



Yağ Güllü (*Rosa damascena* Mill.)'nün Damıtma Atığı Olan Posanın Element İçeriği ve Değerlendirme Olanakları Üzerine Bir Araştırma

Hasan BAYDAR^{1*}, Sabri ERBAŞ¹, Arif ŞANLI¹, Nimet KARA¹

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

*Sorumlu Yazar: hasanbaydar@isparta.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 11.11.2019

Kabul tarihi: 18.12.2019

Anahtar Kelimeler: Yağ güllü, *Rosa damascena* Mill., Damıtma, Gül posası, Elementler, ICP

ÖZET

Yağ güllü (*Rosa damascena* Mill.) çiçekleri kendine özgü floral kokusu ile parfüm, kozmetik, ilaç ve gıda endüstrileri için en değerli aromatik kaynaktır. Taze gül yağı çiçeklerinden su distilasyonu ile gül yağı ve gül suyu gibi, solvent ekstraksiyonu ile konkret ve absöüt gibi çok kıymetli ve pahalı aromatik ekstraktlar elde edilmektedir. Damıtma sırasında taze gül çiçeği miktarının yaklaşık 3 katı kadar su kullanılmakta ve damıtma sonunda su muhtevası yüksek olan (>%90) gül posası ortaya çıkmaktadır. Ancak atık ürün olarak elde edilen gül posası ekonomik olarak değerlendirilmediği gibi çoğu zaman çevre kirliliğine de neden olmaktadır. Bu çalışmada gül posasının organik gübre veya kompost olarak değerlendirilebilme potansiyelini ortaya koymak için kuru gül posasının element içerikleri tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda kuru gül posasında bulunan 16 farklı element arasında makro besin elementlerinden azot (%3.497), kalsiyum (%1.544), potasyum (%0.335), magnezyum (%0.258) ve fosfor (%0.251), mikro besin elementlerinden ise sodyum (%0.191), silisyum (%0.157), demir (0.466 mg/g), mangan (0.130 mg/g), çinko (0.045 mg/g), bakır (0.039 mg/g) ve bor (0.038 mg/g) tespit edilmiştir. Gül posasında bitki besin elementleri arasında yer almayan alüminyum (0.306 mg/g), kalay (0.109 mg/g), nikel (0.003 mg/g) ve kurşun (0.001 mg/g) gibi ağır metallerin de bulunduğu, ancak bu ağır metaller için tespit edilen miktarların üst sınır değerlerinin altında olduğu belirlenmiştir.

A Research on the Element Concentration and Evaluation Possibilities of Distillation Residue in Oil-bearing Rose (*Rosa damascena* Mill.)

ARTICLE INFO

Received: 11.11.2019

Accepted: 18.12.2019

Keywords: Oil-bearing rose, *Rosa damascena* Mill., Distillation, Rose Residue, Elements, ICP

ABSTRACT

The flowers of oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) with characteristic floral scents are the most important source for parfüme, cosmetic, pharmaceutical and food industries. Rose aromatic extracts such as rose oil and rose water obtained by hydro-distillation, rose concrete and rose absolute obtained by solvent extraction of fresh rose flowers are highly valuable and expensive base materials for these industries. During the hydro-distillation of fresh rose flowers is processed, about 3 times more water of the fresh flower mass is used. At the end of the distillation, the residue containing over 90% water was produced as waste products. The residue is not economically assessed, but it also causes environmental pollution. In this study, the element contents of dried rose residue were determined to reveal the potential of evaluating rose residues as organic fertilizer or compost. As a result of the research, 16 different elements were detected in dried rose residue: nitrogen (3.497%), calcium (1.544%), potassium (0.335%), magnesium (0.258%) and phosphorus (0.251%) were among the macro nutrient elements, and sodium (%0.191), silisium (%0.157), iron (0.466 mg/g), manganese (0.130 mg/g), zinc (0.045 mg/g), copper (0.039 mg/g) and boron (0.038 mg/g), were among the micro nutrient elements. It was found that heavy metals which are not among the plant nutrients such as aluminum (0.306 mg/g), tin (0.109 mg/g), nickel (0.003 mg/g) and lead (0.001 mg/g) in the rose residue. However, the amounts determined for these heavy metals were found to be below the upper limit values.

