

Farklı GA₃ ve Mikrobesein Kombinasyonlarının Gerbera Bitkisinin Büyüme ve Gelişimi Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi

Onur Sefa ALKAÇ^{1*}, Muhammed Esad TUNCEL²

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat; ORCID: 0000-0002-1948-7627

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat; ORCID: 0000-0002-7256-9488
Gönderilme Tarihi: 26 Ağustos 2024 Kabul Tarihi: 28 Kasım 2024

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, gerbera sap ve yapraklarına farklı seviyelerde GA₃ ve mikro besin uygulayarak gerbera yetiştiriciliği için en iyi GA₃ ve mikro besin konsantrasyonunu belirlemektir. Çalışmada iki büyüme sezonunda (iki yıl) 17 farklı GA₃ ve mikro besin kombinasyonu test edilmiştir. Çiçek sapı uzunluğu (cm), çiçek sapı kalınlığı (mm), çiçek çapı (mm), bitki boyu (cm), dal ağırlığı (g), SPAD, kök uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (g), verim (bitki sayısı), kardeşlenme sayısı ve vazo ömrü (gün) parametreleri analiz edilmiştir. İki yetiştirme sezonunda yürütülen bu çalışmada, çiçek sapı uzunluğu, çiçek sapı kalınlığı ve çiçek çapı değerlerinde benzer sonuçlar kaydedilmiş ve yetiştirme sezonundan bağımsız olarak çiçek sapı uzunluğu değerleri 39.82-54.66 cm, çiçek sapı kalınlığı 3.46-7.25 mm ve çiçek çapı 89.07-112.37 mm arasında değişmiştir. Bitki boyu, dal ağırlığı ve SPAD değerleri sırasıyla 41.92-57.00 cm, 8.51-37.93 g ve 33.27-56.53 arasında değişmiştir. Kök uzunluğu verileri 22.17-29.50 cm, kök yaş ağırlığı 23.75-48.20 g ve verim 1-10.33 adet arasında değişmiştir. Kardeşlenme sayısı 24.33-49.00 adet, vazo ömrü ise 9.00-13.60 gün arasında değişmiştir. GA₃ ve mikro besin uygulamalarının kombinasyonu genel olarak çiçek kalitesini ve verimi artırmıştır. En uygun konsantrasyonların belirlenmesinde, bu çalışmada başlangıçta düşük konsantrasyonlarla başlanması ve bitki büyüdükçe ve geliştikçe GA₃ ve mikro besin oranlarının artırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Gerbera jamesonii*, bitki büyüme düzenleyici, gibberellik asit, verim, kalite

Determination of the Effects of Different GA₃ and Micronutrient Combinations on Gerbera Plant Growth and Development

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the best concentration of GA₃ and micronutrients for gerbera cultivation by applying different levels of GA₃ and micronutrients to gerbera stems and leaves. In the study, 17 different GA₃ and micronutrient combinations were tested in two growing seasons (two years). Flower stalk length (cm), flower stalk thickness (mm), flower diameter (mm), plant height (cm), branch weight (g), SPAD, root length (cm), root wet weight (g), yield (number of plants), tillering number and vase life (days) parameters were analyzed. In this study, which was carried out in two growing seasons, similar results were recorded in flower stalk length, flower stalk thickness and flower diameter values, and flower stalk length values ranged between 39.82-54.66 cm, flower stalk thickness 3.46-7.25 mm and flower diameter 89.07-112.37 mm regardless of the growing season. Plant height, branch weight and SPAD values varied between 41.92-57.00 cm, 8.51-37.93 g and 33.27-56.53 g, respectively. Root length data varied between 22.17-29.50 cm, root wet weight 23.75-48.20 g and yield 1-10.33 pieces. Tillering number ranged between 24.33-49.00 and vase life ranged between 9.00-13.60 days. The combination of GA₃ and micronutrient applications generally increased flower quality and yield. In determining the optimum concentrations, it is recommended to start with low concentrations at the beginning and increase GA₃ and micronutrient rates as the plant grows and develops.

Keywords: *Gerbera jamesonii*, plant growth regulator, gibberellic acid, yield, quality

GİRİŞ

Gerbera, kesme çiçek ve saksı bitkisi olarak çiçek endüstrisinde dünyanın önde gelen çiçeklerinden biridir ve dünyanın ilk on kesme çiçeği arasında yer almaktadır [1]. Gerbera ayrıca, taze ve kuru çiçek, estetik dekorasyon, buket yapımı gibi iç ve dış pazarda da yoğun talep gören önemli kesme

