



## Brassicaceae, Chenopodiaceae ve Urticaceae Familyalarına Ait Bazı Bitkilerin Arbusküler Mikorhizal Funguslar (AMF)'la İlişkisi

Hasret GÜNEŞ<sup>1</sup>, Semra DEMİR<sup>2\*</sup>, Emre Demirer DURAK<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Van.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-3155-2695>, <sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0177-7677>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-5757-6332>

✉: [semrademir@yyu.edu.tr](mailto:semrademir@yyu.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışma, *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae* ve *Urticaceae* familyalarına ait bazı bitki türlerinin [*Raphanus sativus* (turp), *Brassica oleracea* (karnabahar), *Spinacia oleracea* (ıspanak) ve *Urtica dioica* (ısırgan otu)] ticari AMF, *Glomus intraradices*, *Gigaspora margarita* AMF türleri ile olan etkileşimini belirlemek amacıyla iklim odasında kontrollü koşullarda, tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Deneme sonunda AMF kök kolonizasyonu, mikorhizal bağımlılık, topraktaki spor yoğunluğu, fosfor (P) miktarı belirlenmiş ve bitki gelişim parametreleri değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre söz konusu bitki türlerinin (ısırgan otu hariç) AMF ile simbiyotik ilişki kurduğu belirlenmiştir. En yüksek AMF kök kolonizasyonu ve mikorhizal bağımlılık oranı ıspanak x ticari AMF kombinasyonunda tespit edilmiştir. Ticari AMF'nin karnabahar ve ıspanak bitkileriyle mikorhizal uyum ve gelişme açısından diğer bitkilere göre daha iyi performans gösterdiği saptanmıştır. Mikorhizal bağımlılığı en düşük AMF *Gigaspora margarita* olarak belirlenmiştir. Ayrıca toplam fosfor içeriği açısından, deneme kapsamındaki tüm bitkilerde mikorhizal olan ve mikorhizal olmayanlar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmamıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 11.02.2019

Kabul Tarihi : 13.06.2019

#### Anahtar Kelimeler

Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF)  
Brassicaceae  
Chenopodiaceae  
Urticaceae

## Relationship Between Brassicaceae, Chenopodiaceae and Urticaceae Families With Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF)

### ABSTRACT

This study was carried out to determine the interaction of some plant species belonging to these families [*Raphanus sativus* (radish), *Brassica oleracea* (cauliflower), *Spinacia oleracea* (spinach) and *Urtica dioica* (stinging nettle)] with commercial AMF, *Glomus intraradices* and *Gigaspora margarita*. The experiment was carried out in controlled conditions in a growth room as a randomized plot design. At the end of the experiment, AMF root colonization, mycorrhizal dependence, spores density in soil, phosphorus (P) amount were determined and plant development parameters were evaluated. Results indicated that the plant species (except stinging nettle) were symbiotic with AMF. The highest AMF root colonization and mycorrhizal dependency ratio were determined in spinach x commercial AMF combination. Commercial AMF performed better than other plants in terms of mycorrhizal adaptation and development with cauliflower and spinach plants. Mycorrhizal dependence was determined to be the lowest AMF *Gigaspora margarita*. In addition, there was no statistically significant difference between mycorrhizal and non-micorhizal plants in terms of total phosphorus content.

### Research Article

#### Article History

Received : 11.02.2019

Accepted : 13.06.2019

#### Keywords

Arbuscular Mycorrhizal Fungus (AMF)  
Brassicaceae  
Chenopodiaceae  
Urticaceae

**To Cite** : Güneş H, Demir S, Durak ED 2019. Brassicaceae, Chenopodiaceae ve Urticaceae Familyalarına Ait Bazı Bitkilerin Arbusküler Mikorhizal Funguslar (AMF)'la İlişkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 22(Ek Sayı 1): 102-108. DOI: 10.18016/ksutarimdog.a.vi.525388

### GİRİŞ

Son zamanlarda yaşanan çevre kirliliği ve küresel

ısınmadan olumsuz etkilenen tarım alanlarının toprak ekosisteminin dengesinin korunmasında mikorhizalar

önemli bir etkiye sahiptirler (Erzurumlu ve Kara, 2014). Toprak funguslarının bitki kökleriyle mutualist simbiyotik bir ilişki içerisinde olmaları mikorhiza olarak bilinmektedir. Bu simbiyosiste ilişkinin kurulabilmesi ile konukçu bitki fungal miselyumlar aracılığıyla başta fosfor olmak üzere bazı bitki besin elementlerini ve suyu alabilir bunun karşılığında fungus bitkilerin fotosentez ürünlerinden bazı organik maddeler ve karbonhidratları kullanır. Böylelikle hem fungus hem bitki belli koşullar altında birbirlerinden faydalanmaktadır (Smith ve Read, 1997). Mikorhizal fungus grupları içindeki en büyük grubu, Arbusküler Mikorhizal Funguslar (AMF) oluşturmaktadır.

