

Tarımsal Endüstriyel Atıklardan Üretilen Kompostun Zambak Yetiştiriciliğinde Alternatif Olarak Kullanım Olanakları*

Onur Sefa ALKAÇ^{1*}, Mehmet GÜNEŞ¹

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat/TÜRKİYE

*Bu araştırma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi (2021/30) ve TÜBİTAK 1002-Hızlı Destek Programı (1210963) tarafından finansal olarak desteklenmiştir.

Alınış tarihi: 23 Ekim 2024, Kabul tarihi: 17 Aralık 2024

Sorumlu yazar: Onur Sefa ALKAÇ, e-posta: onur.alkac@gop.edu.tr

Öz

Amaç: Topraksız tarım süs bitkileri yetiştiriciliğinde tercih edilen yeni yöntemlerden bir tanesidir. Söz konusu tarımda kullanılan yetiştirme ortamlarının özellikleri yanında organik veya inorganik substrat oranları oldukça önemlidir. Bu çalışmada, bir gıda işleme fabrikasından temin edilmiş olan üzüm posası kompostlama işlemine tabi tutulmuş ve elde edilen kompost yetiştirme ortamına ilave edilerek "Siberia" kesme zambak çeşidinin yetiştiriciliğine etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem: Kompostlama işlemi öncesi 8 ton üzüm posası, 1 ton ahır gübresi, 12 kg'lık 8 adet saman balyası, 40 kg kireç ve 4 kg üre kullanılmıştır. Yaklaşık 3.5 ay sonra kompost kullanılabilir hale gelmiştir. Hazır hale gelen kompost yetiştirme ortamlarına %20 ve %40 oranında eklenmiştir. Ayrıca bitkilere farklı EC seviyelerinde kimyasal gübreleme (EC 0.75 dS m⁻¹, EC 1.10 dS m⁻¹ ve EC 1.90 dS m⁻¹) yapılmıştır. Farklı kompost oranları ve farklı EC seviyelerinin "Siberia" kesme zambak çeşidinin büyümesi, çiçeklenmesi ve vazo ömrüne etkileri araştırılmıştır. Ayrıca çeşidin yapraklarındaki alınabilir makro ve mikro element içerikleri de belirlenmiştir.

Araştırma Bulguları: Uygulamalar sonucunda en yüksek dal ağırlığı (135.06 g) kompost içermeyen (%0) ve EC seviyesinin 1.10 dS m⁻¹ olduğu ortamdan; en yüksek bitki boyu (89.58 cm) %20 kompost içeren ve EC seviyesinin 1.90 dS m⁻¹ olduğu ortamdan; en fazla kandil sayısı (6.95 adet/bitki) %20 oranında kompost içeren ve en uzun vazo ömrü (14.14 gün) %40 kompost içeren ve EC düzeyinin 0.75 dS m⁻¹ olduğu ortamdan elde edilmiştir.

Sonuç: Zambak yetiştiriciliğinde gübreleme istenmekle birlikte, EC değerinin 2.0 dS m⁻¹'yi aşmaması gerektiği belirtilmektedir. Çalışmada, kompost uygulamalarının artmasıyla gübreleme seviyelerinin de artmasının, bitki gelişimini olumsuz etkilediği, bu durumun kompostun yüksek EC içeriğiyle ilişkili olduğu vurgulanmaktadır. Kompost kullanım oranları genellikle %0 (kontrol) ile %20 arasında değişmekte; bu oranların üzerine çıkıldığında, beklenen sonuçlar elde edilememiştir.

Anahtar kelimeler: Liliyum, Kesme Çiçek, topraksız tarım, gübreleme, atık yönetimi, sürdürülebilirlik

Investigation of the Possibilities of Using Compost Produced from Agricultural Industrial Wastes as an Alternative in Soilless Cut Lily Cultivation

Abstract

Objective: Soilless agriculture is one of the new methods preferred in ornamental plant cultivation. Organic or inorganic substrate ratios are very important as well as the properties of the growing media used in this agriculture. In this study, grape pomace obtained from a food processing factory was subjected to a composting process in order to create a new organic growing medium, and the effects of the obtained compost on the cultivation of the 'Siberia' cut lily variety were examined.

Material and Method: Before the composting process, 8 tonnes of grape pomace, 1 tonne of barnyard manure, 8 straw bales of 12 kg, 40 kg of lime, and 4 kg of urea were used. The compost became usable after about 3.5 months. The ready compost

was added to the growing media at the rate of 20% and 40%. In addition, chemical fertilization was applied to the plants at different EC levels (EC 0.75 dS m⁻¹, EC 1.10 dS m⁻¹, and EC 1.90 dS m⁻¹). The effects of different compost rates and different EC levels on the growth, flowering, and vase life of the 'Siberia' cut lily cultivar were investigated. The available macro and micro element contents in the leaves of the cultivar were also determined.

Results: As a result, the highest branch weight (135.06 g) was obtained from the medium with no compost (0%) and an EC level of 1.10 dS m⁻¹; The highest plant height (89.58 cm) was obtained from the medium containing 20% compost and an EC level of 1.90 dS m⁻¹; the highest number of lamps (6.95 pieces/plant) was obtained from the application of 20% compost plus bacteria, and the longest vase life (14.14 days) was obtained from the medium containing 40% compost and an EC level of 0.75 dS m⁻¹.

Conclusion: Although fertilization is desired in lily cultivation, it is stated that the EC value should not exceed 2.0 dS m⁻¹. In the study, it was emphasized that the increase in fertilization levels with the increase in compost applications negatively affected plant growth, and this was related to the high EC content of compost. Compost utilization rates generally varied between 0% (control) and 20%; when these rates were exceeded, the expected results could not be obtained.

Keywords: Liliium, Cut flower, soilless agriculture, fertilization, waste management, sustainability

Giriş

Önemli geofitler arasında yer alan zambaklar kesme çiçek, saksı bitkisi, park, bahçe, peyzaj dekorasyonu, tıbbi, gıda, kozmetik ve çeşitli etnik ritüellerde kullanılmaktadır (Dhiman ve ark., 2018; Nguyen ve ark., 2021). Süs bitkilerinin çoğu, melez çiçekler ve çok sayıda *Lilium* türü estetik değerlerinden dolayı yetiştirilmektedir (Du ve ark., 2017). *Lilium* cinsi, kuzey yarımkürenin soğuk iklimli ılıman bölgelerine ait yaklaşık 110 tür içeren filogenetik ve bahçecilik açısından önemli bir cinstir (Hajizadeh ve ark., 2022). Zambak yetiştiriciliği genellikle tarla veya serada topraklı veya topraksız kültür ortamında yapılmaktadır. Açıkta yetiştiricilikte karşılaşılan en önemli sorunlardan bir tanesi toprak kaynaklı hastalık ve zararlılardır ki çiçek kalitesini önemli ölçüde düşürmektedir (Karagüzel, 2020). Açıkta

