

PAPER DETAILS

TITLE: Yag Gülü (Rosa damascena Mill.) Damıtma Suyuna Katılan Tween-20'nin Taze ve Fermente Olmus Çiçeklerin Gül Yagi Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkisi

AUTHORS: Hasan BAYDAR,Sabri ERBAS,Süleyman KINECI,Soner KAZAZ

PAGES: 15-20

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/308828>

Yağ Gülü (*Rosa damascena* Mill.) Damıtma Suyuna Katılan Tween-20'nin Taze ve Fermente Olmuş Çiçeklerin Gül Yağı Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkisi

Hasan BAYDAR¹ Sabri ERBAŞ² Süleyman KINECİ¹ Soner KAZAZ¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi Gül ve Gül Ürünleri Araştırma ve Uyg. Merkezi-32260 Isparta

²Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 32260 Isparta

Özet: Yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.), sahip olduğu yüksek kalitedeki koku bileşenleri nedeniyle parfüm ve kozmetik endüstrisinde değerlendirilen en önemli kokulu gül türüdür. Bu araştırma, Isparta yöresinde yetiştirilen yağ gülünde damıtma suyuna katılan Tween-20 maddesinin taze ve fermente olmuş çiçeklerin uçucu yağ verimi ve kalitesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Clevenger hidro-distilasyon cihazında damıtma ile elde edilen uçucu yağların kompozisyonu gaz kromatografisi (GC/FID ve GC/MS) ile belirlenmiştir. Gül çiçeklerinin gülyacı verimi %0.025-0.035 arasında bulunmuştur. Gül yağı verimi Tween-20 uygulaması ile birlikte artmış, fermentasyon ile birlikte azalmıştır. Taze çiçeklerden elde edilen gül yağları ile karşılaştırıldığında, 12 saat süreyle bekletilen (fermente olmuş) çiçeklerden elde edilen gül yağlarında linalool, geranial, geranil asetat, nerol, geraniol, 2-feniletılalkol ve farnesol oranları azalırken, cis-rosenoksit, sitronellil asetat, sitronellol, feniletıl asetat, nonadesan, nonedesen, eikosan, metil öjenol, heneikosan ve trikosan oranları artmıştır. Yüksek kalitede gül yağı üretimi için gül çiçeklerinin bekletilmeden, mümkün olduğunca taze olarak damıtılması gerektiği ve damıtma suyuna Tween-20 katarak yağ veriminin artırılacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yağ gülü, *Rosa damascena* Mill., fermentasyon, Tween-20, uçucu yağ kompozisyonu

Effect of Tween-20 Adding to Distillation Water on Rose Oil Yield and Quality in Fresh and Fermented flowers of Oil-bearing Rose (*Rosa damascena* Mill.)

Abstract: Oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) is the most important species, producing a high-value aromatic oil, which is used in the fragrance and cosmetic industries. The aim of this study was to determine the influence of Tween-20 during hydro-distillation on essential oil yield and quality in fresh and fermented flowers of oil-bearing rose grown in Isparta region. Essential oils produced by Clevenger hydro-distillation were analyzed by GC/FID and GC/MS. Rose oil yield changed from 0.025% to 0.035%. Oil yield increased with Tween-20 application and decreased with fermentation. The rose oils distilled from fermented flowers had lower percentages of linalool, geranial, geranyl acetate, nerol, geraniol, phenylethyl alcohol and farnesol, and higher percentages of cis-rosenoxide, citronellyl acetate, citronellol, phenylethyl acetate, nonadecane, nonedecene, eicosane, methyl eugenol, heneicocane and tricosane than the oils distilled from fresh flowers. It was necessary to distillate the fresh flowers without waiting in order to get high quality. Furthermore, the oil yield could be increased by Tween-20 treatment during the hydro-distillation.

