

Zambaklara Hasat Öncesi Arbüsküler Mikoriza Fungusu Uygulamaları Kesme Çiçek Kalitesini Artırır

Yağmur OLGAÇ^{1*}, Rezzan KASIM², Mehmet Ufuk KASIM³

¹Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı A.B.D., İzmit; ORCID: 0000-0001-6987-7052

²Kocaeli Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmit; ORCID: 0000-0002-2279-4767

³Kocaeli Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmit; ORCID: 0000-0003-2976-7320

Gönderilme Tarihi: 14 Eylül 2024

Kabul Tarihi: 5 Aralık 2024

ÖZ

Bu araştırma, yetiştiricilik sırasında arbüsküler mikoriza fungusu (AMF) aşılmasının zambakta hasat sonrasında, çiçeklerin kalitesi ve vazo ömrü üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Dikim öncesi soğanların yarısı tek çeşit mikoriza (M, *Glomus intraradices*) içeren ve diğer yarısı ise iki çeşit mikoriza içeren (MM, *Glomus intraradices* ve *Glomus proliferum*) çözeltiye 30 saniye süreyle daldırıldıktan sonra dikimi yapılmıştır. Zambaklarda vazo ömrü sürecince çiçek çapı, günlük su alımı, ağırlık kaybı, kandil ömrü, vazo ömrü, klorofil SPAD miktarı ve renk ölçümleri yapılmıştır. Çalışmada zambak bitkilerinde ilk kandil ömrü M uygulamasında (14,51 gün), MM (14,07 gün) ve K (13,26 gün) uygulamalarına göre önemli oranda yüksek olmuştur. Çiçeklerin vazo ömrü üzerinde mikoriza uygulamaları etkili olmamıştır. Araştırmada M uygulanan zambakların çiçek çapı 24,40 ile kontrol (23,20) ve M (23,63) uygulanan zambaklara göre yüksek bulunmuştur. Denemede M uygulaması çiçeğin a* ve C* renk değerlerini arttırmış, dolayısıyla çiçeklerin pembe rengi korunmuştur. Yaprakların klorofil SPAD miktarı mikoriza uygulamalarından etkilenmemiş; buna karşın mikoriza uygulamaları a* değerlerini azaltıp, h° değerlerini artırarak yaprağın yeşil renginin korunmasını sağlamıştır. MM uygulaması yaprağın L* ve b* değerini artırarak yaprakların parlak renginin korunmasını sağlamıştır. Sonuç olarak yapılan her iki mikoriza uygulaması da zambak çiçeklerinin kalitesini arttırmada etkili olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Zambak, mikoriza, vazo ömrü, kalite

Pre-Harvest Application of Arbuscular Mycorrhizal Fungus on Lilies Enhances Cut Flower Quality

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of pre-harvest arbuscular mycorrhizal fungus (AMF) inoculation on postharvest flower quality and vase life in lily. Before planting, half of the bulbs were dipped in a solution containing a single type of mycorrhiza (M, *Glomus intraradices*) and the other half containing two types of mycorrhizae (MM, *Glomus intraradices* and *Glomus proliferum*) for 30 seconds. Throughout the vase life of the lilies, measurements were taken including flower diameter, daily water uptake, weight loss, first floret life, vase life, chlorophyll SPAD levels, and color measurements. In the study, the first floret life of lily plants was significantly higher in M application (14,51 days) than in MM (14,07 days) and K (13,26 days) applications. The vase life of flowers was longer in the M application with 19,67 days than in the other two applications. In the study, the flower diameter of M-applied lilies was higher at 24,40 than in control (23,20) and M (23,63) applied lilies. In the experiment, M application increased the a* and C* color values of the flower, thus the pink color of the flowers was preserved. The chlorophyll SPAD amount of the leaves was not affected by mycorrhiza applications; on the other hand, mycorrhiza applications decreased the a* values and increased the h values, thus preserving the green color of the leaf. MM application increased the leaf's L* and b* values, thus preserving the bright color of the leaves. As a result, both mycorrhiza applications effectively increased the quality of lily flowers.

