



## Effect of Phytohormone Applications on Fruit Yield and Essential Oil Content in Anise (*Pimpinella anisum* L.)

Arif Şanlı<sup>1,a,\*</sup>, Bekir Tosun<sup>2,b</sup>, Yeşim Cirit<sup>3,c</sup>, Fatma Zehra Ok<sup>1,d</sup>

<sup>1</sup>Field Crops Department, Faculty of Agriculture, Isparta University of Applied Sciences, 32200 Isparta, Türkiye

<sup>2</sup>Livestock and Food Research and Application Center, Agriculture, Burdur Mehmet Akif Ersoy University, 15030 Burdur, Türkiye

<sup>3</sup>Atabey Vocational High School, Isparta University of Applied Sciences, 32200 Isparta, Türkiye

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 30/11/2021 Accepted : 26/10/2022</p> <p>Keywords: Anise Methyl jasmonate Gibberellic acid Naphthalene acetic acid Fruit yield</p>	<p>This study was carried out in 2019 to determine the effects of methyl jasmonate (MJ), gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) and naphthalene acetic acid (NAA) applications on fruit yield and essential oil content in anise (<i>Pimpinella anisum</i> L.). Different concentrations of MJ (0, 0.1, 0.5 and 1 mM), GA<sub>3</sub> (0, 50, 100 and 150 ppm) and NAA (0, 25, 50 and 100 ppm) were pulverized to the plant during the beginning of the flowering. Phytohormone applications had a statistically significant effect on the parameters examined in the study, and the effects of the applications generally varied depending on the application doses. While GA<sub>3</sub> and NAA applications significantly increased the fruit yield and essential oil content compared to the control, high-dose MJ applications generally had a negative effect on all parameters except that the thousand-grain weight. The highest fruit yield was obtained from 100 and 150 ppm GA<sub>3</sub> and 25 and 50 ppm NAA applications, while 1 mM MJ applications significantly reduced fruit yield compared to the control. Depending on the applications, the fruit essential oil content varied between 1.94%-2.69% and the essential oil yield varied between 1.42-3.18 L/da. While the highest essential oil yields were obtained from 100 ppm GA<sub>3</sub> and 50 ppm NAA applications, 1 mM MJ applications caused a significant decrease in essential oil yield compared to the control.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(11): 2081-2086, 2022

## Fitohormon Uygulamalarının Anason (*Pimpinella anisum* L.)’da Meyve Verimi ve Uçucu Yağ Oranı Üzerine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 30/11/2021 Kabul : 26/10/2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Anason Metil jasmonat Gibberellik asit Naftalin asetik asit Meyve verimi</p>	<p>Çalışma, metil jasmonat (MJ), gibberellik asit (GA<sub>3</sub>), naftalin asetik asit (NAA) uygulamalarının anason (<i>Pimpinella anisum</i> L.) bitkisinin meyve verimi ve uçucu yağ oranı üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla 2019 yılında yürütülmüştür. Çalışmada farklı konsantrasyonlarda MJ (0, 0,1, 0,5 ve 1 mM), GA<sub>3</sub> (0, 50, 100 ve 150 ppm), NAA (0, 25, 50 ve 100 ppm) çiçeklenme başında bitki üst kısmına püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Fitohormon uygulamaları araştırmada incelenen parametreleri istatistik açıdan önemli derecede etkilemiş, uygulamaların etkisi genellikle uygulama dozlarına bağlı olarak değişim göstermiştir. GA<sub>3</sub> ve NAA uygulamaları meyve verimini ve uçucu yağ oranını kontrole göre önemli derecede arttırırken, yüksek dozda MJ uygulamaları bin dane ağırlığı hariç diğer parametreler üzerine genellikle olumsuz yönde etki göstermiştir. Çalışmada en yüksek meyve verimi 100 ve 150 ppm GA<sub>3</sub> ile 25 ve 50 ppm NAA uygulamalarından elde edilmiş, 1 mM MJ uygulamaları meyve verimini kontrole göre önemli derecede azaltmıştır. Uygulamalara bağlı olarak meyve uçucu yağ oranı %1,94-2,69, uçucu yağ verimi ise 1,42-3,18 L/da arasında değişim göstermiştir. En yüksek uçucu yağ verimleri 100 ppm GA<sub>3</sub> ile 50 ppm NAA uygulamalarından elde edilirken, 1 mM MJ uygulamaları uçucu yağ veriminin kontrole göre önemli oranda azalmasına neden olmuştur.</p>

<sup>a</sup> [arifsanli@isparta.edu.tr](mailto:arifsanli@isparta.edu.tr)

<sup>b</sup> [btosun@mehmetakif.edu.tr](mailto:btosun@mehmetakif.edu.tr)

<sup>c</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5443-2082>

<sup>c</sup> [yesimcirit@isparta.edu.tr](mailto:yesimcirit@isparta.edu.tr)

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9178-5752> | [fzhezraok@gmail.com](mailto:fzhezraok@gmail.com)

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2470-3865>

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0199-572X>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Giriş

Anason (*Pimpinella anisum* L.) Apiaceae familyasına ait tek yıllık aromatik bir bitkidir. Pimpinella cinsi, 8 tanesi Türkiye'de endemik olmak üzere 23 tür içermektedir (Davis, 1972). Anasonun ülkemizde Antalya, Denizli, Çeşme, Fethiye ekotipi olarak adlandırılan tipleri mevcuttur (Bayram, 2019). Anason üretiminde ve ihracatında dünyada önemli yere sahip olan ülkemizde uzun yıllardır anason üretimi yapılmaktadır. Türkiye'de 2020 yılında yaklaşık 155.317 da alanda 10.716 ton anason üretimi gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2021).

