Philippine Journal of Science*, 131(1), 49-58.
- Read, D.J. 1999. Mycorrhiza—the state of the art. In *Mycorrhiza* (pp. 3-34). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Rondina, A.B.L., Lescano, L.E.A.M., de Almeida Alves, R., Matsuura, E.M., Nogueira, M.A. and Zangaro, W. 2014. Arbuscular mycorrhizas increase survival, precocity and flowering of herbaceous and shrubby species of early stages of tropical succession in pot cultivation. *Journal of Tropical Ecology*, 599-614.
- Rouphael, Y., Franken, P., Schneider, C., Schwarz, D., Giovannetti, M., Agnolucci, M. and Colla, G. 2015. Arbuscular mycorrhizal fungi act as biostimulants in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 196, 91-108.
- Saini, I., Aggarwal, A. and Kaushik, P. 2019a. Inoculation with mycorrhizal fungi and other microbes to improve the morpho-physiological and floral traits of *Gazania rigens* (L.) Gaertn. *Agriculture*, 9(3), 51.

- Saini, I., Yadav, K. and Aggarwal, A. 2019b. Response of arbuscular mycorrhizal fungi along with *Trichoderma viride* and *Pseudomonas fluorescens* on the growth, biochemical attributes and vase life of *Chrysanthemum indicum*. *Journal of Environmental Biology*, 40(2), 183-191.
- Sánchez-Díaz, M., Pardo, M., Antolin, M., Peña, J. and Aguirreolea, J. 1990. Effect of water stress on photosynthetic activity in the Medicago-Rhizobium-Glomus symbiosis. *Plant Science*, 71(2), 215-221.
- Scagel, C.F. 2003. Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi alters nutrient allocation and flowering of *Freesia x hybrida*.
- Scagel, C.F. 2004a. Inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobacteria alters nutrient allocation and flowering of harlequin flower. *HortTechnology*, 14(1), 39-48.
- Scagel, C.F. 2004b. Soil Pasteurization and Mycorrhizal Inoculation Alter Flower Production and Corm Composition of *Brodiaea laxa* 'Queen Fabiola'. *HortScience*, 39(6), 1432-1437.
- Scagel, C.F., and Schreiner, R.P. 2006. Phosphorus supply alters tuber composition, flower production, and mycorrhizal responsiveness of container-grown hybrid *Zantedeschia*. *Plant and Soil*, 283(1), 323-337.
- Sezen, I. ve Akpınar Külekçi, E. 2020. Süs Bitkilerinin Gelişim Parametreleri Üzerine Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakterilerin Etkisi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 34(Özel Sayı), s. 9-20.
- Shen, H., Christie, P. and Li, X. 2006. Uptake of zinc, cadmium and phosphorus by arbuscular mycorrhizal maize (*Zea mays* L.) from a low available phosphorus calcareous soil spiked with zinc and cadmium. *Environmental Geochemistry and Health*, 28(1-2), 111.
- Sirisha, B., Naik, M. R., Sudhakar, P. and Gopal, K. 2017. Influence of plant growth promoters and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on growth, flowering and biochemical attributes of gladiolus cv Arka Amar. *International Journal of Farm Sciences*, 7(2), 83-87.
- Smith, S.E. and D. Read, 2008. Mycorrhizal symbiosis. *Elsevier Academic Press.*, 815 pp.
- Sohn, B.K., Kim, K.Y., Chung, S.J., Kim, W.S., Park, S.M., Kang, J.G., Rim, Y.S., Cho, J.S., Kim, T.H., and Lee, J.H. 2003. Effect of the different timing of AMF inoculation on plant growth and flower quality of chrysanthemum. *Scientia Horticulturae*, 98(2), 173-183.
- Srivastava, R. and Govil, M. 2005. Influence of biofertilizers on growth and flowering in gladiolus cv. American Beauty. In International Conference and Exhibition on Soilless Culture: ICESC 2005 742, (pp. 183-188).
- Tognon, G.B., Sanmartín, C., Alcolea, V., Cuquel, F.L. and Goicoechea, N. 2016. Mycorrhizal inoculation and/or selenium application affect post-harvest performance of snapdragon flowers. *Plant growth regulation*, 78(3), 389-400.
- Vaingankar, J.D. and Rodrigues, B.F. 2015. Effect of arbuscular mycorrhizal (AM) inoculation on growth and flowering in *Crossandra infundibuliformis* (L.) Nees. *Journal of Plant Nutrition*, 38(10), 1478-1488.
- Vaingankar, J.D. and Rodrigues, B.F. 2012. Screening for efficient AM (arbuscular mycorrhizal) fungal bioinoculants for two commercially important ornamental flowering plant species of Asteraceae. *Biological Agriculture and Horticulture*, 28(3), 167-176.

- Venkateswarlu, B. and Shanker, A.K. 2009. Climate change and agriculture: adaptation and mitigation strategies. *Indian Journal of Agronomy*, 54(2), 226.
- Xie, M. and Wu, Q. 2017. Mycorrhiza modulates morphology, color and duration of flowers in hyacinth. *Biotechnology*, 16(3): 116-122.
- Xie, M.M. and Wu, Q.S. 2018. Arbuscular mycorrhizal fungi regulate flowering of *hyacinths orientalis* I. Anna marie. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 144-149.
- Younis, A., Riaz, A., Ikram, S., Nawaz, T., Hameed, M., Fatima, S. and Ahmad, F. 2013. Salinity-induced structural and functional changes in 3 cultivars of *Alternanthera bettzickiana* (Regel) G. Nicholson. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(6), 674-687.
- Zaidi, A., Khan, M.S., Ahmad, E., Saif, S., Rizvi, A. and Shahid, M. 2016. Growth stimulation and management of diseases of ornamental plants using phosphate solubilizing microorganisms: current perspective. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38(5), 1-21.

