



## Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

### Aynı Toprak Serisindeki Arbusküler Mikorizal Fungus Spor Varlığına Bitki Farklılığının Etkisi

Emel Atmaca<sup>1,\*</sup>, Ümmühan Karaca<sup>1</sup>, Cevdet Şeker<sup>1</sup>, H. Hüseyin Özaytekin<sup>1</sup>, İlknur Gümüş<sup>1</sup>, Hamza Neğiş<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kampüs, Konya

#### MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş tarihi 25 Şubat 2016

Kabul tarihi 25 Nisan 2016

Anahtar Kelimeler:

Arbusküler mikorizal fungus

Buğday

Şeker pancarı

Alibey Serisi

#### ÖZET

Arbusküler mikorizal fungus (AMF) türleri çok geniş toprak özellikleri ve konukçu varlığına adaptasyon gösterebilirler. AMF sporları kötü çevre koşullarına bile geliştirdikleri birtakım mekanizmalar vasıtası ile adapte olabilmekte ve çoğalabilmektedirler. Bunun yanı sıra farklı AMF spor türlerinin varlığından farklı bitki türlerinin varlığı da geniş ölçüde sorumludur. Bitkilerin mikorizalar ile afinitesine bağlı olarak oluşturdukları mikorizal (mikorizaya bağımlı) ya da non-mikorizal (mikorizaya bağımlı olmayan) olma durumları, onların bazı mekanizmaları üzerine yönlendirici etki yapmaktadır. Bu durum ise topraktaki mikorizal spor varlığının artış ya da azalışı üzerine etki eder. Bu çalışmanın amacı kapsamında Konya Büyük Kapalı Havzası, Çumra Ovası'na ait Alibey Serisi'nde iki farklı familyanın (*Gramineae* ve *Amaranthaceae*) bitkileri olan buğday ve şeker pancarı ekili alanlardan toprak örnekleme (0-20 cm) yapılmıştır. Alınan toprak örneklerinde (AMF) spor sayımları yapılarak, bitki çeşidine göre dağılım durumları belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada Çumra Ovası Alibey Serisi'nde mikorizal bir bitki olan buğday ekili alanlardan alınan toprak örneklerinde mikoriza spor sayısı 35-259 adet/10 g toprak olarak belirlenirken, non-mikorizal bir bitki olan şeker pancarı ekili alanlardan alınan toprak örneklerinde bu sayı 17.19-146,19 adet/10 g toprak olarak belirlenmiştir. Buğday ve şeker pancarı topraklarında belirlenen mikoriza spor sayılarının ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur.

### The Effect of Plant Diversity on the Presence of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Spores in the Same Soil Series

#### ARTICLE INFO

Article history:

Received 25 February 2016

Accepted 25 April 2016

Keywords:

Arbuscular mycorrhizal fungus

Spore

Wheat

Sugar beet

Alibey Series

#### ABSTRACT

Different arbuscular mycorrhizal fungus (AMF) species can adapt to a wide variety of soil characteristics and the presence of a wide variety of hosts. AMF spores can even adapt to poor environmental conditions and reproduce by means of certain mechanisms they develop. In addition, the presence of different plant species is largely responsible for the presence of different AMF spore species. Mycorrhizal (dependent on mycorrhiza) and non-mycorrhizal (nondependent on mycorrhiza) status of plants, which they form depending on the affinity of plants for mycorrhizae, has a guiding effect on some of their mechanisms. This case affects the increase or decrease of the mycorrhizal spore presence in the soil. Within the scope of the aim of the present study, soil sampling (0-20 cm) was performed from areas cultivated with wheat and sugar beet, which are plants from two different families (*Gramineae* and *Amaranthaceae*). The sampling areas were in the Alibey Series of Çumra Plain in Konya Closed Basin. In the collected soil samples, (AMF) spore counts were performed and their distributions depending on plant type were determined. In the present study conducted in the Alibey Series of Çumra Plain, the number of mycorrhizal spores isolated from the areas cultivated with wheat, which is a mycorrhizal plant, was determined as 35-259 spores/10 g soil, whereas this number was found to be 17.19-146.19 spores/10 g soil in the same amount of soil isolated from the areas cultivated with non-mycorrhizal sugar beet plant. The difference between the means of the mycorrhizal spore

\* Sorumlu yazar email: [ekaraarslan@selcuk.edu.tr](mailto:ekaraarslan@selcuk.edu.tr)

numbers counted through isolating from wheat and sugar beet cultivated soils was found to be statistically significant ( $P < 0.01$ ).