çiçeklerden biridir [2]. Gerbera serada yetiştiriciliği yapılan kesme çiçek grupları içerisinde yer almaktadır. Yetiştiriciler, yüksek verim ve kaliteyi sağlamak amacıyla genellikle yüksek besin konsantrasyonlarına sahip sentetik gübreleme yapmaktadırlar [3]. Son yıllarda tarımsal üretimde kullanılan sentetik kimyasalların insan ve çevre sağlığına olan zararlarından dolayı organik üretime

*Sorumlu yazar / Corresponding author: onur.alkac@gop.edu.tr

ve organik üretimde kullanılabilir girdilere olan talep artmaktadır [4]. Sürdürülebilir üretim yöntemlerinde bitki büyüme düzenleyiciler son yıllarda tercih edilmeye başlanmıştır. Bitki büyüme düzenleyiciler (BBD), bitki içerisindeki su ve besin maddelerini korurken, verimli ve yoğun bitki üretimini de desteklemeleriyle bilinmektedir. Bunun nedeni ise BBD'lerin, özellikle GA₃ (Giberellik asit)'ün büyümeyi ve verimi teşvik etmesinden kaynaklanmaktadır [5]. Bitkilere bu maddelerin dışsal uygulanmasında amaca uygun kimyasalın seçimi, uygun konsantrasyonun ve uygulama zamanı belirlenmesi uygulamanın etkisi açısından oldukça önemlidir [6]. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, Gerbera bitkisinde 100 ppm GA₃ [7], 150 ppm GA₃ [8], 100 ppm GA₃ [9], 150 ppm GA₃ [10], 150 ppm GA₃ [11], 100 ppm GA₃ [12] uygulamalarının bitki büyüme ve gelişimine olumlu etkileri olduğu rapor etmişlerdir.

Mikro besin elementleri bitkilerin büyümesi ve gelişmesi için oldukça önemlidir ve yetiştiricilikte yedi temel mikro besin elementleri bulunmaktadır. Demir (Fe), Bakır (Cu), Bor (B), Çinko (Zn), Mangan (Mn), Molibden (Mo), Nikel (Ni) ve Klor (Cl)'dur [13]. Yüksek kalitede bitki üretimi isteniyorsa mikro besin ihtiyaçlarının karşılanması çok önemlidir [13]. Genellikle yaprakтан yapılan mikro besin uygulamaları, toprak uygulamalarına ek olarak tarımsal üretimde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [14]. Mikro besin elementlerinin uygulanmasında, uygulama zamanının yanı sıra gübrelerin formu da önemli bir rol oynamaktadır. Yapraktan uygulanan mikro besin elementlerinin etkinliği bitki türüne ve yaşına göre değişkenlik göstermekle birlikte, gübrenin kimyasal yapısına (tuz, kompleks, şelat)'da bağlıdır [14]. Bitki verim ve kalitesi açısından önemli olan makro besin elementlerinin yanı sıra, mikro besin elementlerinin eksiklikleri de büyük ölçüde verim kaybına yol açabilir [15]. Bu nedenle, yaprakтан mikro besin uygulamaları genellikle toprak kaynaklı sınırlayıcı faktörlerin üstesinden gelmek için bir yöntem olarak kullanılmaktadır [14]. Yapraktan uygulama ile bitki, toprak uygulamasına kıyasla mikro besin elementlerini hem daha hızlı karşılamakta hem de çoğunlukla daha etkili olmaktadır [16].

GA₃-Mikrobesin uygulamasının Gerbera'nın büyüme, çiçeklenme, makro ve mikro besin alımı üzerindeki etkileri hakkında çok az bilgi mevcuttur. Bu nedenle, bu çalışmada gerbera yaprak ve saplarına farklı seviyelerde GA₃ ve mikrobesin uygulamaları yapılarak gerbera yetiştiriciliği için en iyi GA₃ ve mikrobesin konsantrasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Planı

Çalışma, 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonunda Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezine ait üstten havalandırılmalı, ısıtmasız ve soğutmasız cam serada gerçekleştirilmiştir. Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex Hooker f.) 'Yeliz' çeşidine ait 3 yapraklı fideler kullanılmıştır. Çalışmada 17 farklı GA₃ (Megafil tablet, Doğal Zirai Kimyasallar Şirketi, Antalya) ve mikro besin (Transporter, Genta Tarım Şirketi, İzmir) kombinasyonu denenmiştir (Çizelge 1, Çizelge 2). Bu çalışma, topraksız tarımda saksı kültüründe yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü kare saksılar 22 cm ağız çapı × 23 cm yükseklik ve 15 cm taban çapına sahiptir. Yetiştirme ortamı olarak torf + perlit karışımı (2:1) tercih edilmiştir.

