

Şafak CEYLAN<sup>1</sup>  
Nilgün MORDOĞAN<sup>2</sup>  
Hakan ÇAKICI<sup>2</sup>

## Çinko ve Mikoriza Uygulamalarının Pamukta Besin Elementi İçeriği Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi

Effect of Zinc and Mycorrhizae Application on Nutrient Content Yield and Quality in Cotton

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Ödemiş Meslek Yüksekokulu, 35750 İzmir / Türkiye  
<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 35100 İzmir / Türkiye  
sorumlu yazar: hakan.cakici@ege.edu.tr

Alınış (Received): 27.07.2015

Kabul tarihi (Accepted): 17.02.2016

### Anahtar Sözcükler:

Pamuk, mikoriza, çinko dozları, verim, kalite, besin elementi içeriği

### Key Words:

Cotton, mycorrhizae, zinc doses, yield, quality, nutrient contents

### ÖZET

**B**u çalışma, çinko uygulamaları (0, 25, 50, 75 kg ha<sup>-1</sup>) ve mikoriza (*Glomus mosseae*) aşılmasının pamuk bitkisinin besin elementi alınımı ile verim ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre tarla koşullarında yürütülmüştür. Mikoriza uygulanmış bitkilerin beslenme durumu kontrol bitkilere göre daha iyi durumda bulunmuştur. Özellikle mikoriza aşılması pamuk yapraklarının N, P, K, Zn, Cu; çinko uygulamaları ise N, P, K, Zn içeriğini artırmıştır. Verim ve önemli bir erkencilik kriteri olan birinci el kütlü oranı uygulamalardan önemli olarak etkilenmiş olup 50 kg ha<sup>-1</sup>, Zn ve mikoriza uygulanmış parsellerde en yüksek değere ulaşmıştır. Pamuk kalite özelliklerinden lif dayanıklılığı Zn uygulamaları ile değişim göstermiştir. En yüksek Zn dozunda lif dayanıklılığı en yüksek değere ulaşmıştır.

### ABSTRACT

**T**he objective of the present study was to find out the effect of Zn doses (0, 25, 50 and 75 kg ha<sup>-1</sup>) and mycorrhizae (*Glomus mosseae*) inoculation on nutrient uptake, yield and quality characteristics in Cotton. Trial established in a randomized complete block design under field conditions. The nutritional status of Mycorrhizae inoculated plants was found better than non-inoculated plants (control). Especially mycorrhizae inoculation improved N, P, K, Zn and Cu nutrition in cotton as important. In addition the increasing levels of Zn fertilization increased significantly N, P, K and Zn content in cotton leaves according to control parcels. Yield and first picking percentage which is an important criterion of earliness affected as significant from mycorrhizae and zinc applications. The highest values were obtained in 50 kg ha<sup>-1</sup> Zn and mycorrhizae applied plot. Fiber resistance which is cotton quality characteristics changed with the zinc application. The highest value of fiber resistance was obtained in the maximum zinc doses.

### GİRİŞ

Günümüzde topraktaki mikro organizma aktivitesinin toprak verimliliği ve bitki besleme açısından gerekli unsurlardan biri olduğu bilinmektedir. Mikoriza topraktaki sporları ile bitkilerin yaklaşık %95'inin köklerine infekte olmaktadır. Özellikle besin maddelerinin yetersiz olduğu topraklarda bitki gelişimi için oldukça uygundur.

Mikoriza bitki ile ortak yaşam oluşturarak bitkinin su ve bazı besin elementlerini özellikle fosfor, çinko ve bakır alınımında fizyolojik öneme sahiptir. Bitki kökleri ve köklerin salgıları ile toprak fosforunun alınımına imkan sağlarlar (Smith et al., 1992; Khade and Rodrigues, 2009). Toprakta güç çözünen fosfat bileşiklerini çözerek fosforun yayılmasını artırır. Mikorizalı bitkilerin mikorizasız bitkilere göre daha fazla fosfor

almaları üzerine günümüzde birçok araştırma yapılmıştır (Tinker, 1980; Smith et al., 1985). Mikoriza; bitkilerin fosfor alımına, bitki çeşidine (Baylis, 1975), mantar türüne (Schubert and Hayman, 1986; Thompson et al., 1986), ışık yoğunluğuna, sıcaklığa (Hayman, 1974) ve toprağın pH değerine (Hayman and Tavares, 1985; Howeler et al., 1987) bağlı olarak etki eder. Ayrıca mikoriza topraktan azot alınımını da arttırmaktadır. Özellikle  $\text{NH}_4^+$  alınımının artmasını ve bitki kök bölgesine  $\text{H}^+$  iyonu pompalanmasını sağlamaktadır (Gahoonia et al., 1992a; Gahoonia et al., 1992b). Su alımı, kuraklığa karşı tolerans ve kök hastalıklarına karşı dayanıklılık gibi birçok fizyolojik önemi vardır (Khade and Rodrigues, 2009).

