

## Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) Bitkisinin Uçucu Yağ Oranı, Uçucu Yağ Bileşenleri ve Antioksidan İçeriğinde Morfogenetik ve Ontogenetik Varyabilite

Şammas BAŞKAYA<sup>1</sup> Filiz AYANOĞLU<sup>2</sup> Nadire Pelin BAHADIRLI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 31000, Hatay

<sup>2</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., 31000, Hatay

### Özet

Bu çalışma, biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinde morfogenetik ve ontogenetik varyabilitenin uçucu yağ ve antioksidan içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Denemede bitkinin herba, yaprak, sap ve çiçek örnekleri üç farklı dönemde (sonbahar, çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme) hasat edilmişlerdir.

Denemede en yüksek uçucu yağ oranı sonbahar döneminde alınan yaprak örneklerinde %0,78 olarak belirlenmiştir. Bu oranı %0,58 ile çiçeklenme başlangıcı ve %0,49 ile tam çiçeklenme dönemi yaprak uçucu yağ oranları izlemiştir. Uçucu yağın temel bileşenleri genel olarak borneol, eucalyptol (1,8 cineole) ve camphor olarak bulunmuştur. En yüksek borneol oranı %23,52 ile tam çiçeklenme döneminde çiçeklerden elde edilen hasadından elde uçucu yağda bulunurken, bunu %20,91 ile tam çiçeklenme dönemi ve %20,45 ile sonbahar dönemi herba uçucu yağları izlemiştir. En yüksek antioksidan içeriği 25,29 mmol.Fe<sup>+2</sup>/kg ile sonbahar döneminde hasat edilen bitkilerin yapraklarından elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Biberiye, *Rosmarinus officinalis* L., Morfogenetik, Ontogenetik, Antioksidan

### Morfogenetic and Ontogenetic Variability on Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Essential Oil Ratio, Essential Oil Components and Antioxidant Capacity

#### Abstract

This study was conducted to determine morphogenetic and ontogenetic variability on Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) plant essential oils and antioxidant capacity. In the experiment plant herb, leaf, stem and flower samples at three different periods (autumn, beginning of flowering and full flowering) were harvested.

The highest essential oil ratio was determined as 0.78% in the autumn leaf samples and before flowering period with 0.58% and 0.49% the full flowering period respectively. Borneol, eucalyptol (1.8 cineole) and camphor were found to be the main components of rosemary essential oil. The highest ratio of Borneol (23,52%) was obtained from flowers at full flowering harvesting period, followed by herbs essential oils of full flowering (20.91%) and the autumn harvesting period (20,45%). The highest antioxidant activity (25,29 mmol.Fe<sup>+2</sup>/kg) was obtained from the leaves of the plants harvested in autumn.

**Key words:** Rosemary, *Rosmarinus officinalis* L., Morfogenetic, Ontogenetic, Antioxidant

#### Giriş

Türkçe kuşdili, hasalbal ve akpüren gibi farklı isimlerle anılan biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) Lamiaceae familyasından önemli bir tıbbi ve aromatik bitkidir (Begum ve ark., 2013). Biberiye bitkisi 50-100 cm yükseklikte,

çalı görünüşte, her dem yeşil, çiçekleri soluk mavi renkli çok yıllık bir bitkidir (Baytop, 1984). Yabani olarak Akdeniz ikliminin hakim olduğu yerlerde yetişebilen biberiye (Ceylan, 1987) tıbbi, aromatik ve süs bitkisi olarak

