



## Acceleration of the Growth of Dahlia (*Dahlia sp.*) Plants Grown with a Growth Retardant with Gibberellic Acid<sup>#</sup>

Onur Sefa Alkaç<sup>1,a,\*</sup>, Esra Öndes<sup>1,b</sup>, Rümeyza Temir<sup>1,c</sup>, Esat Tuncel<sup>1,d</sup>, Mehmet Emin İşbilir<sup>1,e</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat, Türkiye

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><sup>#</sup>This study was presented at the 6th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress (Kütahya, TARGID 2022)</p> <p>Research Article</p> <p>Received : 30.10.2022 Accepted : 29.11.2022</p> <p>Keywords: Paclobutrazol Plant Growth Regulator Diameter Plant Height Biomass</p>	<p>In this study, 0, 25, 50, and 100 ppm concentrations of paclobutrazol were applied to dahlia seeds. In order to eliminate the possible retarding effects of paclobutrazol, GA<sub>3</sub> was applied by spraying on leaves at doses of 0, 100, and 200 ppm 1 week after planting the seedlings in pots. At the end of the study, 25 ppm paclobutrazol application showed better results compared to the control (4.68 cm-67.59%) at seedling height (5.08 cm) and germination rate (80.56%). As the doses of paclobutrazol increased, there was a decrease in the specified parameters. In the second stage, although there were no statistical differences in terms of plant growth in the seedlings treated with paclobutrazol alone, 50 ppm paclobutrazol application plant height (47.87 cm) and plant stem diameter (6.55 mm), 0 ppm paclobutrazol application root wet weight (7.02 g) and 50 ppm paclobutrazol application. The application showed the best results in root length (22.70 cm). In GA<sub>3</sub> applications at different concentrations, the 100 ppm GA<sub>3</sub> application gave the best results in terms of plant growth compared to other applications. With the combination of paclobutrazol and GA<sub>3</sub> applications, 50 ppm paclobutrazol and 100 ppm ga<sub>3</sub> applications were more effective in plant growth. It was concluded that 25 ppm paclobutrazol could be used for height control of seedlings in terms of growth and flowering, and 100 ppm GA<sub>3</sub> should be applied to eliminate possible retarding effects and quality plant growth.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11(1): 104-111, 2023

## Büyüme Geciktirici ile Yetiştirilen Dahlia Bitkilerinin Gibberellik Asit ile Büyümesinin Hızlandırılması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 30.10.2022 Kabul : 29.11.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Paclobutrazol Bitki Büyüme Düzenleyici Çap Bitki Boyu Biyokütle</p>	<p>Bu çalışmada, dahlia tohumlarına 0, 25, 50 ve 100 ppm dozlarında paclobutrazol uygulaması yapılmıştır. Paclobutrazol 'un sağladığı olası geciktirici etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla fidelerin saksılara dikiminden 1 hafta sonra 0, 100 ve 200 ppm dozlarında yaprakdan püskürtülerek GA<sub>3</sub> uygulaması yapılmıştır. Çalışma sonunda, fide döneminde, fide boyunda (5,08 cm) ve çimlenme oranında (%80,56) 25 ppm paclobutrazol uygulaması kontrole göre (4,68 cm-%67,59) iyi sonuçlar göstermiştir. Paclobutrazol dozları arttıkça belirtilen parametrelerde düşüşler yaşanmıştır. İkinci aşamada ise, paclobutrazol uygulamaları yapılmamış olup tohumdan uygulanan paclobutrazol ile yetiştirilen fidelere GA<sub>3</sub> uygulaması yapılmıştır. Paclobutrazol uygulamaları yapılan ancak GA<sub>3</sub> uygulanması bulunmayan fidelerin bitki gelişimi açısından istatistiksel farklılıklar çıkmamasına rağmen 50 ppm paclobutrazol uygulaması bitki boyu (47,87 cm) ve bitki gövde çapında (6,55 mm), 0 ppm paclobutrazol uygulaması kök yaş ağırlığı (7,02 g) ve 50 ppm paclobutrazol uygulaması ise kök uzunluğunda (22,70 cm) en iyi sonuçları göstermiştir. Farklı konsantrasyonlardaki GA<sub>3</sub> uygulamalarında ise 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulaması diğer uygulamalara kıyasla bitki gelişimi açısından en iyi sonuçları vermiştir. Paclobutrazol ve GA<sub>3</sub> uygulamalarının kombine edilmesiyle bitki gelişiminde ağırlıklı olarak 50 ppm paclobutrazol ve 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulamaları daha etkili olmuştur. Fidenin büyüme ve çiçeklenme açısından boy kontrolünde 25 ppm paclobutrazol kullanılabileceği, kaliteli bitki gelişimi ve olası geciktirici etkileri ortadan kaldırmak için 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulanması gerektiği sonucuna varılmıştır.</p>

<sup>a</sup> [onursefa.alkac5018@gop.edu.tr](mailto:onursefa.alkac5018@gop.edu.tr)

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

<sup>c</sup> [rumeysatimir5@gmail.com](mailto:rumeysatimir5@gmail.com)

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

<sup>e</sup> [hymehmetemintr@gmail.com](mailto:hymehmetemintr@gmail.com)

<sup>e</sup> <http://orcid.org/0000-0002-9022-3624>

<sup>b</sup> [esra.ondes2218@gop.edu.tr](mailto:esra.ondes2218@gop.edu.tr)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7723-556X>

<sup>d</sup> [esat.tuncel@hotmail.com](mailto:esat.tuncel@hotmail.com)

<sup>d</sup> <http://orcid.org/0000-0002-7256-9488>



## Giriş

Dahlia *Asteraceae* familyasına ait 37 türden oluşan Meksika'ya ait olan bir bitki türüdür (Castro ve ark., 2015). Yaklaşık 20.000 çeşidi olan Dahlia dünya çapında yaygın olan, kesme çiçek ve saksı bitkisi olarak kullanılan bir süs bitkisidir (Arenas ve diğerleri, 2011, Jiménez, 2015). Günümüzde tüketiciler yeşil ve homojen yapraklı olan, kompakt büyüyen saksılı çiçekleri tercih ederler. Bu yapıda çiçekleri yetiştirmek için özel uygulamalar gereklidir. Bunlardan biri, paclobutrazol gibi bitki büyüme düzenleyicilerinin uygulanmasıdır (Rugayah ve ark., 2020). Paclobutrazol (PBZ), giberellinlerin biyosentezini inhibe ederek vejetatif bitki büyümesinin baskılanmasını sağlar. Gibberellin sentezinde kauren ve kaurenoid asit arasındaki oksidatif reaksiyon, PBZ tarafından inhibe edilir ve bu da bitki gövdelerinin baskılanmasına neden olur (Soumya ve ark., 2017). Süs bitkilerinde PBZ ise, yapraklar, gövdeler, soğanlar ve kökler tarafından emilebilir ve daha sonra ksilem yoluyla hücre bölünmesini engelleyerek bitki büyümesini geciktirir (Francescangeli ve ark., 2007). Ayrıca, paclobutrazol, triazol kimyasal grubuna aittir (Seesangboon ve ark., 2018) ve giberellinlerin sentezini bloke ederek bitkinin vejetatif büyümesini engeller (Chen ve ark., 2020), bu da bitki vejetatif büyümeyi kısıtlar. Paclobutrazol'un etkinliği türler arasında farklılık gösterir ancak esas olarak dozaja ve bitkilerin fizyolojik ve çevresel koşullarına bağlıdır (Blaikie ve ark., 2004). Paclobutrazolun ayrıca bitki doku kültürlerinde kök oluşumunu teşvik ettiği (Vaičiukynė ve ark., 2018), biyotik ve abiyotik stresin bitki kallus üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletmek için reaktif oksijen türlerinin temizlenmesini artırdığı rapor edilmiştir (Hajjhashemi ve Ehsanpour, 2014; Hajjhashemi ve ark., 2018) ve bitkilerde doğrudan somatik embriyogenezi teşvik ettiği bildirilmiştir (Moradi ve ark., 2017; Xu ve ark., 2022). PBZ, püskürtme ve dikim ortamı aracılığıyla sulama veya gövdeden enjeksiyon yoluyla uygulanabilir (Rugayah ve ark., 2020).