Çinko, protein ve karbonhidrat metabolizmasında önemli fonksiyonları yanında, fizyolojik membran stabilitesinde etkinliği, enzim aktive etme yeteneği ve oksin sentezi gibi fonksiyonları nedeni ile doğrudan verimi ve kaliteyi etkileyen önemli bir mikro elementtir (Welch, 1995; Marschner, 1997).

Çinko, noksanlığı yaygın olarak görülen mikro elementlerden birisi olup bitkisel üretimdeki önemi ve kullanımı giderek artmaktadır. Çinko noksanlığında, ribonükleik asit (RNA) düzeyleri ile hücrenin ribozom içeriğinde belirgin bir azalma olmakta ve RNA sentezindeki bu azalma ise protein oluşumunu engellemekte, glikoz ile serbest amino asit ve DNA düzeylerinin artmasına yol açmaktadır (Price et al., 1972). Ayrıca, çinko noksanlığında, bitkinin indol-3-asetik asit ve absisik asit (Çakmak et al., 1989) ve triptofan içerikleri (Tsui, 1948) azalmaktadır. Bu durum doğal olarak bitkinin normal gelişimini engellemekte ve bitkisel üretimde önemli oranda ürün kaybına neden olmaktadır.

Pamuk, tekstil endüstrisi, bitkisel yağ ve yem sektörü için stratejik öneme sahip bir üründür. Ayrıca son yıllarda biyodizel bitkisi olarak enerji tarımında yer alarak çevresel önem taşımaktadır. Ekolojik uygunluk nedeniyle dünyada pamuk üretiminin % 80'ine yakını Türkiye'nin de içinde bulunduğu az

sayıda ülke üretmektedir. Ülkemizde pamuk üretimi Güneydoğu Anadolu, Ege, Akdeniz ve Batı Marmara Bölgelerinde toplam 4.668.388 da alanda yapılmaktadır. Ege bölgesi, 934.757 da ekim alanı ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinden sonra ikinci sıradadır (TÜİK, 2014).

Bu çalışma, çinko ve mikoriza uygulamalarının pamuğun verim, kalite ve besin element alınımına etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, Ege Üniversitesi Ödemiş Meslek Yüksekokulu deneme tarlalarında yürütülmüştür. Deneme materyali olarak Nazilli 84 çeşidi pamuk bitkisi kullanılmıştır. Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup; dört Zn dozu (0, 25, 50, 75 kg ha<sup>-1</sup>) ile mikorizalı ve mikorizasız uygulamalar olmak üzere toplam 24 parselden oluşmuştur. Parsel alanı 5.6 m<sup>2</sup>'dir. Çalışmada Mikoriza (VAM) türü olarak *Glomus mosseae* izolatı kullanılmıştır. İzolat dikimden hemen önce toprağa uygulanmış ve her sıraya bitki başına 5 g (25 spor/g toprak) gelecek şekilde tohum dikim derinliğinin yaklaşık 5 cm altına yerleştirilmiştir.

Ekim öncesi aşılanmış ve aşılanmamış tohumlar parsellere ayrı ayrı ekilmiştir. Denemede temel gübreleme olarak, 75 kg ha<sup>-1</sup> olmak üzere N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve K<sub>2</sub>O 15:15:15 gübresi ile verilmiştir. Çinko ise ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O formunda uygulanmıştır. Ekim ve Kasım aylarında iki hasat gerçekleştirilmiştir.

Deneme alanı toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre deneme toprağı kumlu tın bünyeli, nötr reaksiyonlu, çözünabilir toplam tuz yönünden sorunsuz, kireç içeriği düşük ve humusça fakirdir. Bitki besin maddelerinden toplam N orta, yarayıslı Ca fakir, P zengin, K, Zn yeterli, Mg orta, Fe, Mn, Zn iyi ve yeterlilik sınır değerlerinin üzerinde bulunmuştur (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Deneme alanı toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri.