karşılaşılan bu ve benzeri sorunlardan dolayı topraksız kültür substratları kullanılmakta bu da alan, su ile gübrelerin verimli ve etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Ayrıca hastalık ve zararlı kontrolü için kimyasal ilaç kullanımı da en aza inmektedir (Sun ve ark., 2022). Torf, kokopit, perlit, kaya yünü ve çam kabuğu gibi birçok farklı organik ve inorganik bileşene dayalı substratlar topraksız tarımda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Abuarab ve ark., 2019). Ancak bu substratların birçoğu sürdürülebilir bir şekilde tedarik edilememektedir. Bu da kompostlama işlemleriyle birlikte çevre dostu topraksız kültür sistemleri geliştirmeye yönelik artan bir ihtiyacı beraberinde getirmektedir (El-Sayed ve ark., 2016). Verim ve kalite genellikle daha yüksek kimyasal gübre uygulamalarıyla artırılabilir, ancak toprağa organik madde eklenmezse, bu durum toprak bozulmasına ve dolayısıyla verim ve kalitenin zamanla düşmesine neden olabilir. Bunun yanı sıra, organik gübrelerin toprağın fiziksel ve biyolojik özelliklerini iyileştirebildiği de bilinmektedir (Ma ve ark., 2018). Organik gübre uygulamalarının ekolojik çevreyi koruyabileceği, kaynakları geri dönüştürebileceği ve tarım ürünlerinin kalitesini artırabileceği de bildirilmiştir (Liu ve ark., 2010; Sun ve ark., 2022). Organik gübreler, biyolojik olarak ayrıştırılan organik madde atıklarından elde edilen ve 'kompost' adı verilen çevre dostu bir üründür (Yang ve Zhang, 2022). Kompostun topraksız yetiştiricilikte büyüme ortamı olarak kullanılabilmesi de çeşitli çalışmalarda rapor edilmiştir (Graceson ve ark., 2014; Kazamias ve ark., 2017; Gong ve ark., 2018). Ayrıca, geleneksel süs bitkileri substratı olan ve yenilenemeyen torf ile karşılaştırıldığında, kompost daha kolay elde edilebilen yenilenebilir bir kaynaktır (Yang ve Zhang, 2022). Bu nedenle, son yıllarda birçok çalışmada, süs bitkileri yetiştirmek için torf yerine kompost kullanılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Zhang ve ark., 2013; Liu ve ark., 2018). Yine de birçok kompost ürününün uygun olmayan fiziko-kimyasal özellikleri veya yetersiz besin içeriği nedeniyle bitki büyümesini olumsuz etkileyebileceği kanıtlanmıştır (Medina ve ark., 2009).

Bu çalışmanın iki amacı bulunmaktadır: Birincisi, hayvan gübresi ile bitkisel atıklardan elde edilen organik atıkların kompostlaştırılmasıdır. İkincisi ise, kompostlaştırma işleminden sonra elde edilen kompostun farklı oranlarda topraksız kültürde zambak yetiştiriciliğinde denenerek, kimyasal gübre kullanımının azaltılıp azaltılamayacağını, zambak

bitkisinin büyüme ve gelişimine olan doğrudan etkilerini belirlemektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak, yurt dışında soğan ve kesme çiçek üretiminde yaygın olan ve ülkemizde de yaygınlaşmaya başlayan *Lilium* sp. türüne ait 'Siberia' çeşidi kullanılmıştır. Zambak soğanları, Hollanda'dan ithalat yapan özel bir üretici firmadan temin edilmiştir. 'Siberia' çeşidine ait soğanların çevre büyüklüğü 18/20 cm'dir. Araştırmada kompostlama için, Tokat Dimes Gıda İşleme Fabrikası'ndan temin edilen 8 ton üzüm posası, 1 ton ahır gübresi, 12 kg'lık 8 adet saman balyası, 40 kg kireç ve 4 kg üre kullanılmıştır. Besin çözeltisi için ise 1000 L kapasiteli 2 adet besin tankı tercih edilmiştir. Çalışma, 450 m² büyüklüğe sahip

çatı havalandırılmalı, ısıtmasız ve soğutmasız bir cam serada yürütülmüştür.

Yöntem

Çalışmada Kullanılan Kompostun Hazırlanması

Zambak yetiştiriciliğinde kullanılacak kompost için materyaller (ahır gübresi, saman, kireç ve üre) karıştırılarak, aerobik koşullarda gerçekleşen termofilik kompostlama işleminde yaygın olarak kullanılan sıralı yığın kompostlama yöntemi (Windrow yöntemi) ile üretilmiştir (Durmuş ve Kızılkaya, 2018). Kompostun 135 gün sonra olgunlaşmasıyla birlikte alınan 1 kg'lık örneklerin analizleri, Ankara Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yapılmış; örneğin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Üzüm kompostunun analiz metotları ve sonuç değerleri

Analiz	Analiz Yöntemi	Sonuç
Nem (%)	A.O.A.C., 1995	48.77
Organik Madde (%)	AOAC 967.03-04-05	68.82
pH	1/10 Potansiyometrik	8.52
EC (dS m⁻¹)	1/10 Potansiyometrik	2.51
N (%)	TL 7.02-02 (Rev:4)	2.71
K (%)	Kacar ve Kütük, 2009	3.26
Cu (ppm)	GPGDY Ek-3 9.1/10.1	31.66
P (%)	Kacar ve Kütük, 2009	0.58
Ca (%)	GPGDY Ek-3 9.1/10.1	3.54
Mg (%)	GPGDY Ek-3 9.1/10.1	0.72
Fe (%)	GPGDY Ek-3 9.1/10.1	0.71
Mn (ppm)	GPGDY Ek-3 9.1/10.1	204.45
Zn (ppm)	GPGDY Ek-3 9.1/10.1	76.65
Toplam Bakteri Sayısı (cfu g⁻¹)	TS EN ISO 4833-2	4.75x10 ⁶

Çalışma sonunda, zambak yetiştiriciliği yapılan yetiştirme ortamlarının pH (Richards, 1954) ve EC (Maas, 1986) analizleri; kasalardan soğanlar söküldükten sonra alınan örnekler üzerinden yapılmıştır.

Zambak Soğanlarına Uygulanan Ön İşlemler ve Soğanların Dikilmesi

Çalışmada, 18/20 cm çevre çapına sahip soğanlar kullanılmış ve bu soğanlar Hollanda'da soğan üretimi yapan özel bir firmadan ithal edilmiştir. Zambak yetiştiriciliğinde kokopit, yetiştirme ortamı olarak tercih edilmiştir. Kullanılmadan önce, 5 kg'lık kokopit blokları sulanarak şişirilmiştir. Su ile şişirilen kokopit blokları, önceden hazırlanan kompost ile hacimsel olarak %20 ve %40 oranında karıştırılarak yetiştirme ortamları oluşturulmuştur.

Zambak Soğanlarının Dikilmesi

%0, %20 ve %40 oranında kompost içeren kompost+kokopit karışımları, 48 litre hacmindeki (20 cm derinlik, 40 cm genişlik ve 60 cm uzunluk) kasalara doldurulmuştur. Zambak soğanları, kasanın tabanına 4 cm kalınlığında yetiştirme ortamı eklendikten sonra yerleştirilmiş ve üzerine 8-10 cm kalınlığında yetiştirme ortamı eklenerek dikim işlemi tamamlanmıştır. Her bir kasaya, enine 2'şer ve boyuna 4'er sıra olacak şekilde toplamda 8 adet soğan dikilmiştir. Zambakların sulaması, 4 L s⁻¹ debili damla sulama sistemi ile gerçekleştirilmiştir.