Bitkiler vejetatif fazdan generatif faza geçtikten belirli bir zaman sonra çiçeklenme meydana gelir (Boss ve ark., 2004). Giberellik asit ise (GA<sub>3</sub>) çiçeklenmenin uyarımı için bir mobil sinyal vericisi görevi görür (Kobayashi ve Veigel, 2007). Ayrıca giberellik asit (GA<sub>3</sub>) bitkilerde bulunan ve düşük miktarlarda üretilen de bir hormondur. Sentetik GA<sub>3</sub> ise, ticari tarımda yaygın olarak kullanılan bitki büyümesi ve gelişimi üzerindeki olumlu etki yapan tarım ve bahçecilik endüstrisinde çoğu uygulamada kullanılan doğal bir bitki düzenleyicidir. GA<sub>3</sub>'nın, tohum çimlenmesini teşvik etmesi (Lee ve ark., 2016; Urbanova ve Leubner-Metzger, 2018), juvenil fazın kısaltılması, yaprak genişlemesi ve gelişimi, gövde uzaması (Oh ve Kim, 2014; Oh ve ark., 2015), erken çiçeklenme (Alshakhaly ve Qrunfleh, 2018;) ve meyve gelişimine olumlu etkileri vardır. *Arabidopsis thaliana* (thale teresi) (Wilkie ve ark., 2008), *Brunonia australis* R.Br. (mavi iğne yastığı veya yerli peygamber çiçeği) (Wilson ve ark., 1992), bitkilerinde çiçeklenmeye destek verdiği çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışmada, dahlia tohumlarına farklı dozlarda paclobutrazol uygulanarak fide büyümesinin kontrol altına alınması ve fidelerin saksılara dikimiyle beraber yapraklardan giberellik asit uygulanarak sera koşullarında bitkilerdeki geciktirici etkilerin daha hızlı giderilmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Araştırmada Tasaco Tohumculuk A.Ş. (Antalya, Türkiye) firmasından satın alınan Dahlia '*Figaro Violet Shade*' çeşidi tohumları kullanılmıştır. Tohumlara büyüme geciktirici olarak "Bonzi" ticari unvanına sahip triazol sınıfı paclobutrazol uygulanmıştır (4 g/L aktif madde, Syngenta Crop Protection Canada, Inc.) ve giberellik asit (Megafil tablet, Doğal Zirai Kimyasallar Şirketi, Antalya) dikim öncesi fidelere uygulanmıştır.

### Yöntem

#### Tohumlara Paclobutrazol Uygulanması (1. Deneme)

Dahlia tohumlarına, dört farklı Paclobutrazol (PP 333) dozu (0 (saf su), 25, 50 ve 100 ppm) uygulanmıştır. Tohumlar 2 saat oda sıcaklığında (20±1°C) paclobutrazol solüsyonlarında bekletilmiştir. Tohumlar ekime kadar da oda sıcaklığında bekletilmiştir.

#### Fidelerin Yetiştirilmesi (1. Deneme)

Paclobutrazol uygulaması yapılan tohumlar, 2022 yılında, maksimum/minimum iç sıcaklığı 32/12°C olan, ısıtmalı polikarbon bir serada yetiştirilmiştir. Fide yetiştirmek için 2:1 oranında torf:perlit karışımı hazırlanmış ve 108 gözlü viyollere (hacmi 30 cc) doldurulmuştur. Tohumlar 28/03/2022 tarihinde ekilmiş ve fideler dikime uygun boyuta gelinceye kadar bakıma alınmıştır (Vural ve ark., 2000). Dahlia fidelerine 6 Mayıs (40 gün) ve 16 Mayıs (50 gün) tarihlerinde iki kez, 26 Mayıs'ta (60 gün) bir kez 150 ppm NPK gübre çözeltisi püskürtülmüştür. Bitki başına topraktan 1,8 ppm NPK gübresi uygulanmıştır.

#### Fidelerde GA<sub>3</sub> Uygulamaları (2. Deneme)

1. Deneme sonunda, 4 farklı konsantrasyonda paclobutrazol uygulanan tohumlar 50 gün sonra fide haline gelmiştir. Paclobutrazol uygulanan tohumlardan elde edilen 50 günlük fideler üzerinde 0 (Kontrol-su), 100 ve 200 ppm GA<sub>3</sub> dozları test edilmiştir. 16/05/2022 tarihinde (50 gün) fidelerin yapraklarına viyol başına toplam 50 mL GA<sub>3</sub> solüsyonu püskürtülmüştür.

#### Fide Dikimi

Dahlia fideleri ağız çapı 20 cm, yüksekliği 19 cm ve taban çapı 17 cm olan (hacim 5 litre) saksılara her saksıda 2'ser adet olmak üzere 2:1 torf/perlit karışımı ile doldurulmuş 06/05/2022 (50 gün) tarihinde dikilmiştir. Dikimden sonra tüm kültürel işlemler zamanında yapılmıştır. Fide dikiminden 10 gün sonra 20-20-20 NPK+ME gübresinden EC 1200 µS/cm olacak şekilde gübreleme işlemi yapılmıştır.

#### Yapılan Ölçümler

Dahlia tohumlarının viyollere ekimi ve bitkilerin saksılara dikiminden sonraki gözlem periyotları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Fide ve bitkilerin gözlem periyodu.

Table 1. Seedling and reptile observation period.

Gözlem Periyotları	Ölçüm Tarihleri	Bitki Yaşı (günler)	Yetiştirme Yeri
1. Gözlem	21/04/2022	25	Viyol
2. Gözlem	16/05/2022	50	Viyol
3. Gözlem	26/05/2022	60	Saksı
4. Gözlem	30/05/2022	64	Saksı

Fide boyları, tohum ekiminden sonra 25. ve 50. günlerde on adet *Dahlia* fidesinin toprak seviyesinden büyüme ucuna kadar kumpasla ölçülerek belirlenmiştir. Fidelerin gövde çapları 60. günde dijital kumpas ile kök boğazının 1 cm üzerinden milimetre (mm) cinsinden ölçülmüştür. Çalışma kapsamında, dikim sonrası 5 bitki üzerinde ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümlerde; bitki boyu (toprak seviyesinden büyüme ucuna kadar), gövde çapı (kök boğazının 1 cm yukarısında), bitki boyunun gövde çapına oranı, çiçek sayısı, çiçek çapı, çiçek sap uzunluğu, yaprak sayısı, SPAD değeri, bitki yaş ve kuru ağırlığı (gövde ve yaprak karışımları) (72 saat için 70 °C) parametreleri incelenmiştir. Çalışma 3 tekerrürlü olarak kurgulanmıştır ve tekerrür başına 36 adet tohum ekimi yapılmıştır.

### Verilerin Analizi

Veriler, IBM SPSS Statistics 26.0 paket yazılımı ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testinde uygulamalar arasındaki anlamlı farkların  $P < 0,05$  anlamlılık düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Tablolarda, sütundaki farklı harfler, Duncan Testine göre  $P < 0,05$ 'te önemli farklılıkları göstermektedir.

