

Van ve Çevresinde *Gramineae* Familyası Bitkilerinde Arbusküler Mikorhizaların Belirlenmesi⁽¹⁾

Semra DEMİR⁽²⁾

İlhan KAYA⁽²⁾

Orçun Burak ŞAVUR⁽²⁾

O. Umut ÖZKAN⁽²⁾

Öz: Bu çalışmada Van ve çevresinde bulunan *Gramineae* alanlarında AM funguslarının tespit edilmesi ve bu mikroorganizmaların *Gramineae* familyasına ait bitkilerdeki kolonizasyon oranlarının ortaya konması amaçlanmıştır. Fungal simbiyotları elde etmek amacıyla 2005 yılında Haziran-Temmuz aylarında *Gramineae* familyasına ait bitkilerin yoğunlukta bulunduğu toplam 24 lokasyonda 82 adet *Gramineae* bitkisine ait rizosfer bölgesinden toprak örneği alınmıştır. Örnekleme alanlarında yapılan surveyler sonucunda *Triticum aestivum* L., %43.9 ile en yoğun tür olarak belirlenirken; bunu sırasıyla *Secale cereale* L. (% 6.09), *Bromus tectorum* L. (% 6.09), *Lolium temulentum* L. (% 4.87), *Aegilops caudata* Link. (% 3.65), *Aegilops* sp. (% 3.65) *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (% 3.65), *Phragmites communis* Trin. (% 3.65), *Agropyron cristatum* L. (% 3.65), *Taeniatherum caput-medusa* subsp. *crinita* L. (% 2.43), *Aegilops truincialis* L. (% 2.43), *Phalaris* sp. (% 2.43), *Hordeum* sp. (% 2.43), *Avena fatua* L. (% 1.21), *Alopecurus arundinaceus* Poir (% 1.21), *Aegilops geniculata* Roth. (% 1.21), *Setaria viridis* (L.) P.B. (% 1.21), *Poa* sp. (% 1.21), *Poa bulbosa* L. (% 1.21), *Phleum* sp. (% 1.21), *Hordeum bulbosum* L. (% 1.21) ve *Hordeum vialaceum* L. (% 1.21) takip etmiştir. Bu bitkilerin de yaklaşık %55'inin arbusküler-mikorhizal funguslar tarafından değişen oranlarda (%4.16 -%47.5) kolonize olduğu ve simbiyotik yaşam ilişkisi kurabildiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Gramineae* familyası, Arbusküler - Mikorhizal Fungus (AMF), kolonizasyon

Determination of Arbuscular-Mycorrhizal Fungus (AMF) from the Plants Belonging to *Gramineae* Family in Van Province

Abstract: In this study, it is aimed to detect AM fungi and colonization rates of these fungi in plants belong to *Gramineae* family in Van and it's district. Eighty two soil samples were taken from rhizosphere area of plants belonging to *Gramineae* family 24 location which intensive present area in June and July 2005. At the end of the surveys in sampling area, *Triticum aestivum* L. was the most intensive species with it's 43.9 % density ratio which followed by *Secale cereale* L. (6.09 %), *Bromus tectorum* L. (6.09 %), *Lolium temulentum* L. (4.87 %), *Aegilops caudata* Link. (3.65 %) *Aegilops* sp. (3.65 %) *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (3.65 %), *Phragmites communis* Trin. (3.65 %), *Agropyron cristatum* L. (3.65 %), *Taeniatherum caput-medusa* subsp. *crinita* L. (2.43 %), *Aegilops truincialis* L. (2.43 %), *Phalaris* sp. (2.43 %), *Hordeum* sp. (2.43 %), *Avena fatua* L. (1.21 %), *Alopecurus arundinoceus* Poir (1.21 %), *Aegilops geniculata* Roth. (1.21 %), *Setaria viridis* (L.) P.B. (1.21 %), *Poa* sp. (1.21 %), *Poa bulbosa* L. (1.21 %), *Phleum* sp. (1.21 %), *Hordeum bulbosum* L. (1.21 %) and *Hordeum vialaceum* L. (1.21 %). It was determined that %55 these plants colonized by variable range (4.16%-47.5%) of arbuscular-mycorrhizal fungi and established symbiotic relationship.

Key words: *Gramineae* family, Arbuscular-Mycorrhizal Fungus (AMF), colonization

Giriş

Topraktaki mikroorganizmalar ile bitkiler arasındaki simbiyotik yaşam biçimleri içinde en ilginç olanlardan biri, bitki kökleri ile bazı toprak fungusları arasında kurulan ve "mikorhiza" olarak adlandırılan ortak yaşamdır. Mikorhiza araştırmaları, bitkiye sağladığı katkıların önemi açısından, özellikle endomikorhizal yaşam şekilleri içinde yer alan Arbusküler Mikorhiza (AM) oluşumuna odaklanmıştır. AM, bitki gelişimini, özellikle bitki besin maddelerinin yoğunluklarının kritik seviyelerde olduğu marjinal topraklarda ve koşullarda teşvik etmektedir (Smith ve Read, 1997). AM fungusları, bitkiye besin alımını artırmanın yanı sıra, bitkinin bazı kök patojenlerine, tuzlu ve kurak koşullara, ağır metal toksisitesine ve sıcaklık stresine karşı dayanıklılığını artırmakta, bitkinin, büyümeyi teşvik edici

maddeler (hormonlar) salgılamasını sağlamaktadırlar. Ayrıca, bazı mikorhizal funguslar miselleri ile toprak agregatlarını bir yumak şeklinde sararak, toprak strüktürünün daha iyi oluşmasına katkıda bulunmakta ve toprak erozyonundan dolayı olan kayıpları da engellemektedirler (Tisdall, 1994; Strack ve ark., 2003).