Keywords: Lily, mycorrhiza, vase life, quality

GİRİŞ

Arbüsküler mikorizal mantarlar (AMF) toprakta yaşayan bir tür mikroorganizma olup, çoğu karasal bitkilerle simbiyotik ilişkiler kurabilmektedir. AMF, bitkilerde ürün kalitesinin ve büyümesinin artırılması, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesi, mikro çoğaltılan

bitkilerin hayatta kalma oranının artırılması, magnezyum eksikliğinin giderilmesi, fosfor yararlanılabilirliğinin artırılması, kuraklık stresinin azaltılması ve bitkilerin hastalık ve zararlılara dayanımının artırılması gibi birçok fayda sağlamaktadır [1].

AMF'nin başlıca faydalarından birisi de bitkiler tarafından mineral besin maddelerinin emilimini

*Sorumlu yazar / Corresponding author: yagmurolgac@gmail.com

arttırmak suretiyle çevresel streslere dayanma yeteneğini arttırmaktadır. Aslında, AMF'ler bitkilerinin kök yüzey alanını genişleterek, köklerin daha fazla toprakla temas etmesini dolayısıyla aktif kök yüzeyleri etrafındaki su besin maddesi alımının da artmasını sağlamaktadır. AMF'nin bitkilerin P, Cu, Fe ve Zn alımını artırarak bitkilerin gelişimini arttırdığı bulunmuştur. Ek olarak AMF'lerin toprak rizosferinde hızla çoğalarak fakir topraklarda kullanılamayan P'nin emilimini arttırdığı da tespit edilmiştir [2, 3, 4].

AMF'lerin soğanlı süs bitkilerinde verim ve kalite üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda, AMF'nin *Freesia × hybrida* çeşidinde ve *Sparaxis tricolor* bitkilerinde sapa kalkmayı 2-3 gün öne çektiği, bu bitkilerdeki çiçeklerin 7-8 gün önce açıldığı ve kontrol bitkilerine göre bitki başına daha fazla çiçek ürettikleri belirlenmiştir. Sümbül bitkisinde de AMF uygulaması ile çiçeklenme 2 gün erken olmuş ve çiçeklenme süresi 3 gün uzamıştır [5, 6, 7]. AMF uygulaması lalede sap uzunluğunu, sürgün yaş ve kuru ağırlığını, yaprak yüzey alanını, çiçeklerin çapını artırdığı, kesme çiçeğin su dengesini iyileştirdiği, vazo ömrünü, en iyi görünüm süresini ve çiçeklenme süresini uzatabildiği belirlenmiştir. *Hyacinths orientalis* L. 'Anna Marie' çeşidinde çiçek biyokütlesini, çiçek sayısını, çiçek sap uzunluğunu ve çiçek çapını artırdığı sonuçlarına varılmış, *Freesia × hybrida* çeşidinde çiçeklenme başına daha fazla yaprak, çiçek, çiçek salkımı ve daha ağır yavru soğanlar elde edildiği görülmüştür [5, 8, 9]. *Pelargonium peltatum* 'Balcon Imperial Compact' çeşidinde mikorizal kolonizasyon tomurcuk ve çiçek sayısını ayrıca sürgündeki P ve K konsantrasyonlarını arttırmıştır [10]. Ek olarak AMF uygulaması sümbülün çiçeğinde ve köklerinin IAA konsantrasyonunu, N, P, K miktarlarını arttırmış, çiçeğin antosiyanin miktarı ve yaprakların klorofil b ve toplam klorofil miktarları da artmıştır [7].

Zambak, dünya çapında üretilen altı ana geofit türünden biridir. *Liliaceae* familyasının bir parçası olan zambak cinsinde 100'ün üzerinde tür ve 9.400'ün üzerinde çeşit bulunmaktadır. Zambak türleri dünya üzerinde en önemli saksı ve kesme çiçek bitkisi olarak yetiştirilmektedir. Zambak kesme çiçeği uluslararası kesme çiçek pazarında üretimi ve ticarileştirilmesi açısından büyük ekonomik öneme sahiptir. Kesme çiçeklerinin büyüklüğü, güzelliği ve nispeten uzun ömürlülüğü nedeniyle zambak dünyanın en iyi on kesme çiçeği arasında yer almaktadır [11]. Bununla birlikte zambaklarda AMF kullanımına yönelik çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. 'Royal Trinity' zambak çeşidine 0, 50, 100 ve 150 mg/L süper fosfat ve 0 ve 50 mg/5 kg toprak olacak şekilde iki farklı mikoriza uygulaması çiçek

sapı uzunluğunu, tomurcuk çapını, yaprak boyunu, soğan ağırlığını, vazo ömrünü, çözünür ve çözünmeyen şeker miktarını, fosfor ve potasyum miktarını arttırmıştır [12].