Çizelge 1. Kullanılan mikrobesine ait garanti edilen içerik (w/w)

Besin İçeriği	Garanti Edilen İçerik
Suda Çözünür Bor (B)	%2
Suda Çözünür Demir (Fe)	%4
EDTA ile Şelatlı Demir (EDTA-Fe)	%2
Suda Çözünür Mangan (Mn)	%2.5
EDTA ile Şelatlı Mangan (EDTA-Mn)	%1.25
Suda Çözünür Çinko (Zn)	%4
EDTA ile Şelatlı Çinko (EDTA-Zn)	%2

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan uygulamalar ve konsantrasyonları

Uygulama	Konsantrasyon
U1: Kontrol (Saf Su)	-
U2: Giberellik Asit (GA ₃)	100 ppm
U3: Giberellik Asit (GA ₃)	150 ppm
U4: Giberellik Asit (GA ₃)	200 ppm
U5: Giberellik Asit (GA ₃)	250 ppm
U6: Mikrobesin (MB)	1500 ppm
U7: Mikrobesin (MB)	3000 ppm
U8: Mikrobesin (MB)	4500 ppm
U9: Mikrobesin (MB)	6000 ppm
U10: GA ₃ + MB	100 ppm + 1500 ppm
U11: GA ₃ + MB	150 ppm + 3000 ppm
U12: GA ₃ + MB	200 ppm + 4500 ppm
U13: GA ₃ + MB	250 ppm + 6000 ppm
U14: GA ₃ + MB	100 ppm + 6000 ppm
U15: GA ₃ + MB	150 ppm + 4500 ppm
U16: GA ₃ + MB	200 ppm + 3000 ppm
U17: GA ₃ + MB	250 ppm + 1500 ppm

Sera ve İklim Koşulları

Gerbera bitkilerindeki farklı uygulamaların büyüme ve çiçeklenmeye etkilerini belirlemek amacıyla 450 m² büyüklüğünde (35 m uzunluk, 12.5 m genişlik, 3 m oluk altı yüksekliği ve 4.5 m çatı yüksekliği) üstten havalandırılmalı, ısıtmasız ve soğutmasız bir cam serada deneme kurulmuştur. Hazırlanan saksılar, serada tabana faktöriyel deneme deseninde tesadüf parselleri deneme desenine göre yerleştirilmiştir. Sıcaklık ve nem değerleri, fidelerin

dikiminden hasatına kadar geçen süre baz alınarak belirlenmiştir. Sıcaklık ortalama olarak $25.90 \pm 2^\circ\text{C}$, en yüksek sıcaklık $38.93 \pm 2^\circ\text{C}$ ve en düşük sıcaklık $15.67 \pm 1^\circ\text{C}$ arasında değişirken, sera içi nisbi nem 55.73 ± 2 olarak ölçülmüştür (Hobo, Datalogger). Serada %55 gölgeleme uygulanmış ve sera çatısına gölge tozu serpilerek ışık şiddeti 20.000-30.000 lux arasında sabit tutulmuştur. Bitkiler damla sulama sistemi (2 L.h^{-1} debili) ile sulanmış ve her saksıya 500 mL su düşecek şekilde belirlenen sulama miktarı 2 günde bir düzenli aralıklarla verilmiştir. Hasat, gerbera çiçeklerinde iki sıra erkek organı oluştuktan sonra bitkinin dip kısmından çekilerek kopartılmış ve ölçümler yapılmıştır [18].

İstatistiksel Analiz

Çalışma 3 tekerrürlü ve tekerrür başına 2 adet bitki kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, SPSS (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0. Armonk, NY: IBM Corp.) istatistik programında varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önem derecesini belirlemek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Çalışmada yer alan grafikler ve ısı haritası (heat map) sonuçları GraphPad Prism (GraphPad Prism Version 10.0.0 for Windows, GraphPad Software, Boston, Massachusetts USA) programı kullanılmıştır.

BULGULAR

Gerbera bitkilerinde mikrobese ve GA_3 uygulamalarının çiçeklenme özellikleri üzerindeki etkileri, iki farklı yetiştirme sezonunda incelenmiştir. Bulgular, uygulamaların çiçek sap uzunluğu (ÇSU), çiçek sap kalınlığı (ÇSK) ve çiçek çapı (ÇÇ) üzerindeki etkilerini detaylandırmaktadır. ÇSU değerleri her iki yılda da uygulamalar arasında önemli bir farklılık göstermemiştir ($p > 0.05$). Ancak, genel olarak 1. yıl değerleri 2. yıla kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Özellikle U10 (54.66 cm) ve U16 (53.04 cm) uygulamaları, 1. yılda en yüksek sap uzunluğunu sağlamıştır. Bunun aksine, U7 (39.82 cm) uygulaması 2. yılda en düşük sap uzunluğu değerini göstermiştir. ÇSK üzerinde uygulamaların etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.01$). 1. yılda en yüksek sap kalınlığı U17 (7.25 mm) uygulamasında ölçülürken, U14 (3.46 mm) en düşük değeri vermiştir. 2. yılda ise U1 (6.23 mm) uygulaması en yüksek değeri sağlarken, diğer uygulamalarla arasında anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir. ÇÇ değerlerinde 1. yıl sonuçları uygulamalar arasında farklılık göstermiştir ($p < 0.05$). U2 (111.10 mm) ve U10 (106.63 mm) uygulamaları en yüksek çiçek çapı değerlerini sağlamış; U7 (89.07

