YYÜ TAR BİL DERG
(YYU J AGR SCI)
2013, 23(2):154-163

Geliş Tarihi(Received):22.02.2013
KabulTarihi (Accepted):28.03.2013

Araştırma Makalesi/*Research Article (Original Paper)*

Farklı Potasyum Dozlarında Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF) Uygulamalarının Patates (*Solanum tuberosum* L.)'in Yumru Verimi ve Yumru İriliği Dağılımı Üzerine Etkisi

Zehra EKİN[1*], Semra DEMİR[2], Faruk OĞUZ[3], Bünyamin YILDIRIM[1]

[1]Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, VAN, TÜRKİYE
[2]Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, VAN, TÜRKİYE
[3]Van İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, VAN, TÜRKİYE
*e-mail: zehraekin@yyu.edu.tr, Tel:+90 4322251024

Özet: Çalışma, farklı potasyum dozlarında Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF) uygulamalarının patatesin yumru verimi ve yumru iriliği dağılımına etkisini belirlemek amacıyla 2007 ve 2008 yıllarında Bitlis-Ahlat ekolojisinde tarla koşullarında yürütülmüş, tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede faktör olarak 4 potasyumlu gübre dozu (0, 10, 20 ve 30 kg K_2SO_4/da) ile AMF (+) ve AMF (-) uygulamaları ele alınmıştır. Yapılan çalışmada AM fungusunun yalnız ve potasyumlu gübre ile birlikte uygulanması patatesin yumru verimlerini arttırmıştır. Bununla birlikte, en yüksek toplam yumru verimi her iki yılda da GI+K_{10} uygulamasından, birinci yıl 3476,1 kg/da, ikinci yıl 4354.4 kg/da olarak elde edilmiştir. AM fungusunun kullanımı küçük yumru oranını azaltırken, orta ve büyük yumru oranını arttırmıştır. AMF *Glomus intraradices* uygulamasının patateste potasyum gübresi kullanımını azaltmak için büyük bir potansiyele sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arbusküler Mikorhizal Fungus, Patates, Potasyum, Verim

Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungus (AMF) *Glomus intraradices* with different potassium fertilizer levels on the tuber yield and size distribution of potato (*Solanum tuberosum* L.)

Abstract: This field study was conducted to investigate the effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungus (AMF) *Glomus intraradices* on the growth, tuber size distribution and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) under different doses potassium fertilizer in the Bitlis-Ahlat district of Eastern Anatolia region of Turkey in 2007 and 2008. Experiment was set up as factorial completely randomized block design with three replicates, four different potassium levels (0, 10, 20 and 30 kg K_2SO_4/da) and mycorrhizal fungi with AMF (+) and AMF (-) applications were factors. The AMF inoculation, alone or in combination with potassium application, increased the total tuber yield of potato in both years. Besides, the highest tuber yields were obtained from GI+K_{10} in 2007 and 2008 by 3476,1 and 4354.4 kg/da, respectively. It was also found that AMF inoculation decreased the proportion of small tubers but increased proportion of mid and larg size tubers. The results of this study indicated that the AMF inoculation has a great potential to decrease potassium fertilizer levels in potato.

Key words: Arbuscular Mycorrhizal Fungus, Potatoes, Potassium, Yield

Giriş

İnsan beslenmesinde ve sanayide önemli bir yere sahip olan patates, birim alandan birçok ürüne göre fazla verim sağlaması ve adaptasyon kabiliyetinin yüksek olması nedeniyle ülkemizin hemen hemen her bölgesinde yetiştirilmektedir. Van, Muş, Bitlis ve Hakkari illerini kapsayan Ortadoğu Anadolu (TRB2) bölgesinde ise 42.680 da alanda 142.256 ton patates üretimi yapılmaktadır (Anonim 2013). Bununla birlikte Van Gölü kıyısında bulunan Bitlis ilinin Ahlat ilçesi patates dikiliş alanı bakımından bölgenin toplam patates dikim alanının %75.3'üne, üretiminde %81.4'üne sahiptir. Bölgede verimliliğin artırılabilmesi amacıyla yürütülen çalışmaların başarıya ulaşabilmesi için öncelikli olarak patates üreticilerinin yetiştiricilikle ilgili uygulamaları ve mevcut problemlerin ortaya konması ve bunları

çözecek tedbirlerin alınması gerekmektedir. Söz konusu sorunların içerisinde ise patateste kimyasal gübre kullanımı ilk sırada yer almaktadır (Şahin 2003). Nitekim patatesin yumrusu ve vejetatif gelişimi için gerekli olan besin elementleri miktarı oldukça fazla olup, 1 ton yumru üretimi için 8.0 kg/da potasyum, 5.4 kg/da azot ve 1.4 kg/da fosfora ihtiyaç duymaktadır (Er ve Uranbey 1998). Patates bitkisi fazla miktarda potasyum kullanmakta, bitkide artan verime bağlı olarak ihtiyaç duyulan besin elementi miktarı da artmaktadır. Bitki besin elementi ihtiyacını karşılamak için kullanılan suni gübreler ise bir yandan patatesin üretimine katkı sağlarken, diğer taraftan suyu ve toprağı kirletmektedir. Sürdürülebilir tarım anlayışı çerçevesinde son yıllarda yapılan araştırmalar, suni gübrelemeye alternatif olarak bitkilerin geliştirdiği ve gereksinim duyduğu besin elementlerini simbiyotik yaşam statüsünde sağlayan Arbusküler Mikorhizal Fungusların (AMF) kullanımına odaklanmıştır. AMF doğal ve tarımsal ekosistemlerde yaygın olarak bulunan, konukçu bitki köklerinde simbiyotik olarak yaşayan, toprak rizosferindeki en fonksiyonel mikrobiyal simbiontlardan biridir (Smith ve Read 2008). AM fungusları, konukçuları olan bitkiler ile simbiyotik ilişkiye geçtiklerinde bitkinin su ve bazı mineral besin elementlerinin alınımına doğrudan katkıda bulunurken, fungus da bitkiden bazı organik maddeleri ve karbonhidratları almaktadır (Marschener ve Dell 1994; Demir 1998; Hodge ve ark. 2010). Bu yaşam şeklinde, her iki ortak da belli koşullar altında birbirinden faydalanmaktadırlar. Dolayısıyla, mikorizal fungus ile simbiyotik yaşam içinde olan bitkiler daha iyi büyümekte ve yapraklarıyla daha iyi fotosentez yapabilmektedir (Pellegrino ve ark., 2011). Yapılan pek çok araştırma da bitkilerle AMF arasındaki bu ortak yaşamın varlığını ortaya koymuştur. Bu araştırmada, farklı potasyum dozlarında Arbusküler Mikorhizal Fungus uygulamalarının patatesin yumru verimi ve yumru büyüklüğü dağılımına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada materyal olarak Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden sağlanan ve yörede de yaygın olarak kullanılan orta geççi, yüksek verimli, yemeklik Granola patates çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan *Glomus intraradices* Schenck&Smith AMF izolatı ise Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Fitopataloji laboratuvarı AMF kültür stoklarından temin edilmiştir.

