

Yağ Güllü (*Rosa damascena* Mill.)'nde Morfogenetik, Ontogenetik ve Diurnal Varyabiliteler

Hasan BAYDAR¹ Soner KAZAZ² Sabri ERBAŞ^{1*}

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

*Sorumlu yazar: sabrierbas@sdu.edu.tr

Geliş tarihi: 17.10.2011, Yayına kabul tarihi: 27.12.2012

Özet: Bu araştırma, yağ güllü (*Rosa damascena* Mill.) çiçeklerinde uçucu yağ içeriği ve uçucu yağ bileşenleri üzerine morfogenetik, ontogenetik ve diurnal varyabilitelerin etkilerini belirlemek amacıyla Süleyman Demirel Üniversitesi Gül ve Gül Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde (GÜLAR) 2009 yılında yürütülmüştür. Morfogenetik varyabiliteyi belirlemek için çiçekler taç yaprakları (petal) ve çanak yaprakları (sepal) olarak kısımlarına ayrılmış, ontogenetik varyabiliteyi belirlemek için çiçeklenme sezonu boyunca birer haftalık aralıklarla 4 farklı tarihte (25 Mayıs, 1 Haziran, 8 Haziran ve 15 Haziran) toplama yapılmış ve farklı çiçek gelişme dönemlerine göre 5 farklı gruplandırma yapılmış ve diurnal varyabiliteyi belirlemek için ise çiçeklenmenin en yoğun olduğu bir tarihte (1 Haziran) günün 4 farklı saatinde (06:00, 10:00, 14:00 ve 18:00) toplama yapılmıştır. Clevenger tipi su distilasyonu tekniği ile uçucu yağ oranları ve GC-MS cihazında uçucu yağ bileşenleri tespit edilmiştir. Bir yağ güllü çiçeğinin tümünde %0,035 oranında, petal yapraklarında %0,057 oranında ve sepal yapraklarında %0,013 oranında uçucu yağ bulunduğu tespit edilmiştir. Petal yapraklardan elde edilen uçucu yağda geraniol (%36,9), sitronellol (%26,7) ve nerol (%14,9) gibi monoterpen alkoller daha yüksek, metil öjenol (%0,4) daha düşük bulunmuştur. Yağ güllünde taç yaprakları kupa şeklinde açılmış, stamenleri açık sarı olan çiçeklerin en yüksek uçucu yağ içerdiği (%0,045) tespit edilmiştir. 4 haftalık hasat sezonunun ilk üç haftasında uçucu yağ oranı %0,030'dan %0,045'e yükselmiş, son haftada %0,020'ye düşmüştür. Sitronellol oranı en fazla sezon sonunda (%37,7), geraniol oranı en fazla sezon başında (%42,4) toplanan çiçeklerden elde edilmiştir. Sabah saatlerinden akşam saatlerine doğru gidildikçe uçucu yağ oranı %0,055'ten %0,017'e düşmüş, sitronellol ve metil öjenol oranları artarken, geraniol ve nerol oranları ise azalmıştır.

Anahtar kelimeler: Yağ güllü, *Rosa damascena* Mill, morfogenetik, ontogenetik, diurnal, varyabilite

Morphogenetic, Ontogenetic and Diurnal Variabilities of Turkish Oil-Bearing Rose (*Rosa damascena* Mill.)

Abstract: Morphogenetic, ontogenetic and diurnal variabilities for essential oil content and components of oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) were studied in this research at the Süleyman Demirel University, Rose and Rose Products Research and Implementation Center in 2009. The flowers were hand-collected at five different development stages (from budding to full-flowering), four different times of the peak flowering date (06:00, 10:00, 14:00 and 18:00 h) (1st June) and four dates during the flowering season (25th May, 1st June, 8th June and 15th June), and separated into petals and sepals for analyses of essential oil content by hydro-distillation with a Clevenger-type apparatus and components by GC/MS. The essential oil contents of the petals and sepals were 0,057% and 0,013%, respectively, while the whole flowers contained 0,035%. The petal oils had more monoterpenes geraniol (36,9%), citronellol (26,7%) and nerol (14,9%), and less methyl eugenol (0,4%). The flowers contained the highest essential oil (0,045%) when the petals were with cup-shaped and the stamens bright-yellow as group stage 4. During the flowering season for 4 weeks, the highest essential oil content (0,045%) was in the third week, the highest geraniol content (42,4%) was in the first week, and the highest citronellol content (37,7%) was in the last week. From 06:00 to 18:00 h during the day, the essential oil content decreased from 0,055% to 0,017%, and also the rates of citronellol (up to 14:00 h) and methyl eugenol decreased and the rates of geraniol and nerol increased.

Key words: Oil-bearing rose, *Rosa damascena* Mill, morphogenetic, ontogenetic, diurnal, variability

Giriş

Yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.), *Rosaceae* familyasından değerli bir uçucu yağ bitkisidir. Parfüm ve kozmetik endüstrisinde uçucu yağından faydalanılan en önemli kokulu gül türü *Rosa damascena* var. *trigintipetale* olup, bu tür bildiğimiz Isparta gülüdür (Damask gülü, pembe gül, yağ gülü). Yağ gülünün dünyada en fazla Türkiye’de Isparta yöresinde ve Bulgaristan’da Kazanlık yöresinde kültürü yapılmakta ve taze gül çiçeklerinden ‘Türk gül yağı’ ve ‘Bulgar gül yağı’ damıtılmaktadır (Topalov, 1964; Zarev, 2008; Baydar, 2010). Gül çiçeklerinin damıtılması ve ekstraksiyonu ile başta gül yağı olmak üzere, gül suyu, konkret ve absolüt gibi parfüm ve kozmetik değeri yüksek gül ürünleri elde edilmektedir (Kürkçüoğlu ve Başer, 2003, Göktürk Baydar ve Baydar, 2005).

