

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Farklı Kabakgil Türlerinde Arazi Koşullarında Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF), Peynir Altı Suyu ve Hümik Asit Uygulamalarının Bitki Gelişimi, Verim ve Kalite Üzerine Etkisi

Aytekin EKİNCİALP^{1*}, Çeknas ERDİNÇ², Fuat ESER³,
Semra DEMİR⁴, Suat ŞENSOY³

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Başkale Meslek Yüksekokulu, Van

²Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Van

³Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van

⁴Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Van

*e-posta: aytekinialp@gmail.com

Özet: Bu çalışma kavun (Magnum-F₁), karpuz (Wonder-F₁) ve yazlık kabak (Focus-F₁) türlerine 2 farklı Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF), hümik asit (HA) ve peynir altı suyu (PAS) uygulamalarının bazı bitki gelişim özellikleri ile verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Arazi koşullarında yürütülen denemede her üç sebze türü için 5 farklı uygulama [1-) Kontrol, 2-) AMF, 3-) AMF + PAS, 4-) AMF + HA ve 5-) AMF+ PAS+HA] tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak denenmiştir. Kavunda uygulamaların istatistiki olarak ortalama verim (2843-4124 kg/da) ve ortalama yan kol uzunluğu (cm) üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Karpuzda ortalama verim (5146-8658 kg/da), ortalama yan kol uzunluğu (124.75-165.75 cm) ve meyve sap uzunluğu; kabakta ise uygulamaların ortalama verim (2766-3454 kg/da), SÇKM (8.99 - 10.25 °briks) ve yaprak yaş ağırlığına etkisi önemli bulunmuştur. Beşinci (AMF + PAS + HA) ve 4. (AMF + HA) uygulamaların genel olarak diğer uygulamalara göre daha çok ön plana çıktığı belirlenmiştir. Özellikle ortalama verim bakımından 5 numaralı uygulamanın her üç kabakgil türü için en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: AMF, Hümik asit, Peyniraltı suyu, Verim

The Effects of AMF, Whey and Humic Acid Applications on Plant Growth, Yield and Quality in Different Cucurbit Species under Open Field Conditions

Abstract: This study was carried out to assess the effects of two different Arbuscular Mycorrhizal Fungus (AMF), humic acid (HA) and whey applications on various plant and yield characteristics in melon (Magnum-F₁), watermelon (Wonder-F₁) and summer squash (Focus-F₁) species. At trials implemented in the field, 5 different applications [1-) Control, 2-) AMF, 3-) AMF+Whey, 4-) AMF + HA, and 5-) AMF + Whey + HA] were applied at 4 replications according to randomized block design for all three types of vegetables species. The applications on melon were significant for average yield (28 430 - 41 240 kg ha⁻¹) and average branch length. The applications were significant on watermelon in terms of average yield (51 460-86 580 kg ha⁻¹), average branch length (124.75-165.75 cm), fruit pedicle length; and on summer squash in terms of average yield (27 660-34 540 kg ha⁻¹), TSSC (8.99-10.25 brix°), and weight of fresh leaves. It was observed that the 5th and 4th applications were more superior to the others. According to average yield, especially, the fifth application had the highest mean for all three species.

Keywords: AMF, Humic acid, Whey, Yield

Giriş

Arbusküler Mikorhizal Funguslar (AMF) doğal ve tarımsal ekosistemlerde yaygın olarak bulunan ve toprak rizosferindeki en fonksiyonel mikrobiyal simbiyotlardan biridir (Şensoy ve ark. 2005; Şensoy ve ark. 2007; Şensoy ve ark. 2011; Tüfenkçi ve ark. 2012; Smith ve Read 2008; Ocak ve Demir 2012). AMF aynı zamanda bitkilerin hem biyotik hem de abiyotik stres faktörleriyle mücadelelerinde etkin bir rol oynamaktadır (Şensoy ve ark. 2005; Şensoy ve ark. 2007; Şensoy ve ark. 2011; Halifeoğlu, 2011; Tüfenkçi ve ark. 2012; Şensoy ve ark. 2013). AMF'lerin, kuraklık, tuzluluk, pH, toprak yapısı, ağır metal

gibi stres faktörlerine karşı bitkinin direncini arttırdığı belirlenmiştir (Strack ve ark. 2003; Johansson ve ark. 2004).

Farklı türlerin ya da aynı bitki türünün farklı çeşitlerinin mikorhizal yaşama tepkileri birbirinden farklılık gösterebilir (Declerck ve ark. 1995; Linderman ve Davis 2004 ; Şensoy ve ark. 2007). Mikorhizal funguslara uyum ve mikorhizal yaşama bağımlılık doğal ekosistemlerde bitkilerin populasyon yapısı ve dinamiğini birinci derecede etkilemekte (Van der Heijden ve ark. 1998), tarımsal ekosistemlerde ise farklı tür x AMF veya aynı tür içindeki farklı genotip x AMF etkileşimlerinin araştırılması ve uygun kombinasyonların ortaya konması ise bitki gelişimini ve dayanıklılığını artırmak açısından oldukça önemli görülmektedir (Şensoy ve ark. 2007). Kabakgiller familyası genel olarak mikorhizal uyumu yüksek olan kültür bitkisi familyaları içinde yer alır (Şensoy ve ark. 2011; Tüfenkçi ve ark. 2012; Demir ve ark. 2002). AMF oluşumunun bu familyaya bazı kültür bitkilerindeki uyumu ve gelişme etkisine dair birçok çalışma yapılmıştır (Trimble ve Knowles 1994).