Mikorhiza ile simbiyotik ilişki kurmayan bitkiler genellikle çok kurak ya da çok tuzlu, su altında kalmış, toprak verimliliği çok düşük veya çok fazla olan alanlarda yaşarlar (Brundrett., 1991). Arbusküler Mikorhizal Funguslar konukçu seçiciliğinde, simbiyotik yaşam oluşturma yönünde negatif etkide bulunmamasına rağmen, Brassicaceae, Chenopodiaceae, Urticaceae ve Caryophyllaceae familyalarında mikorhizal kolonizasyonun oluşmadığı belirtilmiştir (Smith ve Read, 2008; Brundrett, 2009; Tushar ve Satish, 2013). Bu familyalarda kolonizasyon oluşmaması dört nedenle ilişkilendirilmektedir: 1- Bu bitkiler kök kolonizasyonunun başlaması için temel bazı kimyasalları salgılayamamaktadır. 2- Bitki simbiyotik yaşamının erken devresinde fungusu tanıyamamaktadır. 3- Bitki fungusun kolonizasyon oluşumunda fiziksel engeller meydana getirmektedir. 4- Bitki bazı anti fungal bileşikler salgılayarak AMF'un gelişimini engellemektedir (Sosa-Rodriquez ve ark., 2013).

Mikorhiza konusunda yapılan çalışmaların çoğu, bitki gelişimi açısından özellikle fungusun önemli gelişim parametrelerinden biri olarak kabul edilen kök kolonizasyon oluşumu üzerine odaklanmıştır (Demir, 2002). Yukarıda sözü edilen familyalara ait bazı bitkilerdeki AMF kök kolonizasyonu ve fungal yapıların bitki büyümesi ya da verim üzerindeki etkisinin veya biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı direncinin negatif yönde olduğu tespit edilmiştir (Zuccarini ve Savé, 2016).

Bu çalışmada, mikorhizal simbiyosis oluşumuna izin vermediği belirtilen bazı familyaların (Brassicaceae, Chenopodiaceae ve Urticaceae) kültüre alınmış bazı türlerinin [*Raphanus sativus* (turp), *Brassica oleracea* (karnabahar), *Spinacia oleracea* (ispanak) ve *Urtica dioica* (ısırgan otu)]'nın *Glomus intraradices*, *Gigaspora margarita* ve ticari AMF ile olan etkileşiminin ortaya konulması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak farklı 3 familyaya ait 4 bitki türü kullanılmıştır. Bu bitkiler ve

familyaları aşağıda verilmiştir.

Turp (*Raphanus sativus*) ve Karnabahar (*Brassica oleracea*) (Fam: Brassicaceae)

Ispanak (*Spinacia oleracea*) (Fam: Chenopodiaceae)

Isırgan Otu (*Urtica dioica*) (Fam: Urticaceae)

Çalışmada, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü kültür stoklarında bulunan *Glomus intraradices* ve *Gigaspora margarita* AMF türleri kullanılmıştır. Ticari AMF olarak Bioglobal Ltd. Şirketinden temin edilen (ERS=Endo Roots Soluble) ve farklı AMF türleri (*Glomus intraradices*, *Glomus aggregatum*, *Glomus mosseage*, *Glomus clarum*, *Glomus monosporus*, *Glomus deserticola*, *Glomus brasilianum*, *Glomus etunicatum* ve *Gigaspora margarita*) içeren preparat kullanılmıştır. Denemede bitki yetiştirme ortamı olarak 1:1 oranında torf-perlit karışımından oluşan harç materyali kullanılmıştır.

### Metot

Çalışmada 3.5 kg karışım alabilen 20 cm çapında plastik saksılar kullanılmış ve saksılar % 10'lük formalin ile dezenfekte edilmiştir. Sebze tohumları %0.05'lik NaOHCl içinde 3 dakika tutulmuşlar, daha sonra steril destile su ile yıkanmışlardır (Marschner ve ark., 1997).

İnokulum materyali her saksıya 10'ar gr (25-150 spor/g) olarak tohum derinliğinin 5 cm altına yerleştirilmiştir. Deneme 5 tekerrürlü ve her bir tekerrürde 3'er bitki olacak şekilde tesadüf parsellerine göre kurulmuştur. Bitkiler deneme süresince 20 - 24°C sıcaklığa sahip 12 saat aydınlık 12 saat karanlık 18.8 °C ve 4000-6000 lux ışık şiddetine sahip iklim odası koşullarında tutulmuşlardır. Sulamalar saf su ile yapılmış ve bitkilere 2 kez besin solüsyonu verilmiştir.