Zambak kesme çiçeklerinde AMF uygulamaları ile ilgili başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışma, AMF aşılmasının 'Casa Blanca' zambak çeşidinin kesme çiçek kalitesi ve vazo ömrü üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak 'Casa Blanca' zambak çeşidi kullanılmıştır. Çeşide ait soğanlar bir üreticiden temin edilmiştir. Zambak çiçekleri Kocaeli Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait 120 m² üretim alanı olan cam sera içerisinde, doğrudan soğan dikimi suretiyle üretilmiştir. Soğanlara dikim öncesi aşağıda gösterilen uygulamalar yapılmıştır.

K: Kontrol, soğanlar 30 saniye süre ile suya daldırıldıktan sonra dikilmiştir.

M: Soğanlar, *Glomus intraradices* içeren suya 30 saniye daldırıldıktan sonra dikilmiştir.

MM: Soğanlar, *Glomus intraradices* ve *Glomus proliferum* içeren suya 30 saniye daldırıldıktan sonra dikilmiştir.

Soğan dikimlerinden sonra bitki gelişimi süresince parsellerdeki yabancı otlar mekanik olarak temizlenmiştir. Bitki gelişimi süresince gübreleme ve sulama işlemleri yapılmıştır. Bitkinin büyüme süreci boyunca sera içi ortalama sıcaklık 20,3°C, ortalama nisbi nem ise %65,7 olarak ölçülmüştür. Hasat sonrası çalışmalarının yürütüldüğü laboratuvar içi sıcaklık ortalama 22°C, ortalama nisbi nem %59 olarak belirlenmiştir.

Metot

Bitkilerde ilk kandil renk gösterdiği dönemde kesim yapılmıştır. Kesimden sonra çiçekler laboratuvara getirildikten sonra 50 cm'den sap kesimleri yapılmış ardından Chrysal (*Lilium* + *Alstroemeria*) içeren 250 mL vazo çözeltisine yerleştirilmiştir.

•*Su Alımı*: Her bitkinin vazodan aldığı su miktarı ölçü silindiri yardımıyla mL olarak ölçülmüştür.

•*Oransal Taze Ağırlık Değişimi*: Çiçekler vazoya yerleştirilmeden önce ve vazoda kaldığı süre boyunca 4 günde bir ağırlıkları tartılmış ve ağırlıkta meydana gelen değişimler başlangıç ağırlık değerlerine oranlanarak ağırlık değişimleri (%) olarak hesaplanmıştır.

•**Klorofil Miktarı (SPAD):** Hasat sonrasında çiçeklerin yapraklarındaki oransal klorofil miktarı, her bir bitkinin 5 yaprağının birer noktasından, SPAD-502 Plus (Konica Minolta, Inc. Osaka, Japan) klorofil ölçer kullanılarak belirlenmiştir.

•**Renk Ölçümü:** Çiçek ve yaprak renkleri Minolta CR 400 Chroma renk ölçer (Minolta Co., Osaka, Japan) ile D65 aydınlatması kullanılarak çiçek rengi için her bitkinin 2 taç yaprağının, yaprak rengi için her bitkinin 5 yaprağının birer noktasından L*, a*, b* renk alanı koordinatları (CIELAB) olarak ölçülmüş, bu değerlerden Chroma ve hue açı değerleri hesaplanmıştır.

•**İlk Kandil Ömrü (gün):** Vazo ömrü süresince ilk kandilin açılmasından solmasına kadar geçen süre olarak ölçülmüştür.

•**Vazo Ömrü (gün):** Çiçeklerin vazoya yerleştirildikleri günden itibaren, çiçekler soluncaya kadar geçen süre olarak belirlenmiştir. Çiçek çapı: Her bitkinin ilk açan çiçeğinin çapı ölçülmüş ve cm olarak ifade edilmiştir.

