

Yağ Gülü (*Rosa damascena* Miller)'nde GA₃ Uygulamalarının Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi

Süleyman EFECAN¹, Sabri ERBAŞ^{*1,2}, Murat MUTLUCAN²

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Gül ve Aromatik Bitkiler Uygulama ve Araştırma Merkezi, 32260, Isparta, Türkiye

(Alınış / Received: 18.05.2022, Kabul / Accepted: 06.09.2022, Online Yayınlanma / Published Online: 20.12.2022)

Anahtar Kelimeler

Rosa damascena Mill,
Gibberellik asit,
Çiçek verimi,
Uçucu yağ oranı,
Uçucu yağ bileşenleri

Öz: Çalışmada yağ gülünde farklı dozlarda GA₃ uygulamasının verim ve kalite özelliklerine üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada yağ gülü bitkilerine tomurcuklanmaya başladığı ve pembe renkli petallerin sepallerden çıkmaya başladığı dönemde ve bu tarihten bir hafta sonra beş farklı dozda (0, 25, 50, 75, 100 ppm) GA₃ uygulanmıştır. Bitkilerden çiçeklenme başında (1-7. gün), ortasında (8-14. gün) ve sonunda (15-21. gün) olmak üzere üç dönemde çiçek hasadı yapılmıştır. Bitkilerde çiçek çapı, petal oranı, 100 çiçek ağırlığı ile çiçek ve uçucu yağ verimi 50 ppm GA₃ dozuna kadar artış göstermiştir. Çiçeklerdeki uçucu yağ oranı 25 ppm dozuna kadar artmış, sonraki dozlarda ise azalmaya başlamıştır. Uçucu bileşenleri, çiçeklenme başlangıcında kontrolden 100 ppm uygulamasına kadar geraniol oranı % 36.69'dan %21.16'ya, çiçeklenme ortasında %27.34'ten %12.93'e ve çiçeklenme sonunda ise %22.33'ten %21.14'e gerilemiştir. Çiçeklenme başlangıcında nonadesen ve nonadesan oranı kontrolden 100 ppm dozuna kadar sırasıyla % 1.44'ten %2.47'ye ve %16.50'ten %23.58'e, çiçeklenme ortasında %1.69'dan % 2.66'ya ve %17.15'ten %21.23'e yükselmiştir. Çiçeklenme sonunda ise nonadesen oranı %2.56'dan %1.87'ye düşerken, nonadesan oranı %20.66'tan %29.45'e yükselmiştir. Sonuç olarak; yağ gülünde yüksek çiçek ve uçucu yağ verimi ile uçucu yağ bileşenlerinin elde edilmesinde 25 ppm GA₃ uygulanması önerilebilir.

The Effect of GA₃ Applications on Yield and Quality Properties in Oil Bearing Rosa (*Rosa damascena* Miller)

Keywords

Rosa damascena Mill,
Gibberellic acid,
Flower yield,
Essential oil content,
Essential oil compounds

Abstract: The aim of the study was to investigate the effect of GA₃ applications on yield and quality characteristics. In the study, GA₃ was applied to oil rose plants at five different doses (0, 25, 50, 75 and 100 ppm) when budding and pink petals began to appear on sepals and one week after this date. Flowers were picked at the beginning of flowering (1-7 days), middle (8-14 days) and at the end of the (15-21 days) flowering season. Flower diameter, petal ratio, 100-flower weight and flower and essential oil yield increased up to 50 ppm GA₃ dose in plants. But number of components in the essential oil increased up to 25 ppm doses, and started to decrease at the consequent GA₃ doses. Geraniol decreased from 36.69% to 21.16% from the control to 100 ppm at the beginning of flowering, from 27.34% to 12.93% in the mid-flowering, and from 22.33% to 21.14% at the end of flowering. Nonadecene and nonadecane at the beginning of flowering increased from 1.44% to 2.47% and 16.50% to 23.58%, respectively, from control to 100 ppm dose, from 1.69% to 2.66 and from 17.15% to 21.23% in mid-flowering. At the end of flowering, nonadecene decreased from 2.56% to 1.87%, while nonadecene increased from 20.66% to 29.45%. Finally; it could be recommended to apply 25 ppm GA₃ to obtain high flower and essential oil yield and its components in oil bearing.

1. Giriş

Yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.) çiçeklerinde içerdiği gül yağı ve yüksek kalitede koku molekülleri nedeniyle

özellikle parfüm sektöründe yaygın bir şekilde kullanılan kokulu gül türüdür [1]. Dünyada yağ gülü çiçeği üretimi son yıllarda önemli miktarda artış göstermiş ve 45 bin tona yükselmiş, gül yağı üretimi 6-

*İlgili yazar: sabrierbas@isparta.edu.tr

6.5 ton, konkret üretimi ise 12-14 tona ulaşmıştır. Türkiye dünya gül yağı üretiminin %30'unu, gül konkriti üretiminin %90'ını karşılamaktadır. Yağ güllü tarımının tamamının yapıldığı Göller Yöresinde 2021 yılı verilerine göre en fazla yağ güllü üretim alanı 33.170 da ile Isparta'da (%80.9) bulunurken, sıralamayı 4.005 da ile Burdur (%9.8), 2.750 da ile Afyonkarahisar (%6.7) ve 1.081 da ile Denizli (%2.6) illeri izlemiştir [2].

Yağ güllü bitkisi; yüksek ışık yoğunluğunun olduğu, tomurcuklanma zamanına kadar yeterli yağışa sahip, çiçeklenme döneminde (Mayıs ve Haziran) kuraklık, don veya yüksek sıcaklık olaylarının olmadığı, sabahın erken saatlerinde bitkilerin üzerine çığ düşen bölgelerde başarılı ve ekonomik bir şekilde yetiştirilmektedir. Sabahın erken saatlerinde (06:00-10:00) günlük toplanan yağ güllü çiçekleri geleneksel bakır imbiklerde, fabrika tipi bakır veya krom-nikel kazanlarda su distilasyonu tekniği ile damıtılarak gül yağı ve gül suyu elde edilmektedir. Ayrıca ekstraksiyon tesislerinde n-hekzan ekstraksiyonu ile konkret ve konkritten de etil alkol ekstraksiyonu ile absöüt elde edilir [3-5]. Normal fabrika koşullarında, 3-4 ton taze gül çiçeğinin damıtılmasıyla 1 kg gül yağı (ortalama uçucu yağ verimi %0.035), 350-400 kg taze gül çiçeğinin n-hekzan ekstraksiyonu ile 1 kg konkret (ortalama konkret verimi %0.25) ve 1 kg konkritten de etil alkol ekstraksiyonu ile 0.5-0.6 kg absöüt (ortalama absöüt verimi %55-60) elde edilmektedir [1].

Aroma ve koku endüstrisi, her yıl büyüyen milyar dolarlık bir pazardır. Uçucu yağlar, aroma ve koku endüstrileri tarafından kullanılan bileşiklerin çoğunu oluşturur. Uçucu yağ üretimi sadece genetik faktörlere ve bitkilerin gelişim aşamasına değil, aynı zamanda çevresel faktörlere de bağlıdır. Uçucu yağ ürünlerini ve bunların kalitelerini iyileştirmek için tarımsal tekniklerinin geliştirilmesi gereklidir. Uçucu yağ üretimini etkileyen diğer faktörler arasında bitki büyüme düzenleyicileri veya bitki hormonları bulunur. Bitkilerin içsel seviyeleri ve dışsal uygulama, uçucu yağ üretimini ve kimyasal bileşimi etkileyebilir [6]. Aromatik bitkilerin drog ve uçucu yağ verimlerinin artırılmasında bitki büyüme düzenleyicilerden faydalanılması yönünde araştırmalar yapılmaktadır [7, 8].

Yağ güllünde büyüme düzenleyicileri ile yapılan çalışmalarda çiçek verimi ve kalitesi üzerine çok farklı sonuçlar alınmıştır. Kinetin uygulamasının çiçek sayısını artırdığı ancak çiçeklenmeyi engellediği rapor edilmektedir [9]. Çiçeklenme öncesinde bitkilerin yapraklarında gibberellik asit benzeri aktivite yüksek iken, sitokinin aktivitesinin çiçeklenme döneminde daha yüksek seviyelerde seyrettiği bildirilmektedir [10, 11]. Eteral uygulamasının çiçeklenmeyi teşvik ettiği fakat uçucu yağ içeriğini azalttığı [9], 2-kloroetil fosfonik asitin yağ güllünde dal sayısını ve çiçek verimini arttırdığını veya etafon büyümenin ilk

dönemlerinde uygulandığında çiçeklenme ve çiçeklerdeki uçucu yağ içeriğini artırdığı [12], gibberellinlerin yapraklanma döneminde uygulandığında vejetatif sürgün büyümesini etkilediği ve çiçeklenmeyi uyardığı [13] rapor edilmektedir. Safari vd. [14] yağ güllünde en yüksek bitki boyunu ethrel, kinetin, naftalin asetik asit (NAA) ve kontrol uygulamalarında, en yüksek uçucu yağ oranı ve çiçek verimini kontrol ve ethrel dışındaki uygulamalarda tespit etmişlerdir. Mevcut çalışma yağ güllünde GA₃ uygulamalarının verim ve kalite özelliklerine üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada 2010 yılında dikilen 10. verim yaşındaki yağ güllü bitkileri materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmanın tarla denemeleri 2021 yılında Isparta ili Keçiborlu ilçesinin Ardıçlı köyünde bulunan çiftçi arazisinde, laboratuvar denemeleri ise Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde yürütülmüştür.

