

## Hasat Zamanı ve Lokasyona Göre Biberiyenin (*Rosmarinus officinalis*) Uçucu Yağ Bileşimi

Muharrem Gölükcü  ✉, Orçun Çınar , Haluk Tokgöz , Fatma Uysal Bayar 

Tarım ve Orman Bakanlığı, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

Geliş Tarihi (Received): 27.01.2022, Kabul Tarihi (Accepted): 01.07.2022

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): muharrem98@yahoo.com (M. Gölükcü)

☎ 0 242 321 6797 📠 0 242 321 1512

### ÖZ

Biberiyenin uçucu yağ içeriği bitkiden elde edilecek ürün kalitesi üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Bitkisel materyallerde uçucu yağ bileşimini etkileyen birçok parametre bulunmaktadır. Çalışmanın amacı bitkisel materyalin alındığı lokasyon ve hasat zamanına göre biberiye uçucu yağı bileşiminden meydana gelen değişimi belirlemektir. Çalışma kapsamında değerlendirilmeye alınan bitkisel materyaller biberiye üretiminin yaygın olduğu Akdeniz Bölgesi'nde üç farklı lokasyondan (Karaisalı, Adana; Tarsus, Mersin ve Döşemealtı, Antalya) yıl boyunca aylık olarak temin edilmiştir. Örneklerin uçucu yağ bileşimleri gaz kromatografisi-kütle spektrometresi/alev iyonizasyon dedektörü (GC-MS/FID) cihazı ile kapiler kolon kullanılarak analiz edilmiştir. Biberiye uçucu yağının ana bileşenleri 1,8-sineol, kamfor,  $\alpha$ -pinen, borneol ve  $\alpha$ -terpineol olarak tespit edilmiştir. Araştırma bulguları örneklerin uçucu yağ miktar ve bileşimi üzerine lokasyon ve hasat zamanının istatistiksel olarak önemli etkisi olduğunu göstermiştir. Lokasyon bazında bir değerlendirme yapıldığında Adana ve Mersin örneklerinde uçucu yağ bileşimleri benzerlik göstermiş ve ana bileşen olan 1,8-sineol oranı sırasıyla %52.56-58.26 ve %54.76-61.54 aralığında değişim göstermiş, Antalya lokasyonundan temin edilen örnekte ise kamfor (%16.31-21.11), 1,8-sineol (%15.00-16.95),  $\alpha$ -pinen (%14.38-17.88), verbenon (%10.94-13.57) ve borneol (%9.04-12.19) bileşenleri öne çıkmıştır. Hasat zamanına göre de biberiye uçucu yağ bileşimde farklılıklar oluşmuş, ancak lokasyonlar arasındaki farklılığa göre bu değişim daha dar bir aralıkta olmuştur. Sonuç olarak biberiye uçucu yağında lokasyon ve hasat zamanına göre farklılıklar oluşabileceği dikkate alınmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** *Rosmarinus officinalis*, Uçucu yağ, Hasat zamanı, 1,8-sineol

### Essential Oil Composition of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) with Respect to Location and Harvesting Time

#### ABSTRACT

Essential oil composition of rosemary plays a decisive role on product quality. There are many parameters which can influence the herbal plants' essential oil composition. It was aimed to determine the effect of location and harvesting time on essential oil composition of rosemary. The herbal materials evaluated within the scope of the study were harvested monthly from three different locations (Karaisalı in Adana, Tarsus in Mersin and Döşemealtı in Antalya) throughout the year in the Mediterranean Region, where rosemary production is common in Turkey. Essential oil composition of samples was analyzed by gas chromatography-mass spectrometry/flame ionisation dedector (GC-MS/FID) device equipped with capillary column. The main components of rosemary essential oil were determined as 1,8-cineol, camphor,  $\alpha$ -pinene, borneol and  $\alpha$ -terpineol. Essential oil composition of samples was influenced significantly by their location and harvesting time. The essential oil compositions in the samples obtained from Adana and Mersin were similar and the ratio of 1,8-cineol, which was the main component, varied between 52.56 and 58.26% and between 54.76 and 61.54%, respectively. On the other hand, main components were camphor (16.31-

21.11%), 1,8-cineol (15.00-16.95%),  $\alpha$ -pinene (14.38-17.88%), verbenone (10.94-13.57%) and borneol (9.04-12.19%) for Antalya location samples' essential oil. There were also statistically important differences in the composition of rosemary essential oil according to harvesting time, but the range of this variation was narrow in comparison to locations. Results indicated that in essential oil production it should be taken into account that there might be differences in rosemary essential oil composition according to location and harvesting time.

**Keywords:** *Rosmarinus officinalis*, essential oil, harvesting time, 1,8-cineol

## GİRİŞ

Beyaz püren, hasalban, kuşdili gibi isimlerle bilinen biberiye özellikle Akdeniz Bölgesi'nde doğal olarak yetişmektedir. *Labiatae* (*Lamiaceae*) familyasında, herdem yeşil, çok yıllık ve güçlü aromaya sahip olan biberiye ülkemizde doğal yayılış gösterdiği alanlardan toplanmak suretiyle değerlendirilmektedir. Biberiye taze veya kurutulmuş formda baharat olarak kullanılmasının yanında, uçucu yağ ve antioksidan madde üretimi gibi alanlarda kullanılabilir [1-4].

Biberiye dünyanın birçok bölgesinde yetiştirilmektedir. Bitki İspanya, Yunanistan, İtalya, Fransa, Cezayir ve Fas'ta kültüre alınmıştır [5]. Biberiye uçucu yağının antifungal, antioksidan, antimutajenik ve sitotoksik aktiviteleri bulunmaktadır. Ayrıca analjezik, antienflamatuvar ve antitümör aktivitelere de sahip olduğu kanıtlanmıştır [6, 7]. Farklı ülkelerin ekolojilerin koşulları bitki materyallerinin kimyasal profilini etkileyebilmektedir. Hasat zamanı da elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimleri üzerinde etkili olabilmekte, bu da uçucu yağların biyolojik aktivitelerinde mevsimlere göre değişiklik olabileceğini göstermektedir [8]. Çeşitli faktörlere göre biberiye uçucu yağ miktar ve bileşimi üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Örnekleme yapıldığı yer ve hasat zamanına göre biberiye uçucu yağ bileşiminde önemli farklılıklar olabileceği yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Elamrani ve ark. [9] Fas'ta yaptıkları çalışmada 3 farklı bölgeden toplam 30 biberiye örneği toplamış ve örneklerin uçucu yağ bileşenlerini kromatografik olarak analiz etmişlerdir. Ana uçucu yağ bileşenleri olarak 1,8-sineol (%41.2-63.3), kamfor (%7.6-18.9) ve  $\alpha$ -pinen (%2.2-9.2) belirlenmiştir. Haida ve ark. [10] tarafından yapılan çalışmada da biberiyenin uçucu yağ bileşenlerini incelenmiştir. Çalışma sonucunda, uçucu yağ ana bileşenleri olarak  $\alpha$ -pinen (%30.78), kamfor (%9.54) ve verbenon (%9.38) tespit edilmiştir. Hannour ve ark. [11] tarafında yürütülen çalışmada ise biberiye uçucu yağ ana bileşenleri 1,8-sineol (%17.00-46.23), kamfor (%17.29-21.33) ve borneol (%4.75-6.84) olarak tespit edilmiştir. Türkiye'de yürütülen çalışmalarda da bu anlamda bazı farklılıkların olduğu ortaya konulmuştur [12-16]. Biberiye uçucu yağı için karakteristik bir bileşen olan 1,8-sineol'ün anti-enflamatuvar, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerine sahip olduğu bildirilmiştir. Bu amaçla enflamatuvar kaynaklı hastalıklarda ilk tedavi işlemlerinde kullanımı bulunmaktadır. Aynı zamanda bu bileşenin astım, bronşit ve sinüzit gibi hastalıkların tedavilerinde kullanımı bulunmaktadır [17]. Biberiye yağı bileşiminde önemli olan kamfor antiseptik, analjezik, kaşıntı önleyici ve tahriş önleyici olarak kullanılmaktadır. Özellikle topikal preparatlarda geniş bir tıbbi kullanımı bulunmaktadır [18]. Biberiye yağında oransal olarak

