



Effects of Addition of Compost and Fertilizer to Growth Media on Plant Growth and Flowering of Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex Hooker f.)[#]

Onur Sefa Alkaç^{1,a,*}, Muhammed Esat Tuncel^{1,b}, Esra Öndeş^{1,c}, Rümeysa Temir^{1,d}, Mehmet Güneş^{1,e}

¹Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
[#]This study was presented at the 6th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress (Kütahya, TARGID 2022) Research Article Received : 27.10.2022 Accepted : 04.12.2022 Keywords: Sustainable agriculture Biodegradable Vase life Flower stalk length Yield	This study was carried out for two years (2021-2022) in greenhouse conditions. Different rates of compost (0-20% and 40%) and EC levels (EC 750 µS/cm – EC 1100 µS/cm and EC 1450 µS/cm) were added to the growing medium. The best results were obtained from the no compost application (0%) was applied in flower stalk length, flower stalk thickness, flower diameter, branch weight, SPAD value, vase life, root length, root fresh weight, root dry weight and yield parameters. When the effect of different fertilization levels was examined, the best results were found at the EC 1100 µS/cm fertilization level in flower stalk length, flower diameter, branch weight, vase life, root length, root dry weight and yield parameters. As a result of combining compost and fertilization applications at different rates, it was observed that 0% compost application had a positive effect on flower stem length, flower stem thickness, flower diameter, branch weight and vase life parameters compared to other applications in growing environments with an EC level of 750 µS/cm. It is the most beneficial in growing environments with 40% compost application at plant height and 1100 µS/cm EC level, 0% compost application at spad value and root length, and EC level 1100 µS/cm, 0% EC level at root wet weight and 1450 µS/cm EC level. good results have been obtained. When the two-year data are compared, it has been determined that the growth and flowering of the gerbera plant is better in the second year with the effect of the development feature and applications. As a result, it has been determined that the increase in the compost ratio in gerbera restricts plant growth in general.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(sp1): 2691-2698, 2022

Yetiştirme Ortamına Kompost ve Gübre İlavesinin Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex Hooker f.) Bitkisinin Büyüme ve Çiçeklenmesine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
Araştırma Makalesi Geliş : 27.10.2022 Kabul : 04.12.2022 Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir tarım Biyolojik olarak parçalanabilir Vazo ömrü Çiçek sap uzunluğu Verim	Bu çalışma, yetiştirme ortamına kompost ve gübre ilavesinin gerbera (<i>Gerbera jamesonii</i> Bolus ex Hooker f.) bitkisinin büyüme ve çiçeklenmesine etkilerini belirlemek amacıyla 2021-2022 yıllarında yürütülmüştür. Yetiştirme ortamına farklı oranlarda kompost (%0- %20 ve %40) ve farklı EC seviyelerine sahip (EC 750 µS/cm – EC 1100 µS/cm ve EC 1450 µS/cm) gübreleme uygulamaları yapılmıştır. Kompost oranlarının bitki gelişimine etkisi incelendiğinde, çiçek sap uzunluğu, çiçek sap kalınlığı, çiçek çapı, dal ağırlığı, SPAD değeri, vazo ömrü, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve verim parametrelerinde kompost uygulaması yapılmayan (%0) ortamlarda en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Farklı gübreleme düzeylerinin etkisine bakıldığında ise, EC 1100 µS/cm gübreleme seviyesinde, çiçek sap uzunluğu, çiçek çapı, dal ağırlığı, vazo ömrü, kök uzunluğu, kök kuru ağırlığı ve verim parametrelerinde en iyi sonuçlar saptanmıştır. Farklı oranlarda kompost ve gübreleme uygulamalarının kombine edilmesi sonucunda ise, çiçek sap uzunluğu, çiçek sap kalınlığı, çiçek çapı, dal ağırlığı ve vazo ömrü parametrelerinde %0 kompost uygulaması ve EC düzeyinin 750 µS/cm olduğu yetiştirme ortamlarında diğer uygulamalara kıyasla olumlu etki yaptığı görülmüştür. Bitki boyunda %40 kompost uygulaması ve EC düzeyinin 1100 µS/cm, SPAD değerinde ve kök uzunluğunda %0 kompost uygulaması ve EC düzeyinin 1100 µS/cm, kök yaş ağırlığında ise %0 kompost uygulaması ve EC düzeyinin 1450 µS/cm olduğu yetiştirme ortamlarında en iyi sonuçlar elde edilmiştir. İki yıllık veriler kıyaslandığında ise gerbera bitkisinin gelişim özelliği ve uygulamaların da etkisiyle ikinci yılda ve büyüme ve çiçeklenmenin daha iyi olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, gerberada kompost oranının artışı genel itibarıyla bitki gelişimini kısıtladığı tespit edilmiştir Gübreleme uygulamalarında ise 1100 µS/cm EC düzeyinin bitki gelişimi açısından diğer uygulamalara kıyasla daha olumlu etki yaptığı görülmüştür.

^a onursefa.alkac5018@gop.edu.tr

^c esra.ondes2218@gop.edu.tr

^m mehmet.gunes@gop.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-1948-7627>

^d <https://orcid.org/0000-0001-7723-556X>

^e <https://orcid.org/0000-0002-8642-5469>

^b esat.tuncel@hotmail.com

^d rumeysatemir5@gmail.com

^b <http://orcid.org/0000-0002-7256-9488>

^d <http://orcid.org/0000-0003-3750-5929>



Giriş

Asteraceae familyası, birçok yenilebilir, tıbbi ve süs bitkisi (örneğin marul, hindiba, aspir, papatya, karahindiba, ayçiçeği, krizanem, gerbera) dahil olmak üzere yaklaşık 1600 cins ve 22.000 tür ile bilinen en büyük familyalardan biridir (Lopes ve ark., 2021; Chen ve ark., 2022). *Asteraceae* familyasının bir üyesi olan gerbera (*Gerbera hybrida*), süs bitkisi olarak dünyada yetiştiriciliği oldukça fazla olan bir tür olup; renkli ve çok çeşitli çiçek tipleri sayesinde çiçek pazarında önemli bir ticari değere sahiptir (Chen ve ark., 2022).