mm) ise en düşük değerleri göstermiştir. 2. yılda çiçek çapı açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir. ÇSU ve ÇÇ, genel olarak 1. yılda daha yüksek değerler gösterirken, ÇSK 1. yılda daha yüksek değerlere sahip olmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Mikrobese ve GA_3 uygulamalarının gerbera bitkisindeki çiçeklenme üzerine etkileri

Uygulama	ÇSU (cm)		ÇSK (mm)		ÇÇ (mm)	
	1. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl
U1	45.52B	46.34A	4.80cdeB	6.23A	95.41abcd	108.46
U2	49.01A	44.29B	4.80cdeA	4.50B	111.10a	106.86
U3	47.00B	50.03A	4.45defB	5.13A	93.26bcd	99.16
U4	50.72A	47.73B	5.79bcA	4.61B	108.69ab	98.46
U5	52.23A	51.08B	4.76cdeB	4.95A	105.26abcd	102.28
U6	46.50A	45.57B	4.06defB	5.49A	92.46bcd	105.18
U7	51.00A	39.82B	5.34cdA	4.82B	89.07e	92.02
U8	52.00A	48.76B	5.61bcdA	5.27B	102.56abcd	103.25
U9	51.21A	43.53B	6.60abA	4.90B	108.21ab	90.62
U10	54.66A	49.55B	5.71bcA	5.00B	106.63abc	111.36
U11	51.25A	46.22B	5.56bcdA	4.86B	104.17abcd	97.76
U12	52.14A	46.06B	5.93bcA	4.92B	100.88abcd	102.58
U13	54.17A	46.85B	5.58bcdA	5.15B	92.33bcd	99.13
U14	49.00B	51.61A	3.46fB	4.86A	90.99cd	103.72
U15	51.79A	49.06B	5.78bcA	5.56B	104.57abcd	110.23
U16	53.04A	52.76B	5.95bcA	5.16B	108.50ab	112.37
U17	49.55A	40.30B	7.25aA	4.94B	100.94abcd	100.12
Önemlilik Düzeyi	0.216öd	0.517öd	0.001**	0.053öd	0.029*	0.372öd

ÇSU: Çiçek sap uzunluğu (cm), ÇSK: Çiçek sap kalınlığı (mm), ÇÇ: Çiçek çapı (mm), ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Sütunlarda verilen küçük harfler uygulamaları, büyük harfler ise yıllar arasındaki istatistiksel farklılıkları temsil etmektedir.

Gerbera bitkilerinde mikrobese ve GA_3 uygulamalarının bazı kalite kriterleri üzerindeki etkileri, iki farklı yetiştirme sezonunda değerlendirilmiştir. Bu kriterler, bitki boyu (BB), dal ağırlığı (DA) ve SPAD değerlerini içermektedir. BB değerleri, 1. ve 2. yıllar arasında uygulamalar arasında farklılık göstermemiştir ($p > 0.05$). Ancak 1. yılda U10 (56.91 cm) ve U13 (57.00 cm) uygulamaları en yüksek BB değerlerini sağlamıştır. 2. yılda ise U5 (53.31 cm) ve U14 (53.53 cm) uygulamaları en yüksek BB değerlerini göstermiştir. DA üzerinde uygulamaların etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.01$). 1. yılda en yüksek dal ağırlığı U17 (37.93 g) uygulamasında ölçülmüş; U14 (8.51 g) uygulaması ise en düşük değeri vermiştir. 2. yılda ise genel olarak daha düşük dal ağırlığı değerleri gözlenmiş olup, U1 (21.15 g) uygulaması en yüksek değeri sağlamıştır. SPAD değerleri yıllar arasında istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir ($p > 0.05$). Ancak, 1. yılda U16 (56.10) ve U17 (55.30) uygulamaları en yüksek SPAD değerlerini sağlamıştır. 2. yılda ise U10 (58.70) ve U8 (56.53) uygulamaları en yüksek SPAD değerlerini göstermiştir. BB ve SPAD değerleri 1. yılda genellikle daha yüksek bulunmuş DA değerleri ise 1.

yılda belirgin olarak daha yüksek ölçülmüştür (Çizelge 4).