## 1. Giriş

Toprak kalitesinin en önemli unsuru toprak organik maddesi ve topraktaki mikroorganizma sayısıdır. Toprak verimliliği ve kalitesi konusunda bilim adamları topraklardaki canlı sayısının önemli bir kriter olduğunu vurgulamaktadırlar. Topraklardaki canlı sayısı ne kadar fazla ise toprak o oranda verimlidir görüşündedirler. (Gübretaş, 2015).

Toprak kalitesi onun sürdürülebilirlik özelliği ile, sürdürülebilirlik özelliği ise bir toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşmelerinin birbirleri ve diğer faktörlerle olan etkileşimini ile ilintilidir (Baar, 2012).

Mikorizalar toprağın sürdürülebilirliğini sağlayan önemli bir canlı grubudur. Tabiatta bulunan bitkilerin büyük bir kısmında mikorizal funguslarla birliktelik söz konusudur. Bu canlılar doğada birçok ağaç, tarla ve bahçe bitkileri ile ortak yaşamaktadırlar. Mikorizal funguslar, konukçu bitki köklerinin içinde ve dışında kurdukları ilişkilerden dolayı ekolojik olarak önem arz ederler. AMF ile bitkiler arasındaki bu ilişki konukçu bitkinin fungusa karbon sağlaması, fungusun ise bitkiye birçok besin elementi ve su alımını artırmasının yanı sıra bitkinin büyüme ve gelişimi esnasında hastalık ve zararlılardan ve her türlü çevre koşullarından olumsuz etkilenmesini önleme adına sağladığı birçok mekanizma olarak sıralanabilir (Palta ve ark., 2010).

AM fungi varlığı, bitkideki kılcal köklerin yoğunluk ve uzunluğunun toprak derinliğine bağlı olarak azalmasından olumsuz etkilenebildiği gibi (Zangaro et al., 2008; Zangaro ve ark., 2012) toprak özelliklerinden nem, besin element elverişliliği, organik madde varlığı, ağır metaller ve tuzluluktan da etkilenebilmektedir (Cardoso ve ark., 2003).

Ayrıca AM fungusları ile toprak özellikleri arasındaki etkileşimi belirleyen faktörler arasında AM funguslarının türleri ve kompozisyonu kadar fungusun infekte olduğu bitkinin vejetasyon tipi de önemlidir. AMF hiflerinin filamentlerinin yapısının, kalın ve büyük çapta olmasından dolayı toprakta uzun müddet kalabildiği düşünülmektedir (Kapulnik ve Douds, 2000).

Toprak mikro florasındaki mikroorganizmalar ile bitkiler arasındaki en yaygın simbiyotik yaşam şekillerinden biri olan mikorizal yaşam, dünya üzerindeki hemen hemen bütün kara bitkilerinde görülmektedir. Dikotiledonların %83'ü monokotiledonların %79'u ve Gymnospermlerin hepsi bu simbiyotik yaşam şekline sahiptirler. Mikorizal yaşama sahip olmayan bitkiler, çok kurak veya çok tuzlu, su altında kalmış, toprak verimliliği oldukça yüksek veya oldukça düşük habitatlarda ortaya çıkarlar. Ayrıca *Cruciferae* ve *Chenopodiaceae* familyasına dahil bitkilerde de, her türlü çevresel

koşul altında dahi mikorizal yaşam görülmez (Brundrett, 1991; Harley, 1975; Marschner, 1995).

Bu çalışma kapsamında aynı toprak serisinde mikorizal ve non-mikorizal iki farklı tarla bitkisi tarımı yapılan arazilerden alınan topraklarda mikorizal fungus spor sayıları belirlenmiş ve üretimi yapılan bitkilerdeki farklılığın bir vejetasyon süresi içerisinde topraktaki mikorizal fungus sayısı üzerine ne denli etkili olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Çalışma alanının özellikleri

Bu çalışma, Büyük Konya Ovası içerisinde, 32° 36' - 33° 3' K ve 37° 40' - 29° 85' G koordinatları içinde yer alan, Çumra Ovası'nda, sulu tarım yapılan ve verimlilik potansiyeli yüksek, yaygın toprak serilerinden biri olan Alibey Serisi'nde yürütülmüştür. Büyük Konya Ovası'nın iklim özellikleri, yazları sıcak ve kurak; kışları, soğuk ve kar yağışlıdır. Çalışma bölgesinde, uzun yıllar ortalamasına göre, en yüksek sıcaklık temmuz ayında (39.9°C), en düşük sıcaklık Ocak ayında (-26.8°C) ölçülmüştür. Ortalama bağıl nem %64, ortalama yağış 317.7 mm, yıllık ortalama buharlaşma ise 1005.9 mm'dir (DMİ, 2004).