Günümüzde kentleşmenin hızlı bir şekilde artması ve peyzaj çalışmalarının yaygınlaşmasıyla birlikte, üretilen yeşil atıklar son yıllarda artmıştır (Zhang ve Sun, 2017). Dolayısıyla, yeşil atıkların kentsel alanı işgal etmesini ve hatta kirliliğe neden olmasını önlemek için yeşil atıkların uygun şekilde bertaraf edilmesi önem arz etmeye başlamıştır. Kompostlama, çevre dostu olan organik katı atıkların biyolojik bir artımıdır ve yeşil atık gibi organik katı atıklar verimli bir şekilde kararlı, humus benzeri kompost ürünlerine dönüştürebilmektedir (Chen ve ark., 2014; Zhang ve Sun, 2016; Wei ve ark., 2017). Yapılan çalışmalarda, kompostlanmış yeşil atıkların zengin besin ve stabil fiziko-kimyasal özellikler içerdiğini (Graceson ve ark., 2014) ve bahçe bitkileri ürünlerinin topraksız büyüme ortamı olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Kazamias ve ark., 2017; Gong ve ark., 2018). Ayrıca, geleneksel çiçek yetiştiriciliğinde kullanılan ve yenilenemeyen torf ile karşılaştırıldığında, yeşil atık kolayca elde edilebilen yenilenebilir bir kaynaktır. Bu nedenle, son yıllarda, süs bitkileri yetiştirmek için torf yerine yeşil atıklardan elde edilen kompost kullanan çok sayıda çalışma yapılmış ve iyi uygulama sonuçları elde edilmiştir (Zhang ve ark., 2013; Liu ve ark., 2018). Bu çalışmaların aksine, kanıtlar birçok kompost ürününün uygun olmayan fiziko-kimyasal özellikler veya yetersiz besin içeriği nedeniyle bitkilerin büyümesini bile engellediğini göstermiştir (Bustamante ve ark., 2008; Medina ve ark., 2009). Bu gerçeğin ciddi anlamda farkında olan pek çok araştırmacı, olası çözümler için katkı maddelerine yönelmiş ve bunların bitkilerin büyüme ortamı olarak kompost ürünlerinin fiziko-kimyasal özellikleri üzerindeki iyileştirme etkilerini incelemiştir (Zhang ve ark., 2014; Stewart-Wade, 2019).

Bu çalışmanın amacı, bitkisel atıklardan birisi olan üzüm posasının kompostlaştırılması, kompostlaştırma süreci sonunda elde edilen kompostun yetiştirme ortamına farklı oranlarda eklenmesi ve bu ortamlarda farklı EC seviyelerinde gübreleme uygulaması yapılarak Gerberada (*Gerbera jamesonii* L.) büyüme ve çiçeklenmesine etkilerinin belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Kompost ve Kompostlama Süreci

Bu çalışmada, Dünya’da ve Türkiye’de tüketimi oldukça yaygın meyvelerden birisi olan üzümün atıklarından kompost elde edilmiştir. Kompostlamanın ana materyallerinden birisi olan üzüm posası, ticari olarak meyve suyu üretimi yapan bir firmadan temin edilmiştir. 6 ton üzüm posası, 500 kg büyükbaş ahır gübresi, 12 kg’lık 4 adet saman balyası ve 20 kg kireçten kompost oluşturmak için ayrıştırılmak üzere bir yığın oluşturulmuştur.

Ayrıştırma için kullanılan yığın 300 cm uzunluk x 150 cm genişlik x 180 cm yüksekliğindedir. Yığın içerisindeki mikroorganizmaların azot ve enerji ihtiyaçları için 4 kg üre ilave edilmiştir. Yığının havalandırılması için her gün mekanik bir karıştırıcı ile karıştırılmış ve 135. günde kompostlama işlemi sona ermiştir.

Çalışma Planı

Çalışma, 2021-2022 yetiştirme sezonlarında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde yürütülmüştür. Üstten havalandırmalı, ısıtmasız ve soğutmasız cam serada gerçekleştirilen çalışmada, Gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) ‘Yeliz’ çeşidine ait 3 yapraklı fideler kullanılmıştır. Yetiştirme ortamına üç farklı oranda kompost ilavesi (%0-%20-%40) ve üç farklı EC seviyesine sahip (EC 750 μ S/cm, EC 1100 μ S/cm ve EC 1450 μ S/cm) gübreleme uygulaması yapılmıştır. Bu çalışma, topraksız tarımda saksı kültüründe yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü kare saksılar 22 cm ağız çapı x 23 cm yükseklik ve 15 cm taban çapına sahiptir. Yetiştirme ortamı olarak torf + perlit karışımı (2:1) kullanılmıştır.

Farklı EC Seviyelerine Sahip Ticari Gübrelerin Hazırlanması ve Uygulanması

Torf, perlit ve farklı oranlarda kompost içeren saksılara Hoagland ve Arnon (1950)’a göre hazırlanmış olan 4 farklı besin çözeltisi ((Hewitt, 1966); Çolakoğlu-1 (Kılınç, 2005); Steiner (1984) ve Çolakoğlu-2 (Kılınç, 2005)) referans alınmış ve modifiye olarak Çizelge 1’de gösterildiği şekilde kullanılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan besin çözeltisi ve içeriği
Table 1. The nutrient solution and content used in the study

Besin Elementleri	(mg/L)
Azot (N)	180
Fosfor (P)	40
Potasyum (K)	220
Magnezyum (Mg)	50
Kalsiyum (Ca)	150
Sülfür (S)	50
Demir (Fe)	3
Mangan (Mn)	0,5
Bor (B)	0,5
Bakır (Cu)	0,5
Çinko (Zn)	0,5
Molibden (Mo)	0,1

Besin çözeltisi için 2 adet 1000 L kapasiteli besin tankları kullanılmıştır. Birinci besin tankı EC seviyesi 1100 μ S/cm’e ikinci besin tankı EC seviyesi ise 1450 μ S/cm’e ayarlanmıştır. Gübreleme uygulamasındaki kontrol ise çeşme suyundan direkt bitkilere damla sulama sistemi ile verilmiş ve besin çözeltileri de damlama boruları ile bitkilere aktarılmıştır. Her haftanın sonunda tanklar kontrol edilerek besin çözeltilerinin EC seviyeleri ve pH değerleri (5,6) istenilen düzeylerde tutulmuştur (Özzambak ve Zeybekoğlu, 2004; Dole ve Wilkins, 2005).

Bitkisel Ölçümler

Çalışma boyunca (2021-2022 Yılları), gerbera bitkisine ait, çiçek sap uzunluğu (cm), çiçek sap kalınlığı (mm), çiçek çapı (mm), bitki boyu (cm), dal ağırlığı (g), SPAD değeri (yapraktaki klorofil içeriği), vazo ömrü (gün), kök uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g) ve verim (bir yetiştirme sezonu boyunca hasat edilen çiçekler adet cinsinden ifade edilmiştir) parametreleri incelenmiştir.