Bitkiler 8 hafta iklim odasında tutulduktan sonra hasat edilmiş ve bitkilerin kökleri musluk suyu altında yıkanarak temizlenmiştir. Temizlenen köklerin yaklaşık 0.5 g'ı tartılarak 1-2 cm uzunluğunda kesilmiş, fiksasyon ve boyama işlemlerine hazır hale getirilmişlerdir. Kökler, boyama işlemi yapıncaya kadar, AFA (Etil Alkol: Formaldehit: Asetik Asit) solüsyonu içinde tutulmuşlardır. Bitkilerin sürgün çapı, sürgün boyu, kök uzunlukları ölçülmüş bitki yaş ağırlıkları ile bitki kuru ağırlıkları tartılmış ve toplam fosfor miktarı belirlenmiştir. Fosfor analizi için kurutulmuş bitki örnekleri öğütülerek kuru yakma işlemine tabii tutulmuş ve çeşitli aşamalardan sonra elde edilmiş olan süzükler, vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemi ile spektrofotometre (Jenway 6505 UV/vis) kullanılarak fosfor değerleri (ppm) tespit edilmiştir. Yaş ve kuru ağırlıkları tespit edilen bitkilerdeki mikorhizal bağımlılık Eşitlik 1 de verilen formül yardımıyla belirlenmiştir (Declerc ve ark., 1995).

$$\text{Mikorhizal bağımlılık (\%)} = \frac{\text{Mikorhizal bitkinin toplam kuru ağırlığı} - \text{Mikorhizal olmayan bitkinin toplam bitki ağırlığı}}{\text{Mikorhizal bitkinin toplam kuru ağırlığı}} * 100 \quad (1)$$

Bitkilerin köklerinde ticari AMF, *Gigaspora margarita* ve *Glomus intraradices*'in varlığını ve kolonizasyon yüzdesini saptamak üzere boyama işlemi yapılmıştır. (Phillips ve Hayman, 1970'den modifiye edilerek). Laktofenol mavisi ile boyanmış köklerdeki AMF'un kolonizasyon yüzdesini saptamak üzere mikroskop altında incelemeler yapılmış ve bu amaçla Grid-Line Intersect Metodu kullanılmıştır (Giovanetti ve Mosse,

1980). mikroskopik gözlemler sırasında fungusu ait herhangi bir üreme yapısının (hif, klamidospore, vesikül, arbuskül) yer aldığı her bir kök parçası, fungus tarafından kolonize edilmiş olarak değerlendirilmiştir. Köklerdeki kolonizasyon oranı, sayımlar sonucu elde edilen değerler Eşitlik 2. de verilen formül yardımıyla yüzde (%) olarak belirlenmiştir (Giovanetti ve Mosse, 1980).

$$\% \text{AMF kolonizasyon} = \frac{\text{AMF ile kolonize olmuş kök sayısı}}{\text{Toplam kök sayısı}} * 100 \quad (2)$$

AMF'nın inokule edildiği bitkilerin rizosfer bölgesine ait topraklardaki AMF spor yoğunluğu ıslak eleme metodu yardımıyla tespit edilmiştir. 2 mm'lik elekten elenip kaba unsurlarından ayrılan AMF preparatına ait toprak örnekleri önce 80 µm'luk daha sonrada 45 µm'luk elekten geçirilmiştir. Tüp içerisindeki sıvı 2000 devirde 3 dk santrifüj edildikten sonra üstte kalan sıvı atılmıştır. Daha sonra bir petri kabına boşaltılarak stereoskopik mikroskop altında sağlıklı görünen sporlar belirlenerek gr topraktaki spor yoğunluğu tespit edilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Ispanak bitkisinde AMF türlerinin sürgün çapı, sürgün boyu, kök uzunluğu, yaş ağırlık, kuru ağırlık ve toplam fosfor miktarı çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre ıspanak bitkisinde gelişim parametre değerlerinin ticari AMF uygulamasının diğer muamele

grupları ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş sonuçların bu grupta daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fakat kök uzunlukları bakımından muameleler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Toplam fosfor miktarı bakımından ise kontrol grubu ile *Gigaspora margarita* uygulaması arasındaki fark istatistiksel olarak önemli, kontrolde bu değer daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ispanak bitkisindeki AMF etkinliğinin belirlenmesinde, mikorhizal bağımlılık yönünden en yüksek değer (%81.14) ticari AMF muamele grubunda görülürken, *Gigaspora margarita* muamele grubunda mikorhizal bağımlılık görülmemiştir. AMF kök kolonizasyonu bakımından ise ticari AMF'nin diğer muamele grupları ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve en yüksek kolonizasyon (%59.43) ticari AMF muamele grubunda görülmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. Ispanak bitkisinde muamele gruplarının sürgün çapı (mm), sürgün boyu (cm), kök uzunluğu (cm), yaş ağırlık (g), kuru ağırlık (g), toplam fosfor miktarı (ppm), kök kolonizasyonu oranı (%), toprak spor yoğunluğu (spor/g toprak) ve mikorhizal bağımlılık oranı (%) değerleri