Bitki ekolojisinde temel amaç, bitki populasyonlarının yapısını (bitki türlerinin farklılığı, bölgesel dağılım ve yoğunluğu) ortaya koyacak belirteçleri saptamaktır. Bitki-toprak, bitki-bitki, bitki-klimatik koşullar, bitki-herbivor, bitki-patojen ve bitki-simbiyot arasındaki interaksyonlar, bitkilerin populasyon yapısını belirleyen önemli determinantlar olarak kabul edilmektedir (Van der Heijden ve ark., 1998). Dünya üzerinde bilinen karasal bitkilerin

⁽¹⁾ Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen TOGTAĞ 3367 no'lu projenin bir kısmını içermektedir.

⁽²⁾ **Yazışma Adresi:** Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 65080, VAN, semrademir@yyu.edu.tr

%80'i AM funguslar ile simbiyotik bir yaşam sürdürmekte ve topraktaki AM funguslarının potansiyeli, toprak kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir (Abbott ve Robson, 1991; Brundrett, 1991; Janos, 2007). Ancak bu fungal simbiyotların konukçu bitki üzerindeki etkileri bitkiden bitkiye değişmekte ve farklı bitki toplulukları da AM funguslarının popülasyonunu etkilemektedir (Kjøller ve Rosendahl, 2000; Duhoux ve ark., 2001). Dolayısıyla farklı bitkilerin mikorhizal yaşama bağlılıklarının bitkilerin popülasyon yapısı ve dinamiğini birinci derecede etkilediği göz önünde tutularak, farklı bitki familyaları ve aynı familya içinde farklı bitki türlerinde AM oluşumunun belirlenmesinin, teşhislerinin yapılmasının ve bu türlerin farklılığı veya benzerliğinin ortaya konmasının, gerek doğal ve gerekse tarımsal ekosistemlerde bitki gelişimini artırmak açısından yararlı olacağı belirtilmiştir (Clapp ve ark., 1995; Gollette ve ark., 2003).

Bu çalışma ile Van ve çevresinde tarımsal uygulamaların (ilaçlama, gübreleme, hormon kullanımı v.s.) çok yaygın olmadığı ve dolayısıyla kimyasal madde girdisinin çok az olduğu ekili ve doğal *Gramineae* alanlarında AM funguslarının tespit edilmesi bu mikroorganizmalar ile *Gramineae* familyasına ait bitkiler arasındaki kolonizasyon yoğunluğunun ortaya konması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Fungal simbiyotları elde etmek amacıyla 2005 yılında Haziran-Temmuz aylarında *Gramineae* familyasına ait bitkilerin yoğunlukta bulunduğu Van Merkez, Edremit, Gevaş, Erciş, Özalp, Gürpınar, Muradiye ve Saray ilçelerini kapsayacak şekilde, bir survey çalışması yapılmış ve *Gramineae* familyasına ait bitkilerin yetiştirildiği alanlardan, yaklaşık 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinin alımı sırasında örneğin alındığı *Gramineae* familyasına ait türler Bitki Koruma Bölümü Herboloji laboratuvarında teşhis edilmiş, Fen Edebiyat Fakültesi Botanik Bölümünde bulunan uzman kişilere teyit ettirilmiştir. Surveyler sırasında GPS aleti yardımıyla toprak örneklerinin alındığı bölgenin koordinatları da belirlenmiştir. Polietilen torbalara konan toprak örnekleri Bitki Koruma Bölümü'nün serasında kurutulularak, 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve tuzak bitki tohum ekimleri yapılmaya kadar kuru koşullarda muhafaza edilmişlerdir. Fungal simbiyotun topraktan izolasyonunda tuzak bitki olarak mısır bitkisi (*Zea mays*) kullanılmış ve mısır tohumları Y.Y.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden elde edilmiştir. Mısır tohumları 30 dakika süre ile, Procholaraz solüsyonu içinde (Leopold, 1990) bekletilmiş daha sonra steril destile su ile

yıkamışlardır. Ayrıca, izolasyon çalışmalarında kullanılan saksılar %10'luk formalinli sudan geçirilerek dezenfekte edilmişlerdir. Kurutulan ve elenen toprak örnekleri, otoklavlanarak sterilize edilmiş steril dişli dere kumu ile 1:1 oranında karıştırılarak seyreltilmiş, seyreltilen izolasyon toprakları; 1 kg'lık saksılara doldurulduktan 1 gün sonra da mısır tohumları ekilmiştir. Bitkiler 10 haftalık süre boyunca Bitki Koruma Bölümüne ait seralarda (23.5/18 °C gece/gündüz, 4000-6000 lux ışık şideti) muhafaza edilmiş ve bu periyot süresince de destile su ile sulanmışlardır. Deneme süresi sonunda hasat edilen bitkilerin köklerinde fiksasyon ve boyama işlemleri yapılmıştır (Phillips ve Hayman, 1970). Boyalı köklerdeki AM funguslarının kolonizasyon %'sini saptamak üzere de *Grid-Line Intersect* Metodu kullanılmıştır (Giovanetti ve Mosseae, 1980).