Çalışma, 2007 ve 2008 yıllarında Van Gölünün kuzey batı kıyısında sahil kenarında bulunan Ahlat ilçesinde yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü yıllara ve uzun yıllar ortalamasına (UYO) ait iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bitlis ili Ahlat ilçesinin 2007–2008 yılları ile uzun yıllar ortalamasına ait bazı iklim değerleri*

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)			Nispi Nem (%)		
	2007	2008	UYO[1]	2007	2008	UYO	2007	2008	UYO
Mayıs	13.8	10.7	12.1	30.6	39.0	73.3	59.3	51.8	65
Haziran	17.6	16.7	17.6	35.3	4.6	26.8	50.2	39.2	56
Temmuz	20.4	21.6	22.1	20.7	2.0	6.7	47.8	32.1	50
Ağustos	21.1	22.7	21.9	8.3	7.7	3.6	46.2	34.9	49
Eylül	18.8	16.1	17.2	14.1	80.9	7.8	37.2	47.4	51
Ekim	13.5	9.8	10.7	24.8	67.6	59.1	56.3	59.4	64
Dönem (Ort./T)	**17.5**	**16.3**	**16.9**	**133.8**	**201.8**	**177.3**	**49.5**	**44.1**	**56**
Yıllık (Ort./T)	**8.8**	**8.4**	**9.0**	**438.0**	**401.4**	**545.9**	**59.7**	**52.8**	**64**

[1] Uzun Yıllar Ortalaması (1975-2007), T: Toplam, *: Van Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtlarından alınmıştır.

Araştırma alanının her iki deneme yılında da farklı derinliklerinden (0-30 cm ve 30-60 cm) alınan örneklerin toprak analizi sonuçlarına göre, deneme alanı toprağı siltli-killi-tınlı yapıda, alkali (pH 7.9) karakterli ve orta derecede (% 5.1) kireçlidir. Toprakların organik madde içeriği (%2.24), toplam azot (%0.11), bitkilere faydalı fosfor (8.01 ppm) ve potasyum miktarlarının (2042.4 ppm) orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Deneme, tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada 4 potasyumlu gübre dozu (0, 10, 20 ve 30 kg K_2SO_4 da^{-1}) ve *Glomus intraradices* (+) ve *Glomus intraradices* (-) uygulamaları ele alınmıştır. Dikim işlemi 2007 yılında 10 Mayıs, 2008 yılında 15 Mayıs tarihlerinde, 70 cm sıra arası ve 35 cm sıra üzeri mesafesinde 4 sıraya elle yapılmıştır. Araştırmada parsel alanı 4.9 m x 2.8 m= 13.72 m^2 olup, *Glomus intraradices* Schenck & Smith izolatı dikimden hemen önce toprağa uygulanmış ve her sıraya bitki başına 5 g (25 spor/g toprak) gelecek şekilde karışık AMF inokulumu (toprak + spor + kök) dikim derinliğinin yaklaşık 5 cm altına yerleştirilmiştir. Deneme faktörlerinden potasyumlu gübre dozları ise Potasyum Sülfat (%50) formunda dikimle birlikte ilgili parsellere uygulanmıştır. Ayrıca dikim ile birlikte bütün parsellere eşit olarak 10 kg P_2O_5 da^{-1} fosforlu gübre (Triple süper fosfat) ve yarısı dikimde yarısı da boğaz doldurma döneminde olmak üzere 12 kg N da^{-1} azotlu gübre (Amonyum sülfat) verilmiştir. Bitkilerin gelişme dönemlerinde bakım işlemleri düzenli olarak gerçekleştirilmiş, hasat işlemi 2007 yılında 15 Ekim, 2008 yılında ise 20 Ekim tarihlerinde yapılmıştır.

Her iki deneme yılında da çiçeklenme döneminde hasat alanı içerisinden 5 bitkinin toprak üstü aksamları kesilmiş kök ve kök boğazı kısmının dikkatli bir şekilde topraktan ayrılması sağlanarak musluk suyu altında yıkanmışlardır. Çalışmada hasat edilen bitkilerin yaş ve kuru ağırlıkları tespit edilerek, bitki köklerinde AMF varlığını ve kolonizasyonunu belirlemek üzere fiksasyon ve boyama işlemleri yapılmıştır (Phillips ve Hayman, 1970). Patates köklerindeki kolonizasyon oranı Grid Line Intersect Metoduna göre (Giovannetti ve Mosseae, 1980), belirlenerek mikorhizal bağımlılık düzeyleri tespit edilmiştir (Plenchette ve ark., 1983). Patatesin yetiştirildiği ve AMF inokulasyonun yapıldığı topraklardan AM fungusu sporlarının yoğunluğunu belirlemek için ıslak eleme metodu kullanılmış (Gerdemann ve Nicholson, 1963) ve steoroskobik mikroskop altında sağlıklı görünen sporlar belirlenerek gr topraktaki spor yoğunluğu belirlenmiştir.

Araştırmada hasat alanı içerisinden rastgele seçilen 10 bitkinin ortalaması olarak bitki boyu (cm), bitki başına sap ve yumru sayıları (adet) ile ortalama yumru ağırlığı (g) tespit edilirken, hasat alanı içerisindeki bütün bitkilerin sökülmesi ile toplam yumru verimi (kg da^{-1}) belirlenmiştir. Ayrıca hasat alanından elde edilen yumrular 50 ve 35 mm'lik eleklerden geçirilerek çaplarına göre sınıflandırılmıştır. Buna göre 35 mm'den küçük olanlar küçük yumru, 36-50 mm çapında olanlar orta yumru, 51 mm'den büyük olanlar ise büyük yumru olarak gruplandırılmış ve dağılım yüzde olarak hesaplanmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen veriler MSTAT-C istatistik programı yardımıyla varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan Çoklu Karşılaştırma testi kullanılarak %5 önem seviyesine göre gruplandırılmıştır. Araştırmada birleştirilmiş varyans analizi sonuçlarına göre deneme yılları ve uygulamalar arasında yıllara göre önemli farklılıklar belirlendiğinden araştırma verileri birleştirilmemiş ve her yıl için ayrı ayrı verilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Arbusküler Mikoriza Fungusunun (AMF) Gelişimi