Hüyük asitler kısmen veya tamamı ile çürümüş bitki veya hayvan artıklarının oluşturduğu siyah veya koyu kahverengi maddelerdir (Atiyeh ve ark. 2002; Bandiera ve ark. 2009; Fan ve ark. 2014). Topraktaki organik maddelerin %65-70'ini kapsayan hüyük maddeler bitki gelişimi üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle, çeşitli bilimsel alanlarda çalışılmaktadır. Bünyelerinde önemli oranda polifenoller, polikarboksilik asitler, karboniller ve peroksitler gibi organik kimyanın önemli gruplarını barındırmaktadırlar. Hüyük asidin ana fonksiyonel gruplarını karboksil, fenolik hidroksil, alkolik hidroksil, keton ve quinoid oluşturmaktadır (Russo ve Beryln, 1990). Hüyük asitler toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerini etkileyerek bitki gelişimine yardımcı olmaktadır. Toprağı havalandırmada, nem tutmada, iyon değişiminde ve toprağın tamponlanmasında hüyük asitler önemli roller oynamaktadırlar (Türkmen ve ark. 2004; Türkmen ve ark. 2005; Tüfenkçi ve ark. 2006). Yapılan çalışmalarda hüyük asit uygulamalarının verim üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. Bernardoni ve ark. (1990) Dona çilek çeşidi ile yaptıkları denemede N, P, K'lı gübreler ile hüyük asidi (Ticari Ume x Ligudo) uygulayarak etkisini araştırmışlar ve uygulanan N'lu gübreye bağılı olarak ürün miktarının azaldığını; hüyük asite bağılı olarak ise, ürün miktarının arttığını belirlemişlerdir.

Peyniraltı suyu peynir yapımı sırasında sütün herhangi organik bir asit veya peynir mayası (rennet enzimi) ile pıhtılaştırılmasından ve süzme işlemi ile telemenin alınmasından sonra geriye kalan yeşilimsi sarı renkteki bir yan üründür (Ocak ve Demir 2012). Peyniraltı suyunun ana bileşenleri su, laktoz, peptitler ve minerallerdir. Birçok araştırmada, peyniraltı suyunun içeriğinde bulunan protein azotunun toprakta bulunan mikroorganizmalar tarafından %30-60 oranında inorganik azota dönüştürüldüğü ve laktozun mikroorganizmalar için bir enerji kaynağı olduğu ortaya konulmuştur. (Ahmed ve ark. 2013). Ayrıca peynir altı suyunun gübreleme amacıyla kullanıldığında toprak strüktürünü ve su tutma kapasitesini arttırdığı da belirtilmektedir (Sienkiewicz ve Riedel 1990). Besin içeriği açısından önemli bir sütçülük artışı olan peyniraltı suyu ısıtma işlemi görmeden kanal ve akarsulara verildiğinde önemli oranda çevre kirliliğine neden olmaktadır. Fakat gübreleme amacıyla değerlendirildiğinde ise toprak verimliliğine olumlu etkisi ortaya çıkabilmektedir (Sienkiewicz ve Riedel 1990; Sonnleitner ve ark. 2003). Watson (1978), toprağı peyniraltı suyu uygulamasının toprağın gözenekliliğini artırmasının yanında mısır bitkisinde verimi arttırdığını da belirtmiştir. Bunun yanında düşük dozdaki peyniraltı suyu uygulamasının AM funguslarının kolonizasyonu ve sporulasyonu üzerinde olumlu etkide bulunduğu bazı çalışmalarda da tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda, PAS'ın AMF üzerindeki olumlu etkisinin, PAS'ın içerdiği yüksek besin içeriği ile bitkinin de besin statüsünü artırarak, obligat bir mikroorganizma olan AMF'nin de gelişimini pozitif yönde etkilemesinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Ayrıca bu çalışmalarda PAS ve AMF *Glomus intraradices* arasındaki etkileşimde bitki ve topraktaki bazı mineral maddeler ile (özellikle P), topraktaki pH, tuz ve CaCO₃ içeriklerinin etkisi de araştırılmış ve bitki bünyesindeki P miktarının simbiyotik mikroorganizmanın kolonizasyonu ve sporulasyonun artışında önemli rolünün olduğu belirlenmiştir. (Özrenk ve ark. 2003; Demir ve Özrenk 2009; Demir ve ark. 2015).

Sonuç olarak, PAS, AM fungusları ve hüyük asit uygulamaları toprak strüktürü ile bitki gelişimi ve dayanıklılığını teşvik eden önemli aktörlerdir. Bu çalışmada da önemli bir simbiyotik mikroorganizma olan Arbusküler Mikorhizal Funguslar ile peyniraltı suyu ve hüyük asit gibi organik materyallerin kabakgill türlerinde etkileri incelenerek bazı bitki özellikleri ve verim değerleri ortaya konmuştur.