Key Words: Oil-bearing rose, *Rosa damascena* Mill., fermentation, Tween-20, essential oil composition

Giriş

Dünyada 150 kadar gül (*Rosa*) türü bulunmakta, ancak bunlardan pek azı koku endüstrisinde değerlendirilmektedir (Antonelli et al. 1997, Gudin 2000). En önemli kokulu gül türleri *Rosa damascena*, *R. centifolia*, *R. alba*, *R. gallica*, *R. phoenicia*, *R. canina* ve *R. moschata*'dır (Weiss 1997). Bunlar arasında ekonomik değeri en yüksek olanı *Rosa damascena* Mill. (Isparta gülü, Kazanlı gülü, Şam gülü, Pembe yağ gülü)'dir. Bu tür, dünyada en fazla Bulgaristan (özellikle Kazanlı, Plovdiv ve Karlova yörelerinde) ve Türkiye'de (özellikle Isparta, Burdur ve Afyonkarahisar yörelerinde) yoğun olarak üretilmektedir (Baydar 2006). Türkiye florasında 25 kadar *Rosa* türü bulunmasına karşın (Ercişli 2005), kültürü yapılan ve gül yağı üretiminde kullanılan *R. damascena*'dır.

Yağ gülünün taze çiçekleri su buharı yöntemi ile işlenmekte ve sitronellol, geraniol ve nerol gibi komponentlerce zengin değerli bir uçucu yağ (*rose otto*) elde edilmektedir (Kovats 1987, Lawrence 1991, Bayrak ve Akgül 1994). Gül çiçekleri, diğer aromatik bitkilerle karşılaştırıldığında uçucu yağ oranı çok düşüktür (%0.03-0.04). Fabrika koşullarında yaklaşık 3.5 ton veya ortalama 1.250.000 adet taze çiçekten sadece 1 kg gül yağı elde edilebilmektedir (Baydar 2006). Gül yağı parfüm yapımında, orta not veya alt not olarak kullanılmakta, katıldığı parfümde fiksator olarak görev almaktadır.

Gül suyu, damıtma sırasında gül yağının altında toplanan yağlı suyun tekrar damıtılmasıyla elde edilen yan üründür. Gül suyu en fazla parfümeri, kozmetik, ilaç ve gıda sanayinde kullanılır. Antiseptik ve serinletici etkisi olan gül suyu, özellikle kaliteli cilt bakım losyonlarının yapımında yer alır. Gül suyu, gül yağından farklı olarak yüksek oranda 2-feniletanol içerir (Göktürk Baydar ve Baydar 2005).

Yağ gülü çiçeklerinin *n*-hekzan gibi uçucu çözgen ekstraksiyonu ile konkret (katı gül yağı) ve konkrerin de etil alkol ekstraksiyonu ile absolüt üretilmektedir (Anaç 1984, Kürkçüoğlu ve Başer 2003, Aycı ve ark. 2005). Normal koşullarda 225

kg çiçekten 1 kg konkret ve 1 kg konkrerin de 550 g absolüt elde edilebilmektedir. Taşıdığı antosiyaninler nedeniyle açık kırmızı renkte görünen absolüt tipik gül kokusuna sahip olup, yüksek oranda (>%50) 2-feniletanol ihtiva etmektedir. Türkiye'de 2007 yılında 1365 kg gül yağı, 4286 kg konkret ve absolüt ihracat edilmiş ve 1 kg gül yağı 6000 Dolar, 1 kg konkret 700 Dolar ve 1 kg absolüt 1500 Euro olarak pazarlanmıştır (Antalya İhracatçı Birlikleri GTIP Raporu 2007).

Mayıs ayının ikinci yarısı ile Haziran ayını kapsayan yaklaşık 40 günlük bir dönem yağ gülünde çiçeklenme zamanıdır ve bu dönem gül yağı damıtma sezonu olarak adlandırılır. Gül yağı üretiminde uzun yıllar eski bir damıtma tekniği olan imbikler kullanılmıştır. Ancak 20. yüzyılın başlarından itibaren, gül yağı üretimi yaygın olarak buharla kaynatılan su distilasyonu kazanlarında yapılmaktadır (Collin 2003).

Gülyağı fabrikasyonunda 3000 litre hacimli, çoğunlukla bakırdan veya paslanmaz çelikten yapılmış kazanlarda, 500 kg çiçek 1.5 ton su ile birlikte 1.5 saat süreyle damıtılır. Diffüzyon yoluyla çiçek petallerinden ayrılan uçucu yağlar su buharıyla birlikte kazanın üst kısmında yer alan ve kondensere (yoğunlaştırıcı) açılan borudan sürüklenir. Kondenserden süzülen su-yağ karışımı 500 litre hacimli distilat tankına akar. Distilat, distilat tankından florentin kabına aktarılır. Florentin kabının cam fanusunda açık yeşil renkte gül yağı toplanmaya başlar. Bu şekilde ilk distilasyon sonucu elde edilen yağa 'birinci yağ' veya 'çiçek yağı' adı verilir. Buhar vanası kapatılarak damıtma işlemi durdurulur ve çiçek kazanının altındaki posa vanası açılarak posa ve atık su boşaltılır. Boşalan çiçek kazanına yeniden taze çiçek ve su basılarak damıtma işlemine devam edilir.