Çumra Ovasında yetiştirilen bitki deseni çok çeşitlilik göstermektedir. Sulama öncesi ve halen sulamanın yapılamadığı alanlarda yağışın yetersiz olması nedeniyle buğday-nadas sistemi uygulanmakta, bazı alanlarda nadas yılında kavun ve nohut ekimi de yapılmaktadır. Sulu tarım yapılan alanlarda ise yaklaşık altmış yıldır Şeker pancarının ana bitki olarak ekildiği üçlü veya dörtlü ekim nöbeti sistemi uygulanmaktadır. Bu ekim nöbetinde yer alan ikinci bitki ise buğdaydır. Bunun dışındaki bitkilerin ekimi ise daha çok çiftçi tercihlerine göre değişmektedir. Bunlar duruma göre arpa, fasulye, kavun, karpuz, silajlık mısır, domates, patlıcan, biber, havuç, kabak vb. bitkiler şeklinde olmaktadır. Son on yılda ise dane mısır yetiştiriciliği de ekim nöbeti içerisinde yer almaktadır. Yoğun toprak işleme dayanan bu sistemde topraklarda önemli seviyelerde bozulmalar görülmektedir (Şeker ve Karakaplan, 1999).

Çumra Ovası, Alibey serisi; May nehri aluviyal yelpazesi topraklarıdır. Aluviyal ana materyal üzerinde oluşmuş, derin tın tekstürlü topraklardır. Alanı 4000 ha olup, sulu tarım yapılan Çumra ovasının %6'sını temsil etmektedir.

Seçilen toprak serisinin 0-20 cm derinliğinden 27 örnekleme 3 tekerrürlü olarak yapılarak toplamda 81 adet taze toprak buğday ve pancar hasatlarının ardından alınmış ve bu örnekler çalışma süresince buzdolabında polietilen poşetlerde muhafaza edilmiştir.

## 2.2. Metot

Çumra Ovası'na ait Alibey serisinde buğday ve pancar ekili alanlardan örneklenen topraklardaki doğal mikorizal fungus sporları ıslak eleme metodu ile ekstrakte edilmiş ve stereo mikroskop altında sayısallaştırılmıştır (Gerdeman ve Nicolson, 1963).

Bu amaçla Alibey serisine ait buğday ve pancar ekili alanlardan 27 adet topraktan 3'er paralelli 10'ar g toprak örneği tartılarak, toplam 162 adet doğal toprak örneğinde ıslak eleme sonunda petri kutularında toplanan sporlar 40 büyütme stereo mikroskop (Nikon SMZ 745 T) altında sayılmıştır ve sonuçlar mikorizal fungus spor sayısı (adet)/10 gram toprak olacak şekilde değerlendirilmiştir.

## 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Büyük Konya Havzası'nın içerisinde yer alan Çumra Ovası'na ait en yaygın üç toprak serisinden birisi olan Alibey toprak serisinde (diğerleri Çumra ve Alemdar Serileri'dir) buğday ve pancar ekili alanlarda mikorizal fungus spor dağılımlarının belirlendiği bu çalışmada mevcut spor potansiyeli özellikle buğday ekili alanlarda oldukça yüksek olarak tespit edilmiştir. Elde edilen rakamlar bitki çeşidine göre farklılık göstermiş ve bu farklılık da istatistiksel olarak önemli ( $P < 0.01$ ) bulunmuştur. Mikorizal fungus spor sayısı aynı toprak serisi ve toprak uygulamalarına maruz kalan topraklardan izole edilmiş olmakla beraber; spor varlığı bitki bazında incelendiğinde buğday ekili alanlardaki spor sayısının, pancar ekili alanlardan izole edilen spor sayısından yaklaşık 2.30 kat daha fazla olduğu görülür (Tablo 1).