Dünya’da geniş kullanım alanına sahiptir. Fransa ve İspanya’da yetiştiriciliği yapılan biberiyenin ülkemizde çok büyük bir miktarı doğadan toplanmaktadır. Türkiye’de en çok güney ve batı kıyı şeridinde yetişen biberiye odun dışı orman ürünleri kategorisinde yer almaktadır. 2014 yılı verilerine göre 172 ton üretime sahipken 2013 yılında 758 ton ihraç edilmiştir (Kırıcı, 2015; Aslan ve ark., 2015). Ayrıca biberiyenin Avrupa ve Amerika’da antioksidan olarak kullanıma sunulan tek ticari bitki (Bozin ve ark., 2007) olması ülkemizde yetiştiriciliğinin yapılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Biberiye bitkisinin sekonder metabolitlerinin etkileri üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda biberiyenin antikanser (Bai ve ark., 2010; Valdes ve ark., 2012; Sanchez-Camargo ve ark., 2014), insektisit, antimikrobiyal (Hussain ve ark., 2010; Jordan ve ark., 2013; Angioni ve ark., 2004; Yosr ve ark., 2010; Jiang ve ark., 2011) ve antioksidan (Hussain ve ark. 2010; Yosr, ve ark., 2010) etkileri olduğu belirtilmiştir. Uçucu yağların sahip olduğu biyolojik etki uçucu yağın tamamının etkisi olabildiği gibi tek bir etken madde ile artıp azalabilir (Jordan ve ark., 2013). Yapılan birçok çalışmadan görüldüğü üzere biberiye uçucu yağ miktar ve bileşenleri çok büyük farklılıklar göstermektedir (Gül Baba ve ark., 2002; Pintero ve ark., 2002; Angioni ve ark., 2004; Zu ve ark., 2008; Yosr ve ark., 2012; Gurbuz ve ark., 2015). Bu farklılıkların uçucu yağ miktar ve bileşeninin çevre ve agronomik koşullar, hasat zamanı, depo süresi, bitkinin yaşı, hasat edilen organ ve bitkinin bulunduğu gelişim dönemi gibi birçok faktörden etkilendiği bilinmektedir (Usai ve ark., 2011; Singh ve Guleria, 2012; Yosr ve ark., 2012; Gurbuz ve ark., 2015). Bu yüzden bitkinin uçucu yağ bileşenlerini sınırlandıran faktörler belirlenmeli ve belirlenen standartlara göre çalışmalar ve yetiştiricilik yapılmalıdır.

Yapılan çalışmalarla birlikte sentetik antioksidanların insan sağlığı açısından toksik etkileri olabileceği belirlenmiş ve bunun sonucu olarak bitkisel antioksidanlara olan talep artmıştır (Malayoğlu, 2010; Gülçin, 2010). Bu durum yeni antioksidan bitkilerin

ve bilinen antioksidan içeriği yüksek bitkilerin kalite faktörlerinin araştırılması çalışmalarına önem kazandırmıştır. Biberiye bitkisinin antioksidan içeriğinin belirlenmesi amacıyla birçok çalışma yürütülmüştür (Erkan, 2008; Wojdylo, 2007; Yosr, 2010; Yosr, 2012; Gurbuz, 2015). Ancak bitkiden standart bir antioksidan elde edilmesi için gereken uygun koşullar ve genotipler yeterli düzeyde ortaya konamamıştır.

Çalışmamızda Hatay yöresinde yetişen biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinde uçucu yağ miktarı, bileşenleri ve antioksidan içeriğinin morfojenetik ve ontogenetik varyabilitesi belirlenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Çalışmada Mustafa Kemal Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanlarında yetiştirilen biberiye bitkileri deneme materyali olarak kullanılmıştır. Denemede üç farklı dönemde; sonbahar dönemi (Kasım 2012), çiçeklenme başlangıcı dönemi (Mart 2013) ve tam çiçeklenme dönemlerinde (Nisan 2013) bitkilerden herba, yaprak, sap ve çiçek hasat edilmiştir. Deneme materyalinin yetiştiği arazide yapılan toprak analizlerine göre deneme alanı organik maddece zengin, pH’sı 8,41 ve kireç oranı %6,22 olarak tespit edilmiştir.

### Yöntem

Üç farklı dönemde hasat edilen bitki örneklerinde kuru ağırlık, uçucu yağ miktarı, uçucu yağ bileşenleri ve antioksidan içeriği belirleme analizleri yapılmıştır. Araziden hasat edilen bitkiler 30 °C’ de kurutulmuştur. Denemede elde edilen veriler tesadüf parselleri deneme desenine göre MSTAT-C istatistik programında varyans analiz testine tabi tutulmuş ve çoklu karşılaştırmalarda LSD testi kullanılmıştır.