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. Türk gül yağlarında yapılan GC/FID ve GC/MS analizlerine göre, gül yağının en önemli koku bileşenlerinin linalool, sitronellol, nerol ve geraniol gibi monoterpenik alkoller olduğu, ayrıca nonadesan, nonadesen, eikosan, heneikosan ve trikosan gibi uzun zincirli hidrokarbonlar, metil öjenol gibi oksit ve eterler, geraniol asetat ve geraniol gibi ester ve aldehitler ile öjenol gibi fenoller bulunduğu tespit edilmiştir (Anaç, 1984; Kürkçüoğlu, 1988; Başer, 1992; Bayrak ve Akgül, 1994). GC analizlerinde miktarları belirlenemeyecek kadar düşük düzeylerde çıkan β -damasenon, β -damasen ve β -iyonen gibi gül yağının karakteristik koku oluşumuna büyük katkı sağlayan bileşenler de mevcuttur (David et al., 2006).

Gül yağında düşük bir sıcaklıkta katılaştıran kısım parafinlerden ve stearoptenlerden, sıvı kısım ise oleoptenlerden meydana gelmektedir. Gül yağı içerdiği parafinlerin ve stearoptenlerin miktarına bağlı olarak 20 °C’nin altında kısmen, 16 °C’nin altında ise tamamen katılaşmaktadır. Parafinlerin ve stearoptenlerin gül yağının kokusuna fazla

bir katkısı yoktur. Gül yağı kalitesi üzerine genelde olumsuz etkilerde bulunan ve koku oluşumuna katkı sağlamayan nonadesan, nonadesen, eikosan, heneikosan ve trikosan gibi uzun zincirli (>C₁₇) hidrokarbonlar (parafinler) fermentasyonla birlikte artış göstermektedir. Bu maddelerin oranı arttıkça gül yağı daha yüksek sıcaklıklarda donmaya başlamaktadır. Donma sıcaklığı noktası düşük olan gül yağları yüksek kalite ile ilişkilendirildiğinden, gül yağında monoterpen alkollerin oranının yüksek, uzun zincirli hidrokarbon yapısındaki parafinler ve stearoptenlerin oranının ise düşük olması istenmektedir (Başer, 1992).

Monoterpenik alkoller, hem gül yağına kendine özgü kokusunu kazandırmakta, hem de fiksatif olarak parfümlerde kokunun devamlılığını ve sürekliliğini sağlamaktadır (Başer, 1992; Başer ve ark., 2003). Mutagenik ve alerjik reaksiyonlara neden olan metil öjenol’ün gül yağında hiç veya belirli sınırlar arasında bulunması istenmektedir (Haris, 2002). Oysa Türk gül yağı örneklerinde metil öjenol oranı çoğunlukla %2’nin (bazen %4’ün) üzerinde çıkmaktadır. Toplanması ve damıtılması gecikmiş ve damıtma süresi uzun tutulmuş güllerden metil öjenol oranı daha yüksek gül yağları elde edilmektedir (Baydar ve ark., 2007; Baydar ve ark., 2008a,b).

Göller yöresinde, rakıma bağlı olarak Mayıs ayının ilk haftasında başlayan ve Temmuz ayının ilk haftasına kadar devam eden yaklaşık iki aylık çiçeklenme sezonu yaşanmaktadır. Yörede 800-1500 m rakımlar arasında yayılış gösteren yağ gülü bahçelerinde, her 100 m rakım artışında çiçeklenme 2-3 gün gecikmektedir. Çiçeklenme sezonu süresince gül çiçekleri günün çok erken saatlerinden başlanarak elle tek tek yumurtalığın altından kırılarak toplanmakta ve çuvallara konarak damıtılmak üzere gül yağı fabrikalarına taşınmaktadır. Genel olarak 5 da büyüklüğünde bir gül bahçesinden bir çiçeklenme sezonunda yaklaşık 3.5 ton kadar çiçek toplanmakta ve toplanan bu çiçekler taze olarak damıtıldığında sadece 1 kg gül yağı üretilmektedir (Baydar ve Kazaz, 2010).

Gül ürünlerinin verimliliği ve kalitesi, yağ güllerinin yetiştiği yörenin iklim ve toprak özelliklerine, yöney ve rakımına, yetiştirme tekniklerine, toplama zamanı ve bekletme süresine, distilasyon ve ekstraksiyon proseslerine, muhafaza ve kurutma yöntemlerine göre değişmektedir (Babu et al., 2002; Misra et al., 2002; Safari et al., 2004; Baydar ve Göktürk Baydar, 2005; Baydar ve ark., 2007; Baydar ve ark., 2008a,b; Kazaz ve ark. 2009; Kazaz ve ark.; 2010).

Bu çalışmada, yağ gülünde farklı çiçek organları (morfojenetik varyabilite), farklı çiçek gelişme dönemleri ve toplama tarihleri (ontogenetik varyabilite) ile farklı çiçek toplama saatleri (diurnal varyabilite) dikkate alınarak gül yağı miktarlarında ve gül yağının meydana getiren koku bileşenlerinin oranlarında ortaya çıkan değişimler saptanmış, yağ güllerinin ne zaman, hangi dönem ve ne şekilde toplanması gerektiği konularında bilimsel veriler ışığında değerlendirmeler yapılarak önerilerde bulunulmuştur.