Materyal ve Metot

Çalışma 2011 yılında Bitlis ili Adilcevaz ilçesinde sulanabilir saha içerisinde bulunan özel bir arazide yapılmıştır. Çalışmanın yapıldığı ilçeye ait iklim verileri ve toprak analiz raporları aşağıda sunulmuştur (Çizelge 1). Çalışmada her üç sebze türü için 5 farklı uygulama (1- Kontrol, 2- Arbusküler mikorhizal fungus (AMF), 3- AMF+Peyniraltı suyu, 4- AMF+hüyük asit ve 5- AMF+Peyniraltı suyu+hüyük asit) tesadüf blokları deneme desenine göre her tekrerde 18 bitki olmak üzere 4 tekrerli olarak çalışılmıştır. Kavunda en iyi mikorhizal bağımlılık sonuçlarından birini veren Süper Magnum F₁ x *Glomus intraradices* kombinasyonu, karpuz ve yazlık kabakta ise sırasıyla Wonder F₁ x *Gigaspora margarita*, Focus F₁ x *Gigaspora margarita* kombinasyonu AMF uygulamaları olarak kullanılmıştır. Çalışmada, kullanılan ve kabakgöl türlerinde mikorhizal kolonizasyon oranı %30-50 arasında değişen AMF izolatları, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü kültür stoklarından temin edilmiştir. Fideler bir gözü 4,7 x 4,7 x 6,0 cm ebatlarındaki plastik viyollerde yetiştirilmiştir. Viyollere (1:1) torf:perlit karışımından oluşan harç materyalinden bırakılmış ve tohum yatağına 2.5g (25 spor/g) uygun AMF izolatu yayılmıştır. 1 kg fide harcına 500 mg hüyük asit, 1 kg/500 ml peynir altı suyu uygulanmıştır. AMF, hüyük asit ve peyniraltı suyu kullanılmayan uygulamalar için hazırlanan fide yataklarına ise sadece torf:perlit ve vermikulit bırakılmıştır. Ekimi yapılacak çeşitlerin tohumları üç defa saf su ile yıkanarak, %2'lik NaOH'da 5 dakika tutularak ve tekrar iki defa steril saf sudan geçirilerek yüzey dezenfeksiyonu sağlanmıştır. Dezenfekte edilen tohumlar, her bir viyol gözüne 1 adet tohum gelecek şekilde ekilmiş ve üzerleri yaklaşık 1,5 cm'lik vermikulit ile kapanmış, ilk sulamaları yapılarak örtü altında çimlenmeye bırakılmıştır. Fide gelişim sürecinde kontrolleri yapılan ve yaklaşık 4-5 yapraklı fideler belirlenen parsellere dikilmiştir. Fideler tarlaya her uygulamada sıra arası 120 cm, sıra üzeri 60 cm olacak şekilde dikildikten sonra PAS uygulaması 300ml/bitki dikimle, 300 ml/bitki çiçeklenme döneminde, 300 ml/bitki ise meyveler elma büyüklüğüne geldiği aşamada uygulanmıştır. Hüyük asit uygulaması 0,3 gr/bitki dikimle, 0,3 gr/bitki çiçeklenme zamanında, 0,3 gr/bitki meyvelerin elma büyüklüğünü aldığı dönemde uygulanmıştır Magnum F₁ ve Wonder F₁ çeşitlerinde ortalama verim, yan kol sayısı, ortalama yan kol uzunluğu, ana gövde kalınlığı, meyve sapı uzunluğu, meyve sapı kalınlığı, yaprak yaş ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, SÇKM, pH ve kuru madde oranları, Focus F₁ çeşidinde ise ortalama verim, SÇKM, pH, yaprak yaş ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı ve kuru madde oranları tespit edilmiştir.

Verilerin değerlendirilmesi SPSS paket programı kullanılarak tek yönlü varyans analizine göre yapılmıştır. İstatistiksel olarak önemlilik gösteren özelliklerin belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

Çizelge 1. Adilcevaz ilçesine ait bazı iklim elemanlarının uzun yıllar ortalaması ile toprak analiz sonuçları

Aylar	En yüksek sıcaklık (°C)	En düşük sıcaklık (°C)	Ortalama bağıl nem (%)
Mayıs	17	2.7	65
Haziran	23.4	7	56
Temmuz	28.2	11.2	50
Ağustos	28.3	15.3	49
Eylül	23.9	2.6	51
Ekim	16.4	0	64

Toprak analiz sonuçları		
Parametreler	Birim	Değer
pH		9.08
Tuz	%	0.14
Kireç	%	4.05
Organik madde	%	0.53
Azot (N)	%	0.03
Fosfor (P)	kg/da	10.88
Potasyum (K)	kg/da	114.12
Magnezyum (Mg)	ppm	127.77
Demir (Fe)	ppm	3.31
Mangan (Mn)	ppm	1.02

Bitki Büyüme Parametrelerinin İncelenmesi

Bitki başına ortalama yan kol sayısı ve ortalama yan kol uzunluğu: Bitkilerin araziye dikimi yapıp meyve hasat olgunluğuna geldiğinde dallar sayılıp metre ile ölçülmüştür.

Ana gövde kalınlığı: Ana gövde kalınlıkları meyveler hasat olgunluğuna geldiğinde dijital kumpas ile ölçülmüştür.