Gübreleme

Çalışmada, zambak bitkileri yaklaşık 20 cm boyutuna ulaştığında gübreleme uygulamasına başlanmıştır. Bu süreçte, 3 farklı EC seviyesi (EC 0.75 dS m⁻¹, EC 1.10 dS m⁻¹ ve EC 1.90 dS m⁻¹) belirlenmiş ve kandillerin renk göstermeye başlamasıyla gübreleme sonlandırılmıştır. Zambakların besin çözelti

formülasyonları Çizelge 2'de verilmiştir. Besin çözeltisi hazırlamak için 2 adet 1000 L kapasiteli besin tankı kullanılmıştır. Birinci besin tankının EC seviyesi 1.1 dS m⁻¹ olarak ayarlanmış, ikinci besin tankının EC seviyesi ise 1.50 dS m⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Bitkilerin gelişimi ve büyümesi arttıkça, ikinci besin tankının EC seviyesi kademeli olarak 1.90 dS m⁻¹'a

çıkartılmıştır. Sulama ve gübreleme işlemleri damla sulama sistemi ile gerçekleştirilmiştir. Kontrol olarak kullanılan çeşme suyunun EC değeri ise 0.75 dS m⁻¹'dir. Besin çözeltilerinin EC seviyeleri ve pH değerleri (5.7) her 7 günde bir kontrol edilerek istenilen düzeylerde korunmuştur (Özzambak ve Zeybekoğlu, 2004).

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan besin çözeltisinin içerikleri

Besin Elementi	Miktar (mg L ⁻¹)
N	180
P	40
K	220
Mg	50
Ca	150
S	50
Fe	3
Mn	0.5
B	0.5
Cu	0.5
Zn	0.5
Mo	0.1

Sera ve İklim Koşulları

Çalışmada hazırlanan kasalar, sera içerisinde tabana faktöriyel düzende tesadüf blokları deneme desenine göre yerleştirilmiştir. Sera içi iklim koşulları, veri kaydedici (Hobo, Datalogger) ile kaydedilmiştir. Deneme süresince sera içi sıcaklık ortalama 26.91±2 °C, en yüksek sıcaklık 39.94±2 °C, en düşük sıcaklık ise 16.68±1 °C olarak ölçülmüştür. Sera içi nispi nem %56.74±2 seviyesinde kaydedilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü alanda, sera içerisinde yeşil renkli gölge tülü kullanılarak %55 oranında gölgeleme yapılmış ve sera çatısına gölge tozu atılarak ışık şiddeti 20.000-30.000 lüks arasında sabit tutulmuştur. Bitkiler damla sulama sistemiyle sulanmış olup, her bir kasaya ikişer adet 4 L s⁻¹ debili damla sulama borusu yerleştirilmiştir. Sulama, bitki başına 50-80 mL su gelecek şekilde, sabah saat 08.00'de 5 dakika süreyle yapılmıştır. Hasat kriteri olarak, dal üzerinde en alt iki goncanın renk göstermesi esas alınmıştır.

Zambaklarda Yapılan Gözlem ve Ölçümler

Zambaklarda; çıkış süresi (gün), çıkış oranı (%), tam çiçeklenme süresi (gün), çiçek sapı uzunluğu (cm), çiçek sapı kalınlığı (mm), gonca uzunluğu (mm), gonca sayısı (adet), dal yaş ağırlığı (g), bitki boyu (cm), yaprak sayısı (adet), bitki başına gonca çıkış adedi (adet), gonca çıkış oranı (%), çiçek çapı (cm), sap kök yaş ağırlığı (g) ve vazo ömrü (gün) incelenmiştir. Vazo ömrü çalışmaları laboratuvarında (oda koşullarında) yürütülmüştür. Laboratuvara

getirilen çiçeklerin sapları 50 cm uzunluğunda kesilmiş ve 500 mL saf su içeren cam şişelere, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3'er bitki olacak şekilde yerleştirilmiştir. Vazo ömrü, çiçeklerin vazoya yerleştirildiği günden itibaren yaprakların sararmaya, petallerin solmaya ve dökülmeye, çiçek sapının bükülmeye başladığı güne kadar geçen süre olarak tanımlanmıştır (Aziz ve ark., 2020). Vazo ömrü odasının koşulları ise sıcaklık 24±2 °C, nem %47±5 (Hobo Data Logger U12-012, Onset, United States of America), ışık şiddeti 1752 lux ve 14 saat aydınlık ile 10 saat karanlık gün uzunluğundan oluşmaktadır.

Yaprak Analizleri

Makro ve Mikro Element Analizleri

Zambak bitkilerinde tomurcuk döneminde alınan yaprak örnekleri, 80 °C'de etüvde kurutularak analize hazır hale getirilmiştir. Miller (1998) tarafından rapor edilen yöntemle göre, kuru yakma işlemi sonunda elde edilen külün hidroklorik asitte çözünmesiyle fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), mangan (Mn), çinko (Zn) ve bakır (Cu) gibi makro ve mikro besin elementleri, ICP-AES cihazında analiz edilmiştir.

Azot (N) elementinin analizi ise standart Kjeldahl yaş yakma yöntemi ile yapılmıştır. Bowman ve ark. (1988) ve Jones (2001) tarafından rapor edilen yöntemlere göre, katalizörler eşliğinde sülfürik asit kullanılarak yapılan yaş yakma işleminde, bitki

örneklerinde parçalanmış azotun oluşturduğu amonyum (NH₄), distilasyon yöntemiyle ölçülmüştür.