Potasyumlu gübre dozlarının patatesin verim ve verim özelliklerinin yanı sıra AM fungusunun gelişimi üzerine olan etkisinin de araştırıldığı bu çalışmada, patatesin AMF ile inokulasyonu sonucu elde edilen kolonizasyon ve mikorhizal bağımlılık oranları ile topraktaki spor yoğunlukları arasında yıllara ve potasyumlu gübre dozlarına göre farklılıkların olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). En yüksek değerler araştırmanın ikinci yılından elde edilirken, genel olarak potasyum gübrelemesinin AM fungusunun etkinliği üzerine doz arttıkça olumsuz etkide bulunduğu ve her iki deneme yılında da bu durumun aynı olduğu tespit edilmiştir. Her iki yılda da en yüksek kolonizasyon (%78.9 ve %82.1) ve mikorhizal bağımlılık (%59.9 ve %64.1) oranları ile topraktaki spor yoğunluğu (57 ve 65 spor/g toprak) GI+K_0 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Patates bitkisinde farklı potasyum dozlarında AMF inokulasyonu sonucu elde edilen kolonizasyon oranı (%), gr topraktaki spor yoğunlukları ve mikorhizal bağımlılık oranı (%)

Uygulamalar	Kolonizasyon (%)		Spor Yoğunluğu (spor/g toprak)		Mikorhizal Bağımlılık (%)	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
GI + K_0	78.9	82.1	57	65	59.9	64.1
GI + K_{10}	45.8	56.7	28	37	35.0	36.0
GI + K_{20}	43.2	55.8	25	30	36.2	40.5
GI + K_{30}	37.9	43.7	23	29	24.6	14.7

GI: *Glomus intradices*, K: Potasyumlu gübre dozları

Mikorhizal bağımlılık açısından da benzer sonuçlar elde edilmiş, her iki yılda da en yüksek bağımlılık yüzdesi (%59.9 ve %64.1) GI+K_0 uygulamasından elde edilirken, en düşük bağımlılık yüzdesinin (%24.6 ve %14.7) GI+K_{30} uygulamasından elde edildiği tespit edilmiştir. Araştırmada topraktaki spor yoğunluklarının kolonizasyon oranları ile paralel olduğu ve kolonizasyon oranı arttıkça yoğunlukta da bir artışın olduğu belirlenmiştir. Nitekim en yüksek kolonizasyon oranının tespit edildiği kombinasyonda, topraktaki spor yoğunluğu da en yüksek değerine sahip olmuştur.

Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda *Glomus intraradices* ve patates bitkisi arasında önemli bir ilişki olduğu ve AMF türleri arasında özellikle *Glomus intraradices* türünün topraktan ziyade daha çok patatesin köklerinde yüksek oranlarda (%80-90) kolonize olduğu bildirilmiştir (McArthur ve Knowles 1993; Cesaro ve ark. 2008). Bununla birlikte topraktaki spor sayısının ise iklim, toprak özellikleri ve mevsimsel değişimlere bağlı olarak değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir (Likar ve ark. 2009). Araştırmada da AMF gelişimi bakımından deneme yılları arasında gözlenen bu farklılığın, iklim koşullarının yıllara göre farklı olmasından kaynaklanan çevresel değişiklikler ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Nitekim araştırmanın 2008 yılında Haziran-Ağustos ayları arasında düşen yağış miktarı ilk yıl düşen yağış miktarının oldukça altında gerçekleşmiştir. Bu sonuç, AMF nemin sınırlı olduğu koşullarda daha iyi geliştiğini ve aşırı nemin mikoriza gelişimi üzerinde bir stres faktörü olduğunu bildiren araştırıcılar ile uyumlu bulunmuştur (Çelebi ve ark. 2010). Bununla birlikte AMF kolonizasyonu ve bitki kökleri ile olan simbiyotik ilişkisi üzerine, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, konukçu bitki ve inorganik gübreleme, sulama gibi yetiştirme tekniklerinin etkili olduğu bilinmektedir (Azcón-Aguilar ve Barea 1997; Hodge ve ark. 2010). Yüksek dozdaki azotlu (18.8 kg N da) ve fosforlu (19.8 kg P_2O_5 da) gübrelerin AMF popülasyonunu olumsuz etkilediği, potasyumlu gübrelerin ise mikorhizal kök kolonizasyon oranını farklı etkileyerek arttırdığı (Munyanziza ve ark. 1997) yada azalttığı (Ardestani ve ark. 2011) bildirilmiştir. Araştırmada bitki besin maddesi yoğunluklarının az olduğu topraklarda ve koşullarda daha yüksek bir fungus gelişimini sağlandığı göz önünde bulundurulduğunda, deneme topraklarının potasyum içeriğinin AM fungusunun gelişimi için uygun olduğu, verilen potasyumlu gübrelerin doz artışına bağlı olarak AMF kolonizasyon ve spor yoğunluğunu olumsuz yönde etkilediği düşünülmektedir.

Patatesin verim ve verim özellikleri

Araştırmada patatesin farklı dozlarda potasyumlu gübre ve AMF uygulamalarından elde edilen verim ve verim özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde tüm verim özelliklerinin yıllara göre değiştiği ve uygulamalar arasında önemli farklılıklar olduğu, AMFxK interaksiyonunun da bitki başına sap ve yumru sayısı dışında incelenen özelliklerde yıllara göre önemli olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın her iki yılında da AMF *Glomus intraradices* inokulasyonunun bitki başına sap sayısı dışında patatesin tüm verim özelliklerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiş, bu etkinin ise bazı verim özelliklerinde yıllara göre değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 3). Buna göre 2007 yılında AMF inokulasyonu ile mikorizasız uygulamaya göre küçük ve büyük yumru oranı dışında çalışmada incelenen karakterlerle ilgili olarak en yüksek değerler elde edilmiştir (Çizelge 4 ve 5). Araştırmada AMF inokulasyonu ile bitki boyunda mikorizasız uygulamaya göre %11.3, bitki başına yumru sayısında %8.6, ortalama yumru ağırlığında %23.2, orta yumru oranında %14.1, pazarlanabilir, endüstriyel ve toplam

yumru verimlerinde sırasıyla %37.2, 9.1 ve 19.9 oranlarında bir artış sağlanmıştır. Araştırmanın birinci yılında, küçük ve büyük yumru oranının düşük olduğu ve AMF inokulasyonunun patateste arzu edilen bir özellik olan orta yumru oranını arttırma yönünde yüksek bir performans sergilediği belirlenmiştir.

