



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

Çumra Ovası'nda Buğday Tarımı Yapılan Alanlarda Arbusküler Mikorizal Spor Dağılım Durumu

Emel Atmaca^{1,*}, Ümmühan Karaca¹, Cevdet Şeker¹, H. Hüseyin Özaytekin¹, İlknur Gümüş¹, Hamza Negiş¹

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

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş tarihi 25 Şubat 2016

Kabul tarihi 01 Ağustos 2016

Anahtar Kelimeler:

Mikoriza

Spor

Dağılım

Çumra Ovası

Buğday.

ÖZET

Mikorizal sporların biyo çeşitlilik ve dağılımları farklı ekosistemlerde ve bu ekosistemlerdeki bitki topluluklarının tür ve varlığına bağlı olarak değişim göstermektedir. Bitki ile mikorizal spor arasında iyi bir etkileşim olduğunda; her koşulda özellikle kuraklık şartlarında infekte olan bitkide infekte olmayan bitkilere oranla kuraklık başta olmak üzere diğer tüm olumsuz çevre koşullarına karşı dayanım daha iyi olmaktadır. Yapılan bu çalışmada buğday tarımının yoğunlukta olduğu Çumra Ovasındaki Çumra, Alibey ve Alemdar toprak serilerinde arbusküler mikorizal fungus (AMF) spor dağılımı belirlenmiştir. Mikorizal spor varlığı toprağın birçok özelliklerine bağlı olarak değişmekle birlikte; çalışma yapılan 3 farklı seride belirlenen spor sayısının toprakta bulunması gereken optimum seviyenin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Serilerin spor dağılımı arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P<0.01$ ve $P<0.05$). Ancak ortalama spor sayısı bakımından; Alemdar serisi >Alibey serisi >Çumra serisi ($132.81>113.97>109.731$ adet/10 g fırın kuru toprak) olarak kaydedilmiştir.

Distribution of Arbuscular Mycorrhizal Spores in Areas in the Çumra Plain Where Wheat is Cultivated

ARTICLE INFO

Article history:

Received 25 February 2016

Accepted 01 August 2016

Keywords:

Mycorrhiza

Spore

Distribution

Çumra Plain

Wheat.

ABSTRACT

Biodiversity and distributions of mycorrhizal spores exhibit variation in different ecosystems and depending on the kind and presence of plant communities in these ecosystems. When there is a good interaction between a plant and mycorrhizal spores, resistance against all unfavorable weather conditions, above all drought, is better in infected plants than in uninfected plants in all circumstances, especially drought. In this study, which we conducted in the Çumra Plain, where wheat is cultivated in large amounts, distribution of arbuscular mycorrhizal fungus (AMF) spores in Çumra, Alibey and Alemdar soil series was determined. Although presence of mycorrhizal spores varies depending on different properties of soil, it was found that the number of spores determined in the 3 series on which the study was conducted was above the optimum level that was supposed to exist in soil. The difference between the distributions of spores in the series was not found to be significant ($P<0.01$ and $P<0.05$). However, the order of the series was identified as Alemdar series > Alibey series > Çumra series ($132.81>113.97>109.731$ number/10 g dry soil) in terms of average spore numbers.

* Sorumlu yazar email: ekaraarslan@selcuk.edu.tr

1. Giriş

Birçok kurak ve yarı kurak alanlarda susuzluk tarımsal üretimi sınırlandıran önemli bir faktördür. Kurak koşullarda yetiştirilen bitkiler bu şartlara dayanabilmek adına bir takım mekanizmalar geliştirirler. Arbusküler mikorizal funguslar (AMF) dünyada oldukça yaygındır (Gerdeman, 1968). Bitki kökleri arbusküler mikorizal funguslar ile infekte olduklarında, bitkilerin besin element alımları özellikle de fosfor, çinko ve bakır gibi immobil besin element alımları ve su alımını artırır. Bu sayede bitkilerin daha iyi gelişmesine katkıda bulunmuş olurlar (Menge ve Johnson, 1987; Jalaluddin ve ark. 2008; Young ve ark. 1988). Arbusküler mikorizalarla bitki kökleri arasındaki inokulasyon kuraklık koşulları altında yetiştirilen bitkilerin gelişebilmesinde etkili bir faktör oynayabilir. Çünkü kuraklık stresi altındaki topraklardaki birçok ürünün yetişmesinde bu bitkilerin köklerindeki arbusküler mikoriza sporlarıyla oluşturdukları ortak yaşamın etkili olduğu saptanmıştır (Al-Karaki ve Al-Raddad 1997; Al-Karaki ve Clark 1998; Faber ve ark. 1990; Sylvia ve ark. 1993). Arbusküler mikorizal fungusların bitkilerle kolonizasyon oluşturmalarıyla ilgili diğer faktörler de bitkilerin kuraklığa dayanımını etkileyebilir. Bunların içerisine yaprakların elastikiyetleri (Auge ve ark. 1987a), yaprağın iyileştirilmiş su kapsamı ve turgor potansiyeli, transpirasyon ve stomatal açıklığının sürdürülmesi (Auge ve ark. 1987b), kök uzunluğundaki artış ve dış (external) hiflerin gelişimi dâhildir (Ellis ve ark. 1985; Davies ve ark. 1992).