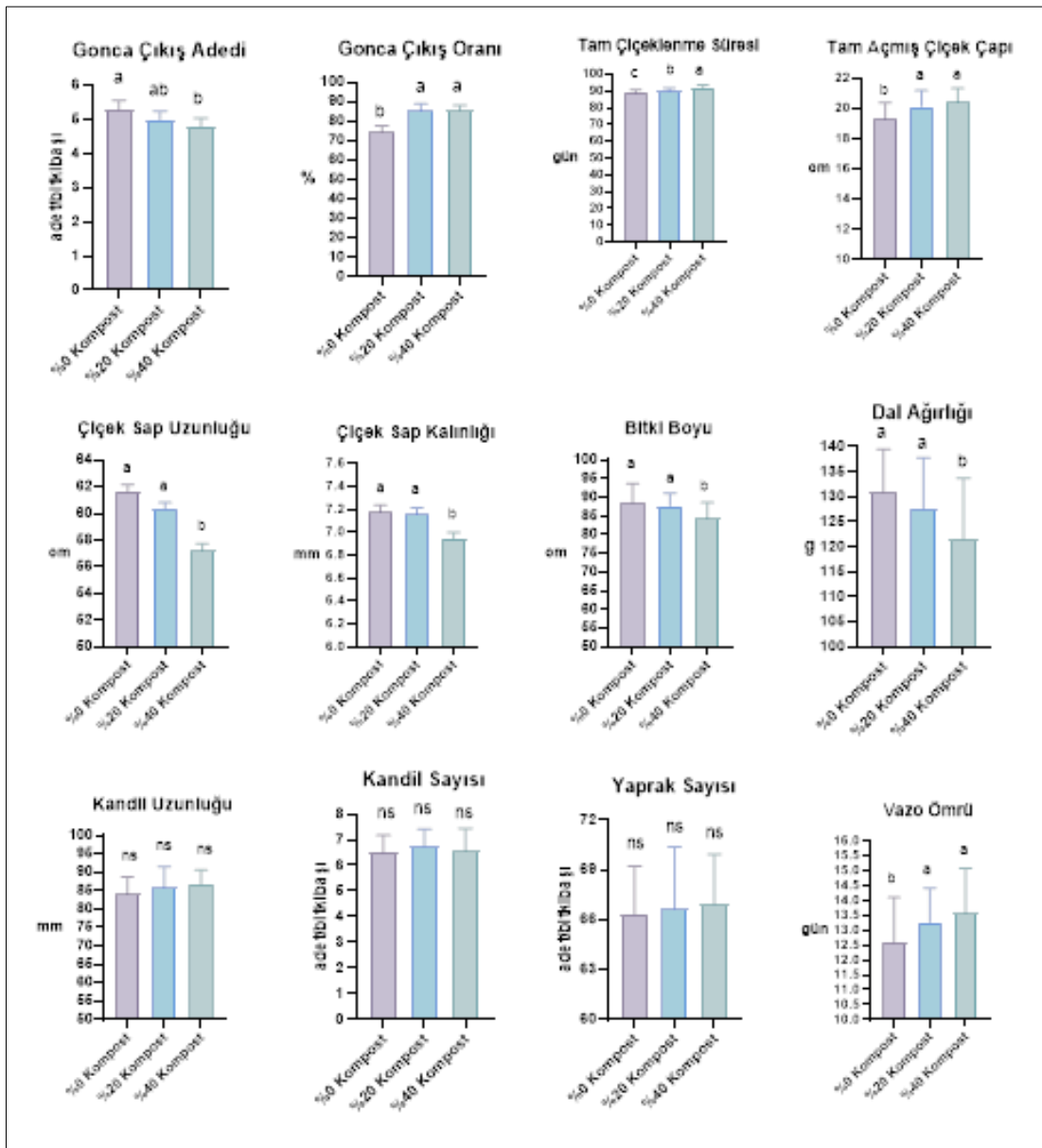
Deneme Deseni ve İstatistiksel Analiz

Çalışma, tesadüf blokları deneme deseninde faktöriyel düzende kurulmuş ve çalışmadaki her bir uygulama 3 tekerrürlü olup çalışmada tekerrür başına 8 adet soğan 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) programında edinilmiştir.

Bulgular

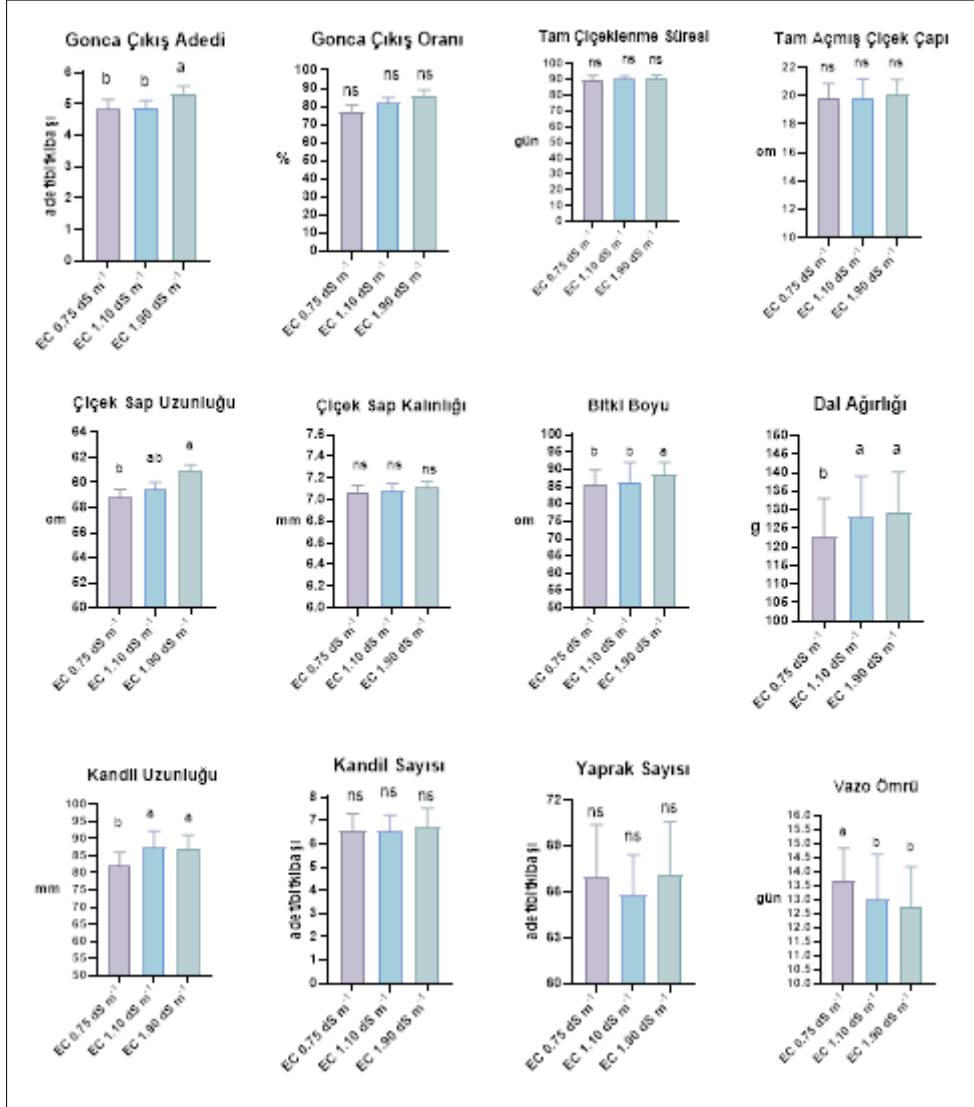
Farklı oranlardaki kompost uygulamalarının 'Siberia' zambak çeşidinin gelişimi üzerine etkileri incelendiğinde, gonca çıkış adedi, gonca çıkış oranı, tam çiçeklenme süresi, tam açmış çiçek çapı, çiçek sap uzunluğu, çiçek sap kalınlığı, bitki boyu, dal ağırlığı ve vazo ömrü verilerinde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Diğer parametrelerde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Farklı oranlardaki kompost uygulamalarının 'Siberia' zambak çeşidinin bazı kalite özelliklerine etkisi

Farklı EC düzeylerine sahip gübreleme uygulamalarının 'Siberia' zambak çeşidinin büyüme ve çiçeklenme üzerindeki etkileri incelendiğinde, gonca çıkış adedi, çiçek sap uzunluğu, bitki boyu, dal

ağırlığı, kandel uzunluğu ve vazo ömrü üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Ancak, diğer özellikler üzerinde anlamlı bir etkisi gözlenmemiştir ($p > 0.05$) (Şekil 2).



Şekil 2. Farklı EC düzeylerindeki gübreleme uygulamalarının 'Siberia' zambak çeşidinin bazı kalite özelliklerine etkisi

Uygulamaların 'Siberia' zambak çeşidindeki fenolojik gözlemlere etkileri incelendiğinde, tam çiçeklenme süresi verileri istatistiksel olarak çok önemli bulunmuşken, diğer özelliklerde önemli farklılıklar tespit edilmemiştir (Şekil 3).