Muamele grupları	Sürgün Çapı (mm)	Sürgün Boyu (cm)	Kök Uzunluğu (cm)	Yaş Ağırlık (gr)	Kuru Ağırlık (gr)	Toplam Fosfor Miktarı (ppm)	AMF Kök Kolonizasyonu (%)	Toprak Spor Yoğunluğu (spor/g toprak)	Mikorhizal Bağımlılık (%)
<b>Kontrol</b>	1.47 <sup>b*</sup>	22.33 <sup>b</sup>	15.66 <sup>a</sup>	3.68 <sup>b</sup>	0.46 <sup>b</sup>	679.5 <sup>a</sup>	-	-	-
<b>Ticari AMF</b>	2.52 <sup>a</sup>	36.50 <sup>a</sup>	18.75 <sup>a</sup>	14.81 <sup>a</sup>	2.44 <sup>a</sup>	601.5 <sup>ab</sup>	59.43 <sup>*</sup>	2.00 <sup>a</sup>	81.14
<b><i>Glomus intraradices</i></b>	1.07 <sup>b</sup>	18.40 <sup>b</sup>	13.60 <sup>a</sup>	3.80 <sup>b</sup>	0.53 <sup>b</sup>	538.0 <sup>ab</sup>	27.64 <sup>b</sup>	2.60 <sup>a</sup>	13.53
<b><i>Gigaspora margarita</i></b>	1.49 <sup>b</sup>	21.60 <sup>b</sup>	21.40 <sup>a</sup>	2.55 <sup>b</sup>	0.29 <sup>b</sup>	478.5 <sup>b</sup>	13.65 <sup>b</sup>	2.20 <sup>a</sup>	-55.40 <sup>**</sup>

\*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütundaki aynı harfler arasındaki fark P<0.05'e göre önemsizdir

\*\* Eksi (-) değer mikorhizal bağımlılığın olmadığını göstermektedir.

Karnabahar bitkisinde AMF türlerinin sürgün çapı, sürgün boyu, kök uzunluğu, yaş ağırlık, kuru ağırlık ve toplam fosfor miktarı çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre ticari AMF uygulanmış karnabahar bitkilerindeki bitki gelişim parametrelerinin, sürgün çapı hariç, diğer muamele gruplarından yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sürgün boyu, yaş ve kuru ağırlıklarında ise en yüksek değere Ticari AMF muamele grubu sahipken en düşük değerlerin *Glomus intraradices*'in yer aldığı muamele grubunda olduğu belirlenmiştir. Toplam fosfor içeriği bakımından ise en düşük değer Ticari AMF, *Glomus intraradices* ve *Gigaspora margarita* muamele gruplarında, en yüksek değer kontrol ise grubunda olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Karnabahar bitkisine

uygulanmış AMF türlerine ait kök kolonizasyonu, toprak spor yoğunluğu ve mikorhizal bağımlılığı içeren fungal gelişim parametre değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre karnabaharda bütün muamele gruplarında mikorhizal bağımlılık görülürken en yüksek bağımlılık değerinin (%70.14) ticari AMF grubunda olduğu, en düşük değer ise (%29.89) *Glomus intraradices*'de olduğu belirlenmiştir. AMF kök kolonizasyonu bakımından en yüksek değer (%37.66) ticari AMF muamele grubunda olduğu en düşük değer ise (%9.63) *Gigaspora margarita*'da olduğu saptanmıştır (Çizelge 2).