Deneme Deseni

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 9 bitki kullanılmıştır. Denemeden elde edilen veriler SPSS paket programı ile analiz edilmiş, uygulamalar arasındaki farklılıklar ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile %5 hata sınırları içerisinde tespit edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Su Alımı, Oransal Taze Ağırlık Değişimi ve Yaprak Klorofil SPAD Miktarı

Zambak çiçeklerinin vazo çözeltisine yerleştirildikten sonraki 4. günde su alım miktarları MM, K ve M uygulamaları için sırasıyla 36,13; 37,78 ve 38,32 mL olarak gerçekleşmiş, çiçeklerin vazoda kalma süresi uzadıkça ve çiçekler yaşlandıkça su alım miktarları azalmış ve vazodaki 20. günlerinde 18,33-22,50 mL aralığında değişmiştir. Bununla birlikte yapılan mikoriza uygulamalarının çiçeklerin su alım miktarları üzerinde istatistiki olarak önemli bir etkisi olmamıştır (Çizelge 1). Çiçeklerin 4. gündeki su alım miktarlarına paralel olarak vazodaki 4. ve 8. günde ağırlıklarında artış meydana gelmiş olup, bu artış 12 günden sonra azalmaya başlamıştır. Vazodaki 20. günlerinde ise çiçeklerde ağırlık kayıpları meydana gelmiş ve bu kayıplar %12,63 (K), %13,16 (M) ve %23,21 (MM) oranlarında olmuştur. Ancak yapılan mikoriza uygulamaları çiçek ağırlıkları üzerinde önemli bir farklılık oluşturmamıştır (Çizelge 1). AMF uygulamasının lalede sürgün yaş ağırlığını [9], *Hyacinthus orientalis* L. ‘Anna Marie’ çeşidinde bitki

biyokütlesini [7] arttırdığı bulunmuştur. Buna karşın mevcut çalışmada mikoriza uygulamaları bitkilerin oransal taze ağırlık değişimi üzerinde etkili olmamıştır. Garmendia ve Mangas [15], *Glomus mosseae* ve *Glomus intradaries* uyguladıkları kesme gül çiçeklerinde, yapılan mikoriza uygulamalarının bitki biyokütlesinde ve çiçek kalitesinde önemli bir iyileştirme sağlamadığını saptamışlardır. Buna göre yapılan mikoriza uygulamasının etkisinin kullanılan çiçeklere göre farklı sonuçlar verdiği görülmektedir. Zambak çiçeklerinin yapraklarında başlangıçta K, MM ve M uygulamalarında sırasıyla 34,26; 34,48 ve 36,71 olarak ölçülen oransal klorofil miktarı vazodaki 8. günde tüm uygulamalarda artış göstermiş ardından azalmıştır. Buna karşın yapılan uygulamaların yaprakların klorofil SPAD miktarı üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır (Çizelge 1). Zambak yapraklarının hue açı değerleri incelendiğinde mikoriza uygulanmış zambakların hue açı değerlerinin kontrole göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla mikoriza uygulamaları yaprakların yeşil renginin korunmasını sağlamış, buna karşın oransal klorofil (SPAD) miktarı üzerinde etkili olmamıştır.

Çizelge 1. Tek ve iki çeşit mikoriza uygulanmış zambak çiçeklerinin vazo süresi boyunca su alımı (%), ağırlık değişimi (g) ve yaprakların klorofil SPAD miktarları

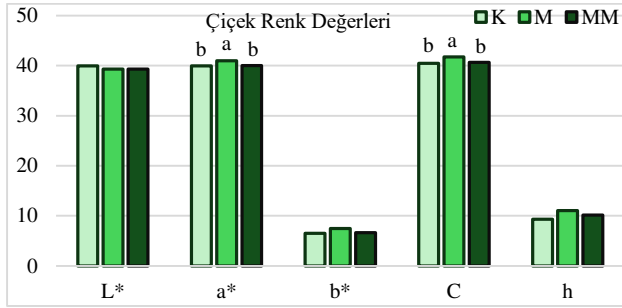
Kriter	Uyg.	Vazo Süresi (gün)						Uyg. Ort.
		0	4	8	12	16	20	
Su alımı	K	0	37,78	33,00	21,94	19,17	20,42	22,05öd
	M	0	38,32	33,58	26,83	19,67	18,33	22,79öd
	MM	0	36,13	30,21	27,11	18,67	22,50	22,44öd
Süre Ort.	Öd		37,41a	32,26a	25,30b	19,17c	20,42bc	
Ağırlık değişimi	K	0	13,89	14,13	6,64	3,94	-12,63	4,33öd
	M	0	14,31	15,05	9,29	7,61	-13,16	5,52öd
	MM	0	13,30	14,13	8,86	6,35	-23,21	3,24öd
Süre Ort.	Öc		13,83a	14,44a	8,26b	5,97b	-16,34d	
SPAD	K	34,26	36,27	34,00	29,90	30,82	30,52	32,63öd
	M	36,71	37,92	33,85	32,10	32,21	32,29	34,18öd
	MM	34,48	34,51	33,73	31,04	32,09	33,20	33,17öd
Süre Ort.		35,15a	36,23a	33,86ab	31,01c	31,70bc	32,00bc	