1. Giriş

Yağ güllü (*Rosa damascena* Mill.), kendine özgü floral kokusu ile parfüm ve kozmetik endüstrisi için en değerli kokulu gül türüdür (Lawrance,1991). Yağ güllünün dünyada Türkiye, Bulgaristan, İran, Hindistan ve Fas başta olmak üzere birçok ülkede kültürü yapılmaktadır. Türkiye’de Göller yöresi olarak adlandırılan Isparta, Burdur, Afyonkarahisar ve Denizli illeri yağ güllü tarımının ve endüstrisinin en fazla gelişme gösterdiği bölgedir. Yağ (taze) gül çiçeklerinden suyla damıtma yapılarak “gül

yağı” ve yan ürün olarak “gül suyu” elde edilmektedir. Taze toplanmış ve bir süre gölgede bekletilerek dinlendirilmiş gül çiçeklerinin n-hekzan ekstraksiyonu ile “konkret”, konkretin de etil alkol ile tüketilmesiyle “absöüt” elde edilmektedir. Normal koşullarda, 3 ton taze gül çiçeğinin damıtılmasıyla 1 kg gül yağı (ortalama uçucu yağ verimi %0.03), 300 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 absöüt (ortalama absöüt verimi % 55) elde edilmektedir (Baydar, 2019).

Göller yöresinde mayıs ayının ilk haftasında başlayan ve temmuz ayının ilk haftasına kadar devam eden yaklaşık iki aylık çiçeklenme sezonu süresince sabah erken saatlerde taze olarak toplanan yağ gülü çiçekleri aynı gün buharlı damıtma kazanlarında su distilasyonu yöntemiyle damıtılmaktadır (Baydar ve Erbaş, 2016). Üç ton hacimli damıtma kazanına 500 kg taze çiçek 1.5 ton su konur ve sıcak su buharı ile 1.5 saat kadar kaynatma yapılır. Kaynatma esnasında yağ gülü çiçeklerinden ayrılan uçucu yağlar kondensere doğru sürüklenerek orada yoğunlaştırılır. Florentin tankının cam fanusunda toplanan gül yağı “birinci yağ” veya “çiçek yağı” adıyla elde edilir. Florentin tankında birinci yağın altında kalan yağ altı suyu kohobasyon (veronika) kazanında yeniden damıtılarak “ikinci yağ”, “su yağı” veya “veronik yağı” olarak elde edilir. Elde edilen birinci ve ikinci distilasyon yağları harmanlanarak “ticari gül yağı” üretilir (Başer vd., 1990). Damıtma prosesi sonrası damıtma kazanında kalan atıksu ve posa birlikte boşaltılarak beton havuzlarda biriktirilir ve çoğu zaman da oradan çevreye salınır.

Göller yöresinde 2018 yılında yaklaşık 34.205 da alanda 14.773 ton gül çiçeği üretimi yapılmıştır (TUİK, 2019). Üretilen yağ gülü çiçeklerinin yaklaşık %90’ı gül yağı, gül suyu, konkret ve absöüt üretmek için distilasyon veya ekstraksiyon işlemlerine tabi tutulmaktadır. 2018 yılında yaklaşık 1.5 ton gül yağı, 15 ton gül konkreti ve 2 ton gül absöütü üretildiği tahmin edilmektedir. Gül çiçeğinin damıtılması esnasında gül çiçeği miktarının yaklaşık 3 katı kadar su kullanılmakta ve damıtma sonunda su muhtevası yüksek olan gül posası oluşmaktadır. Daha önce yapılan bir araştırmada yaş gül çiçeği miktarının yaklaşık iki katı kadar posa, iki katı kadar da atıksu üretilmektedir (Tosun vd., 2002). Damıtma prosesi sonrası açığa çıkan posa miktarı, yaş ağırlık bazında gül çiçeği miktarının yaklaşık olarak iki katı olduğuna göre yılda yaklaşık 30 bin ton kadar posa deşarj edilmektedir. Ancak damıtma atık ürünü olarak elde edilen tonlarca gül posası ekonomik olarak değerlendirilmediği gibi çoğu zaman çevre kirliliğine de neden olmaktadır. Bu araştırmada gül posasının organik gübre veya kompost olarak değerlendirilebilme potansiyelini ortaya koymak için kuru gül posasının element içerikleri tespit edilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada kullanılan gül çiçeği posası 2016 yılının haziran ayında Gülbirlik Yakören Gülyağı Fabrikası’ndan (Isparta) temin edilmiştir. Ağırlığı belli yaş posa suyu iyice sıklıdktan sonra kurutma fırınında 70 °C’de sabit sıcaklığa gelene kadar kurutulmuştur (AOAC, 1999). Numune hazırlık işlemi EPA 3015 metoduna göre Milestone marka ETHOS ONE model mikrodalga numune hazırlık ünitesi kullanılarak 1 g numuneye 5 mL HNO₃ + 1 mL H₂O₂ ilave edilerek yaş yakma yöntemi ile yapılmıştır. Son hacim 25 mL’ye tamamlanmıştır. ICP OES ölçümleri EPA 6010 metoduna uygun olarak Perkin Elmer OPTIMA 5300 DV cihazı kullanılarak 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır: Plasma gaz akışı 15 L/dak., yardımcı gaz akışı 0.2 L/dak., nebulizer gaz akışı: 0.6 L/dak., güç: 1450 watt, torch kaset konumu: -3, pompa hızı: 1.5 ml/dak., entegrasyon süresi:

10 saniye (min)/20 saniye (max). Kuru ağırlıkları belirlenen gül posası örnekleri mikro değirmende öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Toplam azot miktarı makro Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir (Kacar, 1984).

3. Bulgular ve Tartışma

Kurutulmuş yağ gülü posasında tespit edilen elementler ve miktarları Çizelge 1’de gösterilmiştir. Araştırma sonucunda kuru gül posasında 16 farklı element tespit edilmiş; makro besin elementlerinden azot (%3.497), kalsiyum (%1.544), potasyum (%0.335), magnezyum (%0.258) ve fosfor (%0.251), mikro besin elementlerinden ise sodyum (%0.191), silisyum (%0.157), demir (0.466 mg/g), alüminyum (0.306 mg/g), mangan (0.130 mg/g), kalay (0.109 mg/g), çinko (0.045 mg/g), bakır (0.039 mg/g), bor (0.038 mg/g), nikel (0.003 mg/g) ve kurşun (0.001 mg/g) olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

Araştırmamızda suya doygun yaş gül posasının su muhtevasının ortalama %91.7 olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Tosun vd. (2002) tarafından yapılan bir araştırmada gül posanın su muhtevasının %90.5 olduğu belirlenmiştir. Aynı araştırmacılar, gül posasının organik madde muhtevasının %91.3 civarında olduğunu, boyutları incelendiğinde yaklaşık %47’si 14-28 mm arasında, %35’i 4.75-14 mm arasında ve %18’i de 4.75 mm’nin altında olduğunu, boyut azaltması veya düzeltilmesi yapmaya gerek olmadan, yüksek organik madde içeren posanın kompostlaştırma ile değerlendirilebileceği ifade etmişlerdir. Yaş gül posası kurutma fırınında sabit ağırlığa gelene kadar kurutulduğunda %8.3 oranında kuru posa elde edilmiştir. Yaş gül posası su dışında ayrıca selüloz, hemiselüloz, lignin, ekstraktifler ve inorganik maddeler (kül) içermektedir. Araştırmamızda kuru gül posasının azot (%3.497), kalsiyum (%1.544), potasyum (%0.335), magnezyum (%0.258) ve fosfor (%0.251) gibi temel bitki besin elementlerince zengin olması (Çizelge 1) gül posasının hem organik madde hem de besin elementlerince zengin organik gübre olarak değerini artırmaktadır. Makro besin elementleri, mikro elementlere göre bitkiler tarafından topraktan daha çok alınan elementlerdir. Bu nedenle mikro besin elementlerine iz elementleri de denilmektedir. Kuru gül posasında tespit edilen Fe, Mn, Zn ve Cu gibi elementler her ne kadar ağır metaller sınıfında yer alsalar da aynı zamanda bitkiler için gerekli olan mikro (iz) besin elementleridir (Kacar ve Katkat, 2010). Oysa alüminyum (Al) nikel (Ni), kurşun (Pb), arsenik (As), kalay (Sn), kadmiyum (Cd) ve civa (Hg) bitkiler için gerekli olmadığı gibi toprak kirliliğine ve toksisiteye neden olabilen ağır metallerdir (Çepel, 1997; Fageria, 2009; Okcu, 2009). Gül posasında Al (0.306 mg/g), Sn (0.109 mg/g), Ni (0.003 mg/g) ve Pb (0.001 mg/g) gibi bitki besin elementleri arasında yer almayan ağır metallerin de bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). 23 Şubat 2018 tarih ve 30341 sayılı “Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik” kapsamında ağır metal üst sınır değerleri Sn için 10 ppm (0.01 mg/g), Ni için 120 ppm (0.12 mg/g) ve Pb için 150 ppm (0.15 mg/g) olarak açıklanmıştır.