**Table 1.** Physical and chemical properties of the soil in the experimental area.

				%					
pH	CaCO <sub>3</sub>	E.Top. Tuz	Org. Madde	Kum	Mil	Kil	Bünye		
6.80	1.79	0.030	1.38	67.44	11.56	21.00	Kumlu Killi Tın		
Alınabilir (mg kg <sup>-1</sup> )									
N (%)	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Cu	Mn
0.077	9.5	240	1250	143	45	18.9	1.12	4.45	8.12

Araştırmada alınan toprak örneklerinde pH ve % toplam tuz, saturasyon çamurunda pH metre ve tuz

köprüsü ile ölçülmüştür. CaCO<sub>3</sub> volümetrik, organik madde Walkley Black, bünye hidrometrik, toplam N

modifiye Kjeldahl, alınabilir P Bingham, alınabilir K, Ca ve Mg 1N NH<sub>4</sub>OAc yöntemi ile belirlenmiştir (Kacar, 1995).

Yaprak örnekleri 11 Temmuz 2014 tarihinde, çiçeklenme başlangıç döneminde alınmış, normal ve saf su ile yıkanıp temizlendikten sonra; 65 °C de kurutulup öğütülerek analize hazır hale getirilmişlerdir. Yaprak örneklerinde toplam N modifiye Kjeldahl yöntemi ile yapılmıştır. Yaş yakma yöntemiyle hazırlanan bitki ekstraktlarında P kolorimetrik; K ve Ca flamefotometrik, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu ise AAS ile belirlenmiştir (Kacar, 1972; Kacar, 1995).

Hasat döneminde pamuk koza örnekleri ve lif kalite analizi için lif örnekleri alınmıştır. Koza kütlü ağırlığı için her parseldeki 10 bitkinin her birinden 5 koza kütlüleri tartımının ortalaması alınmıştır. Kütlü verimi, parsellerden kütlü pamukların toplanarak tartılması ile saptanan parsel verimlerinden hesaplanarak belirlenmiştir. Birinci el kütlü oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$1. \text{ El Kütlü Oranı} = 1. \text{ El Kütlü Miktarı} / \text{Toplam Kütlü Miktarı} \times 100$$

Lif kalite parametreleri TARIŞ ARGE Laboratuvarı'nda bulunan HVI (High Volume Instrument) 900-A cihazı ile

dijital ortamda belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, kuruluş tarafında bildirilen sınıflandırmalara göre değerlendirilmiştir.

Araştırmada elde edilen sonuçların değerlendirmelerinde TARİST istatistik paket programı kullanılmıştır (Açıkgöz et al., 1993).

### ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

#### Zn ve Mikoriza uygulamalarının pamuk yapraklarının besin element içeriğine etkisi

Artan oranlarda uygulanan çinko gübresinin, mikorizalı ve mikorizasız parsellerde yetiştirilen pamuk bitkisinin yapraklarındaki makro ve mikro element içeriklerine etkisine ait sonuçlar Çizelge 2 ve 3'de verilmiştir.

Araştırmada, Zn, mikoriza, Zn x mikoriza interaksiyonu pamuk yapraklarının N içeriğini önemli olarak etkilemiştir. Yaprak N içeriği, artan Zn uygulamaları ile artmış ancak dozlar arasında önemli fark bulunamamıştır. Yaprak N içeriği mikoriza uygulanan parsellerde uygulanmayanlara oranla önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Zn ve mikoriza uygulamalarının pamuk yapraklarının makro element içeriğine etkisi.

**Table 2.** Effects of Zn and mycorrhizal application on macro element content in cotton leaves.

Zn (kg ha <sup>-1</sup> )	Azot (%)			Fosfor (%)			Potasyum (%)			Kalsiyum (%)			Magnezyum (%)		
	Mikoriza			Mikoriza			Mikoriza			Mikoriza			Mikoriza		
	-	+	Ort.	-	+	Ort.	-	+	Ort.	-	+	Ort.	-	+	Ort.
0	4.36b	4.60b	4.48b	0.36a	0.39b	0.37b	2.69a	2.78b	2.73b	3.82	3.86	3.84	0.64	0.66	0.65
25	4.52ab	4.81ab	4.67ab	0.42a	0.52a	0.47a	2.74a	2.87ab	2.81ab	4.02	3.96	3.99	0.72	0.76	0.74
50	4.81ab	5.03ab	4.92a	0.41a	0.54a	0.48a	2.75a	2.90ab	2.82ab	3.90	3.82	3.86	0.68	0.76	0.72
75	4.85a	5.06a	4.95a	0.46a	0.51a	0.49a	2.86a	3.05	2.95a	3.80	3.86	3.83	0.86	0.88	0.87
Ortalama	4.63b	4.84a		0.41b	0.49a		2.76b	2.90a		3.88	3.87		0.72	0.76	
Zn	0.322*			0.087*			0.187*			Ö.d			Ö.d		
Mikoriza	0.228*			0.061*			0.132*1			Ö.d			Ö.d		
Zn X Mikoriza	0.456*			0.123*			0.264*			Ö.d			Ö.d		

\*: p<0.05 ö.d.:önemli değil. Farklı harfler aynı sütundaki farklı grupları simgelemektedir.