Yaprak yaş ve kuru ağırlıkları ile kuru madde oranı: Bitkilerin meyveleri elma büyüklüğüne geldiğinde ana dal üzerinden alınan 7. yaprağın yaş ağırlığı hassas terazi ile ölçüldükten sonra örnekler 70°C'de 48 saat süresince etüvde kurularak ± 1 g duyarlılıktaki elektronik bir terazi ile tartılmış ve kuru ağırlık değerleri belirlenmiştir. Yaprak kuru ağırlığının yaş ağırlığa oranıyla kuru madde değeri belirlenmiştir.

Meyve Gelişim Parametrelerinin İncelenmesi

Meyve sapı uzunluğu ve kalınlığı: Meyve sapı uzunluğu ve kalınlığı meyveler hasat olgunluğuna geldiklerinde kumpasla ölçümleri yapılarak hesaplanmıştır.

Ortalama meyve verimi: Hasat edilen meyveler dijital terazi ile tartılarak dekara ortalama meyve verim değerleri hesaplanmıştır.

SÇKM (%briks): Meyvelerde SÇKM meyve olgunlaştıktan sonra refraktometre (Greinorm marka el tipi, 0-32 ölçme aralığı, 0,2 ölçüm hassasiyeti) ile ölçülerek hesaplanmıştır.

pH: Meyveler olgunlaştıktan sonra pH (Hanna pHep HI 98107 marka, ölçüm aralığı 0,0/+14,00, doğruluk pH \pm 0,1 pH) metre ile ölçülerek hesaplanmıştır.

Bulgular

Magnum-F₁ çeşidinde ortalama yan kol uzunluğu ve ortalama verim değerleri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bitkilerde ortalama yan kol uzunluğu bakımından en yüksek değere (187.50 cm) AMF, peyniraltı suyu ve hümik asidin üçlü olarak kullanıldığı uygulamanın sahip olduğu ve bunu sırasıyla AMF ile hümik asidin birlikte kullanıldığı uygulama (185 cm), AMF ve peyniraltı suyunun birlikte kullanıldığı uygulama (177.50 cm), kontrol grubu uygulaması (170 cm) ve yalnız AMF'nin kullanıldığı uygulama (165 cm) takip etmiştir (Çizelge 2). Magnum-F₁ çeşidinde ortalama verim bakımından en yüksek değer (4123.75 kg/da) AMF, peyniraltı suyu ve hümik asidin beraber kullanıldığı 5. uygulamada ortaya çıkmıştır. Bu değeri sırasıyla 3675.00 kg/da ile AMF ve peyniraltı suyunun beraber kullanıldığı 3. uygulama, 3408.75 kg/da ile AMF ile hümik asidin kullanıldığı 4. uygulama ve 2862.50 kg/da değer ile yalnız AMF'nin kullanıldığı 2. uygulama izlemiştir. Ortalama verim bakımından en düşük değer görüldüğü uygulama 2842.50 kg/da ile kontrol grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 3). İstatistiki olarak önemli bulunan her iki parametrede AMF, peyniraltı suyu ve hümik asidin beraber kullanıldığı 5. uygulamanın öne çıktığı görülmektedir.

Magnum-F₁ (kavun) çeşidinde bazı bitki büyüme ve meyve gelişim parametreleri (Yan kol sayısı, ana gövde kalınlığı, yaprak yaş ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, kuru madde, meyve sapı uzunluğu, meyve sapı kalınlığı, SÇKM ve pH) istatistiki olarak önemli bulunmamasına rağmen genel olarak 5. uygulama başta olmak üzere 4. ve 3. uygulamaların en yüksek değerleri aldığı belirlenmiştir. Özellikle yan kol sayısı (6 adet/bitki), ana gövde kalınlığı (19.5 mm), meyve sapı uzunluğu (15.25 cm), meyve sapı kalınlığı (6 mm) ve pH (6) parametrelerinde AMF, peyniraltı suyu ile hümik asidin beraber kullanıldığı 5. uygulamanın en yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiştir (Çizelge 2 ve 3). Karpuz da (Wonder-F₁) dal uzunluğu, meyve sapı uzunluğu ve ortalama verim değerleri istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Yan kol uzunluğu en yüksek AMF, peyniraltı suyu ile hümik asidin beraber kullanıldığı 5. (165.75 cm) uygulamada belirlenmiştir. Bu uygulamayı kontrol grubunun bulunduğu 1. uygulama 156 cm değer ile takip etmiştir. AMF ile hümik asidin ve AMF ile PAS'ın beraber kullanıldığı 3. ve 4. uygulamalar (155.75 cm) aynı değeri alarak, yalnız AMF'nin kullanıldığı 2. uygulama (124.75 cm) en düşük değeri göstermiştir (Çizelge 2). Meyve sapı uzunluğunda yine AMF, peyniraltı suyu ile hümik asidin beraber kullanıldığı 5. uygulama 6.3 cm ile en yüksek değeri göstermiştir. Bu değeri sırasıyla, 4.58 cm ile 4. uygulama (AMF + HA), 4.45 cm ile 3. uygulama (AMF + PAS), 4.03 cm ile 2. uygulama (AMF) ve 3.85 cm ile en düşük değeri alan 1. uygulama olan kontrol grubu takip etmiştir (Çizelge 3). Ortalama verim değerleri açısından AMF, peyniraltı suyu ile hümik asidin beraber kullanıldığı 5. uygulama 8657.50 kg/da ile en yüksek değeri göstermiştir. Bu değeri sırasıyla 7463.75 kg/da ile AMF + HA'nın kullanıldığı 4. uygulama, 5951.25 kg/da ile kontrol grubunu oluşturan 1. uygulama, 5938.75 kg/da ile AMF ve PAS'ın beraber kullanıldığı 3. uygulama ve 5146.25 kg/da ile yalnız AMF'nin kullanıldığı 2. uygulama takip etmiştir (Çizelge 3).