Mikrobesin ve GA₃ uygulamalarının gerbera bitkilerinde kök uzunluğu (KU), kök yaş ağırlığı (KYA) ve verim üzerine etkileri, iki yetiştirme sezonunda değerlendirilmiştir. KU değerlerinde yıllar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Ancak 2. yılda U7 uygulaması (29.50 cm), en yüksek KU değerini sağlamış; U9 (22.17 cm) uygulaması ise en düşük değeri vermiştir. KYA üzerinde uygulamaların etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). 2. yılda en yüksek KYA değeri, U9 uygulamasıyla (48.20 g) elde edilmiştir. Bunu U5 (47.23 g) ve U11 (44.09 g) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değer ise U14 (23.75 g) uygulamasında gözlenmiştir. Verim açısından uygulamaların etkisi 1. yılda anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). 1. yılda en yüksek verim U15 (4.50 adet) ve U9 (4.33 adet) uygulamalarında ölçülmüştür. Buna karşılık, 2. yılda verim değerleri arasında istatistiksel fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). Ancak, U8 (10.33 adet) ve U10 (10.00 adet) uygulamaları en yüksek verimi sağlamıştır. KYA ve verim değerleri, 2. yılda genellikle daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 4. Mikrobesin ve GA₃ uygulamalarının gerbera bitkisindeki bazı kalite kriterlerine etkisi

Uygulama	BB (cm)		DA (g)		SPAD	
	1. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl
U1	48.15A	48.09B	16.09cdefgB	21.15A	48.50B	56.40A
U2	51.50A	46.40B	22.73bcdefB	15.37B	52.33	50.97B
U3	49.08B	51.75A	14.36efgB	18.12A	51.03A	33.27B
U4	53.22A	50.15B	28.79abA	13.92B	48.93A	42.07B
U5	54.73A	53.31B	19.74bcdefgA	14.84B	44.17B	48.37A
U6	49.00A	47.46B	10.83fgB	18.66A	47.23A	45.73B
U7	53.00A	41.92B	15.22defgA	13.56B	52.03A	49.83B
U8	54.00A	51.79B	22.63bcdefA	17.13B	53.00B	56.53A
U9	53.56A	45.47B	32.29abA	14.23B	51.83A	47.37B
U10	56.91A	51.46B	25.09bcdeA	18.37B	51.50B	58.70A
U11	53.50A	47.94B	27.21abcdA	14.39B	45.50A	44.97B
U12	54.25A	47.84B	25.02bcdeA	15.22B	46.13B	47.90A
U13	57.00A	48.74B	28.51abcA	16.37B	48.17A	47.67B
U14	52.00B	53.53A	8.51gB	17.92A	53.23A	45.57B
U15	54.01A	51.03B	25.96abcdeA	18.52B	51.20A	50.97B
U16	55.50A	46.83B	32.04abA	17.72B	56.10A	53.40B
U17	51.55A	42.07B	37.93aA	13.16B	55.30A	54.10B
Önemlilik Düzeyi	0.237öd	0.053öd	0.001**	0.132öd	0.552öd	0.213öd

BB:Bitki boyu (cm), DA:Dal ağırlığı (g), ÇÇ:Çiçek çapı (mm), VÖ:Vazo ömrü (gün), **: $p<0.01$, öd:İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Sütunlarda verilen küçük harfler uygulamaları, büyük harfler ise yıllar arasındaki istatistiksel farklılıkları temsil etmektedir.

Mikrobesin ve GA₃ uygulamalarının gerbera bitkilerinde kardeşlenme sayısı ve vazo ömrü üzerindeki etkileri, ikinci yetiştirme sezonunda incelenmiştir. Kardeşlenme sayısı açısından uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Bununla birlikte, en

yüksek kardeşlenme sayısı U3 (49.00) uygulamasında ölçülmüştür. U4 (45.33 adet), U5 (43.67 adet) ve U9 (41.67 adet) uygulamaları da yüksek değerler sağlamıştır. En düşük kardeşlenme sayısı ise U1 (24.33 adet) ve U13 (28.00 adet) uygulamalarında gözlenmiştir. Vazo ömrü üzerinde de uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Ancak, en uzun vazo ömrü U16 (13.60 gün) ve U3 (13.50 gün) uygulamalarında ölçülmüştür. Bunları U10 (12.67 gün) ve U5 (12.06 gün) takip etmiştir. En kısa vazo ömrü ise U2 (9.13 gün) ve U13 (9.00 gün) uygulamalarında kaydedilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 5. Mikrobesin ve GA₃ uygulamalarının gerbera bitkisindeki kök gelişimine ve verime etkisi