**Çizelge 3.** Zn ve mikoriza uygulamalarının pamuk yapraklarının mikro element içeriğine etkisi

**Table 3.** Effects of Zn and mycorrhizal application on micro element content in cotton leaves.

Zn (kg ha <sup>-1</sup> )	Demir (mg kg <sup>-1</sup> )			Çinko (mg kg <sup>-1</sup> )			Bakır (mg kg <sup>-1</sup> )			Mangan (mg kg <sup>-1</sup> )		
	Mikoriza			Mikoriza			Mikoriza			Mikoriza		
	-	+	Ort.	-	+	Ort.	-	+	Ort.	-	+	Ort.
0	75.0	78.0	76.5	26.6b	30.3b	28.5 c	6.23a	6.50b	6.36	64.0	66.0	65.0
25	88.0	90.0	89.0	30.6ab	34.6ab	32.6 b	7.05a	7.50ab	7.27	68.0	71.3	69.6
50	89.0	94.0	91.5	34.0a	37.0a	35.5 ab	6.60a	7.73 a	7.16	71.0	74.0	72.5
75	90.0	98.0	94.0	36.3a	38.3a	37.3 a	6.70a	7.43 ab	7.06	78.6	81.0	79.8
Ortalama	85.5	90.0		31.9b	35.0a		6.64b	7.29 a		70.4	73.0	
Zn	Ö.d			4.099**			Ö.d			Ö.d		
Mikoriza	Ö.d			2.898*			0.578*			Ö.d		
Zn X M	Ö.d			5.797*			1.157*			Ö.d		

\*\* : p<0.01 \* : p<0.05 ö.d.:önemli değil. Farklı harfler aynı sütundaki farklı grupları simgelemektedir. m=mikoriza

Azot içeriği ortalama değerlere göre, mikoriza uygulanmayan parsellerde % 4.63 iken mikoriza uygulamaları ile % 4.84 olmuştur. En yüksek N içeriği mikoriza ve 75 kg ha<sup>-1</sup> Zn uygulamasında belirlenmiştir. Sonuçlarla uyumlu olarak, Wang et al. (2008) hıyar bitkisinde mikoriza inokülasyonu ile N, P, Zn, Cu; Demir ve ark. (2015) domateste N, Cu; Lu ve ark.(2015) ise dut fidanlarında N, P, K alınımının arttığını bildirmişlerdir.

Pamuk yapraklarının P içeriği, Zn uygulamaları ile önemli olarak artmıştır, ancak dozlar arasında önemli fark bulunamamıştır. Subramanian et al. (2009) bu durumun çinko gübrelenmesinin bitki kök gelişimini arttırarak besin elementlerinin difzyon mesafesini azaltmak suretiyle daha fazla besin element absorpsiyonuna neden olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Mikoriza uygulanmış parsellerde uygulanmamışlara göre P içeriği yüksek bulunmuştur (P<0.05). Mikoriza uygulamaları, topraktaki hareketsiz P'dan bitkinin yararlanmasını arttırarak sağlıklı gelişimini teşvik etmektedir (Jefferies et al., 2003; Turk et al., 2006). Benzer olarak (Ortaş, 2010; Sönmez ve ark., 2013) hıyarda ve (Ghalavand et al., 2009) ayçiçeğinde mikoriza aşılmasının mikorizasız uygulamalara göre bitkinin P ve Zn içeriğini arttırdığı kaydedilmiştir. Farklı araştırmalarda da benzer sonuçlar bulunmuştur (Koide, 1991, Demir ve ark., 2015).

Çinko gübrelenmesi, mikoriza uygulamaları ve bunların etkileşimi pamuk yapraklarının K içeriğini önemli düzeyde etkilemiştir (P<0.05). En yüksek K değerleri mikorizalı ve 75 kg ha<sup>-1</sup> Zn uygulaması ile kaydedilmiştir. Benzer olarak Ghalavand et al. (2009) yeşil gübre ve mikoriza uygulamalarının ayçiçeği bitkisinin yaprak ve tohumlarında N, P ve tohum da K içeriğini önemli olarak arttırdığını bildirmişlerdir.

Pamuk yapraklarının Ca ve Mg içeriği mikoriza ve Zn uygulamalarından önemli olarak etkilenmemiştir (Çizelge 2).