Buğday köklerinde (Allen ve Boosalis 1983; Ellis ve ark. 1985; Sylvia ark. 1993; Al-Karaki ve Al-Raddad 1997; Al-Karaki ve Clark, 1998) olduğu kadar diğer pek çok bitki türlerinde de AMF kolonizasyonunun kuraklığa karşı direncinde artışı sağladığı ortaya konulmuştur (Davies ve ark. 1992; Ruiz-Lozano ve ark. 1995).

Ancak çalışmaların çoğu serada ve kontrollü çevre koşulları altında yürütüldüğünden dolayı steril edilmiş tarla toprağı koşullarında mikorizal inokulasyonun bitki gelişimine olan katkılarındaki net payını belirlemek zordur ve bu nedenle de bu konuda çok fazla bilgi mevcut değildir. Çünkü tarla koşullarında toprak steril olmadığından bitki gelişimine ve kuraklığa karşı dirence sadece arbusküler mikorizal fungus sporlarının mı, yoksa hangi canlı ya da canlı gruplarının katkı sağladığını ayırt etmek oldukça güçtür. Bunun yanı sıra, doğal koşullarda tarla toprağında arbusküler mikorizal fungus sporları diğer canlılarla rekabete de girebileceğinden bu rekabete hangi canlıların baskın geldiğinin ve bitki gelişimine katkıda bulunduğunun belirlenmesi de bir o kadar güçtür.

Bu nedenle tarla çalışmalarında arbusküler mikorizal fungus gibi özel canlılar ve bu canlıların bitki kökleri ile oluşturdukları hem bitki, hem de fungus adına karşılıklı yararlanma şeklindeki oluşumların özellikle incelenmesi ve bitki gelişiminde kuraklığa bağlı stres faktörlerinde bu oluşumların bitkiye sağladığı olumlu etkilerin net olarak belirlenmesi gerekmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

2.1.1. Çalışma alanının özellikleri

Çalışmada kullanılan toprak örnekleri Büyük Konya Ovası içerisinde, 32° 36' - 33° 3'K ve 37° 40' - 29° 85'G koordinatları içinde yer alan, yaklaşık 280.000 ha'lık bir alana sahip olan Çumra Ovası'nda, sulu tarım yapılan ve verimlilik potansiyeli yüksek, 65 000 ha'lık alanda bulunan, yaygın toprak serilerinden alınmış olup, alana ait toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

Konya İli, Çumra Ovası'na ait toprak örnekleme yapılan alanların bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri

Parametreler	Ortalama	Minimum	Maximum
Kum (%)	28.41	5.43	66.40
Silt (%)	24.20	11.28	40.00
Kil (%)	47.40	18.05	79.57
pH (1:1)	8.06	7.34	8.62
EC (µmhos/cm)	725.50	243.00	6840.00
Kireç (%)	16.03	6.47	41.50
Organik Karbon (%)	0.85	0.27	2.30

Seçilen toprak serileri Çumra Ovasında sulu tarım yapılan alanların yaklaşık yarısını temsil eden (De Meester, 1970a; 1970b; 1971), Alibey, Çumra ve Alemdar serileridir. Adı geçen serilerin her birinden Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında olmak üzere üç örnekleme yapılmıştır. Her serinin 0-20 cm derinliğinden 27 örnekleme 3 tekerrürlü olarak yapılarak toplamda 243 adet toprak alınmış ve bu örnekler çalışma süresince buzdolabında polietilen poşetlerde muhafaza edilmiştir.

Çumra Ovası'nda çalışılan toprak serileri hakkında genel bilgi:

1. Çumra serisi; Çarşamba nehri aluviyal yelpazesi toprakları. Aluviyal ana materyal üzerinde oluşmuş, derin kil tekstürlü topraklar. Alanı 7 000 ha olup, sulu tarım yapılan Çumra ovasının %10'unu temsil etmektedir.
2. Alibey serisi; May nehri aluviyal yelpazesi toprakları. Aluviyal ana materyal üzerinde oluşmuş, derin tın tekstürlü topraklar. Alanı 4 000 ha olup, sulu tarım yapılan Çumra ovasının %6'sını temsil etmektedir.
3. Alemdar serisi; Bataklık ardı toprakları. Ağır kil tekstürlü derin topraklar. Alanı 5 000 ha olup, sulu tarım yapılan Çumra ovasının %7,5'ini temsil etmektedir.

Çumra Ovasında sulu tarım yapılan alan 65 000 ha dolayında olup, buna özel sulama alanları dâhil değildir (DSİ, 2006). Büyük Konya Ovasının 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 sı-

caklık 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 uygulanmaktadır. Sulu tarım yapılan alanlarda ise yaklaşık altmış yıldır şeker pancarının ana bitki olarak ekildiği üçlü veya dördü 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).

2.2. Metot

Çumra Ovası'na ait 3 farklı seride doğal arbusküler mikorizal fungus sporlarının potansiyeli stereo mikroskop altında sayısallaştırılması esasına dayanarak ıslak eleme metoduna göre (Gerdeman ve Nicolson, 1963) yapılmıştır.