Araştırmanın yürütüldüğü yağ güllü bahçesi kesme tekniği yöntemine göre 2 m sıra arası olacak şekilde 2010 yılında dikilmiş ve 3. yılından sonra ekonomik verim alınmaya başlanmıştır. Bu yıldan sonra araştırmanın yürütüleceği 2021 yılına kadar önerilen bakım, gübreleme ve ilaçlama programı uygulanmıştır. Her yıl şubat ayında bitkilerde çırpma budama yapılmış ve bahçe damla sulama ile sulanmıştır. Kış ayında 40 kg/da 10-18-12 + (20 SO₃) taban gübresi, bitkilerin uyandığı dönemde 1 L fulvik asit, 2 kg 10-52-10 (N-P-K) ve 1 kg mikro besin gübrelenmesi [bor 1.3 w/w, bakır 2.2 w/w, demir 7 w/w, mangan 8 w/w, molibden 0.03 w/w, çinko 4.3 w/w], yapraklanma ve çiçeklenme başlangıcından 15 gün öncesine kadar 3 dönemde ve her dönemde 2 kg/da mikro besin içerikli gübreler damlama sulama ile verilmiştir. Diğer taraftan bitkilerde yaprak uçları görülmeye başladığı dönemde 15 kg/da bordo bulamacı atılmış ve yağ güllünde yoğun rastlanan yaprak biti, gül koşnili, gül filiz arısı, külleme, pas ve kara leke ile mücadele için önerilen pestisitler standart uygulama şeklinde uygulanmıştır.

Deneme yürütüldüğü 2021 yılında parsellerde yukarıda bahsedilen standart bakım, gübreleme ve hastalık-zararlı mücadele işlemleri yapıldıktan sonra bitkilerin tomurcuklanmaya başladığı ve pembe renkli petallerin sepal yapraklar arasından çıkmaya başladığı dönemde (çiçeklenme döneminden bir hafta önce) ve bu tarihten bir hafta sonra 0, 25, 50, 75 ve 100 ppm dozunda gibberellik asit (GA₃) uygulanmıştır. Hormonun etkinliğini artırmak için uygulama sabahın erken saatlerinde sırt pülverizatörü yardımı ile yapılmıştır. Hormonun bitki yüzeyine daha kolay yapışması için %0.01 oranında tween 20 eklenmiştir. Kontrol parsellerine sadece saf su püskürtülmüştür. Her bir uygulama dozu parseli 10 m uzunluğunda 3 sıradan oluşmuş ve çalışma 3 tekerrürlü olarak

yürütülmüştür. Her bir uygulama dozu için bir parsel alanı 10 m x 6 m x 3 tekerrür = 180 m²'dir. Çiçeklenme dönemi olan Mayıs ve Haziran aylarında parsellerden çiçekler sabahın erken (06:00-08:00) saatlerinde elle toplanmış ve ağırlıkları tartılmıştır. Çiçeklenme başında (1-7. gün), ortasında (8-14. gün) ve sonunda (15-21. gün) olmak üzere üç dönemde toplanan çiçeklerde aşağıdaki özellikler incelenmiştir: petal oranı (petal oranı %=(petal ağırlığı/çiçek ağırlığı) x 100), çiçek çapı (cm), sürgündeki tomurcuk sayısı (adet), 100 çiçek ağırlığı (g), çiçek verimi (kg/da), uçucu yağ oranı ve bileşenleri (%), uçucu yağ verimi (kg/da), konkret verimi ve randımanı ile absöüt verimi ve randımanı.

Üç farklı hasat döneminde parsellerden toplanan taze çiçekler su distilasyonu işlemine tabi tutulmuştur. Distilasyon işleminde 500 g taze çiçek Clevenger hidrodistilasyon cihazında 5 L'lik balona doldurulmuş ve üzerine 1.5 L saf su ilave edilerek 3 saat süreyle damıtılmıştır [15]. Elde edilen gül yağlarının uçucu yağ bileşenleri SDÜ Yenilikçi Teknolojiler Araştırma ve Uygulama Merkezinde bulunan GC-MS (Gas chromatography/Mass spectrometry) cihazında (QP-5050 quadrapole detektörlü Shimadzu 2010 Plus) belirlenmiştir. GC-MS çalışma koşulları: Kapiler kolon olarak CP-Wax 52 CB (50 m x 0.32 mm, 0.25 µm)'nin kullanıldığı analizlerde fırın sıcaklık programı dakikada 10 °C artarak 60 °C'den 220 °C'ye ulaşmış ve 220 °C'de 10 dakika kadar bekletilmiştir. Toplam analiz süresi 60 dakika, enjektör sıcaklığı 240 °C ve detektör sıcaklığı 250 °C'dir. Taşıyıcı gaz olarak helyum (2 mL/dakika, split 1:20) gazı kullanılmıştır. Bileşenlerinin tanımlanmasında Wiley, Nist, Tutor, FFNSC kütüphanesinden yararlanılmıştır.

Her hasat döneminde toplanan taze yağ güllü çiçeklerinden, oda sıcaklığında nem içeriğinin azalması için bir süre dinlendirildikten sonra [16] 50 g tartılmış ve oda sıcaklığında n-hekzan ile üç kez 30, 25 ve 20 dk sürelerde çiçek ağırlığının 3 katı n-hekzan kullanılarak yıkanmıştır. Toplanan solvent 50 °C'de rotary evaporatörde uzaklaştırılmış ve yarı katı halde gül konkriti elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan konkret verimi (100 kg çiçekten elde edilen konkret miktarı) ve konkret randımanı (1 kg gül konkriti elde

etmek için kullanılacak çiçek miktarı) hesaplanmıştır [1]. Elde edilen gül konkritleri %96'lık saf etil alkol ile 35-40 °C sıcaklıkta 8 saat süreyle tüketilmiştir. 10 g konkret için 100 ml etil alkol kullanılmıştır. Etil alkol solusyonu -20 °C'de 1 gece bekletilmiş ve bekleme sonunda hızlı bir şekilde vakum altında filtre edilmiştir ve kristalleşen parafinlerin ile sabit yağ ve yağ asitlerinin filtrede kalması sağlanmıştır. Daha sonra etil alkol rotary evaporatörde 55 °C'de uzaklaştırılmış ve absöüt elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan absöüt verimi (100 kg konkritten elde edilen absöüt miktarı) ve absöüt randımanı (1 kg gül absöütü elde etmek için kullanılacak konkret miktarı) hesaplanmıştır [1].

Çalışmada incelenen özelliklere ilişkin verilerin varyans analizleri Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak SAS [17] istatistik programı yardımıyla yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD (%5) ile bulunmuştur. Ayrıca toplam çiçek verimi ve uçucu yağ verimi için tesadüf bloklarına göre istatistiksel analizde yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Yağ güllünde GA₃ uygulamasının agronomik ve kalite özellikleri üzerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 1'de sunulmuştur. Çalışmamızda çiçek çapı, petal oranı, 100 çiçek ağırlığı, çiçek verimi, uçucu yağ verimi, uçucu yağ oranı, konkret ve absöüt verimi ve randımanı için hasat zamanı ve dozlar arasında p<0.01 düzeyinde farklılık tespit edilmiştir. Hasat zamanı x Doz interaksyonuna bakıldığında uçucu yağ verimi ve absöüt randımanı için p<0.01, petal oranı, sürgündeki tomurcuk sayısı, çiçek verimi ve uçucu yağ oranı için p<0.05 düzeyinde farklılık belirlenmiştir. Diğer taraftan toplam çiçek ve uçucu yağ verimi için dozlar arasında p<0.01 düzeyinde farklılık gözlenmiştir (Tablo 1).