Materyal ve Yöntem

Süleyman Demirel Üniversitesi Gül ve Gül Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi'ne (GÜLAR) ait yağ gülü araştırma bahçesinde 2009 yılı gül çiçeklenme sezonunda (Mayıs ve Haziran ayları) toplanan yağ gülleri (*Rosa damascena* Mill.) materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü yağ gülü bahçesi 2005 yılı Ekim ayında 3 m sıra arası olacak şekilde tesis edilmiş ve çiçeklerin toplanmaya başlandığı yıldan (2007) itibaren düzenli aralıklarla Şubat ayında budama yapılmıştır. Bununla birlikte yağışın yeterli olmadığı dönemlerde bitkilerin su ihtiyacı damla sulama ile yapılmış ve her yıl dekara 15 kg di amonyum fosfat ile 20 kg amonyum sülfat gübresi atılmıştır. Çiçeklenme sezonu boyunca Mayıs ayı ortalama 15 °C sıcaklık, 66,6 mm yağış ve % 58,8 nem; Haziran ayı ise ortalama 20,9 °C sıcaklık, 26,8 mm yağış ve % 44,8 nem değeri kaydedilmiştir (Anonim, 2009). Bu dönem boyunca birer haftalık aralıklarla, 5 farklı tarihte (25 Mayıs, 1 Haziran, 8 Haziran ve 15 Haziran 2009) toplanan taze çiçekler (ontogenetik

varyabilite) ile çiçeklerin yoğun olarak açmaya başladığı 1 Haziran 2009 tarihinde sabah saat 6:00'dan başlayarak 4'er saat aralıklarla 4 farklı zamanda (6:00, 10:00, 14:00 ve 16:00) toplanan yağ gülü çiçekleri damıtılarak uçucu yağları çıkartılmıştır (diurnal varyabilite). Ayrıca çiçeklenme sezonu boyunca (25 Mayıs-17 Haziran tarihleri arasındaki 24 günlük süreçte) günlük çiçek üretiminin oransal seyri de tespit edilmiştir. 1 Haziran 2009 tarihinde (çiçek verimi ve uçucu yağ oranının yüksek olduğu dönem) sabah 10:00'da toplanan çiçek harmanından örneklenen yağ gülleri sepal (çanak yapraklar, yumurtalık ve üreme organları birlikte) ve petal (pembe renkli taç yapraklar) olarak ikiye ayrılmışlar (morfojenetik varyabilite), ayrıca farklı tomurcuk ve çiçek büyüklükleri dikkate alınarak petal yaprakların görünmeye başladığı dönemden petal yaprakların tam olarak açıldığı dönem arasında 5 farklı gelişme dönemine ait tomurcuklar ve çiçekler toplanmış, her bir dönemin ortalama çiçek ağırlığı (g/adet) ve çapları (3 tekerrürlü olarak ve her tekerrürde rastgele seçilen 50 adet çiçek kullanılmıştır) belirlendikten sonra damıtılarak uçucu yağları çıkartılmıştır.

1. grup: Petal yapraklar kapalı ve çanak yapraklar tarafından sıkıca sarılmıştır.
2. grup: Petal yapraklar açılmamış, ancak çanak yapraklar açılmaya başlamıştır.
3. grup: Petal yapraklar açılmaya başlamış, ancak stamenler görünmemektedir.
4. grup: Petal yapraklar kupa şeklinde açılmış ve stamenler açık sarı renkte görünmektedir.
5. grup: Petal yapraklar tam olarak açılmış ve stamenler koyu sarı-kahve renkte görünmektedir.

Yağ gülü örneklerinin uçucu yağları Clevenger tipi hidro-distilasyon aparatında elde edilmiştir. 500 g gül çiçeği 5 L'lik balona doldurulmuş ve üzerine 1,5 L saf su ilave edilerek 3 saat süreyle distilasyona tabi tutulmuştur. Elde edilen gül yağlarının miktarları ml olarak ölçülerek % oranları (v/w) belirlenmiş ve uçucu yağ oranlarından randıman değerleri (1 kg gül yağı elde etmek için damıtılması gereken çiçek miktarı ifade

eder) hesaplanmıştır. Elde edilen gül yağlarının uçucu yağ bileşenleri GC/MS (Gas chromatography/Mass spectrometry) cihazında (QP-5050 GC/MS, Quadrapole detektörlü) aşağıdaki koşullarda belirlenmiştir: Kapiler kolon: CP-Wax 52 CB (50 m x 0.32 mm, 0.25 µm), Fırın sıcaklık programı: dakikada 10 °C artarak 60 °C'den 220 °C'ye ulaşmış ve 220 °C'de 10 dakika kadar bekletilmiştir, Toplam koşuturma süresi: 60 dakika, Enjektör sıcaklığı: 240 °C, Detektör sıcaklığı: 250 °C, Taşıyıcı gaz: Helyum (20 ml/dak.). GC/MS analizlerine göre gül yağının meydana getiren koku bileşenlerinin asiklik monoterpen alkoller (linalool, sitronellol, nerol, geraniol ve feniletal alkol gibi), uzun zincirli hidrokarbonlar (C₁₇-C₂₇) (nonadesan, 9-nonadesan, heneikosan, heptakosan, heptadesan, trikosa, oktodekan, eikosa gibi), uzun zincirli parafinik alkoller (stearoptenler) (tetradesan-1-ol, hekzadesan-1-ol gibi), seskiterpen hidrokarbonlar (guanin, humulen, murenol gibi), oksitler ve eterler (metil öjenol gibi), esterler ve aldehitler (geranil asetat, geranial gibi) ve fenoller (öjenol) olduğu tespit edilmiş, iz düzeyde (<0.05,%) olanlar ile yapısı tanımlanamayanlar değerlendirme dışı tutulmuştur.

Çalışmalardan elde edilen uçucu yağ oranlarına ilişkin veriler tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak SAS (1998) programı yardımıyla analiz edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bu araştırmada yapılan fenolojik gözlemlere göre; yağ gülünde çiçek sapları üzerinde meydana gelen çiçek tomurcuklarının sabahın çok erken saatlerinde açılmaya başlamakta ve açılan çiçeklerin taç yaprakları aynı gün içinde veya en geç bir sonraki gün dökülmektedir. Oldukça iri, pembe renkli ve keskin kokulu olan yağ gülünün bir çiçeğinde ortalama 30 adet petal (taç), 5 adet sepal (çanak) yaprak ve 80-100 adet arasında erkek organ (stamen) bulunduğu ve orta irilikte bir

çiçeğin ortalama 2 g geldiği (500 adet/kg) belirlenmiştir.