Bu amaçla her seriye ait 27 adet topraktan 3'er parçaları 10'ar g toprak örneği tartılarak, toplam 243 adet doğal toprak örneğinde ıslak eleme sonunda petri kutularında toplanan sporlar 40 büyütme stereo mikroskop (Nikon SMZ 745 T) altında sayılmıştır ve sonuçlar arbusküler mikorizal fungus spor sayısı adet/10 gram toprak olacak şekilde değerlendirilmiştir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Konya Havzası'nın içerisinde yer alan Çumra Ovası'na ait en yaygın üç toprak serisinde arbusküler mikorizal fungus sporlarının dağılımlarının belirlendiği bu çalışmada mevcut spor potansiyeli oldukça yüksek olarak tespit edilmiştir. Elde edilen rakamlar serilere göre farklılık göstermiş olmakla beraber; bu farklılık istatistiksel olarak bir anlam ifade etmemiştir. Seri bazında incelendiğinde en yüksek spor sayısı 132.81 adet'le 10 gram fırın kuru toprak (FKT)'ta Alemdar serisinden elde edilirken, onu Alibey ve Çumra serileri takip etmiştir (sırasıyla: 113.97, 109.73 adet spor/10 g FKT) (Tablo 2 ve Şekil 1).

Seri bazında örnekleme yapılan toprakların mikorizal fungus spor dağılımları genellikle yüksek (>40 spor/10 g toprak) çıkmıştır (Sharif ve Moawad, 2006). Mikorizal fungus sporlarına ait sayım sonucu elde edilen değerlerin alt ve üst sınır değerleri ile % cv değişimleri ise Tablo 3'de görüldüğü gibi olmuştur

Buradan görülebileceği gibi, araştırma topraklarındaki arbusküler mikorizal fungus spor sayıları geniş sınırlar arasında değişmektedir. Nitekim, Gök (1995) ta-

rafından GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) bölgesindeki Bozova, Baziki ve Hilvan Ovaları'na ait bazı toprak serilerindeki mikorizal spor sayımı sonuçları ve Gür (1992) tarafından Erzurum ve Konya Yöreleri'ndeki çeşitli topraklara ait spor sayım sonuçları ile yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Öte yandan, topraklardaki spor dağılımı ile ilgili çok sayıda araştırmacı da toprak özelliklerine bağlı olarak benzer ya da farklı sonuçlar elde etmişlerdir (Dowding, 1959; Gerdeman ve Nicolson, 1963; Nicolson, 1967; Gür, 1974; Hayman ve Stovold 1979; Anonymous, 2006; Gök ve ark. 1997; Stutz ve ark., 2000; Ortega, 2001; Chaurasia ve ark. 2005; Sharif ve Moawad, 2006; Uyanöz ve ark. 2006; Karaarslan ve Uyanöz, 2008).

Tablo 2

Konya; Çumra Ovası Alibey, Çumra ve Alemdar toprak serilerindeki buğday ekimi yapılan alanlardan örneklelenen topraklarda arbusküler mikorizal fungus spor sonuçları (adet/10 g toprak).

Toprak No	Alibey Serisi	Çumra Serisi	Alemdar Serisi
1	259	182	201
2	125	181	307
3	106	88	135
4	56	308	74
5	232	96	144
6	129	65	116
7	148	22	146
8	165	55	29
9	149	70	66
10	107	49	68
11	35	112	73
12	61	229	60
13	110	129	91
14	71	56	220
15	61	93	191
16	52	81	186
17	101	60	333
18	73	144	178
19	85	100	56
20	71	68	47
21	46	66	302
22	172	66	69
23	226	112	89
24	90	83	92
25	135	119	44
26	115	73	70
27	99	258	195
Ortalama	113.81	109.73	132.81

Öte yandan, toprak, bitki ve çevre faktörleri mikorizal fungus sporlarının dağılımını ve onların gelişmelerini önemli ölçüde etkilemektedir. Buna paralel olarak, toprak özellikleri aynı zamanda (fiziksel, kimyasal, biyolojik) mikorizal fungus spor dağılımını da etkilemektedir. Ayrıca sporların topraktaki dağılımlarında birçok yerel ve yıllık değişimler görülebilmektedir. Nitekim, araştırma alanında 3 farklı toprak serisinde, aynı serile-

rin içinde, aynı bitki çeşitlerinin bulunduğu ancak noktalardaki bitki kök rizosfer alanlardan izole edilen spor sayıları dahi farklı olmuştur. Toprakların pH, EC, kireç, organik madde kapsamı, tekstür sınıfı ve miko-makro besin element içerikleri ile topraktaki mikorizal fungus sporları arasında önemli derecede ilişki vardır.

Nitekim, çalışmaya konu olan üç farklı seride mikorizal fungus spor sayısı geniş sınırlar arasında (sırasıyla Alibey-Çumra ve Alemdar serileri: 35-259, 22-308, 29-333 adet/10 g toprak) bir dağılım göstermiştir.