Turp bitkisine uygulanan AMF türlerinin sürgün çapı, sürgün boyu, kök uzunluğu, yaş ağırlık, kuru ağırlık ve toplam fosfor miktarı çizelge 3'de verilmiştir. Buna göre turpta, toplam fosfor miktarı hariç diğer parametrelerde ticari AMF uygulamasının diğer muamele gruplarına göre en yüksek değerde olduğu ve istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Toplam fosfor miktarında en yüksek değer kontrol grubunda olduğu belirlenmiştir. Turp bitkisine uygulanmış AMF türlerine ait kök kolonizasyonu, toprak spor yoğunluğu ve mikorhizal bağımlılığı içeren fungal gelişim parametre değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre turp bitkisindeki AMF kök kolonizasyonunda en yüksek kolonizasyon (%17.77) ticari AMF muamele grubunda görülürken, toprak spor yoğunluğu bakımından en yüksek değer *Glomus intraradices* muamele grubunda belirlenmiştir. En yüksek mikorhizal bağımlılık ise ticari AMF muamele grubunda saptanırken *Gigaspora margarita* muamele grubunda mikorhizal bağımlılık görülmemiştir (Çizelge 3).

Isırgan otu bitkisinde AMF türlerinin sürgün çapı, sürgün boyu, kök uzunluğu, yaş ağırlık, kuru ağırlık ve toplam fosfor miktarı çizelge 4'de verilmiştir. Isırgan otunun sürgün çapı, yaş ve kuru ağırlığında en yüksek değer Ticari AMF muamele grubunda oluşurken en düşük değerler *Glomus intraradices* ve *Gigaspora margarita* uygulamalarında görülmüştür

(Çizelge 4). Sürgün boyunda en yüksek değer Ticari AMF muamele grubunda en düşük değer ise kontrol grubunda belirlenmiştir. Sürgün çapında ise en yüksek değer *Gigaspora margarita* ve kontrol muamele grubunda en düşük değer de *Glomus intraradices* grubunda saptanmıştır (Çizelge 4). Toplam fosfor miktarında uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Isırgan otu bitkisinde AMF türlerinin kök kolonizasyonu, toprak spor yoğunluğu ve mikorhizal bağımlılığı çizelge 4'de verilmiştir. Buna göre ısırgan otu bitkisinde sadece ticari AMF muamele grubunda mikorhizal bağımlılık (40.89) görülmüştür. Toprak spor yoğunluğu bakımından en yüksek değer (5.80) *Glomus intraradices* muamele grubunda olurken, en düşük değer ticari (2.00) AMF'de görülmüştür. Mikorhizal kök kolonizasyonu bakımından ise en

yüksek değer (%7.36) *Gigaspora margarita*'da belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çalışma sonucu elde edilen bulgulara bakıldığında, AMF türleriyle etkileşime giren bitkilerden ısırgan otu dışında hepsinde değişen oranlarda kolonizasyonun gerçekleştiği ortaya konmuştur. Familya bazında ele alındığında Brassicaceae familyasında yer alan turp ve karnabahar bitkilerinin mikorhizal uyum ve gelişme açısından iyi performans gösterdiği söylenebilir. Yapılan başka çalışmalarda da familyalar veya familya içindeki bitkiler arasında mikorhizal oluşum ve fungus yapıları açısından farklı sonuçlar elde edilmiştir (Lekberg ve ar., 2014). *Biscutella laevigata* (Brassicaceae) ve *Plantago lanceolata* (Plantaginaceae) bitkileri kullanılarak yapılan bir çalışmada her iki bitki arasında mikorhizal kök uzunluğu, arbüskül zenginliği ve kök kolonizasyonu açısından kıyaslandığında *P. lanceolata*'nın değerleri daha yüksek bulunduğu kaydedilmiştir (Orlowska ve ark., 2002). Brassicaceae familyasına ait ve istilacı tür olarak bilinen *Alliaria petiolata* bitkisi ile AMF arasındaki ilişki üzerine yapılan bir başka çalışmada ise *Alliaria* gibi istilacı bitkilerin AMF funguslarını seçici olarak baskılayabileceğini ve bu baskılamının, bazı doğal bitki türlerinin köklerini kolonize eden AMF topluluklarını etkileyebileceği ifade edilmiştir (Burke, 2008). Brassicaceae familyasının başka bir üyesi olan *Thlapsi* spp.'nin de AMF tarafından kolonize edilebileceği, ancak her iki partner tarafından karşılıklı metabolit alışverişi ile etkili bir simbiyoz oluşup oluşmadığı konusunda net bulguların olmadığı belirlenmiştir (Regvar ve ark., 2003). Mevcut çalışmada da Brassicaceae familyasına ait bitkiler ile AMF arasında mikorhizal gelişim görülse de simbiyotik yaşamın gerçekleştiği konusunda net bulgular elde edilememiştir.