Florentin kabında birinci yağın altında kalan yağaltı suyu gün boyunca büyük hacimli bir tanka basılır. Bu tankta biriktirilen yağaltı suları 3000 litre hacimli, genelde paslanmaz çelikten yapılmış bir kazanda (kohobasyon kazanı) yeniden damıtılır. Bu şekilde ikinci distilasyondan elde edilen açık sarı renkte 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, süzülür ve güneşte bir süre sonra kumkuma ve muskal denilen kaplarda bir süre dinlendirildikten sonra 'gül yağı' olarak pazarlanır.

Çiçeklenme sezonunda bazen aşırı rekolte nedeniyle geciken hasattan, bazen de gül yağı fabrikalarında aşırı yoğunluk nedeniyle geciken damıtmadan dolayı gül çiçekleri çuvallar içinde uzun süre bekletilmektedir. İşte bu bekletme sırasında fermente olan çiçeklerden elde edilen gül yağlarının kalitesi önemli ölçüde değişmektedir. Bu araştırmada, Isparta yöresinde yetiştirilen yağ gülünde damıtma suyuna katılan Tween-20 maddesinin fermente olmuş ve olmamış (taze) gül çiçeklerinde uçucu yağ verimi ve kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Süleyman Demirel Üniversitesi Gül ve Gül Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi'ne (GÜLAR) ait yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.) bahçesinden (37°45' K, 30°33' D, rakım 950 m) 23 Mayıs 2007 tarihinde sabahın erken saatlerinde taze olarak gül çiçekleri toplanmıştır. Toplanan çiçeklerin bir kısmı hiç bekletilmeden taze olarak, bir kısmı ise çuval içerisinde 25 °C'de 12 saat bekletildikten sonra (fermente olmuş) Clevenger hidro-distilasyon cihazında damıtılmıştır.

1 kg gül çiçeği 6 L'lik Clevenger balonuna doldurulmuş ve üzerine 2500 ppm (2.5 g/L) Tween-20 maddesi (Merck, C₅₈H₁₁₄O₂₆) ihtiva eden 3 L saf su ilave edildikten sonra 5 saat süreyle damıtılmıştır (Baydar ve Göktürk Baydar 2005). Damıtma sonunda elde edilen uçucu yağ % (v/w) olarak kaydedilmiştir. Kontrol olarak, Tween-20 ihtiva etmeyen saf su ile damıtma işlemi yapılmıştır. Elde edilen uçucu yağların kompozisyonu gaz kromatografisi (GC/FID ve GC/MS) ile belirlenmiştir.

GC/FID analizi, üzerinde HP Innowax Column (60 m x 0.25 mm i.d.; 0.50 µm) takılı Hewlett-Packard Gaz

Kromatografi 5890 cihazında yapılmıştır. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları sırasıyla 250 ve 260 °C olarak ayarlanmıştır. Fırın sıcaklık programı 70 °C'de başlatılmış ve dakikada 3 °C artırılarak 220 °C'ye ulaştırılmış ve son sıcaklıkta 10 dakika bekletilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak azot gazı (akış hızı 1 mL/dak. ve split oranı 1:40) kullanılmıştır. 2 µL gülyacı 1 mL isooktan içinde çözündürülmüş ve bundan çekilen 1 µL örnek gaz kromatografisi cihazına enjekte edilmiştir. Gülyacı örneklerinde bulunan uçucu yağ komponentlerinin oranları (% olarak) belirlenmiştir. Uçucu yağ komponentlerinin tanımlanması ve doğrulanması için ayrıca GC/MS'den faydalanılmıştır.