Yetiştirme Ortamlarının EC Değerleri

'Siberia' zambak çeşidinde, vejetasyon süresi sonunda, farklı kompost oranlarının bulunduğu ve farklı EC seviyelerinde gübrelemelerin yapıldığı yetiştirme ortamlarından alınan örneklerin EC seviyeleri incelendiğinde, tüm uygulamalarda EC derecesinin 'Tuzsuz' ($0-4000 \mu\text{S cm}^{-1} = \text{Tuzsuz}$)

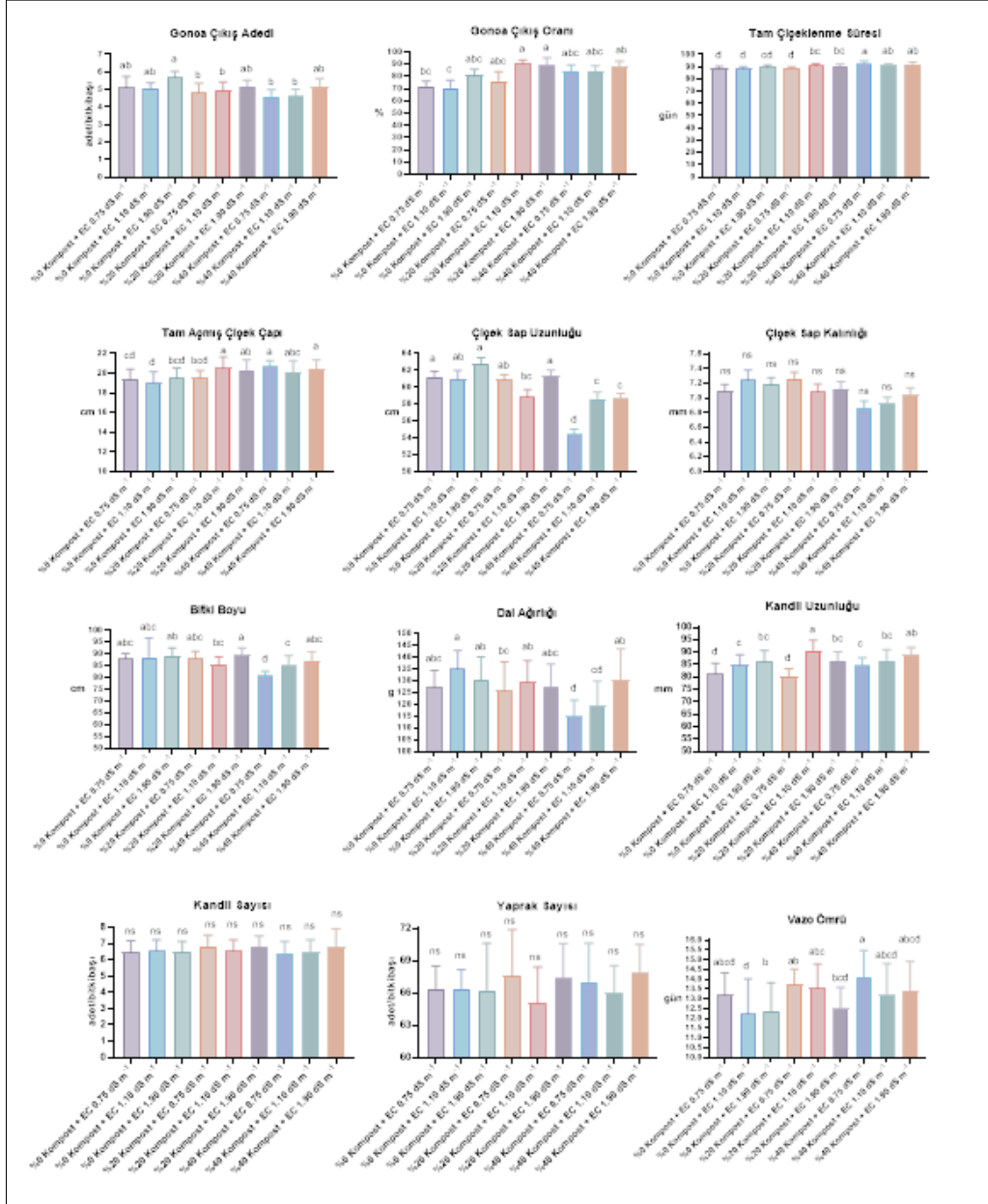
olarak belirlendiği gözlemlenmiştir. Ölçülen en yüksek EC seviyesi ($2480 \mu\text{S cm}^{-1}$), %40 oranında kompost bulunan ve EC seviyesinin 1.90 dS m^{-1} olduğu yetiştirme ortamından elde edilmiştir. En düşük EC seviyesi ise ($500 \mu\text{S cm}^{-1}$), kompost içermeyen (%) ve EC seviyesinin 0.75 dS m^{-1} olduğu ortamda ölçülmüştür. Bu veriler, farklı uygulamaların ve yetiştirme koşullarının zambak bitkisi üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır.

Yetiştirme Ortamlarının pH Değerleri

'Siberia' zambak çeşidinde, vejetasyon süresi sonunda, farklı kompost oranlarının bulunduğu ve

farklı EC seviyelerinde gübrelemelerin yapıldığı yetiştirme ortamlarından alınan örneklerin pH seviyeleri incelendiğinde, kompost içermeyen ve %20 oranında kompost içeren ortamların tümünde

pH seviyeleri 'nötr' (6.5 < nötr < 7.5) olarak belirlenmiştir. %40 kompost ortamında ise ağırlıklı olarak 'hafif alkali' (7.5 < hafif alkalin < 8.5) tanımlamaları saptanmıştır.



Şekil 3. Farklı kompost oranları ve farklı EC düzeylerine sahip gübreleme uygulamalarının 'Siberia' zambak çeşidinin bazı kalite özelliklerine etkisi

Ölçülen en yüksek pH seviyeleri (7.65), %40 oranında kompost bulunan ve EC seviyesinin 0.75 dS m⁻¹ olduğu ortamda ortamlarda ölçülmüştür. En düşük pH seviyesi ise (6.5), kompost içermeyen (%0) ve EC seviyesinin 0.75 dS m⁻¹ olduğu ortamda olduğu ortamlarda ölçülmüştür. Bu veriler, farklı kompost oranlarının ve uygulamaların pH üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır.

Zambak Yaprak Örneklerinin Makro ve Mikro Besin İçerikleri

Yetiştirme ortamına farklı oranlarda kompost uygulamalarının zambak yapraklarının makro ve mikro besin içeriklerine etkisi incelendiğinde, mangan (Mn) dışındaki diğer besin içeriklerinden elde edilen değerler istatistiksel açıdan önemli

bulunmamıştır ($p > 0.05$). Yetiştirme ortamlarına uygulanan farklı düzeylerdeki EC gübrelemesi ise zambak yapraklarındaki makro ve mikro besin içeriklerine önemli etkiler göstermiştir ($p < 0.01$) (Çizelge 3).

Çizelge 3. Farklı oranlardaki kompost ve EC uygulamalarının 'Siberia' zambak çeşidine ait yapraklardaki makro ve mikro besin içeriklerine etkisi

Kompost (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
0	1.92	0.43	1.44	1.34	0.37	113.89	5.98	27.69	33.33b
20	1.87	0.45	1.49	1.36	0.38	117.72	5.90	31.59	39.98a
40	1.89	0.43	1.48	1.40	0.39	118.06	5.71	32.48	41.01a
Önemlilik	0.798 ^{öd}	0.681 ^{öd}	0.644 ^{öd}	0.697 ^{öd}	0.512 ^{öd}	0.824 ^{öd}	0.766 ^{öd}	0.263 ^{öd}	0.028*
E.C.									
0.75	1.57c	0.34c	1.22c	1.01c	0.26c	75.25c	3.93c	14.63c	21.62c
1.10	1.89b	0.45b	1.44b	1.47b	0.38b	130.56b	6.06b	31.25b	40.67b
1.90	2.21a	0.52a	1.75a	1.62a	0.49a	143.86a	7.59a	45.89a	52.02a
Önemlilik	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**

*: $p < 0.05$. **: $p < 0.01$. **öd**: önemli değil.