Chenopodiaceae familyası içerisinde yer alan ve AMF uyumu konusunda farklı sonuçların elde edildiği bir diğer bitki ıspanak bitkisiidir. Bu çalışmada da farklı AMF türlerinin ıspanak üzerindeki gelişimi ve etkileri farklılık göstermiştir (Çizelge 1). Zuccarini ve Savé (2016)'de *Glomus* cinsine ait üç AMF türü ile su stresine maruz kalan *Spinacia oleracea* bitkisinin büyüme ve verim üzerindeki etkisi açısından, AMF inokule edilmiş bitkilerde strese dayanıklılığın kontrol bitkilerine göre daha iyi olduğu ancak bu dayanımın AMF türleri açısından farklılık gösterdiği ifade edilmiştir.

Başka bir Chenopodiaceae üyesi olan *Atriplex nummularia* Lindl'e tarla ve sera koşullarında ve tuz stresi altında yapılan AMF uygulamalarının tarla koşullarında daha etkili olduğu ve bu etkinin mikorhizal fungusların bitki besin maddelerinin alınmasına doğrudan etkilerine ve / veya rizosferdeki bakteriyel topluluk bileşimindeki mikorhizal kaynaklı değişiklikler yoluyla dolaylı etkisine bağlanmıştır (Asghari ve ark., 2005).



Çizelge 2. Karnabahar bitkisinde muamele gruplarının sürgün çapı (mm), sürgün boyu (cm), kök uzunluğu (cm), yaş ağırlık (g), kuru ağırlık (g), toplam fosfor miktarı (ppm), kök kolonizasyonu oranı (%), toprak spor yoğunluğu (spor/g toprak) ve mikorhizal bağımlılık oranı (%) değerleri

Muamele grupları	Sürgün Çapı (mm)	Sürgün Boyu (cm)	Kök Uzunluğu (cm)	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Toplam Fosfor Miktarı (ppm)	AMF Kolonizasyonu (%)	Kök (%)	Toprak Spor Yoğunluğu (spor/g toprak)	Mikorhizal Bağımlılık (%)
<b>Kontrol</b>	2.11 <sup>b*</sup>	11.66 <sup>b</sup>	23.66 <sup>a</sup>	6.18 <sup>c</sup>	0.68 <sup>c</sup>	627.5 <sup>a</sup>	-	-	-	-
<b>Ticari AMF</b>	4.53 <sup>a</sup>	16.30 <sup>a</sup>	29.80 <sup>a</sup>	14.23 <sup>a</sup>	2.28 <sup>a</sup>	463.6 <sup>b</sup>	37.66 <sup>a*</sup>		5.00 <sup>a</sup>	70.14
<i>Glomus intraradices</i>	2.31 <sup>b</sup>	8.80 <sup>c</sup>	34.80 <sup>a</sup>	7.72 <sup>c</sup>	0.97 <sup>c</sup>	421.3 <sup>b</sup>	23.00 <sup>ab</sup>		5.60 <sup>a</sup>	29.89
<i>Gigaspora margarita</i>	2.48 <sup>b</sup>	11.20 <sup>b</sup>	31.40 <sup>a</sup>	10.59 <sup>b</sup>	1.35 <sup>b</sup>	434.4 <sup>b</sup>	9.63 <sup>b</sup>		4.80 <sup>a</sup>	49.92

\*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütundaki aynı harfler arasındaki fark P<0.05'e göre önemsizdir.

\*\*Eksi (-) değer mikorhizal bağımlılığın olmadığını göstermektedir.

Çizelge 3. Turp bitkisinde muamele gruplarının sürgün çapı (mm), sürgün boyu (cm), kök uzunluğu (cm), yaş ağırlık (g), kuru ağırlık (g), toplam fosfor miktarı (ppm), kök kolonizasyonu oranı (%), toprak spor yoğunluğu (spor/g toprak) ve mikorhizal bağımlılık oranı (%) değerleri

Muamele grupları	Sürgün Çapı (mm)	Sürgün Boyu (cm)	Kök Uzunluğu (cm)	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Toplam Fosfor Miktarı (ppm)	AMF Kolonizasyonu (%)	Kök (%)	Toprak Spor Yoğunluğu (spor/g toprak)	Mikorhizal Bağımlılık (%)
<b>Kontrol</b>	3.23 <sup>b*</sup>	16.66 <sup>ab</sup>	38.33 <sup>b</sup>	13.58 <sup>b</sup>	1.15 <sup>b</sup>	755.8 <sup>a</sup>	-	-	-	-
<b>Ticari AMF</b>	5.46 <sup>a</sup>	18.20 <sup>a</sup>	81.60 <sup>a</sup>	29.43 <sup>a</sup>	3.47 <sup>a</sup>	474.8 <sup>b</sup>	17.77 <sup>a*</sup>		7.00 <sup>a</sup>	66.87
<i>Glomus intraradices</i>	3.12 <sup>b</sup>	12.60 <sup>b</sup>	49.20 <sup>b</sup>	15.62 <sup>b</sup>	1.25 <sup>b</sup>	412.0 <sup>b</sup>	6.14 <sup>a</sup>		8.20 <sup>a</sup>	8.00
<i>Gigaspora margarita</i>	3.99 <sup>b</sup>	13.40 <sup>b</sup>	40.00 <sup>b</sup>	12.43 <sup>b</sup>	1.08 <sup>b</sup>	697.5 <sup>a</sup>	5.52 <sup>a</sup>		3.60 <sup>a</sup>	-6.08 <sup>**</sup>

\*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütundaki aynı harfler arasındaki fark P<0.05'e göre önemsizdir.