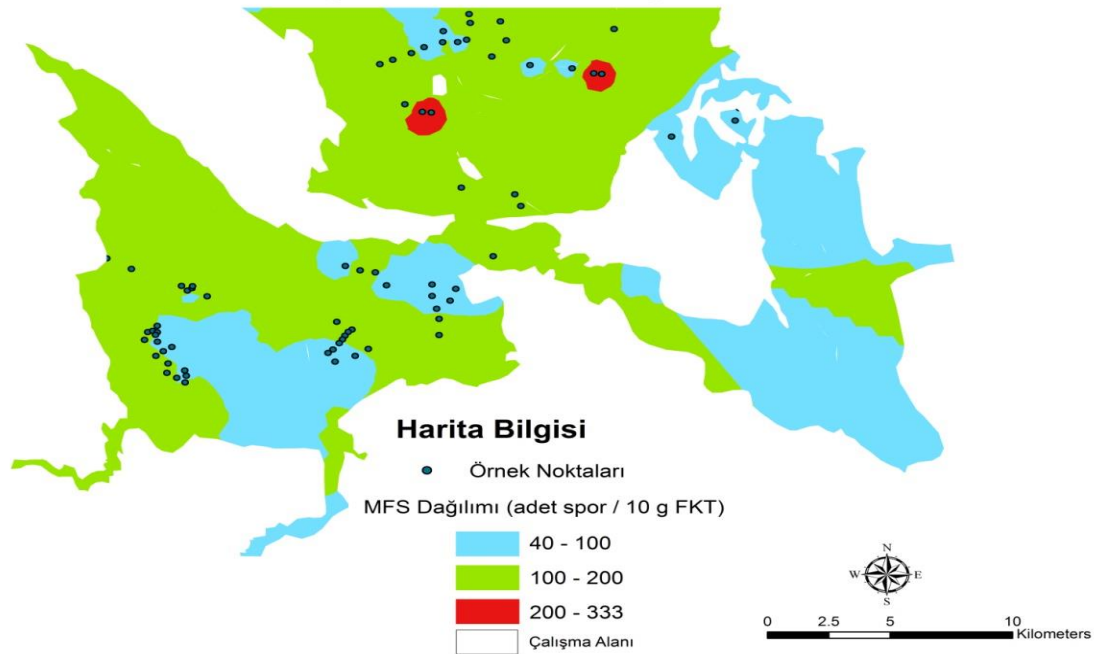
Bunun nedeni, yukarıdaki faktörlere ilave olarak, topraklara uygulanan gübreleme, toprak işleme, sulama gibi tarımsal uygulamalardan da kaynaklanabilir.

Tablo 3

Konya; Çumra Ovası Alibey, Çumra ve Alemdar toprak serilerindeki arbusküler mikorizal fungus sporlarının en alt (min.), en üst (max.), ortalama (ort.) ve % değişim (%CV) değerleri

Parametreler	Alibey Serisi	Çumra Serisi	Alemdar Serisi
Min.	35	22	29
Max.	259	308	333
Ort.	114	110	133
CV (%)	50.89	61.94	64.46

Mikorizal Fungus Spor Dağılım Haritası



Şekil 1

Konya, Çumra Ovası Alibey, Çumra ve Alemdar toprak serilerindeki arbusküler mikorizal fungus spor dağılım durumları

Aynı zamanda toprak özellikleri ile mikorizal fungus spor tip ve çeşitleri ve spor oluşumu arasında da bir ilişki vardır (Johnson ve ark., 1992; Ortaş ve ark., 1998). Çok sayıdaki çalışmalar mikorizal fungus spor çeşitlerinin topraklardaki oluşumunda toprak pH'sının önemli bir faktör olduğunu bildirmişlerdir. *Glomus*'un alkaline topraklarda yaygın olarak bulunduğunu, *Entophospora colombiana* ve *Acaulospora* cinsi sporların ise asit topraklarda daha bol olduğunu bildirmişlerdir (Zhang ve ark. 1998; Gai ve Liu 2003).

Ayrıca araştırmaya konu olan toprakların pH'larının genellikle 7'nin üzerinde olması, bu topraklardan izole edilen sporların *Glomus* türlerine ait mikorizal fungus sporları olabileceğini göstermektedir. Abbot ve Robson

(1991), Brundrett (1991) ve Rathore ve Singh (2004)'te benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Yapılan birçok çalışma sonucunda toprak tuzluluğu ile toprakların spor sayısı arasında genellikle negatif bir ilişki olduğu, tuzluluğun mikorizal spor kolonizasyonu ve spor çimlenmesini engellediğini bildirilmiştir (Chong ve Darrell, 1984; Tian ve ark. 2004; Gildon ve Tinker, 1983). Ancak bu çalışmada fungus sporlarının elde edildiği toprak serilerinin EC değerleri tarımsal üretimi kısıtlayan bir faktör olmamasından dolayı (sırasıyla Alibey-Çumra ve Alemdar serileri 368.70-462-518 $\mu\text{S cm}^{-1}$) EC'nin spor sayısı üzerindeki olumsuz etkisinden bahsetmek doğru değildir.