Farklı oranlarda kompost ve gübreleme uygulamalarının kombinasyonu sonucunda, zambak yapraklarındaki makro ve mikro besin içerikleri önemli bulunmuştur ($p < 0.01$) (Çizelge 4).

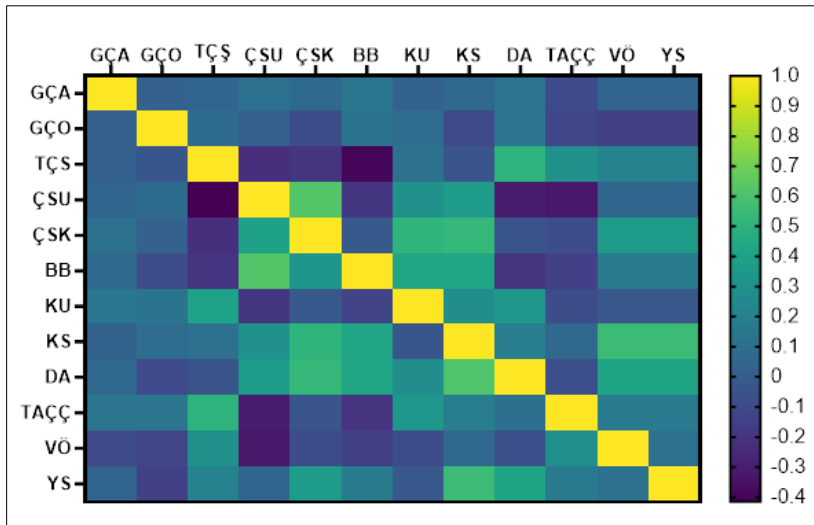
Çizelge 4. Farklı kompost oranları ile farklı EC düzeylerine sahip gübreleme uygulamalarının zambak yapraklarındaki makro ve mikro besin içeriklerine etkisi

Kompost oranı (%) x Gübreleme (EC)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
0 x 0.75	1.60d	0.34de	1.18d	0.97e	0.26e	77.25d	4.25c	13.29f	19.31f
0 x 1.10	1.90c	0.45c	1.44c	1.45c	0.36d	128.25c	6.16b	28.66d	35.12d
0 x 1.90	2.24a	0.51b	1.69b	1.61a	0.48b	136.17b	7.53a	41.13b	45.55b
20 x 0.75	1.57d	0.36d	1.23d	1.02de	0.26e	74.58d	3.93de	14.88ef	22.54e
20 x 1.10	1.87c	0.45c	1.46c	1.46c	0.38c	128.25c	6.14b	32.23c	42.29c
20 x 1.90	2.18b	0.54a	1.76a	1.62a	0.49b	150.33a	7.63a	47.67a	55.09a
40 x 0.75	1.55d	0.33e	1.23d	1.05d	0.27e	73.92d	3.63e	15.71e	23.01e
40 x 1.10	1.89c	0.45c	1.41c	1.51b	0.39c	135.17bc	5.89b	32.85c	44.59b
40 x 1.90	2.22ab	0.53a	1.79a	1.63a	0.52a	145.08a	7.61a	48.87a	55.43a
Önemlilik	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**

** : $p < 0.01$.

Farklı kompost oranları ve farklı EC düzeylerinin 'Siberia' zambak çeşidinin kalite parametreleri üzerindeki etkilerine ilişkin ısı haritası Şekil 4'te verilmiştir. En yüksek korelasyon çiçek sap uzunluğu

ve perianth uzunluğu arasında bulunurken ($r = 0.698$, $p < 0.01$), en düşük korelasyon tam çiçeklenme süresi ile perianth genişliği arasında saptanmıştır ($r = -0.001$, $p > 0.05$).



Şekil 4. 'Siberia' zambak çeşidinde incelenen özellikler arasındaki korelasyon ilişkisi (ısı haritası)

Tartışma

Kompost Uygulamalarının 'Siberia' Zambak Çeşidinde Büyüme ve Çiçeklenme Kalitesine Etkileri

Endüstri 4.0 döneminin yaşandığı ve doğal kaynakların her geçen gün azaldığı günümüzde, bu sınırlı kaynakların sürdürülebilir ve en uygun şekilde kullanılması, buna katkı sağlayacak her türlü uygulama ve çalışmanın büyük önem taşıdığı bir gerçektir. Yetiştirme ortamına farklı oranlarda kompostun ilave edildiği bu çalışmada, kompost oranlarının zambak bitkisinin gelişme ve çiçek kalitesine etkisi değişkenlik göstermiştir. Özellikle, kompostun yer almadığı (%0) ortamlar, %20 oranında kompost ilave edilen ortamlar incelenen özellikler üzerinde olumlu etkiler meydana getirmiştir. Ancak, %20'nin üzerindeki kompost ilaveleri olumsuz etki yaratmıştır. Khomami ve ark. (2019) *Dieffenbachia amoena*'da %0-100 kompost oranlarıyla yapılan çalışmada, kompost oranı arttıkça bitki gelişiminin sınırlı kaldığı, bitki boyu (32.06 cm), gövde çapı (11.66 mm), taze (57.52 g) ve kuru ağırlık (5.10 g) değerlerinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Cristiano ve ark. (2018) *Lantana montevidensis*'te %0, %30 ve %60 oranlarında kanalizasyon çamuru bazlı kompostun bitki çapı, sürgün, yaprak, çiçek, taze ve kuru kütle üzerinde olumsuz etkiler yarattığı görülmüştür. Baran ve ark. (2001) *Hypostases phyllostagya*'da %50'ye kadar kompostlanmış üzüm posası içeren karışımların bitki gelişiminde en iyi sonuçları verdiği belirlenmiştir. Zulfiqar ve ark. (2019): *Dracaena deremensis* cv. 'Lemon Lime' bitkisinde %10 kompost ilavesi, bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı ve taze biyokütleyi %10-30 artırmıştır. Papafotiou ve ark. (2017) *Ficus benjamina*'da %25 kompost uygulamasının gövde kalınlığı ve kök kuru ağırlığını artırdığı saptanmıştır. Aji ve ark. (2021) *Tabernaemontana divaricata*'da %5-20 kompost uygulamaları en yüksek büyüme gelişimini sağlamıştır. Najarian ve Souri (2020) *Pelargonium x hortorum*'da %20 kompost yaprak sayısı, yan gövde, çiçekli sürgün ve biyoküttele en yüksek değerleri sağlarken; %40 kompost N ve K konsantrasyonlarını artırmıştır.