Çalışmanın ikinci yılında ise AMF inokulasyonu ile küçük yumru oranı ve küçük yumru verimi dışında tüm parametrelerde en yüksek değerlerin elde edildiği belirlenmiştir. Patateste AMF inokulasyonu ile bitki boyunda mikorizasız uygulamaya göre %11.2, bitki başına yumru sayısında %8.7, ortalama yumru ağırlığında %.8.0, pazarlanabilir yumru veriminde %18.3, endüstriyel yumru veriminde %18.5 ve toplam yumru veriminde ise %16.6 oranında bir artış sağlanmıştır (Çizelge 4 ve 5). Araştırmanın ikinci yılında büyük yumru oranının ilk yıla göre yüksek olduğu ve AMF inokulasyonunun pazarlanabilir yumru veriminin yanında endüstriyel yumru verimini de arttırmada yüksek bir performans sergilediği ortaya konmuştur. Mikorhizal yaşam büyük ölçüde bitki-fungus arasındaki besin alışverişine dayanan ve karşılıklı beslenme ilişkisi içinde yürüyen bir simbiyotik yaşam şeklidir. Bu konuda yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu bitki lehine olan beslenme yönüne dikkati çekmişler ve mikorhizal bitkilerinin daha iyi geliştiğini ifade etmişlerdir. (Smith ve Read 2008). Bu çalışmada da AM fungusunun patatese inokulasyonu sonucunda verim ve verim özelliklerinde gözlenen artışların, AM fungusunun patates bitkisinde yüksek kolonizasyon oranı ve spor yoğunluğuna sahip olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Nitekim çalışmada genel olarak AM fungusunun patates bitkisinin köklerinde iyi kolonize olduğu (Çizelge 2) ve bir önceki yıla göre AMF kolonizasyon oranının %4.1, mikorhizal bağımlılık oranının %7.0 ve spor yoğunluğunun ise %14.0 oranında arttığı belirlenmiştir. Yapılan araştırmalarda AMF ile inokule edilen patatesin toplam yumru ağırlığı ve tek yumru ağırlığının önemli ölçüde arttığı (Vosatka ve Gryndler. 1999), AMF simbiyosizinin karbonhidratların vejetatif aksamdan yumrulara taşınmasında önemli rol oynadığı (Sarikhani ve Aliasgharzad 2012), mikorhizal inokulasyonun patatesin yumru verimini etkileyerek yüksek yumru verimi değerlerinin yüksek mikorhizal bağımlılık gösteren uygulamalardan elde edildiği bildirilmiştir (Duffy ve Cassells 2000). Nitekim en yüksek AMF kolonizasyonu ve mikorhizal bağımlılığın tespit edildiği araştırmanın ikinci yılında özellikle endüstriyel ve toplam yumru verimlerinin ilk yıla göre yüksek olması bu durumu destekler niteliktedir.

Araştırmanın her iki yılında da potasyumlu gübre dozlarının incelenen tüm verim özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiş, ancak bu etkinin bazı verim özelliklerinde yıllara göre değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Genel olarak potasyumlu gübre uygulamalarının bitki boyu ve bitki başına sap sayısını gübresiz kontrole göre önemli seviyede arttırdığı, artan dozlara paralel olarak bu artışın devam ettiği fakat potasyum dozları arasındaki farklılıkların ise istatistiksel olarak önemli bulunmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4). Konu ile ilgili yapılan araştırmalarda da potasyumun topraktaki azot ve fosforun alımına, bitkide taşınmasına ve kullanımına yardımcı olması nedeniyle (Haase ve ark. 2007), artan potasyumlu gübre dozlarında patatesin vejetatif gelişmesinin de arttığı bildirilmiştir (Moinuddin ve ark., 2004). Bununla birlikte patateste bitki boyu ve bitki başına sap sayısı çevre ve iklim koşullarından da etkilenen karakterler olması nedeniyle, yıllar arasında oluşan farklılığa deneme yıllarında gözlenen sıcaklık ve yağış faktörlerinin birbirinden farklı oluşmasının neden olduğu sanılmaktadır (Nooruddin ve ark 1995).

Çalışmada potasyumlu gübre uygulamalarının bitki başına yumru sayısını gübresiz kontrole göre önemli seviyede arttırdığı, artan dozlara paralel olarak bu artışın devam ettiği fakat potasyum dozları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli bulunmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte her iki deneme yılında da en yüksek bitki başına yumru sayısı değerleri K_{30} dozundan elde edilmiştir. Ayrıca uygulanan potasyum dozlarına göre ortalama yumru ağırlığı değerleri de her iki deneme yılında farklılık göstermiş, 2007 yılında en yüksek ortalama yumru ağırlıkları (73.0 ve 72.9 g) sırasıyla K_{20} ve K_{30} dozlarında, 2008 yılında (86.7 g) ise K_{10} dozunda belirlenmiştir (Çizelge 4). Patateste yumru gelişimi doğrudan nişasta senteziyle etkilenmektedir. Yeterli miktarda potasyumun bulunması durumunda nişasta sentezi artarken, nişastanın depo organlarına taşınması ve özellikle yumruda birikimi artmaktadır (Kacar 2005). Bir çok araştırıcıda artan potasyum dozlarında patatesin yumru gelişiminin genel olarak arttığını ancak yıllar arasında potasyum dozlarına göre değiştiğini bildirmişlerdir (Moinuddin ve ark. 2004; Haase ve ark. 2007).

Çizelge 3. Farklı potasyum dozlarında AMF uygulamalarının patatesin verim ve verim özellikleri üzerine etkilerine ait varyans analizi sonuçları

VK	Yıllar	F Değerleri										
		Bitki boyu	Sap sayısı	Yumru sayısı	Yumru ağırlığı	Yumru Dağılımı (%)			Yumru verimi			
						KYO	OYO	BYO	KYV	PYV	EYV	Toplam
AMF	2007	45.5**	0.70	18.0**	801.1**	113.2**	358.0**	142.7**	0.44	1332.5**	85.9**	1148.7**
	2008	38.1**	2.20	12.9**	306.6**	228.2**	6.75*	21.0**	38.3**	208.1**	1587**	933.7**
	Yıl Ort.	79.6**	2.50	29.2**	1072**	329.9**	199.8**	45.9**	16.4**	984.5**	856.9**	1996.7**
K[1]	2007	23.9**	5.61**	11.6**	426.3**	181.2**	32.9**	78.2**	44.4**	153.6**	242.2**	324.8**
	2008	22.8**	5.00*	6.07**	256.1**	181.8**	56.1**	33.9**	88.8**	92.0**	513.9**	263.7**
	Yıl Ort.	44.2**	10.2**	16.2**	491.6**	364.2**	6.64**	47.2**	124.7**	147.6**	525.2**	561.5**
Yıl (Y)		40.3**	9.12**	39.2**	1925**	1500**	2959**	4630**	282.2**	143.9**	12558**	4425.6**
AMF x K	2007	5.8**	1.23	1.93	49.3**	11.2**	17.1**	5.15*	6.11**	154.7**	28.9**	180.3**
	2008	4.1*	1.27	2.28	80.8**	35.2**	9.05**	6.51**	87.2**	28.5**	375.1**	252.9**
	Yıl Ort.	6.2**	0.30	4.15*	116.2**	15.41**	4.03*	2.62	70.7**	112.0**	219.2**	416.2**
Y x AMF		0.12	0.11	0.22	155.6**	0.30	122.3**	123.5**	24.9**	117.8**	251.8**	3.20
Y x K		0.44	0.30	0.08	44.2**	24.3**	6.64**	55.6**	15.2**	48.3**	57.9**	3.58*
Yıl x AMF x K		3.30*	2.13	0.28	0.86	26.9**	17.6**	6.08**	28.7**	20.4**	51.8**	20.6**