Bergmann (1993) pamukta çiçeklenme döneminde tam gelişmiş üst yapraklar için % olarak yeterli makro element miktarlarını N; 3.60- 4.70, P; 0.3-0.5, K;1.75-3.50, Ca; 0.60-1.5, Mg; 0.35-0.80 arasında bildirmiştir. Bu değerlerle karşılaştırıldıklarında deneme bitkilerinin yeterli düzeyde beslendikleri anlaşılmaktadır.

Yaprak Fe ve Mn değerleri Zn ve mikoriza uygulamalarına bağlı olarak artmıştır. Ancak bu artışlar istatistiki olarak önemli bulunamamıştır (Çizelge 3).

Pamuk yapraklarının Zn içeriği, Zn gübrelenmesi ile önemli olarak artmış olup; en yüksek doz olan 75 kg ha<sup>-1</sup> Zn uygulaması ile 37.3 mg kg<sup>-1</sup> olarak en yüksek değere ulaşmıştır. İstatistiki olarak 50 ve 75 kg ha<sup>-1</sup> Zn dozları arasında fark bulunamamıştır. Mikoriza uygulamaları ile

pamuk yapraklarının Zn içeriği artmıştır (P<0.05). Mikorizasız parsellerde, yapraklarda 31.9 mg kg<sup>-1</sup>, mikorizalı parsellerde ise 35.0 mg kg<sup>-1</sup>, Zn belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda, çinkonun % 25'inin ve bakırın % 60'ının mikoriza hifleri aracılığı ile alındığı belirtilmektedir. Mikorizal enfeksiyonunun Ca, Fe, Mn, Al, B (Gübe, 2006) ve Zn alımında etkili olduğu bilinmektedir (Ortaş, 2010).

Zn gübrelenmesi ile bitkinin Cu içeriği, kontrol ile karşılaştırıldığında önemli olmamakla birlikte artmıştır. Ancak mikoriza uygulamaları yaprak Cu içeriğini önemli olarak arttırmıştır. Jefferies et al. (2003) mikoriza aşılmasının, bitkinin Zn, Fe, Cu; Demir ve ark. (2015) ise domateste Cu alınımını arttırdığını bildirmişlerdir. Mikorizal mantar bitki besin elementlerinin köklere kadar gelmesinde, özellikle verimliliği düşük topraklarda çok etkilidir. Mikoriza ile aşılana bitki köklerinde, absorbe edici yüzeyin aşılama bitki köklerine göre 10 kat kadar arttırmış olduğu bildirilmiştir (Güzel ve ark., 2002). Yaseen et al. (2012) mikoriza uygulamaları ile besin element alınımının en yüksek değerlere ulaştığını kaydetmişlerdir. Bergmann (1993)'e göre çiçeklenme döneminde yaprakların yeterli mikro element miktarları Cu; 8-20, Zn; 25-80, Mn; 35-150 mg kg<sup>-1</sup>'dir. Bu değerlerle karşılaştırıldığında pamuk yapraklarının mikro element içeriklerinin yeterli olduğu görülmektedir.

### **Zn ve Mikoriza uygulamalarının pamuk verim ve bazı verim kriterlerine etkisi.**

Çinko ve mikoriza uygulamaları kütlü verimini önemli düzeyde etkilemiştir (P<0.01). Ortalama değerlere göre en yüksek kütlü verimi 8216 kg ha<sup>-1</sup> olarak 50 kg ha<sup>-1</sup> Zn uygulaması ile elde edilmiştir (Çizelge 4).

Elmacı ve ark. (2008), Bazı agro endüstriyel atıkları uygulayarak yapmış oldukları çalışmada 3890-5580 kg ha<sup>-1</sup> pamuk kütlü verimi belirlemişlerdir. Çalışmada, mikoriza uygulamaları ile ortalama % 23 kütlü verim artışı kaydedilmiştir. Benzer olarak Ortaş (2010) mikoriza aşılmasının hıyarda, önemli verim artışları oluşturduğunu gözlemlemiştir. Lu ve ark. (2015), bu uygulama ile dut fidanlarının daha uzun köklü, daha bol yapraklı ve daha yüksek kuru ağırlık değerlerine sahip olduğunu, Demir ve ark. (2015) domates, biber, patlıcan fidelerinde morfolojik gelişimin kontrole göre önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir. Mikoriza uygulamalarının Artursson ve ark. (2006) bitkinin besin maddesi alınımını, Sheng ve ark. (2008) fotosentez oranını arttırarak bitki gelişimini teşvik ettiğini bildirmektedir.