Karpuzda (Wonder-F₁) dal sayısı, ana gövde kalınlığı, yaprak yaş ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, kuru madde, meyve sapı kalınlığı, SÇKM ve pH parametreleri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamalarda genel olarak AMF + Hümik asidin ve AMF, ve peyniraltı suyu ile hümik asidin kullanıldığı 4. ve 5. uygulamalar en yüksek değerler olarak belirlenmiştir (Çizelge 2-3).

Kabakta (Focus-F₁) pH, yaprak kuru ağırlığı ve kuru madde verileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Ortalama verim, SÇKM ve yaprak yaş ağırlığı istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ortalama verimde 5. uygulama (AMF + PAS + HA) 3454.3 kg/da ile en yüksek değeri oluşturmuştur. Bu uygulamayı sırasıyla 2996.8 kg/da ile 4. uygulama (AMF + HA), 2978.5 kg/da ile 1. uygulama (kontrol), 2770.8 kg/da ile 2. uygulama (AMF) ve 2765.5 kg/da ile 3. uygulama (AMF + PAS) takip etmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 2. Kavun (Magnum-F₁) ve karpuzda (Wonder-F₁) ölçülen bazı bitki büyüme parametreleri

Çeşit	Uygulamalar	Ortalama yan kol (adet/bitki)	Ortalama yan kol uzunluğu (cm)	Ana gövde kalınlığı (mm)	Yaprak yaş ağırlığı (gr)	Yaprak kuru ağırlığı (gr)	Yaprak kuru madde oranı(%)
Magnum-F ₁	1. Kontrol	5.50	170bc *	18.75	3.14	0.99	32.08
	2. AMF	5.25	165c	17.25	2.95	0.87	29.80
	3. AMF + PAS	5.25	177.50ab	18.75	3.66	0.98	27.04
	4. AMF + HA	6.5	185a	18.75	4.73	1.26	26.59
	5. AMF + PAS + HA	6	187.50a	19.5	3.89	1.03	26.41
Wonder-F ₁	1. Kontrol	4	156a *	1.07	3.46	1.06	31.47
	2. AMF	3.75	124.75b	1.10	3.17	0.79	27.72
	3. AMF + PAS	4	155.75a	1.26	3.50	0.99	28.65
	4. AMF + HA	4.75	155.75a	1.26	3.61	1.24	33.89
	5. AMF + PAS + HA	4.5	165.75a	1.22	3.52	1.14	32.22

*her bir sütunda farklı harflerle gösterilen uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark varken (p<0.05), aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında bir farklılık yoktur (p<0.05)

Uygulamalar arasında SÇKM'de önemli farklılıklar bulunmuştur. AMF, peyniraltı suyu ile hümik asidin beraber kullanıldığı uygulama (%10.25) en yüksek değere sahip olurken bunu sırasıyla AMF ve HA'nın kullanıldığı uygulama (%9.35), %9.15 ile kontrol grubu, sadece AMF'nin kullanıldığı uygulama(%9) ve son olarak AMF ve peyniraltı suyunun kullanıldığı uygulama (%8.99) takip etmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Kavun (Magnum-F₁) ve karpuzda (Wonder-F₁) ölçülen bazı meyve gelişim parametreleri

Çeşit	Uygulamalar	Meyve sapı uzunluğu (cm)	Meyve sapı kalınlığı (mm)	SÇKM (°briks)	pH	Ortalama verim (kg/da)
Magnum-F ₁	1. Kontrol	14.25	5.50	9.15	5.41	2842.50b*
	2. AMF	14.75	5.50	9.10	5.79	2862.50b
	3. AMF + PAS	15.00	6.00	10.4	5.99	3675.00ab
	4. AMF + HA	14.75	5.25	9.88	5.93	3408.75ab
	5. AMF + PAS + HA	15.25	6.00	9.48	6.00	4123.75a
Wonder-F ₁	1. Kontrol	3.85b *	0.84	8.00	5.90	5951.25b *
	2. AMF	4.03b	0.87	7.75	5.88	5146.25b
	3. AMF + PAS	4.45b	0.94	8.00	5.88	5938.75b
	4. AMF + HA	4.58b	1.02	8.00	5.90	7463.75a
	5. AMF + PAS + HA	6.30a	1.11	8.25	5.90	8657.50a

*her bir sütunda farklı harflerle gösterilen uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark varken (p<0.05), aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında bir farklılık yoktur (p<0.05).