Farklı çiçek gelişme dönemlerine göre yapılan 1-5 gruplarında ortalama çiçek ağırlıkları ve çiçek çapları belirlenmiştir. Ortalama çiçek ağırlıkları sırasıyla 1,1 g, 1,61 g, 1,90 g, 2,08 g ve 2,26 g olarak, ortalama çiçek çapları sırasıyla 1.22 cm, 1,57 cm, 2,36 cm, 3,43 cm ve 5,35 cm olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlar ilerleyen gelişme dönemlerine göre birim çiçek ağırlığının ve çapının arttığını göstermektedir. Farklı çiçek gelişme dönemlerinde uçucu yağ oranları ve bileşenlerindeki değişimler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çiçek tomurcuğunun oluşumundan petal yaprakların tam olarak açılmasına kadar geçen gelişme dönemlerinde uçucu yağ oranları ve bileşenleri önemli şekilde değişmiştir. Uçucu yağ içeriği, taç yaprakların kupa şeklinde açıldığı ve anterlerin açık sarı renkte olduğu 4. gruba kadar hızla artmış (%0,008'den %0,045'e çıkmış), taç yapraklar tam olarak açıldığı ve anterlerin koyu sarı-kahve renge döndüğü dönemde (5. grup) ise bu artış durmuştur (Çizelge 1).

Çiçekler açılmadan önceki tomurcuk döneminden (1. grup) çiçeklerin tam olarak açıldığı son gruba (5. grup) doğru gidildikçe uzun zincirli hidrokarbonlar (parafinler) ve stearoptenlerin toplamı %93,6'dan %24,6'ya doğru sürekli azalırken, monoterpen alkoller (oleoptenler) ise 4. gruba kadar artış (%6,4'ten %76,2'ye) göstermiştir. Örneğin uzun zincirli hidrokarbonlardan nonadesan %55,2'den %11,8'e, 9-nonadesan %7,9'dan %2,4'e ve heneikosan %12,7'den %3,1'e, stearoptenlerden hekzadesan-1-ol ise %6,7'den %0,0'a düşmüştür. Buna karşın, monoterpen alkollerden sitronellol 4. gruba kadar %43,5'e, geraniol ve nerol 5. gruba kadar sırasıyla %33,6 ve %14,3'e kadar yükselmiştir. Gül yağında olması istenmeyen metil öjenol ise (Haris, 2002), tomurcuklanmadan çiçeklenme sonuna doğru artış eğilimi (%0,1'den %1,2'ye) göstermiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Yağ gülünde farklı çiçek gelişme dönemlerinde uçucu yağ oranları ve bileşenleri (%)

Table 1. Essential oil content and its composition in different flowering periods of oil rose (%)

Uçucu yağ bileşenleri <i>Essential oil compositions</i>	Rt geliş süresi, dakika <i>Retention time, min</i>	Çiçek gelişme dönemlerine ait gruplar <i>Flowering periods</i>				
		1. grup <i>1. group</i>	2. grup <i>2. group</i>	3. grup <i>3. group</i>	4. grup <i>4. group</i>	5. grup <i>5. group</i>
Tetradekan	27,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Linalool	30,6	0,0	0,1	0,3	0,5	0,9
Azulen	33,9	1,7	0,1	0,0	0,0	0,0
β- karyofillen	35,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Sitronelil asetat	38,0	0,2	0,4	0,6	0,7	0,6
α-humulen	40,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hekzadekan-1-ol	40,5	6,7	4,4	1,4	1,2	0,0
Sitral	40,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Germaseren-D	41,5	2,6	2,4	1,0	0,8	0,0
Geranil asetat	43,4	0,7	1,1	1,6	1,7	4,4
Sitronellol	43,7	2,3	33,6	41,8	43,5	23,3
Nerol	45,8	0,6	4,2	8,9	10,3	14,3
Geraniol	48,3	3,4	20,3	21,9	21,4	33,6
Nonadesan	51,7	55,2	20,4	12,5	12,0	11,8
9-nonadesen	52,1	7,9	5,9	3,6	3,2	2,4
Feniletıl alkol	52,2	0,1	0,2	0,5	0,5	0,4
Eikosan	57,0	3,4	0,9	0,5	0,5	0,2
Metil öjenol	57,7	0,1	0,2	0,6	0,8	1,2
Heneikosan	57,8	12,7	5,0	4,9	4,1	3,1
Öjenol	67,6	1,3	1,0	0,6	0,1	0,9
Uçucu yağ oranı (%) <i>Essential oil content (%)</i>		0,008 d	0,015 c	0,032 b	0,045 a	0,043 a
Çiçek ağırlıkları (g) <i>Flower weight (g)</i>		1,1 e	1,61 d	1,90 c	2,08 b	2,26 a
Çiçek çapları (cm) <i>Flower diameter (cm)</i>		1,22 e	1,57 d	2,36 c	3,43 b	5,35 a

The values shown within a row with different letters are statistically significant ($P \leq 0.05$).

1. grup çiçek tomurcuklarından elde edilen gül yağında hiç rastlanmayan monoterpen alkoller, 4. grup çiçeklerden elde edilen gül yağlarında toplam %76,2 gibi yüksek bir değere ulaşmışlardır. Bu sonuçlara göre, monoterpen alkoller bakımından zengin olan son üç grubun yüksek kalitede gül yağı üretimine uygun olduğu, ancak uçucu yağ verimi ile birlikte düşünüldüğünde gül yağı üretimine en uygun çiçeklerin 4. grupta yer aldığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 2’de yağ gülünde farklı çiçek kısımlarına ait uçucu yağ oranları ve uçucu yağ bileşenleri verilmiştir. Araştırmada kullanılan yağ gül çiçekleri, üreticiler tarafından yapıldığı gibi sabahın çok erken saatlerinden itibaren elle tek tek, yumurtalığın altından kırılarak toplanmıştır. Taze olarak toplanan gül çiçeklerinin ağırlıkça %71,6’sını petal (taç) yapraklar ve

%28,4’ünü erkek ve dişi organlarla çanak yaprakları içeren sepal yapraklar oluşturmuştur.