öd: Önemli değil

Zambak Çiçeklerinin Renk Değerleri

İki farklı mikoriza uygulanmış zambak çiçeklerinin renk ölçümlerine ilişkin veriler Şekil 1’de verilmiştir. Buna göre yapılan mikoriza uygulamaları çiçeklerin parlaklığı, b* değeri ve h (hue açısı) değerleri üzerine önemli etkide bulunmazken, a* ve C* renk değerlerini etkilemiştir. Bu açıdan en yüksek a* ve C değerleri M uygulamasında saptanmış (sırasıyla 40,96 ve 41,75) ve bu uygulamayı a* değerleri için K (39,93) ve MM (39,99) uygulamaları, C renk değerleri için ise MM (40,68) ve K (40,49) izlemiştir. a* değerlerinin negatif (-) olması rengin yeşil eksenini olduğunu,

pozitif (+) olması ise kırmızı eksenini ifade etmektedir. Araştırmada kullanılan zambak çiçekleri pembe renkli olup bu açıdan a* değerleri pozitif olarak ölçülmüştür. Şekil 1 incelendiğinde M uygulamasındaki çiçeklerin daha kırmızı ve renklerinin daha doymun olduğu görülmektedir. Çiçeğin albenisini sağlayan en önemli kriterlerden birisi çiçek rengidir. Çiçek rengi fenolik bileşikler gibi bitkinin sekonder metabolitleri tarafından üretilmektedir. AMF'lerin bitkinin ikincil kimyası ve sinyalleme üzerindeki etkilerine dair çalışmalar bulunmakla birlikte çiçek rengi üzerine etkisi konusunda çalışmalar bulunmamaktadır [16]. Ancak AMF'lerin meyve ve sebzelerde hem antosiyaninleri hem de flavonoidleri dolayısıyla renk yoğunluğunu değiştirdiği tespit edilmiştir [17]. Mevcut çalışmada da meyve ve sebzelerdeki etkiye benzer şekilde çiçeklerin kırmızı renklerinin korunduğu bulunmuştur.



Şekil 1. Tek ve iki çeşit mikoriza uygulanmış zambak çiçeklerinin renk değerleri

Zambak Yapraklarının Renk Değerleri

Vazo çözeltisine yaprakları ile birlikte konulan zambak çiçeklerinin yapraklarından 0. gününde en düşük L* değeri 43,47 ile M uygulamasında ölçülmüş olup, bunu MM (45,48) ve K (45,57) uygulamaları izlemiştir. Yaprak L* değerleri vazo süresinin sonunda K ve MM uygulamalarında azalırken, M uygulamasında başlangıca göre yüksek olmuştur. L* renk değeri yaprakların parlaklığını ifade etmekte olup, bu değer 100'e yaklaştıkça yaprakların daha parlak/açık renkli olduğunu ifade etmektedir. Buna göre K ve MM uygulamasındaki yaprakların rengi M uygulamasına göre daha parlak olmuştur. Dolayısıyla iki mikoriza uygulamasının yaprağın parlaklığını tek mikoriza uygulamasına göre daha fazla arttırdığı söylenebilir. Bununla birlikte iki mikoriza ve kontrol grubu aynı istatistiki grup içerisinde yer almıştır. Bu açıdan M uygulaması ile K ve MM uygulaması arasındaki farklılık da istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Yaprığın a* renk değerleri incelendiğinde (Çizelge 2), uygulama × zaman interaksiyonunun önemli olduğu görülmektedir. Buna göre K uygulamasındaki yaprakların a*

değerlerinin mikoriza uygulamalarındaki yapraklardan daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Çizelge 2. Tek ve iki çeşit mikoriza uygulanmış zambak yapraklarının vazo süresi boyunca renk değerleri