Bulgular

Survey sonuçları

AM fungal simbiyot'unu elde etmek amacıyla *Gramineae* familyasına ait bitkilerin yoğunlukta bulunduğu bölgelerde (Van Merkez, Edremit, Gevaş, Erciş, Özalp, Gürpınar, Muradiye ve Saray ilçeleri) yapılan surveylerde toprak örneklerinin alındığı lokasyonlar, rizosfer bölgesinden örnek alınan bitkiler, örneğin alındığı yükseklik ve GPS değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'den görüleceği üzere toplam 24 lokasyonda bulunan birbirinden farklı 23 tür ve toplam 82 adet *Graminae* bitkisine ait rizosfer bölgesinden toprak örneği alınmıştır. GPS aletiyle yapılan ölçümlerde örnekleme alanlarının 1660 (Erciş) – 2278 (Çatak) m arasında değişen yüksekliklerde (rakımlarda) bulunduğu tespit edilmiştir. Surveyler sonucunda rizosfer bölgesinden toprak örneği alınan *Graminae* familyasına ait bitkilerin 36 adedinin *Triticum aestivum* L., 5'er adedinin *Secale cereale* L. ve *Bromus tectorum* L., 4 adedinin *Lolium temulentum* L., 3'er adedinin *Aegilops caudata* Link, *Aegilops* sp., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Phragmites communis* Trin. ve *Agropyron cristatum* L., 2'ser adedinin *Taeniatheum caput-medusa* subsp. *crinita* L., *Aegilops triuncialis* L., *Phalaris* sp. ve *Hordeum* sp. 1'er adedinin de *Avena fatua* L., *Alopecurus arundinoceus* Poir., *Aegilops geniculata* L., *Setaria viridis* (L.) P.B., *Poa* sp., *Poa bulbosa* L., *Phleum* sp., *Hordeum bulbosum* L. ve *Hordeum vialaceum* L.'un oluşturduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Görüldüğü üzere surveyler sonucunda rizosfer bölgesi toprak örneği alınan bitkilerin %44'ünü *T. aestivum* (buğday), %12'sini *S. cereale* (çavdar), ve *B. tectorum* (dam bromu), %5'ini *L. temulentum* (*delice*), %39'unu ise diğer *Graminae* familyası bitkileri oluşturmuştur.

Çizelge 1. Van ve çevresinde *Gramineae* familyasına ait bitki türleri, GPS değerleri, yükseklikler ve lokasyonlar
Table 1. Plant species belonging to *Gramineae* family, GPS values, altitudes, locations in Van and it's districts

Bitki /Plant	GPS Değeri/GPS Value	Yükseklik (m)/Altitude (m)	Lokasyon/Location
<i>Triticum aestivum</i> L.	038.17.559E 052.35.339N	1691	Gevaş - İnköyü
<i>Avena fatua</i> L.	031.21.040E 052.52.892N	1690	Gevaş
<i>Alopecurus arundinoceus</i> Poir.	38.49.265E 052.30.900N	2257	Çatak - Yapıncak Köyü
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	038.17566E 052.35.341N	1691	Gevaş - Uysal
<i>Triticum aestivum</i> L.	038.21.040E 052.35.479N	1663	Gevaş
<i>Triticum aestivum</i> L.	038.37.304E 052.61.599N	1710	Edremit
<i>Bromus tectorum</i> L.	038.37.598E 052.62.072N	1700	Edremit
<i>Taeniathum caput-medusa</i> subsp. <i>crinita</i> L.	038.37.598E 052.62.072N	1700	Edremit
<i>Aegilops geniculata</i> Roth.	037,38,598E 05262,072N	1700	Edremit
<i>Setaria viridis</i> (L.) P.B.	038,37,304e 052,61,599N	1710	Edremit
<i>Lolium temulentum</i> L.	038,37,598E 052,62,072N	1700	Edremit
<i>Aegilops triuncialis</i> L.	038,26,535E 052,80,762N	1672	YYÜ - Kampüs
<i>Phragmites communis</i> Trin.	038,26,535E 052,80,762N	1672	YYÜ - Kampüs
<i>Poa bulbosa</i> L.	038,26,535E 052,80,762N	1672	YYÜ - Kampüs
<i>Poa</i> sp.	038,26,535E 052,80,762N	1672	YYÜ - Kampüs
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	038,26,535E 052,80,762N	1672	YYÜ - Kampüs
<i>Phalaris</i> sp.	038,26,535E 052,80,762N	1672	YYÜ - Kampüs
<i>Hordeum</i> sp.	038,26,535E 052,80,762N	1672	YYÜ - Kampüs
<i>Phragmites communis</i> Trin.	038,26,535E 052,80,762N	1672	YYÜ - Kampüs
<i>Aegilops caudata</i> Link.	038,26,535E 052,80,762N	1672	YYÜ - Kampüs
<i>Aegilops</i> sp.	038,37,485E 043,36,566N	1841	Erçek
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,35,501E 043,31,318N	1841	Özalp – Ova Köyü
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,58,392E 43,46,152N	1859	Erçek
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,37485E 43,36,566N	1841	Erçek
<i>Secale cereale</i> L.	38,58,392E 43,46,152 N	1859	Erçek
<i>Secale cereale</i> L.	38,40,360E 53,57,406N	1738	Muradiye
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,17,906E 52,84,218N	1715	Merkez-Molla Kasım Köyü
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,17,845E 52,89,345N	1737	Merkez-Alaköy
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,40,361E 53,44,751N	1667	Muradiye
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,34,221E 53,43,025N	1660	Erciş
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,24,261E 53,40,383N	1672	Erciş
<i>Bromus tectorum</i> L.	38,52,335E 52,54,978N	1747	Gürpınar

Çizelge 1. Van ve çevresinde *Gramineae* familyasına ait bitki türleri, GPS değerleri, yükseklikler ve lokasyonlar (devam)
 Table 1. Plant species belonging to *Gramineae* family, GPS values, altitudes, locations in Van and it's districts (to be continued)