Uçucu yağlar gül çiçeklerinde özel paranzıma hücrelerinde depolanmaktadır. Bir yağ gülü çiçeğin tüm organlarında uçucu yağ sentezlendiği, ancak petal yapraklarda daha fazla uçucu yağ bulunduğu tespit edilmiştir. Gül çiçekleri koparıldığı gibi damıtıldığında %0,035 oranında, sadece petal yaprakları damıtıldığında %0,057 oranında ve petal yapraklar dışında kalan sepal kısımlar damıtıldığında %0,013 oranında uçucu yağ elde edilmiştir (Çizelge 2).

Bu sonuçlar, yağ gülünde uçucu yağların %80’inin petal yapraklardan ve %20’sinin diğer kısımlardan geldiğini göstermektedir. Bütün çiçeklerin damıtılması ile elde edilen gül yağında geraniol (%31,4), sitronellol (%25,6) ve nerol (%12,2) en önemli üç

bileşen olarak belirlenmiş, monoterpen alkoller toplam olarak %70,4 oranında, uzun zincirli parafinler, stearoptenler ve diğerleri toplam olarak %29,4 oranında temsil edilmiş, feniletil alkolün sadece petal yapraklarda bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Önemli bir koku maddesi olan feniletil alkolün neredeyse tamamına yakını damıtma sırasında posa suyuna ve yağ altı suyuna geçtiğinden, gül suyunda yüksek oranlarda (>%50), gül yağında ise düşük oranlarda (<%1) feniletil alkol bulunmaktadır (Göktürk Baydar ve Baydar, 2005).

Petal yapraklardan elde edilen gül yağının uçucu yağ bileşenleri, bütün çiçekten elde edilen gül yağı bileşenleri ile benzerlik göstermiş, ancak geraniol (%36,9),

sitronellol (%26,7) ve nerol (%14,9) başta olmak üzere monoterpen alkoller daha yüksek oranda (toplam %80,3) bulunmuştur. Sepal kısımlardan elde edilen uçucu yağ bileşenleri ise monoterpen alkoller düşük (%26,0), parafinler, stearoptenler ve diğer uçucu yağ bileşenleri ise yüksek (toplam %68,5) oranda bulunmuştur (Çizelge 2). Bulgaristan'da Mihailova et al. (1977) tarafından yapılan bir araştırmada; yağ gülü çiçeklerinde iç petal yapraklarda sitronellol ve nerol oranlarının, dış petal yapraklarda geraniol ve feniletil alkol oranlarının ve üreme organlarında ise metil ejörol ve stearopten oranlarının daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 2. Yağ gülünde farklı çiçek kısımlarına ait uçucu yağ oranları ve bileşenleri (%)
Table 2. Essential oil content and its composition in different flower parts of oil rose (%)

Uçucu yağ bileşenleri (%) Essential oil composition (%)	Çiçeğin kısımları Parts of flower		
	Bütün çiçek Full flower	Petal Petal	Sepal Sepal
Tetradekan	0,2	0,2	0,0
Linalool	0,4	0,6	0,7
Azulen	0,9	0,0	1,6
β-Karyofillen	0,8	0,0	3,7
Sitronelil asetat	1,2	0,6	1,1
α-humulen	0,5	0,0	0,5
Hekzadekan-1-ol	0,7	0,9	1,9
Sitral	0,6	1,0	0,0
Germaseren-D	2,1	0,4	6,1
Geraniol asetat	7,6	4,8	11,2
Sitronellol	25,6	26,7	4,7
Nerol	12,2	14,9	5,1
Feniletil asetat	0,4	0,2	0,0
Geraniol	31,4	36,9	15,5
Nonadesan	6,1	6,3	12,1
9-nonadesen	1,6	2,0	4,9
Feniletil alkol	0,8	1,2	0,0
Eikosan	0,6	0,5	1,2
Metil öjenol	1,0	0,4	6,9
Heneikosan	3,3	2,0	9,2
Öjenol	1,8	0,4	8,1
Uçucu yağ oranı (%) Essential oil content (%)	0,035 b	0,057 a	0,013 c

The values shown within a row with different letters are statistically significant ($P \leq 0.05$).

Petal yapraklardan üretilen gül yağının rengi açık sarı iken, diğer kısımlardan (sepal) üretilen gül yağının rengi ise yeşile çalan koyu mavi renkte olduğu gözlenmiştir. Sepalden gelen gül yağının renginin azulenden (naftalinin izomeri olup koyu mavi renk veren organik bir maddedir)

kaynaklanabileceği, çünkü azulen petal uçucu yağında hiç bulunmazken sepal uçucu yağında %1,6 oranında bulunmuştur (Çizelge 2). Bu sonuç, azulen maddesinin gül çiçeğinin sepal kısmında bulunduğunu göstermesi bakımından dikkat çekicidir. Azulen varlığı nedeniyle yeşile çalan

renklerde görülen gül yağları belirli bir süre bekletildiklerinde, azulenin parçalanması nedeniyle renkleri önce açık yeşile daha sonra açık sarıya dönüşmektedir (Baydar, 2009).

Çizelge 3'te çiçeklenme sezonu boyunca belirli aralıklarla 4 farklı tarihte toplanan taze yağ gülü çiçeklerinin uçucu yağ oranları ve bileşenleri sunulmuştur.