### Kuru ağırlık

Her bitki tekerrüründen alınan 1000 g yaş yaprağın 35 °C’ de kurutma dolabında kurutulmuş ve tartılmasıyla elde edilmiştir.

### Uçucu Yağ Oranları

Uçucu yağ oranları bitkilerden alınan 100'er g kuru bitki numunelerinde su buharı distilasyonu yöntemi ile Clevenger cihazında % olarak tespit edilmiştir (ml/100g).

### Antioksidan analizleri

Bitki yaprak örnekleri analiz için Becarro ve ark., (2006)'nın belirlediği yöntemle göre izole edilmiş ve toplam antioksidan içeriği FRAP (Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü) yöntemine göre (Pellegrini ve ark., 2003) belirlenmiştir.

### Uçucu yağ bileşenleri

Uçucu yağ bileşenleri Thermo-Scientific GC/MS cihazı ile (0,25 mm iç çapx60, film kalınlığı 0,25 µm) ZB-5 kapiler kolon kullanılarak yapılmıştır. 40 °C' den başlayarak dakikada 3 °C artarak 260°C'ye çıkan sıcaklık programı uygulanmış enjeksiyon sıcaklığı 200 °C' ye ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak akış hızı 1 ml/dak. olan helyum (He) kullanılarak her bileşen, kütle Spektrumlarının Wiley kütüphanesinden karşılaştırması ile, tanımlanmıştır. Bileşen miktarı pik alanlarının göreceli bloklarının toplam pik alanına oranlanması yolu ile bulunmuştur.

## **Bulgular ve Tartışma**

### *Kuru ağırlık*

Farklı hasat dönemlerinin farklı bitki kısımlarında kuru ağırlık oranları üzerine etkisini belirlemek üzere yapılan varyans analizi sonuçlarına göre hasat dönemi ve bitki kısımlarının kuru ağırlık oranı üzerine ana etkileri istatistikî yönden önemli ( $P \leq 0.01$ ) bulunurken, hasat dönemi ile bitki kısımlarının ikili interaksyonu istatistikî yönden önemsiz bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre (Çizelge 1) kuru ağırlık oranları %39,67 ile %63,22 arasında değişmiştir. Hasat dönemleri açısından en yüksek değer %63,22 ile tam çiçeklenme döneminde bitkinin saplarından elde edilirken en düşük değer sonbahar döneminde yapraklardan % 39,67 elde edilmiştir. Kuru ağırlıkla ilgili bulunan değerler Kırıcı ve Çetin (1997) ve Özgüven (1995)'in yapmış olduğu çalışmalarda bulunan sonuçlar ile uyuşmaktadır. Ancak yapılan farklı çalışmalara göre bulduğumuz değerler

farklılık göstermiştir (İlisulu, 1992; Önal 1992; Çetin, 1996; Kırpık, 1998; Gülbaba ve ark. 2002).

### *Uçucu yağ oranları (%)*

Elde edilen uçucu yağ oranları üzerine morfogenetik ve ontogenetik varyabilitenin etkisini belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Yapılan varyans analizine göre hasat dönemi ve bitki kısımlarının uçucu yağ oranı üzerine ana etkisi ve hasat dönemi x bitki kısımlarının ikili interaksyonu istatistikî yönden önemli ( $P \leq 0.01$ ) bulunmuştur. Uçucu yağ oranları %0,78 ile %0,10 arasında değişmiştir (Çizelge 2). Bitkilerin sap kısmından sadece sonbahar döneminde yapılan hasatta uçucu yağ elde edilebilmiştir. En yüksek uçucu yağ bitkinin yapraklarından (%0,78) elde edilmiştir. Bu çalışmada bulunan uçucu yağ değerleri yapılan bazı çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Çetin, 1996; Kırıcı ve Çetin, 1997; Kırpık, 1998; Cekarini ve ark, 2002; Kırıcı ve İnan, 2002; Yosr ve ark, 2012).

### *Antioksidan içeriği*

Farklı hasat dönemlerinin farklı bitki kısımlarında toplam antioksidan içeriği üzerine etkisini belirlemek üzere elde edilen verilerle yapılan varyans analizi sonuçlarına göre bitki kısımları toplam antioksidan içeriği ana etkisi istatistikî yönden önemli bulunurken, hasat dönemi ve hasat dönemi ile bitki kısımlarının ikili interaksyonu istatistikî yönden önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2).