Çizelge 1. Kurutulmuş yağ gülü posasında tespit edilen elementler ve miktarları
Table 1. Elements and their quantities in the dried residue of oil-bearing rose

Element	Kısaltma (Abbreviation)	Miktar (Quantity)	Standart Sapma (Standard deviation)
Azot	N	%3.497	0.104
Kalsiyum	Ca	%1.544	0.093
Potasyum	K	%0.335	0.015
Magnezyum	Mg	%0.258	0.043
Fosfor	P	%0.251	0.071
Sodyum	Na	%0.191	0.010
Silisyum	Si	%0.157	0.034
Demir	Fe	0.466 mg/g	0.006
Alüminyum	Al	0.306 mg/g	0.005
Mangan	Mn	0.130 mg/g	0.001
Kalay	Sn	0.109 mg/g	0.001
Çinko	Zn	0.045 mg/g	0.001
Bakır	Cu	0.039 mg/g	0.001
Bor	B	0.038 mg/g	0.001
Nikel	Ni	0.003 mg/g	0.000
Kurşun	Pb	0.001 mg/g	0.000

Bu üst sınır değerleri dikkate alındığında sadece Sn, Ni ve Pb elementleri için değil yönetmelikte adı geçen diğer ağır metallere (Cd, Cu, Zn, Hg ve Cr gibi) için de kuru gül posasında tespit edilen ağır metal miktarları sınır değerlerinin altında kalmaktadır (Çizelge 1). Bu yönüyle gül posası organik gübre olarak kullanıldığında insan ve çevre sağlığı için bilinen bir risk faktörü taşımamaktadır.

Bitki besin maddeleri, bitkinin yaşamını devam ettirebilmesi için olması gereken, diğer elementler tarafından yeri doldurulamayan ve doğrudan bitki metabolizması için gerekli olan elementlerdir. Bitkiler en azından 90 farklı elementi havadan, sudan ve topraktan absorbe etmektedir. Kacar ve Katkat (2010), bütün bitkilerde büyüme ve gelişme için organik maddede bulunan üçü temel (C, H ve O), altısı makro (N, P, S, K, Ca ve Mg) ve yedisi mikro (B, Cl, Mo, Cu, Fe, Mn, Zn) olmak üzere on altı besin elementi bulunduğunu, bunlar dışında ayrıca bazı bitkiler için mutlak gerekli iken, bazı bitkiler için gerekli olmayan altı kadar (Al, Co, Na, Ni, Si ve V) daha mikro besin elementi olduğunu bildirmişlerdir. Bu bakımdan değerlendirildiğinde Çizelge 1'de verilen kuru gül posasındaki elementlerin tamamının bitki beslenmesi için gerekli olduğu anlaşılmaktadır. Oysa daha önce tartışıldığı üzere mikro besin elementlerinden bazıları ağır metal olarak kabul edilmekte ve bitki besin elementi olarak değer görmemektedir. Bununla birlikte, örneğin Ni elementinin baklagil türü bitkilerde azot metabolizması ve fiksasyonu için faydalı ve önemli bir element olduğu bildirilmiştir (Gerendas vd., 1999). Yine, asit topraklara adapte olmuş çay gibi bitki türlerinin büyümesi üzerine Al elementinin yararlı etkisi olduğu rapor edilmiştir (Hajiboland vd., 2013). Bu değerlendirmeler ışığında, Al ve Ni elementleri bakımından zengin olan gül posasının baklagil ve çay gibi bu elementlere ihtiyaç duyan bitki türlerinde verimlilik ve kaliteyi artırmada organik gübre olarak değerlendirilebileceği ifade edilebilir.