Sezonun ilk ve son haftalarında uçucu yağ oranları düşük (%0,030 ve %0,020), sezon ortalarında ise yüksek (%0,045 ve %0,040) olduğu belirlenmiştir. Haziran ayının sonuna doğru gidildikçe hava sıcaklıklarının yükselmesi ve nisbi nemin düşmesi, yağ gülü çiçeklerinde uçucu yağ kayıplarını artırmaktadır (Şekil 1). Daha önce Baydar ve Göktürk Baydar (2005) tarafından yapılan bir araştırmada çiçeklenme sezonu süresince ilerleyen haftalara doğru uçucu yağ oranının azalış gösterdiği (%0,040'tan %0,032'ye) tespit edilmiştir.

Uçucu yağ bileşenleri bakımından ise genel olarak düzenli bir seyir olduğu, sitronellol oranı en fazla 15 Haziran'da (%37,7), geraniol oranı ise en fazla 25 Mayıs'ta (%42,4) toplanan çiçeklerden elde edildiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Her iki bileşen arasında negatif yönde önemli ($P<0,01$) korelasyon ilişkisi olduğundan (Baydar ve Göktürk Baydar, 2005), birindeki azalış diğerindeki artışla sonuçlanmaktadır. Nerol ile geraniol oranları arasında ise pozitif yönde bir değişim olduğu, geraniol arttıkça nerol de arttığı görülmektedir. Özellikle sıcaklık artışı ile birlikte geraniol sitronellola dönüşmeye başlamaktadır. Bu yönüyle hava sıcaklıklarının daha yüksek olduğu Haziran ayının ikinci yarısında sitronellol oranı, hava sıcaklıklarının daha serin olduğu Mayıs ayının ikinci yarısında ise geraniol ve nerol oranları daha yüksek olmaktadır. Genel olarak ilerleyen haftalara doğru monoterpen alkol oranlarında azalışlar (%72,5'ten %55,1'e), başta nonadesan ve heneikosan olmak üzere parafinler ve stearoptenlerde ise artışlar (%27,1'den %44,8'e) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Yağ gülünde çiçek toplama saatlerinin uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerine etkisi Çizelge 4'te sunulmuştur. Sabah

saatlerinden akşam saatlerine doğru gidildikçe yağ gülü çiçeklerinin uçucu yağ oranı hızla azalmış, sabah 6'da toplanan çiçeklerin uçucu yağ oranı %0,055 olarak (1 kg gül yağı yaklaşık 1.8 ton çiçekten), 12 saat sonra akşam saat 18'de toplanan çiçeklerin uçucu yağ oranı ise %0,017 olarak (1 kg gül yağı yaklaşık 5.8 ton çiçekten) belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çiçek toplama saatlerinin uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi incelendiğinde (Çizelge 4), sitronellol oranı sabah 6:00'dan öğleden sonra 14:00'e kadar hızla artmış (%19,4'ten %35,8'e), akşam 18:00'e kadar ise %15,5'e kadar azalmıştır. Geraniol ve nerol oranları ise sabah 6:00'dan akşam 18:00'e kadar düzenli olarak sırasıyla %30,5'ten %2,9'a ve %8,5'ten %0,9'a düşmüştür.

Yine geç saatlere doğru sitronellol, geraniol ve nerol gibi monoterpen alkollerden olan linalool ve feniletıl alkol oranları düşmüş, nonadesan, 9-nonadesan, eikosan ve heneikosan gibi parafinik uzun zincirli hidrokarbonlar ise artış göstermiştir. Metil öjenol oranlarında artışlar, ojenol oranlarında ise azalışlar olmuştur. Sonuç olarak sabah saatlerinde toplanan çiçeklerin monoterpen alkollerce zengin, akşam saatlerinde toplanan çiçeklerde ise parafinler ve stearoptenlerce zengin uçucu yağlar elde edilmiştir.

Çizelge 4'te sunulan sonuçlara göre, yüksek yağ verimi ve kalitesi için yağ gülü çiçeklerinin sabah saatlerinde toplanması ve en geç 10:00'da bitirilmesi gerekmektedir. Sabahın serin saatlerinde henüz üzerlerindeki çiğ kurumadan toplanan çiçekler daha yüksek oranda ve kalitede uçucu yağ içermektedir.

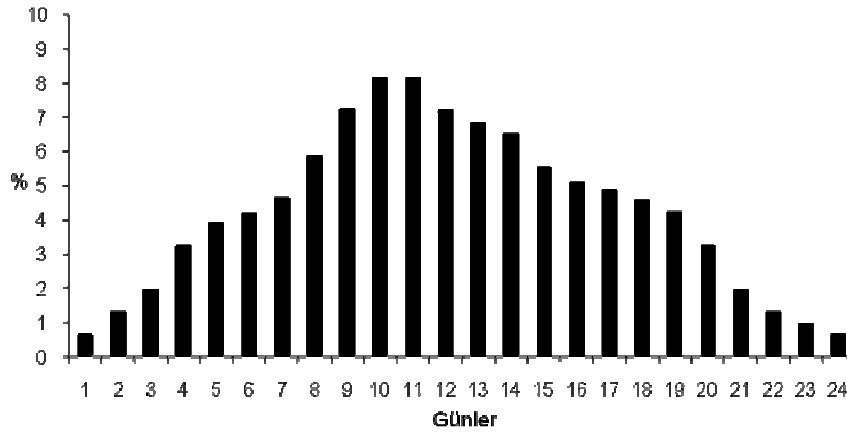
Çiğ, yağ gülü petal yapraklarındaki uçucu yağların (özellikle de monoterpen alkollerin) kolayca buharlaşıp uçmasını engellemektedir. Daha önce Kazaz (1997) tarafından yapılan bir araştırmada da, yağ gülünde sabah saat 5:00 ile 9:00 arasında toplanan çiçeklerin uçucu yağ oranının en fazla olduğu ve sitronellol oranının sabah saatlerinden akşam saatlerine doğru artarken, geraniol oranının azaldığı tespit olunmuştur.