\*\*Eksi (-) değer mikorhizal bağımlılığın olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4. Isırgan otu bitkisinde muamele gruplarının sürgün çapı (mm), sürgün boyu (cm), kök uzunluğu (cm), yaş ağırlık (g), kuru ağırlık (g), toplam fosfor miktarı (ppm), kök kolonizasyonu oranı (%), toprak spor yoğunluğu (spor/g toprak) ve mikorhizal bağımlılık oranı (%) değerleri

Muamele grupları	Sürgün Çapı (mm)	Sürgün Boyu (cm)	Kök Uzunluğu (cm)	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Toplam Fosfor Miktarı (ppm)	AMF Kolonizasyonu (%)	Kök (%)	Toprak Spor Yoğunluğu (spor/g toprak)	Mikorhizal Bağımlılık (%)
<b>Kontrol</b>	3.71 <sup>b*</sup>	19.66 <sup>b</sup>	51.00 <sup>a</sup>	14.41 <sup>b</sup>	1.10 <sup>b</sup>	388.9 <sup>a</sup>	-	-	-	-
<b>Ticari AMF</b>	4.90 <sup>a</sup>	32.50 <sup>a</sup>	38.50 <sup>ab</sup>	19.41 <sup>a</sup>	1.87 <sup>a</sup>	412.3 <sup>a</sup>	4.26 <sup>a*</sup>		2.00 <sup>b</sup>	40.89
<i>Glomus intraradices</i>	3.01 <sup>b</sup>	23.20 <sup>ab</sup>	22.80 <sup>b</sup>	8.33 <sup>c</sup>	0.83 <sup>b</sup>	432.7 <sup>a</sup>	3.74 <sup>a</sup>		5.80 <sup>a</sup>	-33.01 <sup>**</sup>
<i>Gigaspora margarita</i>	3.48 <sup>b</sup>	21.00 <sup>b</sup>	51.20 <sup>a</sup>	10.87 <sup>c</sup>	0.98 <sup>b</sup>	398.8 <sup>a</sup>	7.36 <sup>a</sup>		2.80 <sup>ab</sup>	-12.23 <sup>**</sup>

\*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütundaki aynı harfler arasındaki fark P<0.05'e göre önemsizdir.

\*\*Eksi (-) değer mikorhizal bağımlılığın olmadığını göstermektedir.

Çalışmada kullanılan Urticaceae familyasına ait ısırgan otu bitkisinde AMF kolonizasyonunun çok düşük olduğu, Ticari AMF dışındaki diğer AMF uygulamalarında mikorhizal bağımlılığın oluşmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4). Vierheilig ve ark. (1996) tarafından yapılan başka bir çalışmada da ısırgan bitkisinde mikorhizal kolonizasyonun tam olarak gerçekleşmediği ve ısırgan otunun yapısında bulunan agglutinin proteininin kolonizasyon oluşumunu inhibe ettiğini belirtmişlerdir.

## SONUÇ

Son yıllarda yaşanan çevre kirliliği, gübre kullanım bilincinin yeterince olmaması, tarım topraklarının verimliliğini kaybetmesi, küresel ısınma sonucu etkilenen tarım alanlarıyla birlikte, biyogübrelerin tarımda uygulamaları da artmıştır. AMF'in bitkilerin gelişimi ve kalitesini artırma özelliğine sahip olması tarım alanlarında yer almasını sağlamıştır. Konukçu seçiciliği olmayan ancak bu çalışma kapsamında yer alan bazı familyalarda (Brassicaceae, Chenopodiaceae ve Urticaceae) AMF oluşumunun yok veya çok sınırlı olduğu bilinmektedir.