Yalçın vd. (1992), Isparta yöresinde yağ gülü yetiştiriciliği yapılan toprakların çoğunlukla kumlu-tınlı veya tınlı

tekstürlü, alkali (pH'sı 6.1-8.5) tepkimeli ve tuzsuz (0.08-0.42 mmhos/cm) olduğunu, Küçükçumuk ve Erdal (2008) ise Isparta yöresindeki yağ gülü bahçelerinin tamamında organik madde (%1.3-1.8), N (%0.04-0.22), Mg (136-146 ppm) ve Mn (1-3 ppm) eksikliği olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırma sonuçlarına dayanılarak yağ gülü topraklarının en önemli yetiştiricilik sorununun organik madde, azot, magnezyum ve mangan bakımından fakir olmasıdır. Gül posasının hem organik madde (%90) hem de N (%3.497), Mg (%0.258) ve Mn (0.130 mg/g) bakımından zengin olması yağ gülü toprakları için çok uygun bir organik gübre kaynağı olabileceğini göstermektedir. Erdal ve Aydemir (2003) artan dozlarda uygulanan gül posasının toprağın P içeriğinde ve buğday tarafından kaldırılan P miktarında önemli artışlara neden olduğunu bildirmişlerdir.

Göller yöresinde yağ gülü yetiştirilen toprakların organik maddesi olması gerekenden çok daha düşük olmasına rağmen organik gübre kullanımı yaygın değildir. Oysa yağ gülü üreticileri hayvan (ahır, çiftlik) gübresi kullanıldığında yağ gülü veriminin önemli miktarlarda artış gösterdiğini ifade etmektedirler. Ahır gübrelere genel olarak %0.5-1 oranında azot (N), %0.1-0.2 oranında fosfor (P₂O₅) ve %0.5-0.6 oranında potas (K₂O) içermektedir (Soyergin, 2003). Bu yönüyle gül posası ahır gübresi ile karşılaştırıldığında azot ve kısmen fosfor bakımından daha zengin, potas bakımından biraz fakirdir. Ancak gül posasının ham olarak tarım topraklarına katılması bazı kültür bitkilerinin tohumlarında çimlenme ve çıkış sorunları yaratabileceği, bu nedenle kompostlaştırılarak uygulamasının daha faydalı olacağı düşünülmektedir (Erdal ve Aydemir, 2003). Gül posasının kompostlaştırılmasında, en yüksek ayrışmanın olduğu en ideal C/N oranının ise 0.0319 gün⁻¹ değeri ile 1/30 olduğu tespit edilmiştir (Onursal, 2006).

Kompostlaştırılmış organik gübreler besin elementlerince daha da zenginleştiği gibi yararlılığı da artmaktadır. Aktan ve Sağdıç (2004), gül posasının broiler (etlik piliç)

üretiminde alternatif bir altlık materyali olarak kullanılmasıyla, altlıkta yer alan hastalık yapıcı mikroorganizmaların miktarını düşürdüğünü, etrafa yayılan gül kokusu ile de işgücü açısından daha az rahatsız edici bir ortamın oluşmasına yardımcı olduğunu belirlemişlerdir. Tosun vd. (2003) kuru gül posasından aneorobik koşullarda elde edilen biyogazın ortalama %72'sinin metan gazı olduğunu ve 1 ton kuru gül posasından 330 m³ metan gazı üretilebileceğini açıklamışlardır. Ayrıca gül posasından ve posa suyundan antioksidan ve antibiyotik olarak faydalanılabileceği (Özkan vd., 2004; Göktürk Baydar ve Baydar, 2013; Baydar ve Göktürk Baydar, 2017), gül posasının doğal boya kaynağı olarak değerlendirilebileceği (Oktav Bulut vd., 2013) tespit edilmiştir.

4. Sonuç

Gül yağı fabrikalarında her yıl 20 bin tonun üzerinde gül posası üretilmekle birlikte, bundan ekonomik olarak faydalanılmamaktadır. Üstelik 20'den fazla gül yağı fabrikasının atık ürünü olan gül posası ve atık suyu önemli çevre sorunlarına neden olmaktadır. Yağ gülünün damıtma atığı olan posanın element içeriğinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu araştırmada, organik madde ve besin elementleri bakımından fakir olan başta yağ gülü olmak üzere diğer tarım ürünleri yetiştiriciliği yapılan topraklar için yaklaşık %3.5 oranında azot, %0.3 oranlarında fosfor, potasyum ve magnezyum ile 0.5 mg/g demir, 0.13 mg/g mangan ve 0.05 mg/g çinko içeren, %90'dan fazlası organik madde olan gül posasının oldukça kaliteli ve ekonomik bir organik gübre kaynağı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca gül posasında bulunan Sn, Ni ve Pb gibi ağır metallerin miktarlarının kabul edilebilir üst sınır değerlerinin altında kaldığı, organik gübre olarak kullanıldığında insan ve çevre sağlığı için bir risk taşımadığı anlaşılmıştır.