*P<0.05 düzeyinde önemli, **P<0.01 düzeyinde önemli, [1]Potasyumlu gübre dozları, KYV: Küçük Yumru (<35 mm) Verimi, PYV: Pazarlanabilir (35-50 mm)
Yumru Verimi, EYV: Endüstriyel (>50 mm) Yumru Verimi, VK: Varyasyon Kaynakları, KYO: Küçük yumru oranı, OYO: Orta yumru oranı, BYO: Büyük yumru oranı

Araştırmada potasyumlu gübre uygulamaları ile her iki yılda da küçük yumru oranında gübresiz kontrole göre önemli bir azalma sağlanırken, yıllara göre değişmekle birlikte orta ve büyük yumru oranlarının arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4). 2007 yılında en yüksek pazarlanabilir yumru verimi K_{10} dozundan, endüstriyel yumru verimi K_{20} dozundan elde edilirken, 2008 yılında en yüksek pazarlanabilir yumru verimi K_{30}, en yüksek endüstriyel yumru verimi K_{10} dozlarından elde edilmiştir (Çizelge 5). Nitekim bazı araştırıcılarda artan potasyum dozlarının küçük yumru oranı, dolayısıyla küçük yumru verimini azalttığı, orta ve büyük yumru verimleri üzerine de olumlu etki yaparak önemli artışlar sağladığını bildirmişlerdir (Moinuddin ve ark. 2004; Haase ve ark. 2007). Yumru iriliği genetik yapıya bağlı olmakla birlikte, çevre ve iklim koşullarından da etkilenen bir karakterdir. İlk yılda orta yumru oranının dolayısıyla pazarlanabilir yumru veriminin ikinci yıla oranla daha yüksek olmasının deneme yıllarında gözlenen sıcaklık ve yağış faktörlerinin birbirinden farklı oluşmasından kaynaklandığı sanılmaktadır (Çizelge 1). Araştırmanın ikinci yılında, yumru oluşumu döneminde düşen yağış miktarının ilk yıla oranla daha düşük olması nedeniyle güneşli günlerin daha fazla olmasının, potasyumlu gübre uygulandığında bitkinin fotosentez oranını ve fotosentez ürünlerine bağı olarak özellikle patatesin yumru gelişimini olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir (Kacar 2005; Kumar ve ark. 2007).

Her iki deneme yılında da potasyumlu gübre uygulamaları ile toplam yumru veriminde gübresiz kontrole göre önemli bir artış sağlanmış, en yüksek verim değerleri K_{10} dozundan elde edilmiştir (Çizelge 5). Patates bitkisi yüksek verim sağlamak için yüksek miktarlarda potasyuma ihtiyaç duymasına rağmen, düşük potasyumlu gübre dozları da ekonomik verimler ve sürdürülebilir üretim için yeterli olabilmektedir. Bu konuda yapılan araştırmalarda patateste yumru veriminin potasyumlu gübre dozlarıyla arttığı, ancak her ekolojik çevre için kullanılacak optimum potasyumlu gübre dozlarının değiştiği bildirilmiştir (Panique ve ark., 1997; Haile ve Boke, 2011). Yüksek potasyum içeren topraklarda ilave bir potasyum gübrelemesi yapıldığında patatesin yumru veriminin belirli bir doza kadar arttığı, sonrasında ise azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (AbdelGadir ve ark., 2003; Moinuddin ve ark. 2004).

Çalışmanın kapsamındaki her iki yılda da AMFxK interaksiyonunun bitki başına sap ve yumru sayısı dışında incelenen bütün özellikler üzerine etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Ortalama yumru ağırlığına bakıldığında en yüksek değerler araştırmanın her iki yılında da AM fungusunun kullanıldığı K_{10} dozunda, en düşük değerler mikoriza ve potasyumun kullanılmadığı uygulamalardan elde edilmiştir (Çizelge 4). Araştırmanın ilk yılında potasyumlu gübre dozlarıyla birlikte AMF uygulandığında küçük yumru oranının mikorizasız potasyum uygulamalarına göre önemli ölçüde azaldığı, büyük yumru gelişiminden ziyade orta yumru gelişiminin teşvik edildiği belirlenmiştir (Çizelge 4). İkinci yılda ise en düşük küçük yumru oranı değerleri artan potasyum dozlarıyla birlikte AM fungusunun kullanıldığı uygulamalardan elde edilmiş, orta yumru oranı AM fungusunun kullanımıyla artan potasyum dozlarına paralel olarak artmış ve en yüksek değerler GI+K_{30} ve GI+K_{20} uygulamalarından elde edilmiştir. Büyük yumru oranı ise GI+K_{10} dozunda en yüksek değere sahip olmuştur (Çizelge 4). Bu veriler ışığında AM fungusunun potasyumun artış ve azalışlarına paralel olarak küçük yumru oranını azalttığı, yumru büyüklüğünü ise teşvik ettiği söylenebilir.

Çizelge 4. Patateste farklı potasyum dozlarında AMF uygulamalarından elde edilen gelişme ve verim özelliklerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar*