Organik madde de arbusküler mikorizal fungus sporlarının oluşumunu etkilemektedir. Araştırmaya konu olan toprakların organik madde düzeyleri % 1.36-1.71-2.21 arasında değişmekte olup (sırasıyla Alibey-Çumra ve Alemdar serileri) en yüksek spor sayısının (132.81 adet spor 10 gram⁻¹ FKT) Alemdar Serisi'nde elde edilmiş olması araştırmaya konu olan toprak serilerindeki arbusküler mikorizal fungus sporlarının organik madde artışına bağlı olarak artmış olabileceğini göstermiştir. Nitekim bazı spor türlerinin organik madde artışına bağlı olarak artarken, bazı türlerin ise organik madde seviyesinin % 1.5'un altında olduğu zaman daha fazla olduğu belirlenmiştir (Gai ve ark. 2006).

Araştırma topraklarının kireç içerikleri genellikle kireçli ve yüksek'tir (sırasıyla Alibey-Çumra ve Alemdar serileri % 8.01-20.60-20.35). Kireç içeriği daha yüksek olan Çumra ve Alemdar Serilerinde daha yüksek arbusküler mikorizal fungus spor sayısı elde edilmiştir. Genellikle yapılan çalışmalarda kireç içeriği ile spor sayısı arasında pozitif ve önemli ilişkiler belirlenmiş olup topraklara kireç uygulamaları sonucunda spor üretiminin önemli oranda arttığı tespit edilmiştir (Siqueira ve ark. 1990).

Arbusküler mikorizal fungus spor oluşumu ve dağılımını toprağın fiziksel özellikleri de etkilemektedir (Rathore ve Singh, 2004). Toprak bünyesi mikorizal fungus spor sayısını etkileyen en önemli faktörlerdendir (Sinegani ve ark. 2004). Hafif bünyeli topraklarda, ağır bünyeli topraklara oranla daha fazla mikorizal kök kolonizasyonu olmaktadır. Çünkü; kumlu topraklar genellikle daha fazla gözeneğe sahip, daha kuru, sıcak ve havadardır ayrıca daha az besin element kapasitesine sahiptir. Bu şartlar topraklardaki potansiyel arbusküler mikorizal fungus sporlarının köke girişini aktive etmede hem doğrudan hem de dolaylı bir etkiye sahiptir (Sylvia ve Williams, 1992). Ancak; bu koşulları taşımayan killi tekstüre sahip topraklarda ise toprakta ağır kilin etkisi ile sporlar köke kumlu topraklardakine oranla daha yavaş infekte olabilmekte, ya da olamamaktadır. Bu durumda örnekleme yapılan dönem itibari ile killi tekstüre sahip toprakta mevcut arbusküler mikorizal fungus sporlarının sayısı daha fazla gibi görünebilir. Ancak sporların topraktaki sayısından ziyade köke giren aktif spor oranı bitki açısından önemli olduğundan, topraktaki yoğunluk çok fazla bir önem arz etmeye bilir. Nitekim, araştırma alanındaki Alibey serisinin örnekleme yapılan topraklarının tekstür sınıfı "killi tın", Çumra ve Alemdar serilerine ait örneklenen toprakların tekstür sınıfı ise "killi" çıkmış olmasına rağmen en yüksek spor sayısının "killi" tekstüre sahip Alemdar serisi topraklarında elde edilmiş olması da bu görüşü doğrular niteliktedir.

Toprakların makro ve mikro besin element kapsamı da, topraktaki arbusküler mikorizal fungus spor oluşum ve dağılımı üzerine etkide bulunmaktadır. Ancak toprakların besin element kapsamı ve bunların elverişlilik durumlarına topraktaki bir çok fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörün gerek ayrı ayrı gerekse bir arada

kompleks bir şekilde etkisi görülmektedir. Ancak, özellikle toprakların fosfor konsantrasyonu mikorizal fungus sporlarının köke infekte olma oranları üzerinde son derece etkilidir. Bitki türlerinin ihtiyacına göre değişmekle birlikte, fosfor belirli bir düzeye kadar kök infeksiyonu artmaktadır. Genellikle toprakların yarayışlı fosfor içeriği 20 mg kg⁻¹'a kadar mikorizal infeksiyon oranını olumsuz etkilememektedir. Ancak, sonradan ilave edilen her fosfor miktarı bitkinin mikoriza ile olan infeksiyonunu azaltmaktadır. Çünkü toprakların fosfor düzeyi yüksek olduğu zaman, mikorizal fungus aktivitesi azalmaktadır (Jensen ve Jacobsen, 1980; Tinker, 1980; Ebers ve ark. 1987; Kitt ve ark., 1988; Kahiluoto ve ark. 2001; Sinegani ve ark. 2004). Araştırma topraklarına ait yarayışlı fosfor değerleri birbirine oldukça yakın olup (sırasıyla Alibey-Çumra ve Alemdar serileri 12.64-18.96-16.52 mg kg⁻¹) topraklardaki arbusküler mikorizal fungus sporlarının sayı ve aktivitece az ya da çok olması üzerinde fosforun doğrudan etkisi değil diğer fiziksel, kimyasal ve biyolojik koşulların etkinlikleri ile birleşerek doğrudan bir etki gösterdiğini söyleyebiliriz. Genellikle elverişli besin element kapsamı bitki gelişimini kısıtlayıcı bir faktördür. Besin elementlerinin elverişlilikleri ne kadar düşükse; bitkilerin arbusküler mikorizal funguslarla olan ortak yaşama olan talepleri o nispette artar (Siqueira ve Saggin Júnior, 1995). Çünkü, bu şartlar altında bitki kökünün içinde arbusküler mikorizal fungi, dışında ise external (dış) hifler daha geniş bir ölçüde desteklenerek gelişme gösterir (Sanders ve ark. 1977).

Kısaca, arbusküler mikorizal fungus sporlarının toprakta bulunuşu, bitki kökleri içindeki oluşumu ve aktivitesi toprak verimliliği tarafından önemli ölçüde etkilenmektedir. Bu etkilerin, üzerinde çalışılan topraklar açısından irdelenerek, olumsuz çevre koşullarına karşı hangi tür sporların hangi koşullarda kullanımlarının uygun olduğunun belirlenmesi tarımsal üretimde toprak yönetimi açısından göz ardı edilmemelidir.

Sonuç olarak; Konya, Çumra Ovası'na ait 3 farklı toprak serisinde yapılan arbusküler mikorizal fungus sporlarının dağılımları ile toprak serileri arasında büyük bir farklılık göstermemiştir. Ancak, seriler içinde örnekleme yapılan parseller arasındaki spor dağılımı oldukça değişken olmuştur. Çünkü arbusküler mikorizal fungus sporlarının topraktaki dağılımı üzerinde birçok faktör etkilidir. Bu faktörler toprağın kendi özellikleri ile ilgili olabildiği gibi, toprağa uygulanan her türlü tarımsal müdahale ve ayrıca bitkinin kendi yapısından kaynaklanan birçok parametrede bu farklılık üzerinde etken olabilir. Yani; toprağa uygulanan gübreler, gübrenin toprağa dağılımının homojen olup olmaması, uygulanan diğer tüm kimyasallar, sulama yöntemleri, işleme yöntemleri, ekilen bitki çeşidi vb. birçok etmen ve bunların toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile bağlantılı olarak gösterdiği her türlü etkileşim gerek arbusküler mikorizal fungus sporları gerekse toprak kökenli diğer organizmaların dağılım ve aktivitesi üzerinde önemli rol oynarlar. Bunun yanı sıra, dağılım üzerinde rol oynayan faktörlerin mevsimlere bağlı olarak hem konukçu, hem

de mikorizal spor üzerindeki etki derecesi değişkenlik gösterebilir.

O nedenle mikro ya da makro her hangi bir canlı ile ilgili yapılan çalışmada, özellikle de çalışma mikro seviyedeki canlıları içeriyorsa elde edilen rakamlar üzerinde tek bir yargıya varılması doğru olmaz. Mikorizal spor sayımlarını da bu bağlamda düşündüğümüzde elde ettiğimiz rakamların tek bir faktöre bağlanarak açıklanması doğru değildir.

Çalışmalardan elde edilen rakamların doğru yorumlanması ve bu sayede doğru sonuç elde edilmesi için; gerek mikorizal fungus sporlarının, gerekse ortak yaşam birlikteliği kurdukları bitkilerin kendi yapısal özellik ve çevre isteklerinin ve bu canlıları bünyesinde tutan toprağın yapısı ile ona uygulanan tarımsal metotların olumlu ya da olumsuz etkilerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Ayrıca, bilinçli bir tarım sisteminde toprak örneklerinin besin element kapsamının belirlenmesinin ve buna uygun bir gübreleme planının yapılmasının yanı sıra, mikorizal fungus gibi gübre ve su girdisini azaltabilecek toprak mikroorganizmaların sayı ve aktiviteleri belirlenerek, tarımsal sürdürülebilirlik üzerine bir katkı sağlanabilir.

4. Teşekkür

Yapılan bu çalışmada kullanılan toprak örneklerine ait bilgi ve rakamsal veriler TÜBİTAK-TOVAG tarafından (1001) desteklenen 112O314 numaralı (2013) ve “Çumra Ovasında Önemli ve Yaygın Üç Toprak Serisinin Toprak Kalite İndislerinin Belirlenmesi” isimli devam eden çalışmadan alınmıştır. Bu çalışma 2. Uluslararası Katılımlı Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu (16-18 Eylül 2014-Konya)’nda oral bildiri olarak sunulmuştur.

5. Kaynaklar

Abbott LK, Robson AD (1991). Factors influencing the occurrence of vesicular- arbuscular mycorrhizas. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 35: 121-150.

Al-Karaki GN, 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: 83-88.

Al-Karaki GN, Clark RB (1998). Growth, mineral acquisition, and water use by mycorrhizal wheat grown under water stress. *Journal Plant Nutrition* 21: 263-276.

Allen MF, Boosalis MG (1983). Effects of two VA mycorrhizal fungi on drought tolerance of winter wheat. *New Phytologist* 93: 67-76.

Anonymous (2006). <http://www.springerlink.com/content/r5225v780v31144n/>

Auge RM, Schekel KA, Wample RL (1987a). Rose leaf elasticity changes in response to mycorrhizal colonization and drought acclimation. *Physiologia Plantarum* 70(2): 175-182.

