

Atf İçin: Çınar O, Tokgöz H, Gölükcü M, Uysal Bayar F, 2022. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) Uçucu Yağ Kalite Parametrelerinin Hasat Zamanı ve Lokasyona Göre Değişimi. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(2): 1114-1123.

To Cite: Çınar O, Tokgöz H, Gölükcü M, Uysal Bayar F, 2022. Quality Parameters Variation of Rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) Essential Oil With Respect to Harvesting Time and Location. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(2): 1114-1123.

Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) Uçucu Yağ Kalite Parametrelerinin Hasat Zamanı ve Lokasyona Göre Değişimi

Orçun ÇINAR^{1*} Haluk TOKGÖZ¹, Muharrem GÖLÜKCÜ¹ Fatma UYSAL BAYAR¹

ÖZET: Bitkisel ürünlerin üretiminde kaliteyi etkileyen birçok parametre bulunmaktadır. Çalışmanın amacı biberiye bitkisinde uçucu yağ miktarı ve bazı kalite özelliklerinin bitkisel materyalin alındığı lokasyon ve hasat zamanına göre değişimini tespit etmektir. Çalışma kapsamında kullanılan materyaller doğal yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı Akdeniz Bölgesi'nden üç farklı lokasyondan 12 ay boyunca birer aylık periyotlarla iki yıl süreyle (2018-2019) hasat edilmiştir. Hasat edilen örneklerde uçucu yağ miktarı, kırılma indisi, optikçe aktiflik ve özgül ağırlık analizleri gerçekleştirilmiştir. Ele alınan kalite parametreleri üzerinde lokasyon önemli etkiye sahip iken, hasat zamanı, uçucu yağ miktar ve optikçe aktiflik değeri üzerinde etkili olmuştur. Biberiyenin önemli kalite parametrelerinden birisi olan uçucu yağ bakımından, lokasyon bazında değerlendirme yapıldığında Adana-Karaisalı lokasyonu öne çıkmıştır. Hasat zamanına göre bir değerlendirme yapıldığında, uçucu yağ açısından en uygun hasat zamanının temmuz ayı olduğu tespit edilmiştir. Araştırma bulguları biberiyenin değerlendirilmesinde lokasyon ve her bir lokasyon için uygun hasat zamanının belirlenmesinin yerinde olacağını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Rosmarinus officinalis*, uçucu yağ, hasat zamanı, lokasyon, kalite

Quality Parameters Variation of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Essential Oil with Respect To Harvesting Time and Location

ABSTRACT: There are many parameters which are affected the herbal products quality. It was aimed to determine the effects of location and harvesting time on essential oil content of rosemary and some quality parameters of the oil. Plant materials were harvested one month intervals during two years (2018-2019) at three different location on Mediterranean region, this region is main wild growing area for rosemary. Essential oil content, refractive index, optical activity and specific gravity analyzes were carried out for these plant materials. While, location has statistically significant effect on all quality parameters, harvesting time has important effect essential oil content and optical activity parameters. In terms of essential oil ratio, which is one of the important quality parameters of rosemary, the highest essential oil content was determined the plant harvested from Adana-Karaisalı according to location. And, the highest volatile oil content was obtained at the samples collected in July with respect to harvesting time. As a result, in order to determine the appropriate harvest time for each location should be evaluated before rosemary processing.

Keywords: *Rosmarinus officinalis*, essential oil, harvesting time, location, quality

¹Orçun ÇINAR ([Orcid ID: 0000-0002-8356-384X](https://orcid.org/0000-0002-8356-384X)), Haluk TOKGÖZ ([Orcid ID: 0000-0002-9956-0045](https://orcid.org/0000-0002-9956-0045)), Muharrem GÖLÜKCÜ ([Orcid ID: 0000-0003-1646-5876](https://orcid.org/0000-0003-1646-5876)), Fatma UYSAL BAYAR ([Orcid ID: 0000-0002-7130-5704](https://orcid.org/0000-0002-7130-5704)), Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Orçun ÇINAR, e-mail: orcun.cinar@tarimorman.gov.tr