### Bulgular

#### *Paclobutrazol Uygulamasının Tohum Çimlenmesi ve Fide Boyuna Etkisi*

Paclabutrazol uygulamasının *Dahlia*'nın çimlenme oranına ve fide boyuna etkisi Şekil 1'de gösterilmiştir. 25. ve 40. gün fide boyu ölçümlerinde 100 ppm paclabutrazol uygulamasının, fide boylarında geciktirici etkide olduğu gözlemlenmiştir. En iyi çimlenme oranının 25 ppm paclabutrazol uygulamasında olduğu saptanmıştır (Şekil 1).

#### *Paclobutrazol Uygulamalarının Dahlia Bitkisindeki Bazı Kalite Kriterlerine Etkisi*

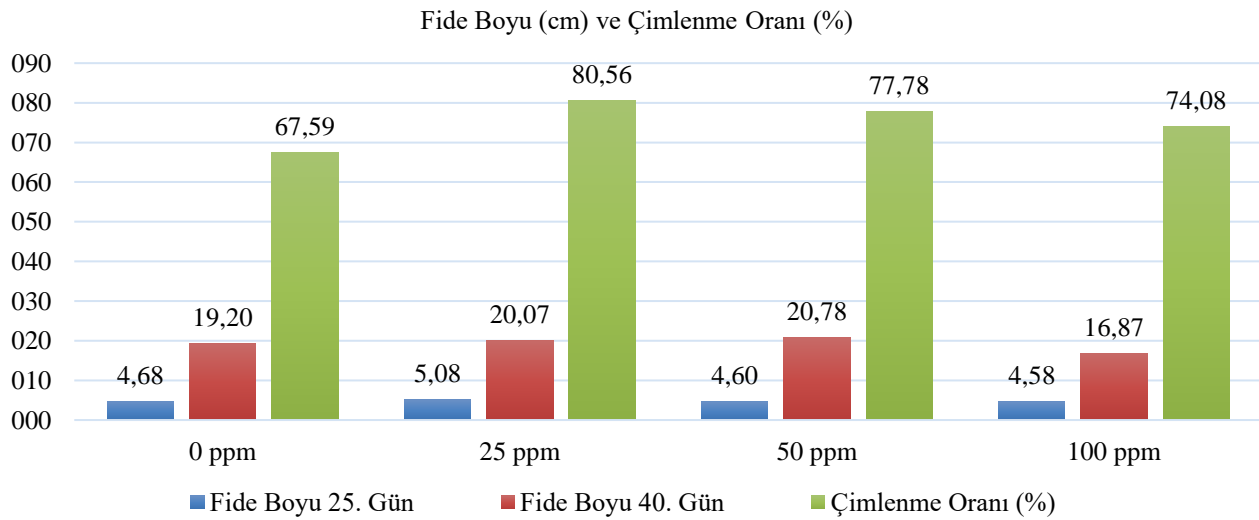
*Dahlia* tohumlarına farklı konsantrasyonlarda paclabutrazol uygulaması sonucunda, *Dahlia* bitkisinde

PBZ'nin etkileri çiçek sayısı parametresinde istatistiksel olarak önemli bulunurken ( $0,026 < 0,05$ ) diğer parametrelerde ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ).

Bitki boyu parametresinde en yüksek değer (47,87 cm) PBZ 50 ppm uygulamasında, en düşük (40,92 cm) bitki boyu ise PBZ uygulamasının yapılmadığı (PBZ 0) bitkilerde ölçülmüştür. Bitki gövde çapına bakıldığında 50 ppm PBZ uygulamasının en yüksek değere (6,55 mm) sahip olduğu, 25 ppm ve 100 ppm PBZ uygulamalarında ise en düşük değer (6,52 mm) tespit edilmiştir. Çiçek çapında, 100 ppm PBZ uygulaması sonucunda en yüksek değer (81,12 mm) ölçüldüğü, PBZ uygulanmadığında ise en düşük değere (76,79 mm) sahip olduğu gözlemlenmiştir. İstatistiksel olarak önemli bulunan çiçek sayısı parametresinin en yüksek değerinin (6,00 adet) PBZ 0 uygulamasında, en düşük değerinin (4,61 adet) 50 ppm PBZ uygulamasındaki bitkilerde ölçülmüştür. En fazla yaprak sayısının (76,92 adet) PBZ 0 dozunda, en az (58,71 adet) değer ise PBZ 50 dozunda olduğu görülmüştür. SPAD değeri incelendiğinde, 50 ppm PBZ dozunun en düşük değerde (38,24) olduğu, 0 ppm PBZ dozunun ise en yüksek değerde (41,16) olduğu bulunmuştur. Yaş biyokütle miktarı en düşük (74,26 g) 50 ppm PBZ uygulamasında, en yüksek (79,23 g) 0 ppm PBZ uygulamasında saptanmıştır. En düşük (20,92 g) kuru biyokütle miktarı PBZ 50 ppm dozunda, en yüksek (25,83 g) kuru biyokütle miktarı ise kontrol uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 2).

#### *Paclobutrazol Uygulamalarının Fenolojiye ve Kök Gelişimine Etkisi*

Farklı konsantrasyonlarda Paclabutrazol uygulanan *dahlia* tohumlarına ve sonrasında elde edilen fidelerinde uygulamaların fenolojik tarihlere ve kök gelişimine etkisine bakıldığında kök yaş ağırlığı ( $0,035 < 0,05$ ) ve kök uzunluğu ( $0,003 < 0,01$ ) parametresi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, diğer parametreler önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).



Şekil 1. Farklı konsantrasyonlardaki paclobutrazol uygulamalarının *dahlia* bitkisindeki 25. ve 40. gündeki fide boyuna ve çimlenme oranına etkileri.

Figure 1. Effects of paclobutrazol applications at different concentrations on seedling height and germination rate on 25th and 40th days of *dahlia* plant.

Çizelge 2. Paclobutrazol uygulanan tohumlardan elde edilen bitkilerde bazı morfolojik parametreler.

Table 2. Some morphological parameters in plants obtained from seeds treated with paclobutrazol.

PK	BB (cm)	BGÇ (mm)	ÇÇ (mm)	ÇS (mm)	YS (adet)	SPAD	YB (g)	KB (g)
0	40,92	6,53	76,79	6,00a	76,92	41,16	79,23	25,83
25	44,29	6,52	77,23	4,96b	61,84	39,37	76,76	25,06
50	47,87	6,55	77,83	4,61b	58,71	38,24	74,26	20,92
100	43,00	6,52	81,12	5,37ab	63,02	39,83	75,37	24,00
Önemlilik Düzeyi	0,140 <sup>öd</sup>	0,999 <sup>öd</sup>	0,645 <sup>öd</sup>	0,026*	0,080 <sup>öd</sup>	0,514 <sup>öd</sup>	0,732 <sup>öd</sup>	0,121 <sup>öd</sup>

PK: Paclobutrazol Konsantrasyonu (ppm); BB: Bitki Boyu (cm), BGÇ: Bitki Gövde Çapı (mm), ÇÇ: Çiçek Çapı (mm), ÇS: Çiçek Sayısı (adet), YS: Yaprak Sayısı (adet), YB: Yaş Biyokütle (g), KB: Kuru Biyokütle (g), \*: P<0,05, öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 3. Paclobutrazol uygulanan tohumlardan elde edilen bitkilerde fenolojik tarihler ve kök gelişimi parametreleri.

Table 3. Phenological dates and root growth parameters of plants obtained from seeds treated with paclobutrazol.

PK	THGS (gün)	FHGS (gün)	KYA (g)	KKA (g)	KU (cm)
0	64,67	15,67	7,02a	2,73	21,23a
25	65,78	16,78	5,17b	2,86	17,35b
50	65,89	16,89	6,56a	2,37	22,70a
100	65,11	16,11	6,54a	2,73	21,23a
Önemlilik Düzeyi	0,787 <sup>öd</sup>	0,787 <sup>öd</sup>	0,035*	0,519 <sup>öd</sup>	0,003**

PK: Paclobutrazol Konsantrasyonu (ppm); THGS: Tohumdan Hasada Geçen Süre (gün), FHGS: Fideden Hasada Geçen Süre (gün), KYA: Kök Yaş Ağırlığı (g), KKA: Kök Kuru Ağırlığı (g), KU: Kök Uzunluğu (cm), \*\*: P<0,01, \*: P<0,05, öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 4. Farklı konsantrasyonlardaki GA<sub>3</sub> uygulamalarının dahlia bitkisindeki bazı kalite kriterlerine etkisi.

Table 4. The effects of GA<sub>3</sub> applications at different concentrations on some quality criteria in dahlia plant.

	BB (cm)	BGÇ (mm)	ÇÇ (mm)	ÇS (mm)	YS (adet)	SPAD	YB (g)	KB (g)
0	39,99b	6,18b	85,28a	4,63b	59,93	39,96	73,26	21,80
100	46,44a	6,82a	75,69b	5,21ab	65,40	39,00	78,97	24,88
200	45,64a	6,59a	73,77b	5,87a	70,04	39,99	76,99	24,75
Önemlilik Düzeyi	0,025*	0,006**	0,000**	0,012*	0,327 <sup>öd</sup>	0,803 <sup>öd</sup>	0,340 <sup>öd</sup>	0,275 <sup>öd</sup>

GK: GA<sub>3</sub> Konsantrasyonu (ppm); BB: Bitki Boyu (cm), BGÇ: Bitki Gövde Çapı (mm), ÇÇ: Çiçek Çapı (mm), ÇS: Çiçek Sayısı (adet), YS: Yaprak Sayısı (adet), YB: Yaş Biyokütle (g), KB: Kuru Biyokütle (g), \*\*: P<0,01, \*: P<0,05, öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Kök yaş ağırlığına bakıldığında PBZ 0 dozunun en yüksek (7,02 g) olduğu, PBZ 25 dozunun en düşük uygulama (5,17 g) olduğu görülmüştür. Kök uzunluğu parametresi incelendiğinde 50 ppm paclobutrazol uygulamasının en yüksek değerinde (22,70 g), 25 ppm paclobutrazol uygulamasının en düşük değerinde (17,35 g) olduğu gözlemlenmiştir. Kök kuru ağırlığında PBZ 25 uygulamasının en yüksek (2,86) olduğu, PBZ 50 uygulamasının en düşük olduğu (2,37 g) tespit edilmiştir. Tohumdan hasada kadar geçen en uzun gün sayısı (65,89 gün) 50 ppm paclobutrazol uygulamasında, en kısa gün sayısı (64,67 gün) kontrol (saf su) uygulamasında ölçülmüştür. Fideden hasada kadar geçen en uzun gün sayısı (16,89 gün) 50 ppm paclobutrazol uygulamasında, en kısa gün sayısı (15,67 gün) paclobutrazolun uygulanmadığında bulunmuştur (Çizelge 3).

#### GA<sub>3</sub> Uygulamalarının Bazı Kalite Kriterlerine Etkisi.

Paclobutrazol uygulanan tohumlarda 25. ve 40. günlerde fide gelişimi incelenmiştir. 50. günden itibaren ise sadece farklı konsantrasyonlarda GA<sub>3</sub> uygulamaları yapılmıştır. Dahlia bitkisine farklı konsantrasyonlarda GA<sub>3</sub> uygulamasının bitki boyu (P<0,05), bitki gövde çapı (P<0,01), çiçek çapı (P<0,01) ve çiçek sayısı (P<0,05) parametrelerine etkisi önemli bulunurken, yaprak sayısı, SPAD değeri, yaş biyokütle ve kuru biyokütle parametrelerine etkisi önemli bulunmamıştır (P>0,05).

En yüksek bitki boyu (46,44 cm) 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulamasında, en düşük bitki boyu kontrol (39,99 cm) uygulamasında gözlemlenmiştir. Bitki gövde çapına bakıldığında en yüksek değer 100 ppm GA<sub>3</sub> (6,82 mm)

dozunda, en düşük değer kontrol (6,18 mm) grubunda bulunmuştur. Çiçek çapı parametresinde GA<sub>3</sub> uygulanmadığında (85,28 mm) en yüksek değer, 200 ppm GA<sub>3</sub> (73,77 mm) dozu uygulandığında en düşük değer görülmüştür. En yüksek çiçek sayısı 200 ppm GA<sub>3</sub> (5,87 adet) uygulamasında, en düşük çiçek sayısı kontrol (4,63 adet) uygulamasında ölçülmüştür. Yaprak sayısı parametresine bakıldığında GA<sub>3</sub> uygulanmadığında en düşük değer (59,93 adet), 200 ppm GA<sub>3</sub> (70,04 adet) uygulandığında en yüksek değer dozunda bulunmuştur. SPAD değeri ölçüldüğünde en düşük değer 100 ppm GA<sub>3</sub> (39,00) uygulamasında, en yüksek değer 200 ppm GA<sub>3</sub> (39,99) uygulamasında görülmüştür. Yaş biyokütleye bakıldığında en düşük kontrol (73,26 g) uygulamasında, en yüksek ise 100 ppm GA<sub>3</sub> (78,97 g) dozunda gözlemlenmiştir. En düşük kuru biyokütle kontrol (21,80 g) uygulamasında, en yüksek 100 ppm GA<sub>3</sub> (24,88 g) uygulamasında olduğu saptanmıştır (Çizelge 4).

#### GA<sub>3</sub> Uygulamalarının Fenolojiye ve Kök Gelişimine Etkisi

Dahlia bitkisinde GA<sub>3</sub> uygulamasının fenolojik tarihlere ve kök gelişimine etkisi tüm parametrelerde istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05). Tohumdan hasada kadar geçen en uzun süre kontrol (66,83 gün) uygulanmasında, en kısa süre 200 ppm GA<sub>3</sub> (64,42 gün) uygulamasında bulunmuştur. Kök yaş ağırlığı parametresinde en düşük değer 200 ppm GA<sub>3</sub> (5,91 g) dozunda, en yüksek değer kontrol (6,54 g) dozunda gözlemlenmiştir. Kök uzunluğunda en düşük değer 200 ppm GA<sub>3</sub> (19,99 cm) uygulamasında, en yüksek değer kontrol (21,05 cm) uygulamasında görülmüştür. En yüksek

kök kuru ağırlığı kontrol (2,79 g) uygulamasında, en düşük kök kuru ağırlığı 100 ppm GA<sub>3</sub> (2,60 g) uygulamasında saptanmıştır. Fideden hasada kadar geçen en uzun süre kontrol (17,83 gün) dozunda, en kısa süre 200 ppm GA<sub>3</sub> (15,42 gün) dozunda bulunmuştur (Çizelge 5).

#### **Paclobutrazol ve GA<sub>3</sub> Uygulamalarının Kalite Kriterlerine Birleşik Etkisinin Değerlendirilmesi**

Dahlia bitkisinde paclobutrazol ve GA<sub>3</sub>'nin kombine edilmesiyle çiçek çapı, çiçek sayısı ve kuru biyokütle etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05). Diğer parametrelere etkisi ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05). Çizelge 6 incelendiğinde, paclobutrazol uygulanan ve uygulanmayan tohumlardan 50. gün itibarıyla elde edilen fideler saksılara dikilmiştir. Dikimi yapılan fidelere ise 0, 100 ve 200 ppm dozlarında GA<sub>3</sub> uygulaması yapılmıştır.

Paclobutrazol ve GA<sub>3</sub> uygulamalarının birleşik etkisinin değerlendirildiğinde, en yüksek bitki boyu, tohumdan 50 ppm PBZ ve fide aşamasında 100 ppm GA<sub>3</sub> (51,80 cm) uygulamasında, en düşük bitki boyu ise (32,08 cm) kontrol uygulamasında bulunmuştur. Bitki gövde çapı parametresinde en yüksek değer PBZ uygulamasının yapılmadığı ve fide aşamasında 100 ppm GA<sub>3</sub> (7,13 mm) uygulamasının bulunduğu, en düşük değer ise kontrolde (5,71 mm) gözlemlenmiştir. Çiçek çapında en yüksek değer, tohumdan 25 ppm PBZ uygulanan ve GA<sub>3</sub> uygulanmayan (86,60 mm), en düşük değer (69,10 mm) ise tohumdan 25 ppm PBZ uygulaması yapılan ve 200 ppm GA<sub>3</sub> dozu verilerin bitkilerde gözlemlenmiştir. En yüksek çiçek sayısı (7,26 adet), paclobutrazol uygulanması bulunmayan ancak fide

aşamasında 200 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan, en düşük çiçek sayısı ise (3,75 adet) tohuma 25 ppm PBZ uygulanan ve GA<sub>3</sub> uygulaması bulunmayan çiçeklerde saptanmıştır. Yaprak sayısı incelendiğinde en yüksek değer (97,81 adet) paclobutrazol uygulaması bulunmayan ve 200 ppm dozunda GA<sub>3</sub> uygulanan, en düşük değer ise (50,25 adet) 50 ppm PBZ uygulanan ve GA<sub>3</sub> uygulaması yapılmayan bitkilerde ölçülmüştür. En yüksek SPAD değeri (43,70) PBZ uygulanmayan ve 200 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan, en düşük SPAD değeri ise (36,53) paclobutrazol uygulaması bulunmayan ve 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan bitkilerde saptanmıştır. En yüksek yaş biyokütle oranı (83,52 g) tohumlara paclobutrazol uygulaması yapılmayan ve fide döneminde 200 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan, en düşük yaş biyokütle oranı ise (68,02 g) 50 ppm PBZ uygulanan ancak GA<sub>3</sub> uygulaması yapılmayan bitkilerde belirlenmiştir. Kuru biyokütle parametresinde en yüksek değer (29,03 g) tohumlara paclobutrazol uygulaması yapılmayan ancak 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan, en düşük değer ise (13,28 g) tohumlara 100 ppm PBZ uygulanan ancak GA<sub>3</sub> uygulaması yapılmayan bitkilerde ölçülmüştür (Çizelge 2).

#### **Paclobutrazol ve GA<sub>3</sub> Uygulamalarının Fenolojik Tarihler ve Kök Gelişimine Birleşik Etkisinin Değerlendirilmesi**

Dahlia bitkisine tohumdan paclobutrazol ve fidelerin saksılara dikimiyle beraber (50. gün) GA<sub>3</sub> uygulamasının fenolojik tarihlere ve kök gelişimine etkileri incelendiğinde, kök uzunluğu parametresi istatistiksel olarak önemli bulunurken (P<0,05) diğer parametreler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 5. Farklı konsantrasyonlardaki GA uygulamalarının dahlia bitkisindeki fenolojik tarihlere ve kök gelişimine etkisi.

Table 5. The effects of GA applications at different concentrations on phenological dates and root development in dahlia plant.

GK	THGS (gün)	FHGS (gün)	KYA (g)	KKA (g)	KU (cm)
0	66,83	17,83	6,54	2,79	21,05
100	64,83	15,83	6,51	2,60	20,85
200	64,42	15,42	5,91	2,64	19,99
Önemlilik Düzeyi	0,079 <sup>öd</sup>	0,079 <sup>öd</sup>	0,503 <sup>öd</sup>	0,809 <sup>öd</sup>	0,733 <sup>öd</sup>

GK: GA<sub>3</sub> Konsantrasyonu (ppm); THGS: Tohumdan Hasada Geçen Süre (gün), FHGS: Fideden Hasada Geçen Süre (gün), KYA: Kök Yaş Ağırlığı (g), KKA: Kök Kuru Ağırlığı (g), KU: Kök Uzunluğu (cm), \*\*: P<0,01, \*: P<0,05, öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 6. Farklı konsantrasyonlardaki paclobutrazol ve GA<sub>3</sub> uygulamalarının dahlia bitkisindeki bazı kalite kriterlerine etkisi.

Table 6. The effects of different concentrations of paclobutrazol and GA<sub>3</sub> applications on some quality criteria in dahlia plant.

Uygulamalar		İncelenen Parametreler							
Tohum (PBZ ppm)	Fide (GA <sub>3</sub> ppm)	BB (cm)	BGÇ (mm)	ÇÇ (mm)	ÇS (mm)	YS (adet)	SPAD	YB (g)	KB (g)
0	0	32,08	5,71	83,33ab	5,68b	68,50	43,23	74,24	22,35ab
0	100	43,72	7,13	70,99c	5,06bcd	64,46	36,53	79,95	29,03a
0	200	46,96	6,73	76,04abc	7,26a	97,81	43,70	83,52	26,10ab
25	0	42,38	6,59	86,60a	3,75d	58,47	41,03	74,11	25,69ab
25	100	46,10	6,54	75,98abc	5,53b	60,72	40,10	82,52	24,90ab
25	200	44,39	6,43	69,10c	5,61b	66,32	36,97	73,64	24,58ab
50	0	43,96	6,18	84,63a	4,00cd	50,25	36,77	68,02	17,37bc
50	100	51,80	6,74	76,46abc	5,00bcd	70,00	40,30	79,93	22,80ab
50	200	47,83	6,74	72,41bc	4,82bcd	55,87	37,67	74,84	22,58ab
100	0	41,53	6,24	86,54a	5,10bcd	62,50	38,80	76,69	13,28c
100	100	44,12	6,86	79,31abc	5,22bc	66,40	39,07	73,47	19,55bc
100	200	43,36	6,45	77,51abc	5,78b	60,15	41,63	75,96	22,22ab
Önemlilik Seviyesi		0,065 <sup>öd</sup>	0,079 <sup>öd</sup>	0,001 <sup>**</sup>	0,026 <sup>*</sup>	0,070 <sup>öd</sup>	0,374 <sup>öd</sup>	0,853 <sup>öd</sup>	0,038 <sup>*</sup>

BB: Bitki Boyu (cm), BGÇ: Bitki Gövde Çapı (mm), ÇÇ: Çiçek Çapı (mm), ÇS: Çiçek Sayısı (adet), YS: Yaprak Sayısı (adet), YB: Yaş Biyokütle (g), KB: Kuru Biyokütle (g), \*\*: P<0,01, \*: P<0,05, öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 7. Farklı konstrasyonlardaki Paclobutrazol ve GA<sub>3</sub> uygulamalarının dahlia bitkisindeki fenolojik tarihlere ve kök gelişimine etkisi.

Table 7. The effects of Paclobutrazol and GA<sub>3</sub> applications in different concentrations on phenological dates and root development in dahlia plant.

Uygulamalar		İncelenen Parametreler				
Tohum (PBZ ppm)	Fide (GA <sub>3</sub> ppm)	THGS (gün)	FHGS (gün)	KYA (g)	KKA (g)	KU (cm)
0	0	64,67	15,67	7,19	2,23	24,41a
0	100	64,33	15,33	7,36	2,93	20,14abcd
0	200	65,00	16,00	6,51	3,02	19,15bcd
25	0	68,00	19,00	5,81	3,33	18,79bcd
25	100	65,33	16,33	5,16	2,82	17,70cd
25	200	64,00	15,00	4,54	2,44	15,56d
50	0	68,00	19,00	6,25	2,40	20,44abcd
50	100	65,33	16,33	7,20	2,16	22,92ab
50	200	64,33	15,33	6,23	2,56	24,75a
100	0	66,67	17,67	6,92	3,18	20,54abcd
100	100	64,33	15,33	6,32	2,50	22,64abc
100	200	64,33	15,33	6,37	2,52	20,50abcd
Önemlilik Seviyesi		0,739 <sup>öd</sup>	0,739 <sup>öd</sup>	0,467 <sup>öd</sup>	0,666 <sup>öd</sup>	0,008 <sup>**</sup>

THGS: Tohumdan Hasada Geçen Süre (gün), FHGS: Fideden Hasada Geçen Süre (gün), KYA: Kök Yaş Ağırlığı (g), KKA: Kök Kuru Ağırlığı (g), KU: Kök Uzunluğu (cm), \*\*: P<0,01, \*: P<0,05, öd: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0,05).

Bitkilerde tohumdan hasada kadar geçen en uzun süre (68,00 gün) tohumlara paclobutrazol uygulaması yapılmayan ancak 200 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan, tohumlara 50 ppm paclobutrazol ve 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulamaları yapılan bitkilerde gözlemlenmiştir. Fideden hasada kadar geçen en uzun süre ise (19,00 gün) 25 ppm PBZ uygulanan ancak GA<sub>3</sub> uygulaması bulunmayan, 50 ppm PBZ uygulaması yapılan ancak GA<sub>3</sub> uygulaması bulunmayan bitkilerde saptanmıştır. Kök yaş ağırlığı parametresinde en yüksek değer (7,36 g) PBZ uygulanmayan ve 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulaması bulunan köklerde ölçülmüştür. En yüksek kök kuru ağırlığı (3,33 g) 25 ppm PBZ uygulanan ancak GA<sub>3</sub> uygulanmayan, en düşük kök kuru ağırlığı ise (2,16 g) 50 ppm PBZ uygulanan ve 100 ppm GA<sub>3</sub> dozunda saptanmıştır. Kök uzunluğunda en yüksek değer (24,75 cm) tohumdan 50 ppm PBZ uygulanan ve 200 ppm GA<sub>3</sub> uygulaması yapılan köklerde ölçülmüştür. Bitkilerde tohumdan hasada kadar geçen gün sayısı (64,00 gün), fideden hasada kadar geçen gün sayısı (15,00 gün), kök yaş ağırlığı (4,54 g) ve kök uzunluğu (15,56 cm) parametrelerinde en düşük değer 25 ppm PBZ uygulanan ve 200 ppm GA<sub>3</sub> uygulaması yapılan bitkilerde saptanmıştır (Çizelge 7).

## Tartışma

Literatür çalışmalarına bakıldığında süs bitkilerinde tohumlara paclobutrazol uygulanmasıyla ilgili çok fazla çalışma olmadığı görülmüştür. Uçan ve Uğur (2021) domateste yaptıkları çalışmada domates fidelerine 100 ppm uygulanan paclobutrazolün kontrol fidelerine göre fide boylarında azalma meydana getirdiğini bildirmişlerdir. Uğur ve Kavak (2004), domates tohumlarına uygulanan paclobutrazol dozu artırılarak daha kısa fide boylarının elde edildiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda dahlia tohumlarına uygulanan paclobutrazolün dozları arttıkça fide boylarında geciktirici etkiye neden olmuştur. Çimlenme oranında ise 25 ppm dozuna kadar artış görüldüğü, fakat daha yüksek dozlarda uygulandığında azalış olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1). Paclobutrazol uygulanan tohumlardan elde edilen fidelerin hasada gelmesiyle beraber ise tek başına PBZ

uygulamalarının 50 ppm'e kadar boy artışı teşvik ettiği ancak 50 ppm'den sonra boy artışında düşüşe geçtiği görülmüştür (Çizelge 2). Literatürde verilen bilgilere istinaden paclobutrazolün boy üzerinde baskılayıcı etkilerinin çalışmada görülmemesinin nedeninin ise tohumla paclobutrazol uygulamaları ile dahlia bitkilerinin hasada gelme süresinin yaklaşık olarak 65 gün sürdüğü ve bu süre sonunda paclobutrazolün etkisinin kaybedildiği düşünülmektedir.

Cruz ve ark. (2022) aynısefa bitkisinde yapmış oldukları çalışmada farklı dozlarda (0-2500-5000-7500-10000 ppm) uygulanan paclobutrazolün dozları arttıkça bitki boyunda azalma olduğunu bildirmişlerdir. Çin şakayığında yapılan bir çalışmada ise PBZ uygulamasının bitki boyuna etkisi kontrolden %8,05 oranında daha düşük olduğu bildirilmiştir (Wu ve ark., 2022). Lenzi ve ark. (2015) *Dianthus barbatus* × *chinensis*'te bitkisinde PBZ'yi kullanarak bitkilerin boyunu azaltmada etkili olduğu bildirmişler ve PBZ'nin herhangi bir toksisite semptomu oluşturmadan bitki boyunu kontrol etmede etkili olduğu bulmuşlardır. *Borrichia frutescens*'de, PBZ uygulamasının bitki boyunu %54,9 oranında azalttığı bulunmuştur (Carver ve ark., 2014). Yapılan bu çalışmada ise paclobutrazol uygulamasının bitki boyuna etkisine bakıldığında 50 ppm paclobutrazol uygulamasına kadar bitki boyunda artışın gözlemlendiği ancak belirtilen dozun üzerine çıkıldığında bitki gelişimini kısıtladığı saptanmıştır. Literatürdeki bu benzer sonuçların hücre bölünmesi sürecine müdahale eden ve bitki uzamasını baskılayan PBZ'nin etkisiyle indüklenen giberellin sentezini inhibe etmesinden (Teffahun ve Menzir, 2017; Desta ve Amare, 2021) kaynakladığı düşünülmektedir.

Lailaty ve Nugroho (2022) üç krizantem çeşidindeki yaptıkları çalışmada 150 ppm PBZ'nin, Jaguar Red ve Fiji White çeşitlerinde çiçeklenme süresini kısaltmada etkili olduğunu bildirmişlerdir. Çiçek çapında Newton ve ark. (2010) PBZ uygulamasının ilk çiçeğin çapını etkilemediğini, ancak *Tagetes erecta* PBZ ile muamele edildiğinde çiçek çapının çiçeklenme aşamasında arttığını ancak solma aşaması azaldığını bulmuşlardır (Shoujun ve Wei, 2005). Farklı PBZ dozları uygulanan *C. officinalis*'in yaprak sayısında hiçbir fark gözlemlenmediğini

bildirmişlerdir (Cruz ve ark., 2022). Ghosh ve ark. (2010) *Jatropha curcas* bitkisinde yaptıkları çalışmada PBZ uygulamasının yaprak sayısındaki artışa neden olduğunu belirtmişlerdir. *Calendula officinalis* bitkilerine paclobutrazol uygulanmış ve kök uzunluklarında hiçbir fark olmadığını ve paclobutrazol uygulananların kontrole kıyasla daha kısa kökler oluşturduğunu tespit etmişlerdir (Cruz ve ark., 2022). Çalışmamızda ise PBZ'nin çiçek sayısı ve yaprak sayısına etkisinin 50 ppm dozuna kadar azaldığı daha yüksek dozlarda arttığı görülmüştür. Çiçek çapında PBZ'nin etkisi dozlar arttıkça daha iyi sonuç vermiştir. PBZ'un dozları arttıkça kök uzunluğunda azalış olduğu tespit edilmiştir.

Rabiza-Şwider ve ark. (2015) Asya melez zambağında yaptıkları çalışmada GA<sub>3</sub>'ün çiçek çapını arttırdığını tespit etmişlerdir. Bergmann ve ark. (2016) GA<sub>3</sub>'ün yapraklardan uygulanmasıyla çeşitli kesme çiçek çeşitlerinde gövde uzunluğunu arttırdığını belirtmişlerdir. Dobrowolska ve Janicka (2007) 100 ppm konsantrasyonunda GA<sub>3</sub> uygulamasının *Impatiens hawkeri* (L.) 'Riviera Pink'de çiçek sayısını arttırdığını bildirmiştir. GA<sub>3</sub> uygulaması glayöl (Kumar ve ark. 2008) ve *Polianthes tuberosa* (Asil ve ark. 2011) bitki uzunluğunu artırmıştır. Malik ve ark. (2019) aslanagözü bitkisine GA<sub>3</sub> uygulanmasıyla olumlu sonuçlar elde etmişlerdir. *Gazania*'da kullanılan GA<sub>3</sub> konsantrasyonları, 100 ppm'de çiçeklenmede iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir (Zulfiqar ve ark., 2020). Sürgün büyümesinin yanı sıra GA<sub>3</sub>, *Ficus benjamina*, *Scheera arboricola* ve *Dizigotheeca elegantissima* iç mekân bitkilerinde yaprak alanını ve yaprak sayısını da arttırdığı gözlemlenmiştir (Sardoı, 2014). GA<sub>3</sub> uygulamaları ayrıca bitki büyümesini ve gelişimini hızlandırmak için de kullanılmıştır. Süs sektöründe bitki büyümesinin teşvik edilmesinden yararlanılmış ve GA uygulamalarının etkisi hem türe/çeşide hem de kullanılan konsantrasyonlara bağlı olduğu rapor edilmiştir (Mills-Ibibofo ve ark., 2019). Yapılan bu çalışmada ilk önce 25 ppm PBZ uygulaması ile fide boyu kontrole alınmış daha sonrasında GA<sub>3</sub> uygulamaları ile literatürde de belirtildiği gibi benzer sonuçlarla bitki gelişimi hızlanmıştır.

## Sonuç

Bu çalışma sonucuna göre fide büyümesinde boy kontrolü ve yüksek çimlenme oranı açısından 25 ppm paclobutrazol kullanılabilirliği, fidelere paclobutrazol uygulandığında, bitkilerdeki büyüme ve kalitede olası geciktirici etkileri ortadan kaldırmak amacıyla 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulanabileceği sonucuna varılmıştır. Kullanılan uygulamaların düşük dozlarının kombine edilmesiyle daha iyi sonuçlar verdiği çalışmamızın sonuçlarına da yansımaktadır.

## Kaynaklar

- Al-Khassawneh NM, Karam NS, Shibli RA. 2006. Growth and flowering of black iris (*Iris nigricans* Dinsm.) following treatment with plant growth regulators. *Scientia Horticulturae*, 107(2): 187-193. doi:10.1016/j.scienta.2005.10.003
- Alshakhaly ZM, Qrunfleh MM. 2018. Effect of plant growth regulators on flower development and quality of five *Cyclamen persicum* hybrids. In XXX International Horticultural Congress IHC2018: International Symposium on Ornamental Horticulture and XI International 1263 (pp. 215-222). doi: 10.17660/ActaHortic.2019.1263.27
- Arenas Julio YR, Delgado-Martínez R, Morales-Rosales EJ, Laguna-Cerda A, Franco-Mora O, Urbina Sánchez E. 2011. Rendimiento de raíces tuberosas de *Dahlia variabilis* Wild (Desf.) bajo diferentes prácticas de manejo agronómico. *Phyton* (Buenos Aires), 80(1): 107-112.
- Bergmann BA, Dole JM, McCall I. 2016. Gibberellic acid shows promise for promoting flower stem length in four field-grown cut flowers. *HortTechnology*, 26(3): 287-292. doi: 10.21273/HORTTECH.26.3.287
- Blaikie S J, Kulkarni V J, Müller W J. 2004. Effects of morphactin and paclobutrazol flowering treatments on shoot and root phenology in mango cv. Kensington Pride. *Scientia Horticulturae*, 101, 51-68.
- Carver ST, Arnold MA, Byrne DH, Armitage AR, Lineberger RD, King AR. 2014. Growth and flowering responses of sea marigold to daminozide, paclobutrazol, or uniconazole applied as drenches or sprays. *Journal of plant growth regulation*, 33(3): 626-631. doi: 10.1007/s00344-014-9411-7
- Castro-Castro A, Zuno-Delgadillo O, Carrasco-Ortiz MA, Harker M, Rodríguez A. 2015. Novelty on the genus *Dahlia* (*Asteraceae: Coreopsidae*) in Nueva Galicia, Mexico. *Botanical Sciences*, 93(1): 41-51. doi: 10.17129/botsci.239
- Chen S, Wang X J, Tan G F, Zhou W Q, Wang G L. 2020. Gibberellin and the plant growth retardant paclobutrazol altered fruit shape and ripening in tomato. *Protoplasm*, 257, 853-861. doi: 10.1007/s00709-019-01471-2
- Cruz RRP, Pires RR, da Silva Guimarães ME, Dias MG, PereiraAM, da Silva TI, Grossi JAS. 2022. Initial growth of *Calendula officinalis* L. plants treated with paclobutrazol. *Comunicata Scientiae*, 13, e3924-e3924. doi: 10.14295/CS.v13.3924
- Desta B, Amare G. 2021. Paclobutrazol as a plant growth regulator. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8(1): 1-15. doi: 10.1186/s40538-020-00199-z
- Dobrowolska, A, Janicka D. 2007. Wpływ regulatorow wzrostu na kwitnienie oraz wartosc dekoracyjna niecierpka nowogwinejskiego [*Impatiens hawkeri* W. Bull] z grupy *Riviera*. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Ogronictwo*, 41, 35-39.
- Francescangeli N, Marinangeli P, Curvetto NR. 2007. Paclobutrazol for height control of two *Lilium* LA hybrids grown in pots. *Spanish Journal of Agricultural Research*, (3): 425-430.
- Ghosh A, Chikara J, Chaudhary DR, Prakash AR, Boricha G, Zala A. 2010. Paclobutrazol arrests vegetative growth and unveils unexpressed yield potential of *Jatropha curcas*. *Journal of Plant Growth Regulation*, 29(3): 307-315. doi: 10.1007/s00344-010-9137-0
- Gupta R, Chakrabarty SK. 2013. Gibberellic acid in plant: still a mystery unresolved. *Plant signaling & behavior*, 8(9): e25504. doi: 10.4161/psb.25504
- Hajihashemi S, Ehsanpour A A. 2014. Antioxidant response of *Stevia rebaudiana* B. to polyethylene glycol and paclobutrazol treatments under in vitro culture. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 172, 4038-4052. doi: 10.1007/s12010-014-0791-8
- Hajihashemi S, Rajabpoor S, Djalovic I. 2018. Antioxidant potential in *Stevia rebaudiana* callus in response to polyethylene glycol, paclobutrazol and gibberellin treatments. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 24, 335-341. doi: 10.1007/s12298-017-0498-8
- Hassanpour Asil M, Roiein Z, Abbasi J. 2011. Response of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) to gibberellic acid and benzyladenine. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 52(1): 46-51. doi: 10.1007/s13580-011-0073-0
- Hu J, Mitchum MG, Barnaby N, Ayele BT, Ogawa M, Nam E, Sun TP. 2008. Potential sites of bioactive gibberellin production during reproductive growth in *Arabidopsis*. *The Plant Cell*, 20(2): 320-336. doi: 10.1105/tpc.107.057752