yüksek düzeyde olan  $\alpha$ -pinen ise antibiyotik direnç düzenleyici, antikoagülant, antitümör, antimikrobiyal, antioksidan, anti-enflamatuvar ve analjezik etkiler gibi birçok farmakolojik etkiye sahiptir [19]. Yine biberiye yağının bileşiminde önemli yer tutan borneol sağlık açısından önemli fonksiyonlara sahip olup birçok geleneksel ilaç formülasyonunda uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Borneolün anti-enflamatuvar, antioksidan ve anti epilepsi gibi sinir koruyucu etkilerine sahip olduğu birçok çalışma ile kanıtlanmıştır [20].

Ülkemizde biberiyenin uçucu yağ bileşimi üzerine bazı çalışmalar bulunmakla beraber biberiyenin doğal yayılışının yaygın olduğu Akdeniz Bölgesi'nde lokasyon ve belirli aralıklarda hasat zamanlarına göre uçucu yağ bileşimi üzerine yapılmış detaylı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışma kapsamında ülkemizde biberiyenin doğal yayılış alanı olan Akdeniz Bölgesi'nde lokasyonlara ve bitkinin hasat zamanına göre uçucu yağ miktar ve bileşimindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Biberiye bitki örnekleri, bitkinin doğal yayılış alanı olan üç farklı lokasyondan (Adana-Karaisalı (37° 07' 52" K; 35° 08' 75" D) Mersin-Tarsus (36° 58' 05" K; 34° 48' 30" D) ve Antalya-Döşemealtı (36° 58' 53" K; 30° 40' 35" D)) toplanmıştır. Bitkisel materyallerde örnekleme 24 ay süreyle (Eylül 2017-Ağustos 2019) her ay hasat yapılacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Bitkisel materyallerde hasat, vejetasyon gelişim süresi tamamlanmış bitkilerden, yerden ortalama 20 cm yükseklikten olacak şekilde herbal kısmı kesilerek yapılmıştır. Daha sonra toplanan örnekler analiz işlemlerini gerçekleştirmek için Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Merkezi Laboratuvarı'na getirilmiştir.

### Metot

### Uçucu Yağ Miktar Analizi

Laboratuvara getirilen örnekler analizler öncesinde materyallerin nem oranı %10 seviyesine gelinceye kadar hava sirkülasyonlu (7.272 m<sup>3</sup>/saat) fırında (Venticell-404 Standard, MMM group, Almanya) 45°C sıcaklıkta kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Örneklerin uçucu yağ miktar analizleri Klevenger düzeneğinde (Isotex, 98-IV-B, Çin) hidrodistilasyon yöntemi ile gerçekleştirilmiştir [21].

## Uçucu Yağ Bileşen Analizi

Elde edilen uçucu yağ örneklerinin uçucu yağ bileşim analizini yapmak için öncelikle yağlar 1:100 oranında hekzan ile seyreltilmiştir. Örneklerin uçucu yağ bileşen analizi gaz kromatografisi (Agilent 7890A)-kütle spektrometresi (Agilent 5975C)/alev iyonizasyonu dedektörü (GC-MS/FID) cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak yüksek saflıkta helyum kullanılmış, gaz akış hızı 0.8 mL/dk. olarak ayarlanmıştır. Hekzan ile seyreltilmiş uçucu yağ örnekleri 250°C'ye ayarlanmış cihaz enjeksiyon bloğuna 1 µL olarak 40:1 split oranı ile enjekte edilmiştir. Analizlerde kapiler kolon (HP InnowaxCapillary; 60,0 m x 0,25 mm x 0,25 µm) kullanılmış olup, kolon sıcaklık programı 60°C (10 dk.), 60°C'den 220°C'ye 4°C/dk. ve 220°C (10 dk.) olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu program doğrultusunda toplam analiz süresi 60 dakika olmuştur. Kütle dedektörü için tarama aralığı ( $m/z$ ) 35-450 atomik kütle ünitesi ve elektron bombardımanı iyonizasyonu 70 eV kullanılmıştır, uçucu yağın bileşenlerinin teşhisinde ise WILEY7 ve OIL ADAMS kütüphanelerinin verileri esas alınmıştır. Sonuçların bileşen yüzdeleri FID dedektör kullanılarak, bileşenlerin teşhisi ise MS dedektör kullanılarak yapılmıştır [22].

## İstatistiksel Analiz

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir [23]. Analizler de iki paralelli olarak yapılmış ve elde edilen sonuçlar SAS paket programı kullanılarak istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Analiz çalışmaları kurutulmuş bitkisel materyal (yaprak) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bulguların değerlendirilmesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmış ve sonuçlar ortalama±standart sapma (SS) şeklinde rapor edilmiştir ( $p<0.05$ ).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Biberiyenin uçucu yağ miktarı lokasyon ve hasat zamanına göre farklılıklar göstermiştir (Tablo 1). Adana lokasyonundan temin edilen örneğin uçucu yağ içeriği en yüksek olmuş bunu Mersin ve Antalya örnekleri takip etmiştir. Hasat dönemlerine göre de biberiye uçucu yağ miktarlarında farklılıklar olduğu görülmektedir. Uçucu yağ içeriği üç lokasyon için ortalama en yüksek (%1.87) örnek Temmuz ayında hasat edilen örnekler olmuş, bunu Mayıs, Haziran ayında hasat edilen örnekler takip etmiştir. En düşük değer ise %1.18 ile Şubat ayında hasat edilen örnekte tespit edilmiştir.

Tablo 1. Biberiye örneklerinin hasat zamanı ve lokasyonlara göre uçucu yağ miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (ortalama±SS).

*Table 1. Duncan multiple comparison test results of essential oils content of rosemary according to location and harvesting time (mean±SD)*

Parametre	Seviye	Uçucu Yağ Miktarı (%)
Lokasyon*	Adana	2.02±0.279 <sup>A</sup>
	Mersin	1.70±0.430 <sup>B</sup>
	Antalya	0.96±0.197 <sup>C</sup>
Hasat zamanı**	Eylül	1.41±0.614 <sup>ed</sup>
	Ekim	1.66±0.489 <sup>abc</sup>
	Kasım	1.47±0.488 <sup>cde</sup>
	Aralık	1.63±0.538 <sup>bcd</sup>
	Ocak	1.29±0.413 <sup>ef</sup>
	Şubat	1.18±0.422 <sup>f</sup>
	Mart	1.61±0.562 <sup>bcd</sup>
	Nisan	1.61±0.684 <sup>bcd</sup>
	Mayıs	1.76±0.585 <sup>ab</sup>
	Haziran	1.74±0.577 <sup>ab</sup>
Temmuz	1.87±0.529 <sup>a</sup>	
Ağustos	1.49±0.429 <sup>cde</sup>	

\*: Farklı harfler lokasyona göre ortalamalar arasında  $p<0.05$  düzeyinde farklılık olduğunu göstermektedir. \*\*: Farklı harfler hasat zamanına göre ortalamalar arasında  $p<0.05$  düzeyinde farklılık olduğunu göstermektedir.