GİRİŞ

Türkiye sahip olduğu ekolojik koşullar nedeniyle, bitki türlerinin çokluğu bakımından dünyanın en zengin ülkeleri arasında yer almakta olup, pek çok bitkinin de gen merkezi konumundadır. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) de bu tıbbi ve aromatik bitkiler içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Labiatae (Lamiaceae) familyasında, herdem yeşil, çok yıllık ve güçlü aromaya sahip bir çalı türü olup Akdeniz bitki örtüsünün bir elementidir (Davis, 1982). Biberiye bitkisi ülkemizde özellikle yayılış gösterdiği doğal alanlardan toplanmak suretiyle üretimi ve ihracatı gerçekleştirilmektedir. Herdem yeşil olan ve yıl boyu kullanım olanağı bulunan biberiye Mersin-Tarsus başta olmak üzere Akdeniz Bölgesi'nde yoğunlaşmıştır. Yıllara göre biberiye üretim miktarlarında önemli değişimler olabilmekte olup, Orman Genel Müdürlüğü verilerine göre 2015 yılında 278 ton olan biberiye üretimi 2020 yılında 218 ton olarak gerçekleşmiştir (OGM, 2021).

Biberiye oldukça geniş kullanım alanına sahip olup, gıda, kozmetik, ilaç endüstrisi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Uçucu yağ içeriğinden dolayı, geleneksel tıp, modern tıp ve aromaterapide de kullanım alanı bulmuştur (Sasikumar, 2004). Uçucu yağlar doğal ürün kaynakları olarak önem kazanmaya başlamışlardır. Birçok hastalığın tedavisi için alternatif tedavi yöntemi olarak kullanılmaktadır (Najem ve Abed, 2017). Biberiye dünyanın birçok bölgesinde yetiştirilmektedir. Kurutulmuş biberiye yaprakları çorbalarda, et yemeklerinde ve balık yemeklerinde kullanılmaktadır (Ayoob ve ark., 2018). Biberiye uçucu yağının antifungal, antioksidan, antimutajenik ve sitotoksik aktiviteleri bulunmaktadır. Ayrıca analjezik, antienflamatuvar ve antitümör aktivitelere de sahip olduğu kanıtlanmıştır (Genena ve ark., 2008). Farklı ülkelerin ekolojik koşulları bitki materyallerinin kimyasal profilini etkilemektedir. Farklı lokasyonlardan farklı zamanlarda temin edilen biberiyelerin uçucu yağ miktar ve kalite özellikleri farklılıklar gösterebilmekte, bu da uçucu yağların biyolojik aktivitelerinde mevsimlere göre değişiklik olabileceğini göstermektedir (Hussain ve ark., 2010). Uçucu yağ üretiminde yaygın olarak kullanılan biberiyede, yağ miktarı en önemli kalite parametrelerinden birisidir. Diğer tıbbi ve aromatik bitkilerde olduğu gibi biberiyede de uçucu yağ miktar ve kalite özellikleri biberiye kemotip ve çeşidi başta olmak üzere, çevresel ve kültürel uygulamalardan, bitkinin kullanılan kısmı gibi birçok faktörden önemli oranda etkilenebilmektedir (Ayanoğlu ve ark., 2016). Biberiye bitkisinin başta uçucu yağ miktar ve bileşimi üzerine birçok çalışma yapılmıştır (Gülbaba ve ark., 2002; Atti-Santos ve ark., 2005; Bazaid ve ark., 2013; Barakat ve Ghazal, 2016; Anh ve ark., 2019; Roomiani ve ark., 2019). Ülkemizde de biberiye uçucu yağ ve uçucu yağın bazı özellikleri üzerine bazı çalışmalar yürütülmüştür (Kırıcı ve İnan, 2001; Ayanaoğlu ve ark., 2016; Gürbüz ve ark., 2016; Dıraz Yıldırım, 2018; Kırpık ve Özgüven, 2018).

Mevsimsel olarak bazı özellikleri üzerine bazı çalışmalar bulunan biberiyenin bu bölgeler için aylık olarak yıl boyu değerlendirmeye tabi tutulduğu bir çalışmaya rastlanmamıştır. Mevcut çalışma kapsamında, lokasyon (Akdeniz Bölgesi'nde üç farklı lokasyon) ve hasat zamanının (iki yıl süre ile aylık olarak) biberiyenin uçucu yağ miktar ve uçucu yağa ait bazı kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Biberiye örnekleri doğal yayılış alanları olan üç farklı lokasyondan toplanmıştır. Lokasyonlara ait iklim özellikleri Çizelge 1 ve Çizelge 2'de, lokasyonların koordinatları ve rakım özellikleri ise Çizelge 3'te verilmiştir. Araştırma kapsamında örneklemeye 26 Eylül 2017 tarihinde başlanmış, bundan sonraki hasatlar birer aylık periyotlarla 2 yıl süreyle her ay hasat yapılacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Hasat, vejetasyon gelişim süresi tamamlanmış bitkilerden, toprak seviyesinden

ortalama 20 cm yükseklikten olacak şekilde yapılmıştır. Çevresel faktörlerden etkilenilmemesi için bitkiler her ay her lokasyondan aynı yerden toplanmıştır. Daha sonra ön işlemler ve analizler için toplanan örnekler Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Merkezi Laboratuvarı'na getirilmiştir.