Anasonun kullanılan kısımları meyveleri ve uçucu yağdır. Anason, meyveleri başta tıp, eczacılık, gıda ve parfüm endüstrisinde kullanılan önemli tıbbi bitkidir. Anason meyvelerinden elde edilen uçucu yağ antioksidan, antimikrobiyal, antispazmodik, insektisidal ve antifungal olmak üzere birçok özelliğe sahiptir (Gülçin ve ark., 2003; Özcan ve Chalchat 2006; Tepe ve ark., 2006; Tirapelli ve ark., 2007). Anason uçucu yağının anne sütünü artırıcı, iltihap giderici ve idrar söktürücü olduğu bilinmektedir (Ceylan 1996; Arslan ve ark., 2000). Ayrıca Türkiye'de anason meyvesi rakı yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır (Gülçin ve ark., 2003).

Abiyotik ve biyotik faktörlerin yanı sıra ontogenetik, diurnal ve morfojenetik varyabiliteler, kültürel uygulamalar ile ekolojik faktörler ve coğrafik yapı uçucu yağ sentez ve üretimini etkileyen en önemli faktörlerin başında yer almaktadır (Sangwan ve ark., 2001; Lima ve ark., 2003; Gobbo-Neto ve Lopes 2007). Doğal ve sentetik büyüme düzenleyici maddeler, bitkilerin çimlenmesinden hasadına kadar biyokimyasal, fizyolojik ve morfolojik değişimleri etkileyen ve kontrol eden uygulamalar arasında yer almaktadır (Basra, 2000). Bitki büyüme düzenleyicilerinin birçok aromatik bitki türünde büyüme, uçucu yağ sentezi, uçucu yağ salgı yapıları ve sentezi ve uçucu yağ verimi ve bileşimi üzerine olumlu yönde etki gösterdiği bilinmektedir (Sangwan ve ark. 2001; Prins ve ark., 2010; Zheljzkov ve ark., 2010; Sharafzadeh ve Zare, 2011; Feizbakhsh ve ark., 2016). Metil jasmonat ve jasmonik asit bitki gelişimi ve tohum çimlenmesi, kök büyümesi, çiçeklenme, olgunlaşma, yaşlanma, fotosentez, patojenlere ve böcek saldırısına karşı savunma tepkisi gibi fizyolojik süreçlerde önemli rol oynayan hücrel düzenleyicilerdir (Maciejewska vd, 2004; Choi ve ark., 2005; Kim ve ark., 2009; Warabieda ve ark., 2010). Ek olarak MJ, bitki adaptasyonunda önemli rol oynayan birçok sekonder metabolitin biyosentezini teşvik etmektedir (Choi ve ark., 2005). Giberellinler (GA), bitki boyu ve gövde ve kök uzaması, tohum çimlenmesi, çiçeklenme ve meyve tutumu ve gelişimini düzenleyen diterpenlerdir (Alabadi ve ark., 2004; Taiz ve Zeiger 2004; Spartz ve Gray 2008). Naftalik asetik asit (NAA), fotosentez ve dolayısı ile yüksek fizyolojik verimliliği (Haokip ve ark., 2016), hücre uzaması, fototropizmi, apikal oluşumu ve çiçek tomurcuğu oluşumunu teşvik eden aktif molekül olarak bilinmektedir (Krishnamoor, 1981). NAA, hücre büyümesi, hücre bölünmesi, meyve tutumu ve köklenmede oksin tipi tepkileri ortaya çıkarmak için düşük konsantrasyonda yaygın olarak kullanılmaktadır (Sun ve Hong, 2010).

Fitohormonlar günümüzde bitki gelişimi, büyüme, çiçeklenme ve meyve tutumunu teşvik etme ve verimi

arttırma gibi birçok kullanım alanına sahip olup, kullanımları her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Fitohormonların anason bitkisinde meyve verimi ve uçucu yağ sentezi üzerine etkileri konusunda yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada, anason bitkisinde gibberellik asit, naftalin asetik asit ve metil jasmonat uygulamalarının agronomik ve kalite özelliklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2019 yılında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme alanlarında yürütülmüştür. Çalışmada Burdur ilinde tarımı yapılan anason (Burdur popülasyonu) tohumlar ile naftalin asetik asit, metil jasmonat ve gibberellik asit (Sigma-Aldrich) materyal olarak kullanılmıştır.

Denemenin yürütüldüğü arazinin toprak özellikleri; tınlı, kation değişim kapasitesi %30, tuz içeriği %0,023, organik madde %1,0, alınabilir fosfor miktarı 19,3 mg/kg, potasyum miktarı 183 g/da KO<sub>2</sub>, kireç oranı ise %23'tür. Çalışmanın yürütüldüğü Isparta ilinin bazı iklim verileri Çizelge 1 de verilmiştir.