Auge RM, Schekel KA, Wample RL (1987b). Leaf water and carbohydrate status of VA mycorrhizal rose exposed to drought stress. *Plant Soil* 99(2-3): 291-302.

Brundrett MC (1991). Mycorrhizas in natural ecosystems. In: Macfayden A, Begon M & Fitter AH (eds) *Advances in Ecological Research*, Vol. 21. Academic Press, London. pp. 171-313.

Chaurasia B, Pandey A, Palni LMS (2005). Distribution, colonization and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi associated with central himalayan rhododendrons. *Forest Ecology and Management* 207(3): 315-324.

Chong-Kyun K, Darrell JW (1984). Distribution of VA mycorrhiza on halophytes on inland salt playas. *Plant and Soil* 83(2): 207-214.

Davies FT, Potter JR, Linderman RG (1992). Mycorrhiza and repeated drought exposure affect drought resistance and extraradical hyphae development of pepper independent of plant size and nutrient content. *Journal of Plant Physiology* 139(3): 289-294.

De Meester T Ed. (1970a). *Soil Map of the Great Konya Basin, Turkey*. Agricultural University, Wageningen.

De Meester T Ed. (1970b). *Soils of the Great Konya Basin, Turkey*. Agric. Res. Rep. 740. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, Netherlands, 290 pp.

De Meester T Ed. (1971). Highly calcareous lacustrine soils in the great Konya Basin, Turkey. Agric. Res. Rep. 752, *Centre for Agricultural Publishing and Documentation*, Wageningen, 169 pp.

DMİ (2004). Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Çumra Rasat Parkı Kayıtları, Konya.

Dowding ES (1959). Ecology of Endogone. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 42: 449-51.

DSİ (2006). Devlet Su İşleri Konya Bölge Müdürlüğü. Yıllık İzleme ve Değerlendirme Raporu, Konya.

Ebbers BE, Anderson, RC, Liberta AE 1987. Aspects of the mycorrhizal ecology of prairie dropseed, *Sporobolus heterolepis* (Poaceae). *American Journal of Botany* 74: 564-573.

Ellis JR, Larssen HJ, Boosalis MG (1985). Drought resistance of wheat plants inoculated with VAM. *Plant Soil* 86(3): 369-378.

Faber BA, Zasoski RJ, Burau RG, Uriu K (1990). Zinc uptake by corn as affected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. *Plant and Soil* 129(2): 121-130.

Gai JP, Liu RJ (2003). Effect of soil factors on AMF in the rhizosphere of wild plants. *Chinese Journal of Applied Ecology* 14: 470-472.