GC/MS analizi, üzerinde HP Innowax Column (30 m x 0.25 mm i.d.; 0.25 µm) takılı Hewlett-Packard MSD 5973/HP 6890 cihazında yapılmıştır. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları sırasıyla 250 ve 260 °C olarak ayarlanmıştır. Fırın sıcaklık programı olarak GC/FID için uygulanan program seçilmiştir. İyonlaştırma enerjisi olarak 70 eV uygulanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak Helyum gazı (1.1 mL/dak., split 1:20) verilmiştir. Uçucu yağ komponentlerinin tanımlanmasında NIST02 kütüphanesinden yararlanılmıştır (Stein 1990).

Bulgular ve Tartışma

Gül yağında yapılan GC/FID ve GC/MS analizlerinde gül yağının en önemli koku bileşenlerinin linalool, sitronellol, nerol ve geraniol gibi asiklik monoterpen alkoller, nonadesan, nonadesen, eikosan, heneikosan ve trikosan gibi uzun zincirli hidrokarbonlar, metil öjenol gibi eterler, geranil asetat ve geranial gibi ester ve aldehitler ile öjenol gibi fenoller bulunduğu saptanmıştır. (Çizelge 1). GC analizlerinde miktarları belirlenemeyecek kadar düşük düzeylerde çıkan β-damasenon, β-damasen ve β-iyonen gibi gül yağının karakteristik koku oluşumuna büyük katkı sağlayan komponentler de mevcuttur (David et al. 2006).

Çizelge 1. Yağ gülünde damıtma suyuna katılan Tween-20'nin taze ve fermente olmuş çiçeklerin uçucu yağ kompozisyonu üzerine etkisi

Rt*	Komponentler	Saf su ile damıtma		Tween 20 ile damıtma	
		Taze çiçek	Fermente çiçek	Taze çiçek	Fermente çiçek
20.19	Cis-rosenoksit	0.34	0.54	0.34	0.53
27.60	Linalool	1.66	0.87	1.49	0.83
32.41	Sitronellil asetat	0.46	0.98	0.55	0.94
35.39	Geranial	0.93	0.56	0.70	0.39
35.99	Geranil asetat	2.21	1.07	2.77	1.00
36.11	Sitronellol	17.91	38.49	19.07	39.69
37.48	Nerol	12.70	4.89	13.78	4.98
38.53	Feniletil asetat	0.28	0.36	0.38	0.40
39.07	Geraniol	30.22	10.92	32.87	11.95
40.71	Nonadesan	7.32	10.10	6.68	10.30
41.40	Nonadesen	1.86	2.73	1.69	2.72
41.76	2-Feniletilalkol	1.09	0.98	1.12	1.03
44.11	Eikosan	1.10	1.61	1.09	1.68
45.07	Metil öjenol	1.01	2.00	1.26	2.40
47.38	Heneikosan	5.89	8.74	6.03	8.91
50.19	Öjenol	0.32	0.00	0.00	0.00
53.53	Trikosan	1.49	2.51	1.48	2.27
55.58	Farnesol	2.01	0.82	2.02	0.77

*Rt (Retention time): Alıkonma süresi (dakika)

Gül yağının kimyasal kompozisyonu üzerine fermentasyonun etkisi, Tween-20 uygulamasına göre daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Taze çiçeklerden damıtılan gül yağları ile karşılaştırıldığında, 12 saat süreyle bekletilen (fermente olmuş) çiçeklerden damıtılan gül yağlarında linalool, geranial, geranil asetat, nerol, geraniol, 2-feniletilalkol ve farnesol oranları azalırken, cis-rosenoksit, sitronellil asetat, sitronellol, feniletil asetat, nonadesan, nonadesen, eikosan, metil öjenol, heneikosan ve trikosan oranları artmaktadır (Çizelge 1). Gül çiçekleri fermente olmaya başladıkça sitronellol oranları artmakta, geraniol ve nerol oranları azalmaktadır (Başer ve ark. 1990).

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. Fermente olmuş çiçeklerden elde edilen gül yağlarında monoterpen alkollerin oranı saf suyla yapılan damıtmada %63.58'ten %56.15'e, Tween-20 katkılı suyla yapılan damıtmada ise %68.33'ten %58.48'e

düşmüştür. Önemli bir kalite parametresi olan Sitronellol/Geraniol (S/G) oranı ise saf su ve Tween-20 katkılı suyla yapılan damıtmalarda fermentasyonla birlikte sırasıyla 0.59'dan 3.52'ye ve 0.58'den 3.32'ye yükselmiştir (Çizelge 2).