Çizelge 3. Yağ gülünde çiçek toplama tarihlerinin uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerine etkisi (%)

Table 3. Effect of flower harvest dates on essential oil content and its composition in oil rose (%)

Uçucu yağ bileşenleri (%) Essential oil composition (%)	Çiçek toplama tarihleri Flower harvest dates			
	25 Mayıs 25 May	1 Haziran 1 June	8 Haziran 8 June	15 Haziran 15 June
Linalool	0,3	0,5	0,4	0,4
Azulen	1,2	1,6	1,3	3,0
β-Karyofillen	0,9	1,2	1,0	1,8
Sitronelil asetat	0,6	0,7	0,9	1,0
α-humulen	0,3	0,7	0,6	1,6
Hekzadekan-1-ol	0,9	0,7	2,1	0,9
Germaseren-D	2,4	2,7	2,0	5,1
Geranil asetat	5,6	6,5	7,0	2,7
Sitronellol	19,3	17,2	27,3	37,7
Nerol	9,8	12,1	7,5	4,0
Geraniol	42,4	41,2	30,6	13,0
Nonadesan	7,1	7,4	10,1	12,8
9-nonadesen	2,1	1,6	2,5	2,3
Feniletıl alkol	0,7	0,6	0,8	0,1
Eikosan	0,6	0,6	0,5	1,6
Metil öjenol	0,7	0,6	1,1	1,7
Heneikosan	2,8	1,9	2,7	9,3
Öjenol	1,9	1,5	1,5	1,0
Uçucu yağ oranı (%) Essential oil content (%)	0,030 b	0,045 a	0,040 a	0,020 c

The values shown within a row with different letters are statistically significant ($P \leq 0.05$).



Şekil 1. Çiçeklenme sezonu boyunca günlük çiçek üretiminin oransal seyri
Figure 1. Flower production rate per day during flowering period

Çizelge 4. Yağ gülünde çiçek toplama saatlerinin uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerine etkisi

Table 4. Effect of flower harvest hours on essential oil content and its composition in oil rose (%)

Uçucu yağ bileşenleri (%) Essential oil composition (%)	Çiçek toplama saatleri Flower harvest times			
	6:00	10:00	14:00	18:00
Linalool	0.3	0.4	0.2	0.1
Sitronelil asetat	0.4	0.5	0.3	0.2
Geranil asetat	1.9	1.1	0.7	0.5
Sitronellol	19.4	21.6	35.8	15.5
Nerol	8.5	7.3	1.1	0.9
Geraniol	30.5	27.7	3.3	2.9
Nonadesan	11.8	12.0	15.1	21.1
9-nonadesan	2.0	2.1	3.1	4.7
Feniletil alkol	0.9	0.7	0.6	0.5
Eikosan	0.4	0.7	1.1	1.9
Metil öjenol	1.0	1.3	4.8	3.1
Heneikosan	4.1	5.6	13.6	15.7
Öjenol	1.5	1.2	1.3	0.9
Uçucu yağ oranı (%) Essential oil content (%)	0.055 a	0.046 b	0.025 c	0.017 d

The values shown within a row with different letters are statistically significant ($P \leq 0.05$).

Yüksek uçucu yağ verimi ve kalitesi için yağ gülünün bahçelerde erken toplanması kadar damıtma tesislerinde erken damıtılması da önemlidir. Çünkü damıtma saati sabah saatlerinden akşam saatlerine doğru geciktikçe, aynen toplama saatlerindeki gecikmelerde olduğu gibi sitronellol ve metil öjenol oranları artmakta, geraniol ve nerol oranları azalmaktadır (Baydar ve Göktürk Baydar, 2005; Baydar ve ark., 2007, Baydar ve ark., 2008b). Oysa gül yağı fabrikalarında gül çiçekleri çoğunlukla çuvallar içerisinde uzun bir süre damıtılmayı beklemekte, bu bekleme süresinde sıcaklığın da etkisi ile çiçekler hızla fermentasyona uğramaktadır. Baydar ve Göktürk Baydar (2005) tarafından yapılan bir araştırmada; toplandıktan sonra 36 saat bekletilen gül çiçeklerinde uçucu yağ oranı %0,035'den %0,025'e düşerken, uçucu yağda sitronellol oranı %25,3'ten %67,8'e çıkmış ve geraniol oranı %44,6'dan %6,7'ye inmiştir. Normalde sitronellol/geraniol (C/G) oranı 1,25-1,30 arasında olması gerekirken (Başer, 1992), enzimatik olarak fermentasyona uğrayan çiçeklerde bu oran hızla artmakta ve gül yağı kalitesi hızla düşmektedir. Ayrıca gül yağında normalin üzerinde etanol bulunması, damıtma sırasında yüksek miktarlarda fermente olmuş

güllerin kullanıldığının bir göstergesidir (Başer ve ark., 1990).

Taze gül çiçeklerinin çuvallar içerisinde soğuk hava deposunda 3-4 °C'de bir haftaya kadar, 0 °C'de 7-10 güne kadar önemli bir uçucu yağ kaybı olmadan muhafaza edilebildiği, ancak muhafaza süresince sitronellol, nonadesan ve eugenol oranları hızla yükselirken, geraniol ve nerol oranlarının hızla azaldığı tespit edilmiştir (Baydar ve ark., 2008a, Kazaz ve ark., 2009, Kazaz ve ark., 2010).

Sonuç

Yağ gülü çiçeklerinin yaklaşık üçte ikisini petal (pembe renkli taç yapraklar) ve yaklaşık üçte birini sepal (yeşil renkli çanak yaprak, çiçek sapı ve üreme organları) meydana getirdiği, bütün organlarında uçucu yağ sentezlenmekle birlikte çiçeklerin taç yapraklarında uçucu yağ miktarının diğer çiçek kısımlarına göre yaklaşık 4 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca uçucu yağ bileşenleri karşılaştırıldığında, petal yağının sepal yağına göre çok daha kaliteli olduğu anlaşılmıştır.