Çalışmamızda çiçeklenme periyodu boyunca çiçek çapının azaldığı tespit edilmiştir. Çiçeklenme başında (ÇB) 6.35 cm olan çiçek çapı çiçeklenme sonunda (ÇS) 5.74 cm'ye düşmüştür. Diğer taraftan GA₃ uygulamaları sonrasında en yüksek çiçek çapının 25

Tablo 1. Yağ güllünde agronomik ve kalite özellikleri üzerine hasat zamanı ve GA₃ uygulamalarının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	SD	ÇÇ	PO	STS	100ÇA	ÇV		UYV		UYO	Konkret		Absöüt	
						TBBPD	TB	TBBPD	TB		V	R	V	R
Blok	2	8.1**	9.9**	1.7	35.5**	3.4*	3.9	0.3	0.2	1.1	5.1*	3.7*	7.5**	8.9*
Hasat zamanı (HZ)	2	45.3**	201.9**	0.4	946.2**	2850.0**		1793.7**		71.7**	305.2**	239.9**	1104.9**	1075.1**
Hata-1	4													
Doz (D)	4	19.3**	14.9**	0.8	89.6**	34.7**	38.8**	79.7**	54.1**	42.1**	495.0**	350.3**	18.9**	20.8**
HZ x D	8	0.1	2.5*	2.7*	1.9	3.1*		3.5**		2.7*	1.7	1.2	5.4	7.1**
Hata-2	24													
VK (%)		4.3	0.9	5.2	1.6	3.2	1.8	5.4	3.8	6.3	2.2	2.5	0.8	0.9

*, P<0.05; **, P<0.01; SD: serbestlik derecesi; VK: varyasyon katsayısı; SD: Serbestlik Derecesi; ÇÇ: Çiçek Çapı; PO: Petal Oranı; STS: Sürgündeki Tomurcuk Sayısı; ÇV: Çiçek Verimi; UYV: Uçucu Yağ Verimi; UYO: Uçucu yağ Verimi; TBBPD: Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Deseni; TB: Tesadüf Blokları; V: Verim; R: Randıman

ve 50 ppm GA₃ uygulamaları sonucunda elde edildiği (sırasıyla 6.22 ve 6.28 cm), en düşük çiçek çapının ise 100 ppm GA₃ uygulamasından (5.37 cm) elde edildiği tespit edilmiştir (Tablo 2). Yağ gülünde GA₃ çiçeklenmenin kontrolünde önemli bir büyüme düzenleyicidir. Bu nedenle yağ gülü gibi mevsimlik çiçek açan güllerde sadece çiçeklenme döneminde düşük seviyelerde bulunmakta, daha sonraki dönemlerde ise dokularda GA₃ seviyesi arttığından dolayı çiçeklenme baskılanmaktadır [18-20]. GA₃ uygulamasının çiçeklenme başlangıcında yapıldığında çiçek sapı ve çiçek tomurcuğu büyümesine katkıda bulunduğu ve hatta düşük dozlarda dışsal GA₃ uygulamaları ile çiçek sapı absisyonu ve tomurcuk kaybını azalttığı rapor edilmiştir [21-23]. Ancak, gibberellinler yüksek dozlarda uygulandığında çiçeklenmeyi engellediği ve bitki başına çiçek sayısını ve bitkideki çiçek oranını azalttığı bildirilmiştir [21, 23, 24]. Yağ gülünde GA₃ uygulamasının tarımsal özellikleri üzerine etkisi ile ilgili çalışma bulunmamakta ve yapılan çalışmalar çoğunlukla süs güllerindedir. Arun vd. [25] GA₃ uygulamalarının tomurcuk uzunluğunu, çiçek çapını arttırdığını ve birim alanda en fazla kesme çiçek ürettiğini gözlemlemişlerdir. Sadanand vd. [26] 200 ppm GA₃ uygulamasıyla gülde tomurcuk çapı ve boyunun en yüksek değerlere ulaştığını rapor etmişlerdir.

Çiçeklenme periyodu boyunca petal oranının azalmış olup, çiçeklenme başında %74.8 olan petal oranı çiçeklenme sonunda %70.3'e düşmüştür. Diğer taraftan GA₃ dozları incelendiğinde; en yüksek petal oranı 50 ppm GA₃ uygulamasından (%74.4), en düşük petal oranı ise 100 ppm GA₃ uygulamasından (%72.0) elde edilmiştir. Hasat zamanı x doz interaksyonuna göre çiçeklenme başında ve sonunda 25 ve 50 ppm uygulamalarından en yüksek petal oranı belirlenirken, çiçeklenme ortasında (ÇO) 0-75 ppm arasındaki GA₃ uygulamalarında tespit edilmiştir (Tablo 2). Yağ gülü çiçeklerinde petal yapraklar diğer çiçek organlarına göre yaklaşık 4 kat fazla uçucu yağ içerdiğinden petal oranı arttıkça uçucu yağ veriminin de yüksek olması beklenir. Normal yağ gülünde petal oranı ortalama %75 olduğundan, tarımsal uygulamalar ile bu değerden daha yüksek petal oranına sahip olan çiçekler elde edilmesi büyük önem taşımaktadır [27]. Ancak petal oranı ortalama %75 oranında olsa da hasat zamanına ve iklime bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Nitekim Baydar vd. [28], taze olarak toplanan gül çiçeklerinin ağırlıkça %71.6'sını petal (taç) yapraklar ve %28.4'ünü erkek ve dişi organlarla çanak yaprakları içeren sepal yapraklar oluşturduğunu rapor etmiştir. Çalışmamızda %75 ve üzerinde petal oranı çiçeklenme başında 25 ve 50 ppm uygulamalarında, çiçeklenme ortasında ise kontrol ve 50 ppm uygulamalarında elde edilmiştir.

Güllerde GA₃ uygulamaları petal yaprakların kuru ve taze ağırlıklarını arttırdığı, gül çiçeği yaşlanmasını engellediği, örneğin hücre zarı bütünlüğünü koruma ve hücre zarı geçirgenliğini kontrol etme gibi taç

yaprağındaki hücre zarı özellikleri üzerindeki doğrudan etkilerden kaynaklanabileceğini rapor etmişlerdir [22]. Hindistan'da sera koşullarında 3 yaşındaki kesme güllere (cv. Taj Mahal) GA₃ (200, 250 ve 300 ppm) uygulamasının etkisinin incelendiği çalışmada çiçek başına düşen taç yaprağı sayısı, taç yaprağı uzunluğu ve taç yaprağı genişliğini 300 ppm GA₃ uygulamasından elde edildiği rapor edilmiştir [29]. Arun vd. [25] GA₃ uygulamaların tomurcuk uzunluğunu, çiçek çapını arttırdığını ve birim alanda en fazla kesme çiçek ürettiğini gözlemlemişlerdir. Diğer taraftan Hashemabadi ve Zarchini [30] artan GA₃ dozlarının çiçeklerin hypanthium uzunluğunda önemli bir artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda kontrol grubunda çiçeklenme başı ve ortasına göre çiçeklenme sonunda petal oranının azaldığı görülmektedir. Bu durum çiçeklenme sonuna doğru gidildikçe hava sıcaklıklarının yükselmesi ve nisbi nemin düşmesine bağlı olarak, yağ gülü çiçeklerinde nem kaybının artmasından kaynaklanabilir. Nitekim Baydar vd. [27], yağ gülünde hasat zamanına bağlı olarak çiçek ağırlıklarının ve uçucu yağ oranının değiştiğini rapor etmişlerdir. Diğer taraftan GA₃ uygulamaları çiçek çapını artışının çiçeklerdeki petal oranını arttırdığı düşünülmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda daha yüksek dozlarda GA₃ uygulamasının çiçeklenmeyi olumsuz yönde etkilediği rapor edildiği için 100 ppm dozunda petal oranının düşmesinin temel nedeni olarak gösterilebilir.

GA₃ uygulaması sonrasında da sürgündeki tomurcuk sayısında bir farklılığın olmadığı gözlenmiştir. Hasat zamanı x Doz interaksyonuna göre 0, 25 ve 75 ppm dozlarında hasat zamanına göre bir farklılık gözlenmezken, 50 ve 100 ppm uygulamalarında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir. Sürgündeki tomurcuk sayısı 50 ppm uygulamasında 18.5 ile 20.7 adet/sürgün arasında değişmiş olup, çiçeklenme başlangıcından çiçeklenme ortasına kadar sürgündeki tomurcuk sayısının arttığı ve sonrasında azaldığı tespit edilmiştir. 100 ppm uygulamasında ise en düşük değer çiçeklenme ortasındaki sürgünlerden elde edilmiştir (Tablo 2). Hasat zamanı ve GA₃ dozlarının genel olarak sürgündeki tomurcuk sayısını değiştirmede, uygulama zamanının sürgündeki ana tomurcukların bezelye iriliğinde olduğu dönemde uygulanmasından kaynaklanabilir. Zira bu dönemde sürgündeki tomurcuk teşekkülünün önceden oluştuğu ve GA₃ uygulamasının tomurcuk sayısından çok çiçek özelliklerine etki ettiği düşünülmektedir. Diğer taraftan hasat zamanına göre 50 ve 100 ppm uygulamalarında görülen farklılığın örnekleme farklılıklarından kaynaklanabilir. Her ne kadar çalışmamızda GA₃ uygulaması ile sürgündeki tomurcuk sayısında farklılık gözlenmese de yapılan çalışmalarda dışsal GA₃ uygulamalarının erken dönemde tomurcuk kaybını engellediği rapor edilmektedir [21-23]. Ancak parsellerimizde uygulanan standart gübreleme programı nedeniyle besin elementi yetersizliğin bağlı olarak kontrol