Yaprak yaş ağırlığında sadece AMF'nin kullanıldığı uygulama (11.28 gr) en yüksek değeri göstererek bunu kontrol grubu (10.31 gr), AMF + PAS + HA'nın kullanıldığı uygulama (9.83 gr), AMF + PAS'nin kullanıldığı uygulama (9.51 gr) ve AMF + HA'nın kullanıldığı uygulama (6.45 gr) izlemiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Kabakta (Focus-F₁) ölçülen bazı meyve gelişim parametreleri

Çeşit	Uygulamalar	Ortalama verim (kg/da)	SÇKM (*briks)	pH	Yaprak yaş ağırlığı (gr)	Yaprak kuru ağırlığı (gr)	Kuru madde (%)
Focus-F ₁	1. Kontrol	2978.5b *	9.15b *	5.94	10.31a	1.80	17.44
	2. AMF	2770.8b	9.00b	5.94	11.28a	1.84	16.36
	3. AMF + PAS	2765.5b	8.99b	5.96	9.51a	1.64	16.99
	4. AMF + HA	2996.8b	9.35b	6.03	6.45b	1.15	17.87
	5. AMF + PAS + HA	3454.3a	10.25a	6.00	9.83a	1.65	16.95

*her bir sütunda farklı harflerle gösterilen uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark varken (p<0.05), aynı harflerle gösterilen uygulamalar arasında bir farklılık yoktur (p<0.05).

Tartışma

AMF, peyniraltı suyu ve hümik asit uygulamalarının kavunda (Ballık F₁) meyve verimi ve kalitesi üzerine yürütülen bir çalışmada, toplam dal uzunluğu ve bitki başına ortalama verim değerleri istatistiki olarak önemli bulunmuş ve ortalama yan kol uzunluğu bakımından en yüksek değere (110 cm) AMF, peyniraltı suyu ve hümik asidin birlikte kullanıldığı uygulama (105.50 cm), AMF ile PAS'ın birlikte kullanıldığı uygulama (101.50 cm), AMF'nin yalnız başına kullanıldığı uygulama (95.50 cm) takip etmiştir. Bitki başına ortalama yan kol uzunluğu bakımından en düşük değere ise kontrol uygulaması (85.50 cm) sahip olmuştur (Eser 2014). Yine aynı çalışmada ortalama verim değerlerinde AMF, peyniraltı suyu ile hümik asidin birlikte kullanıldığı uygulama en yüksek (5.99 kg) değere sahip olmuştur. Bunu sırasıyla AMF ile hümik asidin birlikte kullanıldığı uygulama (5.18 kg), AMF'nin tek başına kullanıldığı uygulama (4.81 kg), AMF ile peyniraltı suyunun birlikte kullanıldığı uygulama (4.57 kg) ve 4.18 kg değer ile kontrol uygulaması takip etmiştir (Eser 2014). Ocak ve Demir (2012) PAS ve AMF fungusları gerek toprak verimliliği gerekse bitki gelişimi ve dayanıklılığını teşvik eden, sağladıkları katkılar açısından da özellikle sürdürülebilir tarım açısından anahtar rolü üstlenebilecek önemli aktörler olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Watson (1978), toprağa peynir altı suyu uygulamasının toprağın porozitesini (gözenekliliğini) artırmasının yanında mısır bitkisinde ürün artışlarını da teşvik ettiğini belirtmiştir. Bu anlamda çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar bu konuda yapılmış olan çalışmalarla paralellik göstermiş, özellikle AMF, peyniraltı suyu ile hümik asidin beraber kullanıldığı uygulamanın daha yüksek değerlerde seyrettiği tespit edilmiştir.

Uygulamalarda çizelge 3 ve 4'te görüldüğü gibi ortalama verim istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Magnum-F₁ kavun çeşidinde AMF, peyniraltı suyu ile hümik asidin birlikte kullanıldığı uygulama en yüksek değere sahip olmuş bunu AMF ile peyniraltı suyunun birlikte kullanıldığı uygulama takip etmiş, en düşük değere ise kontrol uygulaması sahip olmuştur (Çizelge 3). Wonder- F₁ karpuz ve Focus-F₁ kabak çeşitlerinde ortalama verim açısından AMF, peyniraltı suyu ile hümik asidin birlikte kullanıldığı uygulama en yüksek değeri göstermiştir (Çizelge 3 ve 4).

Sastry ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada AMF uygulamalarının bitkilerde sürgün uzunluklarında gelişmeye neden olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Özgönen ve ark. (2001) AMF uygulamalarının bitkilerin vejetatif aksamalarında gelişmeye neden olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda ortalama yan kol uzunluğu ve dal sayısı parametrelerinde AMF, peyniraltı suyu, hümik asidin ve AMF, hümik asidin kullanıldığı uygulamalar diğer uygulamalara göre yüksek değerler gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Özrenk ve Demir (2003) nohut bitkisinde yapmış oldukları çalışmada yaş-kuru ağırlık parametrelerinde peyniraltı suyunun yer aldığı uygulamalarda dikkate değer bir artışın olduğunu belirtmişlerdir. Demir ve ark. (2015) da AMF, PAS ve HA uygulaması yapılan domates, biber ve patlıcan bitkilerinin genel olarak kontrol grubu bitkilerine göre daha geliştiğini, bitki besin maddesi alımının arttığını ve en yüksek verim değerlerinin AMF + PAS + HA uygulamasında olduğu ifade etmişlerdir.