Uygulamalar	KU (cm)	KYA (g)	Verim (adet)	
	2. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl
U1	26.50	29.04	2.00bB	9.33A
U2	25.33	32.51	2.50abB	5.67A
U3	25.67	28.44	3.00abB	3.33A
U4	26.83	35.88	2.00bB	5.67A
U5	23.92	47.23	2.33abB	6.00A
U6	26.39	35.39	1.00bB	7.33A
U7	29.50	42.43	1.00bB	9.67A
U8	28.42	36.31	3.00abB	10.33A
U9	22.17	48.20	4.33aB	8.33A
U10	25.17	42.27	2.67abB	10.00A
U11	26.33	44.09	2.00bB	8.33A
U12	22.89	33.21	2.00bB	8.67A
U13	26.72	26.31	2.00bB	7.00A
U14	24.67	23.75	1.00bB	5.33A
U15	25.83	40.58	4.50aB	7.67A
U16	25.00	32.11	3.00abA	3.00A
U17	22.92	40.84	2.00bB	7.33A
Önemlilik Düzeyi	0.196öd	0.304öd	0.027*	0.370öd

KU:Kök uzunluğu (cm), KYA:Kök yaş ağırlığı (g), *: $p<0.05$, öd:İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Sütunlarda verilen küçük harfler uygulamaları, büyük harfler ise yıllar arasındaki istatistiksel farklılıkları temsil etmektedir.

Çizelge 6. Mikrobesin ve GA₃ uygulamalarının gerbera bitkisindeki kardeşlenme sayısına ve vazo ömrüne etkileri

Uygulamalar	Kardeşlenme Sayısı (adet)	Vazo Ömrü (gün)
	2. Yıl	2. Yıl
U1	24.33	10.00
U2	38.33	9.13
U3	49.00	13.50
U4	45.33	10.11
U5	43.67	12.06
U6	31.67	11.78
U7	32.67	11.00
U8	33.00	11.75
U9	41.67	11.01
U10	40.33	12.67
U11	40.00	10.72
U12	37.00	10.78
U13	28.00	9.00
U14	29.67	11.42
U15	33.00	9.50
U16	40.33	13.60
U17	39.67	10.45
Önemlilik Düzeyi	0.546öd	0.726öd

öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

TARTIŞMA

Gerbera bitkisinin büyüme ve gelişimi üzerine yapılan bu çalışma, GA₃ ve mikrobesein uygulamalarının etkileri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen bulgular, hem literatürde rapor edilen sonuçlarla uyumlu hem de bazı farklılıklar göstermektedir. Araştırmada, çiçek sapı uzunluğu, kalınlığı ve çiçek çapı gibi parametrelerde elde edilen sonuçlar, literatürdeki çeşitli çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Örneğin, Tavakoli ve Asadi-Gharneh [7] ve Chauhan vd. [8] gibi çalışmalar, GA₃ uygulamalarının bitki büyüme parametreleri üzerinde olumlu etkileri olduğunu rapor etmişlerdir. Tavakoli ve Asadi-Gharneh [7], 100 ppm GA₃ uygulamasının çiçek sapı uzunluğunu ve kalınlığını artırdığını belirtirken, bu çalışmada da benzer şekilde 39.82-54.66 cm arasında değişen çiçek sapı uzunluğu ve 3.46-7.25 mm arasında değişen çiçek sapı kalınlığı değerleri gözlemlenmiştir. Bu benzerlik, GA₃ uygulamasının Gerbera bitkisi üzerinde tutarlı bir büyüme teşviki sağladığını göstermektedir. Çalışmada elde edilen çiçek çapı (89.07-112.37 mm) değerleri, literatürde rapor edilen sonuçlarla uyumludur. Patra ve ark. [9] ve Mehraj vd. [10] çalışmalarında, GA₃ uygulamalarının çiçek çapını artırdığı bildirmişlerdir. Bu bulgu, GA₃'ün bitki büyümesi ve çiçek kalitesini artırıcı etkisini desteklemektedir. Özellikle, 150 ppm GA₃ uygulaması ile daha büyük çiçek çapları elde edildiği belirtilmiştir [11]. Bu çalışmada da çiçek çapının benzer aralıklarda olması, uygulanan GA₃ konsantrasyonlarının literatürdeki bulgularla uyumlu olduğunu göstermektedir. İkinci yetiştirme sezonunda elde edilen bitki boyu ve SPAD değerleri (41.92-57.00 cm ve 42.07-58.70), literatürdeki bulgularla örtüşmektedir. Bitki büyüme düzenleyicilerin, özellikle GA₃'ün, bitki boyunu artırdığı bilinmektedir [5]. Bu çalışmada da GA₃ uygulamalarının bitki boyunu olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir. SPAD değerlerinin artışı ise, bitki yapraklarındaki klorofil içeriğini ve dolayısıyla fotosentetik kapasiteyi yansıtmaktadır. Bu durum, bitkinin genel sağlık durumu ve büyüme potansiyeli açısından önemlidir. Kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığı, bitkinin besin alımı ve genel sağlığı açısından kritik parametrelerdir. Çalışmada, kök uzunluğu 22.17-29.50 cm ve kök yaş ağırlığı 23.75-48.20 g arasında değişmektedir. Bu değerler, GA₃ ve mikrobeseinlerin kök gelişimi üzerindeki olumlu etkilerini yansıtmaktadır. Literatürde, GA₃'ün kök gelişimini teşvik edici etkileri hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır. Ancak, mikrobeseinlerin özellikle demir ve çinko gibi elementlerin kök gelişimini desteklediği bilinmektedir [16]. Araştırmada elde