- Jiménez ML. 2015. Revisión bibliográfica: el cultivo de la dalia. [Review Cultivation of the Dahlia]. *Cultivos Tropicales* 36(1):107-115.
- Kobayashi Y, Weigel D. 2007. Move on up, it's time for change—mobile signals controlling photoperiod-dependent flowering. *Genes & development*, 21(19): 2371-2384. doi: 10.1101/gad.1589007
- Kumar PN, Reddy YN, Chandrashekar R. 2008. Effect of growth regulators on flowering and corm production in gladiolus. *Indian Journal of Horticulture*, 65(1): 73-78.
- Lailaty IQ, Nugroho LH. 2022. Morphological Characters and Plant Pigments Content of Three Varieties of *Chrysanthemum* Induced by Paclobutrazol Treatments. In 7th International Conference on Biological Science (ICBS 2021) (pp. 201-208). Atlantis Press. doi: 10.2991/absr.k.220406.030
- Lee JW, Kim YC, Kim JU, Jo IH, Kim KH, Kim DH. 2016. Effects of gibberellic acid and alternating temperature on breaking seed dormancy of *Panax ginseng* CA Meyer. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 24(4): 284-293. doi: 10.7783/KJMCS.2016.24.4.284
- Lenzi A, Nannicini M, Mazzeo P, Baldi A. 2015. Effect of paclobutrazol in potted plants of four cultivars of *Dianthus barbatus* × *chinensis*. *European Journal of Horticultural Science*, 80: 87-93
- Malik SA, Neelofar HA, Qadri ZA, Nazki IT, Mir SA, Khan FA, Pukhta MS. 2019. Effect of gibberellic acid, spacing and nutrient sprays on growth and flowering in snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) cv. Rocket Pink. *International Journal of Plant & Soil Science*, 28(1): 1-6.
- Mills-Ibibofori T, Dunn BL, Maness N, Payton M. 2019. Effect of LED lighting and gibberellic acid supplementation on potted ornamentals. *Horticulturae*, 5: 51. doi: 10.3390/horticulturae5030051
- Moradi S, Daylami S D, Arab M, Vahdati K. 2017. Direct somatic embryogenesis in *Epipactis veratrifolia*, a temperate terrestrial orchid. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 92, 88–97. doi: 10.1080/14620316.2016.1228434
- Nazarudin MA, Tsan FY, Normaniza O, Adzmi Y. 2015. Growth and anatomical responses in *Xanthostemon chrysanthus* as influenced by paclobutrazol and potassium nitrate. *Sains Malaysiana*, 44(4): 483-489.
- Newton LA, Runkle ES. 2010. Effects of paclobutrazol sprays on inflorescences of three potted moth orchid clones. *HortTechnology*, 20(5): 892-895. doi: 10.21273/HORTTECH.20.5.892
- Oh W, Kim J, Kim YH, Lee IJ, Kim KS. 2015. Shoot elongation and gibberellin contents in *Cyclamen persicum* are influenced by temperature and light intensity. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 56(6): 762-768. doi: 10.1007/s13580-015-1124-8
- Oh W, Kim KS. 2014. Light intensity and temperature regulate petiole elongation by controlling the content of and sensitivity to gibberellin in *Cyclamen persicum*. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 55(3): 175-182. doi: 10.1007/s13580-014-0135-1
- Rabiza-Świder J, Skutnik E, Jędrzejuk A, Łukaszewska A, Lewandowska K. 2015. The effect of GAs and the standard preservative on keeping qualities of cut LA hybrid lily 'Richmond'. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 14(4), 51-64.
- Rugayah R, Hendarto K, Ginting YC, Ristiani R. 2020. Effect of Paclobutrazol Concentration on Growth and Performance of Tuberose (*Polyanthes tuberosa* L.) in Pot, *Jurnal Agrotropika* 19(1): 27-34.
- Sardoei AS. 2014. Plant growth regulators effects on the growth and photosynthetic pigments on three indoor ornamental plants. *Eur. J. Exp. Biol*, 4: 311-318.
- Seesangboon A, Grunec L, Pokawattana T, Eungwanichayapant PD, Tovanaronte J, Popluechai S. 2018. Transcriptome analysis of *Jatropha curcas* L. flower buds responded to the paclobutrazol treatment. *Plant Physiology and Biochemistry*, 127, 276–286. doi: 10.1016/j.plaphy.2018.03.035
- Shoujun Y, Wei J. 2005. The influence of paclobutrazol on physiological activities and ornamental characteristics of *Tagetes erecta* L. *Shandong Nongye Kexue* (China).
- Soumya PR, Kumar P, Pal M. 2017. Paclobutrazol: a novel plant growth regulator and multi-stress ameliorant. *Indian Journal of Plant Physiology*, 22(3): 267-278. doi: 10.1007/s40502-017-0316-x
- Sumanasiri H, Krishnarajah SA, Eeswara JP. 2013. Effect of gibberellic acid on growth and flowering of *Henckelia humboldtianus* Gardner (Ceylon Rock Primrose). *Scientia Horticulturae*, 159: 9-32. doi: 10.1016/j.scienta.2013.04.021
- Tesfahun W, Menziri A. 2017. Effect of rates and time of paclobutrazol application on growth, lodging, and yield and yield components of tef [*Eragrostis Tef* (Zucc.) Trotter] in Adadistrict, East Shewa, Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 7(13): 23-41.
- Tsegaw T, Hammes S, Robbertse J. 2005. Paclobutrazol-induced leaf, stem, and root anatomical modifications in potato. *HortScience*, 40(5): 1343-1346. doi: 10.21273/HORTSCI.40.5.1343
- Ucan U, Uğur A. 2021. Acceleration of growth in tomato seedlings grown with growth retardant. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45(5): 669-679. doi: 10.3906/tar-2011-4
- Ugur A, Kavak S. 2004. The effects of PP 333 and CCC on seed germination and seedling height control of tomato. In III Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes 729 (pp. 205-208). doi: 10.17660/ActaHortic.2007.729.32
- Urbanova T, Leubner-Metzger G. 2018. Gibberellins and seed germination. *Annu. Plant Rev.* 49: 253–284.
- Vaičiukynė M, Žiauka J, Žikienė R, Vertelkaitė L, Kuusienė S. 2018. Abscisic acid promotes root system development in birch tissue culture: A comparison to aspen culture and conventional rooting-related growth regulators. *Physiologia Plantarum*, 165, 114–122. doi: 10.1111/ppl.12860
- Vural H, Eşiyok D, Duman İ. 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Basım Evi, Bornova, İzmir.
- Wahyuni S, Krisantini S, Johnston ME. 2011. Plant growth regulators and flowering of *Brunonia* and *Calandrinia* sp. *Scientia horticulturae*, 128(2): 141-145. doi: 10.1016/j.scienta.2011.01.004
- Wilkie JD, Sedgley M, Olesen T. 2008. Regulation of floral initiation in horticultural trees. *Journal of experimental botany*, 59(12): 3215-3228. doi:10.1093/jxb/ern188
- Wilson RN, Heckman JW, Somerville CR. 1992. Gibberellin is required for flowering in *Arabidopsis thaliana* under short days. *Plant physiology*, 100(1): 403-408.
- Wu Y, Liu J, Zhao D, Tao J. 2022. Effect of Paclobutrazol Application on Plant Growth and Flower Quality in Herbaceous Peony br. *Phyton-International Journal Of Experimental Botany*, 91(9): 2017-2032. doi: 10.32604/phyton.2022.020643
- Xu, TF, Guo YR, Wang WY, Yuan XJ, Chu YN, Wang XW, Yan XU. 2022. Effects of exogenous paclobutrazol and sampling time on the efficiency of in vitro embryo rescue in the breeding of new seedless grape varieties. *Journal of Integrative Agriculture*, 21(6), 1633-1644. doi: 10.1016/S2095-3119(21)63815-7
- Zulfiqar F, Casadesús A, Brockman H, Munné-Bosch S. 2020. An overview of plant-based natural biostimulants for sustainable horticulture with a particular focus on moringa leaf extracts. *Plant Science*, 295: 110194. doi: 10.1016/j.plantsci.2019.110194