Çalışmamızda kavun (Magnum-F₁) ve karpuzda (Wonder-F₁) yaprak yaş ve kuru ağırlığında kontrol uygulamasına göre farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu iki parametre incelendiğinde AMF ve hümik asidin beraber kullanıldığı uygulama ilk sırayı alırken, bunu AMF, peyniraltı suyu ve hümik asidin birlikte kullanıldığı uygulama takip etmiştir (Çizelge 2).

Çalışmamızda bazı meyve gelişim parametrelerinde de kontrol uygulamalarına göre farklılıklar tespit edilmiştir. Kavun (Magnum-F₁) ve karpuzda (Wonder-F₁) meyve sapı uzunluğu ve kalınlığında genelde AMF, peyniraltı suyu ve hümik asitin birlikte kullanıldığı uygulama en yüksek değere sahip olurken, bunu AMF ile hümik asitin birlikte kullanıldığı uygulamanın takip ettiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Kavunda (Magnum-F₁) SÇKM değerlerini incelediğimizde en yüksek değer AMF + PAS uygulamasında görüldüğü en düşük değer ise yalnız AMF'nin kullanıldığı uygulama ile kontrol grubunda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 3). Karpuzda (Wonder-F₁) en yüksek SÇKM değeri AMF, peyniraltı suyu ve hümik asitin birlikte kullanıldığı uygulamada en düşük değer ise yalnız AMF'nin kullanıldığı uygulama ile kontrol grubunun yer aldığı uygulamada görülmüştür (Çizelge 3). Kabakta (Focus-F₁) istatistiki olarak önemli bulunan SÇKM değerlerini ise AMF, peyniraltı suyu ve hümik asit ile AMF + Hümik asitin beraber kullanıldığı uygulamalar paylaşmıştır (Çizelge 4).

Sonuç

Tarımsal sektörde faydalı biyolojik ajanların ya da organik maddelerin kullanılması hem sürdürülebilir, güvenli ve sağlıklı bir üretimin sağlanabilmesi hem de bitki gelişimine, verimine sağladıkları katkı bakımından önemli amaçlar arasında gösterilmelidir. Bu bağlamda, yapmış olduğumuz çalışmanın verileri bu amaç doğrultusunda olumlu sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Yürütülen bu çalışmada AMF, peynir altı suyu ve hümik asit uygulamalarının birlikte ya da yalnız başına kullanılmaları kabakgıl türlerinde genel olarak bitki gelişimine, meyve verimine olumlu yönde etki ettiği belirlenmiştir. Özellikle verim değerleri olmak üzere bazı bitki ve meyve parametrelerindeki olumlu sonuçların elde edilmesi çalışmada ön plana çıkmıştır. Yapmış olduğumuz çalışmanın bu yönde yapılacak olan daha ayrıntılı araştırmalara katkıda bulunabileceği kanaatindeyiz.

Kaynaklar

- Ahmed L, Diana ABM, Rico D, Ryan CB (2013). Effect of delactosed whey permeate treatment on physico-chemical, sensorial, nutritional and microbial properties of whole tomatoes during postharvest storage. *Food Science and Technology* 51 (2013) 367-374.
- Atiyeh CA, Edwards JD Metzger, Lee S, Arancon NQ (2002). The influence of humic acids derived from earthwormprocessed organic wastes on plant growth, *Bioresour. Technol.* 84: 7-14.
- Bandiera M, Mosca G, Vamerali T (2009). Humic acids affect root characteristics of fodder radish (*Raphanus sativus* L. var.oleiformis Pers.) in metal-polluted wastes. *Desalination* 246,78-91.
- Bernardon C, Cerorri G, Fabbri M (1990). Fertigation Experiments in Horticulture. *Coltre Protette*, 19,12.
- Declercq S, Plenchette C, Strullu DG (1995). Mycorrhizal dependency of banana (*Musa acuminata*, AAA group) cultivar. *Plant Soil* 176, 183-187.
- Demir I, Sezen K, Demirbag Z (2002). The first study on bacterial flora and biological control agent of *Anoplus roboris* (Suftr., Coleoptera). *The Journal of Microbiology*, 40(2), 104-108.
- Demir S, Özenk E (2009). The effects of whey on the colonization and sporulation of arbuscular mycorrhizal fungus (AMF), *Glomus intraradices*, in lentil (*Lens orientalis*) plants. *Afr J Biotechnol* 8(10): 2151-2156.
- Demir S, Sensoy S, Ocak E, Tufenkeci, S, Demire Durak E, Erdinc, C, Ünsal H 2015. Effects of arbuscular mycorrhizal fungus (AMF), humic acid and whey on wilt disease caused by *Verticillium dahliae* Kleb. in three *Solanaceous* crops. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39: 300-309.
- Düzgüneş A, Kesici OT, Kavuncu O, Gürbüz F (1987). Araştırma ve Deneme Metotları (istatistik metotları -2). Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ankara 381 s.
- Eser F (2014). Arbusküler mikorhizal fungus (amf), peyniraltı suyu ve hümik asit uygulamalarının kavunda (*Cucumis melo* L.) meyve verimi ve kalitesine etkileri YYU. Fen Bilimleri Enstitüsü. (Basılmamış, Yüksek Lisans Tezi) 50 s.
- Fan H, Li T, Sun X, Sun XZ, Zheng CS (2014). Effects of humic acid derived from sediments on the postharvest vase life extension in cut chrysanthemum flowers, *Postharvest Biology and Technology* 101 (2015) 82-87.
- Halifeoğlu G (2011). Arbusküler mikorhizal fungus (AMF), peyniraltı suyu ve hümik asit uygulamalarının karpuzda fide yetiştiriciliği ve fusarium solgunluğuna etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış, Yüksek Lisans Tezi) 88s.
- Johansson JF, Paul LR, Finlay RD (2004). Microbial interactions in the mycorrhizosphere and their significance for sustainable agriculture. *FEMS Microbiol Ecol* 48: 1-13.