Çalışma Tesadüf Blokları Deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Anason tohumları mart ayının son haftasında 30 × 5 cm ekim normunda her bir parselde 7 sıra (parsel alanı 12,6 m<sup>2</sup> (2,1 m × 6 m)) olacak şekilde el ile ekilmiştir. Çalışmada farklı konsantrasyonlarda GA<sub>3</sub> (50, 100, 150 ppm) (Prins ve ark., 2010), MJ (0,1, 0,5, 1,0 mM) (Degenhardt ve Lincoln, 2006), NAA (25, 50, 100 pm) (Haokip ve ark., 2016), saf su ve kontrol olmak üzere her blokta 11, toplamda ise 33 parsel oluşturulmuştur. Ekim ile birlikte dekara 6 kg/da saf azot ve 6 kg/da saf fosfor, çiçeklenme döneminde ise 4 kg/da saf azot olacak şekilde gübreleme yapılmıştır (Elik ve ark., 2010). GA<sub>3</sub>, MJ, NAA ve saf su uygulamaları çiçeklenme dönemi başında motorlu sırt püskürtörü ile (40 L/da normunda) bitki üst aksamına püskürtme şeklinde uygulanmıştır. İklim koşullarına bağlı olarak çıkışlardan sonra ve çiçeklenmeden önce olmak üzere iki kez yağmurlama sulama yapılmıştır. Gerek duyulduğu dönemlerde el ile yabancı ot mücadelesi yapılmıştır.

Çalışma sonunda parsel hasadı bitkilerin hasat olgunlukları dikkate alınarak, ana çiçek dallarındaki meyvelerin kahverengileşmeye başladığı dönemde, her parsel ayrı ayrı yapılmıştır. Her parselde kenar sralar ile parsel baş ve sonlarından 1'er metre kenar tesiri olarak ayırdıktan sonra geriye kalan alan hasat alanı olarak değerlendirilmiştir. Hasat alanı içerisinde rastgele seçilen 20 bitkide bitki boyu, meyve veren dal sayısı, bitkide şemsiye sayısı parametreleri belirlenmiştir. Hasat alanındaki tüm bitkiler biçilerek tarlada kurtulduktan sonra meyveler temizlenmiş ve hasat alanından meyve verimleri hesaplanmıştır.

Anason meyvelerinin uçucu yağ oranları Clevenger tipi hidro-distilasyon cihazında belirlenmiştir. Her bir tekerrürde 100'er g meyve örneği öğütüldükten sonra balon içerisine konulmuş ve 1/3 oranında su eklenerek 3 saat süre ile damıtma yapılmıştır. Damıtma sonunda uçucu yağların miktarı ml olarak ölçülmüş ve % olarak oranları (v/w) hesaplanmıştır (Marotti ve Piccaglia 1992).

Tablo 1. Isparta ilinin 2019 yılına ait bazı iklim verileri  
Table 1. Some climate data of Isparta province in 2019

Aylar	Yağış (mm)		Sıcaklık (°C)		Nem (%)	
	1950-2018	2019	1950-2018	2019	1950-2018	2019
Mart	57,3	40,3	6,1	7,3	65,6	63,0
Nisan	51,6	50,8	10,7	9,9	60,8	64,4
Mayıs	55,7	34,2	15,2	16,8	58,7	53,4
Haziran	32,6	53,3	19,8	20,7	52,1	59,8
Temmuz	16,5	9,5	23,3	23,3	45,4	44,9
Ağustos	13,4	2,7	23,1	24,4	46,3	43,0
Yağış Top. Sıcaklık-Nem Ort.	227,1	190,8	16,4	17,1	54,8	54,8

\*Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınmıştır.

Tablo 2. MJ, GA<sub>3</sub> ve NAA uygulamalarının anason bitkisinde bazı verim parametrelerine etkileri  
Table 2. The effects of MJ, GA<sub>3</sub> and NAA applications on some yield parameters in anise plant

Uygulamalar	Doz	Bitki Boyu (cm)	MVD Sayısı (adet/bitki)	Şemsiye Sayısı (adet/bitki)	MV (kg/da)	BV (kg/da)
Metil jasmonat	0,1 mM	68,3 <sup>a</sup>	5,8 <sup>ac</sup>	10,4 <sup>ce</sup>	102,7 <sup>bd</sup>	218,0 <sup>bc</sup>
	0,5 mM	66,7 <sup>a</sup>	5,7 <sup>ac</sup>	8,87 <sup>e</sup>	86,3 <sup>de</sup>	194,7 <sup>de</sup>
	1,0 mM	64,0 <sup>a</sup>	4,6 <sup>c</sup>	6,27 <sup>f</sup>	74,0 <sup>e</sup>	177,0 <sup>e</sup>
Giberallik asit	50 ppm	68,6 <sup>a</sup>	5,6 <sup>ac</sup>	13,0 <sup>ab</sup>	102,7 <sup>bd</sup>	220,7 <sup>bc</sup>
	100 ppm	69,7 <sup>a</sup>	6,1 <sup>ab</sup>	14,8 <sup>a</sup>	114,7 <sup>ab</sup>	230,0 <sup>ab</sup>
	150 ppm	68,0 <sup>a</sup>	6,0 <sup>ab</sup>	12,9 <sup>ac</sup>	112,0 <sup>ab</sup>	229,3 <sup>ab</sup>
Naftalin asetik asit	25 ppm	65,9 <sup>a</sup>	6,4 <sup>ab</sup>	11,8 <sup>bd</sup>	117,3 <sup>ab</sup>	236,3 <sup>ab</sup>
	50 ppm	63,7 <sup>a</sup>	6,5 <sup>a</sup>	11,6 <sup>bd</sup>	121,0 <sup>a</sup>	242,0 <sup>a</sup>
	100 ppm	63,9 <sup>a</sup>	6,2 <sup>ab</sup>	10,9 <sup>be</sup>	105,3 <sup>ac</sup>	227,3 <sup>ab</sup>
Kontrol		67,6 <sup>a</sup>	5,1 <sup>bc</sup>	9,5 <sup>de</sup>	94,3 <sup>cd</sup>	207,3 <sup>cd</sup>
Saf su		68,8 <sup>a</sup>	5,3 <sup>ac</sup>	9,7 <sup>de</sup>	93,0 <sup>cd</sup>	208,0 <sup>cd</sup>
Lsd (0.01)		6,15	1,33*	2,51**	16,52**	18,9**
CV (%)		5,4	13,6	13,5	9,49	5,04