Elde edilen sonuçlara göre toplam antioksidan içeriği 23,72 (mmol. Fe<sup>+2</sup>/kg) ile 25,29 (mmol. Fe<sup>+2</sup>/kg) arasında değişmiştir. Hasat dönemleri açısından en yüksek değerler sonbahar döneminde yapılan yaprak örneklerinden elde edilmiştir. Biberiye bitkisinde toplam antioksidan içeriği ile ilgili çalışmalar genellikle farklı yöntemler ve farklı bitkilerle kıyaslanarak yapılmıştır (Yeşil Çelikleş ve ark., 2007; Bozin ve ark., 2007; Erkan ve ark., 2008; Wojdylo ve ark., 2007; Yosr ve ark., 2010; Yosr ve ark., 2012; Gurbuz ve ark., 2015). Tewari ve Virmani (1987)ve Ayrancı ve ark. (2008); biberiyenin sentetik antioksidanlarla kıyaslanan doğal bir antioksidan olduğunu belirtmektedir.

Çizelge 1. Farklı dönemlerde hasat edilen biberiye kuru ağırlık oranları (%)  
Table 1. Dry weight of Rosemary from different harvesting time

Dönem	Kuru Ağırlık (%)			
	Yaprak	Sap	Herba	Dönem Ortalaması
Sonbahar	39,67	61,50	42,55	<b>47,91 b</b>
Çiçeklenme Başlangıcı	40,67	62,33	44,89	<b>49,30 ab</b>
Tam Çiçeklenme	41,22	63,22	46,33	<b>50,26 a</b>
Ortalama	<b>40,52 c</b>	<b>62,35 a</b>	<b>44,59 b</b>	

P≤0.01 Seviyesinde Önemli

\*Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasındaki fark, EGF'ye göre belirlenmiştir.

Çizelge 2. Biberiye uçucu yağ oranları (%) ve antioksidan içeriği (mmol.Fe+2/kg)  
Table 2. Rosemary essential oil ratio (%) and antioxidant activity (mmol.Fe+2/kg)

Dönem	Uçucu yağ oranları (%)				Antioksidan içeriği (mmol.Fe+2/kg)			
	Yaprak	Sap	Herba	Dönem Ort.	Yaprak	Sap	Herba	Dönem Ort.
Sonbahar	0,78	0,10	0,46	0,45 a	25,29	23,81	24,50	<b>24,45</b>
Çiçeklenme Başlangıcı	0,58	0,00	0,44	0,34 b	25,24	23,72	24,40	<b>24,45</b>
Tam Çiçeklenme	0,49	0,00	0,22	0,24 c	25,04	23,92	24,60	<b>24,51</b>
Ortalama	<b>0,62 a</b>	<b>0,03 c</b>	<b>0,37 b</b>		<b>25,19 a</b>	<b>23,81 c</b>	<b>24,49 b</b>	

P≤0.01 Seviyesinde Önemli

\*Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasındaki fark, EGF'ye göre belirlenmiştir.

Yosr ve ark. (2012) na göre FRAP methoduyla en yüksek antioksidan içeriği vejetatif dönemde hasat edilen yaprak örneklerinden (48,0 mM Fe<sup>+2</sup>/g DW) elde edilmiştir. Yosr ve ark., 2010 tarafından yapılan bir başka çalışmada 2 farklı biberiye varyetesinin antioksidan içeriği uçucu yağ kullanılarak belirlenmiştir. Çalışmada 3 farklı yöntem kullanılmıştır (DDPH, FRAP ve B-carotene), FRAP metoduyla elde edilen sonuçlara göre var. typicum'un antioksidan içeriği 18,87 mmol/L, var. troglodytorum'un ise 21,77