Bitki /Plant	GPS Değeri/GPS Value	Yükseklik (m)/Altitude (m)	Lokasyon/Location
<i>Triticum aestivum</i> L.	038,17,566E 52,35,349N	1691	Gevaş
<i>Phragmites communis</i> Trin.	38,56,822E 52,58,638N	1766	Gürpınar
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,52,335E 52,54,978N	1747	Gürpınar
<i>Secale cereale</i> L.	38,54,252E 52,56,236N	1750	Gürpınar
<i>Bromus tectorum</i> L.	38,56,822E 52,58,638N	1766	Gürpınar
<i>Aegilops caudata</i> Link.	38,56,822E 52,58,638N	1766	Gürpınar
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,41,792E 52,49,781N	1725	Çatak
<i>Taeniatheum caput-medusa</i> subsp. <i>crinita</i> L.	38,39,614E 43,00,586N	1971	Özalp
<i>Lolium temulentum</i> L.	38,39,614E 43,00,586N	1971	Özalp
<i>Phalaris</i> sp.	38,39,614E 43,00,586N	1971	Özalp
<i>Phleum</i> spp	38,73,210E 43,50,398N	1920	Özalp
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,39,614E 43,00,586N	1971	Özalp
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,78,895E 53,23,284N	1971	Özalp
<i>Hordeum</i> sp.	38,44,423E 53,51,728N	1689	Merkez
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,34,121E 53,43,027N	1667	Erciş - Ünseli
<i>Aegilops</i> sp.	38,24,154E 52,92,235N	1723	Merkez – Alaköy
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	38,24,367E 53,40,383N	1672	Erciş
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,24,305E 53,10,219N	1706	Erciş
<i>Bromus tectorum</i> L.	38,40,361E 53,44,51N	1667	Muradiye - Dürükaş Köyü
<i>Lolium temulentum</i> L.	38,89,833 E 53,47,946 N	2063	Özalp - Dönerdere
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,89,839E 53,51,182N	2042	Özalp - Dorutay
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,89,833E 53,47,946N	2063	Özalp – Dönerdere
<i>Secale cereale</i> L.	38,89,833E 53,47,946N	2063	Özalp - Dönerdere
<i>Agropyron cristatum</i> L.	39,03,968E 53,36,771N	2098	Saray – Merkez
<i>Agropyron cristatum</i> L.	38,88,606E 53,34,719N	2062	Saray
<i>Triticum aestivum</i> L.	39,01,791E 53,35,366N	2074	Saray
<i>Hordeum vialaceum</i> L.	38,76,325E 53,51,986N	2037	Saray
<i>Agropyron cristatum</i> L.	39,03,968E 53,36,771n	2098	Saray
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,88,606E 53,34,719n	2062	Saray
<i>Triticum aestivum</i> L.	39,03,968E 53,36,771n	2098	Saray
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,40,360E 53,57,406n	1738	Muradiye
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,61,723E 53,47,401n	1703	Muradiye - Yumaklı Köyü

Çizelge 1. Van ve çevresinde Gramineae familyasına ait bitki türleri, GPS değerleri, yükseklikler ve lokasyonlar (devam)
Table 1. Plant species belonging to Gramineae family, GPS values, altitudes, locations in Van and it's districts (to be continued)

Bitki /Plant	GPS Değeri/GPS Value	Yükseklik (m)/Altitude (m)	Lokasyon/Location
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,26,535E 52,80761n	1711	YYÜ - Kampus
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,38,235E 52,48,304n	1716	Gevaş
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,46,711E 52,20,060n	1933	Gevaş
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,47,381 52,55,080	1729	Gürpınar
<i>Aegilops triuncialis</i> L.	38,46,711 52,20,060	1900	Gevaş
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,44,265 52,30,907	2278	Çatak
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,44,233 52,46,889	1803	Çatak
<i>Lolium temulentum</i> L.	38,44,233 52,46,889	1803	Çatak
<i>Hordeum bulbosum</i> L.	38,44,264 52,30,907	2278	Büyük Pınar Köyü
<i>Aegilops caudata</i> Link	38,26,535 52,80762	1672	YYÜ - Kampüs
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,26,535 52,80,762	1672	YYÜ - Kampüs
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,26,535 52,80,762	1672	YYÜ - Kampüs
<i>Aegilops</i> sp.	38,26,535 52,80,762	1672	YYÜ - Kampüs
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,26,535 52,80,762	1672	YYÜ - Kampüs
<i>Secale cereale</i> L.	38,26,535 52,80,762	1672	YYÜ - Kampüs
<i>Bromus tectorum</i> L.	38,52,335E 52,54,978N	1747	Gürpınar
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,37,304E 52,61,595N	1710	Edremit
<i>Triticum aestivum</i> L.	38,34,580E 52,42,820N	1693	Gevaş

AM funguslarının varlığının belirlenmesi

AMF'un varlığının belirlenmesi ve kolonizasyon oranlarının saptanmasında mikorhizal fungusun tuzak bitki köklerinde oluşturduğu fungal yapılar (iç ve dış hifler,

vesikel, arbuskül, kök içi ve kök dışındaki klamidosporeler) göz önünde tutulmuştur. AMF oluşumu saptanan bitkilerde gözlenen mikorhizal fungal yapılara ait genel özellikler ve kolonizasyon oranları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Mikorhizal bitkiler, lokasyonlar, kolonizasyon oranları ve fungal yapılar
Table 2. Mycorrhizal plants, locations, rates of colonization and fungal structures

Bitki No/ Plant Code	Bitki Adı/Plant	Lokasyon/Location	AM Oluşumu/ Formation of AM *	Kolonizasyon (%) /Colonization	Fungal Yapılar / Fungal Structures **
TA1	<i>Triticum aestivum</i>	Gevaş - İnköyü	-	-	--
AF1	<i>Avena fatua</i>	Gevaş	-	-	--
AA1	<i>Alopecurus arundinoceus</i>	Çatak - Yapıncak Köyü	-	-	--
DS1	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Gevaş - Uysal	-	-	--
TA2	<i>Triticum aestivum</i>	Gevaş	+	10	İH, DH
TA3	<i>Triticum aestivum</i>	Edremit	-	-	--
BT1	<i>Bromus tectorum</i>	Edremit	+	5.2	İH
TC1	<i>Taeniatheum caput-medusa</i> subsp. <i>crinita</i>	Edremit	+	35.2	İH, DH, KS, KDS
AG1	<i>Aegilops geniculata</i>	Edremit	-	-	--
SV1	<i>Setaria viridis</i>	Edremit	+	4.16	İH
LT1	<i>Lolium temulentum</i>	Edremit	-	-	--
AT1	<i>Aegilops triuncialis</i>	YYÜ - Kampüs	+	37.2	İH, DH, KDS
PC1	<i>Phragmites communis</i>	YYÜ - Kampüs	+	14.4	İH, DH

*: (+): mikorhizal bitki / mycorrhizal plant, (-): mikorhizal olmayan bitki / nonmycorrhizal plant