Söz konusu çalışmada bahsedilen familyalara ait özellikle yaygın yetiştiriciliği yapılan bazı bitkilerin, AMF ile uyumlarının ortaya konması amaçlanmıştır. Özellikle karnabahar ve turp bitkilerinde elde edilen olumlu sonuçlar bu kombinasyonların tarımsal üretim sistemlerine transfer edilmesi noktasında ümitvar görülmektedir. Elde edilen bulgular ışığında mikorhizal oluşum açısından non-host olarak nitelendirilen bu familyalar ile AMF'lerin simbiyotik yaşam oluşturma eğilimlerinin tekrar gözden geçirilip araştırılması öngörülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma (Proje No: 2209-A) TÜBİTAK-BİDEP tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

Ashgari HR, Marschner P, Smith, SE, Smith FA 2005. Growth Response of *Atriplex Nummularia* to Inoculation With Arbuscular Mycorrhizal Fungi at Different Salinity Levels. *Plant and Soil*, 273: 245–256.

Brundrett MC 1991. Mycorrhizas in Natural Ecosystem. *Advanced in Ecological Research*, (21): 171-313.

Brundrett MC 2009. Mycorrhizal Associations and other Means of Nutrition of Vascular Plants: Understanding the Global Diversity of Host Plants by Resolving Conflicting Information and Developing Reliable Means of Diagnosis. *Plant and Soil*, 320 (1-2): 37-77.

Burke DJ 2008. Effects of *Alliaria Petiolata* (Garlic

Mustard; Brassicaceae) on Mycorrhizal Colonization and Community Structure in Three Herbaceous Plants in a Mixed Deciduous Forest, *American Journal of Botany*, 95(11): 1416–1425.

Declerck S, Plenchette C, Strullu DG 1995. Mycorrhizal Dependency of Banana (*Musa Acuminata*, AAA Group) Cultivar. *Plant and Soil*.176: 183-187.

Demir S 2002. Mikorhizal Fungus *Glomus intraradices* (Schenck&Smith)'in Bazı Sebze Bitkilerinin Köklerinde Kolonizasyonu. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(1):53-57.

Giovanetti M, B Mosse 1980. An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Infection in Roots. *New Phytologist*, 84: 489- 500.

Lekberg Y, Rosendahl S, Olsson PA 2014.The Fungal Perspective of Arbuscular Mycorrhizal Colonization in 'Nonmycorrhizal' Plants. *New Phytologist*, 4 :1399–1403.

Marschner P, E David, C Richard, M Higashi 1997. Root Exudation and Physiological Status of A Root Colonizing Fluorescent Pseudomonad in Mycorrhizal – Non Mycorrhizal Pepper (*Capsicum annum* L.). *Plant and Soil*, 186: 11-20.

Orłowska E, Zubek Sz, Jurkiewicz A, Szarek-Łukaszewska G, Turnau K 2002. Influence of Restoration on Arbuscular Mycorrhiza of *Biscutella laevigata* L. (Brassicaceae) and *Plantago lanceolata* L. (Plantaginaceae) from Calamine Spoil Mounds. *Original Paper*, 12:153–160.

Phillips JM, Hayman DS 1970. Improved Procedure for Cleaning Roots and Staining Parasitic and Vesicular - Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Rapid Assesment of Infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55: 158-161

Regvar M, Vogel K, Irgel N, Wraber T, Hildebrandt U, Wilde P, Bothe H, 2003. Colonization of Pennycresses (*Thlaspi spp.*) of the Brassicaceae by Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *Journal of Plant Physiology*, 160: 615–626.

Erzurumlu GS, Kara EE 2014. Mikorhiza Konusunda Türkiye'de Yapılan Çalışmalar, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 7(2): 55-65.

Smith SE, Read D, 1997. Vesicular-Arbuscular Mycorrhizas. *Mycorrhizal Symbiosis*, 9-161, London.

Smith SE, Read DJ, 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*, 3 th Ed., Academic Press. 800.

Sosa-Rorriguez T, Declerck S, Granet F, Gaurel S, Van Damme EJM, Boulois HD 2013. *Hevea brasiliensis* and *Urtica dioica*, Impact the in vitro Mycorrhization of Neighbouring *Medicago truncatula* Seedlings. *Symbiosis*, 60: 123-132.

Tushar K, Satish B 2013. Incidences of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF)'in Urban Farming of Mumbai and Suburbs, India. *International*

- Research Journal of Environment Sciences, 2(1): 12-18.
- Vierheilig H, Iseli B, Alt M, Raikhel N, Wiemken A, Boller T 1996. Resistance of *Urtica dioica* to Mycorrhizal Colonization: A Possible Involvement of *Urtica dioica* Agglutinin. Plant and Soil, 183: 131–136.
- Zuccarini P, Savé R 2016. Three Species of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Confer Different Levels of Resistance to Water Stress in *Spinacia oleracea* L. Plant Biosystems-An International Journal Dealing With All Aspects of Plant Biology, 150(5) 851-854.