edilen verim değerleri (1-10.33 adet) ve kardeşlenme sayısı (24.33-49.00), literatürde rapor edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında uyumlu sonuçlar göstermektedir. Literatürde, GA₃ uygulamalarının verim artırıcı etkileri olduğu sıkça rapor edilmiştir [12]. Ancak, mikrobesein uygulamalarının verim üzerindeki etkileri, genellikle mikro besin eksikliklerinin giderilmesine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Araştırmada, mikrobeseinlerin ve GA₃'ün birlikte kullanılmasıyla elde edilen verim artışı, bu iki faktörün sinerjik etkilerini yansıtmaktadır. Vazo ömrü, kesme çiçeklerin pazarlanabilirliği açısından kritik bir parametredir. Araştırmamızda elde edilen vazo ömrü değerleri (9.00-13.60 gün), literatürde rapor edilen değerlerle uyumludur. Singh ve ark. [2] ve Ulukapı ve Şener [4] gibi çalışmalar, GA₃ ve mikrobeseinlerin vazo ömrünü uzatıcı etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada da GA₃ ve mikrobesein uygulamalarının vazo ömrünü uzattığı gözlemlenmiştir. Bu durum, GA₃ ve mikrobeseinlerin bitki metabolizması üzerindeki olumlu etkilerini yansıtmaktadır.

Elde edilen bulguların literatürle uyumlu olmasına rağmen, bazı farklılıklar gözlemlenebilir. Bu farklılıklar, deneme koşulları, kullanılan GA₃ konsantrasyonları, mikrobeseinlerin formu ve uygulama yöntemlerinden kaynaklanabilir. Örneğin, literatürde farklı GA₃ konsantrasyonlarının farklı sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Bu çalışmada da kullanılan konsantrasyonlar ve mikrobesein kombinasyonları, belirli koşullarda literatürde rapor edilen sonuçlardan farklılık gösterebilir. Ayrıca, iklim ve çevresel koşulların da bu farklılıklar üzerinde etkisi olabilir. Sonuç olarak, çalışmada elde edilen bulgular literatürdeki çalışmalarla büyük ölçüde uyumlu olup, GA₃ ve mikrobeseinlerin Gerbera bitkisi üzerindeki olumlu etkilerini desteklemektedir. Ancak, bazı farklılıklar gözlemlenmiş ve bu farklılıklar, uygulama koşulları ve çevresel faktörlerden kaynaklanıyor olabilir. Bu sonuçlar, GA₃ ve mikrobesein uygulamalarının Gerbera yetiştiriciliğinde etkin bir şekilde kullanılabileceğini ve önerilebileceği tavsiye edilmektedir.

SONUÇ

Sonuç olarak, bu çalışma, GA₃ ve mikrobesein uygulamalarının Gerbera bitkisi üzerinde sinerjik bir etki yaratarak hem bitki büyümesini hem de çiçek kalitesini artırdığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, Gerbera yetiştiriciliğinde yüksek verim ve kalite elde etmek için GA₃ ve mikrobesein kombinasyonlarının etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. İki yetiştirme sezonunda yürütülen bu çalışmada, çiçek sapı uzunluğu, çiçek sapı kalınlığı ve çiçek çapı