mmol/L olarak tespit edilmiştir. Aynı araştırmacı tarafından yapılan bu çalışmalarda elde edilen sonuçların varyeteler arasında dahi büyük farklılıklar gösterdiği gözlenmiştir. Bu durumun sebebi olarak genetik ve çevresel (iklim, toprak, lokasyon, sıcaklık, böcek etkisi vb.) faktörlerin önemli bir rol oynadığı söylenebilir. Wojdylo ve ark. (2007) 3 farklı yöntem (DPPH, FRAP ve ABTS) kullanılarak yapılan antioksidan belirleme çalışmasında FRAP metoduna göre biberiyenin antioksidan içeriği 662 um

trolox/100 g olarak tespit edilmiştir. Çalışmadan elde ettiğimiz değerlerin Wodjlyo ve ark.(2007); Yosr ve ark.(2010) ile benzerlikler gösterdiği söylenebilir. Yapılan bazı çalışmalarda (Baratta ve ark., 1998; Moghtader ve Afzali, 2009; Mkaddem ve ark., 2010; Mukazayire ve ark., 2011) uçucu yağ temel bileşenin antioksidan içeriği üzerine etkisi olabileceği belirtilmiş ve bu bağlantı araştırılmıştır. Chizzola ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada thymol ve karvakrol içeriği yüksek olan *Thymus vulgaris* genotiplerinin antioksidan içeriğini daha yüksek bulmuştur. Çalışmamızda en yüksek borneol tam çiçeklenme döneminde herba hasadından elde edilirken en yüksek antioksidan içeriği sonbahar dönemi yaprak hasadından elde edilmiştir. Uçucu yağ bileşenin antioksidan içeriğine etkisi gözlenmemiştir. Bununla ilgili daha detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

#### Uçucu Yağ Bileşenleri

Tüm hasat dönemlerinin farklı bitki kısımlarında uçucu yağ etken maddesi üzerine etkisini belirlemek üzere yaptığımız analizler sonucunda temel bileşen olarak tüm dönemlerde ve bitki kısımlarında Borneol, Camphor ve Eucalyptol (1,8 Cineole) bulunmuştur. Elde edilen veriler Çizelge 3-4-5'de verilmiştir. Farklı araştırmacılar

tarafından yapılan çalışmalarda oranları farklı olsa da genel olarak temel bileşenler 1,8 cineole, camphor,  $\alpha$ -pinene, borneol, linalool olarak elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu bulunmuştur (Kırpık, 1998; Elamrani ve ark., 2000; Yeşil Çeliktaş ve ark., 2007; Sönmez, 2008; Zu ve ark., 2008; Wang ve ark., 2012; Yosr ve ark. 2012, Gurbuz ve ark., 2015). En yüksek borneol oranı tam çiçeklenme döneminde hasat edilen çiçeklerin uçucu yağında bulunurken (%23,52), en düşük miktar %12,69 ile çiçeklenme başlangıcı herba hasadından elde edilmiştir. Biberiye çiçeklerinden uçucu yağ elde edilip bileşenlerinin belirlendiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Genel olarak camphor oranı %9,54 - 18,65 arasında en düşük sonbahar sap hasadından en yüksek ise yine sonbahar dönemi hasat edilen bitkinin yapraklarından elde edilmiştir. Eucalyptol oranının %7,9 - 33,70 arasında değiştiği belirlenirken en düşük tam çiçeklenme döneminde çiçekten ve en yüksek sonbahar dönemi hasat edilen sap örneklerinden tespit edilmiştir. Bileşenlerin ve oranlarının yapılan çalışmalarla değişmesinin sebebini bitkinin kullanılan kısmı, ekotip farklılığı, bitkinin yaşı, hasat zamanı ve uçucu yağın elde edilme yöntemi gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 3. Biberiye uçucu yağ Borneol oranı

Table 3. Borneol content of Rosemary essential oil

Borneol (CAS=10385-78-1)	Yaprak		Herba		Sap		Çiçek	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Sonbahar	25.50	18,96	25.44	20,45	25.50	5,79	-	-
Çiçeklenme Başlangıcı	25.51	18,75	25.49	12,69	-	-	-	-
Tam Çiçeklenme	25.48	19,51	25.50	20,9	-	-	25.52	23,52

P $\leq$ 0.01 Seviyesinde Önemli

\*Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasındaki fark, EGF'ye göre belirlenmiştir.