** : İH (içsel hif/intraradical hyphae), DH (dışsal hif/extraradical hyphae), KS (kök içinde klamidospore/intraradical spore), KDS (kök dışında klamidospore/extraradical spore), A (arbuskül/arbuscule), V (vesikel/vesicle)

Çizelge 2. Mikorhizal bitkiler, lokasyonlar, kolonizasyon oranları ve fungal yapılar (devam)
 Table 2. Mycorrhizal plants, locations, rates of colonization and fungal structures (to be continued)

Bitki No/ Plant Code	Bitki Adı/Plant	Lokasyon/Location	AM Oluşumu/ Formation of AM *	Kolonizasyon (%) /Colonization	Fungal Yapılar / Fungal Structures **
PB1	<i>Poa bulbosa</i>	YYÜ - Kampüs	+	8.15	İH, DH
P1	<i>Poa</i> sp.	YYÜ - Kampüs	+	8	İH, DH
DS2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	YYÜ - Kampüs	+	17	İH, DH, KS
PH1	<i>Phalaris</i> sp.	YYÜ - Kampüs	+	5.26	DH
H1	<i>Hordeum</i> sp.	YYÜ - Kampüs	+	13.3	İH, DH
PC2	<i>Phragmites communis</i>	YYÜ - Kampüs	-	-	--
AM1	<i>Aegilops makgrafii</i>	YYÜ - Kampüs	-	-	--
A1	<i>Aegilops</i> sp.	Erçek	+	4.54	İH
TA4	<i>Triticum aestivum</i>	Özalp - Ova Köyü	+	26	İH, DH, KS
TA5	<i>Triticum aestivum</i>	Erçek	-	-	--
TA6	<i>Triticum aestivum</i>	Erçek	-	-	--
SC1	<i>Secale cereale</i>	Erçek	-	-	--
SC2	<i>Secale cereale</i>	Muradiye	-	-	--
TA7	<i>Triticum aestivum</i>	Merkez-Molla Kasım Köyü	-	-	--
TA8	<i>Triticum aestivum</i>	Merkez-Alaköy	+	10.5	İH, DH
TA9	<i>Triticum aestivum</i>	Muradiye	+	47.5	İH, DH, KDS
TA10	<i>Triticum aestivum</i>	Erciş	-	-	--
TA11	<i>Triticum aestivum</i>	Erciş	-	-	--
BT2	<i>Bromus tectorum</i>	Gürpınar	+	7.14	İH
TA12	<i>Triticum aestivum</i>	Gevaş	-	-	--
PC3	<i>Phragmites communis</i>	Gürpınar	-	-	--
TA13	<i>Triticum aestivum</i>	Gürpınar	+	11	İH
SC3	<i>Secale cereale</i>	Gürpınar	+	20.12	İH, DH, KSD, KS, A, V
BT3	<i>Bromus tectorum</i>	Gürpınar	+	8.29	İH, DH
AM2	<i>Aegilops makgrafii</i>	Gürpınar	-	-	--
TA14	<i>Triticum aestivum</i>	Çatak	+	4.5	İH, DH
TC2	<i>Taeniathum caput-medusa</i> subsp. <i>crinita</i>	Özalp	-	-	--
LT2	<i>Lolium temulentum</i>	Özalp	-	-	--
PH2	<i>Phalaris</i> sp.	Özalp	+	23.8	İH, DH, KSD, KS, V, A
PHL1	<i>Phleum</i> spp	Özalp	-	-	--
TA15	<i>Triticum aestivum</i>	Özalp	+	5.5	İH
TA16	<i>Triticum aestivum</i>	Özalp	-	-	--
H2	<i>Hordeum</i> sp.	Merkez	+	11.7	HF
TA17	<i>Triticum aestivum</i>	Erciş - Ünseli	+	5.88	İH, DH
A2	<i>Aegilops</i> sp.	Merkez - Alaköy	-	-	--
DS3	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Erciş	-	-	--
TA18	<i>Triticum aestivum</i>	Erciş	+	13.6	İH, KS
BT4	<i>Bromus tectorum</i>	Muradiye - Dürükaş Köyü	-	-	--
LT3	<i>Lolium temulentum</i>	Özalp - Dönerdere	-	-	--
TA19	<i>Triticum aestivum</i>	Özalp - Dorutay	+	8.3	DH
TA20	<i>Triticum aestivum</i>	Özalp - Dönerdere	-	-	DH
SC4	<i>Secale cereale</i>	Özalp - Dönerdere	+	11.7	KS
AC1	<i>Agropyron cristatum</i>	Saray - Merkez	+	9.52	KS, KDS
AC2	<i>Agropyron cristatum</i>	Saray	-	-	--
TA21	<i>Triticum aestivum</i>	Saray	+	25	DH, KS
HV1	<i>Hordeum vialaceum</i>	Saray	-	-	--
AC3	<i>Agropyron cristatum</i>	Saray	+	23	İH, DH
TA22	<i>Triticum aestivum</i>	Saray	-	-	--
TA23	<i>Triticum aestivum</i>	Saray	+	9	İH
TA24	<i>Triticum aestivum</i>	Muradiye	+	8	İH
TA25	<i>Triticum aestivum</i>	Muradiye - Yumaklı Köyü	+	13	KDS, DH
TA26	<i>Triticum aestivum</i>	YYÜ - Kampus	+	21.7	İH, DH, KS,
TA27	<i>Triticum aestivum</i>	Gevaş	+	8.6	İH
TA28	<i>Triticum aestivum</i>	Gevaş	+	6.25	İH, KS
TA29	<i>Triticum aestivum</i>	Gürpınar	+	28.5	İH, DH, KS
AT3	<i>Aegilops trincialis</i>	Gevaş	-	-	--

*: (+): mikorhizal bitki / *mycorrhizal plant*, (-): mikorhizal olmayan bitki / *nonmycorrhizal plant*