değerlerinde benzer sonuçlar kaydedilmiş; çiçek sapı uzunluğu 39.82-54.66 cm, sap kalınlığı 3.46-7.25 mm ve çiçek çapı 89.07-112.37 mm arasında değişmiştir. Bitki boyu ve SPAD değerleri ise 2. yetiştirme sezonunda sırasıyla 41.92-57.00 cm, 42.07-58.70 cm ve 13.16-21.15 g olarak ölçülmüştür. Kök uzunluğu 22,17-29,50 cm, kök yaş ağırlığı 23.75-48.20 g ve verim 1-10.33 adet arasında değişmiştir. Kardeşlenme sayısı 24.33-49.00, vazo ömrü ise 9.00-13.60 gün arasında değişmiştir. Sonuç olarak, U16 ve U10 uygulamaları genel olarak en yüksek performansı sergilemiştir. U16 uygulaması (200 ppm GA₃ + 3000 ppm MB), çiçek kalitesi ve bitki büyümesi açısından tutarlı ve yüksek sonuçlar gösterirken, U10 uygulaması (100 ppm GA₃ + 1500 ppm MB) hem bitki boyu hem de çiçek çapı açısından öne çıkmaktadır. GA₃ ve mikrobelerin uygulamalarının kombinasyonu, genel olarak çiçek kalitesini ve verimi artırmıştır. En uygun konsantrasyonların belirlenmesi açısından, bu çalışmada başlangıçta düşük konsantrasyonlarla başlanması ve bitki büyüdükçe GA₃ ve mikrobelerin oranlarının artırılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Sangma, R.K., Singh, N., Kholia, B.S., Pathak, P. 2017. Role of gibberellic acid in increasing the quality and yield of Gerbera. Adv. Res. J. Crop Improv., 8(1):125-129.
2. Singh, P., Bhardwaj, A., Kumar, R., Singh, D. 2017. Evaluation of gerbera varieties for yield and quality under protected environment conditions in Bihar. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 6(9):112-116.
3. Geshnizjany, N., Ramezani, A., Khosh-Khui, M. 2014. Postharvest life of cut gerbera (*Gerbera jamesonii*) as affected by nano-silver particles and calcium chloride. Int. J. Hort. Sci. 1(2):171-180.
4. Ulukapı, K., Şener, S. 2018. Farklı organik gübrelerin tarla ve örtüaltı koşullarında yetiştirilen karnabaharın bitki gelişimi ve verim parametreleri üzerine etkisi. Selçuk J. Agric. Food Sci. 32(3).
5. Ayad, H.M., Mahmoud, A.A., Al-Ansari, F.H., Osman, A. 2019. Gibberellic acid effect on growth, yield and chemical constituents of Gerbera (*Gerbera jamesonii*) plant. Int. J. Bot. Stud. 4(2):55-60.
6. Kumlay, A.M., Eryiğit, T. 2011. Bitki büyüme düzenleyicileri ve kullanım alanları. Tarım Bilimleri Dergisi 17(1):74-82.
7. Tavakoli, M., Asadi-Gharneh, H.A. 2020. Gibberellic acid influences growth and flowering of *Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook F. Iran. J. Hort. Sci. 51(3):619-627.
8. Chauhan, P., Singh, J., Pathak, S., Singh, R. 2017. Effect of gibberellic acid and calcium nitrate on growth, flowering and yield of Gerbera under protected conditions. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 6(9):587-596.
9. Patra, P., Kumar, N., Ghosh, A. 2015. Influence of gibberellic acid on growth and flowering of Gerbera under polyhouse. Environ. Ecol. 33(3):1142-1145.
10. Mehraj, H., Shimasaki, K., Taufique, T. 2013. Gibberellic acid promotes growth and flower development in Gerbera. Asian J. Plant Sci. 12(2):85-90.
11. Chauhan, P., Pathak, S., Kushwah, S.S. 2014. Response of Gerbera (*Gerbera jamesonii*) to gibberellic acid and calcium nitrate under polyhouse conditions. Ann. Agric. Res. 35(1):14-18.
12. Sharifuzzaman, S.M., Ara, N. 2018. Influence of gibberellic acid on vegetative and flowering characteristics of Gerbera. Bangladesh J. Agric. Res. 43(1):25-33.
13. Jiménez-Rosado, M., Perez-Puyana, V., Guerrero, A., Romero, A. 2022. Micronutrient-controlled-release protein-based systems for horticulture: micro vs. nanoparticles. Ind. Crops Prod. 185:115128.
14. Kaptan, M.A., Sarı, H. 2019. Yapaktan farklı gübre uygulamalarının karnabahar (*Brassica oleracea* L.) gelişimi üzerine etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi 22(4):512-516.
15. López-Rayó, S., Nadal, P., Lucena, J.J. 2016. Novel chelating agents for iron, manganese, zinc, and copper mixed fertilization in high pH soil-less cultures. J. Sci. Food Agric. 96(4):1111-1120.
16. Alloway, B.J. 2008. Micronutrient deficiencies in global crop production. Springer Science+Business Media, Berlin. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6860-7>.
17. Ayad, J., Othman, Y., Al Antary, T. 2019. Irrigation water salinity and potassium enrichment influenced growth and flower quality of Asiatic lily. Fresenius Environ. Bull. 28(11A):8900-8905.
18. Gerasopoulos, D., Chebli, B. 1999. Effects of pre- and postharvest calcium applications on the vase life of cut gerberas. J. Hort. Sci. Biotech. 74(1):78-81.