Sera ve İklim Koşulları

Bu çalışma, farklı uygulamaların gerbera bitkilerindeki büyüme ve çiçeklenmeye etkileri belirlemek için 450 m² büyüklüğünde (35 m boy, 12,5 m en, 3 m oluk altı yüksekliği ve 4,5 m çatı yüksekliği) üstten (çatı) havalandırılmalı, ısıtmasız ve soğutmasız cam serada yürütülmüştür. Sıcaklık ve nem değerleri fidelerin dikiminden sökümüne kadar geçen süre baz alınarak verilmiştir. Sıcaklık değerleri ortalama 25,90°C±2°C, en yüksek sıcaklık değeri 38,93±2°C ve en düşük sıcaklık değeri 15,67±1°C arasında değişmekte, sera içi nisbi nem ise %55,73 ± %2 olarak ölçülmüştür (Hobo U12-O11 Datalogger, ONSET). Sera içerisinde çalışmanın yürütüldüğü alanda %55 gölgeleme yapılmıştır ve sera çatısına gölge tozu atılarak ışık şiddeti 20.000-30.000 lux arasında sabit tutulmuştur. Bitkiler, damla sulama (2 L/h debili) ile sulanmıştır. Sulama miktarı ise saksı başına 500 mL su düşecek şekilde belirlenmiş ve 2 günde bir düzenli aralıklarla verilmiştir. Gerbera çiçeklerinde 2 sıra erkek organ oluştuktan sonra ölçümler yapılarak hasat edilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Çalışma, faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 6 adet bitki bulundurulmuştur. Çalışma sonunda elde edilen verilerin istatistik analizleri SPSS 26.0 istatistik paket programında yapılmış ortalamaların karşılaştırılmasında ve Duncan testi (P<0,05) kullanılmıştır.

Bulgular

Çalışmada üzüm posasının kompostlaştırma işlemi yapılarak kompost materyali elde edilmiştir. Elde edilen kompostun farklı oranlarda yetiştirme ortamına eklenmesiyle gerbera bitkisinde büyüme, gelişme ve çiçeklenmeye etkileri incelenmiştir. İki yetiştirme sezonunda yapılan çalışmada, çiçek sap uzunluğu 2021 ve 2022 yıllarında, çiçek çapında ise 2021 yılında alınan veriler istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (P>0,05). Ancak çiçek sap kalınlığı değerleri her iki yılda, çiçek çapı ise 2022 yılında istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,05) (Çizelge 2). Yetiştirme sezonu fark etmeksizin çiçek sap uzunluğunda alınan değerler 29,00 cm-37,33 cm, çiçek sap kalınlığı 3,07 mm-4,41 mm ve çiçek çapı 71,33 mm-88,26 mm aralığında değişmiştir (Çizelge 2).

Farklı oranlarda üzüm posasının yetiştirme ortamına eklenmesi sonucu bitki boyu, dal ağırlığı ve vazo ömrüne ait veriler iki yılda da istatistiksel açıdan önemli bulunmazken, birinci yetiştirme sezonunda (2021) dal ağırlığı ve SPAD değerleri kompost oranlarından önemli ölçüde etkilenmiştir (Çizelge 3). Örneğin, en yüksek SPAD değeri (43,11) kompost uygulaması yapılmayan (%0) bitkilerden elde edilirken, en düşük SPAD değeri (27,18) %40 oranında kompost içeren saksılardaki bitkilerde ölçülmüştür. Bitki boyu ve dal ağırlığı değerleri sırasıyla 30,00 cm-42,56 cm ve 8,04 g-11,94 g aralığında değişmektedir (Çizelge 3).

Farklı oranlardaki kompost uygulamalarının gerbera bitkilerinde kök gelişimine ve verime etkileri incelendiğinde uygulamaların etkileri istatistiksel açıdan farklılıklar göstermiştir (p<0,05). Kök uzunluğu (25,31 cm), kök yaş ağırlığı (33,30 g), kök kuru ağırlığı (5,02 g) ve verim (4,02 adet) parametrelerinde en yüksek değerler kompost uygulaması yapılmayan (%0) ortamlarda yetiştirilen bitkilerden alınmıştır. Kök uzunluğu (21,38 cm) ve verimde (1,00 adet) en düşük değerler ise %20 kompost uygulamasında, kök yaş ağırlığı (23,96 g) ve kök kuru ağırlığında ise (3,85 g) %40 kompost uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 2. Farklı oranlardaki kompost uygulamalarının gerbera bitkisindeki çiçeklenme üzerine etkisi.

Table 2. The effect of compost applications at different rates on flowering in gerbera plants.

Kompost Oranı (%)	ÇSU (cm)		ÇSK (mm)		ÇÇ (mm)	
	Yıl		Yıl		Yıl	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
0	37,33A	37,22A	3,94aB	4,41aA	87,40B	88,26aA
20	35,90A	29,00A	3,57bA	3,07bA	80,37A	71,33bA
40	36,17A	33,75A	3,62bB	4,21aA	81,59B	86,83aA
Önemlilik Düzeyi	0,759 ^{öd}	0,074 ^{öd}	0,005*	0,000**	0,101 ^{öd}	0,008**

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 farklılığı göstermektedir.

Çizelge 3. Farklı oranlardaki kompost uygulamalarının gerbera bitkisindeki bazı kalite kriterlerine etkisi.

Table 3. The effects of compost applications at different rates on some quality criteria in gerbera plants.

Kompost Oranı (%)	BB (cm)		DA (g)		SPAD	VÖ (gün)
	Yıl		Yıl		Yıl	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
0	42,33A	39,07A	11,52aB	11,94aA	43,11a	10,50
20	42,38A	30,00A	8,04bA	11,31bA	30,27b	7,36
40	42,56A	35,75A	8,47bA	10,00bA	27,18b	9,03
Önemlilik Düzeyi	0,984 ^{öd}	0,053 ^{öd}	0,006*	0,132 ^{öd}	0,000**	0,133 ^{öd}

BB: Bitki Boyu (cm), DA: Dal Ağırlığı (g), ÇÇ: Çiçek Çapı (mm), VÖ: Vazo Ömrü (gün), **: 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 farklılığı göstermektedir.

Çizelge 4. Farklı oranlardaki kompost uygulamalarının gerbera bitkisindeki kök gelişimine ve verime etkisi.

Table 4. The effect of compost applications at different rates on root growth and yield in gerbera plant.

Kompost Oranı (%)	KU (cm)	KYA (g)	KKA (g)	Verim (adet)	
	Yıl	Yıl	Yıl	Yıl	
	2022	2022	2022	2021	2022
0	25,31a	33,30a	5,02a	1,60aB	4,02aA
20	21,38b	25,12b	4,53ab	1,22bA	1,00bB
40	23,69a	23,96b	3,85b	1,13bB	1,80abA
Önemlilik Düzeyi	0,000**	0,007**	0,023*	0,003**	0,014*

KU: Kök Uzunluğu (cm), KYA: Kök Yaş Ağırlığı (g), KKA: Kök Kuru Ağırlığı (g), **: 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 farklılığı göstermektedir.