Tablo 2. Yağ gülünde agronomik ve kalite özellikleri üzerine hasat zamanı ve GA₃ uygulamalarının etkisi

Hasat Zamanı	Çiçek çapı						Petal oranı					
	0	25	50	75	100	Ort.	0	25	50	75	100	Ort.
ÇB	6.42	6.61	6.67	6.23	5.83	6.35 A¹	74.1 Ab ¹	75.7 Aa	76.3 Aa	74.3 Ab	73.7 Ab	74.8 A
ÇO	5.91	6.21	6.27	5.73	5.73	5.89 B	75.0 Aa	74.0 Bab	75.0 Ba	74.7 Aa	73.2 Ab	74.4 A
ÇS	5.44	5.84	8.89	5.27	4.93	5.74 C	69.6 Bb	71.1 Ca	71.7 Ca	69.9 Bb	69.3 Bb	70.3 B
Ort.	5.92 B	6.22 A	6.28 A	5.74 B	5.37 C		72.9 C	73.6 B	74.4 A	73.0 BC	72.0 D	
Sürgündeki tomurcuk sayısı						100 çiçek ağırlığı						
ÇB	20.5 Aab	20.8 Aab	19.8 ABab	19.2 Aab	21.0 Aa	20.3	286.7	299.0	321.7	297.0	285.7	298.0 A
ÇO	20.2 Aab	19.6 Aab	20.7 Aa	20.6 Aa	18.6 Bb	19.9	255.3	276.3	288.7	273.3	267.3	272.2 B
ÇS	20.4 Aa	21.0 Aa	18.5 Bb	20.3 Aa	20.6 Aa	20.2	217.0	238.7	251.3	231.7	223.7	232.5 C
Ort.	20.4	20.5	19.7	20.0	20.0		253.0 D	271.3 B	287.2 A	267.3 B	258.9 C	
Çiçek verimi						Uçucu yağ verimi						
ÇB	214.6 Bb	226.1 Bab	231.0 Ba	217.3 Bab	193.2 Bc	216.4 B*	62.2 Bab	67.6 Ba	58.5 Bb	46.6 Bc	37.3 Bd	54.4 B*
ÇO	403.6 Ac	424.5 Aab	438.5 Aa	412.3 Abc	373.4 Ad	410.5 A	139.6 Ab	151.3 Aa	132.0 Ac	126.2 Ac	108.3 Ad	131.5 A
ÇS	179.3 Cb	199.6 Ca	211.2 Ca	178.0 Cb	180.0 Cb	189.6 C	52.6 Ca	57.4 Ca	58.8 Ba	42.7 Bb	34.7 Bc	49.3 C
Ort.	265.9 C	283.4 B	293.6 A	269.2 B	248.9 D		84.8 B	92.1 A	83.1 B	71.8 C	60.1 D	
Ort.	797.5 C	850.2 B	880.8 A	807.5 C	746.6 D		254.4 B	276.3 A	249.3 B	215.6 C	180.3 D	
Uçucu yağ oranı						Konkret verimi						
ÇB	0.029 Ba	0.030 Ba	0.025 Bb	0.021 Cc	0.019 Bc	0.025 B	0.26	0.28	0.22	0.20	0.20	0.23 B
ÇO	0.034 Aa	0.035 Aa	0.030 Ab	0.030 Ab	0.029 Ab	0.032 A	0.29	0.31	0.24	0.22	0.22	0.26 A
ÇS	0.029 Ba	0.028 Ba	0.028 Aa	0.024 Bb	0.019 Bc	0.025 B	0.24	0.25	0.20	0.18	0.18	0.21 C
Ort.	0.031 A	0.031 A	0.027 B	0.025 C	0.022 D		0.26 B	0.28 A	0.22 C	0.20 D	0.20 D	
Konkret randmanı						Absolüt verimi						
ÇB	372.9	348.4	449.9	490.4	495.9	431.5 B	68.3	67.9	67.4	67.0	67.1	67.5 A
ÇO	338.9	316.8	408.9	445.8	450.8	392.3 C	64.7	64.9	64.9	64.5	64.1	64.6 B
ÇS	414.3	387.1	499.8	544.9	551.1	479.4 A	60.5	59.7	58.7	57.8	56.6	58.6 C
Ort.	375.4 C	350.8 D	452.9 B	493.7 A	499.3 A		64.4 A	64.2 AB	63.5 B	63.1 C	62.6 D	
Absolüt randmanı						1Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir. Hasat zamanı×doz interaksyonu için küçük harfler dozlar arasındaki farklılıkları, büyük harfler ise hasat zamanı arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.						
ÇB	1.46 Cc	1.47 Cbc	1.48 Cab	1.49 Ca	1.49 Ca	1.47 C						
ÇO	1.54 Bb	1.54 Bb	1.54 Bb	1.55 Bab	1.56 Ba	1.54 B						
ÇS	1.65 Ae	1.67 Ad	1.70 Ac	1.72 Ab	1.76 Aa	1.70 A						
Ort.	1.55 D	1.56 D	1.57 C	1.58 B	1.60 A							

parsellerinde bile tomurcuk kaybının yaşanmadığı görülmektedir.

Yağ gülünde çiçekli sürgünlerin, çiçekli olmayan sürgünlerden daha fazla sitokinin benzeri maddeler içerdiği rapor edilmiştir. Ayrıca, sürgünler, yaklaşık olarak tomurcuk patlama zamanında sitokinin-kinetin (10 ppm) ile muamele edildiğinde, muamele edilmiş bitkiler muamele edilmemiş sürgünlerden daha fazla çiçek ürettiği bildirilmektedir. Ancak kinetine tepki olarak çiçek açan sürgünlerin sayısındaki artışın, sürgünlerin dallanmasındaki bir artıştan mı yoksa potansiyel olarak vejetatif sürgünlerin çiçekli sürgünlere dönüşmesinden mi kaynaklandığı açık değildir [11]. Diğer taraftan Misra vd. [31], palcobutrazol (PP₃₃₃) uygulaması ile bitkilerin vejetatif gelişiminin azaldığı ve çiçek tomurcuğu oluşumunun ve çiçeklenmenin arttığını rapor etmişlerdir. Aynı zamanda PP₃₃₃ uygulanan parsellerde en yüksek çiçekli sürgün sayısının PP₃₃₃ + NO₃ formu azot ve MnCl₂ uygulamasından (26 adet/bitki) elde edildiğini rapor etmiştir. Çalışmamızda parsellere standart miktarda mangan içerikli gübrelemenin yapılması sürgünlerdeki çiçek sayısında farklılık oluşmamasının diğer bir nedeni

olabilir. Erken dönemlerde GA₃ uygulamasının yağ gülü ve diğer bitkilerde çiçek sayısını arttırdığı rapor edilmektedir. Aziz [32], 30 ppm'lik bir GA₃ konsantrasyonunun yağ gülünde çiçeklenmeyi arttırdığını, Rohamare vd. [33], *Trachyspermum ammi* L. Bitkisinde en yüksek birim alandaki dal sayısının 100 ppm GA₃ uygulamasından elde edildiğini, Rani ve Singh [34], 150 ppm'de GA₃'ün sümbülteberde çiçek sayısını arttırdığını bildirmiştir.

Çiçeklenme periyodu boyunca 100 çiçek ağırlığı azalmış ve çiçeklenme başında 298.0 g olan 100 çiçek ağırlığı çiçeklenme sonunda 232.5 g düşmüştür. GA₃ uygulamalarına göre ise en yüksek 100 çiçek ağırlığının 50 ppm GA₃ uygulamasında olduğu (287.2 g), en düşük ise kontrol uygulamasında (253.0 g) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2). Yağ gülünde uygun dozlarda GA₃ uygulaması çiçek sapı absisyonu, tomurcuk düşmesinin engellenmesi, çiçek sapı ve çiçek tomurcuğu büyümesi gibi tomurcuk ve çiçeklerde önemli iyileşmeler sağlayabilmektedir [21-24]. Yapılan araştırmalarda farklı süs gülü türlerinde 100-200 ppm GA₃ uygulaması ile tomurcuk çapı ve boyunun en yüksek değerlere ulaştığı ve çiçek ağırlığının arttığını bildirilmiştir [30, 35].