Gül yağında arzulanan koku kalitesi S/G oranı 1.25-1.30 arasında olduğunda elde edilebilmektedir (Başer 1992). Fermente olmuş çiçeklerden elde edilen yağda S/G oranı bu sınırların çok üstüne çıktığından kalite bozulmaktadır. Gül yağı kalitesi üzerine genelde olumsuz etkilerde bulunan ve koku oluşumuna katkı sağlamayan nonadesan, nonadesen, eikosan, heneikosan ve trikosan gibi uzun zincirli (>C₁₇) hidrokarbonların miktarı fermentasyonla birlikte artış göstermiştir. Hidrokarbonlar saf suyla yapılan damıtmada %17.66'dan %25.69'a, Tween-20 katkılı suyla yapılan damıtmada ise %16.97'den %25.88'e yükselmiştir (Çizelge 2).

Bu maddelerin oranı arttıkça, gül yağı daha yüksek sıcaklıklarda donmaya başlamaktadır (Başer 1992). Donma sıcaklığı noktası düşük olan gül yağları yüksek kalite ile ilişkilendirildiğinden, gül yağında monoterpen alkollerin oranının

yüksek, uzun düz zincirli hidrokarbonların miktarının oranının ise düşük olması istenmektedir. Gül yağında, çoğunlukla mutagenik ve alerjik reaksiyonlara neden olan metil öjenol (1,2-Dimethoxy-4-(2-propenyl)-benzene, $C_{11}H_{14}O_2$) maddesinin hiç veya belirli sınırlar arasında bulunması istenmemektedir (Haris 2002). Oysa Türk gül yağı örneklerinde metil öjenol oranı çoğunlukla %2'nin (bazen %4'ün) üzerinde çıkmaktadır. Bu araştırma sonuçları

göstermiştir ki, fermente olmuş gül çiçekleri taze çiçeklere göre daha yüksek oranda metil öjenol içermektedir. Bu nedenle metil öjenol içeriği düşük gül yağı üretmek için gül çiçeklerinin aşırı fermente olmasından kaçınılması gerekmektedir. Tween-20 maddesinin, taze çiçeklerde %0.25 ve fermente olmuş çiçeklerde ise %0.40 kadar metil öjenol oranını artırdığı saptanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 2. Yağ gülünde damıtma suyuna katılan Tween-20'nin taze ve fermente olmuş çiçeklerde gül yağı verimi ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisi

	Saf su ile damıtma		Tween 20 ile damıtma	
	Taze çiçek	Fermente çiçek	Taze çiçek	Fermente çiçek
Uçucu yağ verimi (%)	0.030	0.025	0.035	0.030
Monoterpen alkoller* (%)	63.58	56.15	68.33	58.48
Citronellol/Geraniol (S/G)	0.59	3.52	0.58	3.32
Hidrokarbonlar (%)	17.66	25.69	16.97	25.88
Monoterpenler/Hidrokarbonlar	3.60	2.18	4.02	2.25

*Monoterpen alkoller: linalool, sitronellol, nerol, geraniol, 2-feniletillalkol

**Hidrokarbonlar: nonadesan, nonadesen, eikosan, heneikosan, trikosan

Yağ gülü çiçeklerinde %0.025-0.035 arasında uçucu yağ bulunmuştur. Saf su ile damıtmada taze çiçeklerde %0.030, fermente olmuş çiçeklerde %0.025, Tween-20 katkılı suyla damıtmada taze çiçeklerde %0.035 ve fermente olmuş çiçeklerde %0.030 oranında uçucu yağ verimi saptanmıştır (Çizelge 2). Tween-20'nin yağ gülünde randımanı %0.005 düzeyinde artırdığı belirlenmiştir. Bu sonuç, damıtma suyuna katılan Tween-20 ile her 1 kg gül yağı üretimi için ortalama 475 kg'lık çiçek tasarrufu sağlanabileceğini göstermektedir. Baydar ve Göktürk Baydar (2005) tarafından daha önce yapılan bir çalışmada, damıtma suyuna katılan Tween-20 maddesinin gül yağı verimini %0.045'e kadar artırdığı ve damıtma süresini kısalttığı saptanmıştır.