*\*: Different letters indicate significant difference between the mean according to location at  $p < 0.05$  level. \*\*: Different letters indicate significant difference between the mean according to harvesting time at  $p < 0.05$  level.*

Uçucu yağların kullanım alanları ve etkinliği üzerinde bileşimi belirleyici rol oynamaktadır. Araştırmada analiz edilen biberiye örneklerin lokasyon ve hasat zamanına göre uçucu yağ bileşim değişim aralıkları Tablo 2'de verilmiştir. Örnekleme yapıldığı üç lokasyondan birisi olan Adana-Karaisalı ve Mersin-Tarsus

lokasyonlarından temin edilen örneklerin uçucu yağ bileşiminde uygulanan analiz parametrelerine göre 15 farklı bileşen tespit edilmiştir. Antalya-Döşemealtı lokasyonundan alınan örneklerin uçucu yağ bileşiminde ise 14 farklı bileşenin tanımlanması yapılmıştır. Biberiye yağının ana bileşenlerini ilk iki lokasyon için 1,8-sineol,

$\alpha$ -pinen, kamfor, borneol,  $\alpha$ -terpineol ve kamfen oluşturmaktadır. Batı Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Antalya-Döşemealtı'ndan alınan örneklerde ise oransal olarak yüksek olan bileşenler sırasıyla kamfor,  $\alpha$ -pinen, 1,8-sineol, verbenon ve borneol olmuştur. Bu

bileşenlerden 1,8-sineol Adana-Karaisalı lokasyon için %52.56-58.26, Mersin-Tarsus lokasyonu için %54.76-61.54 aralığında dağılım gösterirken, Antalya-Döşemealtı lokasyonundan temin edilen örneklerde %15.00-16.95 aralığında dağılım göstermiştir.

Tablo 2. Lokasyon ve hasat zamanlarına göre biberiyelerin uçucu yağ bileşimleri (%)

*Table 2. Essential oil compositions of rosemary by location and harvest time (%)*

Bileşen	RI*	RI**	Adana	Mersin	Antalya
$\alpha$ -pinen	1024	1025	9.07-10.35	7.94-10.79	14.38-17.88
Kamfen	1068	1069	2.52-3.21	2.72-3.86	3.71-4.32
$\beta$ -pinen	1111	1110	1.26-5.84	1.39-6.27	te
$\delta$ -3-karen	1153	1147	te	te	1.16-1.72
$\beta$ -mirsen	1165	1161	1.19-1.60	1.30-2.27	te
$\alpha$ -terpinen	1182	1178	0.56-0.74	0.49-0.75	te
Limonen	1202	1198	2.11-2.35	1.87-2.58	3.77-4.40
1,8-sineol	1214	1211	52.56-58.26	54.76-61.54	15.00-16.95
$\gamma$ -terpinen	1248	1245	0.51-1.46	0.61-1.36	te
Simen	1274	1270	0.92-2.35	0.94-2.60	1.15-2.39
Kamfor	1533	1515	8.22-13.60	2.29-3.62	16.31-21.11
Linalool	1556	1543	te	te	3.68-5.23
3-pinanon	1571	-	te	te	1.62-2.97
Bornil asetat	1591	1579	0.59-1.64	0.89-3.10	te
Terpinen-4-ol	1613	1601	2.18-3.83	1.84-4.62	1.48-2.85
$\delta$ -terpineol	1679	1679	0.60-0.81	0.73-0.86	te
$\alpha$ -terpineol	1704	1694	3.90-4.64	3.89-4.93	2.22-2.69
Borneol	1709	1700	2.65-3.72	4.37-9.03	9.04-12.19
Verbenon	1730	1721	te	te	10.94-13.57
Kalamenen	1855	1835	te	te	1.39-1.97
Tanımlanamayan			-	-	1.33-2.59

te: tespit edilemedi. \* Analiz şartlarında alkan serisi kullanılarak hesaplanmış alıkonma indisi değerleridir. \*\* Çalışmada kullanılan kolon ile aynı özelliklere sahip kolon için alıkonma indisine ait literatür değerleridir [24].

te: not detected. \* Values calculated using alkane series under analysis conditions. \*\* Literature values for the column with the same characteristics as the column used in the study [23].

Diğer iki lokasyona göre Antalya-Döşemealtı'ndan temin edilen örnekte tespit edilen kamfor oranı oldukça yüksek düzeyde olup hasat zamanına bağlı olarak %16.31-21.11 aralığında dağılım göstermiştir. Bu bölge örneklerinden hidrodistilasyon yoluyla elde edilen uçucu yağlarının bir diğer belirgin farklılığı verbenon olmuştur. Diğer iki bölge örneğinde tespit edilemeyen verbenon oranı Antalya-Döşemealtı örneklerinde hasat zamanına bağlı olarak %10.94-13.57 aralığında değişim göstermiştir. Bu farklılıkların bitki kemotip farklılığı yanında iklim, toprak, yükselti, hasat zamanı farklılığı gibi pek çok faktörden ileri gelebileceği düşünülmektedir. Alipour ve Saharkhiz [25] üç farklı zamanda alınan biberiye örneklerinde uçucu yağ bileşen oranlarını belirlemiştir. Ana bileşenler çalışmamız kapsamında Antalya-Döşemealtı bölgesinden alınan örneklerde tespit edilen bileşenler ile benzer şekilde  $\alpha$ -pinen, kamfor, 1,8-sineol, borneol ve verbenon olarak tespit edilmiştir. Araştırmacıların elde ettiği sonuçlara göre verbenon oranı %6.0-8.0 arasında değişim göstermiş olup, bu veriler Antalya-Döşemealtı bölgesinden alınan örneklerde tespit edilen verbenon oranının yaklaşık yarısı kadardır. Diğer bileşen oranlarında da çalışma bulgularımızdan bazı farklılıkların olduğu görülmüştür. Bu farklılıklar başta materyalin özellikleri olmak üzere alındığı bölge, iklimsel farklılıklar gibi birçok faktörden ileri gelebilmektedir. Farklı araştırmalardan elde edilen ana bileşen oranlarındaki farklılık, kemotip farklılığı ile açıklanabilir. Nitekim, Elamrani ve ark. [9], yaptıkları

çalışmada biberiyeyi uçucu yağ bileşenlerine göre  $\alpha$ -pinen, kamfor ve 1,8-sineol olmak üzere üç farklı kemotip olarak sınıflandırmışlardır.