Çizelge 1. Örneklemenin yapıldığı lokasyonun iklim özellikleri (2018 yılı)

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)			Nisbi nem (%)			Yağış miktarı (mm)		
	K.isalı	Tarsus	D.altı	K.isalı	Tarsus	D.altı	K.isalı	Tarsus	D.altı
Ocak	9.0	9.0	10.8	57.6	70.4	72.2	170.8	163.0	93.0
Şubat	9.3	9.8	12.8	62.2	70.5	83.0	170.2	81.0	91.0
Mart	14.2	14.5	15.0	62.1	72.1	78.9	99.0	41.6	94.0
Nisan	17.0	17.1	18.5	65.6	73.3	68.7	24.2	14.2	2.0
Mayıs	22.2	22.1	23.2	58.1	64.8	66.2	81.6	12.6	19.0
Haziran	23.5	23.8	25.5	72.9	75.4	72.8	82.0	8.0	65.0
Temmuz	28.6	28.2	28.5	72.0	78.5	65.8	0.0	0.0	18.0
Ağustos	28.8	28.2	28.0	60.9	72.0	71.2	26.6	0.0	0.0
Eylül	28.8	27.8	25.9	60.6	73.1	65.1	0.0	0.0	13.0
Ekim	24.5	23.9	20.4	76.0	79.2	67.3	1.8	0.0	24.0
Kasım	16.8	15.9	15.7	46.0	59.2	72.5	62.8	48.4	57.0
Aralık	12.6	12.6	11.5	56.5	63.0	78.0	61.8	51.0	156.0
Ortalama	19.6	19.4	19.7	62.5	71.0	71.8	65.1	35.0	52.7
Toplam							780.8	419.8	632.0

Çizelge 2. Örneklemenin yapıldığı lokasyonun iklim özellikleri (2019 yılı)

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)			Nisbi nem (%)			Yağış miktarı (mm)		
	K.isalı	Tarsus	D.altı	K.isalı	Tarsus	D.altı	K.isalı	Tarsus	D.altı
Ocak	8.9	9.2	7.7	66.6	73.3	82.4	289.2	147.2	338.9
Şubat	10.7	11.2	9.8	69.4	74.0	30.1	122.6	106.2	89.9
Mart	12.7	13.0	12.2	64.6	71.9	68.9	161.0	100.8	54.6
Nisan	15.6	16.2	14.5	66.0	70.7	66.8	116.8	68.0	121.8
Mayıs	22.8	22.5	20.6	55.6	64.4	62.4	18.4	2.8	60.6
Haziran	25.5	25.7	25.5	72.9	75.9	58.6	235.4	0.2	16.2
Temmuz	26.8	27.1	28.3	73.0	76.6	46.9	62.6	18.6	0.5
Ağustos	28.1	27.9	29.3	70.0	76.2	45.0	0.0	0.0	0.2
Eylül	25.8	25.6	25.1	57.5	69.2	54.3	10.0	3.2	1.8
Ekim	23.4	23.0	21.7	53.9	64.3	55.9	17.8	14.0	20.2
Kasım	17.9	17.5	15.7	46.4	53.5	66.7	28.4	26.8	190.9
Aralık	11.3	11.5	10.5	71.8	81.0	74.2	366.8	305.6	312.7
Ortalama	19.1	19.2	18.4	64.0	70.9	59.4	119.1	66.1	100.7
Toplam							1429.0	793.4	1208.3

Çizelge 3. Örneklemenin yapıldığı lokasyon koordinatları

Lokasyon	Lokasyon koordinatları	Rakım
Adana-Karaisalı	37° 07' 52" K; 35° 08' 75" D	182 m
Mersin-Tarsus	36° 58' 05" K; 34° 48' 30" D	264 m
Antalya-Döşemealtı	36° 58' 53" K; 30° 40' 35" D	212 m

Laboratuvara getirilen biberiye materyallerinin ön temizleme işlemleri yapılarak bitki üzerinde yer alan yabancı maddeler ayıklanmıştır. Sonrasında materyaller 45°C sıcaklığa ayarlanan hava sirkülasyonlu (7.272 m³ saat⁻¹) kurutma fırınında (Venticell-404 Standard. MMM group. Almanya) kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Kurutma işlemine materyallerin nem oranı %10 seviyesine gelinceye kadar devam edilmiştir.