Çizelge 4. Biberiye uçucu yağ Camphor oranı

Table 4. Camphor content of Rosemary essential oil

Camphor (CAS=76-22-2)	Yaprak		Herba		Sap		Çiçek	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Sonbahar	18.50	18,65	18.41	17,93	18.49	9,54	-	-
Çiçeklenme Başlangıcı	18.50	15,33	18.48	15,82	-	-	-	-
Tam Çiçeklenme	18.46	18,05	18.50	16,70	-	-	18.51	10,63

P≤0.01 Seviyesinde Önemli

\*Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasındaki fark, EGF'ye göre belirlenmiştir.

Çizelge 5. Biberiye uçucu yağ Eucalyptol oranı

Table 5. Eucalyptol content of Rosemary essential oil

Eucalyptol (CAS=470-82-6)	Yaprak		Herba		Sap		Çiçek	
	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Sonbahar	7.74	16,13	7.64	14,36	7.74	33,70	-	-
Çiçeklenme Başlangıcı	7.75	13,83	7.73	12,69	-	-	-	-
Tam Çiçeklenme	7.72	15,05	7.74	11,50	-	-	7.76	7,9

P≤0.01 Seviyesinde Önemli

\*Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasındaki fark, EGF'ye göre belirlenmiştir.

Sonuç olarak; çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda biberiye bitkisinde kuru herba tarımı yapılacaksa hasat için çiçeklenme döneminin en uygun dönem olduğu ve bitki kısmı olarak da sap veriminin yüksek olduğu bulunmuştur. Biberiye uçucu yağ için ise sonbahar dönemi önerilirken bitkinin yaprak kısmı uçucu yağ için en verimli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca toplam antioksidan içeriği bakımından hasat dönemleri arasında fark bulunmazken bitki kısmı olarak yapraklarda antioksidan içeriğinin yüksek olduğu bulunmuştur. Biberiye üzerine yapılan çalışmalardan kuru madde miktarı, uçucu yağ oranları, uçucu yağ bileşeni ve toplam antioksidan aktivitesi gibi özellikler üzerinde bitkinin kullanılan kısmı, hasat zamanı, bitkinin ekotipi, bitkinin yaşı, uçucu yağ elde edilme yöntemi gibi

parametreler önemli bulunmuştur. Konuyla ilgili yapılacak benzer çalışmalarda ilgili parametrelerin dikkate alınması, elde edilecek sonuçlar açısından fayda sağlayacaktır.

### Teşekkür

Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

### Kaynaklar

Angioni A, Barra A, Cereti E, Barile D, Coisson JD, Arlorio M, Dessi S, Coroneo V, Cabras P, 2004. Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of the essential of *Rosmarinus officinalis* L., Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52: 3530-3535.