- Gai JP, Feng G, Cai XB, Christie P, Li XL (2006). A preliminary survey of the arbuscular mycorrhizal status of grassland plants in southern Tibet. *Mycorrhiza*. 16(3): 191-196.
- 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.
- Gerdeman JW (1968). Vesicular-arbuscular mycorrhizae and plant growth. *Annu Rev Phytopathol* 6: 397-418.
- Gildon A, Tinker PB (1983). Interactions of vesicular-arbuscular mycorrhizal infections and heavy metals in plants. II. The effects of infection on uptake of copper. *New Phytologist* 95: 263-268.
- Gök M (1995). GAP Bölgesindeki Bazı Toprakların Mikorizal Potansiyelleri. *Ç. Ü. Zir. Fak. Toprak Böl. Toprak ve Çevre Sempozyumu*, Cilt II, Yayın No:7, ANKARA.
- Gök M, Ortaş İ, Çakmak İ, İbrikçi H, Gür K, Torun B, Onaç I, Coşkan, A (1997). GAP, Çukurova ve orta anadolu topraklarında mikorizal potansiyel, etkinlik dereceleri ve bazı mikoriza izolatlarının bitki gelişimi ve Besin Elementleri Alımına Etkisi konulu TÜBİTAK-TOGTAG projesi kesin Raporu. *Proje No: TÜBİTAK-TOGTAG/1277*. Kasım 1997. Adana.
- Gür K (1974). Studies on Distribution and Activities of Vesicular- Arbuscular Mycorrhiza (Master of Agriculture Science Thesis). *Department of Soil Science, University of Reading, England*.
- Gür K (1992). Vesiküler-Arbusküler mikorizanın Erzurum yöresi topraklarındaki dağılımı üzerine bir araştırma. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 3(2): 127-142.
- Hayman DS, Stovold GE (1979). Spore population and infectivity of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in New South Wales. *Australian Journal of Botany* 27: 227-233.
- Jalaluddin M, Hamid M, Muhammad SE (2008). Selection and application of a VAM-fungus for promoting growth and resistance to charcoal rot disease of sunflower var. Helico-250. *Pakistan Journal of Botany* 40(3): 1313-1318.
- Jensen A, Jakobsen I (1980). The occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhiza in barley and wheat grown in some Danish soils with different fertilizer treatments. *Plant and Soil* 55: 403-414.
- Johnson NC, Copeland PJ, Crookston RK, Pflieger FL (1992). Mycorrhizae: Possible explanation for yield decline with continuous corn and soybean. *Agronomy Journal* 84: 387-390.
- Kahiluoto H, Ketoja E, Vestberg M, Saarela I (2001). "Promotion of AM utilization through reduced P fertilization 2. Field studies. *Plant Soil* 23(1): 65-79.
- Karaarslan E, Uyanöz R (2008). Konya Ovası'ndaki Büyük Toprak Gruplarından İzole Edilen Arbusküler Mikoriza (A.M.) Sporlarının Büyüklüklerine Göre Dağılımı, İnfeksiyon Etkinlikleri ve Toprağın Bazı Özellikleri İle Arasındaki İlişkiler. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22 (45): (2008) 21-28.
- Kitt DG, Daniels BAH, Wilson GWT (1988). Relationship of soil fertility to suppression of the growth response of mycorrhizal big bluestem in non-sterile soil. *New Phytologist* 109: 473-481.
- Menge JA, Johnson ELV (1987). Partial substitution of mycorrhizal fungi for phosphorus fertilization in the greenhouse culture of citrus. *Soil Science Society of America Journal* 42: 926-930.
- Nicolson TH 1967. Vesicular-arbuscular mycorrhiza universal plant symbiosis. *Science Progress, Oxford* 55: 561-581.
- Ortaş İ, Ergün B, Ortakçı D, Ercan S, Köse Ö (1998). Mikoriza Sporlarının Üretim Tekniği ve Tarımda Kullanım Olanakları. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23 (1999) Ek Sayı 4: 959-968.
- Ortega-Larrocea P (2001). Arbuscular pollution impact, orchid mycorrhiza. Ph.D. *Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Geología*, May 17 2001, Mexico.
- Rathore VP, Singh HP (2004). Quantification and correlation of vesicular-arbuscular mycorrhizal propagules with soil properties of some mollisols of northern India. *Mycorrhiza* 5(3): 201-203.
- Ruiz-Lozano, JM, Azcon R, Gomez M (1995). Effects of arbuscular mycorrhizal Glomus species on drought tolerance: physiological and nutritional plant responses. *Applied and environmental microbiology* 61: 456-460.
- Sanders FE, Tinker PB, Black RLB, Palmerley SM (1977). The development of endomycorrhizal root systems. I. Spread of infection and growth-promoting effects with four species of vesicular-arbuscular endophyte. *New Phytologist* 78: 553-559.
- 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.
- Sinegani AA, Safari AA, Mahboobi FN (2004). The Effect of Agricultural Practices on the Spatial Variability of Arbuscular Mycorrhiza Spores. *Turkish journal of biology* 29: 149-153.
- Siqueira JO, Rocha Jr., WF, Oliveira E, Colozzi-Filho A (1990). The relationship between vesicular- arbuscular mycorrhiza and lime: Associated effects on the growth and nutrition of Brachiaria grass (*Brachiaria decumbens*). *Biology and Fertility of Soils* 10: 65-71.
- Siqueira, JO, Saggin-Júnior OJ (1995). The importance of mycorrhizal association in natural low-fertility soils. Pp. 240-280. In: *Anais do Simpósio Internacional sobre Estresse Ambiental. Belo Horizonte 1992: EMBRAPA/CNPMS, Sete Lagoas*.

- Stutz, JC, Copeman R, Martin CA, Morton JB (2000). Patterns of species composition and distribution of arbuscular mycorrhizal fungi in arid regions of southwestern North America and Namibia, Africa. *Canadian Journal of Botany* 78: 237-245.
- Sylvia, DM, Hammond LC, Bennett JM, Haas JH, Linda SB 1993. Field response of maize to a VAM fungus and water management. *Agronomy Journal* 85: 193-198.
- Sylvia DM, Williams SE (1992). Vesicular-arbuscular mycorrhizae and environmental stress. Pp.101-124. In:G.J. Bethlenfalvay & R.G. Linderman (eds.). *Mycorrhizae in sustainable agriculture*, Madison, ASA SpecialPublication.
- Şeker, C, Karakaplan S (1999). Konya Ovasında Toprak Özellikleri ile Kırılma Değerleri Arasındaki İlişkiler. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23: 183-190.
- Tian CY, Feng, G, Li XL, Zhang FS (2004). Different effects of arbuscular mycorrhizal fungal isolates from saline or non-saline soil on salinity tolerance of plants. *Applied Soil Ecology* 26: 143-148.
- Tinker PB (1980). Role of rhizosphere microorganisms in phosphorus uptake by plants. *In the Role of Phosphorus in Agriculture* (Eds. Khasaweneh, F.E. et. al.) ASA-CSSA-SSSA, Madision, USA.
- Uyanöz R, Karaarslan E, Çetin Ü, Gür K (2006). Determination of Activities of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal (VAM) Spores Isolated from Major Soil Groups Konya Plain. *18th International Soil Meeting (ISM) on "Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology"* May 22-26, Şanlıurfa-Turkey, p: 381-388, ISBN 975-96629-3-0.
- Young CC, Juang TC, Chao CC (1988). Effect of Rhizobium and VA mycorrhiza inoculation on nodulation, symbiotic nitrogen fixation and soybean yield in subtropicaltropical fields. *Biology and fertility of soils* 6: 165-169.
- Zhang MQ, Wang YS, Xing LJ (1998). The ecological distribution of AM fungal communities in the south and east coasts of China. *Mycosystema* 17: 274-277.