a-e: aynı harfe sahip parametreler arasında fark yoktur. \*: (P<0,05), \*\*: (P<0,01). MVD: Meyve veren dal, MV: Meyve verimi, BV: Biyolojik Verim

Tablo 3. MJ, GA<sub>3</sub> ve NAA uygulamalarının anasonda bazı kalite parametreleri ile uçucu yağ oranı ve verimi üzerine etkileri  
Table 3. The effects of MJ, GA<sub>3</sub> and NAA applications on some quality parameters, essential oil ratio and yield in anise

Uygulamalar	Doz	Hasat İndeksi (%)	Bin tane ağırlığı (g)	Uçucu Yağ Oranı (%)	Uçucu Yağ Verimi (L/da)
Metil jasmonat	0,1 mM	47,1 <sup>ab</sup>	3,27 <sup>bc</sup>	2,48 <sup>bd</sup>	2,54 <sup>bc</sup>
	0,5 mM	44,5 <sup>ab</sup>	3,41 <sup>ab</sup>	2,25 <sup>e</sup>	1,95 <sup>e</sup>
	1,0 mM	41,7 <sup>b</sup>	3,54 <sup>a</sup>	1,94 <sup>f</sup>	1,42 <sup>f</sup>
Giberallik asit	50 ppm	46,6 <sup>ab</sup>	3,10 <sup>ce</sup>	2,45 <sup>be</sup>	2,52 <sup>bd</sup>
	100 ppm	49,8 <sup>a</sup>	3,03 <sup>de</sup>	2,56 <sup>ac</sup>	2,94 <sup>ab</sup>
	150 ppm	48,8 <sup>a</sup>	2,88 <sup>e</sup>	2,34 <sup>de</sup>	2,62 <sup>b</sup>
Naftalin asetik asit	25 ppm	49,5 <sup>a</sup>	3,28 <sup>bc</sup>	2,42 <sup>ce</sup>	2,84 <sup>ab</sup>
	50 ppm	50,0 <sup>a</sup>	3,33 <sup>ab</sup>	2,63 <sup>ab</sup>	3,18 <sup>a</sup>
	100 ppm	46,3 <sup>ab</sup>	3,35 <sup>ab</sup>	2,68 <sup>a</sup>	2,82 <sup>ab</sup>
Kontrol		45,6 <sup>ab</sup>	3,24 <sup>bd</sup>	2,32 <sup>de</sup>	2,19 <sup>ce</sup>
Saf su		44,8 <sup>ab</sup>	3,22 <sup>bd</sup>	2,26 <sup>e</sup>	2,10 <sup>de</sup>
Lsd (0.01)		6,29*	0,22**	0,20**	0,42**
CV (%)		7,9	4,01	4,99	10,03

a-e: aynı harfe sahip parametreler arasında fark yoktur. \*: (P<0,05), \*\*: (P<0,01)

Araştırmadan elde edilen veriler SAS (2009) istatistik paket programında GLM prosedürü kullanılarak standart varyans analizi tekniğinde (ANOVA) analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testine göre belirlenmiştir.

## Bulgular

Fitohormon uygulamaları yapılan anason bitkisinde bitki boyu 63,7-69,7 cm arasında değişim göstermiş ve uygulamaların etkileri kontrol ile benzer olmuştur (Çizelge 2). Fitohormon uygulamaları meyve veren dal sayısını

istatistiki açıdan önemli derecede etkilemiş (P<0,01), MJ uygulamasında doz artışı ile birlikte meyve veren dal sayısı azalma gösterirken MJ 1,0 mM dozu hariç diğer uygulamalar meyve veren dal sayısını önemli derecede arttırmıştır. Uygulamalara bağlı olarak şemsiye sayısı 6,27-14,8 adet/bitki arasında değişim göstermiş, en yüksek şemsiye sayısı 50, 100 ve 150 ppm GA<sub>3</sub> uygulamalarında (sırası ile 13,0, 14,8 ve 12,9 adet/bitki) belirlenmiştir. MJ uygulamaları doz artışına bağlı olarak şemsiye sayısının azalmasına neden olmuş, 1,0 mM (6,27 adet/bitki) MJ uygulamasında şemsiye sayısı kontrole göre daha düşük olmuştur. Meyve verimi bakımından fitohormon

uygulamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuş ( $P<0,01$ ), 0,5 ve 1,0 mM MJ uygulamaları hariç diğer uygulamalar meyve verimini kontrole göre önemli derecede arttırmıştır. En yüksek meyve verimleri 100 ve 150 ppm  $GA_3$  ile 25 ve 50 ppm NAA uygulamalarından elde edilmiş, bu uygulamalar meyve verimini %28'den fazla arttırmıştır. MJ 1.0 mM uygulaması ise meyve verimini kontrole göre önemli derece azaltıcı etki göstermiştir. Fitohormon uygulamaları biyolojik verim üzerinde istatistiki olarak önemli etki göstermiş ( $P<0,01$ ), 0,5 ve 1,0 mM MJ uygulamaları hariç diğer uygulamalar biyolojik verimi kontrole göre önemli derecede arttırmıştır. En yüksek artış 242 kg/da ile 50 ppm NAA uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2).

Hasat indeksi fitohormon uygulamaları ile birlikte %41,7-50,0 arasında değişim göstermiş, hasat indeksi üzerine uygulamaların etkisi kontrol ile benzer olmuştur (Çizelge 3). Bin tane ağırlığı üzerine fitohormon uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuş ( $P<0,01$ ), anason meyvelerinin bin tane ağırlıkları 2,88-3,41 g arasında değişim göstermiştir.  $GA_3$  uygulamalarında doz artışı bin tane ağırlıklarının azalmasına neden olmuş ve 150 ppm  $GA_3$  uygulamaları kontrolden daha düşük bin tane ağırlığına sahip olmuştur. Diğer taraftan en yüksek bin tane ağırlığı 1.0 mM MJ dozundan (3,54 g) elde edilmiştir. Fitohormon uygulamaları meyve uçucu yağ oranını önemli derecede etkilemiş, 100 ppm  $GA_3$  ile 50 ve 100 ppm NAA dozları uçucu yağ oranını kontrole göre önemli oranda arttırmıştır. MJ 1.0 mM dozu kontrole göre uçucu yağ oranının azalmasına neden olurken, diğer uygulamalar kontrol ile benzerlik göstermiştir (Çizelge 3). Uçucu yağ verimi bakımından uygulamalar arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmış, meyve uçucu yağ oranları uygulamalara bağlı olarak 1,42 ile 3,18 L/da arasında değişim göstermiştir. En yüksek uçucu yağ verimi kontrole göre %35'lik artış sağlanan 50 ppm NAA (3,18 L/da) uygulamasından elde edilirken, bunu 100 ppm  $GA_3$  ile 25 ve 100 ppm NAA uygulamaları takip etmiştir. MJ 0.5 mM ve saf su uygulamaları kontrol ile benzerlik gösterirken, 1,0 mM MJ uygulaması ise uçucu yağ veriminin kontrole göre azalmasına neden olmuştur (Çizelge 3).

## Tartışma ve Sonuç

Çalışma sonucunda fitohormon uygulamalarının anason bitkisinde verim, verimi etkileyen parametreler ile uçucu yağ oran ve verimi üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Fitohormon uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi önemsiz olmuştur. Çalışma sonuçlarına benzer olarak Rahimi ve ark., (2013), yaptıkları çalışmada kimyon bitkisinde MJ uygulamalarının bitki boyu üzerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Verime doğrudan etkisi olan meyve veren dal sayısı ve şemsiye sayısı uygulama dozlarına bağlı olarak farklılık göstermiştir. MJ uygulamasının yüksek dozları hariç genel olarak fitohormon uygulamaları ile meyve veren dal sayısı ve şemsiye sayısı artış göstermiştir. NAA,  $GA_3$  ve MJ fitohormonlarının fotosentezi ve bitki gelişimini teşvik etmesi ile birlikte çiçeklenme ve meyve tutumunu arttırdığı düşünülmektedir. Birçok araştırmacı NAA,  $GA_3$  ve MJ uygulamalarının çiçeklenme ve meyve bağlamayı teşvik ettiğini belirtmişlerdir (Choi ve ark., 2005; Rohamare ve

ark., 2013; Amiri ve ark., 2014; Ujjwal ve ark., 2018). Yüksek dozda yapılan MJ uygulamasının ise bitkide olumsuz etki göstererek çiçeklenme ve meyve tutumunu azalttığı düşünülmektedir. Fitohormonların bitkilere düşük konsantrasyonlarda uygulandığında fizyolojik aktivitelerinin ortaya çıktığı, yüksek dozda uygulamaları durumunda engelleyici veya inhibitör etki gösterdiği bilinmektedir (Nambara ve Marion-Poll, 2005; Teale ve ark., 2006).

Anason meyvelerinde bin tane ağırlığı MJ ve NAA uygulamaları ile artış gösterirken,  $GA_3$  uygulamaları ise bin tane ağırlığını azaltıcı etki göstermiştir.  $GA_3$  uygulamalarında meyve veren dal sayısı ve şemsiye sayısının artması bin tane ağırlığının düşmesine neden olmuştur. Bu iki bitki büyüme düzenleyicisinin bin tane ağırlığı üzerine olan olumlu etkilerinin bitki gelişimini teşvik edici özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim, MJ ve NAA'in özellikle abiyotik stres faktörlerine karşı bitki savunma sistemini uyardıkları ve bitki gelişimini olumlu yönde etkiledikleri daha önceki araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Warabieda ve ark., 2010; Haokip ve ark., 2016). NAA ve  $GA_3$  uygulamaları meyve verimini ve biyolojik verimi önemli derecede arttırmış, fitohormonların uygulama dozlarına göre verimde gerçekleşen artış değişkenlik göstermiştir. Fitohormon uygulamalarının fotosentezi, bitki gelişimini, çiçeklenme ve meyve bağlamayı teşvik ederek meyve verimini ve biyolojik verimi doğru orantılı olarak arttırdığı düşünülmektedir. MJ uygulamasının özellikle yüksek dozları verimi etkileyen parametreler üzerine olumsuz etki göstermesi verimin de düşük olmasına neden olmuştur. Bulgulara benzer olarak, Haokip ve ark. (2016) çalışmalarında kişnişte  $GA_3$  ve NAA uygulamalarının farklı konsantrasyonlarının büyüme parametrelerini, tohum verimini ve verim ile ilgili karakterleri ve kalite parametrelerini önemli ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir. Sahu ve ark. (2022) kişniş bitkisinde  $GA_3$  45 ppm ve NAA 60 ppm uygulamalarının şemsiye sayısı, dal sayısı, meyve sayısı gibi verim parametrelerini ve tohum verimini arttırdığını bildirilmişlerdir. Ayrıca kişnişte yapılan farklı araştırmalar sonucunda  $GA_3$  uygulamalarının meyve verimini arttırdığı belirtilmiştir (Verma ve Sen 2006; Singh ve ark., 2012; Haokip ve ark., 2016; Singh ve ark., 2017; Andrabi ve ark., 2019). Abdulsalam ve Almas (2014), yaptıkları çalışmalarında elde edilen sonuçlara benzer olarak çörek otunun (*Nigella sativa* L.) tohum ve yağ veriminin 50 ppm dozunda yapılan  $GA_3$  uygulamaları ile önemli oranda arttığını belirtmişlerdir.

Özellikle yüksek dozda yapılan NAA ve  $GA_3$  uygulamaları anason meyvesinde uçucu yağ oranı ve verimini önemli derecede arttırmış, yüksek dozda uygulanan MJ ise uçucu yağ oran ve veriminin azalmasına neden olmuştur. Fitohormonlar primer ve sekonder metabolit üretimi, uçucu yağların salgı ve depo yapıları, uçucu yağların biyosentez, verim ve bileşenleri üzerine farklı etkilere sahip olabilmektedirler (Sangwan ve ark., 2001; Prins ve ark., 2010; Sharafzadeh ve Zare, 2011). Farooqi ve Shukla (1990), aromatik bitki türlerinde bitki hormonlarının bitkide gelişme ve uçucu yağ sentezini teşvik ettiğini, bunun sonucunda da uçucu yağ kalitesi ve miktarında önemli farklılıklar görüldüğünü bildirmiştir. Fitohormonlar ile ilgili yapılan çalışmalarda,  $GA_3$

uygulamalarının adaçayı (Povh ve Ono, 2007), Alman papatyası (Amiri ve ark., 2014), kişniş (Haokip ve ark., 2016), nane (Zlatev ve ark., 1978) ve fesleğen (Eid ve ark., 1976) bitkilerinde, *Agastache foeniculum* (Raouf Fard ve ark., 2012) ve fesleğen (Kim ve ark., 2006; Li ve ark., 2007) bitkilerinde, NAA uygulamalarının ise kişniş (Haokip ve ark., 2016), japon nanesi (*Japanese mint*) (Farooqi ve Sharma, 1988) bitkilerinde uçucu yağ oranını arttırdığı bildirilmiştir. Karık (2020), yaptığı çalışmada anason meyvelerinin %1,74-%7,69 arasında, Keskin ve Baydar (2016) ise %3,10 oranında uçucu yağ içerdiğini bildirmişlerdir.

Çalışmada, fitohormon uygulamalarının anason bitkisinde verim ve verimi etkileyen parametreler ile uçucu yağ biyosentezini önemli derecede etkilediği belirlenmiştir. Anason meyve veriminde GA<sub>3</sub> uygulamaları ile %21, NAA uygulamaları ile ise %28'e varan artış sağlanmıştır. Birim alan uçucu yağ verimi ise GA<sub>3</sub> ve NAA uygulamaları ile sırası ile %34 ve %45 oranında artış göstermiştir. Özellikle yüksek dozda yapılan MJ uygulamaları anason meyve ve uçucu yağ verimini olumsuz yönde etkilemiştir. Çalışmada, GA<sub>3</sub> ve NAA'ın anason bitkisinde meyve ve uçucu yağ veriminin artırılmasında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

#### Çıkar Çatışması

Makalenin yazarları arasında çıkar çatışması yoktur.

#### Etik Onay

Araştırmada etik onay gerektirecek çalışmalar yapılmamıştır.

#### Kaynaklar

Abdulsalam AR, Almas GM. 2014. Effect of nitrogen fertilization and gibberellic acid spray on seed yield and oil content of black seed (*Nigella sativa* L.). Journal of Zankoy Sulaimani-Part A, Special Issue, Vol. 16.

Alabadí D, Gil J, Blázquez MA, García-Martínez JL. 2004. Gibberellins repress photomorphogenesis in darkness. Plant Physiology.134(3):1050-7. doi: 10.1104/pp.103.035451. Epub 2004 Feb 12. PMID: 14963246; PMCID: PMC389929.

Amiri S, Sharafzadeh S, Ordoorkhani K. 2014. The Effect of gibberellic acid and benzyladenine on growth and essential oils of German chamomile. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences ISSN: 2231-6345.

Andrabi N, Hussain K, Mufti F, Khan FA, Maqbool A, Pandit H. 2019. Influence of plant growth regulators on leaf and seed yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.) var. Shalimar dhanian-1, International Journal of Chemical Studies. 7(4):335-1338.

Arslan A, Gürbüz B, Gümüşçü A. 2000. Investigation of yield and yield characteristics of different origin anise (*Pimpinella anisum* L.) populations. Journal of Field Crops Central Research Institute, Ankara, Volume: 9: 1-2.

Basra AS. 2000. Plant growth regulators in agriculture and horticulture: their role and commercial uses. Harworth Press, Philadelphia. 264.

Bayram E. 2019. Tohum Tohumculuk ve Teknolojileri 2. Tıbbi ve aromatik bitkilerde tohumluk üretimi ve sertifikasyonu - Anasonda tohumluk üretimi ve sertifikasyonu. BİSAB (Bitki İslahçıları Alt Birliği), 1. Basım, 2. Cilt, Ankara. s. 1077-1098.

Ceylan A. 1996. Medicinal Plants II. Ege University Agricultural Faculty Publication No:481

Choi DW, Jung J, Im Ha Y, Park HW, In DS, Chung HJ, Liu JR. 2005. Analysis of transcripts in methyl jasmonate-treated ginseng hairy roots to identify genes involved in the biosynthesis of ginsenosides and other secondary metabolites. Plant Cell Reports, 23(8):557-566.

Davis PH. 1972. Flora of Türkiye and the East Aegean Islands. Vol. 4, Edinburgh: Edinburgh University Press.

Degenhardt DC, Lincoln DE. 2006. Volatile emissions from an odorless plant in response to herbivory and methyl jasmonate exposure. Journal of Chemical Ecology, 32: 725-743.

Eid MNA, Ahmed SS. 1976. Preliminary studies on the effect of GA<sub>3</sub> and CCC on growth and essential oil content of *Ocimum basilicum* L. Egyptian Journal of Horticulture. 3: 83-87.

Elik H, Özgüven M, Kızıl S. 2010. Diyarbakır Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Dereotu (*Anethum graveolens* L.)'nda Bazı Agronomik ve Teknolojik Özellikler Üzerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Farooqi AHA, Sharma S, 1988. Effect of growth retardants on growth and essential oil content in Japanese mint. Plant Growth Regulation 7: 39-45.

Feizbakhsh A, Pazoki H, Ebrahimzadeh MA. 2016. Effect of gibberellic acid on composition of s. Ebulus leaf essential oil (Caprifoliaceae). Pharmacologyonline, 2:137-142.

Gobbo-Neto L, Lopes NP. 2007. Plantas medicinais: Fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. Quim Nova 30(2): 374-381.

Gülçin I, Oktay M, Kireççi E, Küfrevioğlu Öİ. 2003. Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed extracts. Food Chemistry 83(3): 371-382.

Haokip MC, Sharangi AB, Debarma K, Ranjita Devi AK, Karthik CS 2016. Role of plant growth regulators on the growth and yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Crop and Weed, 12(3): 33- 35.

Karık Ü. 2020. Türkiye Anason (*Pimpinella anisum* L.) Genetik Kaynakları ve Yabancı Anason Genotiplerinin Uçucu Yağ Bileşenleri. ANADOLU, J. of AARI. 30(2): 163-178. doi: 10.18615/anadolu.834838

Keskin S, Baydar H. 2016. Umbelliferae familyasından bazı önemli kültür türlerinin ısparta ekolojik koşullarında tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt 20, Sayı 1: 133-141.

Kim HJ, Chen F, Wang X, Rajapakse NC. 2006. Effect of methyl jasmonate on secondary metabolites of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry 54: 2327-2332. http://dx.doi.org/10.1021/jf051979g.

Krishnamoorthy HN. 1981. Plant growth substances: Including applications in agriculture. New Delhi: Tata McGraw-Hill.

Li Z, Wang X, Chen F, Kim HJ. 2007. Chemical changes and over expressed genes in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) upon methyl jasmonate treatment. Journal of Agricultural and Food Chemistry 55: 706-713. http://dx.doi.org/10.1021/jf062481x.

Lima HRP, Kaplan MAC, Cruz AVM. 2003. Influência dos fatores abióticos na produção e variabilidade de terpenóides em plantas. Floresta Ambient 10: 71-77.

Maciejewska BD, Keszy J, Zielińska M, Kopcewicz J. 2004. Jasmonates inhibit flowering in short-day plant *Pharbitis nil*. Plant Growth Regulation, 43(1): 1-8.

Marotti M, Piccaglia R. 1992. The influence of distillation conditions on the essential oil composition of three varieties of *foeniculum vulgare* mill. Journal of Essential Oil Research, 4: 569-576.

Nambara E, Marion-Poll A. 2005. Abscisic acid biosynthesis and catabolism. Annual Review of Plant Biology, 56:165-185.