Kompostun elde edildiği ham materyal, uygulama miktarı, süresi ve bitki türü gibi faktörlere bağlı olarak farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Çoğu çalışmada, yetiştirme ortamına ilave edilen kompost oranı arttıkça bitki gelişiminin kısıtlandığı bildirilmiştir. Bu çalışmada da benzer şekilde, kompost kullanım oranının artmasıyla bazı bitki

gelişim parametrelerinde olumsuz etkiler gözlemlenmiştir. Literatüre göre, en iyi kompost kullanım oranlarının %5 ile %50 arasında değiştiği belirtilmektedir. Bu çalışmada, %20 oranında kompost kullanımının olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Kompost kullanımının düşük miktarlarda olması, örneğin literatürde belirtilen en az %5 oranı, bu çalışma için de uygun görülmektedir. Özellikle %5 ile %20 aralığında kompost kullanımının daha olumlu sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Kompost kullanım oranının artmasıyla bitki gelişimindeki olumsuz etkilerin yalnızca kompost içeriğinden değil, aynı zamanda kompost materyalinin incelik ve kalınlık gibi yapısal özelliklerinden de kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, kompostun su tutma kapasitesinin yüksek olması, oran arttıkça toprak altında su birikmesine ve çürümelere yol açabileceği tahmin edilmektedir. Bu durum, bitkilerin kök gelişimini olumsuz etkileyebilir ve bitki sağlığını tehlikeye atabilir. Sonuç olarak, kompost uygulamalarında optimal oranların belirlenmesi, bitki gelişimini desteklemek ve olumsuz etkileri en aza indirmek için önemlidir.

Gübre Uygulamalarının 'Siberia' Zambak Çeşidinin Büyüme ve Çiçeklenme Kalitesine Etkileri

Bitki gelişimi ve çiçek kalitesi üzerinde etkili olan önemli faktörlerden biri, yeterli gübrelemedir. Gübrelemenin incelenen özellikler üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde, çiçek sap uzunluğu 58.85-60.96 cm, bitki boyu 85.72-88.65 cm, kandil uzunluğu 82.14-87.49 cm, dal ağırlığı 122.75-129.47 g ve vazo ömrü 12.77-13.69 gün aralığında değişim göstermiştir. Vazo ömrü dışındaki tüm parametrelerde gübre seviyesinin artmasıyla verim de artmıştır. Boboc ve ark. (2021) *Passiflora caerulea*'da 20-20-20 kompoze gübresinin bitki gelişimini artırdığı ve gübre seviyesi arttıkça bitki gelişim ve kalitesinin yükseldiği görülmüştür. Vâşcă-Zamfir ve ark. (2019) *Murraya egzotika* L.'de gübrelemenin yaprak sayısı, dal sayısı ve bitki boyunu artırdığı belirtilmiştir. Baltazar-Bernal ve Jaen-Contreras (2020) *Heliconia* cv. Tropics bitkisinde 100-30-150 kg ha⁻¹ NPK gübrelemesiyle vejetatif büyümeyi teşvik ederek bitki boyu, gövde çapı, sürgün sayısı, yaprak alanı, klorofil içeriği ve kök kuru ağırlığını iyileştirmişlerdir.

Andrzejak ve ark. (2021) *Begonia x tuber hybrida* Voss 'Picotee Sunburst' bitkisine %0, %0.2 ve %0.3 oranlarında gübre uygulayarak, en büyük çiçeklerin %0.3 oranında gübrelemede elde edildiği

bildirilmiştir. Brînză ve ark. (2019) *Lilium regale*'de farklı gübre oranlarının çiçek açma kapasitesi ve çiçek boyunu artırdığı saptanmıştır. Nofal ve ark. (2021) *Tagetes erecta* bitkisinde 2 g saksı⁻¹ gübre uygulamasının bitki gelişimini artırdığı ifade edilmiştir. Ali ve Çığ (2018) sümbül bitkisinde farklı dozlarda N ve P gübrelemesiyle bitki boyu ve çiçek sayısında artış sağlanmıştır. Winhelmann ve ark. (2018) *Angelonia integerrima* bitkisinde farklı gübre dozlarının bitki büyümesi üzerindeki etkileri incelenmiş ve en uygun dozun 7.2 g L⁻¹ olduğu rapor edilmiştir.

Literatürde, bitki besin elementlerinin noksanlığının bitki gelişimini olumsuz etkilediği ve gübrelemenin bitki büyümesini iyileştirdiği belirtilmektedir (Marques ve ark., 2014). Çalışmada, elektriksel iletkenlik (EC) seviyesinin 1.90'a çıkarılmasıyla çiçek sap uzunluğu, bitki boyu, kandil uzunluğu, dal ağırlığı ve gonca çıkış adedinin arttığı saptanmıştır (Şekil 2). Ancak, EC seviyesinin artmasıyla çiçeklerin vazo ömrünün kısalacağı gözlemlenmiştir. EC 0.75'te en uzun vazo ömrü (13.69 gün) ölçülmüş ve gübreleme miktarı arttıkça vazo ömrünün azaldığı kaydedilmiştir. Bu düşüşün, sera içerisindeki iklimsel faktörler veya laboratuvar ortamının özelliklerinden kaynaklanabileceği düşünülmekte olup, bu konuda daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada, 'Siberia' zambak çeşidi için farklı kompost oranları ve gübreleme uygulamaları incelenmiştir. Zambak yetiştiriciliğinde gübreleme, istenilen bir uygulama olmakla birlikte, EC değerinin 2.0 dS m⁻¹'yi geçmemesi gerektiği vurgulanmaktadır. Çalışmada, kompost uygulamalarının artmasıyla birlikte gübreleme seviyelerinin de artması, bitki gelişimini olumsuz etkilemiştir. Bu durum, özellikle kompost içeriğinde belirtilen EC miktarının fazlalığıyla ilişkilendirilmektedir. Genel itibariyle, kompost kullanım oranları %0 (kontrol) ve %20 arasında değişmekte; bu oranların üzerine çıkıldığında, kontrole kıyasla beklenen sonuçlar elde edilememiştir.

Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Yazarların katkı beyanı

OSA: Çalışmanın kurulması, yürütülmesi, bulguların analiz edilmesi, raporlanması, makalenin yazımı, MG: Çalışmanın yürütülmesi, makalenin incelenmesi, yazımı ve revizyonu.

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını teyit etmektedirler. Yazarlar, makalenin son halini birlikte gözden geçirmiş, düzenlemiş ve onaylamıştır.

Teşekkür

Bu araştırma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi (2021/30) ve TÜBİTAK 1002-Hızlı Destek Programı (1210963) tarafından finansal olarak desteklenmiştir. Ayrıca, Yükseköğretim Kurumu tarafından desteklenen YÖK 100/2000 Doktora Projesi 'Sürdürülebilir Tarım' programı kapsamında yürütülen bir doktora tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Abuarab, M. E., El-Mogy, M. M., Hassan, A. M., Abdeldaym, E. A., Abdelkader, N. H., & BI El-Sawy, M. (2019). The effects of root aeration and different soil conditioners on the nutritional values, yield, and water productivity of potato in clay loam soil. *Agronomy*, 9(8), 418.
- Aji, N.A.S., Yaser, A.Z., Lamaming, J., Ugak, M.A.M., Saalah, S., & Rajin, M. (2021). Production of food waste compost and its effect on the growth of dwarf crape jasmine. *Jurnal Kejuruteraan*, 33(3), 413-424.
- Ali, S. R., & Çığ, A. (2018). The effects of dosages of worm and nitrogen-phosphorus fertilizers on plant growth of *Hyacinthus* sp. in Siirt province, Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(4), 3873-3884.
- Andrzejak, R., Janowska, B., Reńska, B., & Kosiada, T. (2021). Effect of *Trichoderma* spp. and fertilization on the flowering of *Begonia × tuberhybrida* Voss. 'Picotee Sunburst'. *Agronomy*, 11(7), 1278.
- Aziz, S., Younis, A., Jaskani, M. J., & Ahmad, R. (2020). Effect of PGRs on antioxidant activity and phytochemical in delay senescence of lily cut flowers. *Agronomy*, 10(11), 1704.
- Baltazar-Bernal, O., & Jaen-Contreras, D. (2020). Arbuscular mycorrhizal fungi and fertilization in *Heliconia psittacorum* LF × *H. spathocircinata* cv. Tropics. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(1), 45-52.
- Baran, A., Çaycı, G., Kütük, C., & Hartmann, R. (2001). Composted grape marc as growing medium for hypostases (*Hypostases phyllostagya*). *Bioresour Technol*, 78, 103-106. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00171-1](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00171-1)
- Boboc, P., Buta, E., Cătană, C., & Cantor, M. (2021). The influence of fertilization regime on plants growth of