**Çizelge 4.** Zn ve mikoriza uygulamalarının pamukta verim ve bazı verim özelliklerine etkisi.

**Table 4.** Effects of Zn and mycorrhizal application on yield and yield characteristics in cotton.

Zn (kg ha <sup>-1</sup> )	Bitki Boyu (cm)			Kozu Kütlü Ağırlığı (g)			Kütlü Verimi (kg ha <sup>-1</sup> )			1. El Kütlü Oranı (%)		
	Mikoriza			Mikoriza			Mikoriza			Mikoriza		
	-	+	Ort.	-	+	Ort.	-	+	Ort.	-	+	Ort.
0	118	119	118	6.26	7.10	6.68	5540	7763ab	6651 b	38 c	58 c	48 c
25	115	119	117	6.60	5.73	6.17	5547	8043 a	6795 b	73 ab	79 ab	76 ab
50	120	108	114	6.56	7.10	6.83	8106	8326 a	8216 a	79 a	81 a	80 a
75	125	113	118	7.00	7.30	7.15	5924	6826 b	6375 b	60 b	65 bc	62 bc
Ortalama	119	114		6.60	6.80		6279	7739 a		62 b	70 a	
Zn	Ö.d			Ö.d			105.483**			15.258**		
Mikoriza	Ö.d			Ö.d			74.588**			74.588**		
Zn X M	Ö.d			Ö.d			107.540*			107.540*		

\*\* : p<0.01 \* : p<0.05 ö.d.:önemli değil. Farklı harfler aynı sütundaki farklı grupları simgelemektedir. m=mikoriza

Çalışmada Zn mikoriza etkileşimi önemli bulunmuş olup, buna göre en yüksek kozu kütlü verimi 50 kg ha<sup>-1</sup> Zn uygulanan mikorizalı parsellerde 8326 kg ha<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. 1. el kütlü oranı da benzer olarak 50 kg ha<sup>-1</sup> Zn uygulaması ile en yüksek değere (% 80) ulaşırken 25 ve 50 kg ha<sup>-1</sup> Zn uygulamaları arasında istatistiki olarak fark bulunamamıştır. En yüksek Zn dozu (75 kg ha<sup>-1</sup>) ile kütlü verimi ve 1. el kütlü oranının düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca mikoriza uygulamaları 1. el kütlü oranını önemli olarak arttırmıştır. Sajedi et al. (2010); Sönmez ve ark. (2013) mikoriza ve artan çinko uygulamalarının mısır gelişimini ve verimi önemli olarak arttırdığını bildirmişlerdir.

Çinko uygulamaları lif dayanıklılığını ve lif inceliğini önemli olarak etkilemiştir (P<0.05). Lif dayanıklılığı 405 g tex<sup>-1</sup> değeri ile 75 kg ha<sup>-1</sup> Zn uygulaması ile en yüksek değere ulaşmıştır; ancak 50

ve 75 kg ha<sup>-1</sup> Zn uygulamaları arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Lif dayanıklılığında Zn x Mikoriza interaksiyonu önemli çıkmıştır (P<0.05). Çinko uygulamalarının etkisi mikorizalı ve mikorizasız uygulamalarda farklı olmuştur. Lif uzunluğu, lif dayanıklılığı ve lif inceliği açısından mikoriza uygulamalarının önemli etkisi belirlenememiştir. Bu durumun, deneme alanı toprağının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yeterli düzeyde olması nedeniyle tüm parsellerde kalite kriterleri açısından orta ve üst düzey ürün elde edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kalite değerlendirme kriterlerine göre deneme pamukları lif uzunlukları açısından uzun elyaf (27.94-32 mm) sınırındadır. Lif dayanıklılığı 30 g tex<sup>-1</sup> üzerinde olup, çok kuvvetli kategorisindedir. Lif inceliği, kriterlerden 4.0–4.9 mikronair olarak orta kategorisindedir (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** Zn ve mikoriza uygulamalarının pamukta bazı kalite özelliklerine etkisi.

**Table 5.** Effects of Zn and mycorrhizal application on quality characteristics in cotton.

Zn (kg ha <sup>-1</sup> )	Lif Uzunluğu (mm)			Lif Dayanıklılığı (g tex <sup>-1</sup> )			Lif İnceliği (micronair)		
	Mikoriza			Mikoriza			Mikoriza		
	-	+	Ort.	-	+	Ort.	-	+	Ort.
0	30.1	30.2	30.1	33.1 c	36.0	33.1 c	4.88	4.41	4.65 a
25	30.1	30.2	30.1	33.9 bc	35.1	33.9 bc	4.77	4.38	4.57 ab
50	29.9	29.8	29.8	38.0 ab	38.1	38.0 ab	4.33	4.38	4.35 ab
75	29.9	29.8	29.8	40.5 a	35.6	40.5 a	4.28	4.07	4.18 b
Ortalama	30.0	30.0		36.3	36.2		4.56	4.31	
Zn	Ö.d			3.153*			0.424*		
Mikoriza	Ö.d			Ö.d			Ö.d		
Zn X Mikoriza	Ö.d			4.460*			Ö.d		

\* : p<0.05 ö.d.:önemli değil. Farklı harfler aynı sütundaki farklı grupları simgelemektedir.