Çizelge 5. Farklı EC seviyelerine sahip gübre uygulamalarının gerbera bitkisindeki çiçeklenme üzerine etkisi.

Table 5. The effect of fertilizer applications with different EC levels on flowering in gerbera plants.

Gübreleme (EC) (µS/cm)	ÇSU (cm)		ÇSK (mm)		ÇÇ (mm)	
	Yıl		Yıl		Yıl	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
750	38,50aA	33,17bB	3,82A	4,43A	86,68A	83,74A
1100	39,15aA	40,62aA	3,74A	4,36A	82,82A	92,09A
1450	31,16bB	34,93bA	3,51A	4,14A	78,37B	85,62A
Önemlilik Düzeyi	0,000**	0,015*	0,104 ^{öd}	0,076 ^{öd}	0,123 ^{öd}	0,062 ^{öd}

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 farklılığı göstermektedir.

Çizelge 6. Farklı EC seviyelerine sahip gübre uygulamalarının gerbera bitkisindeki bazı kalite kriterlerine etkisi.

Table 6. The effects of fertilizer applications with different EC levels on some quality criteria in gerbera plants.

Gübreleme (µS/cm)	BB (cm)		DA (g)		SPAD	VÖ (gün)
	Yıl		Yıl		Yıl	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
750	42,47A	35,20bB	10,95aA	10,81bA	29,85b	7,66b
1100	42,59A	42,44aA	9,22abA	13,57aA	33,98abA	11,28aA
1450	41,93A	36,64bB	7,29bA	10,74bA	36,72a	9,05ab
Önemlilik Düzeyi	0,908 ^{öd}	0,017*	0,029*	0,003**	0,030*	0,037*

BB: Bitki Boyu (cm), DA: Dal Ağırlığı (g), ÇÇ: Çiçek Çapı (mm), VÖ: Vazo Ömrü (gün), **: 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 farklılığı göstermektedir.

Farklı EC seviyelerine sahip gübreleme uygulamalarının etkileri incelendiğinde, 2 farklı yetiştirme sezonunda da çiçek sap uzunluğu verileri istatistiksel açıdan önemli bulunurken (P<0,05) çiçek sap kalınlığı ve çiçek çapı verileri istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (P>0,05). En yüksek çiçek sap uzunluğu (40,62 cm) EC 1100 µS/cm gübreleme seviyesinde 2022 yılında ölçülürken; en az çiçek sap uzunluğu (31,16 cm) 2021 yılında (birinci yetiştirme sezonu) EC 1450 µS/cm gübreleme uygulamasında ölçülmüştür. Sırasıyla çiçek sap kalınlığı ve çiçek çapından alınan verilerin ortalamaları 3,51 mm-4,43 mm ve 78,37 mm-92,09 mm aralığında değişmektedir (Çizelge 5).

Çalışmada hazırlanan farklı EC düzeylerine sahip gübreleme uygulamalarının bitki boyu, dal ağırlığı, SPAD değeri ve vazo ömrüne etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunurken; bitki boyunda birinci yetiştirme sezonunda (2021) bu farklılık önemsiz bulunmuştur. Bitki boyu 35,20 cm ile 42,59 cm aralığında değişirken, en yüksek dal ağırlığı EC 750 µS/cm uygulamasında (10,95 g) en düşük dal ağırlığı ise (7,29 g) EC 1450 µS/cm uygulamasında saptanmıştır. SPAD değerinde ise en yüksek değer (36,72) EC 1450 µS/cm uygulamasında, en düşük değer ise (29,85) EC 750 µS/cm gübreleme seviyesinde ölçülmüştür. En yüksek vazo ömrü (11,28 gün) EC 1100 µS/cm uygulamasında, en düşük vazo ömrü ise (7,66 gün) EC 750 µS/cm gübreleme seviyesinde saptanmıştır (Çizelge 6).

Kök gelişimine ve verime farklı EC seviyelerinin etkisi incelendiğinde, ikinci yetiştirme sezonunda (2022 yılı) verim parametresinden alınan verilerin ortalamaları istatistiksel açıdan önemlilik gösterirken (P<0,05) diğer parametrelerde bu önemlilik görülmemiştir. En yüksek verim EC 1100 µS/cm uygulamasında (4,50 adet), en düşük verim ise EC 1450 µS/cm uygulamasında (1,30 adet) saptanmıştır. Kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı sırasıyla 22,92 cm-25,20 cm, 27,95 g-29,7 g ve 4,15 g-4,89 g arasında değişmektedir (Çizelge 7).

Üzüm posasından elde edilen kompostun %0, %20 ve %40 oranında kullanılması ve farklı EC seviyeleri (EC 750 µS/cm, EC 1100 µS/cm ve EC 1450 µS/cm) ile kombine edilmesi gerbera bitkilerinde çiçeklenme üzerine istatistiksel açıdan önemli etkilerde bulunmuştur (p<0,05). En fazla çiçek sap uzunluğu (42,07 cm), birinci yetiştirme sezonunda (2021 yılı) kompost uygulamasının yapılmadığı ve gübreleme seviyesinin 750 µS/cm olduğu ortamda yetişen çiçeklerden elde edilmiştir. En az çiçek sap uzunluğu ise (25,17 cm) %20 oranında kompost uygulanan ve EC düzeyinin 1450 µS/cm olduğu birinci yetiştirme sezonunda ölçülmüştür. En yüksek çiçek sap kalınlığı (4,48 mm) ikinci yetiştirme sezonunda kompost uygulamasının yapılmadığı ve EC düzeyinin 750 µS/cm olduğu, en düşük çiçek sap kalınlığı ise (3,27 mm) yine ikinci yetiştirme sezonunda ve %20 kompost uygulaması + EC seviyesinin 1450 µS/cm olduğu ortamda yetişen çiçeklerde görülmüştür. Çiçek çapı parametresi incelendiğinde, en yüksek çiçek çapı (98,61 mm) birinci yetiştirme sezonunda kompost

uygulanmasının yapılmadığı ve EC düzeyinin 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu ortamlarda yetiştirilen çiçeklerden elde edilirken, en düşük çiçek çapı ise (71,33 mm) %20 oranında kompost uygulanan ve EC düzeyinin 1450 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu ortamlarda yetiştirilen çiçeklerde saptanmıştır (Çizelge 8).