- Aslan N, Baydar H, Kızıl S, Karık Ü, Şekeroğlu N ve Gümüştü A 2015. Tıbbi aromatik bitkiler üretiminde değişimler ve yeni arayışlar. VII, Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kong. Syf: 483-507.
- Ayrancı E, Erkan N, Ayrancı G, 2008. Antioxidant activities of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. Food Chemistry, 110: 76–82.
- Bai N, He K, Roller M, Lai CS, Shao X, Pan MH, 2010. Flavonoids and phenolic compounds from *Rosmarinus officinalis* L. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58: 5363–5367.
- Baratta MT, Dorman HJD, Deans SG, Figueiredo AC, Barroso JG, Ruberto G, 1998. Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils. Flavour and Fragrance Journal, 13: 235-244.
- Malayoğlu H, 2010. Biberiyenin (*Rosmarinus officinalis* L.) antioksidan etkisi. Hayvansal Üretim, 51(2): 59-67.
- Baytop T, 1984. Türkiye’de bitkilerle tedavi. İstanbul Üniversitesi Yayın No:3255, Ecz. Fak. Yayın No:40, İstanbul.
- Beccaro G, Mellano MG, Botta R, Chiabrando V and Bounous G, 2006. Phenolic and anthocyanin content and antioxidant activity in fruits of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and highbush blueberry (*V. corymbosum* L.) cultivars in North western Italy. Acta Hort., 715: 553-558.
- Begum A, Sandhya S, Syed Shaff ath A, Vinod KR, Swapna R, Banji D, 2013. An in-depth review on the medicinal flora *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae). Acta Sci.Pol. Technol. Aliment., 12 (1): 61-74.
- Bozin B, Mimica-Dukic N, Samojlik I and Jovin E, 2007. Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L, Lamiaceae) essential oils. J. Agric. Food Chem., 55:7879-7885.
- Ceccarini L, Flamini G, Cioni PL, Morelli I, Macchia M, 2002. Main agronomic-productive characteristics of two ecotypes of *Rosmarinus officinalis* L. and chemical composition of their essential oils. J. Agric. Food Chem., 2002, 50, 3512-3517.
- Ceylan A, 1987. Tıbbi bitkiler II. Ege Üniversitesi Yayın No:481.
- Çetin Ş, 1996. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)’de farklı biçim yüksekliklerinin verim ve verim komponentlerine etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Elamrani A, Zrira S, Benjilali B, 2000. A study of Moroccan rosemary oils. Journal of Essential Oil Research, 12, 487–495.
- Erkan N, Ayrancı G, Ayrancı E, 2008. Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. Food Chemistry, 110: 76–82.
- Gurbuz B, Bagdat RB, Uyanik M and Rezaeieh KAP, 2015. Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) cultivation studies under Ankara ecological conditions. Industrial Crops and Products, Article in press.
- Gülbaba AG, Özkurt N, Kürkçuoğlu M, Başer KHC, 2002. Mersin ve Adana yöresindeki doğal biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) popülasyonlarının tespiti ve uçucu yağ verim ve bileşenlerinin belirlenmesi. Orman Bakanlığı Yayın No:193. ISSN:1300-7912 DOA Yayın No:25.
- Gülçin I, 2010. Antioxidant activity of food constituents: an overview. Arch Toxicol, 86: 345–391. DOI 10.1007/s00204-011-0774-2.
- Hussain AI, Anwar F, Chatha SAS, Jabar A, Mahboob S, Nigam PS, 2010. *Rosmarinus officinalis* essential oil: antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities. Brazilian Journal of Microbiology, 41: 1070-1078.
- İlisulu K, 1992. İlaç ve baharat bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Kitapları No: 1256 syf 360.
- Jiang Y, Wu N, Fu Y-J, Wang W, Luo M, Zhao CJ, Zu YG, Liu XL, 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Rosemary, Environ. Toxicol. Pharmacol., 32: 63-68.
- Jordan MJ, Vanesa Lax, Maria C Rota, Susana Loran., José A. Sotomayor, 2013. Effect of