Uygulamalr	Bitki boyu (cm)		Sap sayısı (adet/bitki)		Yumru Sayısı (adet/bitki)		Ortalama yumru ağırlığı (g)		Yumru Büyüklüğü Dağılımı (%)					
									Küçük yumru oranı		Orta yumru oranı		Büyük yumru oranı	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
AMF (GI)														
G. intraradices	51.2 a	47.5 a	4.5	4.0	11.4 a	12.5 a	74.9a	84.7 a	8.5 b	5.0 b	47.0a	31.9a	44.5b	63.1a
GI (-)[1]	46.0 b	42.7 b	4.3	3.7	10.5 b	11.5b	60.8b	78.4b	10.1a	6.7 a	41.2b	31.2b	48.7a	62.1b
K[2]														
K_0	43.2 c	39.6 b	3.5 b	3.1 b	10.0 b	11.1b	55.4c	73.3 c	12.3a	7.8 a	44.9b	30.4c	42.8d	61.8bc
K_{10}	49.2 b	46.1 a	4.6 a	3.9 a	11.2 a	12.2 a	70.1b	86.7 a	8.5 b	6.1 b	46.0a	29.4d	45.4c	64.5 a
K_{20}	50.5ab	47.6 a	4.7 a	4.0 a	11.2 a	12.1 a	73.0a	82.7b	8.3 b	5.0 c	42.0d	32.5b	49.7a	62.5 b
K_{30}	51.6 a	47.0 a	4.8 a	4.3 a	11.5 a	12.7 a	72.9a	83.5b	8.1 b	4.3 d	43.4c	33.9a	48.5b	61.7 c
$LSD_{0.05}$	2.32	2.34	0.79	0.68	0.60	0.84	1.51	1.09	0.45	0.34	0.93	0.83	1.07	0.22
AMF x K														
GI + K_0	48.5bc	43.3 d	3.6	3.3	10.5	11.9	60.5d	75.1 e	11.6b	7.8 a	47.9b	30.1bd	40.5 f	62.1cd
GI + K_{10}	50.7abc	48.1ab	4.3	4.2	11.9	13.1	82.4a	94.8 a	7.0 f	5.4 d	50.7a	29.2d	42.3e	65.5 a
GI + K_{20}	51.7 ab	51.1 a	4.7	4.5	11.3	12.3	79.0b	84.2b	7.7 e	3.7 e	44.1c	34.0a	48.3c	62.3cd
GI + K_{30}	53.9 a	47.3bc	5.3	4.1	11.7	12.7	77.8b	84.8 b	7.7 e	3.0 f	45.2c	34.4a	47.1 c	62.7bc
GI(-) + K_0	37.9 d	36.0 e	3.3	3.0	9.4	10.2	50.2 f	71.5 f	13.a	7.7 a	41.8d	30.7bc	45.2 d	61.6de
GI(-) + K_{10}	47.7 c	44.0cd	4.8	3.7	10.5	11.3	57.9e	78.7 d	10.0c	6.9 b	41.4d	29.6cd	48.6bc	63.5 b
GI(-) + K_{20}	49.3 bc	44.1cd	4.6	3.6	11.0	11.9	67.0c	81.2 c	8.9 d	6.3 c	39.9e	31.0b	51.2a	62.7bc
GI(-) + K_{30}	49.3 bc	46.7bcd	4.3	4.5	11.3	12.6	68.1c	82.1 c	8.4 d	5.7 d	41.5d	33.4a	50.0ab	60.7 e
$LSD_{0.05}$	3.28	3.31	-	-	-	-	2.14	1.55	0.64	0.48	1.32	1.17	1.51	0.96
Yıl ortalaması	48.6 a	45.1 b	4.4 a	3.9 b	11.0 b	12.0 a	67.8b	81.5 a	9.3 a	5.8 b	44.1a	31.5b	46.6 b	62.6 a
CV (%)	3.86	4.20	4.49	4.30	4.43	5.67	1.80	1.09	3.93	4.70	1.70	2.12	1.85	1.57

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %5 olasılık sınırları içerisinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Çizelge 5. Patateste farklı potasyum dozlarında AMF uygulamalarından elde edilen sınıflandırılmış ve toplam yumru verimine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar*

Uygulamalar	Yumru verimi (kg da^{-1})							
	Küçük (<35 mm)		Pazarlanabilir (35-50 mm)		Endüstriyel (>50 mm)		Toplam	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
AMF (GI)								
G.intraradices	251.0	188.2 b	1413.3 a	1206.0 a	1336.9 a	2398.8 a	3001.2 a	3793.0 a
GI (-)[1]	248.2	214.3 a	1030.1 b	1019.8 b	1225.7 b	2024.1 b	2504.1 b	3254.3 b
K[2]								
K_0	289.3 a	242.3 a	1069.3c	944.1 d	1006.6d	1923.4c	2365.2c	3109.9d
K_{10}	244.4b	226.8 b	1386.5a	1107.1c	1328.4c	2438.2a	2959.3a	3764.4a
K_{20}	236.8bc	177.5 c	1203.0b	1116.3b	1418.6a	2237.7b	2858.4b	3581.4c
K_{30}	228.0c	158.5 d	1228.0b	1233.9a	1371.7b	2246.6b	2827.7b	3639.1b
$LSD_{0.05}$	12.41	12.77	31.84	39.16	36.41	28.52	44.49	17.63
AMF x K								
GI + K_0	305.5a	274.3a	1260.3c	1051.3b	1064.5d	2169.4d	2630.3e	3495.0d
GI + K_{10}	243.6c	233.6b	1761.4a	1269.9a	1471.1a	2850.9a	3476.1a	4354.4a
GI + K_{20}	231.2cd	139.3d	1324.1b	1270.7a	1451.2a	2332.3b	3007.1b	3742.4b
GI + K_{30}	222.9d	105.7e	1307.5b	1231.9a	1360.9b	2242.5c	2891.3c	3580.2c
GI(-) + K_0	273.0b	210.2c	878.3g	837.0d	948.7e	1677.4f	2100.1g	2724.7f
GI(-) + K_{10}	245.1c	219.9bc	1011.6f	944.3c	1185.8c	2025.4e	2442.5f	3174.3e
GI(-) + K_{20}	241.8cd	215.6bc	1081.9e	1061.8b	1385.9b	2143.0d	2709.6d	3420.4d
GI(-) + K_{30}	233.0cd	211.3c	1148.6d	1235.9a	1382.5b	2250.7c	2764.1d	3697.9b
$LSD_{0.05}$	17.56	18.06	45.03	55.37	51.49	40.34	62.92	75.62
Yıl Ort.	249.6 a	201.3 b	1221.7 a	1112.9 b	1281.3 b	2211.5 a	2752.6 b	3523.7 a
CV (%)	4.02	5.12	2.10	2.84	2.29	1.04	1.31	1.23

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %5 olasılık sınırları içerisinde istatistiksel olarak önemli değildir. [1]: Mikorizasız [2] Potasyumlu gübre dozları