Farklı oranlarda ve EC seviyelerinde kompost ile gübrelemenin kombine edilmesinin gerbera bitkilerinde bazı kalite kriterleri üzerine etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). En uzun bitki boyu (46,00 cm), birinci yetiştirme sezonunda (2021 yılı) %40 oranında kompost uygulamasının yapıldığı ve gübreleme seviyesinin 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu ortamda yetişen çiçeklerden elde edilmiştir. En kısa bitki boyu ise (30,00 cm) %20 oranında kompost uygulanan ve EC düzeyinin

1450 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu ikinci yetiştirme sezonunda ölçülmüştür. En yüksek dal ağırlığı (15,09 g) birinci yetiştirme sezonunda kompost uygulamasının yapılmadığı ve EC düzeyinin 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu, en düşük dal ağırlığı ise (6,42 g) yine birinci yetiştirme sezonunda ve kompost uygulamasının yapılmadığı + EC seviyesinin 1450 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu ortamda yetişen bitkilerde görülmüştür. Yapraklarda ölçülen klorofil içeriği ise (SPAD), en yüksek (44,27) kompost uygulamasının yapılmadığı ve EC düzeyinin 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu ortamlarda yetiştirilen çiçeklerden elde edilirken, en düşük SPAD değeri ise (22,22) %40 oranında kompost uygulanan ve EC düzeyinin 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu ortamlarda yetiştirilen yapraklarda saptanmıştır (Çizelge 9).

Çizelge 7. Farklı EC seviyelerine sahip gübre uygulamalarının gerbera bitkisindeki kök gelişimine ve verime etkisi.

Table 7. The effect of fertilizer applications with different EC levels on root growth and yield in gerbera plant.

Gübreleme ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	KU (cm)	KYA (g)	KKA (g)	Verim (adet)	
	Yıl	Yıl	Yıl	Yıl	
	2022	2022	2022	2021	2022
750	23,91	27,95	4,82	1,32B	3,77aA
1100	25,20	28,57	4,89	1,36B	4,50aA
1450	22,92	29,77	4,15	1,30B	1,83bA
Önemlilik Düzeyi	0,056 ^{öd}	0,871 ^{öd}	0,157 ^{öd}	0,918 ^{öd}	0,010**

KU: Kök Uzunluğu (cm), KYA: Kök Yaş Ağırlığı (g), KKA: Kök Kuru Ağırlığı (g), **: $P<0,01$, *: $P<0,05$, öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Sütunlarda verilen küçük harfler uygulamaları, büyük harfler ise yıllar arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Çizelge 8. Farklı kompost oranları ve farklı EC seviyelerine sahip gübreleme uygulamalarının gerbera bitkisindeki çiçeklenme üzerine etkisi.

Table 8. The effect of fertilization applications with different compost ratios and different EC levels on flowering in gerbera plants.

Kompost Oranı (%) ×Gübreleme ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ÇSU (cm)		ÇSK (mm)		ÇÇ (mm)	
	Yıl		Yıl		Yıl	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
0 x 750	42,07aA	33,82abA	4,09aA	4,48aA	98,61aA	85,89abB
0 x 1100	38,38abA	40,62aA	4,01abB	4,36aA	80,46bB	92,09aA
0 x 1450	31,54cA	36,38abA	3,48cB	4,40aA	78,85bA	86,21abA
20 x 750	41,42a	-	3,60abc	-	76,29b	-
20 x 1100	39,81a	-	3,60abc	-	84,82b	-
20 x 1450	25,17dA	29,00bA	3,37cA	3,27bA	74,82bA	71,33bB
40 x 750	32,75bcA	31,25abA	3,68abcB	4,29aA	81,15aA	77,29abB
40 x 1100	39,25a	-	3,57bc	-	83,31b	-
40 x 1450	36,64abcA	35,00abA	3,62abcB	4,17abA	79,66bA	91,60aA
Önemlilik Düzeyi	0,000**	0,039**	0,010**	0,000**	0,002**	0,002**

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 farklılığı göstermektedir.

Çizelge 9. Farklı kompost oranları ve farklı EC seviyelerine sahip gübreleme uygulamalarının gerbera bitkisindeki bazı kalite kriterlerine etkisi.

Table 9. The effects of fertilization applications with different compost ratios and different EC levels on some quality criteria in gerbera plants.

Kompost Oranı (%)× Gübreleme (EC) ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	BB (cm)		DA (g)		SPAD	VÖ (gün)
	Yıllar		Yıllar		Yıl	Yıl
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
0 × 750	44,67abA	35,85abA	15,09aA	11,00abB	42,69ab	10,63a
0 × 1100	40,56bcA	42,44aA	10,49bB	13,57aA	44,27a	10,25a
0 × 1450	41,21abcA	38,12abA	6,42bB	11,03abA	42,18ab	-
20 × 750	43,58abc	-	8,03b	-	24,65de	5,00b
20 × 1100	42,06abc	-	8,11b	-	29,93cd	8,92ab
20 × 1450	40,00bcA	30,00bA	7,81bA	11,31abA	36,22bc	10,50a
40 × 750	38,42cA	33,25abB	8,33bB	10,25abA	22,22e	7,44
40 × 1100	46,00a	-	8,99b	-	27,54de	-
40 × 1450	43,63abcA	37,00abA	7,90bA	9,88bA	31,77cd	8,43ab
Önemlilik Düzeyi	0,016*	0,033*	0,000*	0,030*	0,000**	0,002*

BB: Bitki Boyu (cm), DA: Dal Ağırlığı (g), ÇÇ: Çiçek Çapı (mm), VÖ: Vazo Ömrü (gün), **: $P<0,01$, *: $P<0,05$, öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Sütunlarda verilen küçük harfler uygulamaları, büyük harfler ise yıllar arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Çizelge 10. Farklı kompost oranları ve farklı EC seviyelerine sahip gübreleme uygulamalarının gerbera bitkisindeki kök gelişimine ve verime etkisi.

Table 10. The effect of fertilization applications with different compost ratios and different EC levels on root growth and yield in gerbera plant.

Kompost Oranı (%)× Gübreleme EC(μS/cm)	KU (cm)	KYA (g)	KKA (g)	Verim (adet)	
	Yıl	Yıl	Yıl	Yıl	
	2022	2022	2022	2021	2022
0 × 750	24,24ab	26,56b	4,91	1,38abB	3,71abA
0 × 1100	26,83a	32,25ab	5,07	1,75aB	5,38aA
0 × 1450	24,88ab	41,08a	5,09	1,75aA	2,61abA
20 × 750	22,50bc	31,70ab	5,51	1,25ab	-
20 × 1100	23,90ab	24,63b	5,14	1,25ab	-
20 × 1450	19,33c	23,26b	3,80	1,00bA	1,00bA
40 × 750	24,00ab	29,79ab	4,29	1,33abB	4,00aA
40 × 1100	23,25ab	25,15b	4,30	1,00b	-
40 × 1450	23,89ab	21,22b	3,25	1,00bB	1,33bA
Önemlilik Düzeyi	0,000**	0,004**	0,077 ^{öd}	0,022*	0,009**

KU: Kök Uzunluğu (cm), KYA: Kök Yaş Ağırlığı (g), KKA: Kök Kuru Ağırlığı (g), **: 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 farklılığı göstermektedir.