Kriter	Uyg	Vazo Süresi (gün)						Uyg. Ort.
		0	4	8	12	16	20	
L*	K	45,57	44,97	45,80	45,31	44,15	43,66	44,91a
	M	43,47	43,26	44,06	44,11	43,47	44,62	43,83b
	MM	45,48	44,92	45,24	45,45	44,82	45,37	45,21a
	Süre Ort.	44,846d	44,386d	45,036d	44,966d	44,156d	44,556d	
a*	K	-16,29öd	-16,74öd	-17,60b	-15,15a	-15,80öd	-11,30a	-15,48a
	M	-16,41öd	-17,27öd	-16,71a	-16,70ab	-16,17öd	-14,37ab	-16,27b
	MM	-16,58öd	-17,20öd	-17,58b	-16,96b	-15,64öd	-16,34b	-16,72b
	Süre Ort.	-16,43bcd	-17,07cd	-17,30d	-16,27bc	-15,87b	-14,00a	
b*	K	27,19	27,40	28,80	28,14	27,14	25,95	27,44b
	M	25,39	25,89	27,37	27,28	26,32	28,35	26,77b
	MM	29,16	29,30	30,08	30,41	29,31	27,67	29,32a
	Süre Ort.	27,256d	27,536d	28,756d	28,616d	27,596d	27,326d	
C	K	32,09	32,13	33,81	32,02	31,44	28,37	31,64ab
	M	30,40	31,08	32,11	32,08	30,95	31,87	31,41b
	MM	32,14	32,52	33,31	33,30	31,79	32,16	32,54a
	Süre Ort.	31,54abc	31,91abc	33,08a	32,47ab	31,39bc	30,80c	
h	K	121,13öd	121,63c	121,78öd	118,62öd	120,25öd	113,66b	119,51b
	M	123,11öd	123,96a	121,66öd	121,71öd	121,78öd	116,93ab	121,53a
	MM	121,36öd	122,22ab	122,13öd	120,91öd	119,63öd	120,82a	121,18a
	Süre Ort.	121,87ab	122,60a	121,86ab	120,41b	120,55b	117,13c	

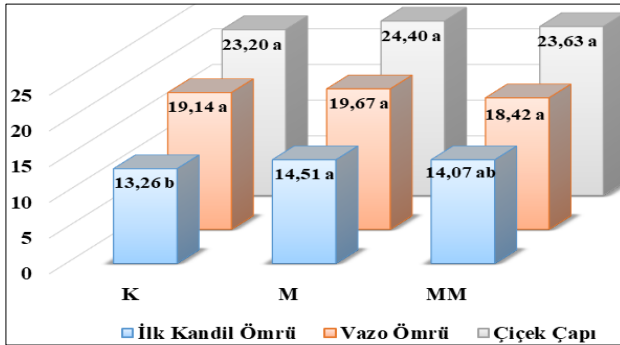
öd: Önemli değil

Ayrıca vazo süresinin 8. gününde M ile K ve MM uygulamaları arasında; 12 ve 20. günlerinde K ile MM arasında önemli düzeyde farklılık belirlenmiştir. b* değerleri açısından uygulamalar arasında MM uygulaması öne çıkmıştır. Dolayısıyla MM uygulamasındaki zambak çiçeklerinin yapraklarının daha yeşil olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 2'ye göre vazo süresinin başlangıcında M, K ve MM uygulamalarında sırasıyla 30,40; 32,09 ve 32,14 olarak ölçülen yaprak C değerleri vazo ömrünün sonunda M ve MM uygulamalarında başlangıca göre artarken, kontrol grubunda azalmıştır. Bu açıdan M ve MM uygulamaları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli olurken, mikoriza uygulamaları ile kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık oluşmamıştır. CIE Lab renk koordinat sisteminde parlaklık (L) ekseninden uzaklığı diğer bir ifade ile renk doymunluğunu ifade etmektedir. Dolayısıyla C değerinin yüksek olması rengin daha doymun olduğunu göstermektedir. Çalışmada en yüksek C değerleri MM uygulamasından elde edilmiş olup bunu K ve M uygulamaları izlemiştir. Bu nedenle iki farklı mikoriza içeren MM uygulamasının yapraklarının M uygulanan yapraklardan daha yeşil