Çalışma kapsamında Çumra Ovası, Alibey serisinin farklı lokasyonlarında şeker pancarı ve buğday ekilen alanlarından örnekleme yapılmıştır. Örneklenen topraklardan buğday ekimi yapılan alanlardan izole edilen mikorizal fungus spor sayısı genellikle  $\geq 90$  spor  $10 \text{ g}^{-1}$  toprak iken, pancar ekimi yapılan alanlardan izole edilen mikorizal fungus spor sayısı ise genellikle 17-45 spor  $10 \text{ g}^{-1}$  toprak arasında bir dağılım göstermiştir (Şekil 1 ve 2).

Sharif ve Moawad (2006) tarafından yapılan mikorizal spor sınıflandırma sistemine göre her iki bitki tarlasındaki mikorizal fungus spor sayısı bulunması gereken sınırlar içerisinde olmakla beraber; buğday bitkisinin spor dağılımı genellikle yüksek ( $>40$  spor/10 g toprak), kategorisine girmektedir. Mikorizal fungus sporlarına ait sayım sonucu elde edilen değerlerin alt ve üst sınır değerleri ile % CV değişimleri ise Tablo 2'de görüldüğü gibi olmuştur.

Tablolarda görüleceği gibi Çumra Ovası, Alibey Serisi'nde buğday ekili alanlardan izole edilen mikorizal spor sayısı 35-259 adet  $10 \text{ g}^{-1}$  toprak arasında değişirken, şeker pancarı ekili alanlardan izole edilen mikorizal spor sayısı ise aynı miktar toprakta 17.19-146.19 adet  $10 \text{ g}^{-1}$  arasında değişmiştir. Buğday ve şeker pancarı toprağından izole edilerek sayımı yapılan mikoriza spor sayılarının ortalamaları arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemli ( $P < 0.01$ ) bulunmuştur. Toprak, bitki ve çevre

faktörleri mikorizal fungus sporlarının dağılımını ve onların gelişmelerini önemli ölçüde etkilemektedir. Toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik özelliklerinin yanı sıra o toprakta yetişen ya da yetiştirilen bitki varlığı ve çeşidi de mikorizal fungus spor dağılımı üzerinde etkili olmaktadır.

Tablo 1

Konya; Çumra Ovası Alibey toprak serisindeki buğday ve pancar hasadı yapılan topraklardan elde edilen ortalama mikorizal fungus spor sayım sonuçları

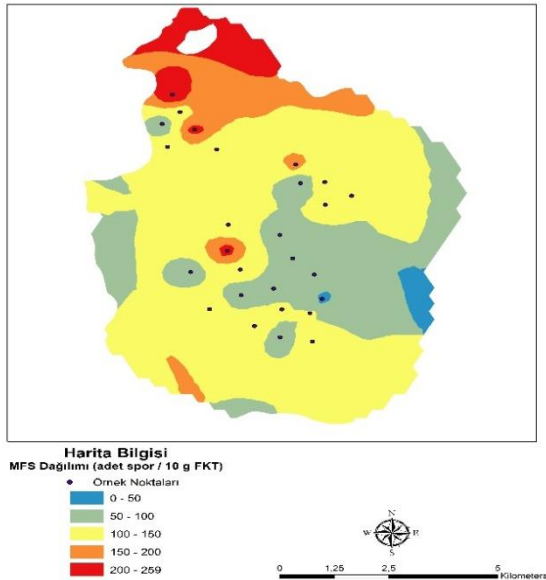
Toprak No	Buğday	Pancar
1	259	35.38
2	125	35.84
3	106	58.80
4	56	36.76
5	232	40.93
6	129	51.43
7	148	29.52
8	165	20.97
9	149	17.19
10	107	47.85
11	35	44.35
12	61	94.70
13	110	41.64
14	71	34.47
15	61	26.87
16	52	19.86
17	101	18.87
18	73	20.62
19	85	38.19
20	71	91.11
21	46	91.98
22	172	93.21
23	226	63.56
24	90	146.19
25	135	56.83
26	115	30.57
27	99	47.27
Ortalama	113.81	49.44

Nitekim, mutualistik-simbioyotik bir yaşam birliğine olan mikorizal oluşumda kurulan ortak yaşam ilişkilerinde dikkat çeken noktalardan birisi de, farklı cinslere ait mikorizal fungus türlerinin farklı familyalardaki bitki türlerine özelleşebildikleridir (Smith ve Read, 2008).

Arbusküler mikorizal funguslar pek çok tarla ya da bahçe bitkileri ile ortak ve faydalı bir yaşam sürmekte oluşan bu yapı özellikle fosfor, azot ve su alımında konukçusu olan bitkiye çok önemli katkılar sağlamaktadır. Mısır, soya fasülyesi ve buğdayda olmak üzere birçok bitki ile yüksek oranda birliktelik oluşturan arbusküler mikorizal fungus sporları ancak çok az bir oranda da bazı bitkiler için konukçu görevini yapamamaktadırlar. Simbiyotik sistemin kurulmadığı bitkilerden birisi de şeker pancarıdır. Bu nedenle şeker pancarı tarımından

sonra ekimi yapılan ürünler topraktaki mikorizal kolonizasyonun azalmasının bir sonucu olarak hem besin elementi noksanlığına hem de kuraklık stresine karşı daha az dayanıklılık gösterebilirler. Özellikle vejetasyon süresince mikorizal ortaklığa yüksek oranda bağımlı olan mısır gibi bitkiler rotasyonda şeker pancarından sonra ekildiğinde mikorizal kolonizasyonun azalmış olmasından dolayı zarar görebilirler. Nitekim ilk ürün olarak buğday yetiştirilen bir çalışma alanı tarlada mısır, soya fasulyesi ve şeker pancarının farklı kombinasyonlarda, tesadüfi blokları deneme desenine göre ve dört tekerürlü olarak ardı ardına yetiştirilmesine dayalı bir rotasyon sisteminde önceki ürünlerin şeker pancarında kalite ve verim üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışma yapılmıştır. Dört farklı bitkinin, altı farklı kombinasyonda kullanılarak ekim rotasyonu yapıldığı bu çalışmada şeker pancarından önceki ürünlerin pancarda bitki gelişimini, şeker içeriğini, hastalık varlığını ya da yabancı ot kontrolünü etkileyebileceği üzerinde bulgular elde edilmiştir. Diğer taraftan, bu dörtlü bitki sisteminde şeker pancarının ikinci ve üçüncü ürün olarak ekildiği kombinasyonlarda, pancarın takibinde gelen buğday ya da mısır bitkisi köklerinde düşük mikorizal kolonizasyon oranı belirlenmiştir. Halbuki pancardan önce mısır ya da buğday ekiminin yapıldığı rotasyonlarda gerek topraktaki mikorizal fungus spor sayısı, gerekse köke infekte olan mikorizal fungus spor oranı daha yüksek seviyelerde olmuştur. Şeker pancarının non-mikorizal yapısı ile ilgili başka çalışmalarda da yine benzer sonuçlar elde edilmiştir (Hill, 2006).

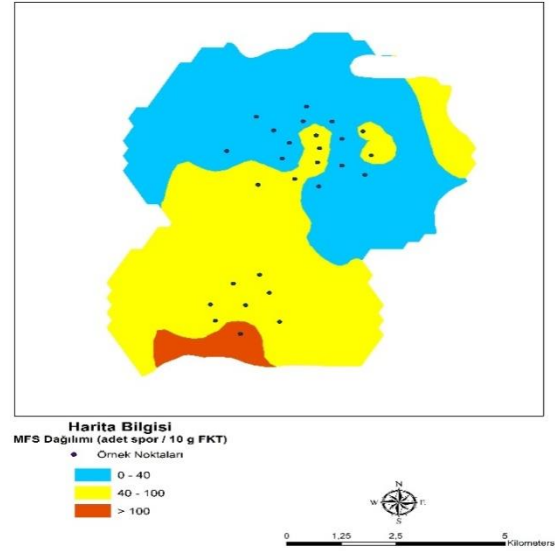
Buğday Tarlalarında Mikorizal Fungus Spor Dağılımı Haritası



Şekil 1

Çumra Ovası, Alibey Serisi buğday ekilen alanlarda mikorizal fungus spor dağılımı

Pancar Tarlalarında Mikorizal Fungus Spor Dağılımı Haritası



Şekil 2

Çumra Ovası, Alibey Serisi şeker pancarı ekilen alanlarda mikorizal fungus spor dağılımı

Tablo 2

Konya; Çumra Ovası Alibey serisindeki buğday ve pancar hasadının ardından topraktan izole edilerek sayımı yapılan mikorizal fungus sporlarının en alt (min.), en üst (max.), ortalama (ort.) ve % değişim (% CV) değerleri

Parametreler	BUĞDAY	PANCAR
Min.	30.17	12.79
Max.	301.60	158.56
% CV	53.84	62.37

Sonuç olarak, Konya, Çumra Ovası'na ait Alibey toprak serisinde yapılan mikorizal fungus sporlarının iki farklı kültür bitkisi açısından incelenmesi sonucu arbusküler mikorizal spor dağılımlarının bitkiler arasında büyük bir farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Benzer toprak özelliklerine sahip ancak farklı bitkilere ait rizosfer alanlarından örnekleme yapılarak mikorizal fungus sayısının belirlendiği bu çalışmada; mikorizal fungus spor varlığının bitki farklılığının yanı sıra, birçok biyotik ve abiyotik faktörler tarafından etkilenebileceği ve bu nedenle benzer çalışmalarda sonuçlar değerlendirilirken diğer parametreler açısından da incelenmesinin daha sağlıklı sonuçlar doğuracağı sonucuna varılmıştır.

#### 4. Teşekkür

Yapılan bu çalışmada kullanılan toprak örneklerine ait bilgi ve rakamsal veriler TÜBİTAK-TOVAG tarafından (1001) desteklenen 1120314 numaralı (2013) ve "Çumra Ovasında Önemli ve Yaygın Üç Toprak Serisi-

nin Toprak Kalite İndislerinin Belirlenmesi” isimli devam eden çalışmadan alınmıştır. Bu çalışma İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi (28-30 Nisan 2015-Nevşehir)’nde poster bildiri olarak sunulmuştur.

## 5. Kaynaklar

- Baar J (2012). The Value of Mycorrhizal Fungi for Sustainable and Durable Soils. In Fungi: Types, Environmental Impact and Role in Disease. Chapter VIII. ISBN: 978-1-61942-671-9. 2012 *Nova Science Publishers, Inc* 531.
- Brundrett M (1991). Mycorrhizas in Naturel Ecosystem. *Advanced in Ecological Research*, 21: 171-313.
- Cardoso IM, Boddington C, Janssen BH, Oenema O, Kuyper TW (2003). Distribution of mycorrhizal fungal spores in soils under agroforestry and monocultural coffee systems in Brazil. *Agroforestry Systems*, 58: 33-43.
- DMİ (2004). Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Çumra Rasat Parkı Kayıtları, Konya.
- Gerdeman JW, Nicolson TH (1963). Spores of Mycorrhiza Endogene Species. Extracted from Soil by Weh Sieving and Decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, 46:235-244.
- Gübretaş(2015). <http://www.gubretas.com.tr/tr/icerik/12/1834/toprak-verimliliginde-organik-maddenin-onemi.aspx> (Erişim Tarihi: 30 Kasım 2015).
- Harley JL (1975). The Mycorrhizal Associations. *Encyclopedia of Plant Physiology*, 17: 148 – 186.
- Hill J (2006). Inhibition of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae on Soybean Roots following Brassica Cover Crop. *Journal of Natural Resources & Life Sciences Education*, 35: 158-160.
- Kapulnik Y, Douds DD Jr. (eds.) (2000). *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function*. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. 3-18.
- Marschner H (1995). Mycorrhizas. Mineral Nutrition of Higher Plants (Second Edition). *Academic Press* 566 - 595.
- Palta Ş, Demir S, Şengönül K, Kara Ö, Şensoy H, (2010). Arbüsküler Mikorizal Funguslar (AMF), Bitki ve Toprakla İlişkileri, Mera Islahındaki Önemleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12 (18): 87-98.
- Sharif M, Moawad AM (2006). Arbuscular Mycorrhizal Incidence and Infectivity of Crops in North West Frontier Province of Pakistan. *World Journal Agriculture Science*, 2 (2): 123-132.
- Smith SE, Read DJ, (2008). Mycorrhizal Symbiosis. 3th Ed. ISBN-10: 0123705266, *Academic Press*, 800.
- Şeker C, Karakaplan S (1999). Konya Ovasında Toprak Özellikleri ile Kırılma Değerleri Arasındaki İlişkiler. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 183-190.
- Zangaro W, Assis RL, Rostiola LV, Souza PB, Gonçalves MC, Andrade G, Nogueira MA (2008). Changes in arbuscular mycorrhizal associations and fine root traits in sites under different plant successional phases in southern Brazil. *Mycorrhiza*, 19: 37-45.
- Zangaro W, Alves RA, Lescano, LE, Ansanelo AP, Nogueira MA (2012). Investment in fine roots and arbuscular mycorrhizal fungi decrease during succession in three Brazilian ecosystems. *Biotropica*, 44: 141-150.