** : İH (içsel hif/*intraradical hyphae*), DH (dışsal hif/*extraradical hyphae*), KS (kök içinde klamidospor/*intraradical spore*), KDS (kök dışında klamidospor/*extraradical spore*), A (arbuskül/*arbuscule*), V (vesikel/*vesicle*)

Çizelge 2. Mikorhizal bitkiler, lokasyonlar, kolonizasyon oranları ve fungal yapılar (devam)
Table 2. Mycorrhizal plants, locations, rates of colonization and fungal structures (to be continued)

Bitki No/ Plant Code	Bitki Adı/Plant	Lokasyon/Location	AM Oluşumu/ Formation of AM *	Kolonizasyon (%) /Colonization	Fungal Yapılar / Fungal Structures **
TA30	<i>Triticum aestivum</i>	Çatak	+	14.2	İH, DH
TA31	<i>Triticum aestivum</i>	Çatak	-	-	--
LT4	<i>Lolium temulentum</i>	Çatak	-	-	--
HB1	<i>Hordeum bulbosum</i>	Büyük Pınar Köyü	-	-	--
AM3	<i>Aegilops makgrafii</i>	YYÜ - Kampus	+	21.4	DH, KDS
TA32	<i>Triticum aestivum</i>	YYÜ - Kampus	+	16.6	İH, DH
TA33	<i>Triticum aestivum</i>	YYÜ - Kampus	-	-	--
A3	<i>Aegilops sp.</i>	YYÜ - Kampus	+	6.9	İH
TA34	<i>Triticum aestivum</i>	YYÜ - Kampus	+	17	İH, DH
SC5	<i>Secale cereale</i>	YYÜ - Kampus	+	27.4	İH, DH, A, KS, KDS
BT5	<i>Bromus tectorum</i>	Gürpınar	+	10	İH, DH
TA35	<i>Triticum aestivum</i>	Edremit	-	-	--
TA36	<i>Triticum aestivum</i>	Gevaş	+	11.7	İH, DH

*: (+): mikorhizal bitki / *mycorrhizal plant*, (-): mikorhizal olmayan bitki / *nonmycorrhizal plant*

** : İH (içsel hif/*intraradical hyphae*), DH (dışsal hif/*extraradical hyphae*), KS (kök içinde klamidospore/*intraradical spore*), KDS (kök dışında klamidospore/*extraradical spore*), A (arbuskül/*arbuscule*), V (vesikel/*vesicle*)

Çalışma kapsamındaki bitkilerde mikorhizal yaşamın mevcut olup olmadığı mikroskopik gözlemler sonucu, mikorhizal fungusun tuzak bitki köklerinde oluşturduğu fungal yapılar (iç ve dış hifler, vesikel, arbuskül, kök içi ve kök dışındaki klamidosporlar) göz önünde tutularak yapılmıştır. Bu gözlemlere göre *Gramineae* familyasına ait toplam 82 bitkinin 45 tanesinde ve birbirinden farklı 18 bitki türünde AM oluşumunun görüldüğü tespit edilmiştir. Oran olarak yaklaşık %55'lik bir değer tespit edildiği göz önüne alındığında; örneklerin yarısından fazlasının bu simbiyotik yaşama uygun olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Daha önceden de belirtildiği üzere surveyler sonrasında belirlenen bitkilerin %44'ünü *T. aestivum* (22 adet) oluşturmuştur (Çizelge 2). Bu bitkilerin %61'inde ise AMF ile simbiyotik yaşamın mevcut olduğu saptanmıştır. Örnek sayısı bakımından *T. aestivum*' dan sonra gelen *B. tectorum*'da bitkilerin %80'i, *S. cereale*'de ise %60'ında mikorhizal oluşumunun mevcut olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Mikorhizal yaşamın görülmeyen bitkiler ise; *A. fatua* (AF1), *A. arundinoceus* (AA1), *Phleum* spp. (PHL1), *H. vialaceum* (HV1) ve *H. bulbosum* (HB1) olarak belirlenmiştir.

Farklı 24 lokasyonda bulunan bitkilerin AM oluşumuna yönelik olarak yapılan araştırmalarda; 18 farklı lokasyonda bulunan bitkilerde mikorhizal yaşamın olduğu tespit edilmiş, 6 lokasyonda (Gevaş-İnköyü, Çatak-Yapıncak Köyü, Gevaş-Uysal Köyü, Merkez-Molla Kasım Köyü, Muradiye-Dürükaş Köyü ve Büyük Pınar Köyü) ise, bu bölgeden alınan örneklerde, mikorhizal yaşamın mevcut olmadığı saptanmıştır (Çizelge 2). Mikorhizal yaşamın görüldüğü bitkilerin bulunduğu yüksekliklerde birbirinden farklı olup, mikorhizal bitkilerin 1663 m (TA2-Gevaş) - 2278 m (TA30-Çatak) yükseklikteki lokasyonlarda bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2'den de görüleceği üzere arbusküler mikorhizal oluşumun saptandığı bitkilerin tümünde içsel ve dışsal hif oluşumu gözlenirken, TC1, AT1, DS2, TA4, TA9, TA18, SC4, AC1, TA21, TA25, TA26, TA28, TA29

ve AM3 no'lu bitkilerde hif oluşumunun yanı sıra içte ve dışta klamidospore, SC3, ve PH2 no'lu bitkilerde mikorhizal fungal yapıların tümü, SC5 no'lu bitkide ise vesikel dışında diğer fungal yapılar tespit edilmiştir (Çizelge 2). Mikorhizal bitkilerde belirlenen kolonizasyon oranları da birbirinden farklı olup bu oran %4.16 (SV1) -%47.5 (TA9) arasında değişmiştir (Çizelge 2). Örnek sayısı bakımından en fazla sayıda olan *Triticum aestivum*'da ise AMF'un kolonizasyon oranları %4.5-%47.5 arasında değişkenlik göstermiştir (Çizelge 2).