- Passiflora caerulea*. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*, 65(1), 599-606.
- Bowman, D.C., Paul, J.L. ve Carlson, R.M. (1988). A method to exclude nitrate from Kjeldahl digestion of plant tissues. *Communications in soil science and plant analysis*, 19(2), 205-213.
- Brînză, I., Bărbulescu, A., & Dăscălescu, R. (2019). The effect of different fertilization rates on the flowering capacity and flower size of *Lilium regale*. *Journal of Horticultural Science*, 54(4), 233-245.
- Cristiano, G., Vuksani, G., Tufarelli, V., & De Lucia, B. (2018). Response of weeping lantana (*Lantana montevidensis*) to compost-based growing media and electrical conductivity level in soilless culture: first evidence. *Plants*, 7(24), 1-11. <https://doi.org/10.3390/plants7010024>
- Dhiman, M. R., Moudgil, S., Parkash, C., Kumar, R., & Kumar, S. (2018). Biodiversity in *Lilium*: A Review. *International Journal of Horticulture*, 8(8), 83-97.
- Du, Y. P., Bi, Y., Zhang, M. F., Yang, F. P., Jia, G. X., & Zhang, X. H. (2017). Genome size diversity in *Lilium* (Liliaceae) is correlated with karyotype and environmental traits. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1303.
- Durmuş, M., & Kızılkaya, R. (2018). Domates üretim atık ve artıklarından kompost eldesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6(2), 95-100.
- El-Sayed, S. F., Hassan, H. A., Abul-Soud, M., & Gad, D. A. (2016). Effect of different substrates and nutrient solutions on vegetative growth, mineral content, production and fruit quality of strawberry. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 43, 1919-1938.
- 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.
- Graceson, A., Hare, M., Hall, N., & Monaghan, J. (2014). Yeşil çatılar için yetiştirme ortamlarında inorganik substratların ve kompostlanmış yeşil atıkların kullanımı. *Biyosistem Mühendisliği*, 124, 1-7.
- Hajizadeh, H. S., Mortazavi, S. N., Tohidi, F., Helvacı, H. Y. M., Alas, T., & Okatan, V. (2022). Effect of mutation induced by gamma-irradiation in ornamental plant *Lilium* (*Lilium longiflorum* cv. Tresor). *Pakistan Journal of Botany*, 54(1), 223-230.
- Jones, J. B. Jr. (2001). *Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis*.pp. 1-357. *CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC, New York*.
- Karagüzel, Ö. (2020). Effects of different growing media on the cut flower performances of oriental two *Lilium* varieties. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 13(5), 85-92.
- Kato, T., Suzuki, A., & Oda, H. (2005). Nitrogen deficiency effects on plant growth and yield in rice. *Field Crops Research*, 92(2-3), 215-225.
- 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.
- Khomami, A. M., Padasht, M. N., Lahiji, A. A., & Mahtab, F. (2019). Reuse of peanut shells and Azolla mixes as a peat alternative in growth medium of *Dieffenbachia amoena* 'Tropic Snow'. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(2), 151-157.
- Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S. H., Ding, L., & Fan, T. (2010). Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. *Geoderma*, 158(3-4), 173-180.
- 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.
- Ma, W., Abdulai, A., & Goetz, R. (2018). Agricultural cooperatives and investment in organic soil amendments and chemical fertilizer in China. *American Journal of Agricultural Economics*, 100(2), 502-520.
- Maas, E. V. (1986). Salt tolerance of plants. *Applied Agricultural Research*, 1, 12-26.
- Marques, J., Silva, M., & Pereira, R. (2014). The influence of nutrient deficiency on plant growth and the role of fertilization in improving plant development. *Journal of Plant Nutrition*, 37(7), 1028-1040.
- Medina, E., Paredes, C., Pérez-Murcia, M. D., Bustamante, M. A., & Moral, R. (2009). Spent mushroom substrates as component of growing media for germination and growth of horticultural plants. *Bioresource Technology*, 100(18), 4227-4232.

- Miller, R.O. (1998). High temperature oxidation; dry ashing, in Y.P. Kalra, Ed., *Handbook of Reference Methods for Plant Analysis*, CRC Press, Boca Raton, FL, 53-56.
- Najarian, A. ve Souri, M.K. (2020). Influence of sugar cane compost as potting media on vegetative growth, and some biochemical parameters of *Pelargonium × hortorum*. *Journal of Plant Nutrition*, 43(17), 2680-2684.
- Nguyen, V. Y., Rai, R., Kim, J. H., Kim, J. Y., & Na, J. K. (2021). Ecogeographical variations of the vegetative and floral traits of *Lilium amabile* Palibian. *Journal of Plant Biotechnology*, 48(4), 236-245.
- Nofal, A., El-Kholy, A., & Al-Ahmed, T. (2021). Impact of 2 g pot⁻¹ application on the development of *Tagetes erecta*. *Plant Growth Regulation*, 70(1), 21-32.
- Özzambak, E., & Zeybekoğlu, E. (2004). *Serada topraksız gerbera yetiştiriciliği ve bazı yetiştirme ortamlarının karşılaştırılması*. İzmir Ticaret Odası.
- Papafotiou, M., Mellos, K., & Chatzipavlidis, I. (2017). The combined effect of green-waste compost and fertilization on growth of *Ficus benjamina*. In *International Symposium on Greener Cities for More Efficient Ecosystem Services in a Climate Changing World*, 1215 (pp. 143-146).
- Richards, L. A. (Ed.). (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. United States Department of Agriculture Handbook, 94 p.
- Sun, X., Luo, Y., Han, G., & Zhang, W. (2022). Effects of semi-decomposed weeds as substrate on plant growth, antioxidant capacity, and leaf nutrition of plum trees. *Journal of Plant Nutrition*, 46(6), 823-834.
- Vâșcă-Zamfir, D., Bălan, D., Luță, G., Gherghina, E., & Tudor, V.C. (2019). Effect of fertilization regime on *Murraya exotica* plants growth and bioactive compounds. *Romanian Biotechnological Letters*, 24(2), 245-253.
- Winhelmann, L., Glendinning, R., & Browne, S. (2018). The effect of varying fertilizer doses on the growth of *Angelonia integerrima*, with the optimal dose at 7.2 g L⁻¹. *Horticultural Science*, 53(3), 154-162.
- Yang, W., & Zhang, L. (2022). Biochar and cow manure organic fertilizer amendments improve the quality of composted green waste as a growth medium for the ornamental plant *Centaurea Cyanus* L. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(30), 45474-45486.
- 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.
- Zulfiqar, F., Younis, A., Asif, M., Abideen, Z., Allaire, S. E., & Shao, Q. S. (2019). Evaluation of container substrates containing compost and biochar for ornamental plant *Dracaena deremensis*. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 56(3), 613-621.