Yağ gülünde taç yaprakları kupa şeklinde açılmış, stamenleri açık sarı olan çiçeklerin en yüksek uçucu yağ içerdiği, çiçeklenme sezonunun ilk ve son haftalarında uçucu yağ

veriminin düşük olduğu, en kaliteli gül yağlarının çiçeklenme sezonun ortasına denk düşen haftalarda gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Sabah saatlerinden akşam saatlerine doğru gidildikçe yağ gülü çiçeklerinin uçucu yağ oranı hızla azaldığı, geç saatlerde toplanan ve toplandıktan sonra uzun süre bekletilen çiçeklerin damıtılmasıyla elde edilen gül yağlarında sitronellol, metil öjenol, parafinler ve stearoptenler artarken, geraniol, nerol, linalool ve feniletal alkol oranlarının ise azaldığı, yüksek yağ verimi ve kalitesi için yağ gülü çiçeklerinin sabah erken saatlerde (en geç 10:00'a kadar) toplanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Anonim, 2009. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (erişim tarihi: 03.05.2011).
- Anaç, O. 1984. Gas Chromatographic Analysis on Turkish Rose Oil, Absolute and Concrete. *Perfumer & Flavorist* 9:1-14.
- Babu, K.G., Singh, B.S., Joshi, P.J. and Singh, V. 2002. Essential Oil Composition of Damask Rose (*Rosa damascena* mill.) Distilled under Different Pressures and Temperatures. *Flavour Fragr. J.* 17: 136-140.
- Başer, K.H.C., Kürkçüoğlu, M. ve Konur, O.Z. 1990. Türk Gül Yağının Üretimi ve Özellikleri. *Anadolu Üniversitesi Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bülteni (TAB) Gül Özel Sayısı*. 4: 13-15.
- Başer, K.H.C. 1992. Turkish Rose Oil. *Perfumer & Flavorist* 17: 45-52.
- Başer, K.H.C., Kürkçüoğlu, M. ve Özek, T. 2003. Turkish Rose Oil: Recent Results. *Perfum. Flavor.* 28 (2): 34-42.
- Baydar, H. 2010. Geçmişten Günümüze Yağ Gülcülüğü. *Ekoloji Magazin Dergisi*, 28: 42-51.
- Baydar, H., Erbaş, S., Kıneci, S. and 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. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 2 (1): 15-20.
- Baydar, H. and 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.). *Journal of Industrial Crops and Products* 21: 251-255.
- Baydar, H. and Kazaz, S. 2010. Organik Gülcülük. *SDÜ Gül ve Gül Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayın No: 1, Nisan 2010, Isparta*
- Baydar, H., Kazaz, S., Erbaş, S. ve Öricü, Ö.K. 2008a. Soğukta Muhafaza ve Kurutmanın Yağ Gülü Çiçeklerinin Uçucu Yağ İçeriği ve Bileşimine Etkileri. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 3 (1): 42-48.
- Baydar, H., Schulz, H., Kruger, H., Erbaş, S. and Kıneci, S. 2008b. Influence 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.
- Bayrak, A. and Akgül, A. 1994. Volatile Oil Composition of Turkish Rose (*Rosa damascena*). *J.Sci.Food Agric.* 64: 441-448.
- David, F., De Clercq, C., Sandra, P. 2006. GC/MS/MS Analysis of β -damascenone in Rose Oil. *Varian GC/MS App. Note* 52.
- Göktürk Baydar, N. and Baydar, H. 2005. Essential Oil Compositions of Turkish Oil Rose (*Rosa damascena* Mill.) Products. 36th International Symposium on Essential Oils, 5-7 September 2005, Budapest-Hungary.
- Harris, B. 2002. Methyl Eugenol-The Current Bete Noire of Aromatherapy. *Int. J. of Aromatherapy*, 12 (4): 193-201.
- Kazaz, S. 1997. Hasat Zamanı ve Hasat Sonrası Bekleme Süresinin Yağ Gülünde (*rosa damascena* mill.) Yağ Miktarı ve Kalitesine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.*
- Kazaz, S., Erbaş, S. and Baydar, H., 2009. The Effects of Storage Temperature

- and Duration on Essential Oil Content and Composition of Oil Rose (*Rosa damascena* Mill.). Journal of Field Crops, 14 (2): 89-96.
- Kazaz, S., Erbaş, S., Baydar, H., Dilmaçınal, T. and Koyuncu, M.A. 2010. Cold Storage of Oil Rose (*Rosa damascena* Mill.) flowers. Scientia Horticulturae, 126 (2): 284-290.
- Kürkçüoğlu, M. 1988. Türk Gül Yağının Üretimi ve Analizi. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- Kürkçüoğlu, M. and Başer, K. H.C. 2003. Studies on Turkish Rose Concrete, Absolute and Hydrosol. Chemistry of Natural Compounds, 39 (5): 457-464.
- Mihailova, J., Atanasouva, R. and Balinova-Tsvetkova, A. 1977. Direct Gas Chromatographs of The Essential Oil in Separate Flower Parts of The Flower of Kazanlik Rose. In Proc. 7th Int. Cong. Ess. Oils, Kyoto, Japan, pp. 219-221.
- Misra, A., Sharma, S., Singh, A. and 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.
- Saffari, V.R., Khalighi, A., Lesani, H., Babalar, M. and Obermaier, F. 2004. Effects of Different Plant Growth Regulators and Time of Pruning on Yield Components of *Rosa damascena* Mill. Int J. Agri. and Biology, 6: 1040-1042.
- Topalov, V. 1964. Studies Sur La Formation Des Fleurs De La Rose De Kazanlik. In Proc. 3rd Int. Ess. Oil Conf. Plovdiv, Bulgaria, pp. 246-252.
- Zarev, K. 2008. Bulgarian Rose Production and the Traditional Culture. Published by IRITA, Bulgaria.