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada Van ve çevresinde bulunan *Gramineae* familyasına dahil bitkilerde arbusküler mikorhizal fungusların varlığı ve kolonizasyon oranları saptanmıştır. Bilindiği üzere AMF'larda konukçu seçicilikleri yok denecek kadar az olmasına rağmen, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae* ve *Urticaceae* familyaları üyesi bitki türlerinde mikorhizal kolonizasyon gerçekleşmemektedir (Smith ve Read, 1997). Doğal ve tarımsal ekosistemlerde bu bitki familyalarının dışında kalan bitkilerin yaklaşık %80-%85'inde mikorhizal simbiyotik yaşam vardır. Mikorhizal yaşama sahip olamayanlar daha çok ekstrem habitat koşullarında yaşayan bitkiler olmaktadır (Marschner, 1995). Bu araştırmada da, *Gramineae* familyasındaki 23 türe ait toplam 82 adet bitkinin rizosfer bölgesinden alınan toprak örneklerinin %55'inde (18 farklı türe ait 45 adet bitki) AM oluşumunun görülmüş ve bu bitkilerdeki kolonizasyon oranı %4.16 - %47.5 arasında değişmiştir. Demir (1998) tarafından yürütülen çalışmada birbirinden farklı familyalara dahil 6 kültür bitkisinde (tütün, domates, ayçiçeği, kavun, patlıcan ve buğday) arbusküler mikorhizal oluşumun varlığı araştırılmış ve fungusun bu bitkilerde değişen oranlarda kolonize olduğu, buğday bitkisinde bu oranın % 35.5 olduğu tespit edilmiştir. *Gramineae* familyasına dahil bitkilerin mikorhizal yaşama uyumu konusunda yapılan

diğer çalışmalarda da türlere göre değişiklik göstermekle beraber bu familyadaki bitkilerde arbusküler mikorhizal yaşamın varlığı saptanmıştır. Çin'de ağır metal stresine karşı farklı bitki familyalarına ait mikorhizal bitkilerin tepkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada *Gramineae* familyasına dahil bazı bitkilerde (*Cynodon dactylon*, *Miscanthus florodulus*, *Imperata cylindrical*, *Pennisetum alopecuriodes*, *Phragmites communis*, *Setaria* sp.) mikorhizal kolonizasyon oranları saptanmış ve bu bitkilerin %34-%85 oranında kolonize oldukları tespit edilmiştir (Leung ve ark., 2007). Yine Çin'de Tao ve Zhiwei (2005) tarafından yapılan başka bir çalışmada *Gramineae* familyasına ait *Bothriochloa pertusa*, *Capillipedium asimile*, *Heteropogon contortus*, *Neyraudia neyraudiana* ve *Paspalum orbiculare* bitkilerinin hepsinde mikorhizal yaşamın görüldüğü ve bu bitkilerde spor yoğunluğunun 1435 spor/100g toprak – 1900 spor/100 g toprak arasında değiştiği belirlenmiştir.

Bu çalışmada mikorhizal fungus'un varlığı saptanmayan bitkiler de tespit edilmiştir. Mikorhizal yaşamın görülmeyen bu bitkiler; *Avena fatua* (AF1), *Alopecurus arundinoceus* (AA1), *Phleum* spp. (PHL1), *Hordeum vialaceum* (HV1) ve *Hordeum bulbosum* (HB1) olarak belirlenmiştir. Ancak surveyler sonucunda, AM oluşumu görülmeyen ve fungus'a ait herhangi bir bulgu olmayan diğer bitki türleri de AM konukçusu olan bitkiler olarak nitelendirilebilir (Schenck ve Smith, 1982). Bitkilerin yer aldığı topraklarda uygunsuz tarım işlemlerinin yapılması veya uygun olmayan çevre koşullarından dolayı AM oluşumu engellenmiş veya azaltılmış olabilir (Abbott ve Robson, 1991). Brundrett (1991)'de yukarıda saydığımız faktörlerin AM oluşumunu engellemede oldukça etkili olduklarını bildirmektedir. Ayrıca Johnson ve Pflieger (1992) tarafından yapılan bir çalışmada da, özellikle bazı toprak fumigantlarının veya benzimidazole grubu fungusitlerin AM oluşumunu olumsuz yönde etkilediğini fakat herbisit uygulamalarında negatif bir etkiye rastlanmadığını belirtmişlerdir. Örnek alımı sırasında her ne kadar doğal ekosistem veya kimyasal girdisinin minimum olduğu alanlar seçilmişse de yörede sorun olarak karşımıza çıkan buğday hastalıklarına (Sürme ve rastık vs.) karşı tohum ilacı olarak kullanılan bazı fungusitlerin AM oluşumunu engellediği veya azalttığı ifade edilebilir. Bunun yanında arazi çalışmaları sırasındaki, örnekleme zamanı, toprak örneklerinin alındığı derinlik gibi bazı faktörlerinde etkili olabileceğini söylemek mümkündür.

Bu çalışmanın temel amacı, *Gramineae* bitkilerindeki mikorhizal oluşumun ve kolonizasyon oranlarının saptanması olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla klasik yöntemlerle AM oluşumunun belirlenmesi sırasında, teşhis anahtarları kullanılarak fungusların gerek cins ve gerekse tür kategorisinde tanılaması yapılmamıştır. Ancak gözlenen genel yapılar dikkate alındığında (arbuskül yapısı, iç ve dış sporlar ve sporların duvar yapıları, iç ve dış hifler, hiflerin bağlantı noktası, vesikel'in varlığı v.s.); mikorhizal yaşamın

görüldüğü tüm bitkilerde fungal simbiyont olarak *Glomus* cinsi fungusların mevcut olduğu söylenebilir. Nitekim daha sonra Nested PCR'a dayalı olarak yapılan moleküler çalışmalarda mevcut çalışma kapsamındaki bazı *Gramineae* bitkilerindeki simbiyont AMF'lerin moleküler olarak tanısı yapılmış ve bu fungusların *Glomus* cinsine dahil *G. intraradices* ve *G. mosseae* türü oldukları belirlenmiştir (Demir ve ark., 2007). Dolayısıyla bu sonuçlar yukarıda belirtilen tespitimizi desteklemiştir; çeşitli araştırmacılar tarafından da dünya üzerindeki yayılışı bakımından, *Glomus* türlerinin en yaygın ve agresivitesi en yüksek türler olduğu belirtilmiştir (Schenck ve Smith, 1982; Morton ve Bentivenga, 1994).