Çalışma kapsamında üç farklı lokasyondan aylık olarak iki yıl boyunca temin edilen örneklerin uçucu yağlarının bileşiminde üç lokasyon bazında önemli yer tutan 1,8-sineol,  $\alpha$ -pinen, kamfor ve borneol bileşenleri lokasyon, hasat zamanı ve lokasyonXhasat zamanı interaksyonuna göre istatistiksel değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Örneklerin 1,8-sineol oranlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Örneklerin uçucu yağ bileşiminde yer alan 1,8-sineol içeriği üzerine başta lokasyon olmak üzere hasat zamanı ve lokasyonXhasat zamanı interaksyonunun önemli etkisi olmuştur ( $p < 0.05$ ). Lokasyonlara göre değerlendirme yapıldığında 1,8-sineol içeriği en yüksek lokasyon %58.18 ile Mersin-Tarsus bölgesi olmuştur. Örnekleme yapıldığı lokasyonların en doğusunda yer alan Adana-Karaisalı için bu bileşenin ortalama değeri %54.71 iken, Batı Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Antalya Döşemealtı için %15.95 düzeyinde kalmıştır. Üç lokasyonun ortalama değerleri üzerinden belirlenen hasat zamanına göre bu bileşenin değişimi daha dar bir aralıkta dağılım göstermiştir. Nitekim lokasyonXhasat zamanı interaksyonunun istatistiksel olarak önemli olması göz önüne alındığında da her üç lokasyon içinde de bu varyasyonun kısmen düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Biberiye uçucu yağlarının hasat zamanı ve lokasyonlara göre 1,8-sineol içeriklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (ortalama±SS)

*Table 3. Duncan multiple comparison test results of 1,8-cineol contents of rosemary essential oils according to harvest time and location (mean±SD)*

Hasat zamanı	Adana	Mersin	Antalya	Ortalama*
Eylül	54.71±2.183 <sup>e-h</sup> ***	60.57±1.189 <sup>ab</sup>	15.00±1.191 <sup>i</sup>	43.43±21.19 <sup>B</sup>
Ekim	54.15±4.918 <sup>gh</sup>	59.14±1.180 <sup>abc</sup>	16.68±2.408 <sup>i</sup>	43.32±20.01 <sup>BC</sup>
Kasım	58.26±3.636 <sup>bcd</sup>	61.52±2.341 <sup>a</sup>	15.43±1.014 <sup>i</sup>	45.07±22.06 <sup>A</sup>
Aralık	58.08±3.934 <sup>bcd</sup>	61.54±1.246 <sup>a</sup>	15.70±1.411 <sup>i</sup>	45.11±21.89 <sup>A</sup>
Ocak	55.47±3.363 <sup>d-h</sup>	57.64±1.050 <sup>b-e</sup>	15.40±1.053 <sup>i</sup>	42.83±20.37 <sup>BC</sup>
Şubat	53.88±2.425 <sup>gh</sup>	56.04±0.789 <sup>c-g</sup>	15.89±1.825 <sup>i</sup>	41.93±19.33 <sup>BC</sup>
Mart	53.73±1.457 <sup>gh</sup>	54.76±1.288 <sup>e-h</sup>	16.26±1.250 <sup>i</sup>	41.58±18.75 <sup>C</sup>
Nisan	54.09±1.033 <sup>gh</sup>	56.74±2.227 <sup>c-f</sup>	15.09±1.358 <sup>i</sup>	41.97±19.94 <sup>BC</sup>
Mayıs	52.56±1.186 <sup>h</sup>	58.55±1.289 <sup>bcd</sup>	16.20±1.321 <sup>i</sup>	42.44±19.58 <sup>BC</sup>
Haziran	52.96±1.331 <sup>gh</sup>	58.22±1.071 <sup>bcd</sup>	16.17±1.086 <sup>i</sup>	42.45±19.56 <sup>BC</sup>
Temmuz	53.75±1.196 <sup>gh</sup>	56.27±1.444 <sup>c-f</sup>	16.95±1.465 <sup>i</sup>	42.32±18.81 <sup>BC</sup>
Ağustos	54.88±1.180 <sup>e-h</sup>	56.22±0.845 <sup>c-f</sup>	16.69±0.750 <sup>i</sup>	42.60±19.16 <sup>BC</sup>
Ortalama**	54.71±2.897 <sup>B</sup>	58.18±2.494 <sup>A</sup>	15.95±1.379 <sup>C</sup>	

\*: Farklı harfler hasat zamanına göre ortalamalar arasında p&lt;0.05 düzeyinde farklılık olduğunu göstermektedir.

\*\*: Farklı harfler lokasyona göre ortalamalar arasında p&lt;0.05 düzeyinde farklılık olduğunu göstermektedir. \*\*\*: Farklı harfler lokasyonXhasat zamanı interaksyonuna göre ortalamalar arasında p&lt;0.05 düzeyinde farklılık olduğunu göstermektedir.

: Different letters indicate significant difference between the mean according to harvest time at p &lt;0.05 level.

\*: Different letters indicate significant difference between the mean according to location at p &lt;0.05 level. \*\*\*: Different letters indicate significant difference between the mean for locationXharvest time interaction at p &lt;0.05 level.

Yapılan birçok çalışmada ana bileşen olarak tespit edilen 1,8-sineol oranı Başkaya ve ark. [14] tarafından yürütülen çalışmada kasım, mart, nisan aylarında %13.83-16.13 arasında tespit edilirken, Dıraz Yıldırım [26] tarafından yürütülen çalışmada dört farklı mevsimde %41,25-45,96 aralığında tespit edilmiştir. Gülbaba ve ark. [2] tarafından yürütülen çalışmada ise nisan, temmuz ve ekim aylarında, biberiye uçucu yağında en yüksek 1,8-sineol oranı %56.4 olarak nisan ayında alınan örnekte tespit edilmiştir. Adana-Karaisalı ve Tarsus-Mersin lokasyonunda belirlenen 1,8-sineol oranları, Gülbaba ve ark. [2]'nin elde ettiği değerler ile örtüşmektedir. Dıraz Yıldırım [26] tarafından belirlenen 1,8-sineol oranlarına göre ise bu iki bölge örneklerinin değerleri kısmen daha yüksek olmuştur. Antalya Döşemealtı bölgesinden alınan örnekte belirlenen 1,8-sineol oranları ile de Başkaya ve ark. [14] tarafından elde edilen 1,8-sineol oranları benzerlik göstermiştir. Hasat zamanına göre 1,8-sineol'ün oransal değişimi, Başkaya ve ark. [14] ve Dıraz Yıldırım [26] tarafından yürütülen çalışmada olduğu gibi mevsimsel olarak dar bir aralıkta değişim göstermiştir. Araştırma bulguları ile literatür verileri arasındaki farklılık ise biberiye uçucu yağlarında çeşitli faktörlere bağlı olarak önemli varyasyonun olabileceğini göstermektedir.

Uçucu yağların kalitesinde önemli olan bileşenlerden bir diğeri de kamfor bileşenidir. Araştırma kapsamında analiz edilen örneklerin kamfor içeriklerinin lokasyon, hasat zamanı ve lokasyonXhasat zamanı interaksyonuna ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Örneklerin kamfor içerikleri üzerine lokasyon ve hasat zamanının etkisi istatistiksel olarak önemli olurken, lokasyonXhasat zamanı interaksyonunun etkisi önemsiz