5. Kaynaklar

Aktan, S. and Sağdıç, O. (2004). Dried rose (*Rosa damascena* Mill.) dreg: An alternative litter material in broiler production, *South African Journal of Animal Science*, 34(2), 75-79.

AOAC, (1999). Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed., 5th rev. Method 930, 15, The Association, Gaithersburg.

Başer, K.H., Kürkçüoğlu, M. ve Konur, O.Z. (1990). Türk gül yağının üretimi ve özellikleri. *Anadolu Üniversitesi TBAM Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bülteni* (Gül Özel Sayısı), 4, 13-15.

Baydar, H. (2019). Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (7. Baskı). Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No: 2328, Ankara.

Baydar, H. ve Göktürk Baydar, N. (2017). Yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.)'nde distilasyon ürünlerinin uçucu yağ ve fenolik madde içerikleri ile antiradikal ve antioksidan aktiviteleri. *Journal of Agricultural Science*, 23, 1-9.

Çepel, N. (1997). Toprak kirliliği erozyon ve çevreye verdiği zararlar. *TEMA Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları* No:14, İstanbul.

Erdal, İ. ve Aydemir, O. (2003). Gül posasının doğrudan ve zenginleştirilmiş formunun tarımda kullanılabilme olanakları, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 20-26.

Fageria, N.K. (2009). The use of nutrients in crop plants. CRC Pres, Boca Raton, Florida, New York.

Gerendas, J., Polacco, J.C., Freyermuth, S.K. and Sattelmacher, B. (1999). Significance of nickel for plant growth and metabolism. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 162(3), 241-256.

Göktürk Baydar, N. and 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.

Hajiboland, R., Bahrami Rad, S., Barceló, J. and Poschenrieder, C. (2013). Mechanisms of aluminum induced growth stimulation in tea (*Camellia sinensis*). *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 176(4), 616-625.

Kacar, B. (1984). Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 899, Ders Kitabı: 250, Ankara.

Kacar, B. ve Katkat, V. (2010). Bitki Besleme. 5. Baskı, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.

Küçükçumuk, Z. ve Erdal, E. (2008). *Isparta Yöresi Gül Bahçelerinin Verimlilik Durumlarının Değerlendirilmesi*. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi. 8-10 Ekim 2008, Konya, s: 554-562.

Lawrence, B.M. (1991). Progress in essential oils: Rose oil and extracts, *Perfumer & Flavorist*, 16, 43-77.

Okcu, M., Tozlu, E., Kumlay, A.M. ve Pehlivan, M. (2009). Ağır metallerin bitkiler üzerine etkileri. *Alinteri* 17, 14-26.

Oktav Bulut, M., Baydar, H. and Akar, E. (2013). Ecofriendly natural dyeing of woollen yarn using mordants with enzymatic pretreatments. *Journal of The Textile Institute*, 105 (5), 559-568.

Onursal, E. (2006). *Gül İşleme Atıklarının Kompostlaştırılmasında Optimum C/N Oranlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Bölümü Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

Özkan, G., Sağdıç, O., Baydar, N.G. ve Baydar, H. (2004). Antioxidant and antibacterial activities of *Rosa damascena* flower extracts. *Food Science and Technology*, 10(4), 277-281.

Soyergin, S. (2003). Organik tarımda toprak verimliliğinin korunması, gübreler ve organik toprak iyileştiricileri. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova.

Tosun, İ., Gönüllü, M.T. ve Arslankaya, E. (2002). *Gülyağı Sanayi Proses Atıkları Özelliklerinin Belirlenmesi*. I. Ulusal Çevre Sorunları Sempozyumu, Atatürk Üniversitesi, 16-18 Ekim 2002, Erzurum. s: 864-873.

Tosun, İ., Günay, A. ve Gönüllü, M.T. (2003). Gül posasından biyogaz üretimi ve çevresel önemi. *Katı Atık ve Çevre*, 52, 1-18.

TÜİK (2019). *Tarımsal Ürünler İstatistiği, İstatistiklerle Türkiye*. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.

Yalçın, R., Usta, S., Yüksel, M. ve Topçuoğlu, B. (1992). *Gül Tarımı Yapılan Isparta Yöresi Topraklarının Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma*. TUBİTAK TOVAG, GÜLAR 2 Nolu Proje, Ankara.