olarak korunduğu söylenebilir. Zambak yapraklarının hue açısı değerleri üzerine mikoriza uygulamaları önemli oranda etkili olmuş ve K (119,51) uygulaması ile M (121,53) ve MM (121,18) uygulamaları arasındaki farklılık da istatistiki olarak önemli bulunmuştur. CIE Lab renk koordinat sisteminde hue açısı yani renk tonu açısı 0 ila 360 arasında değişmekte, burada 0° (veya 360°) maksimum kırmızılığı, 90° maksimum sarılığı, 180° maksimum yeşilliği ve 270° maksimum maviliği temsil etmektedir [14]. Mikoriza uygulanmış zambak yapraklarının renk tonu açısı değerlerinin K uygulamasına göre daha yüksek olması bu yaprakların kontrole göre daha yeşil olarak korunduğunu göstermektedir.

Zambak Çiçeklerinin İlk Kandil Ömrü, Vazo Ömrü, Çiçek Çapı

Zambak çiçeklerinin ilk kandil ömrü, vazo ömrü ve çiçek çapına ait veriler Şekil 2’de verilmiştir. Buna göre M ve MM uygulamasındaki kandillerin ömrü K uygulamasına göre yüksek olmuş, bu açıdan M ile K uygulaması arasındaki farklılık önemli olurken, MM ile K uygulamaları arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir. Konu vazo ömrü bakımından incelendiğinde yapılan mikoriza uygulamalarının çiçeklerin vazo ömrü üzerinde etkili olmadığı görülmüştür.



Şekil 2. Tek ve iki çeşit mikoriza içeren çözelti uygulanmış zambak çiçeklerinin ilk kandil ömrü, vazo ömrü, çiçek çapı değerleri

Çiçek çapı ölçüm sonuçları da benzer olmuş, mikoriza uygulamaları çiçeklerin büyüklüğünü etkilememiştir. Rasouli vd. [12], ‘Royal Trinity’ zambak çiçeklerine 50 mg 5 kg⁻¹ mikoriza uygulamasının çiçeklerinin vazo ömrünü artırdığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Deljou vd. [13], topraksız kültürde AMF (*Glomus mosseae*, 0, 3,5 ve 7% V/W) uygulamalarının gerbera kesme çiçeğinin vazo ömrünü artırdığı tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada ise M uygulamasındaki çiçeklerin vazo ömrü 19,67 gün olarak ölçülmekle birlikte MM ve K uygulamaları ile aynı istatistiki grupta yer almıştır.

Dolayısıyla mikoriza uygulamalarının vazo ömrünün uzatılması açısından başarılı olmadığı söylenilebilir. *Hyacinthus orientalis* L. ‘Anna Marie’ sümbül çeşidinde mikoriza uygulaması çiçek çapını arttırmıştır [7]. Benzer etki ‘Royal Tritinit’ zambak çiçeklerinde de elde edilmiştir [12]. Buna karşın mevcut araştırmada yapılan mikoriza uygulamaları çiçek çapını arttırmış ancak bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

SONUÇ

Araştırma iki farklı mikoriza uygulamasının ‘Casa Blanca’ zambak çiçeklerinin hasat sonrası kalitesi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada zambak çiçeklerine dikim öncesi M (*Glomus intraradices*, tek mikoriza) ve MM (*Glomus intraradices* ve *Glomus proliferum*, iki mikoriza) olmak üzere iki farklı mikoriza uygulaması yapılmıştır. Mikoriza uygulamaları çiçeklerin su alımı, ağırlık değişimi ile yaprakların oransal klorofil (SPAD) miktarı üzerinde etkili olmamıştır. Buna karşılık M uygulaması çiçeğin a* ve C* renk değerleri üzerinde önemli oranda etkili olmuştur. Benzer şekilde M uygulaması çiçeklerin L* ve b* değerlerini azaltmış, dolayısıyla çiçeklerin renkleri daha koyu olarak korunmuştur. Mikoriza uygulamaları çiçeklerin a*, b*, C* ve h° renk değerleri üzerinde de etkili olmuş; M ve MM uygulamaları çiçeklerin a* değerini azaltıp h° değerini yükselterek çiçeklerin renginin korunmasını sağlamışlardır. En yüksek C* değeri ise MM uygulamasından elde edilmiştir. Çalışmada M uygulaması ilk kandil ömrünü artırırken, vazo ömrü ve çiçek çapı açısından her iki mikoriza uygulaması da etkili olmamıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi imkânlarıyla yürütülen 3420 numaralı projenin bir bölümüdür. Desteklerinden dolayı Kocaeli Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimine teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. Xie, M.M., Wu, Q.S. 2017. Arbuscular mycorrhizal fungi regulate flower in *Hyacinth orientalis* L. Anna Marie. Emirates Journal of Food and Agriculture 30(2):144-149.
2. Al-Karaki, G., Clark, R.B. 1998. Growth mineral acquisition, and water use by mycorrhizal wheat grown under water stress. J. Plant Nutr. 21:263-276.