Çalışmada AM fungusunun yalnız ve potasyumlu gübre ile birlikte uygulanması patatesin yumru verimlerinde önemli bir artış sağlamıştır (Çizelge 5). En yüksek toplam yumru verimi her iki deneme yılında da GI+K_{10} dozundan, en düşük değeri ise mikoriza ve potasyumun kullanılmadığı kontrolden elde edilmiştir. Bununla birlikte potasyumlu gübre doz etkinliğinin AMF inokulasyonu ile arttığı ve mikorizasız olarak en yüksek dozlarda elde edilen toplam yumru veriminin, AMF uygulaması ile en düşük K_{10} dozundan elde edilebildiği belirlenmiştir (Çizelge 5). Ayrıca AM fungusunun yalnız inokulasyonu ile toplam yumru veriminin mikoriza ve potasyumun kullanılmadığı uygulamaya göre 2007 yılında %25.2, 2008 yılında ise %28.3 oranında arttığı tespit edilmiştir. Araştırma bulguları, potasyumlu gübrelerin AMF ile birlikte uygulanması halinde AMF inokulasyonunun patatesin potasyumlu gübreye olan ihtiyacını en az %20 oranında azalttığını belirten Sarikhani ve Aliasgharzad (2012) ile paralellik göstermektedir. Çalışmada potasyumlu gübre uygulamaları ile birlikte AMF inokulasyonunun patatesin gelişim ve verim özelliklerini olumlu yönde etkilemesine, AMF gelişiminden ziyade fungus ve bitki kökleri arasında devam eden simbiyotik ilişki nedeniyle, besin maddeleri alınımını arttırarak bitkinin sağlıklı gelişmesinin yanında, su, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık ve bitki kalitesini etkilemesinin (Azcón-Aguilar ve Barea, 1997) neden olabileceği söylenebilir. Günümüze kadar yapılan sayısız araştırmalar, bitki besin elementlerinin bitki köklerinin yanı sıra AM fungusları tarafından da alındığını

ortaya koymuştur. Bununla birlikte AM fungusunun kök kolonizasyonunun düşük olmasına rağmen, kök sisteminin mikorizal kısmında aktif bir AM simbiyosizin olduğu, mikorhizal kolonizasyonun ise tarımsal uygulamalar ile olumsuz yönde etkilendiği bildirilmiştir (Cesaro ve ark. 2008).

Sonuç

Farklı potasyum dozlarında Arbusküler Mikorhizal Fungus uygulamalarının patatesin verim ve verim özelliklerine etkisinin belirlenmesinin amaçlandığı bu araştırmada, AM fungusunun patates verimini potasyumun kullanılan en düşük dozunda önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir. AM fungus yalnız olarak kullanıldığında da patates veriminde önemli artışlara sebep olmuştur. Kullanılan kimyasal gübrelerin verim artışıyla birlikte çevresel kirlilik açısından oluşturduğu tehlike göz önüne alındığında, AMF gibi mikroorganizmaların tarımda kullanılmasının önemi belirginleşmektedir. Yapılan bu çalışma sonucunda, AM fungusunun patateste kullanılan kimyasal kaynaklı potasyum gübresinin kullanımını azaltmakla tarımın sürdürülebilirliği açısından önemli bir rol üstlenebileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma Y.Y.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2007-ZF-B24 nolu proje olarak desteklenmiştir. Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

AbdelGadir AH, Errebhi MA, Al-Sarhan HM, Ibrahim M (2003). The effect of different levels of additional potassium on yield and industrial qualities of potato (*Solanum tuberosum* L.) in an irrigated arid region. Amer. J of Potato Res. 80: 219-222.

Anonim (2013). TUİK.. http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=45 (Erişim tarihi:19 Mart 2013)

Ardestani NK, Zare-Maivan H, Ghanati F (2011). Effect of different concentrations of potassium and magnesium on mycorrhizal colonization of maize in pot culture. African J of Biotech. 10(73):16548-16550.

Azcón-Aguilar C, Barea JM (1997). Applying mycorrhiza biotechnology to horticulture: significance and potentials. Scienta Horti. 68: 1-24.

Cesaro P, Tuinen DV, Copetta A, Chatagnier O, Berta G, Gianinazzi S, Lingua G (2008). Preferential Colonization of *Solanum tuberosum* L. Roots by the Fungus *Glomus intraradices* in Arable Soil of a Potato Farming Area. Appl. and Envir. Microbiol. 5776–5783.

Çelebi SZ, Demir S, Çelebi R, Durak ED, Yılmaz IH (2010). The effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) applications on the silage maize (*Zea mays* L.) yield in different irrigation regimes. Europ. J of Soil Biol. 46:302-305

Demir S (1998). Bazı Kültür Bitkilerinde Vesiküler-Arbusküler Mikorhiza (VAM) oluşumu ve bunun bitki gelişimi ve dayanıklılıktaki rolü üzerine araştırmalar. Doktora Tezi E.Ü. Fen Bil. Enst. 144 s.

Duffy EM, Cassells AC (2000). The effect of inoculation of potato (*Solanum tuberosum* L.) mikroplants with arbuscular mycorrhizal fungi on tuber yield and tuber size distribution. Applied Soil Ecology.15 : 137-144.

Er C, Uranbey S (1998). Nişasta Şeker Bitkileri. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. Yayın No:1504, Ders Kitabı: 458, Ankara.

Gerdemann JW, Nicholson TH (1963). Spores of mycorrhizal Endogene extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. Br. Mycol.Soc., 46: 235-244.

Giovannetti M, Mosseae B (1980). An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol. 84: 489-500.

Haase T, Schüler C, Heβ J (2007). The effect of different N and K sources on tuber nutrient uptake, total and graded yield of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) for processing. Europ. J. Agronomy 26:187–197.

Haile W, Boke S (2011). Response of Irish Potato (*Solanum tuberosum*) to the Application of Potassium at Acidic Soils of Chencha, Southern Ethiopia. Int. J of Agric. Biol. 13(4):595-598.

Hodge A, Helgason T, Fitter AH (2010). Nutritional ecology of arbuscular mycorrhizal fungi. Fungal Ecology 3: 267– 273.

Kacar B (2005). Potasyumun bitkilerde işlevleri ve kalite üzerine etkileri. Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi. 3-4 Ekim, Eskişehir. 20-30.

Kumar P, Pandey SK, Singh BP, Singh SV, Kumar D (2007). Influence of source and time of potassium application on potato growth, yield, economics and crisp quality. Potato Research. 50:1–13.

Likar M, Regvar M, Mulec IM, Stres B, Bothe H (2009). Diversity and seasonal variations of mycorrhizal and rhizosphere bacteria in three common plant species at the Slovenian Ljubljana Marsh. Biol Fertil Soils. 45:573-583.

Marschener H, Dell B (1994). Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil, 159(1): 89-102.

McArthur DAJ, Knowles NR (1993). Influence of species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus nutrition on growth, development and mineral nutrition of potato (*Solanum tuberosum* L.). Plant Physiol.. 102: 771-782.

Moinuddin A, Singh K, Bansal SK, Pasricha NS (2004). Influence of graded levels of potassium fertilizer on growth, yield, and economic parameters of potato. J of Plant Nutrition. 27(2): 239–259.

Munyanziza E, Kerhi HK, Bagyaraj DJ (1997). Agicultural intensification, soil biodiversity and agro-ecosystem function in the tropics: the role of mycorrhiza in crops and trees. Appl. Soil Ecol. 6: 77-85.

Nooruddin A, Mehta AN, Patel HR (1995). Tuber production in relation to weather parameters and agrometeorological indices prevailing during different phonological stages of potato crop. J Indian Potato Assoc. 22:109–117.