## SONUÇ

Sonuç olarak, mikoriza, miselleri yardımıyla, pamuk bitkisinin özellikle N, P, K, Zn, Cu beslenmesini ve kütlü verimi, 1. el kütlü oranı ile lif dayanıklılığını önemli olarak iyileştirmiştir. Aynı şekilde Zn uygulamaları ile yaprak N, P, K, Zn içeriği ve kütlü verimi ile 1. el kütlü verimi önemli düzeyde artmıştır. Ayrıca lif inceliği de Zn

uygulamalarından istatistiki olarak önemli düzeyde etkilenmiştir. Zn mikoriza etkileşimi de pamuk bitkisinin belirtilen elementlerce beslenmesinde ve verim özelliklerinde önemli bulunmuştur. Özellikle mikoriza ile birlikte 50 kg ha<sup>-1</sup> Zn uygulaması en yüksek kütlü verimi ile önemli bir erkencilik göstergesi olan 1. el kütlü oranı açısından önerilebilir.

## KAYNAKLAR

- Açıköz, N., M.E. Akkaş, A. Monghaddam and K. Özcan. 1993. TARİST PC'ler için istatistik ve kantitatif genetik paketi. Uluslararası Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu (19 Ekim 1993 Konya) Bildiri Kitabı, s 133-141.
- Artursson, V., R.D. Finlay and J.K. Jansson. 2006. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria and their potential for stimulating plant growth. *Environmental Microbiology Reports*, (8) 1: 10-29.
- Baylis, G.T.S. 1975. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it. In: *Endomycorrhizas*. (Eds. F. E. Sanders, B Mosse and P.B.Tinker). Academic Press, London, pp 218-246.
- Bergmann, W. 1993. *Ernaehrungsstörungen bei Kulturpflanzen*. Dritte erweiterte Auflage. Gustav Fischer Verlag jena- Stuttgart, p. 505.
- Çakmak, İ., H. Marschner and F. Bangerth. 1989. Effect of zinc nutritional status on growth, protein metabolism and level of indole-3-acetic acid and other phytohormones in bean (*Phaseolus vulgaris* L.), *Journal of Experimental Botany*, 40: 405-412.
- Demir, S., S. Şensoy, E. Ocak, Ş. Tüfenkçi, E.D. Durak, Ç. Erdiñç and H. 2015. Effects of arbuscular mycorrhizal fungus, humic acid, and whey on wilt disease caused by *Verticillium dahliae* Kleb. in three solanaceous crops . *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, (39) 2: 300-309.
- Elmacı, Ö. L., M. Seçer, Ş. Ceylan ve H. Akdemir. 2008. Tıbbi-aromatik bitki işletme katı atıklarının toprak özellikleri ile pamuk bitkisi verim ve kalitesine etkileri. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi (8-10 Ekim 2008 Konya) Bildiriler Kitabı. s. 497-509.
- Gahoonia, T.S., N. Chasseem and A. Jungle. 1992a. Mobilization of residual phosphate in different phosphate fertilizers in relation top H in the rhizosphere of ryegrass. *Fertilizer Research*, 33: 229-237.
- Gahoonia, T.S., N. Chasseem and A. Jungle. 1992b. Moilization of phosphate in diffrent soils by ryegrass supplied with ammonium or nitrate. *Plant and Soil*, 140: 241-248.
- Ghalavand, A., E. Jamshidi, A. Salhi, S.M. Samara and M. Javad Zarea. 2009. Effects of different green manures and mycorrhiza on soil biological properties, grain yield and seed quality of sunflower (*Helianthus annus* L.). *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 3(4): 836-844.
- Gübe, Ö. 2006. Mikoriza. *Ekoloji Magazin Dergisi*. 11: 56-61.
- Güzel, N., K.Y. Gülüt ve G. Büyük. 2002. Toprak Verimliliği ve Gübreler. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No: 246, 80 s.
- Hayman, D.S. 1974. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza.VI Effect of light and temperature. *New Phytologist*, 73: 71-80.
- Hayman, D.S. and M. Tavares. 1985. Plant growth responses to vesicular arbuscular mycorrhiza. XV Influence of soil pH on the symbiotic efficiency of different endophytes. *New Phytologist*, 100: 367-377.
- Howeler, R.H., E. Sieverding and S. Saif. 1987. Practical aspects of mycorrhizal technology in some tropical crops and pastures. *Plant and Soil*, 100: 249-283.
- Jefferies, P., S. Gianinazzi, S. Perotto, K. Turnau and J.M. Barea. 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biology and Fertility of Soils*, 37: 1-16.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Yayın No: 453, 255 s.