- Linderman R.G, Davis AE, (2004). Varied response of marigold (*Tagetes* spp.) genotypes to inoculation with different arbuscular mycorrhizal fungi. *Sci. Hort.*, 99: 67-78.
- Ocak E, Demir S (2012). toprak verimliliği ve bitki gelişiminde peyniraltı suyu ve arbusküler mikorhizal fungus (amf)'un önemi. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi (YYU J Agr Sci)* 2012, 22(1): 48-55.
- Özgönen H, Biçici M, Erkılıç A (2001). The Effect of salicylic acid and endomycorrhizal fungus *Glomus etunicatum* on plant development of tomatoes and Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp *lycopersici*. *Turk J. Agric For*, 25: 25-29.
- Özrenk E, Demir S, Tüfenkçi Ş (2003). Peyniraltı suyu uygulaması ile *Glomus intraradices* ve *Rhizobium cicer* inokulasyonlarının nohut bitkisinde bazı gelişim parametrelerine etkileri. *YYÜ Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 13(2): 127-132.
- Russo RO, Beryln GP (1990). The use of organic bio-stimulants to help low input sustainable agriculture. *J. Sust. Agri*, 1.19-42.
- Sastry MSR, Sharma AK, Johri BN (2000). Effect of an AM fungal consortium and *Pseudomonas* on the growth and nutrient uptake of eucalyptus hybrid. *Mycorrhiza*, 10: 55-61
- Sensoy S, Turkmen O, Kabay T, Erdinc C, Turan M, Yildiz M (2005). Determination of salinity tolerance levels of melon genotypes collected from Lake Van Basin, *Journal of Biological Sciences* 5(5): 637-642.
- Sensoy S, Demir S, Turkmen O, Erdinc C, Savur OB (2007). Responses of some different pepper (*Capsicum annum* L.) genotypes to inoculation with two different arbuscular mycorrhizal fungi. *Sci. Hort.*, 113(1):92-95.
- Sensoy S, Demir S, Tufenkci S, Erdinc C, Demirel E, Ünsal H, Halifeoglu G, Ekinci alp A (2011). Response of Four Zucchini (*Cucurbita pepo* L) Hybrids to Different Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 21(4): 751-757.
- Sensoy S, Bicer S, Unsal H (2013). Arbuscular mycorrhizal fungi affect seedling growth of melon hybrid cultivars. *International Journal of Agriculture and Biology* 15 (2): 392-394.
- Sienkiewicz T, Riedel CL (1990). *Whey and Whey Utilization*. Verlag Th. Mann, Gelsenkichen-Buer, Germany.
- Smith S, Read DJ (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*, Academic Pres Publishers, London.
- Sonnleitner R, Lorbeer E, Schinner F. (2003). Effects of straw, vegetable oil, and whey on physical and microbiological properties of a chernozem. *Applied Soil Ecology*, 22:195-204.
- Strack D, Fester T, Hause B, Schliemann W, Walter MW (2003). Arbuscular Mycorrhiza: Biological, chemical and molecular aspects. *J Chem Ecol* 29(9): 1955-1979.
- Trimble RM, Knowles NR (1994). Influence of phosphorus nutrition and vesiculararbuscular mycorrhizal fungi on growth and yield of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Canadian Journal of Plant Science*, 75: 251-259.
- Tüfenkci S, Demir S, Sensoy S, Ünsal H, Demirel E, Erdinc C, Biçer Ş, Ekinci alp A (2012). The Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on the Seedling Growth of Four Hybrid Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(3), 317-327.
- Tufenkci S, Turkmen O, Sonmez F, Erdinc C, Sensoy S (2006). Effects of Humic Acid Doses and Application Times on the Plant Growth, Nutrient and Heavy Metal Contents of Lettuce Grown on Sewage Sludge-Applied Soils. *Fresenius Environment Bulletin*, 15(4): 295-300.
- Turkmen O, Bozkurt MA, Yildiz M, Çimrin KM (2004). Effect of nitrogen and humic acid applications on the head weight, nutrient, and nitrate contents in lettuce. *Adv. Food Sci.*, 26:1-6.
- Turkmen O, Demir S, Sensoy S, Dursun A. (2005). Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungus and Humic Acid on the Seedling Development and Nutrient Content of Pepper Grown under Saline Soil Conditions. *Journal of Biological Sciences*, 5(5): 568-574.
- 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.
- Watson KS, (1978). Continuing impact of the environmental area on the dairy industry. *Proceedings Whey Products Conference, Minneapolis-Minnesota* pp: 30-52.