düzeyde kalmıştır. Örnekleme yapıldığı lokasyonlara göre bir değerlendirme yapıldığında kamfor içeriği bakımından istatistiksel farklılığın yanında rakamsal olarak da önemli farklılıklar olduğu görülecektir. Kamfor içeriği %18.57 ile en yüksek Antalya-Döşemealtı lokasyonundan alınan biberiye örneklerine ait uçucu yağda tespit edilmiştir. Bu lokasyonu %10.39 ile Adana-Karaisalı ve %2.80 ile de Mersin-Tarsus takip etmiştir. Antalya-Döşemealtı lokasyonundan temin edilen örneğin ortalama kamfor içeriği Mersin-Tarsus lokasyonundan temin edilen örneğin kamfor içeriğinden 6.63 kat, Adana-Karaisalı bölgesinden alınan örneğin kamfor içeriğinden de 1.79 kat fazladır. Hasat zamanlarına göre bir değerlendirme yapıldığında da örneklerin kamfor içeriklerinde farklılıklar olduğu görülmektedir. Ortalama değerler üzerinden durum incelendiğinde örneklerin kamfor içeriğinin %9.13 ile %12.12 aralığında dağılım gösterdiği görülecektir. Mevcut veriler üzerinden değerlendirme yapıldığında, örnekleme yapıldığı lokasyon ve hasat zamanlarına göre kamfor açısından oldukça farklı ürünler elde edilebileceği görülmektedir. Yapılan diğer çalışmalarda da mevcut çalışma ile benzer şekilde kamfor oranı açısından önemli farklılıklar olduğu ortaya konulmuştur. Bu farklılıkların özellikle kemotip farklılığı olmak üzere, bitkinin alındığı bölgenin yükseltisi, toprak ve iklim özellikleri gibi farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Chalchat ve ark. [27] Fas, İspanya ve Fransa menşeli biberiye örneklerinde kamfor oranını %3.0-20.7 arasında tespit ederken, Derwich ve ark. [28] %6.02, Elamrani ve ark. [9] %7.6-18.9, Haida ve ark. [10] %9.54, Atak ve ark. [13] %19.45, Mendoza-Garcia ve ark. [29] %24.05 olarak tespit etmişlerdir. Frescura ve ark. [30] kasım ve şubat aylarında kamfor oranını %23.05 ve %21.33 olarak belirlemişlerdir.



Tablo 4. Biberiye uçucu yağlarının hasat zamanı ve lokasyonlara göre kamfor içeriklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (ortalama±SS)

*Table 4. Duncan multiple comparison test results of camphor contents of rosemary essential oils according to harvest time and location (mean±SD)*

Hasat zamanı	Adana	Mersin	Antalya	Ortalama*
Eylül	13.60±3.724	3.09±0.355	19.68±1.770	12.12±7.48 <sup>A</sup>
Ekim	12.56±3.677	2.79±0.267	18.74±1.377	11.36±7.16 <sup>ABC</sup>
Kasım	9.02±1.306	3.47±0.969	20.06±4.260	10.85±7.58 <sup>A-D</sup>
Aralık	9.87±2.275	3.20±2.648	19.20±1.637	10.76±7.14 <sup>A-D</sup>
Ocak	10.26±1.748	2.42±0.308	18.08±1.270	10.25±6.78 <sup>B-E</sup>
Şubat	10.64±1.691	2.33±0.586	18.21±1.460	10.39±6.88 <sup>B-E</sup>
Mart	9.17±0.737	2.59±0.314	16.31±2.287	9.35±5.99 <sup>DE</sup>
Nisan	8.22±1.455	2.36±0.282	16.81±1.609	9.13±6.30 <sup>E</sup>
Mayıs	10.05±1.300	2.36±0.153	17.50±1.594	9.97±6.54 <sup>CDE</sup>
Haziran	9.95±1.212	2.29±0.197	17.23±1.282	9.82±6.44 <sup>CDE</sup>
Temmuz	10.63±1.386	3.06±0.413	19.93±1.563	11.21±7.29 <sup>ABC</sup>
Ağustos	10.71±0.781	3.62±0.432	21.11±1.306	11.81±7.55 <sup>AB</sup>
Ortalama**	10.39±2.266 <sup>B</sup>	2.80±0.893 <sup>C</sup>	18.57±2.222 <sup>A</sup>	

\*: Farklı harfler hasat zamanına göre ortalamalar arasında p<0.05 düzeyinde farklılık olduğunu göstermektedir. \*\*: Farklı harfler lokasyona göre ortalamalar arasında p<0.05 düzeyinde farklılık olduğunu göstermektedir.

*\*: Different letters indicate significant difference between the mean according to harvest time at p <0.05 level. \*\*: Different letters indicate significant difference between the mean according to location at p <0.05 level.*

Diab ve ark. [31] mart, mayıs, temmuz ve kasım aylarında kamfor oranlarını sırasıyla; %2.1, %2.1, %1.6, %1.9 olarak bulmuşlardır. Gülbaba ve ark. [2] ise, temmuz ayında kamfor oranını %3.2-12.0 arasında tespit etmişlerdir. Çalışmamızda Antalya Döşemealtı bölgesinde belirlenen kamfor oranları ile Frescura ve ark. [30] tarafından elde edilen kamfor oranı benzerlik gösterirken, Adana-Karaisalı ve Mersin-Tarsus bölgesinde belirlenen kamfor oranları ile Diab ve ark.

[31] ve Gülbaba ve ark. [2] tarafından elde edilen kamfor oranları benzerlik göstermektedir.

Araştırma kapsamında analiz edilen örneklerin uçucu yağlarının bileşiminde oransal olarak önemli yer tutan  $\alpha$ -pinen monoterpen yapıda olup, birçok bitkine uçucu yağlarında bulunmaktadır. Örneklerin  $\alpha$ -pinen içeriklerinin lokasyon, hasat zamanı ve lokasyonXhasat zamanı interaksyonuna ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Biberiye uçucu yağlarının hasat zamanı ve lokasyonlara göre  $\alpha$ -pinen içeriklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (ortalama±SS)

*Table 5. Duncan multiple comparison test results of  $\alpha$ -pinene contents of rosemary essential oils according to harvest time and location (mean±SD)*

Hasat zamanı	Adana	Mersin	Antalya	Ortalama*
Eylül	9.07±0.687 <sup>efg</sup> ***	7.94±1.079 <sup>g</sup>	14.38±1.474 <sup>d</sup>	10.46±3.105 <sup>B</sup>
Ekim	9.48±0.821 <sup>efg</sup>	9.08±0.574 <sup>efg</sup>	14.58±1.608 <sup>d</sup>	11.05±2.797 <sup>AB</sup>
Kasım	10.02±1.300 <sup>ef</sup>	8.86±0.696 <sup>efg</sup>	14.90±3.795 <sup>d</sup>	11.26±3.464 <sup>AB</sup>
Aralık	9.91±0.867 <sup>efg</sup>	8.53±0.717 <sup>fg</sup>	15.87±0.941 <sup>bcd</sup>	11.43±3.414 <sup>AB</sup>
Ocak	10.09±0.843 <sup>ef</sup>	9.60±0.747 <sup>efg</sup>	15.87±0.952 <sup>bcd</sup>	11.85±3.074 <sup>A</sup>
Şubat	10.13±0.972 <sup>ef</sup>	9.90±0.902 <sup>efg</sup>	15.99±1.890 <sup>bcd</sup>	12.01±3.182 <sup>A</sup>
Mart	9.27±0.938 <sup>efg</sup>	8.71±0.483 <sup>fg</sup>	17.88±1.680 <sup>a</sup>	11.95±4.504 <sup>A</sup>
Nisan	9.51±0.704 <sup>efg</sup>	9.24±0.390 <sup>efg</sup>	17.67±0.840 <sup>ab</sup>	12.14±4.129 <sup>A</sup>
Mayıs	9.74±1.054 <sup>efg</sup>	8.67±0.389 <sup>fg</sup>	17.01±1.076 <sup>abc</sup>	11.81±3.954 <sup>A</sup>
Haziran	9.64±0.961 <sup>efg</sup>	8.67±0.555 <sup>fg</sup>	17.40±0.959 <sup>abc</sup>	11.90±4.150 <sup>A</sup>
Temmuz	9.74±0.872 <sup>efg</sup>	10.43±1.263 <sup>ef</sup>	15.62±0.795 <sup>cd</sup>	11.93±2.886 <sup>A</sup>
Ağustos	10.35±0.349 <sup>ef</sup>	10.79±0.649 <sup>e</sup>	14.91±0.864 <sup>d</sup>	12.02±2.227 <sup>A</sup>
Ortalama**	9.74±0.861 <sup>B</sup>	9.20±1.040 <sup>C</sup>	16.01±1.847 <sup>A</sup>	

\*: Farklı harfler hasat zamanına göre ortalamalar arasında p<0.05 düzeyinde farklılık olduğunu göstermektedir.