Çizelge 11. Farklı oranlarda kompost ve farklı EC seviyelerinde uygulamaların yapıldığı yetiştirme ortamlarının pH ve EC değerleri

Table 11. The pH and EC values of the growing media where compost at different rates and applications at different EC levels are made

Kompost Oranı (%)	pH	EC (μS/cm)	Gübreleme EC (μS/cm)	pH	EC (μS/cm)
0	5,87	514,64	750	5,86	498,57
20	6,14	380,00	1100	6,06	532,14
40	6,24	440,00	1450	6,00	413,33

Çizelge 12. Farklı kompost oranları ve farklı EC seviyelerine sahip gübreleme uygulamalarının yetiştirme ortamındaki pH ve EC değerleri

Table 12. pH and EC values in the growing medium of fertilization applications with different compost ratios and different EC levels

Kompost Oranı (%)× Gübreleme (μS/cm)	pH	EC (μS/cm)
0 × 750	5,87	516,67
0 × 1100	6,01	577,00
0 × 1450	5,63	406,67
20 × 750	6,10	390,00
20 × 1100	5,80	280,00
20 × 1450	6,27	410,00
40 × 750	5,40	390,00
40 × 1100	6,30	466,67
40 × 1450	6,47	430,00

İkinci yetiştirme sezonunda, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı, iki yetiştirme sezonunda ise verim parametreleri incelenmiştir. İstatistiksel açıdan kök kuru ağırlığı dışındaki tüm veriler önemli bulunmuştur (P<0.05). Sırasıyla kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve verim, 19,33 cm-26,83 cm, 21,22 g-41,08 g, 3,25 g-5,51 g ve 1,00 ile 5,38 adet arasında değişmektedir (Çizelge 10).

Farklı oranlarda kompost kullanımı veya farklı EC seviyelerine sahip gübreleme uygulamalarının bulunduğu yetiştirme ortamlarının analizleri yapılarak pH ve EC değerleri ölçülmüştür. Kompost oranı arttıkça pH değerinin arttığı; ancak kompost uygulaması yapılmayan ortamlarda EC'nin en yüksek değerlere (514,64 μS/cm) sahip olduğu saptanmıştır. Gübreleme uygulamalarında ise en yüksek pH (6,06) ve EC değerleri (532,14 μS/cm) 1100 μS/cm gübreleme düzeyinde ölçülmüştür (Çizelge 11).

Farklı kompost oranları ile farklı EC seviyelerine sahip gübreleme uygulamalarının kombine edilmesi sonucunda çıkan pH ve EC değerleri Çizelge 12'de verilmiştir. En yüksek pH değeri (6,47) %40 kompost uygulaması yapılan ve gübreleme seviyesinin en yüksek olduğu yetiştirme (1450 μS/cm) ortamında ölçülmüştür. En yüksek EC değeri ise (577,00 μS/cm) kompost uygulamasının yapılmadığı ve gübreleme seviyesinin 1100 μS/cm olduğu yetiştirme ortamlarında saptanmıştır.

Tartışma

Süs bitkileri sektöründe torf, topraksız tarımda bitki yetiştiriciliği için yaygın olarak kullanılmaktadır (Cannazzaro ve ark., 2021). Yetiştirme ortamında torf kullanılmasının, gerbera bitkilerinin büyümesini ve çiçeklenmesini güçlü bir şekilde etkileyebileceği iyi bilinmektedir (Khalaj ve ark., 2011; Ahmad ve ark., 2012;

Arunesh ve ark., 2020). Ancak, son yıllarda, ekolojik kaygılar ve artan fiyatı nedeniyle topraksız bir alt tabaka olarak torf kullanımını azaltılmasına çalışılmaktadır (Gruda, 2010; Carlile ve Coules, 2013). Bu nedenle, torf içeren ortamların iyileştirilmesinin veya yeni materyaller eklenmesinin araştırmaya değer olduğu düşünülmektedir. Ancak bu çalışmada, yetiştirme ortamına kompost eklenmesi ve eklenen kompost oranlarının artması bitki büyümesini ve gelişmesini kısıtlamıştır. Bu etkinin ise muhtemelen yüksek pH'ya sahip yetiştirme ortamlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak yüksek EC'ye sahip ortamlarda ise tam tersi bitki gelişiminde olumlu sonuçların ortaya çıktığı çalışmanın bulguları ile ortaya konulmuştur (Çizelge 11; Çizelge 12). Sonneveld ve Voogt (1997) ve Cannazzaro ve ark. (2021) gerbera bitkilerinin yetiştirme ortamındaki yüksek pH'ın gerbera bitkilerinde çiçek sayısını ve ağırlığını azalttığını dolayısıyla bitki büyüme ve gelişimini kısıtladığını bildirilmiştir. Bunun nedeni olarak ise, yüksek pH'ın bitki köklerinin çalışma mekanizmasını yavaşlatması ve makro-mikro besin elementlerinin alımını engellemesi dolayısıyla bitki beslenmesinde eksikliklere neden olması rapor edilmiştir (Barker ve Pilbeam, 2007). Kompostlaştırma sonucunda elde edilen kompost, genellikle fazla besin içeriğine sahip olmaktadır (Massa ve ark., 2018a). Bu da toksisiteye neden olmakta dolayısıyla kalite ve verimde düşüşe sebep olmaktadır (Caballero ve ark., 2009). Bu çalışmadan elde edilen besin elementi miktarları diğer araştırmacıların bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Kompost kullanımının temel sorunlarından biri, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yüksek değişkenliğinin olmasıdır (Massa ve ark., 2018b). Ancak uygun şekilde seçilirse torf ile benzer fiziksel özelliklere sahip olabileceği bildirilmektedir (Restrepo ve ark., 2013). Sakı bitkisi üretimine uygun alternatif bir substratı değerlendirmek için, bitki verimi ve süs özellikleri üzerindeki etkilerini tüm yetiştirme periyodu boyunca değerlendirilmesi gerektiği bildirilmektedir (Larcher ve Scariot, 2009). Gerbera üretimi için farklı substratların kullanımı çeşitli çalışmaların konusu olmuştur (Barreto ve Jagtap, 2006; Caballero ve ark., 2009; Khalaj ve ark., 2011). Substrat ortamının pH'ı ve elektriksel iletkenliği (EC) ve dolayısıyla besin içeriği üzerinde güçlü etkisi olmuştur (Khalaj ve ark., 2019). Yapılan çalışmalarda ortaya çıkan farklı sonuçların, kompostlaştırma aşamasında kullanılan materyallere, kompostun uygulama miktarına, uygulama süresine ve bitki türüne bağlı olabileceği yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir.