Metot

Araştırma kapsamında öncelikle uçucu yağ miktar analizi gerçekleştirilmiştir. Uçucu yağ miktar analizi dal ve gövdeden ayıklanmış yaprak kısmında gerçekleştirilmiştir. Uçucu yağ miktar analizleri clevenger düzeneğinde (İsotex. 98-IV-B) gerçekleştirilmiştir. Analiz edilmek üzere hazırlanmış olan kurutulmuş bitki materyalinden yaklaşık 20 g numune tartılmıştır. Tartılan numune cam clevenger balonuna yerleştirilmiştir. Üzerine numunenin yaklaşık 10 katı kadar (200 mL) saf su ilave edilmiş ve yaklaşık üç saat süre ile hidrodistilasyon işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra dereceli kısımda biriken uçucu yağ hacminin okuması yapılarak sonuç mL cinsinden kaydedilmiş ve uçucu yağ miktarı yüzde ($v w^{-1}$, %) olarak hesaplanmıştır (Anonim. 2011).

Biberiye uçucu yağlarının kırılma indisi değerleri masa tipi sıcaklık kontrollü dijital refraktometre (A. Krüss Optronic GmbH. DR6000 series. Almanya) kullanılarak ölçülmüştür. Cihaz açıldıktan sonra sıcaklık ayarlaması (20°C) için beklenmiş ve daha sonra uçucu yağ kırılma indisi değerleri tespit edilmiştir (Anonim. 2009).

Hidrodistilasyon metodu ile elde edilen biberiye uçucu yağlarında optikçe aktiflik analizi sıcaklık kontrollü polarimetre cihazı (Optical Activity Ltd., PolAAR 31. İngiltere) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler 589.3 nm dalga boyunda ışık veren bir ışık kaynağı kullanılarak yapılmıştır. Cihaz açıldıktan sonra örnek numune tüpe yerleştirildikten (içinde hava kabarcığı olmayacak şekilde) sonra sıcaklığı 20°C'ye ulaşıncaya kadar beklenmiş ve okuma işlemleri gerçekleştirilmiştir (Anonim. 2008). Örneklerde özgül ağırlık tespiti kapiler tüpler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bunun için öncelikle kapiler tüp boş durumdayken darası ölçülüp not edilmiştir. Sonrasında kapiler tüpe saf su konulmuş ve tartım miktarı not edilmiştir. Sonrasında kapiler tüpe uçucu yağ eklenmiş ve tartılarak özgül ağırlık değeri hesaplanmıştır (Anonim. 2012).

İstatistiksel Analizler

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür (Düzgüneş ve ark., 1987). Araştırma kapsamında örnekleme iki tekerrürlü olarak yapılmıştır. Çalışmada hidrodistilasyon işlemi ile birlikte kalite parametrelerinin analizi de her bir tekerrür için iki paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar. SAS paket programı kullanılarak varyans analizi yapılarak önemli çıkan konular Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine tabi tutulmuştur. Araştırma bulguları ortalama±standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Üç farklı lokasyondan aylık olarak hasat edilen örneklerin ortalama uçucu yağ miktarı sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.

Örneklerin uçucu yağ miktarları biberiyenin elde edildiği lokasyon ve hasat zamanına göre istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterirken lokasyon hasat zamanı interaksyonunun etkisi önemsiz düzeyde kalmıştır. İki yıllık veriler üzerinden bir değerlendirme yapıldığında. Karaisalı-Adana örnekleri ortalama % 2.02 ± 0.279 uçucu yağ içeriği ile en yüksek lokasyon olmuş. bunu % 1.70 ± 0.430 ile Tarsus-Mersin ve % 0.96 ± 0.197 ile de Döşemealtı-Antalya örnekleri takip etmiştir. Hasat dönemlerine göre bir değerlendirme yapıldığında da biberiye uçucu yağ miktarlarında farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu farklılıkların Çizelge 1 ve Çizelge 2'de görüleceği üzere ortalama sıcaklık, nisbi nem ve yağış miktarının aylara göre farklılık göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Üç lokasyona ait iki yıllık veriler üzerinden değerlendirildiğinde dönemsel olarak en yüksek uçucu yağ içeriği, temmuz ayında hasat edilen örneklerde tespit edilmiştir. Ancak mayıs, haziran ve ekim aylarında hasat edilen örnekler ile istatistiki olarak farklılık bulunmamaktadır.