Özcan MM, Chalchat JC. 2006. Chemical composition and antifungal effect of anise (*Pimpinella anisum* L.) fruit oil at ripening stage. Annals of Microbiology 56(4): 353-358.

- Piyush Verma, Sen NL. 2008. The impact of plant growth regulators on growth and biochemical constituents of coriander (*Coriandrum sativum* L.), Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 14:3-4:144-153, doi: 10.1080/10496470802598685.
- Povh JÁ, Ono EO. 2007. Efeito do ácido giberélico na composição do óleo essencial de *Salvia officinalis* L. Publ UEPG Biology for Health Sciences. 13(1/2): 7-10.
- Prins CL, Vieira IJC, Freitas SP. 2010. Growth regulators and essential oil production. Brazilian Journal of Plant Physiology, 22(2): 91-102.
- Rahimi AR, Rokhzadi A, Amini S, Karami E. 2013. Effect of salicylic acid and methyl jasmonate on growth and secondary metabolites in *Cuminum cyminum* L. Journal of Biodiversity and Environmental Science, 3(12):140-9.
- Raouf Fard F, Omidbaigi R, Sharifi M, Sefidkon F, Behmanesh M. 2012. Effect of methyl jasmonate on essential oil content and composition of *Agastache foeniculum*. Journal of Medicinal Plants Research 6: 5701-5705.
- Rohamare Y, Nikam TD, Dhumal KN. 2013. Effect of foliar application of plant growth regulators on growth, yield and essential oil components of Ajwain (*Trachyspermum ammi* L.). International Journal Of Seed Spices, 3: 34-41.
- Sahu K, Gayen R, Sahu MK. 2022. Effect of plant growth regulators on yield and yield attributing characters in coriander (*Coriandrum sativum* L.). The Pharma Innovation Journal, 11(9): 1970-1972.
- Sangwan NS, Farooqi AHA, Shabih F, Sangwan RS. 2001. Regulation of Essential Oil Production in Plants. Plant Growth Regulation, 34(1):. 3-21.
- Sharafzadeh S, Zare M. 2011. Influence of growth regulators on growth and secondary metabolites of some medicinal plants from Lamiaceae family. Advances in Environmental Biology, 1: 2296–2303.
- Singh D, Singh PP, Naruka IS, Rathore SS, Shaktawat RPS. 2012. Effect of plant growth regulators on growth and yield of coriander. Indian Journal of Horticulture, 69: 91-93.
- Singh P, Mor VS, Punia RC, Kumar S. 2017. Impact of Growth Regulators on Seed Yield and Quality of Coriander (*Coriandrum sativum* L.) Current Journal of Applied Science and Technology. 22(5):1-10.
- Spatz AK, Gray WM. 2008. Plant Hormone Receptors: New perceptions. Gene Dev 22: 2139-2148.
- Sun YL, Hong SK. 2010. Effects of plant growth regulators and L-glutamic acid on shoot organogenesis in the halophyte *Leymus chinensis* (Trin.). Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 100: 317-328.
- Taiz L, Zeiger E. 2004. Fisiologia Vegetal. 3ª ed. Artmed, Porto Alegre. 719.
- Teale WD, Paponov IA, Palme K. 2006. Auxin in action: Signalling, transport and the control of plant growth and development. Nature Reviews Molecular Cell Biology, 847–859.
- Tepe B, Akpulat AH, Sokmen M, Daferera D, Yumrutas O, Aydin E, Polissiou M, Sokmen A. 2006. Screening of the antioxidative and antimicrobial properties of the essential oil of *Pimpinella anisum* and *Pimpinella flabellifolia* from Türkiye. Food Chemistry. 97(4): 719–724
- Tirapelli CR, Andrade CR., Cassano AO, De Souza FA, Ambrosio SR, Costa FB, Oliveria AM. 2007. Antispasmodic and relaxant effects of the hydroalcoholic extract of *Pimpinella anisum* (Apiaceae) on rat anococcygeous smooth muscle. Journal of Ethnopharmacology 110(1): 23-29.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu). 2021. Türkiye Anason Üretimi. (Son erişim tarihi:25.08.2021) <http://www.tuik.gov.tr>.
- Ujjwal V, Singh MK, Dev P, Chaudhary M, Kumar A, Tomar S. 2018. Effect of different levels of GA and NAA on vegetative 3 growth and flowering parameters of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, SP1: 146-148.
- Wang G, Tian L, Aziz N, Broun P, Dai X, He J, King A, Zhao PX, Dixon RA. 2008. Terpene biosynthesis in glandular trichomes of hop. Plant Physiology, 148(3):1254–1266. <https://doi.org/10.1104/PP.108.12518>
- Warabieda W, Olszak R. 2010. Effect of exogenous methyl jasmonate on numerical growth of the population of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch.) on strawberry plants and young apple trees. Journal of Plant Protection Research 50: 541-544. <http://dx.doi.org/10.2478/v10045-010-0089-y>.
- Zheljazkov VD, Cantrell CL, Astatkie T, Ebelhar MW. 2010. Peppermint productivity and oil composition as a function of nitrogen growth stage, and harvest time. Agronomy Journal 102: 124–128.
- Zlatev S, Iliev L, Vasilev G, Zlateva M. 1978. Influence of some cytokinins on herb and essential oil yield of peppermint. Horticultural Science (Sofia), 15: 51–56.