- bioclimatic area on the essential oil composition and antibacterial activity of *Rosmarinus officinalis* L.. Food Control, 30: 463 – 468
- Kırıcı S ve Çetin Ş, 1997. Effect of height of cutting on herba leaf yield and essential oil content of *Rosmarinus officinalis* L. proceeding of the XI. World Forestry Congress 13-22 October 1997, Antalya 3:15.
- Kırıcı S ve İnan M, 2002. Effect of different harvesting time on the essential oil content of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in the Çukurova conditions. In Proceedings of the Workshop on Agricultural and Quality Aspects of Medicinal and Aromatic Plants, (Ed. M. ÖZGÜVEN) May 29- June 01-2001 Adana.
- Kırıcı S, 2015. Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin genel durumu. TÜRKTOB, 4(15): 4-6.
- Kırpık M, 1998. Farklı kökenli *Rosmarinus officinalis* L. (biberiye) bitkilerinin verim ve uçucu yağları üzerinde araştırmalar. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Malayoğlu BH, 2010. Biberiyenin (*Rosmarinus officinalis* L.) antioksidan etkisi. Hayvansal Üretim, 51(2): 59-67.
- Mkaddem M, Romdhane M, Ibrahim H, Ennajar M, Lebrihi A, Mathieu F, Bouajila J, 2010. Essential oil of *Thymus capitatus* Hoff. et Link. from Matmata, Tunisia: gas chromatography-mass spectrometry analysis and antimicrobial and antioxidant activities. J Med Food, 13(6) 1500–4.
- Moghtader M, Afzali D, 2009. Study of the antimicrobial properties of the essential oil of rosemary. American-Euroasian J. Agric. & Environ. Sci., 5(3): 393-397.
- Mukazayire M-J, Tomani JC, St’evigny C, Chalchat JC, Conforti F, Menichini F, Duez P, 2011. Essential oils of four Rwandese hepatoprotective herbs: gas chromatography-mass spectrometry analysis and antioxidant activities. Food Chem., 129(3):753–60.
- Önal S, 1992. Bazı orman tali ürünlerinin kuru ağırlıkları. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Araştırma Bülteni Sayı:124, Ankara.
- Özgüven M, Kırıcı S, Tansı S, Aksungur P, Yaman A, 1995. Tıbbi Bitkiler Araştırma ve Geliştirme Projesi. Tübitak, Proje No: TOVAG-990/Dpt. (Temmuz 1995).
- Pellegrini N, Serafini M, Colombi B, Del Rio D, Salvatore S, Bianchi M and Brighenti F, 2003. Total antioxidant capacity of plant food, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. J. Nutr., 133:2812-2819.
- Pintero G, Usai M, Bradesi P, Juliano C, Boatto G, Tomi F, Chesa M, Cerri R, Casanova J, 2002. Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. oils from Sardinia and Corsica. Flavour Fragr. J., 17:15-19. doi: 10.1002/ffj.1022.
- Sánchez-Camargo AP, Valdés A, Sullini G, García-Cañas V, Cifuentes A, Ibáñez E, Herrero M, 2014. Two-step sequential supercritical fluid extracts from rosemary with enhanced anticancer activity. J. Funct. Foods, 11: 293-303.
- Singh M and Guleria N, 2012. Influence of harvesting stage and inorganic and organic fertilizers on yield and oil composition of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in a semi-arid tropical climate. Industrial Crops and Products, 42: 37– 40.
- Sönmez C, 2008. Farklı kökenli biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) populasyonlarının bazı agronomik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. syf:66.
- Tewari R, Virmani OP, 1987. Chemistry of Rosemary Oil. C.I.M.A.P. India, 9(4): 185-198.
- Usai M, Marchetti M, Foddai M, Del Caro A, Desogus R, Sanna I, Piga A, 2011. Influence of different stabilizing operations and storage time on the composition of essential oil of thyme (*Thymus officinalis* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). LWT - Food Science and Technology, 44: 244- 249.
- Valdés A, Simó C, Ibáñez C, Rocamora L, Ferragut JA, García-Cañas V, Cifuentes A, 2012. Effect of dietary polyphenols on



- K562 leukemia cells: A Foodomics approach. *Electrophoresis*, 33: 2314–2327.
- Wang W, Li N, Luo M, Zu Y, Efferth T, 2012. Antibacterial activity and anticancer activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to that of its main components. *Molecules*, 17:2704–2713. doi: 10.3390/molecules17032704.
- Wojdylo A, Oszmianski J, Czemerys R, 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry*, 105: 940-949.
- Yeşil Celiktaş Ö, Girgin G, Orhan H, Wichers HJ, Bedir E, Vardar Sukan F, 2007. Screening of free radical scavenging capacity and antioxidant activities of *Rosmarinus officinalis* extracts with focus on location and harvesting times. *Eur. Food Res. Technol.*, 224: 443–451.
- Yosr Z, Taroub B and Mohamed B, 2010. Essential oil composition in two *Rosmarinus officinalis* L. varieties and incidence for antimicrobial and antioxidant activities. *Food and Chemical Toxicology*, 48:3144-3152.
- Yosr Z, Hnia C, Rim T and Mohamed B, 2012. Changes in essential oil composition and phenolic fraction in *Rosmarinus officinalis* L. var. *typicus* Batt. organs during growth and incidence on the antioxidant activity. *Industrial Crops and Products*, 43(2013):412-419.
- Zu YG, Wang W, Wu N, Fu YJ, 2008. Antioxidative activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to its main componenets. *Food Chemistry*, 108(2008):1019-1022.