- Kacar, B. 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. III. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayın No: 3, 705 s.
- Khade, S.W. and B.F. Rodrigues. 2009. Applications of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(3): 337-354.
- Koide, R.T. 1991. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. *New Phytologist*, 117: 365-386.
- Lu, N., X. Zhou, M. Cui, Yu, J. Zhou, Y. Qin and Y. Li. 2015. Article Colonization with Arbuscular Mycorrhizal Fungi Promotes the Growth of *Morus alba* L. Seedlings under Greenhouse Conditions. *Forests*, 6: 734-747
- Marschner, H. 1997. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2<sup>nd</sup> Ed. Academic Press, London, New York. p. 645
- Ortaç, I. 2010. Effect of mycorrhiza application on plant growth and nutrient uptake in cucumber production under field conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8: 116-122.
- Price, C.A., H.E. Clark and H.E. Funkhouser. 1972. Functions of micrinutrients in plants. In: *Micronutrients in Agriculture* (Eds: Mortvedt, J.J., P.M. Giordano and W. L. Lindsay). Soil Science of America. Inc., Madison, Wisconsin, USA. pp. 731-762.
- Sajedi, N.A., M.R. Ardakani, F. Rejali, F. Mohabbati and M. Miransari. 2010. Yield and yield components of hybrid corn (*Zea mays* L.) as affected by mycorrhizal symbiosis and zinc sulfate under drought stress. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 16(4): 343-351.
- Sheng, M.; Tang, M.; Chen, H.; Yang, B.; Zhang, F.; Huang, Y. 2008. Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. *Mycorrhiza*, 18: 287-296.
- Schubert, A. and D.S. Hayman. 1986. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. XVI. Effectiveness of different endophytes levels of soil phosphate. *New Phytologist*, 103: 79-90.
- Smith, S.E., B.A. John, F.A. St Smith and D.J.D. Nicholas. 1985. Activity of Glutamine synthetase and glutamate dehydrogenase in *Trifolium subterraneum* L. and *Allium cepa* L: Effects of mycorrhizal infection and phosphorus nutrition. *New Phytologist*, 99: 211-227.
- Smith, S. E., A. Robison and L.K. Abbott. 1992. The involment of mycorrhizas in assessment of genetically dependent efficiency of nutrient uptake and use. *Plant and Soil*, 146: 169-179.
- Sönmez, F., F. Çığ, M. Erman ve Ş. Tüfenkçi. 2013. Çinko, tuz ve mikoriza uygulamalarının mısırın gelişimi ile P ve Zn alınma etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(1): 1-9.
- Subramanian, K.S., V. Tenshia, K. Jayalakshmi and V. Ramachandran. 2009. Role of arbuscular mycorrhizal fungus (*Glomus intraradices*) – (*fungus aided*) in zinc nutrition of maize. *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development*,1: 29-38.
- Thompson, B.D., A.D. Robson and L.K. Abbot. 1986. Effect of phosphorus on the formation of mycorrhizae by *Gigaspora calospora* and *Glomus fasciculatum* in relation to root carbohydrates. *New Phytologist*, 103: 751-765.

- Tinker, P.B. 1980. Role of rhizosphere micro-organisms in phosphorus uptake by plants. In: The Role of Phosphorus in Agriculture (Eds. Khasawneh, F.E., E.C. Sample, E.J. Kamprath), Madison USA, pp. 215-245.
- Tsui, C. 1948. The role of zinc in auxin synthesis tomato plant. American Journal of Botany, 35: 172-174.
- Turk, M.A, K.M. Assaf and A.T. Hameed. 2006. Significance of mycorrhizae. World Journal of Agriculture Science, 2: 16-20.
- TÜİK. 2014. Bitkisel üretim istatistikleri veri tabanı. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>.Erişim:12.07.2015.
- Wang, C. Li X, G. Zhou J, Wang and Y. Dong. 2008. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and yield of cucumber plants. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 39: 499-509.
- Welch, R.M. 1995. Micronutrient nutrition of plants. Critical Reviews in Plant Sciences Journal, 14: 49-82.
- Yaseen, T, T. Burni and F. Hussain. 2012. Effect of arbuscular mycorrhizal inoculation on nutrient uptake, growth and productivity of chickpea (*Cicer arietinum*) varieties. International Journal of Agronomy and Plant Production, 3(9): 334-345.