Yağ güllü tarımında çiçek veriminin artırılması en önemli yetiştiricilik amaçlarından birisidir. Çalışmamızda çiçeklenme başında ortalama 216.4 kg/da taze çiçek toplanırken, çiçeklenme ortasında 410.5 kg/da ve çiçeklenme sonunda 189.6 kg/da çiçek toplanmıştır. GA₃ uygulamalarına göre ise toplam çiçek verimi en yüksek 50 ppm uygulamasından (880.8 kg/da), en düşük ise 100 ppm uygulamasından (746.6 kg/da) elde edilmiştir. GA₃ dozlarının artışına paralel olarak 50 ppm dozuna kadar çiçek verimi artış göstermiş sonraki dozlarda ise azalmaya başlamıştır (Tablo 2). Yağ güllünün çiçek verimi; bahçenin rakımı ve bakışı, yaşı ve budaması, sulama ve gübreleme, iklim ve toprak durumu gibi faktörlere bağlı olarak 250-1.000 kg arasında değişir. Genel olarak 5 da büyüklüğünde bir gül bahçesinden yaklaşık 3.5 ton kadar çiçek toplanır ve toplanan bu çiçekler damıtıldığında sadece 1 kg gül yağı üretilir [36]. Yağ güllünde çiçeklenme periyodu boyunca toplanan çiçek miktarı eşit oranda olmayıp sezon ortasında en yüksek çiçek toplama verimine ulaşmaktadır. Nitekim Baydar vd. [28] yağ güllünde 20-24 günlük çiçeklenme sezonu boyunca toplanan çiçek miktarının %15-20'sinin çiçeklenme başlangıcında, %55-65'inin çiçeklenme ortasında ve %20-25'inin ise çiçeklenme sonunda toplandığını rapor etmiştir. Çalışmamızda genel ortalamaya göre toplanan çiçeklerin %26.5'i çiçeklenme başında, %50.2'si çiçeklenme ortasında ve %23.2'si çiçeklenme sonunda elde edilmiştir.

Yağ güllünde farklı büyüme düzenleyicileri ile yapılan çalışmalarda çiçek verimi üzerine farklı sonuçlar alınmıştır. Kinetin uygulamasının çiçek sayısını artırdığı ancak çiçeklenmeyi engellediği, etereal uygulamasının ise çiçeklenmeyi teşvik ettiği fakat uçucu yağ içeriğini azalttığını [9], 2-kloroetil fosfonik asitin yağ güllünde dal sayısını ve çiçek verimini artırdığını [11], etafon büyümenin ilk dönemlerinde uygulandığında çiçeklenme ve çiçeklerdeki uçucu yağ içeriğini artırdığı [12] rapor edilmiştir. Thakur ve Kumar [37], yağ güllü bitkilerine budama sonrasında bitkilerin 10-12 yapraklı olduğu dönemde (çiçek tomurcuğu teşekkülünün olduğu dönem) 15 mg/L difenil üre, 30 ve 35 mg/L kinetin uygulamasıyla taze çiçek veriminin kontrole kıyasla sırasıyla %56.0, 41.6 ve 35.8 oranında artırdığını bildirmişlerdir. Saffari vd. [38] budama zamanı ve bitki gelişim düzenleyicilerin etkisini inceledikleri çalışmada en yüksek uçucu yağ içeriği Kinetin (%0.062), NAA (%0.062), Cycocel (%0.061), Alar (%0.061), en yüksek çiçek verimi Kinetin (660.7 g/bitki), NAA (650.1 g/bitki), Cycocel (646.8 g/bitki), Alar (650.8 g/bitki) uygulamasıyla elde edildiğini bildirmişlerdir.

Güllerde GA₃ uygulama zamanlarının bitkilerde vejetatif ve generatif büyümeyi etkilediği birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir. Gibberellinlerin yapraklanma döneminde uygulandığında vejetatif sürgün büyümesini etkilediği ve çiçeklenmeyi uyardığı [13] bildirilmiştir. Diğer taraftan Farooqi vd. [11] yağ güllü bitkilerine vejetatif dönem, tomurcuk

oluşumu ve çiçeklenme dönemi olmak üzere üç dönemde GA₃ (10 ve 50 ppm) uygulamış ve GA₃'ün güllerde bitki boyunu teşvik ettiğini bildirmiştir. GA₃ uygulamasının (50 ppm) yağ güllünde bitki boyunu arttırdığı ve çiçeklenme periyodunu kısalttığı Saffari vd. [14] tarafından da bildirilmiştir.

Güllerde özellikle çiçeklenme zamanında içsel GA₃ konsantrasyonu belirli bir eşik seviyesinin altında kaldığında çiçek oluşumunun devam ettiği ancak bu eşğin üzerine çıktığında engellendiği bir model rapor edilmiştir. Bu nedenle, çiçek tomurcuk patlamasında, gibberellik asit konsantrasyonlarının eşğin altında tutulduğu takdirde çiçek açmasının devam ettiğini bildirilmiştir [39]. Süs gülleri üzerine yapılan bazı çalışmalarda [30, 40, 41] 200 ppm GA₃ ile en yüksek çiçek veriminin alındığı rapor edilmektedir. Diğer taraftan "Super Star" güllerde 100 ve 200 ppm dozlarında GA₃ uygulaması sonucunda daha fazla sayıda birincil ve ikincil sürgün üretildiği ve GA₃ uygulamasının çiçek çapının boyutu üzerinde belirgin bir etkisinin olduğu [42] "Raktagandha" kesme gül çeşidinde 500 ppm GA₃ uygulaması sürgün uzunluğunu önemli ölçüde artırdığını [43], yine başka bir çalışmada 'Raktagandha' süs güllü çeşidinde 300 ppm GA₃ uygulamasının çiçek verimini %11-20'ye kadar azalttığını [44] bildirilmiştir. Çalışmamızda 50 ppm GA₃ uygulamasına kadar çiçek veriminin arttığı ve bu dozdan sonra içsel GA₃ eşik değerinin üzerine çıkarak verimin azaldığı tahmin edilmektedir.

Çiçeklerde uçucu yağ oranı en fazla çiçeklenme ortası dönemde (%0.032) tespit edilmiş, çiçeklenme başı ve sonunda ise (%0.025) benzer sonuçlar alınmıştır. Baydar vd. [28] yağ güllünde hasat zamanı boyunca çiçeklerdeki uçucu yağ oranının çiçeklenme ortasına kadar yükseldiği, çiçeklenme sonuna doğru ise azaldığını rapor etmişlerdir. Göktürk Baydar ve Baydar [45] çiçeklenme sezonu boyunca uçucu yağ oranının azalış gösterdiğini (%0.040'tan %0.032'ye) bildirmişlerdir. Sonuçlarımız araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermiştir. Diğer taraftan çalışmamızda çiçeklenme başında hava sıcaklığının düşük olması uçucu yağ sentezini olumsuz etkilediği, çiçeklenme ortasında ise uygun nispi nem ve sıcaklığa bağlı olarak uçucu yağ sentezinin arttığı ve çiçeklenme sonunda ise artan hava sıcaklığı ile çiçeklerden uçucu yağ kaybının fazla olmasından dolayı uçucu yağ oranının düştüğü düşünülmektedir. GA₃ uygulaması çiçeklerde uçucu yağ sentezini olumsuz etkilemiştir. Kontrol ve 25 ppm GA₃ uygulamasında uçucu yağ oranı %0.031 olarak belirlenirken, doz artışına paralel olarak uçucu yağ oranı azalmış ve 100 ppm GA₃ uygulamasında uçucu yağ oranı %0.022'ye kadar gerilemiştir. GA₃ uygulaması ile çiçeklenme başı ve ortasında kontrol ve 25 ppm uygulamasında en yüksek uçucu yağ oranı belirlenirken, çiçeklenme sonunda kontrol, 25 ve 50 ppm uygulamalarında en yüksek uçucu yağ oranı tespit edilmiştir. Yağ güllünde çiçekler bütün olarak damıtıldığında %0.035 oranında, sadece petaller damıtıldığında %0.057 oranında ve petaller dışında

kalan sepal+dişi ve erkek organ kısımlar damıtıldığında %0.013 oranında uçucu yağ elde edildiği bildirilmektedir [28]. Yağ gülünde ilkbaharda tomurcuk patlamasından kısa bir süre sonra ve çiçeklenme başlangıcı döneminde gibberellik asit konsantrasyonlarının düşük olduğu bu nedenle çiçeklenmenin teşvik edildiği, çiçeklenme dönemi sona erdiğinde ise içsel gibberellik asit seviyesinin artışına paralel olarak çiçeklenmenin engellendiği bildirilmektedir. Çalışmamızda dışsal GA₃ uygulaması ile artan doza paralel olarak, özellikle 50 ppm'e kadar, içsel gibberellik asit konsantrasyonunun eşik değeri sınırları içerisinde kaldığı, dolayısıyla çiçek özelliklerinin iyileştiği ve çiçek veriminin arttığı düşünülmektedir. Diğer taraftan artan çiçek verimine karşılık uçucu yağ oranının düştüğü, daha da artan GA₃ dozunun çiçeklenmenin de olumsuz etkilenmesi ile uçucu yağ sentezinin de azaldığı düşünülmektedir. Ayrıca GA₃ uygulaması çiçeklerin hypanthium uzunluğunu arttırabilir [30] ve bu durumda yüksek dozlarda hypanthium irileşmesine bağlı olarak çiçek çapları küçülebilir, bu durumda uçucu yağ oranı düşük olan hypanthiumun çiçekte hacimce oransal artışının da uçucu yağ oranını azaltabilir. Zira çalışmamızda 100 ppm GA₃ uygulamasının çiçeklerde çiçek çapını, petal oranını, çiçek verimini azalttığı ve dolayısıyla uçucu yağ oranının azaldığı bulunmuştur. Yağ gülünde GA₃ uygulamasının uçucu yağ içeriğini azalttığı farklı araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir [9, 11, 38].

Endüstriyel açıdan yağ gülü tarımında birim alandan yüksek uçucu yağ veriminin alınması hedeflenmektedir. Uçucu yağ veriminin arttırılması için hem çiçek veriminin hem de uçucu yağ oranının arttırılması gerekmektedir. Aynı zamanda yüksek uçucu yağ verimi ve kalitesi için yağ gülünün bahçelerden erken toplanması kadar damıtma tesislerinde de erken damıtılması önemlidir. Çalışmamızda çiçeklenme başında distilasyon ile ortalama 54.4 g/da uçucu yağ verimi alınırken, çiçeklenme ortasında 131.5 g/da ve çiçeklenme sonunda 49.3 g/da uçucu yağ elde edilmiştir. GA₃ uygulamalarına göre ise en yüksek uçucu yağ verimi 25 ppm uygulamasından (276.3 g/da), en düşük uçucu yağ verimi ise 100 ppm uygulamasından (180.3 g/da) elde edilmiştir. 25 ppm GA₃ uygulaması kontrole kıyasla uçucu yağ verimini %8.6 oranında arttırırken, 100 ppm uygulaması %29.1 oranında azaltmıştır (Tablo 2). Isparta ilinde yağ gülü yetiştirme sezonu olan Mayıs ve Haziran aylarında çiçeklenme başlangıcı ve ortasında sabahın erken saatlerinde çiğ düşmekte ve çiçeklenme sonuna doğru havaların ısınmasıyla birlikte çiçeklerde nem kaybı ve uçucu yağ kaybı yaşanmaktadır. Diğer taraftan çiçeklenme başı ve ortası dönemde sabahın erken saatlerinde hasat yapılmakta ve çiçekler fabrikaya getirilerek özellikle çiçek hasadının yoğun olarak yapıldığı çiçeklenme ortasında hasattan sonra çiçekler fabrikalara getirilerek bekletilmektedir. Çiçeklenme sonuna doğru havanın daha da ısınması ile birlikte çiçekler damıtmaya kadar bekleme süresi boyunca daha fazla

sıcaklığa maruz kalmakta ve uçucu yağ kaybı çiçeklenme başı ve ortası döneme göre daha fazla olmaktadır [1, 27, 28, 45]. Nitekim çalışmamızda da benzer sonuçlar görülmüştür. Diğer taraftan GA₃ uygulamasının uçucu yağ oranını azaltması uçucu yağ veriminde yüksek oranda düşüş yaşanmasının nedeni olabilir.

Hasat zamanına göre en yüksek konkret verimi ve randımanı çiçeklenme ortası dönemden sırasıyla %0.26 ve 392.3 kg/kg çiçek olarak elde edilmiştir. En düşük konkret verimi %0.21 ve konkret randımanı 479.4 kg/kg çiçek ile çiçeklenme sonunda ölçülmüştür. GA₃ uygulamaları arasında 25 ppm uygulamasında en yüksek konkret verimi (%0.28) ve randımanı (350.8 kg/kg çiçek) elde edilmiştir. Bu uygulamaya ile kontrole kıyasla konkret veriminde %7.9 artış sağlamış ve konkret randımanında ise %6.6 oranında daha az çiçek kullanarak 1 kg konkret elde edilmesine olanak sağlamıştır. Ancak bu dozdan sonra yapılan diğer uygulamalarda konkret verimi önemli oranda azalmıştır. En yüksek dozda (100 ppm) %0.20 oranında konkret verimi elde edilmiştir. Bu oran konkret randımanında 499.3 kg çiçekten 1 kg konkret elde edilmesi anlamına gelmektedir. Yani kontrole kıyasla 1 kg konkret elde etmek için 123.9 kg daha fazla çiçek kullanılması gerekmektedir (Tablo 2). Yağ gülü çiçeğinden *n*-hekzan ekstraksiyonu kullanılarak elde edilen konkret verimlerinin Türkiye [4], Bulgaristan [46] ve Pakistan'da [16] yaklaşık %0.25 (400 kg taze çiçekten 1 kg) olduğu bildirilmiştir. Erbaş ve Baydar [1] Isparta koşullarında yetiştirilen yağ gülü çiçeklerinden %0.30 oranında (336.2 kg çiçekten 1 kg) konkret randımanı elde etmiştir. Çalışmamızda GA₃ uygulaması ile çiçeklerde uçucu yağ oranının azalmasına bağlı olarak konkret veriminin azaldığı ve böylece konkret randımanının yükseldiği düşünülmektedir.

Hasat zamanına göre en yüksek absöüt verimi (%67.5) çiçeklenme başında elde edilmiş ve çiçeklenme sonuna doğru azalmıştır. Bir kg absöüt üretmek için çiçeklenme başında 1.47 kg konkret gerekli iken, çiçeklenme sonuna doğru bu miktar 1.70 kg konkrete yükselmiştir. GA₃ uygulamaları absöüt verimini olumsuz etkilemiş ve doz artışına paralel olarak absöüt verimi azalmıştır. Kontrol parsellerinde %64.4 olarak elde edilen absöüt randımanı 100 ppm uygulanan parsellerde ise %62.6 olarak tespit edilmiştir. Absöüt veriminin azalmasına paralel olarak absöüt randımanı ise doz artışı ile birlikte azalmıştır (Tablo 2). Yağ gülü konkretinden elde edilen gül absöütü verimlerinin %62 ile %68 arasında değiştiği rapor edilmiştir [3-5]. Ancak nadiren %50'ye kadar düştüğü rapor edilse de [46], Erbaş ve Baydar [1] farklı çözücüler kullanılarak elde edilen yağ gülü konkretlerinden etil alkol ekstraksiyonu ile %52.1-70.9 arasında absöüt verimleri elde etmişler, en yüksek absöüt veriminin %70.9'e kadar ulaştığını ve 1.41 kg konkretten 1 kg absöüt elde edildiği rapor etmişlerdir. Khan ve Rehman [16] yağ gülü

çiçeklerinden elde edilen konkrretlerden çiçek üzerinden %0.03 absööl verimi tespit etmişlerdir.

Çiçeklenme başlangıcında ve ortasında elde edilen uçucu yağlarda 33 adet bileşen tespit edilirken, çiçeklenme sonunda 41 adet bileşen belirlenmiştir. Yağ güllünün en önemli monoterpen alkollerleri olan β -sitronellol çiçeklenme başlangıcından çiçeklenme sonuna kadar %18.34'ten %21.59'a artarken, geraniol oranı ise %36.69'dan %22.23'e gerilemiştir. Diğer taraftan nerol oranı ise çiçeklenme periyodu boyunca artış göstermiş ve en yüksek nerol oranı çiçeklenme ortası dönemde (%7.88) tespit edilmiştir. Hidrokarbon yapısındaki bileşenler incelendiğinde; nonadesan ve nonadesen oranları çiçeklenme periyodu boyunca sırasıyla %1.44 ve %16.50'den %2.56 ve %20.66'ya çıkmıştır. Ancak eikosan, heneikosan ve trikosan oranları çiçeklenme periyodu boyunca azalış göstermiştir. Mutagenik ve alerjik reaksiyonlara neden olduğu ileri sürülen ve fenilpropanoid olan metil öjenol standart endüstriyel prostele elde edilen gül yağında çoğunlukla %0.5-2.0 civarında bulunmaktadır. Çalışmamızda ise çiçeklenme periyodu boyunca %0.70-0.85 arasında değişmiştir (Tablo 3).

Yapılan diğer çalışmalarda Baydar vd. [28] çiçeklenme sezonu boyunca sitronellol oranının %19.3'ten %37.7'ye arttığını, geraniol oranının %42.4'ten %13.0'e ve nerol oranının %9.8'den %4.0'e azaldığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar kaliteye olumsuz etkisi olan metil öjenol oranının ise %0.7'den %1.7'ye artış gösterdiği saptamışlardır. Diğer taraftan Göktürk Baydar ve Baydar [45] yağ güllünde hasat zamanına göre linalool hariç, diğer bütün uçucu yağ bileşenlerinin etkilendiğini rapor etmiştir. Hasat zamanına göre geraniol ve nerol içeriğinin çiçeklenme periyodu boyunca sırasıyla %6.2 ve %37.1 oranında azaldığını, sitronellol içeriğinin ise %29.7 oranında arttığını rapor etmişlerdir. Sonuçlarımız diğer raporlarla benzerlik göstermekte ve yağ bileşenlerinde görülen farklılıkların iklim ve zamana bağlı değiştiği düşünülmektedir. Ayrıca çalışmamızda geranioldeki azalmanın çiçeklenme periyodu boyunca artan sıcaklığa bağlı olarak sitronellole dönüşmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Zira Göktürk Baydar ve Baydar [45] bu iki bileşik arasında negatif ve geraniol ve nerol arasında da pozitif bir ilişki olduğunu rapor etmişlerdir.

GA₃ uygulamaları yağ güllünde uçucu yağ bileşenlerini de önemli bir şekilde etkilemiştir. GA₃ uygulaması çiçeklenme başlangıcı döneminde çiçeklerde sentezlenen bileşen sayısını arttırmıştır. Diğer taraftan çiçeklenme ortasında 75 ve 100 ppm dozlarında, kontrole kıyasla daha fazla bileşen tespit edilirken, çiçeklenme sonunda ki özelliikle 75 ve 100 ppm dozlarında bileşen sayısı azalmıştır. Bütün çiçeklenme periyotlarında artan GA₃ dozları geraniol oranını önemli bir şekilde düşürmüştür. Çiçeklenme başlangıcında kontrolden 100 ppm uygulamasına

kadar geraniol oranı %36.69'dan %21.16'ya, çiçeklenme ortasında %27.34'ten %12.93'e ve çiçeklenme sonunda ise %22.33'ten %21.14'e gerilemiştir. Ancak GA₃ uygulamaları çiçeklenme başı ve ortasında sitronellol oranını 75 ppm'e kadar, çiçeklenme sonunda ise 50 ppm'e kadar arttırmış, sonraki dönemlerde ise doz artışına göre ise azalma göstermiştir. Diğer taraftan çiçeklenme başında nerol oranı kontrole kıyasla 75 ppm'e kadar, çiçeklenme sonunda 25 ppm'e kadar artış gösterirken, sonraki dozlarında azalmıştır. Çiçeklenme ortasında ise nerol oranı artan GA₃ dozlarıyla dalgalı bir değişim göstermiştir. GA₃ uygulamaları hidrokarbon grubundaki bileşenleri de etkilemiştir. Çiçeklenme başlangıcında nonadesen ve nonadesan içerikleri uygulama dozları arttıkça yükselmiştir. Çiçeklenme başlangıcında bu iki bileşenin oranı kontrolden 100 ppm dozuna kadar sırasıyla %1.44'ten %2.47'ye ve %16.50'ten %23.58'e, çiçeklenme ortasında %1.69'dan %2.66'ya ve %17.15'ten %21.23'e yükselmiştir. Çiçeklenme sonunda ise nonadesen oranı %2.56'dan %1.87'ye düşerken, nonadesan oranı %20.66'dan %29.45'e yükselmiştir. Diğer taraftan heneikosan içerikleri de bütün hasat dönemlerinde GA₃ uygulama dozları boyunca artış göstermiştir (Tablo 3).

Gül uçucu yağında az miktarda bulunan, fakat önemli bir bileşik olan metil öjenol GA₃ uygulamaları sonucunda çiçeklenme başlangıcında kontrolden (%0.70) 75 ppm dozuna (%0.81) kadar artış gösterirken, 100 ppm uygulamasında (%0.64) ise azalmıştır. Çiçeklenme ortasında uygulamalara bağlı olarak %0.75-0.88 arasında değişim göstermiştir. Ancak çiçeklenme sonunda kontrolde %0.87 oranında belirlenen metil öjenol 25 ppm GA₃ uygulamasında %0.93'e yükselirken, yüksek dozlarda %0.25-0.30 seviyelerine kadar gerilemiştir (Tablo 3).

Günümüzde yağ güllünün uçucu yağının kalitesi uluslararası boyutta AFNOR NF T 75-345: 1986 ve ISO 9842: 2003 standartlarına göre belirlenmektedir. ISO 9842: 2003 standartlarına göre gül yağında nerol'ün %5.0-12.0, β -sitronellol'ün %20.0-34.0, geraniol'ün %12.0-22.0, heptadekan'ın %1.0-2.5, nonadekan'ın %8.0-15.0 ve heneikosan'ın %3.0-5.5 arasında olması, fenil etil alkol'ün ise <%3.5'tan düşük olması istenmektedir. Ancak, gül yağı üreten ülkelerin her biri farklı çevresel koşullar (nem, toprak, sıcaklık) ve yetiştirme tekniklerine (hasat zamanı, gübreleme, sulama, budama zamanı, büyüme düzenleyici uygulamaları vs.) sahip oldukları için agronomik ve kalite özelliklerinde varyasyonlar ortaya çıkabilmektedir.

Yağ güllünde çiçeklenme periyodu boyunca uçucu yağ oranı ve bileşenleri önemli bir şekilde değişmektedir. Baydar vd. [28] petallerin kapalı ve çanak yapraklar tarafından sıkıca sarılı olduğu dönemden (1. dönem) petallerin tam olarak açılmış ve stamenlerin koyu sarı-kahve renkte olduğu döneme (5. dönem) kadar beş

çiçek hasadı sırasında özellikle tam açılmamış çiçeklerin toplanması, çiçek hasadının sabahın erken saatlerinde yapılması, bekletilmeden taze olarak damıtılması ve distilasyon süresinin gereğinden fazla uzatılmaması metil öjenol miktarını düşürmektedir [28, 45]. Gül yağındaki metil öjenolün asıl kaynağının çiçeğin petalleri haricindeki kısımlar, özellikle de stamenler olduğu tespit edilmiştir [47]. Standart gül yağında sadece %1.26 oranında belirlenen metil öjenol, petallerde iz düzeyde (%0.004) iken stamenlerde %5.49 oranında bulunmuştur [48].

Çalışmamızda özellikle 100 ppm GA₃ uygulamasının çiçeklenmeyi olumsuz etkilediği ve çiçeklerdeki içsel GA₃ seviyesi eşiğinin üstüne çıktığı, bu nedenle özellikle uçucu yağlardaki hidrokarbon yapısındaki bileşiklerin oransal olarak arttırdığı düşünülmektedir. Zira Baydar vd. [28] çiçek gelişim döneminin erken dönemlerinde hidrokarbon bileşenlerinin daha yüksek konsantrasyonlarda olduğunu bildirmiştir. Diğer taraftan düşük dozlarda GA₃ uygulamasının çiçeklenmeyi hızlandırdığı ve bu nedenle özellikle 25 ve 50 ppm dozlarında kontrole kıyasla uçucu yağın ana bileşeni olan sitronellol ve geraniolün sentezini de arttırdığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak; yağ gülünde yüksek çiçek ve uçucu yağ verimi ve uluslararası standartlara uygun (ISO 9842: 2003) uçucu yağ bileşenlerinin elde edilmesinde 25 ppm GA₃ uygulanması önerilebilir. Ancak çalışmanın tek yıllık olması nedeniyle takip eden yıllarda tekrar GA₃ uygulaması yapılması sonuçların güvenilirliğini arttıracaktır. Ayrıca GA₃ uygulanan parsellerde herhangi bir uygulama yapılmadan bitkilerde agronomik ve kalite ölçümlerinin bir sonraki yıl tekrarlanarak bitkilerin gibberellik aside tepkisinin ölçülmesi de gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Süleyman EFECAN'ın Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir.

Etik Beyanı/Declaration of Ethical Code

Bu çalışmada, "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.

Kaynakça

[1] Erbaş, S., Baydar, H. 2016. Variation in Scent Compounds of Oil-Bearing Rose (*Rosa damascena* Mill.) Produced by Headspace Solid Phase Microextraction, Hydrodistillation and Solvent Extraction. Records of Natural Products, 10(5), 555-565.

- [2] Anonim, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 31.12.2021).
- [3] Aydınli, M., Tutas, M. 2003. Production of Rose Absolute from Rose Concrete. Flavour and Fragrance Journal, 18(1), 26-31.
- [4] Kürkçüoğlu, M., Başer, K. H. C. 2003. Studies on Turkish Rose Concrete, Absolute and Hydrosol. Chemistry of Natural Compounds, 39(5), 457-464.
- [5] Ayçi, F., Aydınli, M., Bozdemir, O. A., Tutas, M. 2005. Gas Chromatographic Investigation of Rose Concrete, Absolute and Solid Residue. Flavour and Fragrance Journal, 20, 481-486.
- [6] Prins, C. L., Vieira, I. J. C., Freitas, S. P. 2010. Growth Regulators and Essential Oil Production. Brazilian Journal of Plant Physiology, 22(2), 91-102.
- [7] El-Keltawi, N. E., Croteau, R. 1987. Influence of Foliar Applied Cytokinins on Growth and Essential Oil Content of Several Members of the Lamiaceae. Phytochemistry, 26(4), 891-895.
- [8] Ansari, S. H., Qadry, J. S., Jain, V. K. 1988. Effect of Plant Hormones on the Growth and Chemical Composition of Volatile Oil of *Cymbopogon*. Indian Journal of Forestry, 11(2), 143-145.
- [9] Farooqi, A. H. A., Sharma, S., Naqvi, A. A., Khan, A. 1993. The Effect of Kinetin on Flower and Oil Production in *Rosa damascena*. Journal of Essential Oil Research, 5(3), 305-309.
- [10] Sharma, M. L. 1982. Cultivation of Rose and Manufacture of its Products in India. pp. 537-544. Atal, C. K., Kapur, B. M. ed. Cultivation and utilization of aromatic plants. Jammu, India: Regional Research Laboratory, CSIR.
- [11] Farooqi, A. H. A., Shukla, Y. N., Sharma, S., Bansal, R. P. 1994. Relationship Between Gibberellin and Cytokinin Activity and Flowering in *Rosa damascena* Mill. Plant Growth Regulation, 14, 109-113.
- [12] Farooqi, A. A., Srikant, S. 1990. Effect of Growth Retardants on Flowering of *Rosa damascena* Mill. Proceedings of the international congress of plant physiology, New Dehli, India, 2, 1355-1369.
- [13] Bernier, G. 1988. The Control of Floral Evacuation and Morphogenesis. Annual Reviews of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 39, 175-219.
- [14] Safari, V. R., Khalighi, A., Lesani, H., Babalar, M., Obermaier, J. F. 2004. Effects of different plant growth regulators and time of pruning on yield components of *Rosa damascena* Mill. International Journal of Agriculture & Biology, 6(6), 1040-1042.

- [15] European Pharmacopoeia, 1975. Maissonneuve Sainte Ruffine, 3, 68.
- [16] Khan, M. A., Rehman, S. U. 2005. Extraction and Analysis of Essential Oil of *Rosa* Species. International Journal of Agriculture and Biology, 7, 973-974.
- [17] SAS Institute, 1999. INC SAS/STAT User's Guide Release 7.0, Cary, NC, USA.
- [18] Hackett, W. P. 1987. Juvenility, Maturation and Rejuvenation in Woody Plants. Horticultural Reviews, 7, 109-155.
- [19] Colasanti, J., Sundaresan, V. 2000. 'Florigen' Enters the Molecular Age: Long-Distance Signals that Cause Plants to Flower. Trends in Biochemical Sciences, 25(5), 236-240.
- [20] Zhao, D., Yu, Q., Chen, C., Ma, H. 2002. Genetic Control of Reproductive Meristems. pp. 89-141. McManus, M. T., Veit, B. E. ed. Meristematic Tissues in Plant Growth and Development. Sheffield Academic Press. Sheffield.
- [21] Mor, Y., Zieslin, N. 1987. Plant Growth Regulators in Rose Plants, Horticultural Reviews, 9, 53-73.
- [22] Bianco, J., Garello, G., Le Pege-DEgivy M. T. 1991. Gibberellins and Abscisic Acid in Reproductive Organs of *Rosa hybrida*. Acta Horticulturae, 298, 75-82.
- [23] Bris, L. 2003. Hormones in Growth and Development. pp. 364-369. Encyclopedia of Rose Sciences. Elsevier Academic Press.
- [24] Agbaria, H., Zamski, E., Zieslin, N. 2001. Effects of Gibberellin on Senescence of Rose Flower Petals. Acta Horticulturae, 547, 269-279.
- [25] Arun, D. S., Ashok, A. D., Rengasamy, P. 2000. Effect of Some Growth Regulating Chemicals on Growth and Flowering of Rose 'First red' Under Greenhouse Conditions. Journal of Ornamental Horticulture, 3(1), 51-53.
- [26] Sadanand, D. A., Ashok, A. D., Rangaswamy, P. 2000. Effect of Some Growth Regulating Chemicals on Growth and Flowering of Rose cv. First Red under Greenhouse Conditions. Journal of Ornamental Horticulture, 3(1), 51-53.
- [27] Baydar H., Kazaz S., Erbaş S. 2016. Variations in Floral Characteristics and Scent Composition and the Breeding Potential in Seed Derived Oil Bearing Roses (*Rosa damascena* Mill). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40, 560-569.
- [28] Baydar H., Kazaz S., Erbaş S. 2013. Yağ gülü (*Rosa damascena* Mill)'nde Morfogenetik Ontogenetik ve Diurnal Varyabiliteler. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8, 1-11.
- [29] Singh, A. K., Kumar, P., Sisodia, A., Padhi, M. 2019. Effect of GA₃ and Salicylic Acid on Growth and Flowering in Rose Grown under Protected Condition. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 8(5), 462-465.
- [30] Hashemabadi, D., Zarchini, M. 2010. Yield and Quality Management of Rose (*Rosa hybrida* cv. Poison) with Plant Growth Regulators. Plant Omics, 3(6), 167-171.
- [31] Misra, A., Srivastava, N. K., Kumar, R., Khan, A. 2005. Effect of Paclobutrazol (PP₃₃₃) on Flower Quality and Quantity of *Rosa damascena*. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 36, 477-486.
- [32] Aziz, S. 2014. Effect of Foliar Application of GA₃ and Macronutrients on Growth and flowering of Rose Species. M.Sc. Thesis, University of Agriculture, Institute of Horticultural Sciences Faisalabad, Pakistan.
- [33] Rohamare, Y., Nikam, T. D., Dhumal, K. N. 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(2), 34-41.
- [34] Rani, P., Singh, P. 2013. Impact of Gibberellic Acid Pre-Treatment on Growth and Flowering of Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Prajwal. Journal of Tropical Plant Physiology, 5(1), 33-41.
- [35] Muthukumar, S., Ponnuswami, V., Jawaharlal, M., Ramesh, A. K. 2012. Effect of Plant Growth Regulators on Growth, Yield and Exportable Quality of Cut Roses. International Journal of Science and Research, 7(4), 733-738.
- [36] Baydar, H., Kazaz, S. 2013. Yağ Gülü & Isparta Gülcülüğü. Gülbirlik Yayınları, Isparta.
- [37] Thakur, M., Kumar, R. 2020. Foliar Application of Plant Growth Regulators Modulates the Productivity and Chemical Profile of Damask Rose (*Rosa damascena* Mill.) under Mid-Hill Conditions of the Western Himalaya. Industrial Crops and Products, 158, 1-9.
- [38] Saffari, V. R., Khalighi, A., Lesani, H., Babalar, M., Obermaier, J. F. 2004. Effects of Different Plant Growth Regulators and Time of Pruning on Yield Components of *Rosa damascena* Mill. International Journal of Agriculture and Biology, 6(6), 1040-1042.
- [39] Roberts, A. V., Blake, P. S., Lewis, R., Taylor, J. M., Dunstan, D. J. 1999. The Effect of Gibberellins on Flowering in Roses. Journal of Plant Growth Regulation, 18(3), 113-119.
- [40] Nanjan, K., Muthuswamy, S. 1975. Growth and Flowering of Edward Rose (*Rosa barboniana* Desp.) to Certain Growth Regulator Spray. South Indian Horticulture, 23, 94-99.
- [41] Maharana, T., Pani, A. 1982. Effect of Post Pruning Spraying of Different Growth Regulators on the

- Growth and Flowering of Hybrid Rose. Bangladesh Horticulture, 10(1), 87-88.
- [42] Bhattacharjee, S. K., Ranjan, R. 1995. Influence of Growth Regulators on *Rosa hybrida* cv. "Super Star". Scientific Horticulture, 4, 151-156.
- [43] Bhadacharjee, S. K. 1993. Studies on the Effect of Gibberellic Acid on Growth, Flowering, Flower Quality and Post-Harvest Life of *Rosa hybrida* cv. "Raktagandha". Indian Rose Annual, 11, 77-83.
- [44] Bhattacharjee, S. K., Singh, U. C. 1995. Growth and Flowering Response of *Rosa hybrida* 'Raktagandha' to Certain Growth Regulator Sprays. The Orissa Journal of Horticulture, 83, 275-281.
- [45] Göktürk Baydar, N., Baydar, H. 2005. The Effects of Harvest Date Fermentation Duration and Tween 20 Treatment on Essential Oil Content and Composition of Industrial Oil Rose (*Rosa damascena* Mill.). Industrial Crops and Products, 21, 251-255.
- [46] Garner, J., Buil, P. 1976. Evolution of the Composition of the Rose Essential Oils and Concrete during the Production Campaign. Aerosol, 58, 537-540.
- [47] Rusanov, K., Kovacheva, N., Rusanova, M., Atanassov, I. 2012. Reducing Methyl Eugenol Content in *Rosa damascena* Mill. Rose Oil by Changing the Traditional Rose Flower Harvesting Practices. European Food Research and Technology, 234(5), 921-926.
- [48] Baydar, H., Erbaş S. 2016. Yağ Gülü (*Rosa damascena* Mill.)'nde Tepe Boşluğu Katı Faz Mikro Ekstraksiyonu HS SPME ve Konvansiyonel Su Distilasyonu Yöntemleri ile Elde Edilen Uçucu Bileşenlerin Karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20, 27-36.