3. Scrase, F., Sinclair, F., Farrar, J., Pavinato, P., Jones, D. 2019. Mycorrhizas improve the absorption of non-available phosphorus by the green manure *Tithonia diversifolia* in poor soils. *Rhizosphere* 9:27-33.
4. Othman, Y.A., Tahat, M., Alananbeh, K.M., Al-Ajlouni, M. 2022. Arbuscular mycorrhizal fungi inoculation improves flower yield and postharvest quality component of gerbera grown under different salinity levels. *Agriculture* 12(7):978.
5. Scagel, C.F. 2003. Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi alters nutrient allocation and flowering of *Freesia* × *hybrida*. *J. Environ. Hort.* 21(3):196-205.
6. Scagel, C.F. 2004. Inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobacteria alters nutrient allocation and flowering of harlequin flower. *HortTechnology* 14(1):39-48.
7. Xie, M., Wu, Q. 2017. Mycorrhiza modulates morphology, color and duration of flowers in hyacinth. *Biotechnology* 16(3):116-122.
8. Xie, M.M., Wu, Q.S. 2018. Arbuscular mycorrhizal fungi regulate flowering of *Hyacinths orientalis* L. Anna Marie. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 144-149.
9. Li, W., Lu, W., Xie, J., Liu, Y., Liu, R., Guo, S. 2018. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and cut flower physiology of *Tulipa gesneriana*. *Mycosystema* 37(4):456-465.
10. Perner, H., Schwarz, D., Bruns, C., Mäder, P., George, E. 2007. Effect of arbuscular mycorrhizal colonization and two levels of compost supply on nutrient uptake and flowering of pelargonium plants. *Mycorrhiza* 17(5):469-474.
11. Samantaray, P., Nayak, A., Pradhan, I., Pattanaik, A., Sahoo, R., Mohanty, S. 2024. *Lilium*: a high-value cut flower production guide for lucrative return. *Journal of Scientific Research and Reports* 30(6):67-86.
12. Rasouli, M., Sobhani, Y., Movahedi, Z. 2021. Improving morphological and physiological parameters of lily (*Lilium longiflorum*) by phosphorus and mycorrhizal fungi. *Journal of Horticultural Plants Nutrition* 4(2) Autumn & Winter 2021-22.
13. Nazari Deljou, M.J., Marouf, A., Jaberian Hamedan, H. 2013. Effect of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on gerbera cut flower (*Gerbera jamesonii*) production in soilless cultivation. In *International Symposium on Growing Media and Soilless Cultivation* 1034, pp:417-422.
14. Scalisi, A., O'Connell, M.G., Islam, M.S., Goodwin, I. 2022. A fruit colour development index (CDI) to support harvesttime decisions in peach and nectarine orchards. *Horticulturae* 8(5):459.
15. López, I.G., Martín, V.J.M. 2012. Application of arbuscular mycorrhizal fungi on the production of cut flower roses under commercial-like conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research* 10(1):166-174.
16. Bennett, A.E., Meek, H.C. 2020. The influence of arbuscular mycorrhizal fungi on plant reproduction. *Journal of Chemical Ecology* 46(8):707-721.
17. Avio, L., Turrini, A., Giovannetti, M., Sbrana, C. 2018. Designing the ideotype mycorrhizal symbionts for the production of healthy food. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1089.