Çizelge 4. Biberiye örneklerinin hasat zamanı ve lokasyonlara göre uçucu yağ miktarları (%) ortalamaları.

Hasat zamanı	Adana	Mersin	Antalya	Ortalama*
Eylül	2.00±0.142	1.46±0.540	0.77±0.232	1.41±0.614 ^{ed}
Ekim	2.16±0.248	1.70±0.319	1.14±0.098	1.66±0.489 ^{abc}
Kasım	1.87±0.153	1.63±0.437	0.92±0.106	1.47±0.488 ^{cde}
Aralık	2.09±0.104	1.86±0.164	0.94±0.160	1.63±0.538 ^{bcd}
Ocak	1.64±0.109	1.42±0.318	0.80±0.075	1.29±0.413 ^{ef}
Şubat	1.72±0.169	1.04±0.083	0.79±0.062	1.18±0.422 ^f
Mart	2.08±0.068	1.76±0.544	1.00±0.196	1.61±0.562 ^{bcd}
Nisan	2.26±0.248	1.72±0.471	0.85±0.314	1.61±0.684 ^{bcd}
Mayıs	2.19±0.440	2.06±0.058	1.04±0.046	1.76±0.585 ^{ab}
Haziran	2.15±0.366	2.07±0.060	1.01±0.095	1.74±0.577 ^{ab}
Temmuz	2.24±0.207	2.10±0.501	1.28±0.105	1.87±0.529 ^a
Ağustos	1.91±0.149	1.60±0.157	0.96±0.071	1.49±0.429 ^{cde}
Ortalama**	2.02±0.279^A	1.70±0.430^B	0.96±0.197^C	

*: 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

Melito ve ark. (2019) biberiye uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerine hasat zamanının etkilerini araştırdıkları çalışmada örneklerin uçucu yağ oranının % 0.29-0.98 arasında değişim gösterdiğini saptamışlardır. Kış aylarında hasat edilen örneklerde uçucu yağ oranı daha düşük tespit edilmiştir. Alipour ve Saharkhiz (2016) ise farklı fenolojik dönemlerde uçucu yağ oranlarını inceledikleri çalışmada; uçucu yağ oranlarını % 0.94-1.15 arasında tespit etmişlerdir. En yüksek uçucu yağ oranını % 1.15 ile tohum olgunluk döneminde elde etmişlerdir. Gürbüz ve ark. (2016). Ankara koşullarında yürüttükleri çalışmada ise Mersin popülasyonundan temin edilen bitkilerden elde edilen uçucu yağ oranının en yüksek (% 2.08) olduğunu bildirmişlerdir. Kırıcı ve İnan (2001) tarafından yapılan çalışmada da. Çukurova koşullarında 1 yıl boyunca 15 gün aralıklarla alınan örneklerde uçucu yağ oranını % 0.27-0.65 arasında tespit ederken. en yüksek uçucu yağ oranını. bu çalışmaya benzer şekilde. temmuz ayında alınan örneklerden elde edildiğini bildirmişlerdir. Lokasyon bazında değerlendirme yapıldığında da literatür değerleri ile araştırmamızda elde edilen bulgular genel olarak benzerlik göstermektedir. Literatür verileri. Adana ve Mersin lokasyonlarından elde edilen değerlerden ise kısmi olarak daha düşüktür. Bu veriler biberiyede lokasyonun uçucu yağ miktarı üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 5. Biberiye uçucu yağlarının hasat zamanı ve lokasyonlara göre kırılma indisi (nD. 20°C) değerleri