Çalışmada kullanılan kompostun bitki yetiştirme ortamı olarak kullanıma potansiyelinin belirlenmesinin yanı sıra farklı oranlarda gübreleme yapılarak kompostun besin içeriğinden de yararlanılması dolayısıyla gübre kullanımının azaltılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda bitki gereksinimlerini karşılamak için dengeli besin çözeltisi kullanımı kilit bir unsur olarak rapor edilmiştir (Massa ve ark., 2020). Çalışmamızda gübreleme uygulamalarının sonuçlarına bakıldığında yüksek EC (1450 $\mu\text{S}/\text{cm}$) uygulamalarına gerek kalmadığı, EC 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değerinin çalışmada genel itibarıyla bitki gelişiminde en iyi sonuçları verdiği ve olumsuz etki yaratmadığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda benzer olarak, besin solüsyonunda %50'ye kadar azalmaya gidildiği, bu azalmaların bitki gelişimini olumsuz etkilemediği, gübreleme seviyesinin hem sürgün hem de çiçek biyokütlesini artırdığı, bunlarla birlikte, bitkilerdeki Ca,

Mg, Mn ve Fe içeriklerinin, gübreleme seviyesinden etkilenmediği bildirilmiştir (Zheng ve ark., 2004; Shrikant ve Jawaharlal, 2014). Yetiştiricilikte minimum konsantrasyon eşiklerini belirlemek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olmasına rağmen, besin çözeltisinde olası bir azalmanın gübre tasarrufunu sağladığı vurgulanmaktadır. Yetiştirme ortamında kompostun varlığı, muhtemelen fazladan bir besin içeriği sağlayarak (Massa ve ark., 2018a) ve bitki besini uyabilen ve geliştirebilen biyoaktif organik bileşiklerin varlığını tanıtarak bitkilerinin büyümesini ve gelişimini gerçekten destekleyebilir (Massa ve ark., 2019). Bu nedenle hem pH hem de EC dikkate alınarak, gübreleme seviyelerinin değerlendirilmesinin substrat bileşimi ile birlikte yapılması önem arz etmektedir.

Sonuç

Sonuç olarak, üzüm posasından elde edilen kompostun gerbera bitkilerinin büyüme ve gelişimine önemli ölçüde etkiler yaptığı görülmüştür. Ancak yetiştirme ortamına bu kompostun eklenmesi ve oranının artması bitki gelişimini doğrudan kısıtlamıştır. Farklı EC seviyelerine sahip gübreleme uygulamalarında ise EC 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ düzeyi çalışmada en etkili gübreleme seviyesi olarak belirlenmiştir. Artan EC seviyelerinin ise bitkilerin büyüme ve gelişiminde olumsuzluklara yol açtığı görülmüştür. Bitkisel atıklardan elde edilen kompostun topraksız tarımda özellikle ithalatı yüksek olan torf ve kokopit gibi substratların yerine kullanılması önem arz etmektedir. Ancak kullanılacak olan kompostun miktarı ve içeriği de önemlidir. Günümüzde topraklı tarımda gerbera yetiştiriciliği de oldukça yaygındır ve yoğun bir şekilde kimyasal gübre girdisi bulunmaktadır. Bu yoğun girdinin azaltılması için elde edilen kompostun topraklarda denenmesi gerektiği düşünülmektedir. Çalışmada bitkisel materyal olarak gerbera bitkisi seçilmiştir ve çıkan sonuçlar bu bitkinin gösterdiği tepkilerdir. İleride yapılması planlanan çalışmalarda farklı bitki türleri ve ortamların seçilmesiyle farklı sonuçların ortaya çıkacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Ahmad I, Ahmad T, Gulfam A, Saleem M. 2012. Growth and flowering of gerbera as influenced by various horticultural substrates. *Pakistan Journal of Botany*, 44 (1): 291-299.
- Arunesh A, Ajish M, Sha K, Kumar S, Joshi JL, Kumar PS, Rajan EB. 2020. Studies on the effect of different growing media on the Growth and flowering of gerbera cv. Goliath, *Plant Archives*, Vol. 20 Supplement 1, pag. 653-657.
- Barker AV, Pilbeam DJ. 2007. *Handbook of Plant Nutrition*; CRC/Taylor & Francis: Boca Raton, FL, USA.
- Barreto MS, Jagtap KB. 2006. Assessment of substrates for economical production of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex Hooker F.) flowers under protected cultivation. *Journal Ornamental Horticulture*, 9: 136-138.
- Bustamante MA, Paredes C, Moral R, Agulló E, Pérez-Murcia MD, Abad M. 2008. Composts from distillery wastes as peat substitutes for transplant production. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(5):792-799. doi: 10.1016/j.resconrec.2007.11.005
- Caballero R, Pajuelo P, Ordovás J, Carmona E, Delgado A. 2009. Evaluation and correction of nutrient availability to *Gerbera jamesonii* H. Bolus in various compost-based growing media. *Scientia Horticulturae*, 122: 244-250.