Panique E, Kelling KA, Schulte EE, Hero DE, Stevenson WR, James RV (1997). Potassium rate and source effects on potato yield, quality, and disease interaction. Am. Potato J. 74: 379-398.

Pellegrino E, Bedini S, Avio L, Bonari E, Giovannetti M (2011). Field inoculation effectiveness of native and exotic arbuscular mycorrhizal fungi in a Mediterranean agricultural soil. Soil Biol. Biochem. 43:367-376.

Phillips JM, Hayman DS (1970). Improved procedure for cleaning roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assement of infection. Trans. Br. Mycol. Soc. 55 : 158-161.

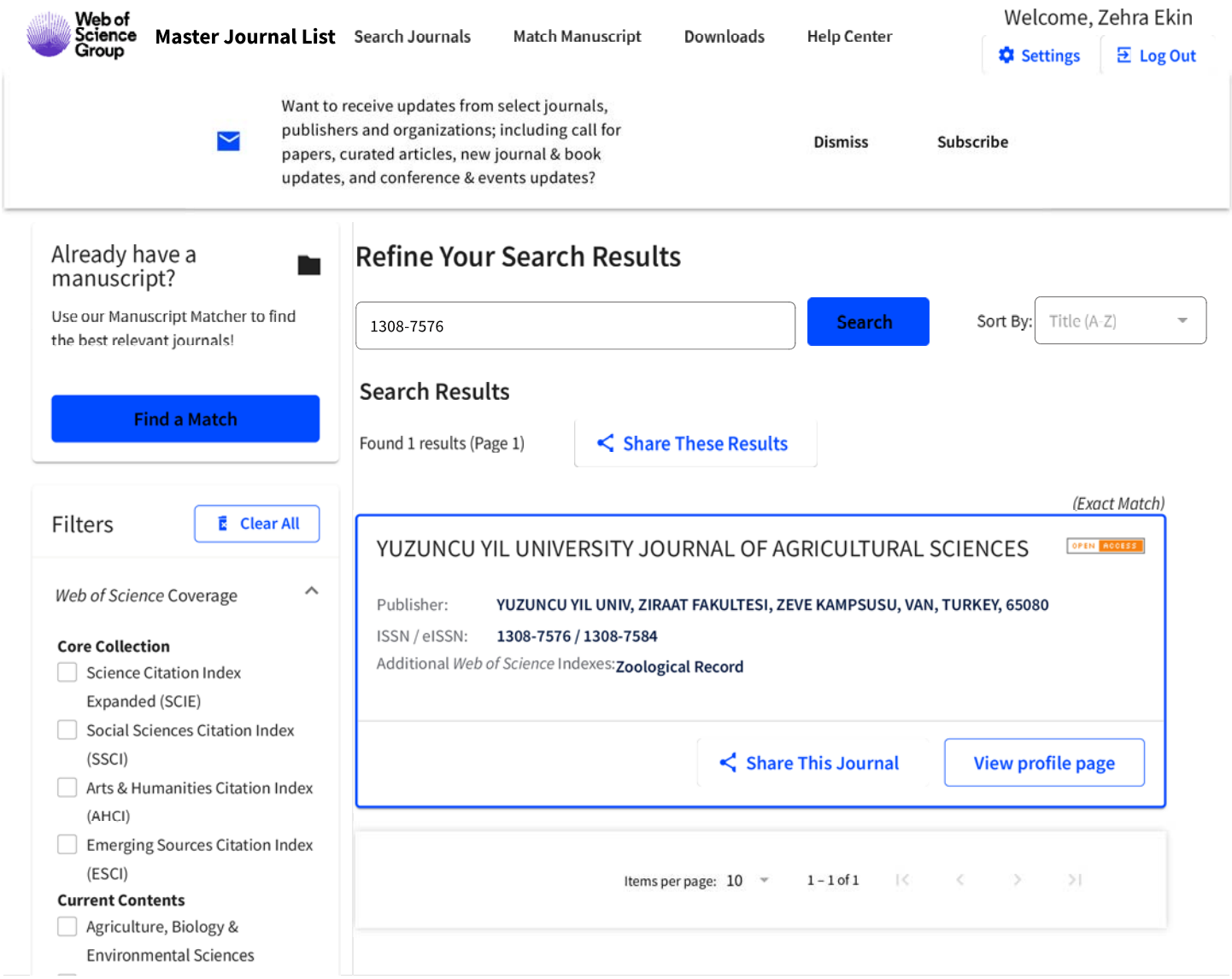
Plenchette C, Fortin JA, Furlan V (1983). Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. Part I. Mycorrhizal dependency under field conditions. Plant Soil 70: 199-209.

Sarikhani MR, Aliasgharzad N (2012). Comparative effects of two arbuscular mycorrhizal fungi and K fertilizer on tuber starch and potassium uptake by potato (*Solanum tuberosum* L.). Int. J of Agri.: Research and Review. 2(3):125-134.

Smith SE, Read DJ (2008). Mycorrhizal Symbiosis. 2nd ed., Academic Press, London.

Şahin K (2003). Ahlat ilçesinde patatesin pazarlama yapısı üzerine bir araştırma. Y.Y.Ü. Zir. Fak. Derg. 13(2): 119-125.

Vosatka M, Gryndler M (1999). Treatment with culture fractions from *Pseudomanas putida* modifies the development of *Glomus fistulosum* mycorrhiza and the response of potato and maize plants to inoculation. Applied Soil Ecology. 11 : 245-251.



Editorial Disclaimer: As an independent organization, Clarivate does not become involved in and is not responsible for the editorial management of any journal or the business practices of any publisher. Publishers are accountable for their journal performance and compliance with ethical publishing standards. The views and opinions expressed in any journal are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views or opinions of Clarivate. Clarivate remains neutral in relation to territorial disputes, and allows journals, publishers, institutes and authors to specify their address and affiliation details including territory.

Criteria for selection of newly submitted titles and re-evaluation of existing titles in the Web of Science are determined by the Web of Science Editors in their sole discretion. If a publisher's editorial policy or business practices negatively impact the quality of a journal, or its role in the surrounding literature of the subject, the Web of Science Editors may decline to include the journal in any Clarivate product or service. The Web of Science Editors, in their sole discretion, may remove titles from coverage at any point if the titles fail to maintain our standard of quality, do not comply with ethical standards, or otherwise do not meet the criteria determined by the Web of Science Editors. If a journal is deselected or removed from coverage, the journal will cease to be indexed in the Web of Science from a date determined by the Web of Science Editors in their sole discretion – articles published after that date will not be indexed. The Web of Science Editors' decision on all matters relating to journal coverage will be final.

Clarivate.™ Accelerating innovation.

© 2020 Clarivate Copyright Notice Terms of Use Privacy Notice Cookie Policy Help Center

Follow us: