

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MUTASYON ISLAHI YÖNTEMİYLE ELDE EDİLEN YAĞ
GÜLÜ(*ROSA DAMASCENAMILL.*) GENOTİPLERİNDE ÇİÇEK
VE KOKU ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Keziban SARI

**Danışman
Prof. Dr. Hasan BAYDAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2018**



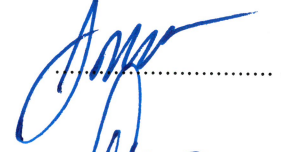
© 2018 [Keziban SARI]

TEZ ONAYI

Keziban SARI tarafından hazırlanan "**Mutasyon Islahı Yöntemiyle Elde Edilen Yağ Gülü (*Rosa damascena* Mill.) Genotiplerinde Çiçek ve Koku Özelliklerinin Belirlenmesi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Hasan BAYDAR
Süleyman Demirel Üniversitesi



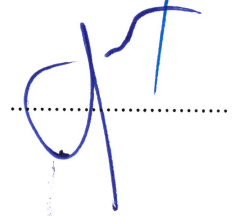
Jüri Üyesi

Prof. Dr. Soner KAZAZ
Ankara Üniversitesi



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Sabri ERBAŞ
Süleyman Demirel Üniversitesi



Enstitü Müdürü

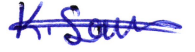
Prof. Dr. Yasin TUNCER

.....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Keziban SARI



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	ii
ABSTRACT.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal	13
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Fenolojik ve morfolojik gözlemler ve ölçümler.....	15
3.2.2. Su distilasyonu	16
3.2.3. Solvent ekstraksiyonu	17
3.2.4. GC-MS analizi	17
3.2.5. HS-SPME/GC-MS analizi	17
3.2.6. Verilerin değerlendirilmesi	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	19
4.1. Çiçeklenme Zamanı ve Sezonu.....	19
4.2. Petal Rengi ve Renk Değerleri.....	20
4.3. Petal Sayıları ve Diğer Çiçek Organları.....	25
4.4. Çiçek Verimi ve Verim Özellikleri.....	27
4.5. Sepal, Hipantiyum ve Pedisel Tüylülüğü.....	30
4.6. Koku Kompozisyonu (HS-SPME-GC/MS)	31
4.7. Gül Yağı Verimi ve GC/MS ile Belirlenen Koku Kompozisyonu.....	36
4.8. Konkret Verimi ve GC/MS ile Belirlenen Koku Kompozisyonu	42
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	48
KAYNAKLAR	51

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MUTASYON ISLAHI YÖNTEMİYLE ELDE EDİLENYAĞ GÜLÜ(*Rosa damascena* Mill.) GENOTİPLERİNDE ÇİÇEK VE KOKU ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Keziban SARI

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hasan BAYDAR

2016 yılında yürütülen tez çalışmasında, petal renkleri ve petal sayıları farklı toplam 27 genotip (gama ışını uygulanmamış tohumlardan yetiştirilen 9 adet genotip, 100 Gray gama ışını uygulanmış tohumlardan yetiştirilen 9 adet mutant ve 200 Gray gama ışını uygulanmış tohumlardan yetiştirilen 9 adet mutant) materyal olarak kullanılmıştır. Kontrol olarak, yörede kültürü yapılan ve vejetatif olarak çoğaltılan *Rosa damascena* genotipi (İsmail Efendi-1888) olan Rd-Isparta (pembe renkli ve 30 petal yapraklı) yer almıştır. Çalışmada 27 adet yağ gülünün; ilk ve son çiçeklenme tarihleri, çiçeklenme gün sayıları, petal rengi, Minolta renk değerleri, bitki başına çiçek sayısı, çiçek başına petal sayısı, çiçek başına anter sayısı, çiçek başına stigma sayısı, pedisel-hipantiyum tüylülüğü (var/yok), çiçek çapı, çiçek ağırlığı ve petal oranı belirlenmiştir. Ayrıca bazı genotiplerin ve mutantların taze çiçeklerinde Clevenger tipi su distilasyonu yöntemi ile uçucu yağ verimi (%) tespit edilmiş, bütün genotip ve mutantların taze yağ gülü çiçeklerinin floral uçucu bileşenleri ise gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (GC-MS) ile kombine edilmiş Tepe Boşluğu-Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (HS-SPME) tekniği ile tespit edilmiştir.

Yağ gülü genotiplerinin petal rengi beyazdan koyu pembeye kadar değişmiş, sadece pembe değil beyaz renkli olanların da tarımsal ve teknolojik özellikleri yönüyle değerlendirilebileceği ortaya konulmuştur. Genel olarak petal sayısı az olanlar (5-10 petal) daha erken, petal sayısı fazla olanlar (>25 petal) daha geç çiçeklenme eğilimi göstermiştir. Yalın katlı yağ güllerinin katmerli yağ güllerine göre ağırlıkça daha hafif, koku yoğunluğunun daha az, petal ömrünün daha kısa ve petal dökümünün daha kolay olduğu belirlenmiştir. Petal sayısı ve anter sayısı arasında ortaya çıkan önemli ve negatif ilişkinin ($r = -0.85^{**}$) A, B ve C gibi MADS-box fonksiyon genlerinin homeotik fonksiyonları sonucu olabileceği anlaşılmıştır. Pedisel, hipantiyum ve sepal yaprakları tüysüz (çıplak) olan genotiplerin tüylü olanlara göre daha az kokulu, ancak gül yaprak bitine (*Macrosiphum rosae*) daha dayanıklı oldukları gözlenmiştir. HS-SPME ve GC-MS analizlerine göre, taze çiçeğin en önemli floral koku molekülü feniletıl alkol olmasına karşın, damıtma ürünü gül yağının en önemli koku moleküllerinin sitronellol ve geraniol gibi monoterpenik alkoller (oleoptenler) ile nonadesan ve heneikosan gibi parafinik hidrokarbonlar (stearoptenler) olduğu, hem gül yağı verimi ve hem de konkret verimi bakımından kontrolü geçen genotipler bulunduğunu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yağ gülü, *Rosa damascena* Mill., kobalt 60, floral özellikler, HS-SPME, GC-MS.

2018, 59 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINATION OF FLOWER AND SCENT CHARACTERISTICS IN OIL-BEARING ROSE (*Rosa damascena* Mill.) GENOTYPES DERIVED FROM MUTATION BREEDING

Keziban SARI

Suleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Field Crops

Supervisor: Prof. Dr. Hasan BAYDAR

In the present research carried out in 2016, a total of 27 genotypes and mutants (9 genotypes grown by the seeds with no gamma ray irradiation, 9 mutants grown by the seeds treated with gamma ray irradiation dose of 100 Gray and 9 mutants grown by the seeds with gamma ray irradiation dose of 200 Gray) differing in petal color and petal number were used as material. As control, *Rosa damascena* genotype (Ismail Efendi-1888) that locally grown and vegetatively propagated was used and coded as Rd-Isparta (pink colours and 30 rose petal leaves). It was determined first and last flowering dates, flowering day numbers, petal color, minolta color values, flower number per plant, petal number per flower, anther number per flower, stigma number per flower, pedicel-hypanthium hairiness (present or absent), flower diameter, flower weight per flower and petal ratio. Essential oil yields (%) of some genotypes and mutants were produced by hydro-distillation using a Clevenger-type apparatus, and also the essential oil compounds of the fresh flowers were detected by using headspace solid phase microextraction (HS-SPME) combined with gas chromatography/mass spectrometry (GC-MS).

It has been demonstrated that the petal color of the oil rose genotypes and mutants changed from white to dark pink. It was found that not just pink but white ones were also able to evaluate for their agricultural and technological properties. In general, those with a low number of petals (single flowers with 5-10 petals) tend to flow earlier, those with a higher number of petals (multi-petalled flowers with >25 petals) tend to bloom later. Single flowers have been determined to be less weight, less fragrant, shorter petal life and easier petal casting when compared to the multi-petalled flowers. The important and negative relationship ($r = -0.85^{**}$) between the number of petals and the number of anthers may be the result of the homeotic functions of MADS-box function genes such as A, B and C. It was a significant observation that the genotypes with hairless (naked) hypanthia, pedicels and sepal leaves were less fragrant, but more resistant to rose aphid (*Macrosiphum rosae* L.). According to the HS-SPME and GC-MS analysis, while the most important floral scent molecule of the fresh flower was phenylethyl alcohol, the most important molecules of distilled rose oil were monoterpenic alcohols (oleoptenes) such as citronellol and geraniol, and paraffinic hydrocarbons (stearoptenes) such as nonadecane and heneicosan. Genotypes that were better than controls in terms of both oil yield and concret yield were identified.

Keywords: Oil-bearing rose, *Rosa damascena* Mill., cobalt 60, floral properties, HS-SPME, GC-MS.

2018, 59 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Hasan BAYDAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Tarla ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Sabri ERBAŞ'a, kıymetli arkadaşlarım Yeşim CİRİT, Serpil GÜLTEKİN, Müge GÜVENÇ ve Ümmü TUĞLU'ya verdikleri desteklerden dolayı teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasına 116O047 nolu hızlı destek (1002 programı) projesi ile maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Keziban SARI
ISPARTA, 2018



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Gülün çiçek yapısı ve çiçek organlarının farklılaşmasında rol oynayan genler.....	9
Şekil 2.2. Çiçek organlarının farklılaşmasında rol oynayan genlerin fonksiyonları.....	10
Şekil 2.3. C geninin mutasyona uğraması ile ortaya çıkan stamen yokluğu.....	11
Şekil 3.1. Yağ gülü tohumlarından yetiştirilen genotiplerde ortaya çıkan floral varyasyon..	13
Şekil 3.2. Yağ gülü çiçeklerinde petal sayımı ve minolta ile renk ölçümü.....	16
Şekil 3.3. Clevenger distilasyon cihazında elde edilen gül yağının GC/MS cihazında analizi.....	16
Şekil 3.4. Yağ gülü çiçeklerinin solvent ekstraksiyonu ile ekstrakt (konkret) elde edilmesi.	17
Şekil 3.5. HS-SPME/GC-MS koku bileşenlerinin analizi ve elde edilen kromatogram.....	18
Şekil 4.1. Yağ gülü genotiplerinin floral özellikleri	22
Şekil 4.2. Yağ gülü çiçek tomurcuklarında tüysüzlük ve tüylülük	30

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Türkiye’de yağ gülünün illere göre üretim alanı, üretim miktarı ve verimi	2
Çizelge 1.2. Isparta ilinde yağ gülünün ilçelere göre üretim alanı, üretim miktarı ve verimi..	2
Çizelge 3.1. Materyal olarak seçilen yağ gülü genotipleri (M0) ve mutantları (M100 ve M200)	14
Çizelge 4.1. Yağ gülü genotiplerinin çiçeklenme tarihi, çiçek rengi ve Minolta ölçüm değerleri.....	20
Çizelge 4.2. Yağ gülü genotiplerinin petal, anter ve stigma sayıları ile pedisel tüylülüğü	25
Çizelge 4.3. Yağ gülü genotiplerinin çiçek verimi, çiçek sayısı, çiçek çapı ve petal oranı ...	28
Çizelge 4.4. Yağ gülünde çiçek verimi ve verim özellikleri arasındaki korelasyonlar	29
Çizelge 4.5. Rd-M0 genotiplerinin çiçeklerinde HS-SPME koku kompozisyonu.....	32
Çizelge 4.6. Rd-M100 genotiplerinin çiçeklerinde HS-SPME koku kompozisyonu.....	33
Çizelge 4.7. Rd-M200 genotiplerinin çiçeklerinde HS-SPME koku kompozisyonu.....	34
Çizelge 4.8. Yağ gülü genotiplerinin uçucu yağ verimleri ve GC/MS koku kompozisyonu.	38
Çizelge 4.9. Rd-M0 genotiplerinin konkret verimleri ve GC/MS koku kompozisyonu	44
Çizelge 4.10. Rd-M100 genotiplerinin konkret verimleri ve GC/MS koku kompozisyonu..	45
Çizelge 4.11. Rd-M200 genotiplerinin konkret verimleri ve GC/MS koku kompozisyonu ..	46

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a*	Minolta renk parametreleri
atm	Atmosfer
b*	Minolta renk parametreleri
cm	Santimetre
da	Dekar
g	Gram
GC	Gaz Kromatografi
Gy	Gray
HS	Tepe boşluğu
kg	Kilogram
L	Litre
L*	Minolta renk parametreleri
m	Metre
m ²	Metrekare
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
MS	Kütle Spektrometri
Rd	<i>Rosa damascena</i>
SAS	Statistical analysis system
sp	Tür
SPME	Katı faz mikro ekstraksiyon
v/w	Hacim/Ağırlık
µm	Mikrometre
µL	Mikrolitre
/	Bölü
>	Büyüktür
°C	Santigrat Derece
±	Eksiği veya fazlası
γGama	
%	Yüzde

1. GİRİŞ

Yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.), *Rosaceae* familyasından olup parfüm ve kozmetik endüstrisi için uçucu yağından faydalanan en önemli kokulu gül türüdür (Guenther, 1952).Dünyada yayılış gösteren 200 kadar gül (*Rosa* sp.) türü arasında kendine özgü kokusu ile parfüm ve kozmetik endüstrisi için en değerli tür “Isparta gülü” olarak adlandırdığımız *Rosa damascena* Mill.’dir (Baydar, 2006).Türkiye’de doğal olarak yetişen 25 gül türünden ikisi olan *Rosa gallica* L. ve *Rosa phoenicia* Boiss. türlerinin doğal bir meleziidir (Gudin, 2000). Yağ gülünün kültürüdünyada en fazla Türkiye’de Isparta yöresinde (ilk yağ gülü tarımı 1887/88 yılında İsmail Efendi tarafından başlatılmış) ve Bulgaristan’da Kazanlık yöresinde yapılmaktadır. Isparta, geçen 130 yıl içerisinde dünyanın en önemli yağ gülü ve gül yağı üretim merkezlerinden birisi haline gelmiştir.

Türkiye’de 1888 yılından beri agro-endüstriyel bir ürün olarak tarımı yapılan yağ gülünün Göller yöresinde (Isparta, Burdur, Denizli ve Afyonkarahisar) 29.800 da alanda yılda 12.300 ton yağ gülü çiçeği üretilmektedir (Anonim, 2017). Yörede toplam yağ gülü üretim alanının %77.3’ü Isparta il sınırları içerisinde. Isparta ilinin 8 ilçesinde yağ gülü yetiştiriciliği yapılmakta, Keçiörlü ilçesi üretim alanı bakımından %50.9 ile ilk sırada yer almaktadır (Çizelge 1.2). Yağ gülü sadece yılın mayıs ve haziran aylarında çiçeklenebilmekte, çiçeklenme sezonu boyunca da sabah çok erken saatlerde çiçek sapından elle tek tek koparılan çiçekler damıtma ve ekstraksiyon tesislerinde işlenmektedir (Baydar, 2016).

Tipik bir ılıman iklim bitkisi olan yağ gülü; bol ışık alan, yeterince yağışlı, çiçeklenme mevsiminde kuraklık ve don olaylarının olmadığı, ancak sabahın erken saatlerinde çiğ düşen iklim bölgelerine çok iyi uyum sağlar. Isparta yöresinde, çok eski bir çoğaltma yöntemi olan “Kesme” tekniğı (çelik yatırma) ile yağ gülü bahçeleri tesis edilir. Ancak Bulgaristan’da kesme tekniğı veya çelikten köklü fidan dikimi yapılarak üretimi yapılmaktadır.Yağ gülü bitkileri dikim yılından itibaren bir veya en geç iki yıl devam eden juvenil fazından (gençlik-kısırlık dönemi) sonra ekonomik verim yaşına ulaşır. Yağ gülü çiçekleri sabahın erken saatlerinde (4.00-10.00) günlük olarak toplanır ve köy tipi bakır imbiklerde veya fabrika tipi bakır veya paslanmaz çelik kazanlarda su distilasyonu tekniğı ile damıtılarak gül yağı ve gül suyu elde edilir. Ayrıca ekstraksiyon tesislerinde *n*-hekzan ekstraksiyonu ile konkret ve konkretten de etil alkol ekstraksiyonu ile absöüt elde edilir (Aydınlı ve Tutaş, 2003;Kürkçüoğlu ve Başer, 2003;Aycı vd., 2005;Baydar, 2015). Normal fabrika koşullarında taze yağ gülü çiçeklerinden su distilasyonu ile 3.5 tondan 1 kg gül yağı elde edilebilirken, *n*-hekzan ekstraksiyonu ile ortalama 350 kg taze çiçekten 1 kg konkret ve 1 kg konkretten de etil alkol ekstraksiyonu ile 0.6 kg absöüt elde edilmektedir (Baydar, 2016).

Çizelge 1.1. Türkiye’de yağ gülünün illere göre üretim alanı, çiçek üretim miktarı ve verimi

İller	Alan(da)	%	Çiçek üretimi (ton)	Çiçek verimi (kg/da)
Isparta	23.000	77.3	10.022	445
Burdur	3.370	11.4	1.345	400
Afyon	2.345	7.9	726	310
Denizli	1.020	3.4	174	170
TOPLAM	29.753	100	12.267	420

*TUIK (2017) Tarımsal İstatistik Verileri

Çizelge 1.2. Isparta ilinde yağ gülünün ilçelere göre üretim alanı, çiçek üretim miktarı ve verimi

Isparta	Alan (da)	%	Çiçek üretimi (ton)	Çiçek verimi (kg/da)
Keçiborlu	11.700	50.9	4.803	425
Gönen	3.860	16.8	1.718	445
Merkez	3.500	15.2	1.505	430
Eğirdir	2.200	9.6	1.319	600
Uluborlu	690	3.0	324	470
Sütçüler	410	1.7	103	251
Atabey	320	1.4	114	380
Aksu	320	1.4	136	425
TOPLAM	23.000	100	10.022	445

*TUIK (2017) Tarımsal İstatistik Verileri

Göller yöresinde faaliyet gösteren 25 kadar damıtma ve ekstraksiyon tesisinde toplam 170 adet gül yağı damıtma kazanı, 27 adet konkret ekstraktörü ve 10 adet absolüt ünitesi bulunmaktadır (Erçetin, 2015). Bu tesislerde yıllık olarak 1.5 ton kadar gül yağı (9.500 €/kg), 10 ton kadar konkret (1.150 €/kg) ve 2.5 ton kadar absolüt (2.250 €/kg) üretilmekte, bu ürünlerin ihracatından Isparta ekonomisine yılda 30 milyon Euro’nun üzerinde döviz girmektedir. Üstelik 10 bin kadar aile (ki bu da yaklaşık 50 bin insan demektir) gülden geçimini sağlamaktadır (Baydar, 2016).

Modern uçucu yağ fabrikalarında taze gül çiçekleri 3 tonluk damıtma kazanlarına 500 kg kadar basılır ve üzerine 1.5 ton kadar su konur. Damıtma işlemi yaklaşık 1.5 saat kadar 100 °C’de ve 1.5 bar buhar basıncında devam eder. Damıtma sonunda elde edilen uçucu yağ açık yeşil renkte olup "birinci yağ" veya "çiçek yağı" olarak isimlendirilir. Florentin kabında birinci yağın altında kalan yağaltı suyu, 3000 litre hacimli paslanmaz çelikten yapılmış kohobasyon (veronik) kazanında yeniden damıtılır. Bu şekilde ikinci distilasyondan elde edilen yağa ‘ikinci yağ’ veya ‘su yağı’ adı verilir. Birinci ve ikinci distilasyon yağları belirli oranlarda (genelde %25 birinci yağ + %75 ikinci yağ) paçal edilerek karıştırılır, güneşte bir süre dinlendirildikten sonra süzülür ve ‘gül yağı’ olarak pazarlanır. Genel olarak 5 da

büyükliğünde bir gül bahçesinden yaklaşık 3.5 ton kadar çiçek toplanır ve toplanan bu çiçekler damıtıldığında sadece 1 kg gül yağı üretilir. Normal koşullarda 1 damla gül yağı damıtmak için 25 adet, 1 kg gül yağı damıtmak için 1.250.000 adet çiçek gereklidir (Baydar, 2015).

Yağ gülünün karakteristik kokusunu veren uçucu yağlar çiçeğin başlıca pembe renkli petal yapraklarında depolanır ve salgılanır. Yağ gülü kokusunu meydana getiren terpenik koku molekülleri monoterpenler, seskiterpenler, aromatik alkoller, oksitler, eterler, esterler ve aldehytlerden meydana gelirler(Dudareva ve Pichersky, 2000).Bugüne kadar yapılan araştırmalarda, gül varyetelerinde 400'den fazla floral koku molekülü tespit edildiği rapor edilmiştir (Omata vd., 1991). Yağ gülünde koku moleküllerinin çeşidi ve miktarları üzerine genetik ve çevre faktörleri yanında (Misra vd., 2002;Rusanov vd., 2009a;Kovacheva, 2011;Mirali vd., 2012,Rusanov vd., 2012a), çiçek gelişme devreleri (Staikov vd., 1975a;Oka vd., 1999;Watanabe vd., 2001;Picone vd., 2004;Rusanov vd., 2011,Karami vd., 2013),hasat tarihi ve zamanları (Kazaz, 1997;Baydar ve Göktürk Baydar,2005;Dobrev ve Kovacheva, 2010),çiçek depolama ve işleme (Staikov vd., 1975b;Baydar ve Göktürk Baydar, 2005;Baydar vd., 2008a;Kazaz vd., 2009; Kazaz vd., 2010b) ile distilasyon prosedürü (Babu vd., 2002; Baydar vd., 2007;Baydar vd., 2008b) de önemli etkilerde bulunmaktadır.

Gül yağı standartları dünyada ISO 9842:2003 ve Türkiye'de TS 1040:1971 esas alınarak belirlenmektedir. Türk gül yağı dünya parfümeri endüstrisinde yerini almış, standartlarını yerleştirmiştir. Gül yağında koku kompozisyonu ve kalıcılığı üzerine doğrudan etkisi olan başlıca iki grup bileşenler bulunmaktadır. Bunlardan ilk grup karakteristik gül kokusu yayan ve oda sıcaklığında sıvı olan oleoptenler olarak adlandırılan sitronellol, geraniol, nerol ve feniletil alkol gibi monoterpenik ve aromatik alkoller, diğer grup ise genelde kokusuz (nötr) olan, koku fiksatörleri olarak görev yapan ve oda sıcaklığında katı olan stearoptenler olarak adlandırılan nonadesan, eikosan, heneikosan ve trikosan gibi uzun zincirli ($C_{17}-C_{27}$) alifatik hidrokarbonlardır (Nedkov vd., 2009).Yoğun kokulu ve donma sıcaklığı derecesi düşük olan gül yağları yüksek kalite ile ilişkilendirildiğinden, gül yağında monoterpenlerin yüksek, stearoptenlerin ve parafinlerin ise düşük oranlarda bulunması istenir (Başer, 1992).*Rosa damascena* uçucu yağının karakteristik koku kompozisyonun uluslararası standartları belirlendiğinden (ISO 9842:2003) mevcut ve ideal kabul edilen koku kompozisyonunun korunması gerektiği rapor edilmektedir. Bu nedenle ıslah ve genetik çalışmalarla elde edilecek yeni çeşitlerin koku kompozisyonlarının klasik gül yağı koku kompozisyonu ile aynı veya benzer olması istenmektedir (Rusanov vd., 2009b).

Günümüzde Bulgaristan ve Türkiye gibi ana gül yağı üreticilerinde (ki dünya gül yağı üretiminin %90'ı bu iki ülkeden karşılanmaktadır) aynı genetik kökenden gelen yağ güllerinin asırlardır vejetatif çoğaltıldıklarından genotipik safiyetin korunması nedeniyle kalite standardizasyonu kolay sağlanmaktadır ve bu durum endüstriyel üretime büyük bir avantaj sağlamaktadır. Bununla birlikte, yapılan RAPD, SSR ve AFLP moleküler markır destekli genetik çalışmalara dayanarak, yağ gülü plantasyonlarında nadiren ortaya çıkan spot mutasyonlar dışında genetik havuzun oldukça dar oluşu (Ağaoğlu vd., 2000;Göktürk Baydar vd., 2004;Rusonov vd., 2005b) yeni ve farklı çeşit geliştirme olasılığını azaltmaktadır.

Açıktaki tozlaşan ve yabancı döllen bir gül türü olan yağ gülü, kültür alanlarında asırlardır generatif olarak değil, vejetatif olarak çoğaltıldığından genetik olarak açılma ve çeşitlenme fırsatı bulamamıştır (Rusanov vd., 2009a). Her ne kadar bu durum, fenotipik stabilite nedeniyle üretimde ve kalitede standardizasyonun oluşmasına imkân sağlamış olsa da, genetik varyasyonu (genotipik çeşitliliği) önleyerek klonal seleksiyonla daha verimli ve kaliteli çeşit geliştirilmesini olanaksız kılmıştır (Baydar vd., 2016). Dünyanın en önemli gül ve gül ürünleri üreticisi ülkelerden birisi olan Türkiye'de henüz ıslah edilerek geliştirilmiş tescilli bir yağ gülü çeşidi bulunmazken, Türkiye'nin bu alanda en güçlü rakibi olan Bulgaristan'da ıslah edilerek geliştirilmiş dört çeşit (Svezhen, Iskra, Eleya ve Yanina) bulunmakta, kültür plantasyonlarında yaygın olarak bu çeşitler ile üretime devam edilmektedir (Kovacheva vd., 2010). Gül yağı, konkret ve absöüt gibi temel damıtma ve ekstraksiyon ürünlerinde üretim maliyetlerinin yaklaşık %80'ini ham madde (gül çiçekleri) oluşturduğundan, hem çiçek verimi hem de uçucu yağ verimi yüksek olan yağ gülü çeşitleri geliştirilmesine ve bu sayede tarımsal ve endüstriyel verimliliğin artırılıp, üretim maliyetlerinin düşürülmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

Sonuç olarak, Gölle yöresinde yaklaşık 130 yıldır kültürü yapılan yağ gülünün tohumla generatif olarak değil, çelikle vejetatif olarak çoğaltılması sonucu yağ gülü plantasyonlarını genetik kökeni aynı olan klonlar doldurmuştur. Bu nedenle gen havuzu oldukça daralan yağ güllerinden seleksiyonla üstün nitelikli yağ gülü çeşitlerinin geliştirilmesi mümkün olamamıştır. Yağ gülünde genetik varyasyon yaratmak ve seleksiyonla üstün özellikli klonal hatlar ve çeşitler geliştirmek amacıyla 2010-2015 yılları arasında TAGEM 12/AR-GE/12 kodlu "Yağ Gülünde Mutasyon Islahı" konulu proje kapsamında toplam 232 adet yağ gülü genotipinde edilmiştir. Bu proje kapsamında geliştirilen genotipler arasında floral özellikleri yönüyle öne çıkan 27 yağ gülü genotipi seçilerek bunların fenolojik, morfolojik ve koku özelliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Dünyada yayılış gösteren eski güller (*Rosa gallica*, *R. damascena*, *R. phoenicia*, *R. moschata*, *R. alba*, *R. centifolia*, *R. multiflora* ve *R. canina* gibi) çoğunlukla kokulu olup, bu grupta *Rosa damascena* Mill., *Rosa gallica* L., *Rosa centifolia* L., *Rosa moschata* Herrm. ve *Rosa alba* L. ticari olarak uçucu yağ üretiminde değerlendirilen en önemli türlerdir (Tucker ve Maciarello, 1988). *Rosa* L. (Gül), *Rosaceae* (Gülgiller) familyasından hoş kokulu güzel görünüşlü bitkilerin cinsi olarak bilinir. Kuşkusuz dünyada bu kokulu güller arasında ticari değeri en yüksek olan Damask gülü olarakta bilinen *R. damascena*'dır.

Roberts vd. (2003), Orijini Asya kıtası olan ancak zamanla Avrupa'ya ve diğer kıtalara da yayılan *Rosa damascena*'nın; *versicolor* Weston, *trigintipetala* (Dieck) Keller ve *semperflorens* (Loisel. et Michel) Rowley olmak üzere 3 varyetesi olduğunu rapor etmiştir. Ayrıca Topalov (1978), Bulgaristan'da kültürü yapılan yağ güllerinin *R. damascena* Mill. türüne benzer olmakla birlikte, bazı özellikleri yönüyle farklı olmalarından yola çıkarak, Kazanlı gülünü *Rosa kazanlika* V.T. şeklinde ayrı bir tür olarak adlandırmış ve bu türü de var. *macropetala*, var. *micropetala* ve var. *heteropetala* olarak üç ayrı varyete grubuna ayırmış; bu varyeteler arasında en yaygın olanının da var. *heteropetala* V.T. olduğunu bildirmiştir. Türkiye'nin en önemli ticari gülü olan Isparta yağ gülü ise *R. damascena* var. *trigintipetala* olarak literatüre geçmiştir (Baytop, 2001). Bununla birlikte, Isparta gül bahçelerinde tespit edilen dört çeşit yağ gülünden sadece birisi (pediselleri tüysüz olan) var. *trigintipetala* özellikleri taşımaktadır (Özçelik vd., 2011).

Yüksek oranda yabancı tozlaşan ve döllenmiş yağ gülü (*Rosa x damascena* Mill.), *Rosa gallica* L. ve *Rosa phoenicia* Boiss. türlerinin doğal bir melezidir ve $4x=28$ kromozomlu tetraploid bir türdür (Gudin, 2000). Iwata vd. (2000), Damask güllerinin orijini üzerine yaptıkları bir moleküler (RAPD) markır çalışmasında; Damask güllerinin genetik olarak *R. gallica*, *R. phoenicia* ve *R. moschata* türlerinden daha çok *R. fedschenkoana* Regel. türüne benzediğini, eski Damask güllerinin kökeninde *R. moschata* ve *R. gallica* türlerine ek olarak *R. fedschenkoana* türünün de üçüncü bir ebeveyn olarak yer alabileceğini bildirmişlerdir.

Yağ gülünde yapılan moleküler DNA markır destekli genetik çalışmalarda, Bulgaristan ve Türkiye'den farklı olarak İran'da yağ güllerinin geniş bir genetik çeşitlilik gösterdiği (Pirseyedi vd., 2005; Babaei vd., 2007; Kiani vd., 2008; Nasri vd., 2016) ve bu nedenle yağ gülünün kökeninin İran ve onu çevreleyen Yakındoğu ve Ortadoğu olduğu sanılmaktadır.

Rusonov vd. (2005a), açıkta tozlaşan yağ gülünden (*Rosa damascena* Mill. f. , *trigintipetala*) toplanan tohumlardan yetiştirilen bitkilerin allel segregasyonunu incelemişler ve elde ettikleri sonuçları 3 başlıkta özetlemişlerdir: (1) Açıkta tozlaşan yağ gülü çiçeklerinden üretilen tohumlar ya kendine tozlaşma ya da aynı türün başka bitkileri arasındaki tozlaşma ürünüdürler; başka tür veya türlerle tozlaşma ürünü değildirler. (2) Üretimi yapılan ve açıkta tozlaşan mevcut yağ gülü populasyonlarının kendilenmiş tohumlarından geniş bir genetik varyasyon elde edilebilir. (3) İlgili allellerin kromozomal lokuslarına bağlı olarak yağ gülünün polisomik veya disomik tipte kalıtım gösteren bir segmental allotetraploid tür olduğuna karar vermişlerdir. Ancak kültürü yapılan yağ gülleri yabancı tozlaşan ve muhtemelen yüksek heterozigoti gösteren bir populasyon olmalarına karşın vejetatif olarak çoğaltılan aynı genotipin klonal ürünleri olduklarından fenotipik olarak homojendirler (Baydar vd., 2016). Yine Rusonov vd. (2005b), 33 adet SSR markırları (loci) ile yaptıkları genetik analizlerde, Bulgaristan'da kültürü yapılan yağ güllerinin aynı genotipin klonal ataları olduklarını, farklı coğrafik bölgelerde yetişen yağ gülleri arasında genetik bir farklılık olmadığı gibi herhangi bir mutasyon da ortaya çıkmadığını tespit etmişlerdir.

Bu sonuçlar, yüksek oranda heterozigot allel genler içeren bir başlangıç genotipinin klonal çoğaltım yoluyla elde edilmiş bitkilerinden açıkta tozlaşma ürünü olan tohumlarından çok geniş bir genetik varyasyon barındıran populasyonlar oluşturulabileceğini göstermektedir (Topalov, 1978). Nihayet Baydar vd. (2016), Isparta ilinde kültürü yapılan yağ güllerinden topladıkları tohumlardan yetiştirdikleri bitkilerin petal sayısı ve petal rengi gibi floral özellikler yönünden büyük bir varyasyon gösterdiğini, bu varyasyonun gül ıslahı için değerli bir hazine olduğunu bildirmişlerdir. Ancak diğer bazı *Rosa* türlerinde olduğu gibi yağ gülünde kendine uyumsuzluk nedeniyle kısırlık (tohum oluşturmama) önemli bir sorundur ve üstelik oluşan çok az sayıda tohumun dormansi nedeniyle çimlenme oranı düşük ve çimlenme süresi uzundur. Buna rağmen, 24 saat saf suda ıslatılmış yağ gülü tohumları bir mikrobiyal solüsyon olan EM.1® içinde (300 ml/L saf su) 20 dakika kadar bekletildikten sonra yüksek oranda çimlenme ve çıkış sağlandığı belirlenmiştir (Kazaz vd., 2010a).

Yağ gülü gibi allopoliploid genomlu gül türleri allogamik eşeysel üreme ve kendine uyumsuzluk nedeniyle yüksek derecede heterozigotturlar (Bendahmane vd., 2013). Yapılan melezleme deneylerinde; katmerlilik, sarıçiçek rengi, dikenlilik, dönemsel çiçeklenme, bodurluk, kara lekeye ve küllemeye dayanıklılık gibi özelliklerin dominant, sürekli çiçeklenme özelliğinin ise resesif karakterlerli olduğunu (monogenik) göstermiştir (Gudin, 2000).

Bugüne kadar yapılan araştırmalarda gül varyetelerinde 400'den fazla floral koku molekülü tespit edildiği (Omata vd., 1991), birçok gül varyetesinin iki temel floral koku molekülünün 2-feniletıl alkol (2-PE) ve 3,5-dimetoksıtolen (DMT) olduğu (sırasıyla tatlı-sweet ve çayırımsı-tealıke karakterlerde)(Flament vd., 1993), bu moleküllerin biyosentezinde çok sayıda genlerin ve ilgili enzimlerin görev aldığı rapor edilmiştir (Channeliere vd., 2002;Guterman vd., 2002;Lavid vd., 2002;Chen vd., 2015). Koku yoğunluğu ile vazo ömrü arasındaki negatif ilişkidenden dolayı geliştirilen modern bahçe gülleri ile saksı ve kesme güller neredeyse kokusuz denilebilecek düzeyde az kokuludurlar. Son yıllarda kokulu güllere olan yoğun ilgi nedeniyle aynı zamanda kokulu gül çeşitlerinin geliştirilmesine de çalışılmakta, bu amaçla bilhassa Damask güllerinin genlerinden yararlanma yolları (konvansiyonel ve biyoteknolojik ıslah metotları yardımıyla) araştırılmaktadır.

Aromatik bitkilerde koku oluşumu uçucu yağ moleküllerinin sentezi ile ilgilidir. Koku moleküllerinin çoğu dokularda de novo olarak sentezlenir ve açığa salınır (Dudareva ve Pichersky, 2000). Diğer birçok çiçekli bitki türünde olduğu gibi yağ gülünde de koku moleküllerinin ana kaynağı çiçeğin petal yapraklarıdır (Dobson vd., 1990; Dobson, 1994; Dudareva vd., 1999; Spiller vd., 2010; Baydar ve Erbaş, 2016) ve özellikle de adaksial ve abaksial epidermis hücreleri koku moleküllerinin üretildiği ve salındığı yerlerdir (Bergougroux vd., 2007). Yağ gülü petal yapraklarındaki trichome hücrelerinde de uçucu yağ bulunmakta, bunların az veya çok dallandığı ve hem uzun hem de kısa saplı olabildiği kaydedilmiştir (Caissard vd., 2006). Mihailova vd. (1977), yağ gülü çiçeklerinde iç petal yapraklarda sitronellol ve nerol oranlarının, dış petal yapraklarda geraniol ve feniletıl alkol oranlarının ve üreme organlarında ise metil öjenol ve stearopten oranlarının daha fazla olduğunu saptamışlardır. Yağ gülü çiçeklerinin farklı kısımlarında farklı uçucu yağ bileşenleri sentezlenmesi, her bir uçucu yağ bileşenin farklı otoburlara ve zararlı böceklerle karşı repellent ve tozlayıcı böcekler için atraktif etkiler göstermesi ile ilgilidir (Oka vd., 1999).

Gül çiçeklerinde koku sentezi ve salınımı statik değildir ve çiçek gelişimi boyunca nitelik ve nicelik olarak büyük değışkenlikler gösterir (Schade vd., 2001; Shalit vd., 2003; Picone vd., 2004; Rusanov vd., 2011). Koku ile ilişkili genler kendilerini büyük olasılıkla petal yapraklarda ifade etmekle birlikte, büyük gayretlere rağmen yağ gülünde koku moleküllerinin kalıtımından ve biyosentezinden sorumlu genler ve enzimler tam olarak aydınlatılabilmiş değildir (Cherri-Martin vd., 2007; Chen vd., 2011). Bununla birlikte, gül kokusunun temel molekülleri olan monoterpen alkollerin büyük olasılıkla aynı biyosentez yolunda önce geraniol pirofosfat'tan geraniolün ve daha sonra geraniolden sitronellol ve nerol gibi diğer monoterpenlerin sentezlendiği sanılmaktadır (Oka vd., 1999).

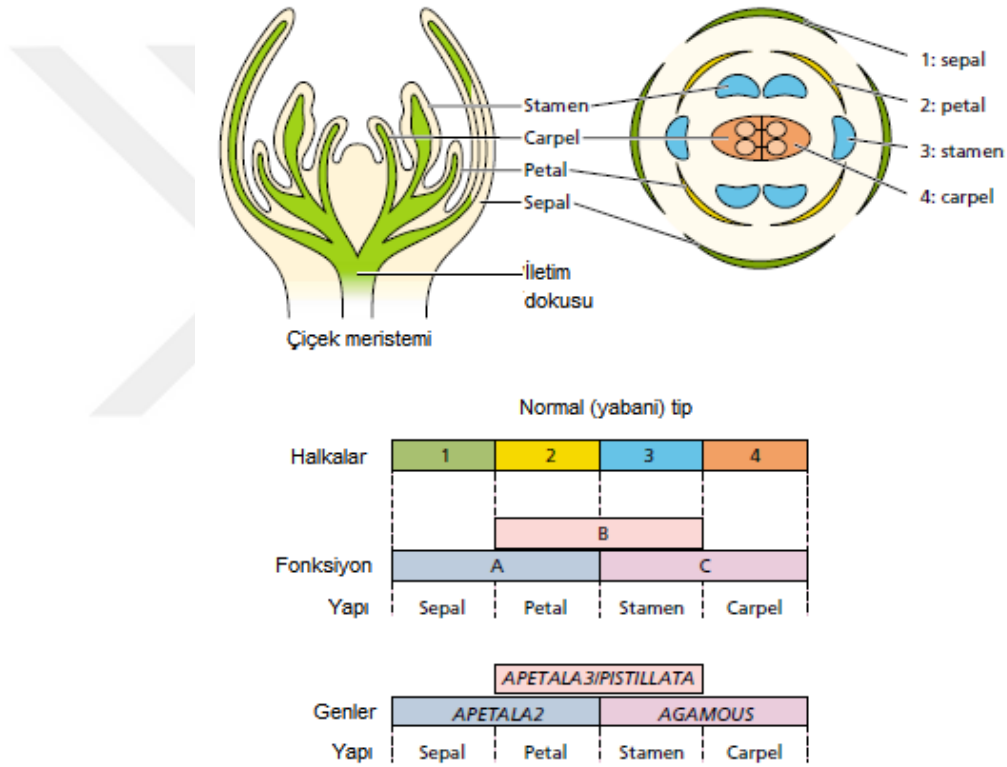
Mutagenik ve alerjik reaksiyonlara neden olduğu ileri sürülen metil öjenol ($C_{11}H_{14}O_2$)'ün gül yağında hiç veya belirli sınırlar arasında bulunması istenmektedir (Anonim, 2000; Harris, 2002; Rusanov vd., 2012a). Oysa parfüm ve kozmetik endüstrisinin en önemli ham maddelerinden birisi olan Türk gül yağlarında metil öjenol oranı çoğunlukla %2'nin (bazen %4'ün) üzerine çıkmaktadır. Yağ gülü çiçeklerinde metil öjenol en fazla petal dışındaki kısımlarda (sepal, stamen ve karpel) bulunduğu ve bu kısımlarda bulunan metil öjenol miktarının standart gül yağındaki metil öjenol miktarından yaklaşık 3 kat fazla olduğu belirlenmiştir (Rusanov vd., 2012b). Bilhassa toplanması ve damıtılması gecikmiş, fermente olmuş güllerden elde edilen gül yağlarında metil öjenol oranı artmakta, diğer yandan 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 (Baydar ve Göktrük Baydar, 2005; Baydar vd., 2007; Baydar vd., 2008b). Belki de metil öjenol miktarının düşürülmesinin en pratik ve etkili yolu metil öjenol sentezlemeyen veya sınırlı düzeyde sentezleyen genotiplerin geliştirilmesidir.

Rosa damascena uçucu yağının karakteristik koku kompozisyonunun uluslararası standartları belirlendiğinden (ISO 9842:2003) artık dünya kozmetik ve parfüm sektöründe geliştirilmiş hazır formülasyonlar bakımından bu mevcut ve ideal kabul edilen koku kompozisyonunun korunması gerektiği rapor edilmektedir. Bu nedenle ıslah ve genetik çalışmalarla elde edilecek yeni çeşitlerin koku kompozisyonlarının klasik gül yağı koku kompozisyonu ile aynı veya benzer olması istenmektedir. Gül türlerinde ticari beklentiler doğrultusunda yaygın olarak ıslah çalışmaları çiçek şekli ve yapısı, petal sayısı ve rengi ile hastalıklara dayanıklılık üzerinde yoğunlaşmıştır.

Bir endüstri bitkisi olan yağ gülünde en önemli nihai ıslah amacı yüksek çiçek verimine sahip çeşit geliştirmektir. Bu nedenle çiçek verimi üzerine etki eden faktörleri belirlemek ve bu özellikler üzerinden seleksiyon yapmak başarı olasılığını artırmaktadır. Zeinali vd. (2009), İran'da farklı bölgelerden toplanan 16 farklı *Rosa damascena* genotipi tesadüf bloklar deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak karşılaştırılmış, çiçek verimi ve çiçek verimi üzerine etki eden 20 kadar faktör araştırılmıştır. Sonuç olarak hesaplanan fenotipik ve genotipik varyasyon katsayıları bitki başına çiçek verimi için sırasıyla % 48.0 ve % 36.5, bitki başına çiçek sayısı için sırasıyla % 40.7 ve % 27.0, çiçek başına petal sayısı için sırasıyla % 37.6 ve % 32.3 olarak diğer incelenen özelliklerden daha yüksek bulunmuştur. Step-wise regresyon analizine göre bitki başına çiçek veriminde ortaya çıkan toplam

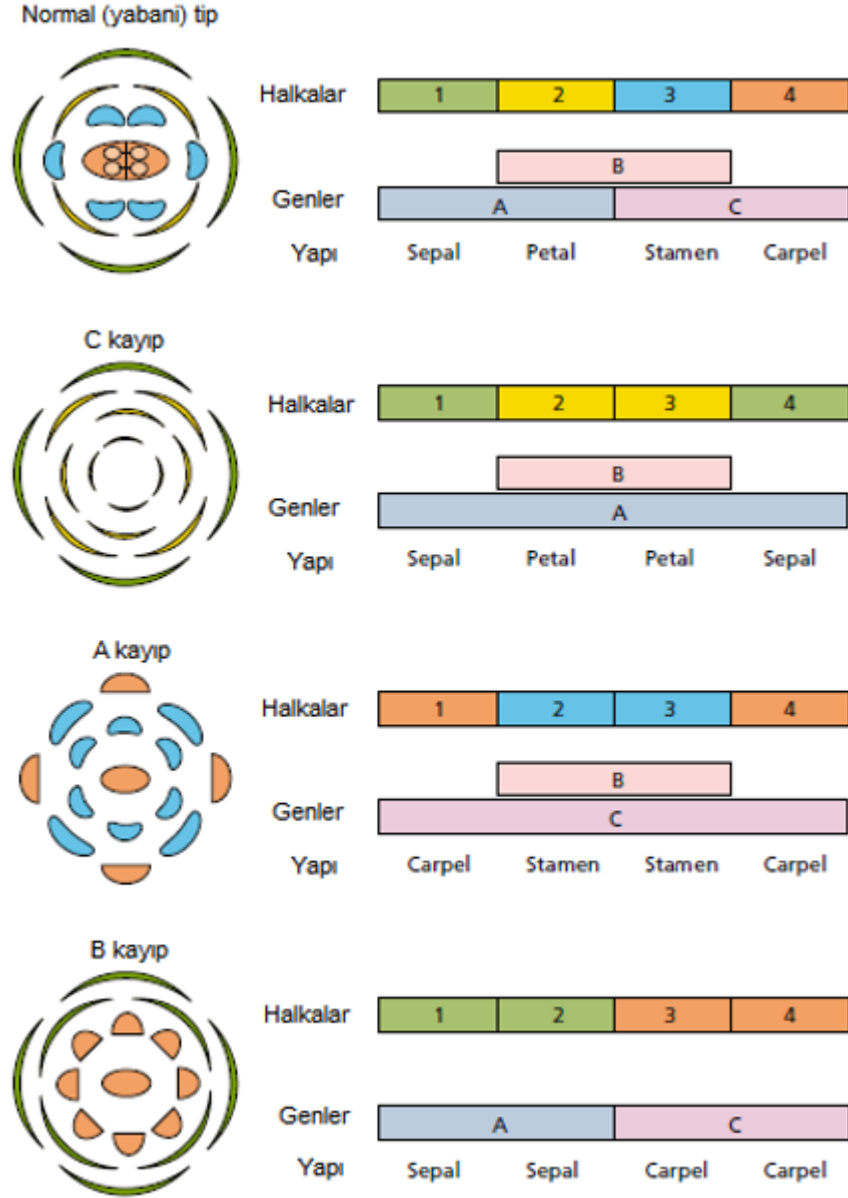
varyasyonun %90'ının bitki başına çiçek sayısından kaynaklandığı, bu nedenle bitki başına çiçek sayısının en önemli verim belirleyici faktör olduğu tespit edilmiştir.

Yabani güllerde bir çiçek başlıca 4 organdan – 5 adet petal, 5 adet sepal ve çok sayıda stamen ve karpellerden oluşur. Çiçek organları oluşumunda A, B ve C olarak başlıca 3 grup homeotik genler (MADS-box) görev alır. A fonksiyon geni petal yapraklar, B fonksiyon geni petal ve stamen, C fonksiyon geni ise stamen ve karpel oluşumunda ve farklılaşmasında etkilidir (Şekil 2.1). Özellikle C fonksiyon geni (RhAG) katmerli güllerde petal sayısının artmasına ve buna karşın stamen sayısının azalmasına neden olur (Causer vd., 2010; Litt ve Kramer, 2010; Bendahmane vd., 2013).



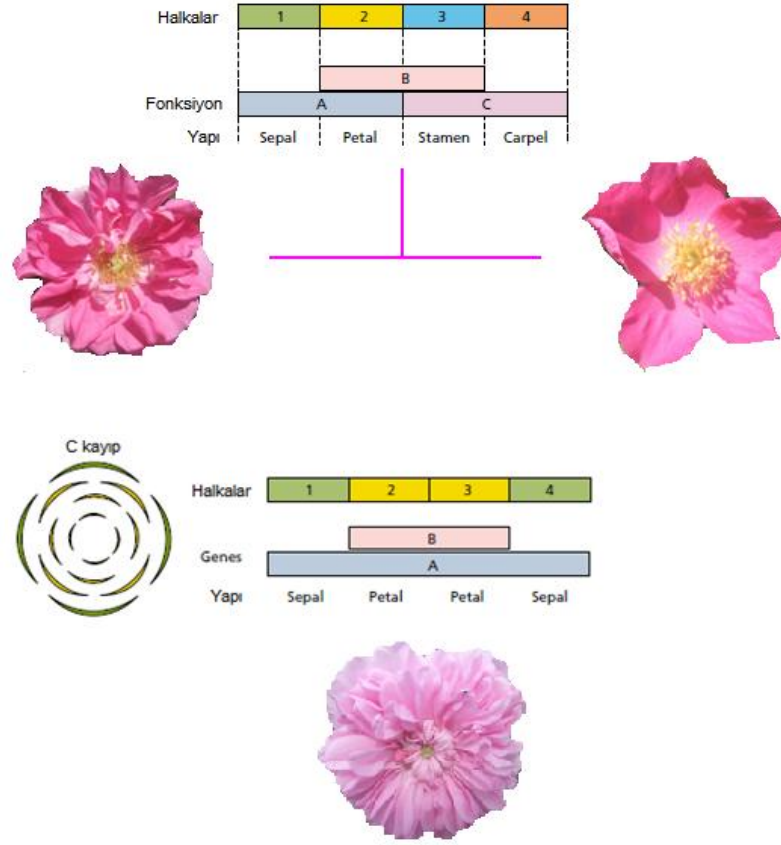
Şekil 2.1. Gülün çiçek yapısı ve çiçek organlarının farklılaşmasında rol oynayan genler

Yabani güllerin çiçek yapısı ve gelişimi ABC modeline göre; A ve B genleri birlikte sepal ve petal fonksiyonlarından (*APETALLA2*), B geni petal ve stamen fonksiyonlarından (*APETALLA3/PISTILLATA*), B ve C genleri birlikte stamen ve karpel fonksiyonlarından (*AGAMOUS*) sorumludur (Şekil 2.2). A genindeki mutasyonlar tek başına sepal yapraklar fakat B genleri ile birlikte petal yapraklar üzerinde, B genindeki mutasyonlar tek başına petal yapraklar fakat C genleri ile birlikte stamenler üzerinde, C genindeki mutasyonlar ise tek başına karpeller üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.2. Çiçek organlarının farklılaşmasında rol oynayan genlerin fonksiyonları

Amerika Gül Derneği (ARS) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre güller petal sayısına (katmerlilik) göre çok katlı (40 petal), katlı (26-40 petal), çift katlı (17-25), yarı katlı (12-16) ve tek katlı (4-11) olarak gruplandırılmıştır. Petal sayısının kalıtımı kantitatif olup eklemeli etkili 4 allel gen tarafından kontrol edilmektedir (DDDD > 80 petal, DDdd = 30-50 petal ve dddd = 5 petal) (Acquaah, 2012). Isparta yağ gülü tipik olarak her bir çiçeği 30 adet pembe renkli petal (taç) yapraktan oluşur. Bu nedenle botanik olarak *Rosa damascena* var. *trigintipetale* olarak isimlendirilir.



Şekil 2.3. C geninin mutasyona uğraması ile ortaya çıkan stamen yokluğu

Gül ıslahında da başvurulmuş en yaygın konvensiyonel yöntem, tür içi ve türler arası melezlemeler ile yeni rekombinatlar elde etmek ve bu rekombinatlar arasından seleksiyonla arzulanan tipleri seçerek klonal çeşitlere gitmektir. Nihayetinde Bulgaristan’da yağ gülü plantasyonlarından seleksiyon yöntemi ile yeni yağ gülü çeşitleri geliştirilerek üretime kazandırılmıştır (Kovacheva, 2011). Ayrıca farklı gül türleri (*Rosa gallica* L. ve *Rosa alba* L. gibi) arasında melezleme ıslahı ile çeşit geliştirilmesi üzerinde çalışmalar da yapılmaktadır (Kovacheva, 2010). Olası seksüel bariyerleri aşmak için protoplast füzyonu ve embriyo kurtarma gibi in vitro tekniklerden, ayrıca diploid ve tetraploid türler arasında yapılan melezlemelerde amfidiploide haploidizasyon yöntemlerinden de faydalanılmaktadır. Islah çalışmalarında üzerinde durulan özelliğin veya karakterin nasıl kalıtsandığını bilmek, ıslah yönteminin belirlenmesi ve başarısı açısından önemlidir. Acquah (2012), gül türlerinde petal sayısının kalıtımının kantitatif olarak eklemeli etkili 4 allel gen tarafından kontrol edildiğini (DDDD > 80 petal, DDdd = 30-50 petal ve dddd = 5 petal) açıklamıştır. Bu durumda, gülde katmerlilik yalın katlılık üzerine dominanttır ve kantitatif etkili her dominant allel katmer sayısını artırmaktadır. Diğer yandan Gudin (2000), gül türlerinde katmerlilik özelliğinin tek bir dominant gen tarafından kontrol edildiğini; double katlılığın (>10 petal) yalın katlılık (5 petal) üzerine dominant olduğunu bildirmiştir.

Güllerde bir diğer etkili genetik varyasyon yaratma yöntemi mutasyon ıslahıdır (Welsh, 1981; Gudin, 2000). Günümüzde popüler pek çok gül çeşidinin spontan tomurcuk mutantları olarak ortaya çıktığı anlaşıldıktan sonra, radyasyon (ışınlama) ve kimyasal mutagenler kullanılarak yeni gül çeşitleri geliştirmek için in vitro destekli mutasyon ıslahı çalışmaları önem kazanmıştır. Nihayetinde Bulgaristan'da hali hazırda geliştirilmiş dört yağ gülü çeşidinden ikisi (Iskra ve Svejen) mutasyon ıslahı ile elde edilmiştir (Rusanov vd., 2009a). Chakrabarty ve Datta (2010), 6 ebeveyn ve 12 gama ışınları uyarımı ile elde edilmiş somatik çiçek renk mutantları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla RAPD tekniğinden yararlandıkları araştırmalarında, 20 primer kullanmışlar, bunlardan 14'ü incelenen 18 çeşitte aynı bantları verirken, 7 primerin 48 adet polimorfik bant oluşturdukları, buna göre de 18 çeşit arasındaki genetik benzerliğin 0.40 ile 0.91 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

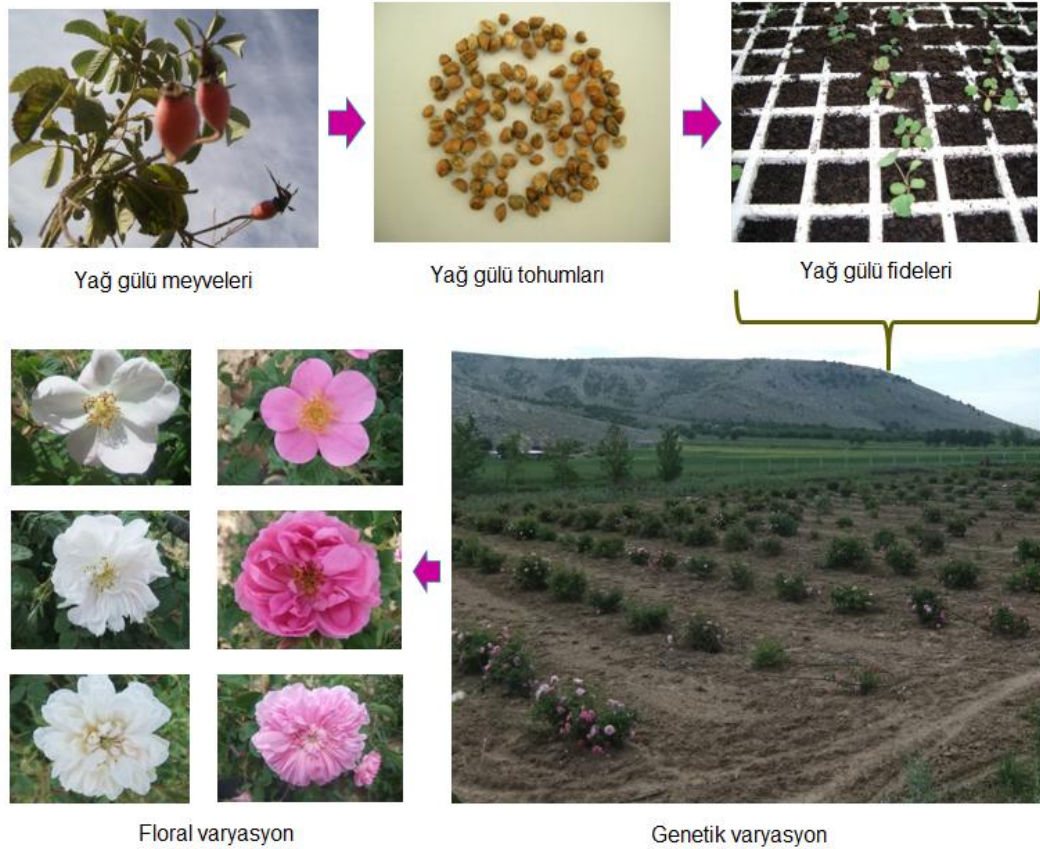
Mutasyona neden olan mutagenler, mutasyon frekansını artırarak genetik varyasyona neden olurlar. X-ışını, γ -ışını ve nötron ışını gibi fiziksel mutagenler ile etil metan sülfanat (EMS), etilemin (EI), nitroetil üretan (NEU) gibi kimyasal mutagenler mutasyon yaratmada kullanılan etkin mutagenlerdir (Welsh, 1981). Mutagenler yaygın olarak bitkilerin üreme organı olan tohumlara uygulanmaktadır. Tohumu uygulanan mutagenin çeşidi, dozu ve süresi, tohumun DNA miktarı ve yapısı, tohumun yaşı ve nem içeriği, ortamın oksijen konsantrasyonu ve sıcaklığı gibi faktörler mutasyonun etkinliği üzerine oldukça etkilidir (Kuckuck vd., 1991). Mutagen uygulamalarından sonra yetiştirilen ilk generasyon M_1 olarak, bir sonraki açılma generasyonu M_2 olarak sembolize edilir. Fiziksel veya kimyasal mutagenlere maruz bırakılmış tohumların hepsi M_1 generasyonu olarak ekilirler.

Yağ gülü gibi heterozigot karakterli bitkilerde hem mutasyonun neden olduğu hem de genetik açılımlar nedeniyle daha M_1 generasyonunda geniş bir genetik varyabilite yaratılabilmektedir (Tsvetkov, 1984; Rusanov vd., 2009b). Örneğin Bulgaristan'da Tsvetkov (1984), yağ gülünde radyasyon ve kimyasal mutagenler yardımıyla soğuğa, pasa ve kara lekeye toleranslı iki mutant çeşit geliştirmeyi başarmıştır. Diğer yandan, kendilenen yağ gülü tohumlarında genetik açılımlar olduğu (Topalov, 1978) ve açılımların ıslahçı için hatırısayılır bir seleksiyon kaynağı olabileceği tarafından da rapor edilmiştir (Rusanov vd., 2009b). Ancak genetik olarak heterozigot olan yağ gülündeki varyasyonların allel açılımlarından mı yoksa mutasyonlardan mı kaynaklandığını anlamak kolay değildir. Bu nedenle güllerde mutasyon çalışmaları sonrasında elde edilen varyantlardaki genetik farklılıkların belirlenmesi ve gerçek mutantların belirlenmesi amacıyla moleküler markırlardan da yararlanılmaktadır (Baydar vd., 2016).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde yürütücüsü Prof. Dr. Hasan BAYDAR olan TAGEM/12/AR-GE/12nolu proje kapsamında geliştirilen toplam 232 adet yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.) genotipleri ve mutantları arasından petal renkleri ve petal sayıları farklı toplam 27 genotip (gama ışını uygulanmamış tohumlardan yetiştirilen 9 adet genotip, 100 Gray gama ışını uygulanmış tohumlardan yetiştirilen 9 adet mutant ve 200 Gray gama ışını uygulanmış tohumlardan yetiştirilen 9 adet mutant) materyal olarak kullanılmıştır. Kontrol olarak, yörede kültürü yapılan ve vejetatif olarak çoğaltılan *Rosa damascena* genotipi (İsmail Efendi-1888) olan Rd-Isparta (pembe renkli ve 30 petal yapraklı) yer almıştır (Çizelge 3.1).



Şekil 3.1. Yağ gülü tohumlarından yetiştirilen genotiplerde ortaya çıkan floral varyasyon (Baydar vd., 2016)

Çizelge 3.1. Materyal olarak seçilen yağ gülü genotipleri (M0) ve mutantları (M100 ve M200)

No	Genotipler /Mutantlar	Petal rengi*	Petal sayısı*	Katmerlilik (ARS)**	Katmerlilik (UPOV)***
1	Rd-M0-19	Pembe	25-35	Katmerli	Katmerli
2	Rd-M0-20	Pembe	65-85	Çok Katmerli	Katmerli
3	Rd-M0-51	Koyu Pembe	25-35	Katmerli	Katmerli
4	Rd-M0-52	Beyaz	55-65	Çok Katmerli	Katmerli
5	Rd-M0-54	Beyaz	25-35	Katmerli	Katmerli
6	Rd-M0-61	Beyaz	30-35	Katmerli	Katmerli
7	Rd-M0-66	Pembe	45-60	Çok Katmerli	Katmerli
8	Rd-M0-67	Açık Pembe	30-35	Katmerli	Katmerli
9	Rd-M0-75	Pembe	35-70	Çok Katmerli	Katmerli
10	Rd-M100-9	Açık Pembe	15-20	Çift Katmerli	Yarı Katmerli
11	Rd-M100-15	Pembe	30-40	Katmerli	Katmerli
12	Rd-M100-28/1	Beyaz	60-65	Çok Katmerli	Katmerli
13	Rd-M100-33	Pembe	20-30	Katmerli/Çift Katmerli	Katmerli
14	Rd-M100-44	Pembe	50-60	Çok Katmerli	Katmerli
15	Rd-M100-68	Pembe	40-50	Çok Katmerli	Katmerli
16	Rd-M100-100	Beyaz	40-45	Çok Katmerli	Katmerli
17	Rd-M100-104	Koyu Pembe	5	Yalın Katmerli	Katmersiz
18	Rd-M100-105	Pembe	30-35	Katmerli	Katmerli
19	Rd-M200-4	Pembe	50-60	Çok Katmerli	Katmerli
20	Rd-M200-5	Beyaz	45-55	Çok Katmerli	Katmerli
21	Rd-M200-10	Pembe	85-115	Çok Katmerli	Katmerli
22	Rd-M200-17	Pembe	25-35	Katmerli	Katmerli
23	Rd-M200-21	Pembe	5-10	Yalın Katmerli	Katmersiz
24	Rd-M200-25	Açık Pembe	70-80	Çok Katmerli	Katmerli
25	Rd-M200-28	Pembe	5	Yalın Katmerli	Katmersiz
26	Rd-M200-31	Pembe	15-20	Çift Katmerli	Yarı Katmerli
27	Rd-M200-34	Beyaz	5	Yalın Katmerli	Katmersiz
Kontrol	Rd-Isparta	Pembe	25-35	Katmerli	Katmerli

*Son üç yılın ölçüm ve gözlemlerine göre çiçek rengi ve petal sayısı kaydedilmiştir.

**ARS (Amerika Gül Derneği) tarafından yapılan katmerlilik sınıflandırması esas alınmıştır(çok katmerli: >40 petal, katmerli: 26-40 petal, çift katmerli: 17-25 petal, yarı katmerli 12-16 petal ve yalın katmerli: 4-11 petal).

***UPOV (Yeni Bitki Türlerini Koruma Uluslararası Birliği) tarafından yapılan katmerlilik sınıflandırması esas alınmıştır (katmersiz: <7 petal, yarı katmerli: 8-20 petal ve katmerli: >20).

Isparta yağ gülü bahçelerinden 2007 yılı Ekim ayında toplanan *Rosa damascena* Mill. (2n=4x=28) meyvelerinin tohumları çıkartılarak kurutulmuş ve Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nda Kobalt 60 kaynaklı gama ışını ile 0, 100, 200, 300 ve 400 Gray dozlarda ışınlanmıştır. Her bir doz için 1000 adet tohum kullanılmıştır. Işınlanmış yağ gülü tohumları 4 °C'de 3 ay kadar katlamaya alınmış ve 2008 yılı Mart ayında viollere ekilmiş, 0, 100 ve 200 Gray dozlardan elde edilen fideler (300 ve 400 Gray dozlarda çimlenme olmamıştır) 2008 yılı Temmuz ayında saksılara şaşırtılmış, 2009 yılında sera koşullarında saksılarda büyütülen fidanlar 2010 yılı Mart ayında Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan bahçeye dikilmiştir. Fidanlar 3 m sıra arası ve 1.5 m sıra üstümesafelerinde dikilmiştir. Bahçe boyu 45 m ve eni 30 m olan 15 sıradan oluşmaktadır (bahçe alanı 45 x 30 = 1350 m²). Mutant YağGülleri Araştırma Bahçesinde 79 adet kontrol (0 Gy), 117 adet M100 (100 Gy) ve 36 adet M200 (200 Gy) olmak üzere toplam 232 adet yağ gülü bitkisi bulunmaktadır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Fenolojik ve morfolojik gözlemler ve ölçümler

2016 yılında dikimden sonraki 6. yılını dolduran 27 adet farklı yağ gülünün çiçeklenme sezonunda (9 Mayıs ve 21 Haziran 2016 tarihleri arasında) ilk ve son çiçeklenme tarihleri, çiçeklenme gün sayıları, petal rengi, Minolta renk değerleri, çiçek sayısı (adet/bitki), petal sayısı (adet/çiçek), anter sayısı (adet/çiçek), stigma sayısı (adet/çiçek), pedisel-hipantiyum tüylülüğü (var/yok), çiçek çapı (cm), çiçek ağırlığı (g/çiçek) ve petal oranı (%) belirlenmiştir. Her bir genotipi temsil eden 9 çiçekte floral ölçümler ve tartımlar yapılarak elde edilen sayısal değerlerinin ortalama $\pm$ standart hata değerleri hesaplanmıştır. Petallerin renk değerleri Minolta CR-300 (Minolta Ramsey, NJ, USA) renk cihazı ile L* (parlaklık-koyuluk), a* (+a*: kırmızı, -a*: yeşil) ve b* (+b*: sarı, -b*: mavi) değerleri olarak ölçülmüştür (Şekil 3.2). Renk ölçümleri petal yaprağın iki noktasından ölçüm yapılarak ortalaması alınmıştır. Minolta cihazı standart beyaz plakaya göre kalibre edilmiştir (Y = 93.9, x = 0.313 ve y = 0.321) (Schmitzer vd., 2010).



Şekil 3.2. Yağ gülü çiçeklerinde petal sayımı ve minolta ile renk ölçümü

3.2.2. Su distilasyonu

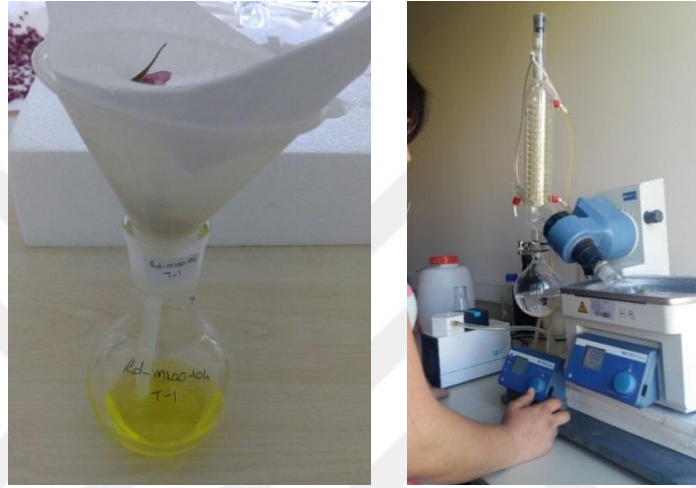
Rusanov vd. (2012b) tarafından önerilen yönteme göre, her bir yağ gülü genotipini temsil eden 200 g taze   ek k üzerine 800 mL saf su ilave edilerek Clevenger su distilasyonu düzeneğinde 3 saat kadar damıtma yapılmıştır ( ekil 3.3). Damıtma sonunda toplanan uçucu yağ mL olarak  l   l rek % (v/w) olarak hesaplanmıştır. Sadece kontrol (Rd-Isparta), Rd-M0-51, Rd-M0-54, Rd-M0-67, Rd-M100-28/1 ve Rd-M100-68 genotiplerinden uçucu yağ elde edilebildiğinden, diğerlerinde uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenleri analizi yapılamamıştır.



Şekil 3.3. Clevenger distilasyon cihazında elde edilen g l yağının GC/MS cihazında analizi

3.2.3. Solvent ekstraksiyonu

Dobson vd. (1990) ve Hosni vd. (2011), tarafından önerilen yöntemler modifiye edilerek, her bir yağ gülü genotipini temsil eden 10 g taze çiçek üzerine 100 ml *n*-hekzan (solvent) ilave edilerek (susuz sodyum sülfat ortamında) bir gece 4 °C’de bekletildikten sonra rotary evaporatör yardımıyla solvent uçurularak son hacim 0.5 mL olana kadar konsantre edilmiştir (Şekil 3.4). Elde edilen ekstrakt (konkret) solventten tamamen arındırılarak % (w/w) ekstrakt verimi hesaplanmıştır.



Şekil 3.4. Yağ gülü çiçeklerinin solvent ekstraksiyonu ile ekstrakt (konkret) elde edilmesi

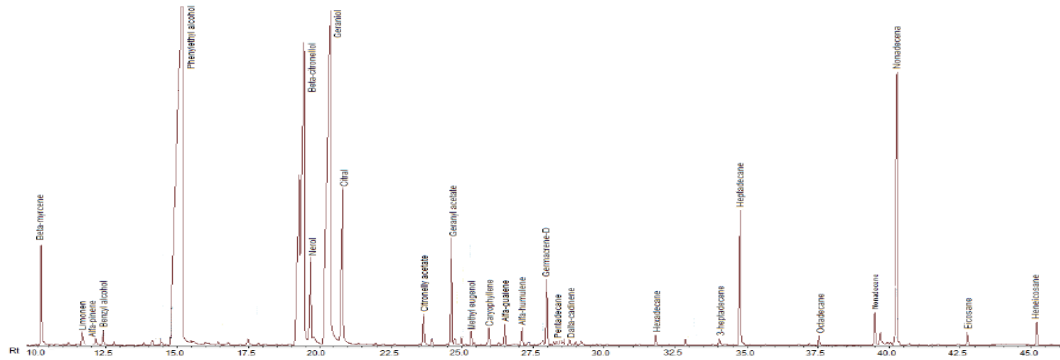
3.2.4.GC-MS analizi

Damıtma veya ekstraksiyon sonunda elde edilen uçucu yağlardan veya ekstraktlardan 100’er µL çekilerek 1 mL *n*-hekzan içinde çözdürülmüş ve 1 µL numune GC-MS (Gas Chromatography/Mass Spectrometry) cihazında (QP-5050 quadrapole detektörlü Shimadzu 2010 Plus) analiz edilerek uçucu yağ bileşenleri belirlenmiştir (Şekil 3.3). Kapiler kolon olarak CP-Wax 52 CB (50 m x 0.32 mm. 0.25 µm)’nin kullanılmıştır. Fırın sıcaklık programı dakikada 10 °C artırılarak 60 °C’den 220 °C’ye çıkartılmış ve 220 °C’de 10 dakika bekletilmiştir. Enjektör sıcaklığı 240 °C ve detektör sıcaklığı 250 °C olarak ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum (20 mL/dakika, split 1:20) gazı kullanılmıştır.

3.2.5.HS-SPME/GC-MS analizi

Yağ gülünün floral koku molekülleri GC-MS ile kombine edilmiş Tepe Boşluğu-Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (HS-SPME) tekniği ile tespit edilmiştir. Katı faz mikroekstraksiyon (SPME, Supelco, Germany) yöntemi esas alınarak, 10 mL vial içine konulan 2.5 g taze yağ

güllu çiçekleri 30 dakika kadar 60 °C'de tutulduktan sonra 75 µm inceliğinde Carbokzen/Polidimetilsilokzan (CAR/PDMS)kaplı fused silica fiber ile tepe boşluğundan uçucu bileşenler absorbe edilmiş ve hemen arkasından HS-SPME uyumlu GC-MS (Shimadzu 2010 PLUS) cihazının kapiler kolonuna (Restek Rx-5Sil MS, 30 m x 0.25 mm, 0.25 µm) enjekte edilmiştir (Şekil 3.5). Fırın sıcaklığı 40 °C'de 2 dakika bekledikten sonra 250 °C'ye dakikada 4 °C'lik artışla ulaşılacak şekilde programlanmıştır. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları 250 °C olarak ayarlanmıştır. İyonlaştırma türü olarak EI (70 eV) ve taşıyıcı gaz olarak Helyum (1.61 mL/dakika) kullanılmıştır. Uçucu yağ bileşenlerinin tanımlanmasında Wiley, Nist, Tutor, FFNSC kütüphanesinden yararlanılmıştır.



Şekil 3.5. HS-SPME/GC-MS koku bileşenlerinin analizi ve elde edilen kromatogram

İncelencek floral karakterlere ait veriler 3 tekerrürlü olarak SAS (1999) paket programı yardımıyla analiz edilerek ortalama ve standart hata değerleri ile korelasyon katsayıları belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Çiçeklenme Zamanı ve Sezonu

Yağ gülü, süs güllerinden farklı olarak juvenil fazı (gençlik-kısırlık periyodu) uzun (1-2 yıl) ve indeterminat büyüme özelliğinde çok yıllık çalı formunda bir gül türüdür (Baydar, 2016). Yağ gülü indeterminate ve monokarpik olduğu için yılda sadece bir sezonda çiçeklenebilmekte, gelişme dönemleri farklı çok sayıda çiçek tomurcuğu oluştuğundan bütün tomurcukların çiçeklenmesi birkaç ay (mayıs ve haziran aylarında) devam etmektedir. Yağ gülünün indeterminat özelliği nedeniyle yaprak koltuklarında açan tomurcuklar genellikle sürgün oluşturma eğilimindedir. Monokarpik çiçekli bitkilerde fotoperiyot, ışık kalitesi, vernalizasyon ve gibberellinler gibi faktörler çiçeklenmenin yalın veya tekrarlı olacağına önemli rol oynamaktadır. Özellikle yağ gülü gibi sezonluk (yalın) çiçeklenen gül türlerinde gibberellinler kademeli çiçeklenmeyi engellemektedir. Bunun dışında ışık ve üşüme gibi çevresel sinyaller olmadan çiçeklenmeyi başlatamamaktadırlar (Remay vd., 2009).

2016 yılı çiçeklenme sezonunda klasik yağ gülleri 17 Mayıs tarihinde çiçeklenmeye başlamış ve 14 Haziran tarihinde çiçeklenmesini bitirmiştir ve çiçeklenme süresi 29 gün olmuştur. Oysa yağ gülü mutantları ve genotipleri 9 Mayıs (Rd-M200-34) ve 21 Haziran (Rd-M0-54) tarihleri arasında çiçeklenmişler, çiçeklenme başı ile çiçeklenme sonu arası 44 gün olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.1). En erken çiçeklenen genotip 9 Mayıs'ta Rd-M200-34 olurken, en geç çiçeklenen genotip 7 Haziran'da Rd-M200-17 olmuştur. Bir bakıma klasik yağ güllerinden daha erken çiçeklenenler olduğu gibi daha geç çiçeklenenler de gözlenmiştir. Çiçeklenme sezonu ne kadar geniş olursa çiçek verimi de o kadar yüksek olacağından çiçeklenme sezonu geniş olanlar tarımsal olarak daha değerlidir. İstisnaları olmakla birlikte genel olarak petal sayısı az olanlar (katmersiz çiçekliler) daha erken (Rd-M200-34 gibi), petal sayısı fazla olanlar (katmerli çiçekliler) daha geç çiçeklenme eğiliminde olmuşlardır. Ayrıca petal sayısı az olanların çiçeklenme sezonunun daha kısa sürdüğü gözlenmiştir. Bu bulgu, petal sayısı ile çiçeklenme zamanı ve süresi arasında yakın ilişkilerin olduğunu ortaya koyması bakımından önemlidir.

Çizelge 4.1.Yağ gülü genotiplerinin çiçeklenme tarihi, çiçek rengi ve renk ölçüm değerleri

No	Genotipler	Çiçeklenme zamanı (2016)			Petal rengi	Renk değerleri		
		İlk çiçek. tarihi	Son çiçek. tarihi	Çiçekli Kalma Süresi		L* değeri	a* değeri	b* değeri
1	Rd-M0-19	24.05	13.06	21	Pembe	56.96±1.28	45.56±2.06	-12.46±0.54
2	Rd-M0-20	20.05	18.06	30	Pembe	70.35±1.04	28.44±1.43	-7.71±0.89
3	Rd-M0-51	25.05	18.06	25	K. Pembe	50.70±1.19	44.78±1.10	-11.98±1.43
4	Rd-M0-52	20.05	19.06	31	Beyaz	81.13±2.44	6.02±0.71	5.60±1.73
5	Rd-M0-54	20.05	21.06	33	Beyaz	87.53±0.24	6.80±0.42	-1.65±0.92
6	Rd-M0-61	25.05	15.06	22	Beyaz	81.75±0.53	8.25±1.04	-0.88±0.11
7	Rd-M0-66	21.05	18.06	28	Pembe	61.11±0.86	42.98±1.85	-8.56±0.47
8	Rd-M0-67	19.05	18.06	31	A. Pembe	76.08±1.07	20.05±1.74	-5.63±0.88
9	Rd-M0-75	29.05	13.06	18	Pembe	73.18±0.77	24.72±1.32	-5.15±0.70
10	Rd-M100-9	26.05	18.06	24	A. Pembe	79.14±1.12	15.44±1.16	-4.43±0.68
11	Rd-M100-15	30.05	13.06	15	Pembe	71.65±1.06	29.40±2.05	-9.97±0.66
12	Rd-M100-28/1	20.05	20.06	32	Beyaz	85.15±0.73	2.78±0.45	6.78±1.49
13	Rd-M100-33	06.06	20.06	15	Pembe	77.69±0.65	20.78±0.90	-9.27±0.72
14	Rd-M100-44	12.05	15.06	25	Pembe	72.66±0.30	27.15±1.60	-9.56±1.10
15	Rd-M100-68	31.05	18.06	19	Pembe	69.53±0.92	25.17±1.73	-6.51±1.32
16	Rd-M100-100	20.05	13.06	15	Beyaz	79.86±1.10	11.03±0.80	-0.89±0.30
17	Rd-M100-104	20.05	19.06	31	K. Pembe	53.44±1.14	51.19±1.48	-10.11±0.57
18	Rd-M100-105	02.06	13.06	12	Pembe	70.07±1.48	28.90±2.14	-7.70±1.01
19	Rd-M200-4	26.05	18.06	24	Pembe	60.91±1.04	40.46±2.05	-9.71±0.34
20	Rd-M200-5	20.05	12.06	24	Beyaz	89.20±1.91	4.75±0.64	0.70±0.13
21	Rd-M200-10	25.05	14.06	21	Pembe	58.60±2.08	39.35±2.38	-12.68±0.67
22	Rd-M200-17	07.06	12.06	6	Pembe	68.15±7.59	19.65±1.37	-7.57±0.66
23	Rd-M200-21	21.05	13.06	24	Pembe	62.32±3.21	42.85±0.82	-5.68±0.33
24	Rd-M200-25	21.05	05.06	16	A. Pembe	81.45±2.00	14.47±2.51	-5.10±0.83
25	Rd-M200-28	25.05	07.06	14	Pembe	71.19±1.31	25.16±1.71	-6.55±0.75
26	Rd-M200-31	25.05	13.06	20	Pembe	74.30±0.87	22.82±1.44	-6.67±0.82
27	Rd-M200-34	09.05	13.06	36	Beyaz	83.89±0.55	7.48±0.85	3.20±0.64
Kontrol	Rd-Isparta	17.05	14.06	29	Pembe	58.60±1.53	45.33±2.33	-11.59±0.81

Bu araştırmada, çiçeklenme periyodunu klasik yağ gülüne göre daha erken başlayıp daha geç bitiren yağ gülü genotipleri olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). 2016yılı çiçeklenme sezonunda (mayıs ve haziran ayları)kontrole göre Rd-M100-44 ve Rd-M200-34 genotipleri daha erken, diğerleri ise daha geç bir tarihte çiçeklenmeye başlamıştır.İki adet (Rd-M200-25 ve Rd-M200-28) erken çiçeklenen, ancak çiçeklenme sezonu kısa süren (haziran ayının ilk haftasında çiçeklenmesini tamamlananlar) ve 14 adet (Rd-M0-19, Rd-M0-51, Rd-M0-61, Rd-M0-75, Rd-M100-9, Rd-M100-15, Rd-M100-33, Rd-M100-68, Rd-M100-105, Rd-M200-4, Rd-M200-10, Rd-M200-17, Rd-M200-28, Rd-M200-31) geç çiçeklenen (mayıs ayının son haftasından itibaren çiçeklenmeye başlayan geççiler) kaydedilmiştir (Çizelge 4.1).Çiçeklenme sezonu genişledikçe damıtma ve ekstraksiyon dönemi (kampanya dönemi) de geniş olacağından, çiçeklenme gün sayıları fazla olan yağ güllerinin tarımsal değeri daha fazladır.

4.2.Petal Rengi ve Renk Değerleri

ABD’de ARS kayıtlarında gül çeşitleri petal renklerine göre beyazdan koyu kırmızı renge kadar 14 farklı renk grubunda (bazen 16) sınıflandırılmaktadır. Bu renkler; karotenoidler,

antosiyandinler ve flavonoidler gibi taşıdıkları renk pigmentlerine göre ortaya çıkmaktadır. Antosiyandinler, gerçekte aromatik moleküller olan ve fenilalenin ve malonyl-CoA'dan sentezlenen flavonoidler grubundandır. Güllerde antosiyandin biyosentezinde görev alan genlerin önemli bir kısmı tanımlanmış (Bendahmane vd., 2013), özellikle siyanidin 3,5-diglikositin renk oluşumundaki etkinliği iyi bilinmektedir. Yabani gül türlerinde renk oluşumundan siyanidin ve peonidin grubundan, modern gül çeşitlerinde ise pelargonidin grubundan 3-glukosit ve 3,5-diglikositsorumlu olduğu bildirilmiştir(Mikanagi vd., 2000).

Güllerde petal renk oluşumunda görev alan üç önemli antosiyandin delfinidinler (mavi ve mor renkler), siyanidinler (kırmızı ve eflatunrenkler) ve pelargonidinler (portakal, turuncu, pembe ve kiremit kırmızısı)'dır. Yağ gülü petallerinde renk oluşumundan sorumlu olan antosiyandinler arasında kamferoller daha çok beyaz ve açık pembe, pelargonidinler daha çok pembe ve tonları, siyanidinler ise daha çok kırmızı ve tonları oluşumundan sorumludur(Tanaka vd., 2009).Velioğlu ve Mazza (1991),yaptıkları araştırmadataze petal yapraklarında toplam antosiyandin konsantrasyonunu 285 mg/kg ve toplam antosiyandinlerin % 95'inden fazlasını siyanidin 3,5-diglukozit'in oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca birkaç kamferol ve kuersetin glukozit, galaktosid, arabinosidler ve ramnosidler tespit edilmiştir. Ancak gül türlerinde delfinidin'in öncülü olan flavanol 3',5'-hidroksilaz (F3'5'H) enziminin fonksiyonel olmaması nedeniyle mavi renk oluşmamaktadır(Tanaka vd., 2009). Yağ gülünde kırmızı ve pembe renklerin oluşumunda daha çok pelargonidin veya siyanidin bazlı antosiyandinler görev almaktadır. Çiçeğin petal (taç) yapraklarında renk oluşumundan sorumlu genler genetik olarak modifiye edilebilirse, yağ gülünde sadece pembe değil, kırmızıdan beyaza kadar değişen farklı renklerde yeni çeşitler geliştirilebilir. Hatta gen transferi teknolojilerinden yararlanılarak petunyanın mavi renk pigmentinden sorumlu delfinidin-3-glukosit geni gül bitkisine aktararak transgenik mavi çiçekli güller bile elde edilebilir.Bugün dünyada kültürü yapılan endüstriyel yağ gülleri pembe renklidir. Yağ gülünde pembe renklilik, sadece bu türü ortaya çıkartan atasal türler arasındaki doğal melezleme (hibridleşme) yoluyla değil, aynı zamana renk pigmentlerinin sentezinde görev alan genlerin doğal olarak mutasyon geçirmesiyle de meydana gelmiş olabilir. Şekil 4.1'de yağ gülü genotiplerinin floral özellikleri gösterilmiştir. Yağ gülü genotiplerinin çiçek petal rengi beyazdan koyu pembeye kadar farklı renklerde ve tonlarında ortaya çıkmıştır (Şekil 4.1).



Rd-M0-19



Rd-M0-20



Rd-M0-51



Rd-M0-52



Rd-M0-54



Rd-M0-61



Rd-M0-61



Rd-M0-66



Rd-M0-75



Rd-M100-9



Rd-M100-15



Rd-M100-28/1



Rd-M100-33



Rd-M100-44



Rd-M100-68

Şekil 4.1. Yağ gülü genotiplerinin floral özellikleri



Şekil 4.1.Yağ gülü genotiplerinin floral özellikleri (Devam)

Birçok tozlayıcı böceğin çiçek rengine göredavranış (tercih) sergilediği göz önünde bulundurularak, yağ gülü gibi yabancı tozlaşan bir bitkinin tozlayıcı böcekleri çekmek (atraktif) için belki de milyonlarca yıllık bitki-böcek evrimsel gelişiminin bir sonucu olarak çiçek renginin pembe olduğu anlaşılabilir. Tozlayıcı böcekleri çekmede sadece çiçek rengi değil kokusu da önemlidir. Ancak çiçek petal rengi ve sayısı ile uçucu yağ sentezi arasında nasıl bir ilişki olduğu açık değildir.

Bu araştırmada, yağ gülü mutantları ve genotiplerinin çiçek petal rengi beyazdan koyupembeye kadar değişmiştir. Rd-M0 grubunda 3 adet (52, 54 ve 61 kodlu olanlar) genotip, Rd-M100 grubunda 2 adet (28/1 ve 100 kodlu olanlar) ve Rd-M200 grubunda 2 adet (5 ve 34 kodlu olanlar) mutant beyaz renkte petal oluşturmuştur. Bunlar dışındaki genotipler açık pembeden koyu pembeye kadar değişen renk tonlarında petal yapraklar vermişlerdir(Çizelge 4.1). Bu araştırma materyalleri arasında olmamakla birlikte, kırmızı renkli petal yapraklara sahip yağ gülü genotipleri de (örneğin Rd-M0-60 gibi) ortaya çıkmıştır (Baydar vd., 2016). Benzer renk tonlarına sahip çiçekleri gözle bakarak belirlemek yerine, renk değerleri üzerinden daha doğru ve kesin gruplandırmalar yapmak mümkündür (Schmitzer vd., 2010).

Klasik yağ gülü çiçeklerinin petal rengi koyu pembe iken, mutantların ve genotiplerin çoğunluğu beyaz, açık pembe, pembe ve koyu pembe olarak çiçeklenmiştir. Renk değerlendirmesinde, L değerleri arttıkça, a ve b değerleri azaldıkça petal renginin beyaza doğru açıldığı, buna karşın L değeri azaldıkça, a ve b değerleri arttıkça petal renginin kırmızıya doğru koyulaştığı tespit edilmiştir. Örneğin beyaz çiçekli Rd-M0-54 genotipinin L değeri 87.5, a değeri 6.8 ve b değeri -1.6 olarak, koyu pembe renkli Rd-M0-51 genotipinin ise L değeri 50.7, a değeri 44.7 ve b değeri -11.9 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Günümüzde Göller yöresinde ticari olarak pembe renkli yağ güllerinin kültürü yapılmaktadır. Üreticiler çiçek kalitesi ile pembe renklilik arasında yakın bir ilişki olduğuna kanaat getirmektedir. Yapılan bilimsel araştırmalar, çiçek petal rengi ile uçucu yağ içeriği arasında olumlu ilişkiler bulunduğunu (Nakamura vd.,2006), petal yapraklardaki antosiyanin miktarı arttıkça uçucu yağ miktarının da arttığını göstermektedir (Karami vd., 2012). Araştırmamızda bütün yağ gülü genotiplerinde damıtmaya yetecek miktarlarda çiçek elde edilemediğinden, renk değerleriyle uçucu yağ oranları arasındaki ilişki ortaya konulamamıştır. Çiçekleri pembe olmayıp ticari olarak uçucu yağından faydalanan gül türleri ve çeşitleri de bulunmaktadır. Örneğin Bulgaristan'da beyaz gül (*Rosa alba*)'ün yüzyıllardır pembe yağ gülü (*Rosadamascena*) ile birlikte kültürü yapılmaktadır. Ancakbeyaz yağ gülünün pembe yağ gülüne göre uçucu yağ oranının daha az olduğu, uçucu

yağında sitronellol, geraniol ve nerol gibi monoterpenlerin daha düşük, nonadesan, heneikosan ve nonadesen gibi stearoptenlerin daha fazla oranlarda bulunduğu bildirilmiştir (Nedkov vd., 2009). Farklı renklerde çiçekleri olan yağ gülleri ayrıca alternatif olarak park ve bahçelerde süs gülleri olarak değerlendirilebilir.

4.3. Petal Sayıları ve Diğer Çiçek Organları

Bu araştırmada, yağ gülünden tohumla generatif çoğaltım yapılarak elde edilen (M0 grubu) ve tohuma gama ışını uygulamasıyla elde edilen (M100 ve M200 grupları) yağ güllerinde petal sayısı 5.11 (Rd-M100-104 ve Rd-M200-34) ve 85.78 (Rd-M200-10) arasında, anter sayısı 0.00 (Rd-M200-10 ve Rd-M200-25) ve 122.88 (Rd-M200-21) arasında, stigma sayısı ise 23.50 (Rd-M100-9) ve 48.89 (Rd-M200-4) arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Yağ gülü genotiplerinin petal, anter ve stigma sayıları ile pedisel tüylülüğü

No	Genotipler	Petal sayısı (adet/çiçek)	Anter sayısı (adet/çiçek)	Stigma sayısı (adet/çiçek)	Pedisel-Hipantiyum tüylülüğü
1	Rd-M0-19	27.88±1.30	59.88±4.01	48.38±3.53	Tüylü
2	Rd-M0-20	62.88±6.33	0.38±0.26	47.00±5.82	Tüylü
3	Rd-M0-51	28.33±1.43	82.78±2.75	47.44±2.11	Tüylü
4	Rd-M0-52	60.50±5.51	35.53±14.53	27.02±6.04	Tüylü
5	Rd-M0-54	32.00±1.44	65.56±2.26	33.89±2.16	Tüysüz
6	Rd-M0-61	32.03±3.05	78.50±4.52	36.04±2.05	Tüylü
7	Rd-M0-66	44.11±4.96	68.44±6.92	33.56±1.17	Tüysüz
8	Rd-M0-67	30.11±1.86	88.89±4.34	45.78±1.86	Tüylü
9	Rd-M0-75	37.40±3.57	61.40±7.92	39.40±1.66	Tüylü
10	Rd-M100-9	18.25±1.03	64.00±1.78	23.50±1.19	Tüylü
11	Rd-M100-15	28.00±0.00	66.00±0.00	27.00±0.00	Tüylü
12	Rd-M100-28/1	61.33±2.77	32.67±1.42	43.22±2.76	Tüylü
13	Rd-M100-33	24.60±1.17	54.20±13.22	30.40±2.32	Tüylü
14	Rd-M100-44	50.31±4.95	89.07±2.67	39.74±2.30	Tüylü
15	Rd-M100-68	40.22±2.53	49.56±2.30	28.67±1.15	Tüylü
16	Rd-M100-100	42.04±3.80	46.03±8.75	33.33±6.42	Tüylü
17	Rd-M100-104	5.11±0.20	97.78±3.93	34.00±2.56	Tüylü
18	Rd-M100-105	30.00±1.08	59.56±3.07	32.89±1.12	Tüylü
19	Rd-M200-4	47.56±2.95	45.67±10.12	48.89±3.80	Tüysüz
20	Rd-M200-5	48.03±7.04	72.00±0.03	45.04±9.01	Tüysüz
21	Rd-M200-10	85.78±6.67	0.00±0.00	38.56±2.79	Tüylü
22	Rd-M200-17	32.50±1.50	86.00±4.00	38.00±0.00	Tüylü
23	Rd-M200-21	7.50±0.56	122.88±6.04	43.25±1.50	Tüylü
24	Rd-M200-25	75.75±5.83	0.00±0.00	46.04±2.11	Tüysüz
25	Rd-M200-28	5.86±0.26	109.57±2.82	25.00±0.69	Tüylü
26	Rd-M200-31	16.89±0.99	82.22±2.02	43.78±1.55	Tüylü
27	Rd-M200-34	5.11±0.11	96.44±3.33	24.22±1.29	Tüysüz

Kontrol	Rd-Isparta	31.11±0.81	77.11±3.60	39.67±1.86	Tüylü
----------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------

Genel olarak çiçek çapı az olan genotiplerin petal sayısı daha fazla, petal sayısı fazla olan genotiplerin anter sayısı daha az, anter sayısı fazla olan genotiplerin ise stigma sayısı daha az olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 4.2). Petal sayısı azaldıkça stamen (anter) sayısının artması ABC modeline göre çiçek yapısı ve gelişimi olduğunu göstermiştir (Bak. Şekil 2.1). Stamenlerin petal yapraklara doğru homeotik geçişi nedeniyle stamen sayısı ile petal yaprak sayısı arasında ters bir ilişki söz konusudur. Gül türlerinde katmerlilik tek bir dominant gen tarafından kontrol edilir; double katlılık (>10 petal) yalın katlılık (5 petal) üzerine dominanttır (Gudin, 2000).

Kudori vd.(2015), İran'ın 47 farklı bölgesinden toplanan güllerde bitki boyu, bitki habitusu, dal açısı, sap sayısı, yaprak sayısı, yaprakçık sayısı, diken sıklığı, çiçek çapı, çiçek sayısı, çiçeklenme dönemi, bitki başına çiçek verimi ve kuru çiçek ağırlığı olmak üzere on iki özelliği incelemişlerdir. 2004-2008 yılları arasında yaptıkları çalışmada, çiçekli gün sayısı ilk yıl 25 gün, üçüncü yıl 20 gün olmuştur, çiçek verimleri ise G27 176 kg/ha ile G45'te 9433 kg/ha arasında değişmiş ve birinci yıla kıyasla üçüncü yılda % 72.8 oranında artmıştır. Bitki boyu G2'de 83 cm, G47'de 222 cm ve dikenlerin yoğunluğu G22'de 7 diken, G21'de 81 diken arasında değişmiştir.

Amerika Gül Derneği (ARS) tarafından yapılan katmerlilik gruplandırmasına göre Isparta yöresinde kültürü yapılan ve bu araştırmada kontrol olarak seçilen Rd-Isparta genotipinin ortalama petal sayısı 31.11±0.81 adet olup (Çizelge 4.2), “katmerli” gruba girmektedir. Rd-M100-4, Rd-M200-28 ve Rd-M200-34 “yalın katmerli”, Rd-M0-20, Rd-M0-52, Rd-M0-66, Rd-M100-28/1, Rd-M100-44, Rd-M10068, Rd-M100-100, Rd-M200-4, Rd-M200-5, Rd-M200-10 ve Rd-M200-25 ise “çok katmerli” gruba girmektedir.

Baydar ve Erbaş (2016), yaptıkları bir araştırmada, klasik bir yağ gülünün taze ağırlıkça % 65'ini petal (ortalama 30 adet taç yaprak), % 10'unu sepal (5 adet çanak yaprak ile 1 adet hipantiyum ve pedisel), % 20'sini pistilin (40 adet stigma tepesi ve borusu ile yumurtalık) ve % 5'ini stamenin (ortalama 90 adet anter ve ipçiği) oluşturduğunu tespit etmiştir. Yine Baydar ve Erbaş (2016), yağ gülü çiçekleri bütün olarak damıtıldığında ortalama % 0.035 oranında, aynı çiçeklerin sadece petal yaprakları ayrılıp damıtıldığında % 0.060 oranında ve petal yaprakları dışında kalan kısımlar (sepal+pistil+stamen) damıtıldığında ise % 0.015 oranında uçucu yağ verimi elde edildiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle, çiçekleri katlı ve çok katlı olan genotiplerin çiçekleri tek katlı ve az katlı olanlara göre daha yüksek uçucu yağ verim potansiyeline sahip oldukları söylenebilir.

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 %70.08 olduğundan, bu değerden daha yüksek petal oranına sahip olan mutantlar (Rd-M100-33, Rd-M100-44, Rd-M100-100, Rd-M200-5) büyük önem taşımaktadır.

Bölgede yetiştiriciliği yapılan yağ gülünde ortalama olarak 31.11 ± 0.81 adet petal, 71.11 ± 3.60 adet anter, 39.67 ± 1.86 adet stigma, 1.88 g çiçek ağırlığı, 5.82 ± 0.16 cm çiçek çapı, meydana gelirken, bu değerlerden daha düşük veya daha yüksek mutant ve genotip ortaya çıkmıştır. Mutantlar ve genotiplerin çiçek başına petal sayısı 5.11 ± 0.11 - 85.78 ± 6.67 adet arasında, anter sayısı 0 ± 0.00 - 122.88 ± 6.04 adet arasında, stigma sayısı 23.50 ± 1.19 - 48.89 ± 3.80 adet arasında, çiçek ağırlığı 0.63-2.26 g arasında, çiçek çapı 3.29 ± 0.36 - 7.20 ± 0.40 cm arasında değişmiştir. 2 adet mutant ve genotip (Rd-M200-10 ve Rd-M200-25) çok fazla sayıda (>75 adet) petal oluştururken hiç anter oluşturmamıştır (Çizelge 4.2).

Yağ gülü çiçeklerinde petal yaprakların dökülmeye karşı gösterdiği mukavemet önemlidir. Çünkü yağ gülünün çiçekleri sabahın erken saatlerinde açılırlar ve eğer toplanmazlar ise aynı gün içinde solarak kolayca dökülürler. Bu nedenle yağ gülleri günlük toplanmak zorundadır. Petal yapraklar çiçeğe güçlü bir şekilde tutulursa hem toplaması daha kolay, hem de dayanım süresi daha uzun olur. Tek katlı yağ güllerinin çiçekleri çok hafif ve koku yoğunlukları daha azdır. Ayrıca petal yaprakları çok çabuk solup döküldüğünden elle çiçek toplamaya uygun değildir. Oysa katlı ve çok katlı olan yağ güllerinin çiçek ağırlıkları ve koku yoğunlukları daha fazladır. Üstelik daha uzun ömürlü ve petal yapraklarını kolay dökmediklerinden elle toplanmaları çok daha kolaydır. Sonuç olarak, 25'ten fazla petal yaprak oluşturan katlı ve 40'tan fazla petal yaprak oluşturan çok katlı yağ gülü genotiplerinin tarımsal ve endüstriyel değerlerinin yalın katlı veya az katlı olanlardan daha yüksek olduğu anlaşılmıştır.

4.4. Çiçek Verimi ve Verim Özellikleri

Yağ gülü genotiplerinin çiçek verimi, çiçek sayısı, çiçek ağırlığı, çiçek çapı ve petal oranına ilişkin değerler Çizelge 4.3'te verilmiştir. Rd-Isparta genotipinde ise çiçek verimi 276.92 (g/bitki), çiçek sayısı 147 (adet/bitki), çiçek ağırlığı 1.88 (g/adet), çiçek çapı 5.82 (cm) ve petal oranı 70.08 (%) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Rd-M0-54, Rd-M0-67 ve Rd-M200-4 genotipleri kontrole göre daha fazla çiçek verimi ve çiçek sayısı vermişler, çiçek sayısı yüksek olan genotiplerin çiçek verimi de daha yüksek olmuştur.

Çizelge 4.3.Yağ gülü genotiplerinin çiçek verimi, çiçek sayısı, çiçek çapı ve petal oranı

No	Genotipler	Çiçek verimi (g/bitki)	Çiçek sayısı (adet/bitki)	Çiçek ağırlığı (g/adet)	Çiçek çapı (cm)	Petal oranı (%)
1	Rd-M0-19	65.12	34	1.94	5.81±0.25	63.74
2	Rd-M0-20	136.03	60	2.26	3.63±0.35	57.73
3	Rd-M0-51	131.42	85	1.55	5.16±0.24	59.95
4	Rd-M0-52	12.46	6	2.08	5.60±0.20	55.72
5	Rd-M0-54	951.48	685	1.39	4.57±0.32	67.10
6	Rd-M0-61	27.49	19	1.45	7.20±0.40	59.30
7	Rd-M0-66	85.86	39	2.20	5.44±0.16	67.09
8	Rd-M0-67	498.39	308	1.62	4.67±0.24	59.78
9	Rd-M0-75	47.20	24	1.97	4.04±0.24	44.32
10	Rd-M100-9	128.49	105	1.22	4.93±0.15	51.84
11	Rd-M100-15	64.76	34	1.90	3.40±0.00	48.46
12	Rd-M100-28/1	183.26	109	1.68	4.38±0.31	62.82
13	Rd-M100-33	80.92	44	1.84	5.14±0.63	70.28
14	Rd-100-44	37.92	19	2.00	6.43±0.41	71.10
15	Rd-M100-68	160.32	90	1.78	5.27±0.31	57.33
16	Rd-M100-100	20.80	10	2.08	6.33±0.24	70.30
17	Rd-M100-104	128.60	139	0.93	4.46±0.32	40.08
18	Rd-M100-105	18.83	13	1.45	4.31±0.16	53.90
19	Rd-M200-4	312.63	160	1.95	5.52±0.20	61.16
20	Rd-M200-5	10.68	6	1.78	6.00±0.10	79.10
21	Rd-M200-10	157.48	77	2.05	3.29±0.36	63.36
22	Rd-M200-17	7.96	5	1.59	4.10±0.70	68.03
23	Rd-M200-21	164.54	147	1.12	4.48±0.32	50.94
24	Rd-M200-25	8.84	4	2.21	4.30±0.74	66.40
25	Rd-M200-28	23.08	31	0.74	5.39±0.19	48.99
26	Rd-M200-31	188.51	116	1.63	5.62±0.16	53.76
27	Rd-M200-34	23.85	38	0.63	4.36±0.28	44.95
K	Rd-Isparta	276.92	147	1.88	5.82±0.16	70.08

2016 yılı çiçeklenme sezonunda (mayıs ve haziran ayları) 27 adet mutant ve genotipler arasında çiçek verimi (g/bitki); en düşük Rd-M200-17 (7.96 g) nolu mutantta en yüksek Rd-M0-54 (951.48 g) nolu genotipte, çiçek sayısı (adet /bitki); en düşük Rd-M200-25 (4 adet) nolu mutantta en yüksek Rd-M0-54 (685 adet) nolu genotipte, çiçek ağırlığı (g/adet); en düşük Rd-M200-34 (0.63 g) nolu mutatta en yüksek Rd-M0-20 (2.26 g) nolu genotipte, çiçek çapı (cm); en düşük Rd-M200-10 (3.29 cm) nolu mutantta en yüksek Rd-M0-61 (7.20 cm) nolu genotipte tespit edilmiştir. Petal oranı (%) ise en düşük Rd-M100-104 (% 40.08), en yüksek Rd-M200-5 (% 79.10) mutantlarında bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Zeinali vd. (2009), İran'da 16 farklı *Rosa damascena* genotipinde bitki başına çiçek veriminin 173.7-949.6 g, bitki başına çiçek sayısının 139.1-468.2 adet, çiçek başına petal sayısının 31.2-85.5 adet, birim çiçek ağırlığı 1.0-2.0 g arasında değiştiğini, çiçek verimi ve

verim üzerine etki eden 20 özellik arasında step-wise regresyon analizine göre bitki başına çiçek sayısının en önemli verim belirleyici faktör olduğunu bildirmiştir.

Rd-M200-21 genotipi, kontrol ile aynı sayıda çiçek üretmesine karşın birim çiçek ağırlığı daha düşük olduğundan çiçek verimi kontrolün gerisinde kalmıştır. Ayrıca Rd-M200-21 genotipi tek katlı (ortalama petal sayısı 7.5) olması nedeniyle petal yaprakları çok çabuk solup döküldüğünden elle çiçek toplamaya uygun değildir. Oysa Rd-M0-54 (ortalama petal sayısı 32) ve Rd-M0-67 (ortalama petal sayısı 30) katlı çiçekli ve Rd-M200-4 (ortalama petal sayısı 47.5) ise çok katlı çiçekli olduklarından petal yapraklarını kolay dökmezler ve bu nedenle elle toplanmaları çok daha kolaydır.

Yağ gülü genotiplerinde çiçek verimi ve verim özellikleri arasında elde edilen fenotipik korelasyon katsayıları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Bitki başına çiçek verimi; bitki başına çiçek sayısı ve çiçeklenme süresi ile önemli ve olumlu (sırasıyla $r = 0.98^{**}$ ve $r = 0.45^{*}$) bir ilişki göstermiştir. Benzer şekilde Zeinali vd. (2009) ile Kudori vd. (2015)'de bitki başına çiçek verimiyle bitki başına çiçek sayısı ve çiçeklenme süresi arasında önemli ve olumlu ilişkiler olduğunu bildirmişlerdir.

Çiçek sayısı ile çiçeklenme süresi arasında önemli ve olumlu ($r = 0.45^{*}$), çiçek ağırlığı ile petal sayısı ($r = 0.78^{**}$) ve petal oranı ($r = 0.55^{**}$) arasında önemli ve olumlu, anter sayısı ile önemli ve olumsuz ($r = -0.70^{**}$) bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Petal sayısı; anter sayısı ile önemli ve olumsuz ($r = -0.85^{**}$), stigma sayısı ile önemsiz ve olumlu ($r = 0.35$) bir ilişki vermiştir. Anter sayısı ile stigma sayısı arasında ise önemsiz fakat olumsuz bir ilişki ($r = -0.19$) elde edilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4.Yağ gülünde çiçek verimi ve verim özellikleri arasındaki korelasyonlar

Özellikler	2	3	4	5	6	7	8	9
1.Çiçek verimi	0.98**	-0.08	-0.12	-0.05	0.12	0.04	0.16	0.45*
2.Çiçek sayısı		-0.20	-0.13	-0.14	0.05	0.12	0.08	0.45*
3.Çiçek ağırlığı			0.05	0.78**	0.55**	-0.70**	0.41*	-0.14
4.Çiçek çapı				-0.13	0.40*	0.29	0.04	0.04
5.Petal sayısı					0.50**	-0.85**	0.35	0.01
6.Petal oranı						-0.28	0.37	-0.09
7.Anter sayısı							-0.19	0.04
8.Stigma sayısı								0.09
9.Çiçek.süresi								

* $P < 0.05$ (> 0.37), ** $P < 0.01$ (> 0.47), Sd=28-2=26

Çiçek başına petal sayısı ile petal oranı arasında önemli ve olumlu ($r = 0.50^{**}$) bir ilişki olduğu, bir bakıma petal sayısı azaldıkça petal oranının da azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Nitekim Rd-M100-104, M200-28 ve M200-34 gibi yalın katmerli genotiplerde petal

oranı %50'den daha az bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bulgularımızı destekler şekilde, Zeinali vd. (2009)'de petal oranı ile doğrudan ilişkili olan çiçek başına petal sayısının bitki başına çiçek verimi ve bitki başına çiçek sayısı ile negatif ilişkide (sırasıyla $r = -0.50^{**}$ ve $r = 0.51^{**}$) olduğunu rapor etmişlerdir. Sonuç olarak, yüksek çiçek verimi için bitki başına daha fazla çiçek sayısına sahip olan ve çiçeklenme süresi daha fazla olan genotiplerin, yüksek petal oranı için çiçek ağırlığı, çiçek çapı ve petal sayısı daha fazla olan genotiplerin öncelikli olarak seçilmesi gerektiği anlaşılmıştır.

4.5. Sepal, Hipantiyum ve Pedisel Tüylülüğü

Yağ gülünde diğer önemli bir ayırt edici karakter de çiçek sapı (pedisel) ve yumurtalığın (hipantiyum) tüylülüğüdür. Yağ gülü mutantları ve genotipleri bu karakter yönüyle tüylü ve tüysüz (çıplak) olarak gruplandırılmıştır (Şekil 4.5). *Rosa damascena* var. *trigintipetala* taksanmik olarak tüylü olmaması gerekirken, Göller yöresinde kültürü yapılan yağ gülleri çoğunlukla (dört çeşit yağ gülünden üçünde) tüylüdür (Özçelik, 2010; Özçelik vd., 2011).

Bu araştırmada toplam 6 bitkinin (Rd-M0-54, Rd-M0-66, Rd-M200-4, Rd-M200-5, Rd-M200-25 ve Rd-M200-34) çiçek sapı ve yumurtalığı çıplak (tüysüz) olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.2). Çiçek sapı ve yumurtalığı çıplak olanların, tüylü olanlara göre daha az kokulu oldukları, ancak gül yaprak bitlerine (*Macrosiphum rosae*) daha dayanıklı oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Yağ gülü çiçek tomurcuklarında tüysüzlük ve tüylülük

Çiçek organları üzerindeki tüyler aynı zamanda uçucu yağ deposu olduğundan (Bendahmane vd., 2013), tüylülük uçucu yağ yoğunluğunu artırarak böcekleri daha fazla çekmektedir. Bu durum her ne kadar tozlayıcı böcekleri cezbetmede olumlu ise de yaprak biti gibi zararlıları

çekme yönüyle olumsuzdur. Belkide ergin yaprak bitlerinin yumurtalarını çıplak (tüysüz) çiçek tomurcuklarına tutturmaları ve doğal düşmanlarından gizlemeleri zor olduğundan tüylü tomurcukları tercih etmektedirler. Yağ gülü ıslahında en önemli hedeflerden birisi de yüksek uçucu yağ içeriği olduğundan, tomurcuk tüylülüğü bir seleksiyon kriteri olarak değerlendirilebilir.

4.6. Koku Kompozisyonu (HS-SPME-GC/MS)

Tepe boşluğu katı faz mikro-ekstraksiyon (HS-SPME) tekniği ile dalında veya dalından yeni koparılmış bir çiçeğin doğal kokusu mikrofiber ile yakalanmakta, doğrudan GC-MS cihazına enjekte edilerek koku molekülleri tespit edilebilmekte, böylece distilasyon ile elde edilmiş uçucu yağların koku değişimleri belirlenebilmektedir(Jirovetz vd., 2005; Héthelyi vd., 2010; Dobrev, 2013; Baydar vd., 2016).

Bu araştırmada, çiçeklenen mutant ve genotiplerin koku bileşenleri gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (GC-MS) ile kombine edilmiş Tepe Boşluğu-Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (HS-SPME) tekniği ile tespit edilmiştir. HS-SPME-GC/MS tekniğiyle izole edilen uçucu yağların floral koku moleküllerine ilişkin veriler düzenlenerek Çizelge 4.5, 4.6 ve 4.7’de sunulmuştur.

2016 yılı çiçeklenme sezonunda, 27 genotip ve mutantın çiçeklerinde (sepal ve petal ayrımı yapılmaksızın tüm çiçek olarak) 37-53 arasında koku molekülü tespit edilmiş, dört temel koku molekülünün feniletil alkol, geraniol, sitronellol ve nerol olduğu belirlenmiştir. Kontrol olarak yer verilen klasik yağ gülünün uçucu yağ bileşenleri arasında feniletil alkol % 43.25, sitronellol % 16.55, geraniol % 10.30 ve nerol % 1.48 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, bir yağ gülü çiçeğinin doğal olarak salgılanan en önemli floral koku molekülünün feniletil alkol (syn. 2-feniletanol; $C_8H_{10}O$) olduğu anlaşılmaktadır. Yağ gülü çiçeklerinde feniletil alkol yoğunluğu artıkça daha floral bir koku karakteri kazanmaktadır. Araştırmamızda, kontrole göre 5 genotipin (Rd-M0-19, Rd-M0-20, Rd-M0-67, Rd-M100-68 ve Rd-M200-25) feniletil alkol oranları daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.5, 4.6 ve 4.7). Diğer yandan genotipler ve mutantlar arasında feniletil alkol % 16.02 (Rd-M200-10) ve % 67.26 (Rd-M0-19) arasında, sitronellol % 5.07 (M-200-28) ve % 39.14 (Rd-M0-66) arasında, geraniol % 0.00 (Rd-M0-19, Rd-M0-54, Rd-M100-15, Rd-M100-44) ve % 31.64 (Rd-M0-51) arasında, nerol % 0.00 (Rd-M0-66, Rd-M100-105, Rd-M200-21) ve % 29.33 (Rd-M0-54) arasında değişmiştir.

Çizelge 4.5. Rd-M0 genotiplerinin çiçeklerinde HS-SPME koku kompozisyonu (%)

Rt	Bileşenler	Rd- lsparta	Rd- M0- 19	Rd- M0- 20	Rd- M0- 51	Rd- M0- 52	Rd- M0- 54	Rd- M0- 61	Rd- M0- 66	Rd- M0- 67	Rd- M0- 75
1.14	Etanol	-	0.07	0.20	0.05	-	0.07	0.09	0.07	0.50	0.17
5.94	Hekzanol	0.25	0.21	0.35	-	1.80	-	0.06	-	2.19	-
8.08	α -Pinen	0.55	-	0.38	-	0.55	-	-	-	1.62	-
8.95	Benzilaldehit	0.53	0.32	0.27	0.20	0.10	0.02	-	0.06	0.23	0.26
10.17	β -Mirsen	2.10	0.25	2.74	3.83	2.05	3.10	1.77	1.07	5.20	1.70
11.19	α -Terpinen	-	-	0.07	0.07	-	0.06	0.03	-	0.18	0.04
11.48	Simol	-	-	0.25	0.07	-	0.06	0.11	-	-	0.14
11.58	Limonen	0.30	0.08	1.10	1.52	0.65	1.21	0.78	0.43	3.00	0.82
11.75	Benzil alkol	1.15	1.65	1.50	0.70	0.33	0.18	0.16	0.41	2.24	1.54
11.98	Cis-Osimen	0.20	-	-	0.92	0.15	0.63	0.40	0.29	1.14	0.43
12.36	β -Osimen	0.31	0.09	0.62	-	0.45	0.84	0.66	0.37	1.14	0.54
13.84	α -Terpinolen	0.05	-	0.11	0.16	0.35	0.14	0.11	0.05	0.34	0.10
14.14	Rose-furan	0.10	-	0.08	-	-	0.11	0.13	0.24	2.72	0.12
14.34	Linalool	0.18	0.02	-	-	0.56	0.10	0.21	0.07	0.70	0.23
15.01	Feniletıl alkol	43.25	67.26	45.47	30.00	39.07	27.94	21.81	25.56	47.00	34.09
15.35	Rose oksit	0.08	-	-	-	0.10	-	-	0.06	-	-
15.98	Allo-Osimen	-	-	-	0.67	-	0.43	0.17	0.11	0.74	0.17
16.31	Sitronellol	16.55	15.50	26.77	7.32	14.90	24.79	7.75	39.14	11.63	9.35
19.13	Linalıl format	4.47	-	-	-	8.36	-	-	-	-	-
19.64	Z-Sitral	-	0.87	2.38	2.99	-	1.96	3.47	1.42	1.29	4.79
19.65	Nerol	1.48	2.91	3.31	7.45	2.51	29.33	14.51	-	3.41	14.69
20.16	Geraniol	10.30	-	5.13	31.64	10.23	-	26.76	14.59	5.46	19.55
20.69	Geranial	2.39	-	-	-	2.61	-	-	-	-	-
20.71	E-Sitral	-	0.57	1.75	6.94	-	3.67	6.13	2.20	-	6.08
21.32	Anethol	-	0.06	0.10	0.15	-	0.10	0.48	0.02	-	0.03
23.53	Sitronellıl asetat	1.43	0.40	0.64	-	1.14	0.28	0.41	1.54	0.44	0.23
24.51	Nerıl asetat	2.70	0.31	-	-	4.38	0.65	0.29	-	0.09	0.11
24.62	Geranıl asetat	-	-	0.22	-	-	-	2.46	4.51	1.19	1.05
25.20	Metıl öjenol	0.90	0.06	-	0.09	0.17	0.56	0.76	-	-	0.12
25.91	β -Karyofillen	0.20	0.03	0.26	-	0.21	-	-	-	-	-
28.69	n- Pentadekan	0.79	1.69	0.15	0.66	1.00	0.93	0.35	1.25	-	0.08
34.62	Heptadekan	1.02	3.03	0.07	0.65	2.33	1.11	2.39	2.90	-	0.64
39.47	Z-5-Nonadesen	0.75	0.46	-	0.11	-	0.27	0.49	0.38	-	0.14
40.07	Nonadesan	3.47	1.98	-	0.37	1.59	0.56	3.56	1.87	-	1.27
42.58	Eikosan	0.21	0.06	-	-	0.03	-	-	0.05	-	0.04
45.04	Heneikosan	0.40	0.09	0.07	-	0.07	-	-	0.07	-	0.06
Bileşen sayısı		37	49	46	40	38	37	45	41	47	45

Çizelge 4.6. Rd-M100 genotiplerinin çiçeklerinde HS-SPME koku kompozisyonu (%)

Rt	Bileşenler	Rd-M100-9	Rd-M100-15	Rd-M100-28/1	Rd-M100-33	Rd-M100-44	Rd-M100-68	Rd-M100-100	Rd-M100-104	Rd-M100-105
1.14	Etanol	0.12	0.04	0.17	0.06	0.06	0.14	0.15	0.05	0.07
5.94	Hekzanol	-	-	0.21	0.11	0.11	0.15	-	0.31	0.09
8.08	α -Pinen	1.27	-	0.24	0.49	-	0.33	0.22	-	0.80
8.95	Benzilaldehit	0.10	0.08	0.24	0.19	0.11	0.17	0.09	0.05	0.18
10.17	β -Mirsen	4.17	2.10	11.52	1.51	1.53	1.22	1.01	4.63	2.94
11.65	Limonen	0.95	0.66	2.87	0.78	0.54	0.60	0.33	2.97	1.81
11.75	Benzil alkol	0.90	0.95	2.32	1.64	0.84	1.14	0.36	1.83	1.47
11.98	Cis-Osimen	1.27	0.49	1.31	1.64	0.36	-	-	-	-
12.36	β -Osimen	0.67	0.67	1.17	0.48	0.49	0.37	0.31	1.05	0.97
13.84	α -Terpinolen	0.10	0.09	0.35	0.08	0.07	0.07	0.06	0.28	0.18
14.14	Rose-furan	-	0.14	0.61	-	0.14	0.09	0.57	0.31	-
14.44	Linalool	-	-	-	-	0.09	-	0.08	-	0.33
15.01	Feniletıl alkol	20.92	16.56	20.30	31.20	20.34	49.24	26.31	24.42	24.11
15.51	Rose oksit	0.11	0.02	-	-	0.06	-	0.06	-	0.06
15.98	Allo-Osimen	0.13	0.18	0.64	-	0.13	0.50	-	1.90	0.42
16.31	Sitronellol	-	21.80	9.92	20.32	27.85	21.83	11.11	-	26.11
16.41	Sitronellal	-	-	0.10	0.21	0.11	0.22	0.06	0.08	0.09
19.64	Z-Sitral	-	1.66	1.77	2.21	1.93	2.03	2.10	2.07	2.62
19.65	Nerol	12.19	9.22	14.12	6.77	19.50	4.65	10.24	22.03	-
20.16	Geraniol	8.73	-	19.17	8.59	-	9.14	18.37	27.94	26.38
20.71	E-Sitral	24.66	2.95	-	-	3.03	2.69	3.81	-	-
21.32	Anethol	3.08	0.18	0.64	0.08	0.16	0.12	-	-	0.16
22.24	Pentan	-	-	-	11.84	-	-	-	-	-
23.53	Sitronellil asetat	-	0.43	-	1.20	0.85	0.43	0.37	-	-
24.51	Neril asetat	-	1.35	-	0.22	0.13	-	0.18	-	0.16
24.62	Geranil asetat	0.51	-	-	2.07	2.34	0.55	3.56	3.18	2.31
25.20	Metil öjenol	-	-	-	-	0.52	-	-	-	-
25.91	Karyofillen	-	0.04	-	-	0.06	0.07	0.09	-	-
28.69	n- Pentadekan	1.33	1.44	-	0.38	1.17	0.86	2.62	-	0.80
31.67	Hekzadekan	-	0.22	-	-	0.22	0.08	0.39	-	-
34.02	Heptadesen	0.42	0.24	-	-	0.47	0.14	0.39	-	0.12
34.62	Heptadesan	0.14	3.41	-	-	4.04	-	6.60	-	-
39.47	Z-5-Nonadesen	0.74	0.53	-	-	0.87	0.13	1.38	-	-
40.07	Nonadesan	3.11	2.66	-	0.21	2.81	0.28	7.50	-	0.13
42.58	Eikosan	-	-	-	-	0.06	-	-	-	-
45.04	Heneikosan	-	-	-	-	0.10	-	0.30	-	-
Bileşen sayısı		53	43	42	43	43	43	48	52	45

Çizelge 4.7. Rd-M200 genotiplerinin çiçeklerinde HS-SPME koku kompozisyonu(%)

Rt	Bileşenler	Rd-M200-4	Rd-M200-5	Rd-M200-10	Rd-M200-17	Rd-M200-21	Rd-M200-25	Rd-M200-28	Rd-M200-31	Rd-M200-34
1.08	Asetaldehit	0.24	-	0.06	0.10	0.14	0.51	0.08	-	0.03
1.14	Etanol	0.21	-	0.05	0.10	0.18	2.51	-	0.07	-
5.59	Hekzanol	0.36	1.30	0.04	0.11	2.15	0.36	0.04	0.12	0.11
6.03	n-Hekzil format	-	-	-	-	-	3.22	-	-	-
6.06	Formik asit	1.52	-	-	-	-	-	-	-	-
8.08	α -Pinen	0.13	0.45	-	-	0.10	1.39	-	-	-
8.95	Benzilaldehit	0.16	0.20	0.13	0.19	0.07	-	0.04	0.15	-
10.17	β -Mirsen	3.17	2.05	2.43	1.24	5.53	1.92	1.09	3.52	3.80
11.65	Limonen	1.95	0.45	0.94	0.53	4.22	1.03	0.36	1.68	1.73
11.75	Benzil alkol	1.34	0.60	1.31	1.50	1.35	1.84	0.43	0.97	-
11.98	cis-Osimen	0.69	0.20	0.55	0.32	1.54	0.29	0.30	0.89	1.00
12.36	β -Osimen	0.69	0.35	0.73	0.43	1.85	0.28	0.43	1.23	0.90
13.84	α -Terpinolen	0.21	0.08	0.13	0.08	0.47	-	0.05	0.24	0.16
14.14	Rose-furan	-	0.30	0.04	0.24	0.78	0.55	0.05	0.69	0.27
15.01	Fenil etilalkol	28.30	39.60	16.02	25.44	33.25	49.32	34.27	23.07	30.70
15.98	Allo-Osimen	0.35	-	0.25	0.10	0.90	-	0.18	0.45	0.64
16.31	Sitronellol	34.59	11.30	20.96	9.32	15.52	18.95	5.07	5.71	7.95
16.41	Sitronellal	0.32	-	-	-	0.36	0.17	-	0.08	0.04
19.64	Z-Sitral	2.57	-	2.52	2.68	2.26	0.29	1.32	2.64	1.46
19.13	Linalil format	-	14.45	-	-	-	-	-	-	-
19.65	Nerol	5.14	6.00	13.71	15.73	-	0.83	6.15	16.46	11.54
20.16	Geraniol	8.86	10.70	26.05	24.40	10.43	1.01	30.70	25.68	30.89
20.69	Geranial	-	3.65	-	-	-	-	-	-	-
20.71	E-Sitral	2.67	-	4.20	4.47	3.40	0.47	2.63	4.82	2.68
23.53	Sitronellil asetat	1.58	0.26	0.48	0.26	0.71	1.70	0.20	0.61	0.08
24.51	Neril asetat	0.10	1.55	0.90	0.16	0.11	-	0.11	0.32	-
24.62	Geranil asetat	1.12	-	-	-	-	-	-	-	-
25.20	Metil öjenol	0.11	-	-	0.07	0.17	-	0.05	-	0.11
25.91	Karyofillen	0.25-	-	-	-	-	-	-	-	-
34.62	Heptadekan	0.12	0.52	2.94	-	-	-	2.80	-	0.64
39.36	Hekzadekanol	-	0.55	-	-	-	-	-	-	-
40.07	Nonadesan	-	2.70	-	-	-	-	4.82	0.40	0.35
42.58	Eikosan	-	0.17	1.52	4.02	-	-	0.33	-	-
45.04	Heneikosan	-	0.45	-	-	-	-	0.32	-	-
Bileşen sayısı		39	41	44	45	42	44	48	40	42

Gül yağında olması istenmeyen ve bir fenilpropen olan metil öjenol oranı 15genotip/mutantta tespit edilmemiş, buna karşın *Rosa damascena*’da en yüksek oranda (% 0.90) ortaya çıkmıştır. Esterlerden linalil format % 14.45 ile en fazla Rd-M200-5 nolu

mutantta, neril asetat % 4.38 ile en fazla Rd-M0-52 nolu genotipte ve sitronellil asetat % 1.70 ile en fazla Rd-M200-25 nolu mutantta bulunmuştur (Çizelge 4.5, 4.6 ve 4.7). Rd-M0-67 nolu genotip n-hekzanol (% 2.19), α -pinen (% 1.62) ve rosefuran (% 2.72) bakımından, Rd-M200-10 nolu genotip heptadekan (% 2.94) bakımından, Rd-M200-5 nolu mutant geranial (% 3.65) bakımından, *Rosa damascena* benzilaldehit (% 0.53) bakımından, Rd-M100-28/1 nolu mutant benzilalkol (% 2.32) ve β -mirsen (% 11.52) bakımından, Rd-M100-100 nolu mutant nonadesan (% 7.50) ve heptadesan (% 6.60) bakımından, Rd-M200-5 nolu mutant heneikosan (% 0.45) bakımından diğerlerine göre daha zengindir (Çizelge 4.5, 4.6 ve 4.7). Sonuç olarak yağ gülü genotipleri ve mutantları klasik yağ gülüne göre uçucu yağ molekülleri bakımından benzer bileşenlere ancak farklı kompozisyonlara sahip oldukları anlaşılmıştır.

Karami vd. (2013), İran'ın iki farklı bölgesindeki genotiplerde (G1 ve G2) yaptıkları HS-SPME analizlerinde başlıca bileşenler; feniletil alkol, β -sitronellol, α -pinen, benzil alkol ve geranil asetat olarak tespit etmişlerdir. Kiralan (2015), katı faz mikroekstraksiyon (HS-SPME) ile kombine edilmiş gaz kromatografisinde (GC-MS) analiz ettiği gül ürünlerinde (konkret, absolüt, uçucu yağ) sırasıyla 38, 36, 43 adet uçucu bileşen tespit etmiş ve bu bileşenlerin toplam miktarını % 94.30-98.61 arasında bulmuştur. GC-MS analiz sonucuna göre feniletil alkol konkret ve absolütte sırasıyla % 75.79 ve % 81.32 oranlarında ve gül yağında β -sitronellol % 34.38 ve geraniol % 13.99 oranlarında bulunmuştur.

Erbaş ve Baydar (2016), yaptıkları araştırmada taze çiçeğe HS-SPME/GC-MS analizi ile toplam 46 bileşik tespit etmiş ve temel bileşenlerinin feniletil alkol % 43.2, % 16.6 sitronellol ve % 10.3 geraniol olduğunu, taze çiçeğin başlıca koku bileşeni feniletil alkol veya 2-feniletanol olmasına rağmen, distile edilmiş gül yağı içerisinde yalnızca % 1.3 bulunduğunu belirtmişlerdir. Taze gül çiçekleri % 0.2 oranında furan ve rose-oksit içerirken damıtılmış ürünlerinin bunları içermediğini tespit etmişlerdir.

Baydar ve Erbaş (2016), taze yağ gülü çiçeklerinin sepal, petal, stamen ve pistil olarak ayrılan kısımlarının uçucu bileşenlerini gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (GC-MS) ile kombine edilmiş Tepe Boşluğu-Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (HS-SPME) tekniği ile analiz etmişler ve farklı kısımların farklı koku bileşenlerine sahip olduğunu belirlemişlerdir. HS-SPME/GC-MS analizine göre yağ gülü çiçeğini temsil eden toplam 79 uçucu yağ bileşeni tespit edilmiştir. Feniletil alkol; bütün çiçeğe % 44.48, petal yapraklarda % 42.33, sepal yapraklarda % 1.02, stamenlerinde % 2.67 oranlarında bulunduğu ve pistillerde hiç bulunmadığı tespit edilmiştir. Yine feniletil alkolün çiçeğin en fazla pembe renkli

petallerinde (ta yapraklarında), gl yağında varlığı istenmeyen metil öjenolün ise çiçeğin en fazla stamenlerinde (erkek organlarında) bulunduğu belirlenmiştir.

Günlük taze olarak toplanmış yağ gülleri su distilasyon yöntemiyle damıtılarak gül yağı elde edilmektedir. Su distilasyonu sürecinde damıtma yüksek sıcaklık (ortalama 100  C) ve yüksek basınç (ortalama 1.5 atm) altında gerçekleşmektedir (Baydar, 2016). Uçucu yağ molekülleri yüksek ısıya duyarlı olduğundan yüksek sıcaklık ve basınaltında saponifikasyon, transesterifikasyon, polimerasyon, kondenzasyon ve hidrolizasyon gibi bir takım biyokimyasal tepkimeler sonucunda uçucu yağ molekülleri dekompoze olabilmektedir (Garnero ve Buil, 1976; Babu vd., 2002; Baydar vd., 2008b). Nitekim taze gl çiçeklerinden doğrudan HS-SPME ile belirlenen floral uçucu yağ bileşenleri ve oranları ile taze gl çiçekleri damıtıldıktan sonra elde edilen uçucu yağ bileşenleri ve oranları arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Örneğin taze çiçeğin en önemli floral koku molekülü olan feniletil alkol HS-SPME ile % 16.02-67.26 arasında çok yüksek oranlarda (izelge 4.5, 4.6 ve 4.7), aynı molekül su ile damıtılmış gl yağlarında ise % 0.44-1.48 arasında çok düşük oranlarda (izelge 4.8) belirlenmiştir. Bu nedenle damıtma ile elde edilmiş uçucu yağ (gül yağı) oğu zaman doğal (floral) kokuyu temsil etmemektedir.

Gl yağının gl çiçeğine göre feniletil alkol bakımından fakir olmasının en önemli nedeni, suda kolay nebirilen bir aromatik alkol olan feniletil alkolün büyük bir bölümünün damıtma sırasında posa suyuna ve yoğunlaşma sonunda gl suyuna geçmesidir. Feniletil alkolün ana kaynağı olan 2-feniletil  -D-glukopiranosit yağ gülü çiçeklerinin uçucu yağlarında bol miktarda bulunurken, damıtma sürecinde kolaylıkla hidrolize olabilmektedir (Eikani vd., 2005). Bu nedenle gl ürünlerinden gl suyu ve posa suyu uçucu yağlarının feniletil alkol oranı çok yüksek olmaktadır.

Sonuç olarak yağ gülü çiçeklerinde yüzlerce farklı koku molekülü sentezlenmektedir. Koku sentezi ile ilişkili genler aktivitelerini çiçeğin petal yapraklarında göstermektedir (Spiller vd., 2010). Büyük gayretlere rağmen yağ glnde koku moleküllerinin biyosentezinden sorumlu genler ve enzimler tam olarak aydınlatılabilmış değildir (Cherri-Martin vd., 2007). Bununla birlikte monoterpen alkollerin büyük olasılıkla aynı biyosentez yolunda önce geranil pirofosfat'tan geranioln ve daha sonra geraniolden sitronellol ve nerol gibi diğer monoterpenlerin sentezlendiği sanılmaktadır (Oka vd., 1999). Sentezlenen her bir koku molekülü diğerleriyle birlikte karakteristik gl kokusunun oluşmasına katkı sağlamaktadır.

4.7. Gül Yağı Verimi ve GC/MS ile Belirlenen Koku Kompozisyonu

Gül yağını meydana getiren uçucu yağ bileşenleri, dünyada ve Türkiye’de gül yağı standartlarını belirleyen en önemli kalite parametreleridir. Gül yağı standartları dünyada ISO 9842:2003, Bulgaristan’da BDS ISO9842:2006 ve Türkiye’de TS 1040:1971 esas alınarak belirlenmektedir. Gül yağında belirlediğimiz uçucu yağ bileşenlerinin oranları, daha önce Türk gül yağlarında belirlenen uçucu yağ bileşenlerine büyük ölçüde uygunluk göstermiştir (Anaç, 1984;Başer, 1992;Bayrak ve Akgül, 1994; Başer vd., 2003).Ticari gül yağlarında sitronellol oranı çoğunlukla geraniol oranından yüksektir. Çünkü endüstriyel damıtma sürecinde, gül çiçeklerinin tarladan damıtma tesisine geç gelmesi ve tesiste aşırı yığılma nedeniyle gül çiçeklerinin çok geç saatlere kadar sıcakta beklemesi fermentasyona neden olmakta, fermentasyon sürecinde de bilhassa geraniol aleyhine sitronellol oranı artmaktadır (Baydar vd., 2007; Baydar vd., 2008b). Fermentasyonun en önemli nedeni, taze toplanan çiçekler çuvallar içerisinde beklerken ortaya çıkan yüksek ısıyla birlikte uçucu yağların enzimatik olarak parçalanması ve dönüşmesiyle ilgilidir. Sitronellol/Geraniol (S/G) oranı eğer 1’in altında ise genel olarak gül yağının fermente olmadan damıtıldığına işarettir.Ayrıca gül yağında normalin üzerinde etanol bulunması, damıtmada yüksek miktarlarda fermente olmuş güllerin kullanıldığının bir diğer göstergesidir (Başer, 1992). Bizim araştırmamızda ise S/G oranı kontrol için 1.15, Rd-M0-54 ve Rd-M100-28/1 için 0.51 bulunmuştur.

Yağ gülü genotiplerinde Clevenger hidrodistilasyon aparatında belirlenen uçucu yağ verimleri ve GC/MS cihazında belirlenen uçucu yağ kompozisyonları Çizelge 4.8’de sunulmuştur. Bu araştırmada, yağ gülü genotipleri arasında sadece kontrol (Rd-Isparta), Rd-M0-51, Rd-M0-54, Rd-M0-67, Rd-M100-28/1 ve Rd-M100-68 genotiplerinden damıtma yapacak miktarlarda fermente olmamış gül çiçeği elde edilebildiğinden, diğerlerinde uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenleri analizi yapılamamıştır. Çünkü gül çiçeklerinin geç toplanması ve geç damıtılması durumunda, yüksek ısıyla birlikte fermentasyon geçirerek uçucu yağları enzimatik olarak önemli oranlarda değişim (örneğin sitronelloloranı geraniol aleyhine artmaktadır) göstermektedir (Başer, 1992; Baydar ve Göktürk Baydar, 2005; Baydar vd., 2007; Baydar vd., 2008a). Araştırmada, her ne kadar bazı genotipler damıtmaya yetecek miktarlarda gül çiçeği vermiş olsalar da, depolama sürecinde fermentasyon geçirdiği tespit edilenlerde sağlıklı veri elde edilemeyeceği kuşkusuyla analizler yapılamamıştır.

Bu araştırmada yağ gülü genotiplerinin taze çiçeklerinin damıtılması ile elde edilen gül yağlarının en önemli bileşenlerinin linalool (% 0.00-0.62), nerol (% 0.00-11.60), sitronellol (% 0.00-24.18) ve geraniol (% 0.00-31.74) gibi monoterpenik alkoller (oleoptenler), farnesol (% 0.00-7.36) gibi seskiterpen alkoller, feniletil alkol (% 0.44-1.48) gibi aromatik alkoller, karyofillen (% 0.00-1.23), germakren D (% 0.00-1.74), heptadekan (% 1.29-6.85), 9-eikosen

(% 1.75-4.12), nonadesan (% 11.34-61.55), eikosan (% 1.19-4.46) ve heneikosan (% 6.70-23.51) gibi parafinik hidrokarbonlar (stearoptenler), öjenol (% 0.00-0.91) gibi fenoller, metil

Çizelge 4.8. Yağ gülü genotiplerinin uçucu yağ verimleri ve GC/MS koku kompozisyonu (%)

Rt	Bileşenler	Rd-Isparta	Rd-M0-51	Rd-M0-54	Rd-M0-67	Rd-M100-28/1	Rd-M100-68
13.10	Linalool	0.30	-	0.62	0.16	0.61	0.35
13.69	Feniletıl alkol	1.48	0.44	0.73	1.44	0.68	1.24
20.73	Nerol	3.20	0.53	9.93	1.54	11.60	-
21.05	Sitronellol	24.18	1.52	16.10	3.21	16.39	-
21.42	Z-Sitral	0.11	-	0.79	-	0.57	-
22.68	Geraniol	20.99	-	31.74	3.77	31.65	-
23.38	2,6-Oktadienal	-	-	1.23	-	0.78	-
28.71	Öjenol	-	0.08	0.91	0.86	0.11	-
29.27	Neril asetat	0.71	-	0.27	-	0.60	-
30.55	Geranilasetat	-	-	0.78	-	0.40	-
31.93	Metil öjenol	0.32	-	0.77	0.12	0.36	-
32.76	Karyofillen	1.23	-	0.06	-	0.48	-
33.88	α -Guaıen	0.53	-	-	0.14	0.12	-
33.91	Azulen	-	-	-	-	0.30	-
35.00	α -Humulen	0.60	-	-	-	0.06	-
36.65	GermakrenD	1.74	-	0.10	0.42	1.02	-
38.41	Pentadekan	0.54	-	0.29	-	0.51	-
41.90	Nerolidol	-	-	0.08	-	0.06	-
44.45	Hekzadesan	0.12	-	0.08	-	-	-
47.03	β -Eudesmol	-	-	0.43	-	-	-
49.56	Nerolidol	-	0.49	-	-	-	-
50.25	Heptadekan	6.85	2.30	2.06	1.49	1.29	1.36
50.91	Farnesol	6.40	7.36	4.07	-	2.60	-
55.73	Oktadesan	0.55	0.42	0.17	0.57	0.19	-
59.55	9-Eikosen	2.53	2.39	4.12	3.16	1.75	2.34
61.10	Nonadesan	14.50	40.06	11.34	51.01	14.92	61.55
66.01	Eikosan	1.99	4.33	1.19	4.25	1.69	4.46
69.38	1-Oktadekanol	-	0.30	-	-	-	-
69.39	9-Trikosen	-	0.53	0.32	0.31	0.08	-
70.21	Heneikosen	-	0.25	0.16	-	0.07	-
70.49	Dikloroasetic acit	-	0.40	-	-	-	0.14
70.51	9-Trikosen	-	0.76	0.17	-	0.15	-
70.88	Heneikosan	7.96	23.51	6.70	19.72	6.98	23.06
72.56	Nerilisovalerat	-	-	0.18	-	0.06	-
75.40	Dokosan	0.09	0.58	0.15	-	0.17	0.36
79.83	Trikosan	1.21	-	1.43	3.41	1.46	3.43
84.05	Tetrakosan	-	0.45	0.18	0.24	-	-
88.14	Pentakosan	0.24	2.52	0.95	1.67	0.68	1.11
92.07	Hekzakosan	-	-	0.12	0.42	0.62	0.97
95.86	Heptakosan	-	-	0.77	-	-	-
103.04	Nonakosan	-	-	0.13	-	-	-
Toplam bileşen sayısı		32	33	49	26	48	14

Gül yağı verimi (%)	0.030	0.020	0.040	0.020	0.035	0.025
Rt: Pik geliş zamanı (dakika)						

öjenol (% 0.00-0.77) gibi fenilpropenler ile neril asetat (% 0.00-0.71) ve geranil asetat (% 0.00-0.78) gibi esterler saptanmıştır (Çizelge 4.8).

Rd-M0-54 ve Rd-M100-28/1 genotiplerinden elde edilen uçucu yağlar hem verim olarak (sırasıyla % 0.040 ve %0.035) hem de bileşen sayısı olarak (sırasıyla 49 ve 48) diğerlerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.8). Aynı genotiplerin uçucu yağları geraniol, sitronellol ve nerol gibi koku kalitesine olumlu etkisi olan oleoptenlerce zengin, heptadekan, nonadesan ve heneikosan gibi koku kalitesine nötr veya olumsuz etkisi olan stearoptenlerce fakir oldukları tespit edilmiştir. Oysa Rd-M0-51, Rd-M0-67 ve Rd-M100-68, hem uçucu yağ verimi ve bileşen sayısı bakımından geride, hem de oleoptenlerce çok fakir ve stearoptenlerce çok zengin bulunmuşlardır (Çizelge 4.8).

Normal fabrika koşullarında, 3.5 ton taze gül çiçeğinin damıtılmasıyla 1 kg gül yağı (ortalama uçucu yağ verimi % 0.035 elde edilmektedir (Baydar, 2016). Bu araştırmada, yağ gülü genotipleri %0.20 (Rd-M0-51) ve % 0.040 (Rd-M0-54) arasında uçucu yağ içermişlerdir (Çizelge 4.8). Ticari gül yağının karakteristik koku molekülleri olan geraniol, sitronellol, nerol ve feniletil alkol gibi monoterpenik alkollerin daha çok çiçeğin petal yapraklarından, koku oluşumuna daha az ve genellikle olumsuz yönde katkı sağlayan parafinik hidrokarbonlar ile fenoller, esterler, oksitler ve eterler, aldehitler ve ketonların daha çok çiçeğin petal yaprakları haricindeki sepal, stamen ve pistil gibi kısımlarından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Ayrıca su distilasyonu sırasında uygulanan yüksek sıcaklık ve basınç ortamında feniletil alkol gibi bazı önemli koku bileşenlerinin dönüşerek veya suya geçerek gül yağının koku kompozisyonunu etkilediği ve bu nedenle gül yağı kokusunun floral çiçek kokusunu tam olarak temsil etmediği belirlenmiştir.

Mihailova vd. (1977), yağ gülü çiçeklerinde iç petal yapraklarda sitronellol ve nerol oranlarının, dış petal yapraklarda geraniol ve feniletil alkol oranlarının ve üreme organlarında ise metil öjenol ve hidrokarbon (stearoptenler) oranlarının daha fazla olduğunu saptanmıştır. Yağ gülü çiçeklerinin farklı kısımlarında farklı uçucu yağ bileşenleri sentezlenmesi, her bir uçucu yağ bileşenin farklı antimikrobiyal, antioksidan, allelopatik, otoburlara ve böcekler karşı repellent ve tozlayıcı böcekler için atraktif etkiler göstermesi ile ilgilidir (Özkan vd., 2004; Baydar vd., 2011; Göktürk Baydar ve Baydar, 2013).

Tabaei-Aghdaei vd. (2007), İran'da 27 farklı ilden elde ettikleri Damask güllerinde uçucu yağ oranı ile çiçekte anter sayısı arasında önemli ve olumsuz bir ilişki ($r = -0.60^{**}$) olduğunu ve böylece yüksek uçucu yağ verimi elde etmek için anter sayısı düşük olan genotiplerin seçilebileceğini bildirmişlerdir.

Loghmani-Khouzani vd. (2007), İran'ın Kashan bölgesinde yapılan sulu ve asitli çözeltilerle elde edilen gül yağının GC-MS bileşenleri tespit edilmiştir. *Rosa damascena*'nın uçucu yağında 95 makro ve mikro bileşen bulunmuş ve toplam yağın % 95'inden fazlasını temsil eden 18 bileşik tespit edilmiştir. Bu bileşenlerden sitronellol (% 15-47.5), nonadekan (% 24-40.5), geraniol (% 0-18) ve henikosan (% 7-14.5) oranlarında bulunmuştur. Sülfürik asidin kullanılmasının avantajı, bazı durumlarda mevcut olan eser alifatik aminlerin giderilmesi, dezavantajı ise geraniol, linalool, geraniol asetat, cis-fransol ve nerolün giderilmesi olmuştur.

Moein vd. (2009), İran'ın güneyinde *Rosa damascena* uçucu yağının bileşenleri üzerine yaptıkları çalışmada tespit edilen 25 bileşenin arasında, yağın % 99.98'ini temsil eden sekiz bileşen karakterize edildiğini ve bunlardan nonadekan (% 39.73), heneikosan (% 32.38), dokosan (% 7.34), sitronellol (% 6.14) ve 9-nonadekan (% 5.69) ana bileşenler olarak bulunduğunu ve yağ verimini ise % 0.16 (v/w) olarak tespit etmişlerdir.

Javid Naquvi vd. (2013), yaptıkları araştırmada *Rosa damascena* uçucu yağının verimini % 0.12 (v/w) bulmuşlardır. Yağın % 99.06'sını temsil eden 50 bileşik karakterize edilmiştir. *Rosa damascena*'nın uçucu yağlarının, alifatik bileşenler (% 54.57), n-heksil benzoat (% 2.98), trans-2-heksil-n-oktanat (% 4.79), metil oktadesan (% 1.90), n-octadekanol (% 4.70), n-hekzakosan (% 3.35), n-oktakosan (% 2.29), n-nonakosan (% 26.31) ve çok miktarda seskiterpenler (% 44.05) ile çok az sayıda monoterpen (% 0.44) içerdiğini tespit etmişlerdir.

Baydar ve Erbaş, (2016), bütün (tam) çiçeklerin damıtılması ile elde edilen gül yağında GC-MS ile geraniol (% 35.52), sitronellol (% 25.16) ve nerol (% 16.58) en önemli üç bileşen olarak belirlenmiş, bu üç bileşene linalool (% 0.25) ve feniletıl alkol (% 1.25) de ilave edilecek olursa gül yağının en belirgin karakteristik bileşenleri olan monoterpenik alkollerin toplam oranı % 78.76 olarak parafinik hidrokarbonlar (β -karyofillen, aromadendren, germakren D, hekzadekan, nonadekan, 9-nonadekan, eikosan ve heneikosan gibi), fenoller (öjenol gibi), oksit ve eterler (metil öjenol gibi) ile esterler (geraniol asetat/format ve sitronellil asetat gibi) toplamı % 20.55 olarak tespit etmişlerdir.

Erbaş ve Baydar (2016), yaptıkları çalışmada distile edilmiş gül yağının GC / GC-MS analizine göre 15 bileşik tespit etmiş ve bunların geraniol (%35.4), sitronellol (%31.6) ve nerol (%15.3) gibi yüksek oranda siklik olmayan monoterpen alkollerin yanında yüksek zincirli hidrokarbonlar (alkanlar) nonadekan (%7.2), heneikosan (%1.8) ve hekzadekan (%0.3) olduğunu belirtmişlerdir. Taze çiçeğin başlıca koku bileşeni feniletil alkol veya 2-feniletanol olmasına rağmen, distile edilmiş gül yağı içerisinde yalnızca % 1.3 oranında bulunmuş ayrıca taze gül çiçeklerindeki HS-SPME analizlerine göre hekzadekan (% 1.3), nonadekan (% 7.2) ve heneikosan (% 1.8) yüzdelерinin daha yüksek olduğunu taze gül çiçeklerinin % 0.2 oranında furan ve rose-oksit içerirken damıtılmış ürünlerin bunları içermediğini belirtmişlerdir.

Son yıllarda gül yağı kalitesi üzerinde yapılan tartışmalarda, üzerinde en fazla durulan bileşelerin başında metil öjenol (methyl eugenol; $C_{11}H_{14}O_2$) gelmektedir. Mutagenik ve alerjik reaksiyonlara neden olduğu ileri sürülen metil öjenol ($C_{11}H_{14}O_2$)'ün gül yağında hiç veya belirli sınırlar arasında bulunması istenmektedir (Anonim, 2000; Harris, 2002; Rusanov vd., 2012a). Koku verici olarak metil öjenolün halihazırda parfümlerde % 0.3-0.8 oranında, krem ve losyonlarda % 0.01-0.05 oranında, sabun ve deterjanlarda %0.02-0.2 oranında kullanıldığı (Anonim, 2000), kokulandırıcılarda en fazla % 0.01, eau de toilette parfümlerde en fazla % 0.004, kokulu kremlerde en fazla %0.0002 oranında bulunması gerektiği rapor edilmektedir (Anonim, 2000; Health Canada, 2010). Oysa parfüm ve kozmetik endüstrisinin en önemli ham maddelerinden birisi olan Türk gül yağlarında metil öjenol oranı çoğunlukla %2'nin (bazen %4'ün) üzerine çıkmaktadır. Bilhassa toplanması ve damıtılması gecikmiş, fermente olmuş güllerden elde edilen gül yağlarında metil öjenol oranı artmakta, diğer yandan 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 (Baydar ve Göktrük Baydar, 2005; Baydar vd., 2007; Baydar vd., 2008; Rusanov vd., 2012b).

Rusanov vd. (2012b), yağ gülü çiçeklerinde metil öjenolün en fazla petal dışındaki kısımlarda (sepal, stamen ve karpel) bulunduğu ve bu kısımlarda bulunan metil öjenol miktarının standart gül yağındaki metil öjenol miktarından yaklaşık 3 kat fazla olduğunu belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar 3 ve 4. safhalardaki çiçek tomurcuklarından elde edilen gül yağlarındaki metil öjenol miktarının, 6 ve 7. safhalardaki tam açmış çiçeklerden elde edilen gül yağlarındaki metil öjenol miktarından yaklaşık 5 kat daha az olduğunu belirlemişlerdir. Teknolojik olarak gül yağları fraksiyonlu distilasyona sokularak metil öjenolden arındırılabilceği gibi, genetik mühendisliği yöntemleriyle de yağ gülünde metil öjenol sentezinden sorumlu genler susturulabilir.

Endüstriyel olarak yağ gülünün damıtmada kullanılan kısmı, bütün olarak yumurtalık kısmının altından çiçek sapıyla birlikte kopartılan çiçekleridir. Böylece bir çiçeğin sepal (çanak yaprak), petal (taç yaprak), stamen (erkek organ) ve pistil (dişi organ) olarak bütün kısımları su distilasyonu tekniği ile damıtılarak gül yağı elde edilmektedir. Taze yağ gülü çiçeğinin ortalama % 70'ini oluşturan petal yapraklar, diğer çiçek kısımlarına (sepal+pistil+stamen) göre 4 kat daha fazla uçucu yağ içermektedir (Baydar ve Erbaş, 2016). Yağ gülü çiçeğinin asıl metil öjenol üreten organı ise stamenler başta olmak üzere petal dışındaki organlarıdır. Endüstriyel olarak yağ gülü çiçeklerinin sadece petal kısımları damıtılarak veya klasik gül yağları fraksiyonludistilasyona sokularak metil öjenoldenarındırılabilceği gibi, genetik ve ıslah çalışmalarıyla metil öjenol sentezinden sorumlu genler işlevsiz kılınarak da metil öjenolsüz gül yağı üretilebilir. Örneğin Rd-M0-51 ve Rd-M100-68 genotiplerinden elde edilen uçucu yağlarda metil öjenole rastlanmamıştır. Ancak sadece metil öjenol değil, diğer koku kalitesine etki eden bileşenlerle birlikte bir bütün olarak yağ kalitesinin standartlara uygun olarak geliştirilmesi gerekmektedir.

4.8. Konkret Verimi ve GC/MS ile Belirlenen Koku Kompozisyonu

Yağ gülünde ekstraksiyon, yaygın olarak konkret ve absölüt elde etmek için kullanılır. Gül konkreti, taze toplanmış ve bir süre gölgede bekletilerek dinlendirilmiş gül çiçeklerinin oda sıcaklığında *n*-hekzan gibi solventlerle ekstraksiyonu ile elde edilmektedir (Aydınlı ve Tutaş, 2003; Aycı vd., 2005; Kürkçüoğlu ve Başer, 2003).Isparta yöresinde faaliyet gösteren uçucu yağ tesislerinde konkret üretiminde *n*-hekzan ve absölüt üretiminde etanol kullanılır. Gül konkreti (katı gül yağı); taze olarak toplandıktan sonra bir süre gölgede bekletilerek dinlendirilmiş gül çiçeklerinin ekstraktörlerde (sabit tamburlu veya döner tamburlu) *n*-hekzan ile tüketilmesiyle elde edilir.

Konkret ekstraktörlerine çiçek miktarının üç katı kadar *n*-hekzan doldurulur ve belirli aralıklarla aynı çiçekler iki veya üç defa (ilki 30, ikincisi 25 ve üçüncüsü 15 dakika devam eder) taze *n*-hekzan ile yıkanır. Çiçekte bulunan koku bileşenlerini doğal haliyle korumak için ekstraksiyon işlemi olabildiğince düşük bir sıcaklıkta gerçekleştirilir. Her bir ekstraksiyondan gelen *n*-hekzanlı ekstraktlar bir tankta biriktirilir ve oradan da filtre edildikten sonra Bull denilen evaporatöre pompalanarak vakumlu distilasyona sokulur. Burada *n*-hekzanın tamamı uçurulur ve yeniden kullanılmak üzere tanka basılır. Geride “konkret” adı verilen yarı katı, renkli ve kokulu bir ekstrakt kalır.

Normal fabrika koşullarında, 3-4 ton taze gül çiçeğinin su distilasyon yöntemiyle damıtılmasıyla 1 kg gül yağı (ortalama uçucu yağ verimi % 0.035), 250-350 kg taze gül çiçeğinin *n*-hekzan ekstraksiyonu ile 1 kg konkret (ortalama konkret verimi %0.30) ve 1 kg konkretten de etil alkol ekstraksiyonu ile 0.5-0.6 kg absolüt (ortalama absolüt verimi % 55) elde edilmektedir.

2016 yılı çiçeklenme sezonunda, 27 genotip ve mutantın çiçeklerinden(sepal ve petal ayrımı yapılmaksızın tüm çiçek olarak) elde edilen ekstraktların koku molekülleri Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (HS-SPME) tekniğiyle GC/MS cihazında tespit edilerek Çizelge 4.9, 4.10 ve 4.11'de sunulmuştur. Rd-M0-52, Rd-M0-61, Rd-M100-44, Rd-M100-100, Rd-M200-5 ve Rd-M200-25 genotiplerinden elde edilen konkretler, GC/MS ile sağlıklı veriler (herbirisi iz düzeyde beliren yüzlerce pik vermiştir) elde edilemediğinden, bunlar değerlendirme dışı tutulmuştur.

Yağ gülü genotiplerinde % 0.255 (Rd-M100-68) ve % 0.702 (Rd-M200-34) arasında konkret verimi elde edilmiştir (Çizelge 4.9, 4.10 ve 4.11). Genel olarak tek katlı çiçeklere sahip olan genotiplerin konkret verimliliği çok katlı olanlara göre daha fazla olmuştur. Tek katlı çiçeklerde petal oranı düşük, buna karşın sepal, stamen ve pistil gibi petal dışı organlar daha yüksek oranda temsil edilmektedir (Çizelge 4.3). Petal yapraklar su distilasyonu ile uçucu yağa daha çok monoterpenik bileşenler kazandırırken, petal dışındaki organlar ise solvent ekstraksiyonu ile konkret verimliliğine daha çok etki eden parafinler, mumlar, yağ asitleri ve pigmentler kazandırmaktadır. Bu nedenle petal sayısı arttıkça uçucu yağ verimi artarken, konkret verimi azalmaktadır.

Göller yöresinde kültürü yapılan Rd-Isparta genotipinden ise ortalama % 0.335 oranında konkret verimi elde edilmiştir (Çizelge 4.9). Bu oran, 1 kg konkret üretebilmek için ortalama 298.5 kg taze çiçeğe ihtiyaç olduğunu ifade etmektedir. Daha önce yapılan bir araştırmada, Göller yöresinde üretilen yağ gülü çiçeklerinden *n*-hekzan kullanılarak elde edilen konkret veriminin ortalama % 0.25 (1 kg konkret için 400 kg taze çiçek) olduğu rapor edilmiştir (Kürkçüoğlu ve Başer, 2003). Ancak konkret verimine veya randımanına, kullanılan çiçeğin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile uygulanan solvent (çözücü) ve ekstraksiyon metodu büyük etki etmektedir.Örneğin Erbaş ve Baydar (2016) tarafından yapılan bir araştırmada, taze gül çiçekleri dietil eter, petrol eteri, siklo-hekzan, kloroform ve *n*-hekzan gibi beş farklı apolar solvent ile ekstraksiyona sokulmuş, en yüksek konkret verimi % 0.66 ile dietil eter ekstraksiyonundan elde edilirken, en düşük konkret verimi % 0.30 ile *n*-hekzan ekstraksiyonundan elde edilmiştir. Ancak dietil eter ekstraksiyonundan elde edilen konkretten % 60.1 oranında absolüt elde edilirken, *n*-hekzan ekstraksiyonundan elde edilen

konkretten % 70.9 oranında absölüt verimi elde edilmiştir. Günümüzde Göller yöresinde faaliyet gösteren ekstraksiyon tesislerinin tamamında *n*-hekzan solventi ile konkret üretilmektedir.

Çizelge 4.9. Rd-M0 genotiplerinin konkret verimleri ve GC/MS koku kompozisyonu (%)

Rt	Bileşenler	Rd-Isparta	Rd-M0-19	Rd-M0-20	Rd-M0-51	Rd-M0-54	Rd-M0-66	Rd-M0-67	Rd-M0-75
4.55	2-Metil-2-pentanol	-	-	0.66	-	-	-	-	9.50
4.69	o-Ksilen	0.64	1.96	-	0.57	-	0.92	1.70	12.81
4.85	n-Nonan	0.25	0.64	-	-	1.51	0.36	0.52	4.45
5.02	2-Metil-3-buten-2-ol	-	1.08	-	-	2.19	0.71	1.00	8.44
5.52	2,5-dietil3-hekzanon	0.22	0.92	-	0.21	1.64	0.35	0.72	5.72
5.82	3-Metilnonan	-	0.48	-	-	0.71	-	-	6.57
6.66	Trimetilbenzen	1.03	2.92	-	-	-	0.55	1.76	8.20
8.16	n-Dekan	0.74	1.98	-	0.68	4.23	0.99	2.04	13.69
13.00	n-Undekan	0.43	0.85	-	0.28	1.81	-	0.93	5.56
13.48	Feniletıl alkol	36.12	0.80	11.27	16.40	-	11.27	0.62	4.62
20.41	Nerol	-	-	-	-	3.77	2.53	-	-
20.55	Sitronellol	5.63	-	2.29	4.83	6.01	4.25	-	-
22.19	Geraniol	12.15	-	2.13	10.13	25.51	8.03	-	-
28.36	Öjenol	1.17	-	-	1.36	-	0.63	-	-
28.53	Sitronellil/Neril asetat	0.89	-	-	1.10	0.96	-	-	-
31.63	Metil öjenol	0.24	-	-	-	-	-	-	-
31.91	Tetra/Pentadekan	0.39	-	-	0.23	-	-	-	-
36.39	Germakren D	0.48	-	-	-	-	-	-	-
44.22	Hekza/Heptadekan	1.39	1.66	-	2.05	13.87	-	9.15	-
50.60	Farnesol	0.20	-	-	-	-	1.03	-	-
55.46	Oktadekan	0.25	-	-	-	-	3.08	-	-
59.23	Z-5-Nonadesen	1.84	2.63	-	4.44	35.56	5.23	13.40	-
60.72	Nonadesan	11.28	16.68	5.30	13.39	-	20.11	30.47	6.16
65.71	Eikosan	1.06	1.85	0.86	1.57	-	1.48	1.52	-
70.51	Heneikosan	6.13	9.45	4.89	9.09	-	8.83	10.24	-
73.54	Dibutil sebakat	0.27	5.06	3.05	-	-	2.13	-	-
75.11	Dokosan	-	-	-	0.64	-	-	0.66	-
77.21	Tributil asetilsitrat	0.63	16.77	10.54	0.48	-	5.74	-	-
79.50	Trikosan	3.21	6.32	5.32	6.68	-	5.33	4.13	-
87.79	Pentakosan	1.94	3.69	7.82	4.25	-	4.05	1.58	-
91.73	n-Hekzakosan	0.20	2.28	1.57	0.51	-	-	0.50	-
95.19	9-Hekzakosen	0.81	0.91	0.67	0.97	-	-	1.22	-
95.25	1-Nonadesen	-	1.04	1.90	-	-	-	-	-

95.49	Heptakosan	4.87	9.99	17.69	10.52	-	9.42	6.39	3.97
102.42	n-Eikosanol	0.52	1.44	0.33	-	-	-	1.22	-
102.65	Nonakosan	3.49	7.20	16.19	1.31	-	0.89	5.70	-
Toplam bileşen sayısı		45	30	27	42	14	27	30	14
Konkret verimi (%)		0.335	0.380	0.337	0.300	0.534	0.349	0.300	0.598

Çizelge 4.10. Rd-M100 genotiplerinin konkret verimleri ve GC/MS koku kompozisyonu (%)

Rt	Bileşenler	Rd -M100 9	Rd -M100 15	Rd -M100 28/1	Rd -M100 33	Rd -M100 68	Rd -M100 104	Rd -M100 105
4.69	o-Ksilen	0.95	-	0.94	-	1.65	-	0.39
5.02	2-Metil-3-buten-2-ol	0.42	-	0.51	2.67	0.86	-	-
5.52	2,5-dietil-3-hekzanon	0.32	-	0.41	1.87	0.75	-	-
7.87	1,2,3-Trimetilbenzen	-	-	0.40	1.87	0.85	-	-
8.16	n-Dekan	0.89	-	1.03	5.11	1.75	-	0.42
13.48	Feniletil alkol	-	-	-	3.28	-	-	26.85
20.55	Sitronellol/nerol	-	-	0.43	1.50	0.65	-	-
22.19	Geraniol	-	-	-	-	1.17	3.06	4.73
28.36	Öjenol	-	-	-	-	0.60	2.97	0.61
28.53	Sitronellil/Neril asetat	-	-	-	-	-	1.59	0.42
31.63	Metil öjenol	-	-	-	-	-	1.66	-
31.91	Tetra/Pentadekan	-	1.09	-	1.14	-	0.41	-
38.49	2,4-Di-tert-butilfenol	-	1.70	-	3.68	-	-	-
44.22	Hekza/Heptadekan	0.60	4.24	1.13	-	4.51	2.79	1.64
50.60	Farnesol	-	-	-	-	-	1.23	-
54.23	Heneikosan	-	1.32	-	-	-	-	-
55.46	Oktadesan	-	3.09	-	-	0.40	0.82	0.32
59.23	Z-5-Nonadesen	2.12	2.05	1.20	-	7.65	2.84	2.56
60.72	Nonadesan	6.64	1.40	12.44	-	25.36	15.17	7.68
65.71	Eikosan	-	1.93	0.76	-	2.38	1.95	0.78
70.51	Heneikosan	5.63	-	5.16	-	14.39	12.31	6.46
73.54	Dibutil sebakat	23.62	-	-	26.10	-	3.06	0.44
75.11	Dokosan	-	-	-	-	0.36	1.17	0.49
77.21	Tributil asetilsitrat	9.74	-	62.51	20.86	-	10.16	1.93
79.50	Trikosan	5.69	1.80	2.02	-	6.25	10.42	7.68
83.74	Tetrakosan	3.13	1.86	-	-	-	0.94	0.55
87.79	Pentakosan	4.35	4.55	1.03	3.29	3.37	5.26	5.16
91.73	n-Hekzakosan	-	-	-	1.70	0.40	0.51	0.35
95.19	9-Hekzakosen	1.39	-	-	4.16	0.96	-	0.31
95.25	1-Nonadesen	2.99	-	-	-	-	-	-
95.49	Heptakosan	10.32	4.32	4.08	3.54	9.66	10.20	12.83
96.01	Nonan	1.73	-	-	1.01	-	-	-

97.97	cis-11-Eikosenamit	3.70	51.62	-	2.17	-	0.62	1.09
99.19	Oktakosan	0.51	4.61	0.41	-	-	0.60	0.79
102.65	Nonakosan	10.86	7.15	2.93	3.66	8.30	6.67	7.91
Toplam bileşen sayısı		27	21	22	22	32	33	38
Konkret verimi (%)		0.416	0.694	0.357	0.621	0.255	0.483	0.652

Çizelge 4.11. Rd-M200 genotiplerinin konkret verimleri ve GC/MS koku kompozisyonu (%)

Rt	Bileşenler	Rd -M200 4	Rd -M200 10	Rd -M200 17	Rd -M200 21	Rd -M200 28	Rd -M200 31	Rd -M200 34
4.55	2-Metil--2-pentanol	-	0.73	1.08	8.37	-	0.40	0.32
4.69	o-Ksilen	1.20	0.38	-	11.95	0.74	-	0.46
4.85	n-Nonan	0.47	0.18	-	5.59	-	-	0.36
5.02	2-Metill-3-buten-2-ol	0.68	0.22	-	5.90	0.40	0.38	-
5.52	2,5-dietil-3-hekzanon	0.54	0.19	-	5.98	0.37	0.31	0.24
5.82	3-Metilnonan	-	-	-	9.56	-	-	-
6.66	Trimetil benzen	0.49	0.18	0.65	13.91	-	0.58	0.19
6.91	Di-N-amil keton	-	-	-	6.00	-	0.23	-
8.16	n-Dekan	1.23	0.45	-	14.35	0.73	0.41	0.54
9.53	Benzil alkol	0.68	3.72	-	2.37	-	-	-
13.00	n-Undekan	-	0.28	-	8.37	-	0.26	-
13.48	Feniletil alkol	43.65	40.30	-	2.75	-	-	0.29
20.55	Sitronellol + Nerol	13.39	9.73	-	-	-	-	-
22.19	Geraniol	15.93	11.02	-	-	-	-	-
30.33	Neril/Geranil asetat	0.84	-	-	-	-	-	-
31.63	Metil öjenol + Öjenol	1.37	-	-	-	-	-	-
34.82	α -Humulen	-	-	-	-	-	-	1.73
43.28	Viridiflorol	-	-	-	-	-	-	62.37
44.22	Hekza/Heptadekan	-	0.20	3.45	-	1.26	5.54	-
55.46	Oktadekan	-	0.41	2.59	-	-	-	-
59.23	Z-5-Nonadesen	0.90	1.12	-	-	1.63	6.12	-
60.72	Nonadesan	7.36	3.85	1.63	-	9.16	28.32	12.22
65.71	Eikosan	0.57	0.56	1.41	-	0.99	1.31	-
70.51	Heneikosan	3.69	2.98	2.05	-	9.27	12.81	-
77.21	Tributil asetilsitrat	-	-	-	-	9.09	0.85	-
79.50	Trikosan	-	1.38	-	-	17.10	8.68	-
83.74	Tetrakosan	-	0.17	1.81	-	2.86	-	-
87.79	Pentakosan	-	2.44	-	-	6.72	4.14	-
90.65	Oktanoik asit	-	0.31	-	-	2.78	0.93	-
91.73	n-Hekzakosan	-	-	-	-	0.79	0.31	-
95.19	9-Hekzakosen	-	1.55	-	-	2.04	0.84	-
95.49	Heptakosan	1.12	7.12	-	-	12.74	12.80	-
95.58	Hekzatriakontan	-	0.51	3.54	-	-	-	3.48
97.97	cis-11-Eikosenamit	-	-	44.35	-	-	-	-
100.74	Lupenon	-	-	-	-	-	-	5.60
102.08	17-Pentatriakonten	-	-	13.04	-	-	-	6.14

102.42	n-Eikosanol	-	0.6-6	1.50	-	-	-	-
102.50	1-Pentakosanol	-	-	-	-	1.26	1.04	-
102.65	Nonakosan	0.84	6.63	-	-	10.40	12.74	-
Toplam bileşen sayısı		30	43	32	17	34	28	22
Konkret verimi (%)		0.347	0.392	0.609	0.654	0.342	0.321	0.702

Yağ gülü genotiplerinin taze çiçeklerinden *n*-hekzan ekstraksiyonu ile elde edilen konkratlerinde GC/MS ile 14 (Rd-M0-54 ve Rd-M0-75) ve 45 (Kontrol) arasında koku molekülü tespit edilmiştir (Tablo 4.9, 4.10 ve 4.11). İlgili çizelgeler incelendiğinde konkratler ağırlıklı olarak feniletil alkol olmak üzere sitronellol, nerol, geraniol ve benzil alkol gibi alkol yapısındaki oleoptenlerden, tetradekan, pentadekan, heksadekan, heksadesen, heptadekan, oktadekan, nonadesen, eikosan, heneikosan, dokosan, trikosa, tetrakosa, pentokosa, heksasa, heksosen, heptakosa, nona, oktakosa ve nonakosa gibi parafinik hidrokarbon yapısındaki stearoptenlerden meydana gelmiştir. Ayrıca seskiterpenler (germakren D, karyofillen ve α -humulen gibi), fenoller (öjenol gibi), oksit ve eterler (metil öjenol gibi), esterler (sitronellil asetat, geranil asetat ve neril asetat gibi) ve bazı yağ asitleri metil esterleri içerdiği tespit edilmiştir. Konkret, gül yağına göre daha yüksek feniletil alkol (bazen >%50), fakat daha düşük sitronellol, geraniol ve nerol ihtiva etmektedir (Anaç, 1984; Lawrence, 1991; Ulusoy vd., 2009; Erbaş ve Baydar, 2016).

HS-SPME ile belirlenen floral koku molekülleriyle kıyaslandığında (Tablo 4.5, 4.6 ve 4.7), bir *n*-hekzan ekstraksiyon ürünü olan gül konkratinin feniletil alkol ile sitronellol, geraniol ve nerol gibi monoterpenler (oleoptenler) bakımından daha fakir, ancak heptadekan, heksadekan, nonadesen, nonadesan, heneikosa, trikosa, pentakosa, heptakosa ve nonakosa gibi uzun zincirli (C₁₇-C₂₃) hidrokarbonlar (stearoptenler) bakımından daha zengin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9, 4.10 ve 4.11). Kontrol olarak Rd-Isparta genotipinden elde edilen konkratin temel koku moleküllerinin sırasıyla feniletil alkol (% 36.12), geraniol (% 12.15), nonadesan (% 11.28), heneikosa (% 6.13), sitronellol (% 5.63), heptakosa (%4.87), nonakosa (% 3.49) ve trikosa (% 3.21) olduğu belirlenmiştir (Çizelge4.9). Kontrolün konkratindeki en önemli koku bileşeni feniletil alkol iken, 9 yağ gülü genotip ve mutantın konkratinde hiç feniletil alkol bulunamamıştır. Rd-M0-54 genotipinin konkratinde diğerlerine göre daha yüksek oranlarda geraniol (%25.51), sitronellol (%6.01) ve nerol (% 3.77) tespit edilmiştir. Aynı genotipin konkratinde ayrıca heptadekan (% 13.87) ve Z-5-nonadesen (%35.56) oranları da en yüksek bulunmuştur. Nonadesan bakımından Rd-M0-67 (% 30.47), heptakosa ve nonakosa bakımından Rd-M0-20 (sırasıyla % 17.69 ve % 16.19), *n*-dekan bakımından Rd-M200-21 (% 14.35) ve

heneikosan bakımından Rd-M200-31 (% 12.81) genotiplerinin konkretleri daha zengin olmuştur (Çizelge 4.9, 4.10 ve 4.11).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yağ gülünden tohumla generatif çoğaltım yapılarak elde edilen (M0 grubu) ve tohumla gama ışını uygulamasıyla elde edilen (M100 ve M200 grupları) 27 farklı yağ gülünün çiçeklenmesi 9 Mayıs ve 21 Haziran 2016 tarihleri arasında 44 gün devam etmiş, Rd-M0-20, Rd-M0-52, Rd-M0-54, Rd-M0-67, Rd-M100-28/1, Rd-M100-104 ve Rd-M200-34 genotiplerinde çiçeklenme sezonu en az bir ay ve daha fazla sürmüştür. Genel olarak petal sayısı az olanlar (katmersiz çiçekliler) daha erken, petal sayısı fazla olanlar (katmerli çiçekliler) daha geç çiçeklenme eğilimi göstermişlerdir. Çiçeklenme sezonu genişledikçe damıtma ve ekstraksiyon dönemi (kampanya dönemi) de genişleyeceğinden çiçeklenme gün sayıları fazla olan yağ güllerinin tarımsal değeri daha yüksek bulunmuştur.

Yağ gülü genotiplerinin çiçek petal rengi beyazdan koyu pembeye kadar değişmiş, Rd-M0 grubunda 3 adet (Rd-M0-52, Rd-M0-54, Rd-M0-61), Rd-M100 grubunda 2 adet (Rd-M100-28/1 ve Rd-M100-100) ve Rd-M200 grubunda 2 adet (Rd-M200-5 ve Rd-M200-34) genotip beyaz renkte petal yapraklar oluştururken, diğerleri açık pembeden koyu pembeye kadar değişen renk tonlarında petal yapraklar vermişlerdir. Her ne kadar endüstriyel yağ gülleri pembe renklerde olmakla birlikte, örneğin beyaz renkli olanların da tarımsal ve teknolojik özellikleri yönüyle değerlendirilebileceği anlaşılmıştır.

Yağ gülü genotiplerinin petal sayısının 5.11 ve 122.88 arasında, stigma sayısının ise 23.50 ve 48.89 arasında değiştiği, genel olarak çiçek çapı az olan genotiplerin petal sayısının daha fazla, petal sayısı fazla olan genotiplerin anter sayısının daha az, anter sayısı fazla olan genotiplerin ise stigma sayısının daha az olduğu tespit edilmiştir. Petal sayısı ve anter sayısı arasında ortaya çıkan önemli ve negatif ilişkinin ($r = -0.85^{**}$), A, B ve C gibi MADS-box fonksiyon genlerinin homeotik fonksiyonları sonucu olduğu anlaşılmıştır. Örneğin A ve B fonksiyon genlerinin C üzerine homeotik olarak kaydığı ve C'nin fonksiyonel olarak etkisiz kaldığı durumlarda çok fazla sayıda (>75 adet) petal yaprak (aşırı katmerli), ancak hiç anter oluşmaz iken, B ve C fonksiyon genlerinin A üzerine homeotik olarak kaydığı ve A'nın

fonksiyonel olarak etkisiz kaldığı durumlarda yalın katlı (5 adet petal) ve çok anterli (>90'dan fazla) çiçekler meydana gelmiştir.

Yalın katlı yağ güllerinin çiçekleri daha hafif, koku yoğunluğu daha az, petal ömrü daha kısa ve petal dökümü daha hızlı olurken, yarı katmerli ve katmerli yağ güllerinin çiçekleri daha ağır, koku yoğunluğu daha fazla, petal ömrü daha uzun ve petal dökümünün daha zor olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, yağ gülcülüğünde önemli bir tarımsal uygulama olan çiçek hasadı (çiçekler elle tek tek kırılarak toplanmaktadır) kolaylığı ve pratikliği bakımından 25'ten fazla petal yaprak oluşturan katlı ve 40'tan fazla petal yaprak oluşturan çok katlı yağ gülü genotiplerinin tarımsal ve endüstriyel değerlerinin daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Yağ gülü genotipleri arasında altısının (Rd-M0-54, Rd-M0-66, Rd-M200-4, Rd-M200-5, Rd-M200-25 ve Rd-M200-34) çiçek sapları, yumurtalıkları ve sepal yapraklarının tüysüz (çıplak) olduğu, bunların tüylü olanlara göre daha az kokulu, ancak gül yaprak bitine (*Macrosiphum rosae*) daha dayanıklı oldukları gözlenmiştir.

Yağ gülü genotiplerinde; bitki başına çiçek verimi 7.96 g (Rd-M200-17) ve 951.48 g (Rd-M0-54) arasında, bitki başına çiçek sayısı 4 adet (Rd-M200-25) ve 685 adet (Rd-M0-54) arasında, birim çiçek ağırlığı 0.63 g (Rd-M200-34) ve 2.26 g (Rd-M0-20), çiçek çapı 3.29 cm (Rd-M200-10) ve 7.20 cm (Rd-M0-61) ve petal oranı % 40.08 (Rd-M100-104) ve %79.10 (Rd-M200-5) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Rd-M0-54, Rd-M0-67 ve Rd-M200-4 genotipleri kontrole göre daha fazla çiçek verimi ve çiçek sayısı vermişler, çiçek sayısı yüksek olan genotiplerin çiçek verimi de daha yüksek bulunmuştur.

Bitki başına çiçek verimi; bitki başına çiçek sayısı ve çiçeklenme süresi ile önemli ve olumlu bir ilişki (sırasıyla $r = 0.98^{**}$ ve $r = 0.45^{*}$) göstermiştir. Ayrıca çiçekte petal sayısı ile petal oranı arasında önemli ve olumlu ($r = 0.50^{**}$) bir ilişki olduğu, bir bakıma petal sayısı azaldıkça petal oranının da azaldığı, nitekim Rd-M100-104, M200-28 ve M200-34 gibi tek (yalın) katlı genotiplerde petal oranı %50'den daha az olduğu belirlenmiştir. Yüksek çiçek verimi için bitki başına daha fazla çiçek sayısına sahip olan ve çiçeklenme süresi daha fazla olan, yüksek petal oranı için çiçek ağırlığı, çiçek çapı ve petal sayısı daha fazla olan genotiplerin öncelikli olarak seçilmesi gerektiği anlaşılmıştır.

HS-SPME/GC-MS analizine göre yağ gülü çiçeklerinde 37-53 arasında floral koku molekülü belirlenmiş, bunlar arasında özellikle feniletil alkol, geraniol, sitronellol ve nerol yüksek oranlarda tespit edilmiştir. Yağ gülü çiçeğinin en temel koku molekülü olan feniletil alkol bakımından beş genotip (Rd-M0-19, Rd-M0-20, Rd-M0-67, Rd-M100-68 ve Rd-M200-25) kontrol olarak Rd-Isparta genotipinden daha yüksek (> % 43.25) oranlar vermiştir.

Yağ gülü genotiplerinin taze çiçeklerinin damıtılması ile elde edilen gül yağlarının en önemli bileşenlerinin sitrionellol (% 0.00-24.18) ve geraniol (% 0.00-31.74) gibi monoterpenik alkoller (oleoptenler) ile nonadesan (% 11.34-61.55) ve heneikosan (% 6.70-23.51) gibi parafinik hidrokarbonlar (stearoptenler) bakımından çok zengin olduğu, ancak taze çiçeğin en önemli floral koku molekülü olan feniletil alkol (% 0.44-1.48) bakımından çok fakir olduğu belirlenmiştir. Rd-M0-54 ve Rd-M100-28/1 genotiplerinden elde edilen uçucu yağlar hem verim olarak (sırasıyla % 0.040 ve %0.035) hem de bileşen sayısı olarak (sırasıyla 49 ve 48) Rd-Isparta genotipinden daha yüksek değerler vermiştir.

Yağ gülü genotiplerinin taze çiçeklerinden *n*-hekzan ekstraksiyonu ile elde edilen ekstraktlarında (konkretlerinde) GC/MS ile 14-45 arasında koku molekülü tespit edilmiş, HS-SPME ile belirlenen floral koku molekülleriyle kıyaslandığında feniletil alkol ile sitrionellol, geraniol ve nerol gibi oleoptenler bakımından daha fakir, ancak heptadekan, hekzadekan, nonadesan, nonadesan, heneikosan, trikosan, pentakosan, heptakosan ve nonakosan gibi stearoptenler bakımından daha zengin oldukları belirlenmiştir. Yağ gülü genotiplerinde % 0.255 (Rd-M100-68) ve % 0.702 (Rd-M200-34) arasında konkret verimi elde edilmiş, genel olarak tek katlı çiçeklerde konkret veriminin, buna karşın katlı ve çok katlı çiçeklerde ise uçucu yağ veriminin daha fazla olduğu anlaşılmıştır.

Bu yüksek lisans tez çalışmasının özgün değerini ortaya koyan, her şeyden önce dünyada sınırlı ve ülkemizde ilk defa yağ gülünde çeşit geliştirmeyi hedefleyen bir ıslah çalışması ürünü oluşudur. Elde edilen sonuçlara göre floral ve koku özellikleri yönüyle tarımsal ve endüstriyel değer taşıyan genotipler arasından, yüksek çiçek verimi, yüksek yağ ve konkret verimi, yüksek yağ ve konkret kalitesi, geniş çiçeklenme periyodu ve toplamaya mukavemet gibi hedeflenen ıslah amaçlarına uygunluk gösterenlerin klonal olarak çoğaltılarak çeşit tescil başvurusu yapılacaktır. Ancak bu araştırmada yağ gülü genotipleri sadece birer bitki ile temsil edildiklerinden, bu genotiplerden vejetatif (klonal) çoğaltım yoluyla oluşturulacak deneme parsellerinden elde edilecek ürünlerde sadece laboratuvar ölçekli değil fabrika koşullarında da verimlilik ve kalite analizlerinin yapılması öngörülmüştür.

Gül yağı ve gül konkriti gibi temel damıtma ve ekstraksiyon ürünlerinde üretim maliyetlerinin yaklaşık % 80'ini ham madde (gül çiçekleri) oluşturmaktadır. Hem çiçek verimi hem de uçucu yağ verimi yüksek olan yağ gülü çeşitleri geliştirildiğinde, gül ürünleri üretim maliyetlerinde önemli oranlarda düşüş olması beklenmektedir. Ayrıca bu araştırmadan elde edilen bulgular, distilasyon ve ekstraksiyon yöntemlerinin iyileştirilmesine veya geliştirilmesine yönelik AR-GE faaliyetlerine de katkı sağlayacak niteliktedir.

KAYNAKLAR

- Acquaah, G., 2012. Breeding Rose. In Principles of Plant Genetics and Breeding 2nd Edition. Wiley-Blackwell, Wiley and Sons Ltd.
- Ağaoğlu, Y.S., Ergül, A., Göktürk Baydar, N., 2000. Molecular Analysis of Genetic Diversity Oil Rose (*Rosa damascena* Mill.) Grown Isparta (Turkey) Region. Biotechnol Biotec Equipment, 14, 16-18.
- Anaç, O., 1984. Gas Chromatographic Analysis on Turkish Rose Oil, Absolute and Concrete. Perfumer and Flavorist, 9, 1-14.
- Anonim, 2000. Methyl Eugenol Steering Committee Meeting. International Workshop on P-Alkoxyallylbenzene Derivatives - Methyl Eugenol and Estragole. May 1-2, 2000, Virginia.
- Anonim, 2000. Toxicology and Carcinogenesis Studies of Methyl Eugenol. Natl Toxicol Program Technical Report Series, 491, 1-412.
- Anonim, 2000. Opinion Concerning Methyleugenol Adopted by The SCCNFP, Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-Food Products Intended For Consumers. http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety (Erişim tarihi: 25.09.2013).
- Anonim, 2010. Rose (*Rosa* L.). International Union for the Protection of New Varieties of Plants. TG/11/8 Rev. www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg011.pdf. Erişim tarihi: 25.01.2018
- Anonim, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi: 26.11.2017
- Aycı, F., Aydınlı, M., Bozdemir, O.A., Tutaş, M., 2005. Gas Chromatographic Investigation of Rose Concrete, Absolute and Solid Residue. Flavour and Fragrance Journal, 20, 481-486.
- Aydınli, M., Tutaş, M., 2003. Production of Rose Absolute from Rose Concrete. Flavour and Fragrance Journal, 18(1), 26–31.
- Babaei, A., Tabaei Aghdaei, S.R., Khosh Khui, M., Omidbaigi, R., Naghavi, M.R., Esselink, G.D., Smulders, M.J.M., 2007. Microsatellite Analysis of Damask Rose (*Rosa damascena* Mill.) Accessions from Various Regions in Iran Reveals Multiple Genotypes. British Motor Corporation Plant Biology, 7, 12-19.

- Babu, K.G., Singh, B.S., Joshi, P.J., Singh, V., 2002. Essential Oil Composition of Damask Rose (*Rosa damascena* Mill.) Distilled under Different Pressures and Temperatures. *Flavour and Fragrance Journal*, 17, 136-140.
- Başer, K.H.C., 1992. Turkish Rose Oil. *Perfumer and Flavorist*, 17, 45-52.
- Başer, K.H.C., Kürkçüoğlu, M., Özek, T., 2003. Turkish Rose Oil Recent Results. *Perfumer and Flavorist*, 28(2), 34-42.
- Baydar, H., Göktürk Baydar N., 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.
- Baydar, H., 2006. Oil-bearing Rose (*Rosa damascena* Mill.) Cultivation and Rose Oil Industry in Turkey. *Euro Cosmetics*, 14, 13-17.
- Baydar, H., Erbaş, S., Kineci, S., Kazaz, S., 2007. Yağ Gülü (*Rosa damascena* Mill.) Damıtma Suyuna Katılan Tween-20'nin Taze ve Fermente Olmuş Çiçeklerin Gül Yağı Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1), 15-20.
- Baydar, H., Kazaz, S., Erbaş, S., Örüçü, Ö.K., 2008a. Soğukta Muhafaza ve Kurutmanın Yağ Gülü Çiçeklerinin Uçucu Yağ İçeriği ve Bileşimine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 42-48.
- Baydar, H., Schulz, H., Kruger, H., Erbaş, S., Kineci, S., 2008b. Influences of Fermentation Time, Hydro-distillation Time and Fractions on Essential Oil Composition of Damask Rose (*Rosa damascena* Mill.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 11(3), 224-232.
- Baydar, H., Erbaş, S., Kaya, Y., 2011. Ayçiçeğinde Feromon Olarak Gül Suyunun Kullanılması Üzerine Bir Araştırma. 9. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-14 Eylül 2011, Bursa.
- Baydar, H., Kazaz, S., 2013. Yağ Gülü ve Isparta Gülcülüğü, *Gülbirlik Yayınları No:1*, 144s, Isparta.
- Baydar, H., 2015. Yağ Gülü Tarımı ve Endüstrisi. *HarmanTime*, 29, 56-66.
- Baydar, H., 2016. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi Genişletilmiş 5. Baskı, Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 51, 338s, Isparta.
- 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(1), 27-36.
- Baydar, H., Erbaş, S., Kazaz, 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.
- Bayrak, A., Akgül, A., 1994. Volatile Oil Composition of Turkish Rose (*Rosa damascena*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 64, 441-448.

- Baytop, T., 2001. Türkiye’de Eski Bahçe Gülleri. T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları, Yayın No 2593, 149s, Ankara.
- Bendahmane, M., Dubois, A., Raymond, O., Bris M.L., 2013. Genetics and Genomics of Flower Initiation and Development in Roses. *Journal of Experimental Botany*, 64(4), 847-857.
- Bergougnoux, V., J.C. Caissard, F. Jullien, J.L. Magnard, G. Scalliet, J.M. Cock, P. Hugueney, Baudino, S., 2007. Both the Adaxial and Abaxial Epidermal Layers of the Rose Petal Emit Volatile Scent Compounds. *Planta*, 226, 853-866.
- Caissard, J.C., Bergougnoux, V., Martin, M., Mauriat, M., Baudino, S., 2006. Chemical and Histochemical Analysis of Quatre Saisons Blanc Mousseux, a Moss Rose of the *Rosadamascena* Group. *Annals of Botany*, 97(2), 231-238.
- Causser, B., Schwarz-Sommer, Z., Davies, B., 2010. Floral Organ Identity. *Seminars in Cell and Development Biology*, 21, 73-79.
- Chakrabarty, D., Datta, S.K., 2010. Application of RAPD Markers for Characterization of γ -ray-induced Rose Mutants and Assessment of Genetic Diversity. *Plant Biotechnol Reports*, 4, 237-242.
- Channeliere, S., Riviere, S., Scalliet, G., Jullien, F., Szecsi, J., Dolle, C., Vergne, P., Dumas, C., Bendahmane, M., Hugueney, P., 2002. Analysis of Enzymes Expression in Rose Petals Using Expressed Sequence Tags. *Federation of European Biochemical Societies Letters*, 515, 35-38.
- Chen, X.M., Kobayashi, H., Sakai, M., Hirata, H., Asai, T., Ohnishi, T., Baldermann, S., Watanabe, N., 2011. Functional Characterization of Rose Phenylacetaldehyde Reductase (par), an Enzyme Involved in the Biosynthesis of the Scent Compound 2-phenylethanol. *Journal Plant Physiol*, 168, 88-95.
- Chen, X., Baldermann, S., Cao, S., Lu, Y., Liu, C., Hirata, H., Watanabe, N., 2015. Developmental Patterns of Emission of Scent Compounds and Related Gene Expression in Roses of the Cultivar *Rosax hybrida* cv. Yves Piaget. *Plant Physiology and Biochemistry*, 87, 109-114.
- Cherry-Martin, M., Jullien, F., Heizmann, P., Baudino, S., 2007. Fragrance Heritability in Hybrid Tea Roses. *Scientia Horticulturae*, 113, 177-181.
- Dobрева, A., Kovacheva, N., 2010. Daily Dynamics of Essential Oils of *Rosa damascena* Mill. and *Rosa alba* L. *Agricultural Science and Technology*, 2, 71-74.
- Dobрева, A., 2013. Dynamics of the Headspace Chemical Components of *Rosa damascena* Mill. Flowers. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16, 404-411.
- Dobson, H.E.M., Bergstrom, G., Groth, I., 1990. Differences in Fragrance Chemistry Between Flower Parts of *Rosa rugosa* Thunb. (*Rosaceae*). *Israel Journal of Botany*, 39, 143-156.
- Dobson, H.E.M., 1994. Floral Volatiles in Insect Biology. *Insect-Plant Interact*, 5, 47-81.
- Dudareva, N., Pichersky, E., 2000. Biochemical and Molecular Genetic Aspects of Floral Scents. *Plant Physiology*, 122, 627-633.

- Dudareva, N., Piechulla, B., Pichersky, E., 1999. Biogenesis of Floral Scent. *Horticultural Reviews*, 24, 31-54.
- Eikani, M.H., Golmohammad, F., Rowshanzamir, S., Mirza, M., 2005. Recovery of Water-Soluble Constituents of Rose Oil Using Simultaneous Distillation–Extraction. *Flavour and Fragrance Journal*, 20(6), 555-558.
- 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.
- Erçetin, N., 2015. Gül Stratejik Planı. IGSİAD, Isparta.
- Flament, I., Debonneville, C., Furrer, A., 1993. Volatile Constituents of Roses Characterization of Cultivars Based on the Headspace Analysis of Living Flower Emissions. In *Bioactive Volatile Compounds from Plants*, Washington, American Chemical Society, USA.
- Garnero, J., Buil, P., 1976. Evolution of the Composition of the Rose Essential Oils and Concrete During the Production Campaign. *Aerosol*, 58, 537-540.
- Göktürk Baydar, N., Baydar, H., Debener, T., 2004. Analysis of Genetic Relationships Among *Rosa damascena* Plants Grown in Turkey by Using AFLP and Microsatellite Markers, *Journal of Biotechnology*, 111, 263-267.
- Göktürk Baydar, N., Baydar, H., 2013. Phenolic Compounds, Antiradical Activity and Antioxidant Capacity of Oil-Bearing Rose (*Rosa damascena* Mill.) Extracts. *Industrial Crops and Products*, 41, 375-380.
- Gudin, S., 2000. Rose: Genetics and Breeding. *Plant Breed Reviews*, 17, 159-189.
- Guenther, E. 1952. Oil of Rose. In: *The Essential Oils*. Kreiger, Florida, USA. pp. 3-48.
- Guterman, I., Shalit, M., Menda, N., Piestun, D., Dafny-Yelin, M., Shalev, G., Bar, E., Davydov, O., Ovadis, M., 2002. Emanuel, Rose Scent Genomics Approach to Discovering Novel Floral Fragrance-Related Genes. *Plant Cell*, 14, 2325–2338.
- Harris, B., 2002. Methyl Eugenol-The Current Bete Noir of Aromatherapy. *International Journal of Aromatherapy*, 12(4), 193-201.
- Health Canada, 2010. “List of Prohibited and Restricted Cosmetic Ingredients”, The Cosmetic Ingredient Hotlist, http://www.hc-sc.gc.ca/hotlist-liste_2010-eng.pdf.
- Héthelyi, É. B., Szarka, S., Lemberkovics, É., Szőke, É., 2010. SPME-GC/MS Identification of Aroma Compounds in Rose Flowers. *Acta Agronomica Hungarica*, 58(3), 283-287.
- Hosni, K., Zahed, N., Chrif, R., Brahim, N.B., Kallel, M., Sebei, H., 2011. Volatile Oil Constituents of *Rosa canina* L. Differences Related to Developmental Stages and Floral Organs. *Plant Biosystems*, 145(3), 627-634.
- Iwata, H., Tsuneo, K., Ohno, S., 2000. Triparental Origin of Damask Roses. *Gene* 259, 53-59.

- Javed Naquvi, K., Ansari, S.H., Ali, M., Najmi, A.K., 2013. Volatile Oil Composition of *Rosa damascena* Mill. (Rosaceae). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 2(5), 177-181.
- Jirovetz, L., Buchbauer, G., Stoyanova, A., Balinova, A., Guangjiun, Z., Xihan, M., 2005. Solid Phase Microextraction/Gas Chromatographic and Odor Analysis of the Scent and Fixative Properties of the Essential Oil of *Rosa damascena* L. from China. Flavour and Fragrance Journal, 20, 7-12.
- Karami, A., Khosh-Khui, M., Salehi, H., Saharkhiz, M.J., 2012. Correlation Between Anthocyanin and Essential Oil Content of Damask Rose (*Rosa damascena* Mill.). Journal of Medicinal Plants and By-products, 1, 3-6.
- Karami, A., Khosh-Khui, M., Salehi, H., Saharkhiz, M.J., Rowshan, V., 2013. Headspace Analysis of Floral Scent from Two Distinct Genotypes of Iranian Damask Rose (*Rosa damascena* Mill.). Journal of Essential Oil Bearing Plants, 16, 489-498.
- Kazaz, S., 1997. Hasat Zamanı ve Hasat Sonrası Bekleme Süresinin Yağ Gülünde (*Rosa damascena* Mill.) Yağ Miktarı ve Kalitesine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Kazaz, S., Erbaş, S., Baydar, H., 2009. The Effects of Storage Temperature and Duration on Essential Oil Content and Composition Oil Rose (*Rosa damascena* Mill.). Turkish Journal of Field Crops, 14(2), 89-96.
- Kazaz, S., Erbaş, S., Baydar, H., 2010a. Breaking Seed Dormancy in Oil Rose (*Rosa damascena* Mill.) by Microbial Inoculation. African Journal of Biotechnology, 9(39), 6503-6508.
- Kazaz, S., Erbaş, S., Baydar, H., Dilmaçınal, T., Koyuncu, M.A., 2010b. Cold Storage of Oil Rose (*Rosa damascena* Mill.) Flowers. Scientia Horticulturae, 126(2), 284-290.
- Kiani, M., Zamani, Z., Khalighi, A., Fatahi, R., Byrne, D.H., 2008. Wide Genetic Diversity of *Rosa damascena* Mill. Germplasm in Iran as Revealed by RAPD Analysis. Scientia Horticulturae, 115, 386-392.
- Kıralan M., 2015. Use of Headspace Solid-phase Microextraction in Rose (*Rosa damascena* Mill.) Products for Volatile Compounds. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 18(5), 1266-1270.
- Kovacheva, N., Rusanov, K., Atanasov, I., 2010. Industrial Cultivation of Oil Bearing Rose and Rose Oil Production in Bulgaria During 21st Century Directions and Challenges. Biotechnology and Biotechnology Equipment, 24(2), 1793-1789.
- Kovacheva, N., 2011. Selection of Oil-Bearing Rose in Bulgaria-Tendencies and Perspective. Agricultural Science and Technology, 3(3), 89-192.
- Kuckuck, H., Kobabe, G., Wenzel, G. 1991. Fundamentals of Plant Breeding. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, Germany.
- Kudori, M.R., Rahmani, G., Tabaei-Aghaei, S.R., Zeidabadi, D.D., Khoshroo, S.M., Yazdi, M.S., 2015. Variation in Flower Yield and Morphological Characteristics of Damask Rose. Journal of Applied Environmental Biological Sciences, 5(12), 208-216.

- Kürkçüoğlu, M., Başer, K.H.C., 2003. Studies on Turkish Rose Concrete, Absolute and Hydrosol. *Chemistry of Natural Compounds*, 39(5), 457-464.
- Lavıd, N., Wang, J., Shalit, M., Guterman, I., Bar, E., Beuerle, T., Menda, N., Shafir, S., Zamir, D., Adam, Z., 2002. O-Methyltransferases Involved in the Biosynthesis of Volatile Phenolic Derivatives in Rose Petals. *Plant Physiol*, 129, 1899-1907.
- Lawrence, B.M., 1991. Progress in Essential Oils: Rose Oil and Extracts. *Perfumer and Flavorist*, 16, 43-77.
- Litt, A., Kramer, E.M., 2010. The ABC Model and the Diversification of Floral Organ Identity. *Seminars in Cell and Developmental Biology*, 21(1), 129-37.
- Loghmani-Khouzani, H., Sabzi Fini, O., Safari, J., 2007. Essential Oil Composition of *Rosa damascena* Mill. Cultivated in Central Iran. *Scientia Iranica*, 14(4), 316-319.
- Mihailova, J., Atanasouva, R., Balinova-Tsvetkova, A., 1977. Direct Gas Chromatographs of the Essential Oil in Separate Flower Parts of the Flower of Kazanlik Rose. In *Products 7th International Congress Essential Oils*, Sayfa. 219-221, Kyoto. Japan.
- Mikanagi, Y., Saito, N., Yokoi, M., Tatsuzawa, F., 2000. Anthocyanins in Flowers of Genus *Rosa*. *Biochemical Systematics Ecology*, 28, 887-902.
- Mirali, N., Aziz, R., Nabulsi, I., 2012. Genetic Characterization of *Rosa damascena* Species Growing in Different Regions of Syria and its Relationship to the Quality of the Essential Oils. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 2(1), 41-52.
- Misra, A., Sharma, S., Singh, A., Patra, N.K., 2002. Influence of Topographical and Edaphic Factors On Rose. II. Flowering Quality and Quantity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33, 2771-2780.
- Moein, M., Karami, F., Tavallali, H., Ghasemi, Y., 2009. Composition of the Essential Oil of *Rosa damascena* Mill. from South of Iran. *Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 6(1), 59-62.
- Nakamura, N., Fukuchi-Mizutani, M., Suzuki, K., Miyazaki, K., Tanaka, Y., 2006. RNAi Suppression of the Anthocyanidin Synthase Gene in *Torenia hybrida* Yields White Flowers With Higher Frequency and Better Stability than Antisense and Sense Suppression. *Plant Biotechnol*, 23, 13-17.
- Nasri, F., Fadakar, A., Yousef, B., Zahedi, B., 2016. Evaluation of Genetic Diversity of Some Damask Rose (*Rosa damascena* Mill.) Genotypes of Kurdistan Province Using Morphological Traits. *Journal of Ornamental Plants*, 6(4), 237-243.
- Nedkov, N., Dobрева, A., Kovacheva, N., Bardarov, V., Velcheva, A., 2009. Bulgarian Rose Oil of White Oil-Bearing Rose. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 15(4), 318-322.
- Oka, N., Ohishi, H., Hatona, T., Hornberger, M., Sakata, K., Watanabe, N., 1999. Aroma Evolution During Flower Opening in *Rosa damascena* Mill. *Zeitschrift für Naturforschung*, 54, 889-895.
- Omata, A., Yomogida, K., Nakamura, S., Ota, T., Toyoda, T., Amano, A., Muraki, S., 1991. New Sulphur Components of Rose Oil. *Flavour and Fragrance Journal*, 6, 149-152.

- Özçelik, H., 2010. Türkiye Bahçe Güllerine (*Rosa* L.) Sistematiik Katkıları ve Yeni Kayıtlar. OT Sistematiik Botanik Dergisi, 17(1), 9-42.
- Özçelik, H., Korkmaz, M., Özgökçe, F., Ünal, M., Yıldırım, B., Muca, B., 2011. Isparta Gülcülüğünde Yeni Alternatifler. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 4(2), 123-130.
- Özkan, G., Sağdıç, O., Göktürk Baydar, N., Baydar, H., 2004. Antioxidant and Antibacterial Activities of *Rosa damascena* Flower Extracts. Food Science and Technology, 10(4), 277-281.
- Picone, J.M., Clery, R.A., Watanabe, N., MacTavish, H.S., Turnbull, C.G., 2004. Rhythmic Emission of Floral Volatiles from *Rosa damascena semperflorens* cv. Quatre Saisons. Planta, 219(3), 468-478.
- Pirseyedi, S.M., Mardi, M., Davazdahemami, S., Kermani, J.M., Mohammadi, S.A., 2005. Analysis of the Genetic Diversity Between 12 Iranian Damask Rose (*Rosa damascena* Mill.) Using Amplified Fragment Length Polymorphism Markers. Iranian Journal of Biotechnology, 3, 225-230.
- Remay, A., Lalanne, D., Thouroude, T., Le Couviour, F., Oyant, L.H., Foucher, F., 2009. A Survey of Flowering Genes Reveals the Role of Gibberellins in Floral Control in Rose. Theoretical and Applied Genetics, 119, 767-781.
- Roberts, A.V., Debener, T., Gudin, S., 2003. Encyclopedia of Rose Science. Vol. III, Elsevier Academic Press, Spain.
- Rusanov, K., Kovacheva, N., Atanasov, A., Atanasov, I., 2005a. Lessons from the Micro-Satellite Characterization of Segregating Population Derived from Seeds of Open Pollinated *Rosa damascena* Mill. Plants, Biotechnology and Biotechnological Equipment, 19, 72-79.
- Rusanov, K., Kovacheva, N., Vosman, B., Zhang, L., Rajapakse, S., Atanasov, A., Atanasov, I., 2005b. Microsatellite Analysis of *Rosa damascena* Mill. Accessions Reveals Genetic Similarity Between Genotypes Used For Rose Oil Production and Old Damask Rose Varieties. Theoretical and Applied Genetics, 111, 804-809.
- Rusanov, K., Kovacheva, N., Atanasov, A., Atanasov, I., 2009a. *Rosa damascena* Genetics of a Complex Allotetraploid Species and Perspectives for Molecular Breeding. Biotechnology and Biotechnological Equipment, 23, 594-596.
- Rusanov, K., Kovacheva, N., Stefanova, K., Atanasov, A., Atanasov, I., 2009b. *Rosa damascena* Genetic Resources and Capacity Building for Molecular Breeding. Biotechnology and Biotechnological Equipment, 23(4), 1436-1439.
- Rusanov, K., Kovacheva, N., Atanasov, I., 2011. Comparative GC/MS Analysis of Rose Flower and Distilled Oil Volatiles of the Oil Bearing Rose (*Rosa damascena*). Biotechnology and Biotechnological Equipment, 25(1), 2210-2216.
- Rusanov, K., Kovacheva, N., Rusanova, M., Atanasov, I., 2012a. Low Variability of Flower Volatiles of *Rosa damascena* Mill. Plants from Rose Plantations Along the Rose Valley Bulgaria. Industrial Crops and Products, 37, 6-10.
- Rusanov, K., Kovacheva, N., Rusanova, M., Atanasov, I., 2012b. Reducing Methyl Eugenol Content in *Rosa damascena* Mill. Rose Oil by Changing the Traditional Rose Flower Harvesting Practices. Journal European Food Research and Technology, 234, 921-926.

- Schade, F., Legge, R.L., Thompson, J.E., 2001. Fragrance Volatiles of Developing and Senescing Carnation Flowers. *Phytochemistry*, 56, 703–710.
- Schmitzer, V., Veberic, R., Osterc, G., Stampar, F., 2010. Color and Phenolic Content Changes During Flower Development in Groundcover Rose. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 135(3), 195–202.
- Shalit, M., Guterman, I., Volpin, H., Bar, E., Tamari, T., Menda, N., 2003. Volatile Ester Formation in Roses Identification of an Acetyl-Coenzyme A Geraniol/Citronellol Acetyltransferase in Developing Rose Petals. *Plant Physiol*, 131, 1868-1876.
- Spiller, M., Berger, R.G., Debener, T., 2010. Genetic Dissection of Scent Metabolic Profiles in Diploid Rose Populations. *Theoretical and Applied Genetics*, 120, 1461-1471.
- Staikov, V., Decheva, R., Balinova, A., 1975a. Studies on the Composition of Rose Oil Obtained from the Flowers in Different Stages of Their Development. *Aerosol*, 57(4), 192–196.
- Staikov, V., Balinova-Tsvetkova, A., Decheva, R., Kalaidjiev, I.V., 1975b. Rose Flowers Storage Conditions and Their Influence on the Quantity and Quality of Rose Oil. *Aerosol*, 57(4), 176-180.
- Tabaei-Aghdai, S.R., Babaei, A., Khosh-Khui, M., Jaimand, K., Rezaee, M.B., Assareh, M.H., Naghavi, M.R., 2007. Morphological and Oil Content Variations Amongst Damask Rose (*Rosa damascena* Mill.) Landraces from Different Regions of Iran. *Scientia Horticulturae*, 113(1), 44-48.
- Tanaka, Y., Brugliera, F., Chandler, S., 2009. Recent Progress of Flower Colour Modification by Biotechnology. *International Journal of Molecular Sciences*, 10, 5350-5369.
- Topalov, V., 1978. The Kazanlak Rose and the Rose Production in Bulgaria. Christo G. Danov Press, Plovdiv, Bulgaria, p. 211.
- Tsvetkov, R., 1984. Mutation Selection in Kazanlak Rose Oil. *Plant Science*, 8, 92-98.
- Tucker, A.O., Maciarello, M., 1988. Nomenclature and Chemistry of the Kazanlak Damask Rose and Some Potential Alternatives from the Horticultural Trade of North America and Europe. In *Flavors and Fragrances*, Elsevier, Amsterdam.
- Ulusoy, S., Tınaz, G., Seçilmiş-Canbay, H., 2009. Tocopherol, Carotene, Phenolic Contents and Antibacterial Properties of Rose Essential Oil, Hydrosol and Absolute. *Current Microbiology*, 59(5), 554-558.
- Velioğlu, Y.S., Mazza, G., 1991. Characterization of Flavonoids in Petals of *Rosa damascena* by HPLC and Spectral Analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39, 403-407.
- Watanabe, S., Hashimoto, I., Hayashi, K., Yagi, K., Asai, T., Knapp, H., Straubinger, M., Winterhalter, P., Watanabe, N., 2001. Isolation and Identification of 2-phenylethyl Disaccharide Glycosides and Mono Glycosides from Rose Flowers, and Their Potential Role in Scent Formation. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 65, 442-445.

Welsh, J.R., 1981. Fundamentals of Plant Genetics and Breeding. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Zeinali, H., Tabaei-Aghdai, S.R., Arzani, A., 2009. A Study of Morphological Variations and Their Relationship with Flower Yield and Yield Components in *Rosa damascena*. Journal of Agricultural Science and Technology, 11(4), 439-448.

ÖZGEÇMİŞ

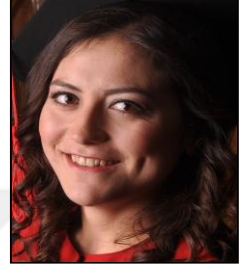
Adı Soyadı : Keziban SARI

Doğum Yeri ve Yılı : Keçiborlu, 1991

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : kezibansari_32@hotmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Senir Lisesi, 2007

Lisans : SDÜ, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji, 2014

SDÜ, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği, 2014