- Cannazzaro S, Traversari S, Cacini S, Di Lonardo S, Pane C, Burchi G, Massa D. 2021. Non-thermal plasma treatment influences shoot biomass, flower production and nutrition of gerbera plants depending on substrate composition and fertigation level. *Plants*, 10(4): 689. doi: 10.3390/plants10040689
- Carlile B, Coules A. 2013. Towards sustainability in growing media. *Acta Horticulturae*, 1013: 341–349.
- Chen Y, Zhou W, Li Y, Zhang J, Zeng G, Huang A, Huang J. 2014. Nitrite reductase genes as functional markers to investigate diversity of denitrifying bacteria during agricultural waste composting. *Applied Microbiology And Biotechnology*, 98(9):4233–4243. doi: 10.1007/s00253-014-5514-0
- Chen, Y., Liao, B., Lin, X., Luo, Q., Huang, X., Wang, X., ... & Wang, Y. (2022). Integrative Analysis of miRNAs and Their Targets Involved in Ray Floret Growth in *Gerbera hybrida*. *International journal of molecular sciences*, 23(13), 7296. <https://doi.org/10.3390/ijms23137296>
- Dole JM, Wilkins HF. 2005. *Floriculture: Principles and Species*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall.
- Gong X, Li S, Sun X, Wang L, Cai L, Zhang J, Wei L. 2018. Green waste compost and vermicompost as peat substitutes in growing media for geranium (*Pelargonium zonale* L.) and calendula (*Calendula officinalis* L.). *Scientia Horticulturae*, 236:186–191. doi: 10.1016/j.scienta.2018.03.051
- Graceson A, Hare M, Hall N, Monaghan J. 2014. Use of inorganic substrates and composted green waste in growing media for green roofs. *Biosystems Engineering*, 124:1–7. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2014.05.007
- Gruda N. 2010. Sustainable peat alternative growing media. In XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on 927: 973–979.
- Hewitt E.J. 1966. *Sand and Water Culture Methods Used in Study of Plant Nutrition*. 2nd Edition England, Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Bucks, England.
- Hoagland DR, Arnon DI. 1950. The Water-Culture Method for Growing Plants without Soil. California Agricultural Experiment Station, Circular-347.
- Kazamias G, Roulia M, Kapsimali I, Chassapis K. 2017. Innovative biocatalytic production of soil substrate from green waste compost as a sustainable peat substitute. *Journal of environmental management*, 203, 670–678. doi: 10.1016/j.jenvman.2016.05.076
- Khalaj MA, Amiri M, Sindhu SS. 2011. Study on the effect of different growing media on the growth and yield of gerbera (*Gerbera jamesonii* L.). *Journal of Ornamental Plants*, 1: 185–189.
- Khalaj MA, Suresh Kumar P, Roosta HR. 2019. Evaluation of nutrient uptake and flowering of Gerbera in response of various growing media. *World Journal of Environmental Biosciences*, 8: 12–18.
- Kılınc SS. 2005. Katı Ortam Kültürü ile Yapılan İncir Fidanı Yetiştiriciliğinde Farklı Besin Eriyiği Formülasyonlarının Fidan Kalitesi Üzerine Etkisi (Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Larcher F, Scariot V. 2009. Assessment of partial peat substitutes for the production of *Camellia japonica*. *HortScience*, 44: 312–316.
- Liu L, Wang S, Guo X, Zhao T, Zhang B. 2018. Succession and diversity of microorganisms and their association with physicochemical properties during green waste thermophilic composting. *Waste Management*, 73:101–112. doi: 10.1016/j.wasman.2017.12.026
- Lopes, DCDXP, de Oliveira TB, Viçosa AL, Valverde SS, Ricci Júnior E. 2021. Anti-inflammatory activity of the compositae family and its therapeutic potential. *Planta Medica*, 87: 71–100. doi: 10.1055/a-1178-5158
- Massa D, Bonetti A, Cacini S, Faraloni C, Prisa D, Tuccio L, Petrucci R. 2019. Soilless tomato grown under nutritional stress increases green biomass but not yield or quality in presence of biochar as growing medium. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 60(6), 871–881. doi: 10.1007/s13580-019-00169-x
- Massa D, Lenzi A, Montoneri E, Ginepro M, Prisa D, Burchi G. 2018a. Plant response to biowaste soluble hydrolysates in hibiscus grown under limiting nutrient availability. *Journal of Plant Nutrition*, 41: 396–409. doi: 10.1080/01904167.2017.1404611
- Massa D, Magán JJ, Montesano FF, Tzortzakis N. 2020. Minimizing water and nutrient losses from soilless cropping in southern Europe. *Agricultural Water Management*, 241:106395. doi: 10.1016/j.agwat.2020.106395
- Massa D, Malorgio F, Lazzereschi S, Carmassi G, Prisa D, Burchi, G. 2018b. Evaluation of two green composts for peat substitution in geranium (*Pelargonium zonale* L.) cultivation: Effect on plant growth, quality, nutrition, and photosynthesis. *Scientia Horticulturae*, 228, 213–221. doi.org/10.1016/j.scienta.2017.10.025
- Medina E, Paredes C, Pérez-Murcia MD, Bustamante MA, Moral R. 2009. Spent mushroom substrates as component of growing media for germination and growth of horticultural plants. *Bioresource Technology*, 18:4227–4232. doi: 10.1016/j.biortech.2009.03.055
- Özzambak, E., Zeybekoğlu, E., 2004. Serada Topraksız Gerbera Yetiştiriciliği ve Bazı Yetiştirme Ortamlarının Karşılaştırılması (Araştırma Sonuçları). İzmir Ticaret Odası Yayın No:140, İzmir.
- Restrepo AP, Medina E, Pérez-Espinosa A, Agulló E, Bustamante MA, Mininni C, Bernal MP, Moral R. 2013. Substitution of peat in horticultural seedlings: Suitability of digestate-derived compost from cattle manure and maize silage codigestion. *Communications In Soil Science and Plant Analysis*, 44: 668–677. doi: 10.1080/00103624.2013.748004
- Shrikant, M.; Jawaharlal, M. 2014. Effect of fertigation level and biostimulants on quality parameters of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex Hooker F.) var. Debora under poly house conditions. *Trends in Biosciences*, 7: 1134–1137.
- Sonneveld C, Voogt W, Spaans L. 1997. A universal algorithm for calculation of nutrient solutions. In *International Symposium on Growing Media and Hydroponics* 481 (pp. 331–340).
- Steiner AA. 1984. The universal nutrient solution. In 6. International Congress on Soilless Culture, Lunteren (Netherlands), 29 Apr–5 May 1984. ISOSC.
- Stewart-Wade SM. 2019. Efficacy of organic amendments used in containerized plant production: Part 1—compost-based amendments. *Scientia Horticulturae*, 266: 108856. doi: 10.1016/j.scienta.2019.108856
- Wei Y, Li J, Shi D, Liu G, Zhao Y, Shimaoka T. 2017. Environmental challenges impeding the composting of biodegradable municipal solid waste: a critical review. *Resources, Conservation and Recycling*, 122:51–65. doi: 10.1016/j.resconrec.2017.01.024
- Zhang L, Sun X, Tian Y, Gong X. 2013. Effects of brown sugar and calcium superphosphate on the secondary fermentation of green waste. *Bioresource Technology*, 131:68–75. doi: 10.1016/j.biortech.2012.10.059
- Zhang L, Sun X, Tian Y, Gong X. 2014. Biochar and humic acid amendments improve the quality of composted green waste as a growth medium for the ornamental plant *Calathea insignis*. *Scientia Horticulturae*, 176: 70–78. doi: 10.1016/j.scienta.2014.06.021
- Zhang L, Sun X. 2016. Improving green waste composting by addition of sugarcane bagasse and exhausted grape marc., 218:335–343. doi: 10.1016/j.biortech.2016.06.097
- Zhang L, Sun X. 2017. Addition of seaweed and bentonite accelerates the two-stage composting of green waste. *Bioresource Technology*, 243:154–162. doi: 10.1016/j.biortech.2017.06.099
- Zheng Y, Graham T, Richard S, Dixon M. 2004. Potted gerbera production in a subirrigation system using low-concentration nutrient solutions. *HortScience*, 39, 1283–1286.