Sonuç

Gül çiçeklerinin damıtma işlemine kadar bekletilmesi esnasında ortaya çıkan fermentasyon ile birlikte, başta monoterpenler olmak üzere yüksek kalite ile ilişkili uçucu yağ bileşenlerinin oranı azalmakta, buna karşın gül yağının kalitesi

üzerine olumsuz etkilerde bulunan metil öjenol ile uzun düz zincirli doymuş hidrokarbonların parafinik oranı artmaktadır. Bu nedenle yüksek kalitede ve yüksek verimde gül yağı üretimi için, taze gül çiçeklerinin bekletilmeden, mümkün olduğunca taze olarak damıtılması büyük önem taşımaktadır. Her ne kadar bazı gül yağı üreticileri sınırlı düzeyde fermentasyonun yağ verimini az da olsa artırdığını ifade ediyorlarsa da, bu çalışmada 12 saatlik fermentasyonun yağ verimini düşürdüğü görülmüştür. Tween-20 maddesi her ne kadar gül yağında bir miktar metil öjenol oranını yükseltmiş olmakla birlikte, yağ verimini de artırmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulguların, ayrıca fabrika koşullarında denendikten sonra, yüksek verim ve kalitede gül yağı üretiminde değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

Anaç, O., 1984. Gas chromatographic analysis on Turkish rose oil, absolute and concrete. Perfumer & Flavorist. 9, 1-14.

- Antonelli, A., Fabbri, C., Giorgioni, M.E. and Bazzocchi, R. 1997. Characterisation of 24 old garden roses from their volatile compositions. J. Agric. Food Chem. 45, 4435.
- Aycı, F., Aydınli, M., Bozdemir, Ö.A. ve Tutaş, M. 2005. Gas chromatographic investigation of rose concrete, absolute and solid residue. Flavour and Fragrance Journal. 20, 481-486.
- Başer, K.H., Kürkçüoğlu, M. ve Konur, O.Z. 1990. Türk gül yağının üretimi ve özellikleri. Anadolu Üniversitesi Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bülteni, Gül Özel Sayısı. 4, 13-15.
- Başer, K.H.C., 1992. Turkish rose oil. Perfumer & Flavorist. 17, 45-52.
- Baydar, H. 2006. Oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) cultivation and rose oil industry in Turkey. Euro Cosmetics. 14, 13-17.
- Baydar, H. ve 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.
- Bayrak, A. and Akgül, A. 1994. Volatile oil composition of Turkish rose (*Rosa damascena*). J.Sci.Food Agric. 64, 441-448.
- Collin, H.A. 2003. Extraction and Industrial Processes. In: Encyclopedia of Rose Science. Elsevier Ltd. Academic Press. p. 726-735.
- David, F., De Clercq, C. and Sandra, P. 2006. GC/MS/MS analysis of β -damascenone in rose oil. Varian GC/MS App Note 52.
- Ercişli, S. 2005. Rose (*Rosa* spp.) germplasm resources of Turkey. Genetic Researches and Crop Evolution. 52, 787-795.
- Göktürk Baydar, N. ve Baydar, H. 2005. Turkish oil rose (*Rosa damascena* Mill.) products. 36th International Symposium on Essential Oils, 5-7 September 2005, Budapest-Hungary
- Gudin, S. 2000. Rose: Genetics and Breeding. Plant Breed. Rev. 17, 159-189.
- Haris, B. 2002. Methyl eugenol – The current bete noire of aromatherapy. International Journal of Aromatherapy. 12 (4), 193-201.
- Kovats, E. 1987. Composition of essential oils. part 7: Bulgarian oil of rose (*Rosa damascena* Mill.). J. Chromatography. 406,185-222.
- Kürkçüoğlu, M. ve Başer, H.C. 2003. Studies on Turkish rose concrete, absolute and hydrosol. Chemistry of Natural Compounds. 39 (5), 457-464.
- Lawrence, B.M. 1991. Progress in essential oils: Rose oil and extracts. Perfumer & Flavorist. 16, 43-77.
- Stein, S.E. 1990. National Institute of Standards and Technology (NIST). Mass Spectral Database and Software, Version 3.02, USA.
- Weiss, E.A. 1997. Essential Oil Crops. CAB International, New York, USA.