\*\* : Farklı harfler lokasyona göre ortalamalar arasında p<0.05 düzeyinde farklılık olduğunu göstermektedir.

\*\*\*: Farklı harfler lokasyonXhasat zamanı interaksyonuna göre ortalamalar arasında p<0.05 düzeyinde farklılık olduğunu göstermektedir.

*\*: Different letters indicate significant difference between the mean according to harvest time at p <0.05 level.*

*\*\* : Different letters indicate significant difference between the mean according to location at p <0.05 level.*

*\*\*\*: Different letters indicate significant difference between the mean for locationXharvest time interaction at p <0.05 level*

Örneklerin  $\alpha$ -pinen içerikleri üzerine lokasyon, hasat zamanı lokasyonXhasat zamanı interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Lokasyonlara

göre bir değerlendirme yapıldığında,  $\alpha$ -pinen içeriği Antalya-Döşemealtı lokasyonundan alınan örneklerde diğer iki lokasyona göre oldukça yüksek bulunmuştur.

Adana-Karaisalı ile Mersin-Tarsus lokasyonlarından alınan örneklerin  $\alpha$ -pinen içerikleri arasındaki fark bu anlamda oldukça düşüktür. Üç lokasyondan yapılan örneklemelerin ortalama değerlerine göre hasat zamanının  $\alpha$ -pinen içeriği üzerine etkisine bakıldığında oransal olarak küçük farklılıklar olduğu görülecektir. LokasyonXhasat zamanı interaksyonu üzerinden bir değerlendirme yapıldığında da Adana-Karaisalı ile Mersin-Tarsus lokasyonlarından alınan örneklerin uçucu yağ bileşiminde en yüksek  $\alpha$ -pinen içeriği Ağustos ayında alınan örneklerde tespit edilmiştir. Antalya-Döşemealtı lokasyonundan alınan örnekte ise  $\alpha$ -pinen, Mart ayında alınan örnekte en yüksek düzeyde bulunmuş olup bu değer aynı zamanda örneklerin tamamı içinde de en yüksektir. En düşük değer ise Mersin-Tarsus lokasyonundan eylül ayı içerisinde alınan örnekte tespit edilmiştir.

Literatür bilgilerine göre  $\alpha$ -pinen oranı biberiyede geniş bir dağılım gösterebilmektedir. Diab vd. [31] farklı aylarda hasat ettiği bitki örneklerinde en yüksek  $\alpha$ -pinen oranını %39.0 ile mart ayında tespit ederken, Bouteketjiret vd. [32] en düşük  $\alpha$ -pinen oranını %3.4 olarak tespit etmişlerdir. Harmankaya ve Vatansever [15] biberiye için  $\alpha$ -pinen oranını %16.71, Satyal ve ark. [33] %13.5-37.7, Mendoza-Garcia ve ark. [29] %12.13, Barakat ve Ghazal [34] %10.16, Hcini ve ark. [35] %8.58-9.32, Hay ve ark. [36] %8.5-10.2 ve Chalchat ve ark. [27] de %7.2-35.0 olarak belirlemişlerdir. Yürütülen çalışmada elde edilen ortalama  $\alpha$ -pinen oranları (%7.94-17.88) yukarıdaki çalışmalar ile kısmi olarak uyum içerisinde.

Çalışma kapsamında analiz edilen biberiye örneklerin uçucu yağlarının bileşiminde oransal olarak önemli yer tutan borneol yüksek oranda yağda çözünebilir bisiklik terpen yapısındadır. Örneklerin içeriklerinin lokasyon, hasat zamanı ve lokasyonXhasat zamanı

interaksiyonuna ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Araştırma kapsamında Adana, Mersin ve Antalya olmak üzere üç farklı lokasyondan aylık olarak iki yıl süre ile alınan örneklerin borneol içerikleri üzerine lokasyon, hasat zamanı ve lokasyonXhasat zamanı interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İstatistiksel olarak etkisi önemli olan lokasyonlara göre bir değerlendirme yapıldığında borneol içeriği en yüksek örneğin alındığı lokasyon %10.57 ortalama değeri ile Antalya-Döşemealtı olmuş bunu Mersin-Tarsus (%6.04) ve Adana-Karaisalı lokasyonu (%3.12) takip etmiştir. Hasat zamanlarına göre değerlendirme yapıldığında dönemlere göre örneklerin borneol içerikleri arasında farklılıklar olduğu görülecektir. Ancak bu farklılıkların lokasyonlara göre daha dar bir aralıkta olduğu görülmektedir. Bu da örneklerin borneol içeriği üzerinde lokasyonun hasat zamanına göre daha belirleyici etkisi olduğunu göstermektedir. LokasyonXhasat zamanı interaksyonuna göre bir değerlendirme yapıldığında da örneklerin borneol içeriklerinin en düşük %2.65 ile Adana-Karaisalı lokasyonundan temmuz ayında alınan örnekte tespit edildiği görülecektir. En yüksek borneol içeriği ise %12.19 ile Antalya-Döşemealtı lokasyonundan kasım ayında alınan örnekte tespit edilmiştir. Birçok araştırmacı bölge ve hasat zamanının biberiyenin uçucu yağ bileşimi üzerine etkisi konu alan araştırmalar yürütmüşlerdir. Başkaya ve ark. [14] Hatay şartlarında, herba uçucu yağında en yüksek borneol oranını %20.45 ile kasım ayında belirlemiştir. Bu gibi farklılıkların bitkinin genetik özellikleri yanında bölgenin coğrafi yapısı, toprak özellikleri, iklim yapısı gibi faktörlerin yanında hasat zamanı gibi farklılıklardan ileri gelebileceği düşünülmektedir. Hasat zamanına göre bitki fizyolojik yapısında önemli değişimlerin olacağı ortadadır.

Tablo 6. Biberiye uçucu yağlarının hasat zamanı ve lokasyonlara göre borneol içeriklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (ortalama $\pm$ SS)

*Table 6. Duncan multiple comparison test results of borneol contents of rosemary essential oils according to harvest time and location (mean $\pm$ SD)*