Sonuç olarak; bu çalışma ile *Gramineae* familyasına dahil bitkilerin AM fungusları ile kolonizasyon oranları saptanmış ve mikorhizal yaşama uyumları tespit edilmiştir. Bitkilerin yaklaşık olarak %55'inin bu simbiyotik yaşama uyum göstermesi ileride yapılacak olan spesifik AMF-bitki ilişkilerine de ışık tutmuştur. Söz konusu bu bulguların tarımsal ekosistemlerde bitki gelişiminin teşvik edilmesi ile biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı toleransın artırılması yönünde oldukça etkili olacağına inanılmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen bazı etkili izolatların daha sonra yapılacak olan uygulamalarla saflaştırılıp uygun yetiştirme ortamlarında çoğaltılması ve adaptasyonun iyi olduğu bitkiler ile inokule edilerek tarımsal alanlara aktarılmasının üretime olumlu yansımalarının olacağı muhakkaktır. Dolayısıyla bu çalışmada elde edilen kazanımlar, ileride yapılacak diğer araştırma ve uygulamalara zemin hazırlaması açısından oldukça yararlı görülmektedir.

Kaynaklar

- Abbott, L., Robson, D., 1991. Factors influencing the occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas. *Agriculture, Ecosystems&Environment*, 35(2-3): 121-150.
- Brundrett, M., 1991. Mycorrhizas in Naturel Ecosystem. *Advanced in Ecological Research*, 21: 171 – 313.
- Clapp, J. P., Young, J.P.W, Merryweather, J.W., Fitter, A.H., 1995. Diversity of fungal symbionts in arbuscular mycorrhizas from a natural community. *New Phytologists*, 130: 259-265.
- Demir, S., 1998. *Bazı kültür bitkilerinde Vesiküler Arbusküler Mikorhiza (VAM) oluşumu ve bunun bitki gelişimi ve dayanıklılıktaki rolü üzerine araştırmalar*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Demir, S., Sipahioğlu, H.M., Kaya, İ., Akköprü A., Usta, M., Aysan E., 2007. *Van ve Çevresinde Gramineae Familyasına Ait Bitkilerde Arbusküler Mikorhizal Fungusların (AMF) Tür Çeşitliliğinin Nested-PCR Yöntemiyle Belirlenmesi*. TÜBİTAK-TOGTAG 3367 No'lu Proje Kesin Raporu, 38 s.

- Duhoux E., Rinaudo, G., Diem, H.H, Auguy, F., Fernandez, D., Bogusz, D., 2001. Angiosperm *Gymnostoma* trees produce root nodules colonized by arbuscular mycorrhizal fungi related to *Glomus*. *New Phytologists*, 149: 115-125.
- Giovanetti, M., Mosse, B., 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologists*, 84: 489 – 500.
- Golotte, A., Van Tuinen, D., Atkinson, D., 2003. Diversity of arbuscular-mycorrhizal fungi colonizing roots of the grass species *Agrostis capillaris* and *Lolium prene* in a field experiment. *Mycorrhiza*, 25: 20-31.
- Janos, D., 2007. Plant responsiveness to mycorrhizas differs from dependence upon mycorrhizas. *Mycorrhiza*, 17: 75-91.
- Johnson, N.C., Pflieger, F.L., 1992. *Vesicular - Arbuscular Mycorrhizae and Cultural Stresses*. Eds.: Bethlenfalvay G.J., Linderman R.G., ASA Special Publication, Madison, Wisconsin, 71-101.
- Kjölller, R., Rosendahl, S., 2000. Detection of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomales) in roots by nested PCR and SSCP (Single Stranded Conformation Polymorphism). *Plant and Soil*, 226: 189-196.
- Leopold, H.J., 1990. *Beimfung von Klee mit VA - Mykorrhiza und Rhizobium zur Ertrags und Qualitätssteigerung*. Doktora Tezi, GieBen Universitesi, 67 s..
- Leung, H.M., Ye, Z.H., Wong, M.H., 2007. Survival strategies of plant associated with arbuscular mycorrhizal fungi on toxic mine tailings. *Chemosphere*, 66, 905-915.
- Marschner, H., 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Ed.: Marschner, H., Academic Press, London, p: 685.
- Morton, J.B., Bentivenga, S., 1994. Levels of diversity in endomycorrhizal fungi (Glomales, Zygomycetes) and their role in defining taxonomic and non - taxonomic groups. *Plant and Soil*, 159: 47 - 59.
- Phillips, J.M., Hayman, D.S., 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.
- Schenck, N.C., Smith, G.S., 1982. Additional new and unreported species of mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Florida. *Mycologia*, 74(1): 77 - 93.
- Smith, S., Read, D.L, 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*., Eds: Smith S., Read, D.I., Academic Press Publishers, London, p: 605.
- Strack, D., Fester, T., Hause, B., Schliemann, W., Walter, M. W., 2003. Arbuscular mycorrhiza: Biological, chemical, and molecular aspects. *Journal of Chemical Ecology*, 29(9): 1955-1979.
- Tao, L., Zhiwei, Z., 2005. Arbuscular mycorrhizas in a hot and arid ecosystem in southwest China. *Applied Soil Ecology*, 30(1): 135-141.
- Tisdall, M., 1994. Possible role of soil microorganisms in aggregation in soils. *Plant and Soil*, 159(1): 115-123.
- Van der Heijden, M.G.A., Boller, T., Wiemken, A., Sanders, I.R., 1998. Different arbuscular mycorrhizal fungal species are potential determinants of plant community structure. *Ecology*, 79 (6): 2082-2091.