Hasat zamanı	Adana	Mersin	Antalya	Ortalama*
Eylül	3.25 $\pm$ 0.178 <sup>jk***</sup>	7.57 $\pm$ 0.884 <sup>e</sup>	11.93 $\pm$ 1.102 <sup>a</sup>	7.58 $\pm$ 3.777 <sup>AB</sup>
Ekim	3.72 $\pm$ 0.684 <sup>g-k</sup>	7.57 $\pm$ 1.786 <sup>e</sup>	10.66 $\pm$ 2.151 <sup>a-d</sup>	7.32 $\pm$ 3.326 <sup>ABC</sup>
Kasım	2.88 $\pm$ 0.563 <sup>jk</sup>	5.69 $\pm$ 1.327 <sup>f</sup>	12.19 $\pm$ 1.162 <sup>a</sup>	6.92 $\pm$ 4.186 <sup>A-D</sup>
Aralık	3.00 $\pm$ 0.439 <sup>jk</sup>	5.12 $\pm$ 1.154 <sup>fg</sup>	10.87 $\pm$ 1.489 <sup>abc</sup>	6.33 $\pm$ 3.615 <sup>D-G</sup>
Ocak	3.19 $\pm$ 0.095 <sup>jk</sup>	5.64 $\pm$ 0.670 <sup>f</sup>	11.31 $\pm$ 1.486 <sup>a</sup>	6.71 $\pm$ 3.652 <sup>B-E</sup>
Şubat	3.45 $\pm$ 0.836 <sup>g-k</sup>	5.51 $\pm$ 1.166 <sup>f</sup>	10.56 $\pm$ 2.354 <sup>a-d</sup>	6.51 $\pm$ 3.438 <sup>C-F</sup>
Mart	3.37 $\pm$ 0.603 <sup>h-k</sup>	5.04 $\pm$ 0.527 <sup>fgh</sup>	9.04 $\pm$ 0.805 <sup>de</sup>	5.81 $\pm$ 2.553 <sup>EFG</sup>
Nisan	2.66 $\pm$ 0.854 <sup>k</sup>	4.48 $\pm$ 0.638 <sup>f-j</sup>	9.46 $\pm$ 0.637 <sup>cd</sup>	5.53 $\pm$ 3.069 <sup>G</sup>
Mayıs	3.00 $\pm$ 0.487 <sup>jk</sup>	4.37 $\pm$ 0.870 <sup>f-k</sup>	9.48 $\pm$ 1.100 <sup>bcd</sup>	5.62 $\pm$ 3.014 <sup>FG</sup>
Haziran	2.98 $\pm$ 0.384 <sup>jk</sup>	4.84 $\pm$ 0.435 <sup>f-l</sup>	9.62 $\pm$ 1.085 <sup>bcd</sup>	5.81 $\pm$ 2.991 <sup>EFG</sup>
Temmuz	2.65 $\pm$ 0.423 <sup>k</sup>	7.69 $\pm$ 1.000 <sup>e</sup>	10.62 $\pm$ 1.010 <sup>a-d</sup>	6.99 $\pm$ 3.523 <sup>A-D</sup>
Ağustos	3.30 $\pm$ 0.695 <sup>jk</sup>	9.03 $\pm$ 1.103 <sup>de</sup>	11.16 $\pm$ 1.035 <sup>ab</sup>	7.83 $\pm$ 3.575 <sup>A</sup>
Ortalama**	3.12 $\pm$ 0.584 <sup>C</sup>	6.04 $\pm$ 1.726 <sup>B</sup>	10.57 $\pm$ 1.548 <sup>A</sup>	

\*: Farklı harfler hasat zamanına göre ortalamalar arasında p<0.05 düzeyinde farklılık olduğunu göstermektedir. \*\*: Farklı harfler lokasyona göre ortalamalar arasında p<0.05 düzeyinde farklılık olduğunu göstermektedir. \*\*\*: Farklı harfler lokasyonXhasat zamanı interaksyonuna göre ortalamalar arasında p<0.05 düzeyinde farklılık olduğunu göstermektedir.

*\*: Different letters indicate significant difference between the mean according to harvest time at p <0.05 level. \*\*: Different letters indicate significant difference between the mean according to location at p <0.05 level. \*\*\*: Different letters indicate significant difference between the mean for locationXharvest time interaction at p <0.05 level.*

Roomiani ve ark. [37] İran'da yürüttükleri çalışmada uçucu yağda borneol oranını %8.90 olarak tespit ederken, Hannour ve ark. [11] Fas'ta 2 farklı bölgeden aldıkları örneklerde yürüttükleri çalışmada borneol oranını %4.75 ve %6.84 olarak tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada, Antalya-Döşemealtı lokasyonunda, kasım ayında elde edilen en yüksek borneol oranı Başkaya ve ark. [14]'nin belirlediği borneol oranı ile benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte, yürütülen çalışmada olduğu gibi farklı lokasyonlarda yürütülen çalışmalarda borneol oranları farklılık gösterebilmektedir.

## SONUÇ

Araştırma sonucunda; elde edilen analiz bulguları değerlendirildiğinde biberiyenin temin edildiği lokasyon ve hasat zamanının bitkinin uçucu yağ içeriği üzerine önemli etkisi olduğu görülmüştür. Biberiye yağının ana bileşeni olan 1,8-sineol Adana, Mersin ve Antalya lokasyonlarından birer aylık periyotlarla temin edilen örneklerde sırasıyla %52.56-58.26, %54.76-61.54, %15.00-16.95 aralıklarında dağılım göstermiştir. Nitekim literatür çalışmaları da buna benzer bulguları ortaya koymaktadır. Araştırma bulguları bitkinin kullanım amacını belirlemeden önce uçucu yağ bileşiminin belirlenmesinin faydalı olacağını göstermektedir. Bunun yanında bu alanda oluşturulacak bitkisel ürün standartların hazırlanmasında da bu verilerden faydalanılmasının yerinde olacağı düşünülmektedir. Ayrıca araştırma bulguları ülkemizde biberiyenin kültürel üretim çalışmalarına temel teşkil edecek genetik çeşitliliğin de doğada olabileceğini göstermektedir. Elde edilen veriler arasındaki varyasyon biberiye populasyonlarında genetik çeşitliliğin olup olmadığının çalışılmasının gerekliliğini de ortaya koymaktadır.

## TEŞEKKÜR

Makale 213Z647 nolu TÜBİTAK projesinin bir kısmını oluşturmaktadır. Çalışmayı destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- [1] Genç, L. (2010). Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları Ve Etiği. Anadolu Üniversitesi Yayın No: 2098, Eskişehir, 345 s.
- [2] Gülbaba, A.G., Özkurt, N., Kürkçüoğlu, M., Başer, K.H.C. (2002). Mersin ve Adana yöresindeki doğal biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) populasyonlarının tespiti ve uçucu yağ verim ve bileşenlerin belirlenmesi. Orman Bakanlığı Yayın No: 193, Tarsus.
- [3] Ribeiro-Santos, R., Carvalho-Costa, D., Cavaleiro, C., Costa, H. S., Albuquerque, T.G., Castilho, M.C., Ramos, F., Melo, N.R., Sanches-Silva, A. (2015). A novel insight on an ancient aromatic plant: The rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Trends in Food Science & Technology*, 45(2), 355-368.
- [4] Aksu, P., Hışıl, Y. (2005). Baharatların antioksidatif etkileri. *Akademik Gıda*, 3(1), 20-25.
- [5] Ayoob, I., Rahman, M.U., Rehman, S.U. (2018). Essential oil composition of *Rosmarinus officinalis*

- L. from Kashmir (India). *EC Microbiology*, 14(2), 29-32.
- [6] Genena, A.K., Hense, H., Smania Junior, A., Souza, S.M.D. (2008). Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) – A study of the composition, antioxidant and antimicrobial activities of extracts obtained with supercritical carbon dioxide. *Food Science and Technology (Campinas)*, 28(2), 463-469.
- [7] Nieto, G. (2017). Biological activities of three essential oils of the Lamiaceae family. *Medicines*, 4(3), 63-72.
- [8] Hussain, A.I., Anwar, F., Chatha, S.A.S., Jabbar, A., Mahboob, S., Nigam, P.S. (2010). *Rosmarinus officinalis* essential oil: antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities. *Brazilian Journal of Microbiology*, 41, 1070-1078.
- [9] Elamrani, A., Zrira, S., Benjilali, B., Berrada, M. (2000). A study of Moroccan rosemary oils. *Journal Of Essential Oil Research*, 12(4), 487-495.
- [10] Haida, S., Essadik, F.Z., Kribii, A., Habsaoui, A., Ounine, K., Benmoumen, A., Kribii, A. (2015). Study of chemical composition of rosemary essential oil from Western Morocco and evaluation of antioxidant and antibacterial activity of its extracts. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 4(7), 307-323.
- [11] Hannour, K., Boughdad, A., Maataoui, A., Bouchelta, A. (2017). Chemical composition and toxicity of Moroccan *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae) essential oils against the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) Zeller (Lepidoptera, Gelechiidae). *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 8(2), 758-769.
- [12] Kırıcı, S., İnan, M. (2001). Effect of different harvesting time on the essential oil content of rosemary in the Çukurova conditions. *Proceedings of the Workshop on Agricultural and Quality. Aspects of Medicinal and Aromatic Plants*, 263-271.
- [13] Atak, M., Mavi, K., Uremis, I. (2016). Bio-herbicide effects of oregano and rosemary essential oils on germination and seedling growth of bread wheat cultivars and weeds. *Romanian Biotechnological Letters*, 21(1), 11149-11159.
- [14] Başkaya, Ş., Ayanoğlu, F., Bahadır, N.P. (2016). Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) Bitkisinin uçucu yağ oranı, uçucu yağ bileşenleri ve antioksidan içeriğinde morfojenetik ve ontogenetik varyabilite. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 12-20.
- [15] Harmankaya, S., Vatanserver, L. (2017). The effect of essential oils of rosemary and clove on shelf life chicken meat. *Van Veterinary Journal*, 28(1), 11-19.
- [16] Katar, N., Katar, D., Temel, R., Karakurt, S., Bolatkıran, İ., Yıldız, E., Soltanbeigi, A. (2019). The effect of different harvest dates on the yield and quality properties of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) plant. *Biological Diversity and Conservation*, 12(3), 7-13.
- [17] Brown, S.K., Garver, W.S., Orlando, R.A. (2017). 1,8-Cineole: An underappreciated anti-inflammatory therapeutic. *Journal of Biomolecular Research & Therapeutics*, 6(1), 1-6.
- [18] Zuccarini, P., Soldani, G. (2009). Camphor: Benefits and risks of a widely used natural product. *Acta Biologica Szegediensis*, 53(2), 77-82.



- [19] Chen, Z.X., Xu, Q.Q., Shan, C.S., Shi, Y.H., Wang, Y., Chang, R.C.C., Zheng, G.Q. (2019). Borneol for regulating the permeability of the blood-brain barrier in experimental ischemic stroke: preclinical evidence and possible mechanism. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 1-15.
- [20] Salehi, B., Upadhyay, S., Erdogan Orhan, I., Jugran, A.K., Jayaweera, S.L.D., Dias, D.A., Sharopov, S., Taheri, Y., Martins, N., Baghalpour, N., Cho, W.C., Sharifi-Rad, J. (2019). Therapeutic potential of  $\alpha$ - and  $\beta$ -pinene: A miracle gift of nature. *Biomolecules*, 9, 1-37.
- [21] Anonim. (2011). Baharatlar, çeşniler ve tıbbi bitkiler - Uçucu yağ muhtevasının tayini (hidrodistilasyon yöntemi), TS EN ISO 6571, Ankara.
- [22] Özek, G., Demirci, F., Özek, T., Tabanca, N., Wedge, D.E., Khan, S.I., Başer, K.H.C., Duran, A., Hamzaoglu, E. (2010). Gas chromatographic-mass spectrometric analysis of volatiles obtained by four different techniques from *Salvia rosifolia* Sm., and evaluation for biological activity. *Journal of Chromatography A*, 1217, 741-748.
- [23] Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 381s.
- [24] Babushok, V.I., Linstrom, P.J., Zenkevich, I.G. (2011). Retention indices for frequently reported compounds of plant essential oils. *Journal of Physical and Chemical Reference Data*, 40(4), 1-47.
- [25] Alipour, M., Saharkhiz M.J. (2016). Phytotoxic activity and variation in essential oil content and composition of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) during different phenological growth stages. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 7, 271-278.
- [26] Dıraz Yıldırım, E. (2018). The effect of seasonal variation on *Rosmarinus officinalis* (L.) essential oil composition. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 4(1), 33-38.
- [27] Chalchat, J.C., Garry, R.P., Michet, A., Benjilali, B., Chabart, J.L. (1993). Essential oils of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) The chemical composition of oils of various origins (Morocco, Spain, France). *Journal of Essential Oil Research*, 5(6), 613-618.
- [28] Derwich, E., Benziane, Z., Chabir, R. (2011). Aromatic and medicinal plants of Morocco: chemical composition of essential oils of *Rosmarinus officinalis* and *Juniperus phoenicea*. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 2(1), 145-153.
- [29] Mendoza-Garcia, E.E., Ortega-Arenas, L.D., Serrato-Cruz, M.A., Villanueva-Jimenez, J.A., Lopez Arroyo, J.I., Perez-Pacheco, R. (2019). Chemical composition, toxicity, and repellence of plant essential oils against *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 79(4), 636-647.
- [30] Frescura, V.D.S., Boligon, A.A., Barbosa, F.M., De Souza, J.M., Lerner, M.A., Laughinghouse IV, H.D., Silva, C.D.B.D., Andriolo, J.L., Lopes, S.L., Tedesco, S.B. (2018). Nutrient solution concentration and collection time in phytomass production, content, yield and chemical composition of essential oil of rosemary. *Journal of Plant Nutrition*, 41(10), 1293-1302.
- [31] Diab, Y., Auezova, L., Chebib, H., Chalchat, J.C., Figueredo, G. (2002). Chemical composition of Lebanese rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil as a function of the geographical region and the harvest time. *Journal of Essential Oil Research*, 14(6), 449-452.
- [32] Boutekedjiret, C., Belabbes, R., Bentahar, F., Bessiere, J.M. (1999). Study of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil yield and composition as a function of the plant life cycle. *Journal of Essential Oil Research*, 11(2), 238-240.
- [33] Satyal, P., Jones, T.H., Lopez, E.M., McFeeters, R.L., Awadh Ali, N.A., Mansi, I., Al-Kaf, A.G., Setzer, W.N. (2017). Chemotypic characterization and biological activity of *Rosmarinus officinalis*. *Foods*, 6(20), 1-15.
- [34] Barakat, H., Ghazal, G.A. (2016). Antifungal and antioxidant activities of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 7(5), 273-282.
- [35] Hcini, K., Sotomayor, J.A., Jordan, M.J., Bouzid, S. (2013). Chemical composition of the essential oil of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) of Tunisian origin. *Asian Journal of Chemistry*, 25(5), 1-3.
- [36] Hay, Y.O., Sierra, M.A.A., Tellez, M., Sequeda, L.G., Tellez, A.N., Bonnafous, C., Raynaud, C. (2015). Phytochemical, antioxidant and antimicrobial parameters of essential oils and hydrosols of Colombian thyme and rosemary obtained using two different steam distillation methods. *International Journal of Phytocosmetics and Natural Ingredients*, 2(7), 1-10.
- [37] Roomiani, L., Ghaeni, M., Moarref, M., Fallahi, R., Lakzaie, F. (2019). The effects of *Rosmarinus officinalis* essential oil on the quality changes and fatty acids of *Ctenopharyngodon idella*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18(1), 95-109.