Hasat zamanı	Adana	Mersin	Antalya	Ortalama
Eylül	1.4664±0.00055	1.4669±0.00057	1.4759±0.00099	1.4697±0.00462
Ekim	1.4658±0.00057	1.4664±0.00057	1.4762±0.00078	1.4695±0.00503
Kasım	1.4660±0.00066	1.4659±0.00101	1.4754±0.00066	1.4691±0.00471
Aralık	1.4654±0.0073	1.4653±0.00016	1.4752±0.00039	1.4686±0.00486
Ocak	1.4665±0.00073	1.4662±0.00058	1.4761±0.00074	1.4696±0.00484
Şubat	1.4659±0.00066	1.4671±0.00132	1.4750±0.00082	1.4693±0.00429
Mart	1.4657±0.00062	1.4665±0.00048	1.4752±0.00043	1.4691±0.00453
Nisan	1.4663±0.00088	1.4662±0.00050	1.4770±0.00152	1.4698±0.00538
Mayıs	1.4664±0.00050	1.4661±0.00015	1.4753±0.00082	1.4692±0.00447
Haziran	1.4663±0.00087	1.4660±0.00030	1.4754±0.00059	1.4692±0.00460
Temmuz	1.4659±0.00049	1.4664±0.00033	1.4732±0.00740	1.4685±0.00521
Ağustos	1.4664±0.00033	1.4666±0.00013	1.4716±0.00566	1.4682±0.00389
Ortalama*	1.4661±0.00067^B	1.4663±0.00070^B	1.4751±0.00281^A	

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

Araştırma kapsamında elde edilen uçucu yağlarda önemli bazı kalite parametreleri analiz edilmiş olup. bunlardan birisi de yağların kimyasal bileşimine göre farklılık gösteren kırılma indisi değeri olmuştur. Çalışmada. üç farklı lokasyondan aylık olarak iki yıl boyunca temin edilen örneklerin uçucu yağlarının kırılma indisi değerleri Çizelge 5'te verilmiştir.

Kırılma indisi bitkisel yemeklik yağlar ve uçucu yağlar için önemli kalite kriterlerinden birisi olup ulusal (Türk Standartları) ve uluslararası (Avrupa Farmakopesi) düzenlemelerde kalite kriteri olarak yer almaktadır. Örneklerin uçucu yağlarına ait kırılma indisi değerleri 20°C'de ölçülmüş olup lokasyonlara göre önemli farklılık gösterirken. hasat zamanı ve lokasyon x hasat zamanı interaksiyonuna göre farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Lokasyona göre değerlendirme yapıldığında Antalya-Döşemealtı bölgesinden temin edilen örneğin ortalama kırılma indisi değeri 1.4751 ile diğer iki lokasyondan daha yüksek tespit edilmiştir. Adana-Karaisalı ve Mersin-Tarsus bölgesinden temin edilen örneklerin uçucu yağlarının kırılma indisi değerleri benzerlik göstermiştir. Hasat zamanına göre kırılma indisi. 1.4682 ile 1.4698 değişim göstermektedir.

Atti-Santos ve ark. (2005) Brezilya'da biberiye örneklerinde yaptıkları çalışmada. kırılma indisi değerlerinin değişimlerini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre kırılma indisi değerleri 1.4682 ile 1.4697 arasında değişim göstermiştir. Chalchat ve ark. (1993) yaptıkları çalışmada. Fas ve İspanya'dan alınan biberiye örneklerinde kırılma indisi değerlerini incelemişlerdir. Kırılma indisi değerleri Fas'tan alınan örneklerde 1.4695-1.4740 arasında. İspanya'dan alınan örneklerde ise 1.4696-1.4770 arasında değişim göstermiştir. TSE ve Avrupa Farmakopesi'nde tanımlanan kırılma indisi değerleri 1.464-1.472 arasındadır. Bu çalışmada Adana ve Mersin'den alınan lokasyonlardaki kırılma indisi değerleri literatür ile az da olsa farklılık gösterirken TSE ve Avrupa Farmakopesi'nde tanımlı değerlerle uyumluluk göstermektedir (Anonim. 2003; Anonymous 2008). Antalya'dan toplanan örneklerden alınan kırılma indisi değerleri TSE ve Avrupa Farmakopesi'nde yer alan sınırlamalardan çok az sapsa da literatürde yer alan Fas'tan alınan örneklerdeki kırılma indisi değerleriyle uyumluluk göstermektedir. Literatürde kırılma indisinin uçucu yağın içeriğinde yer alan bileşenlerle direkt olarak ilgisinin olduğu belirtilmiştir (Ospina ve ark.. 2016).

Araştırma kapsamında elde edilen uçucu yağ örneklerinde belirlenen bir diğer kalite parametresi optikçe aktiflik değeri olup bu parametre de tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağlar için önemli kalite kriterlerinden birisidir. Adana-Karaisalı. Mersin-Tarsus ve Antalya-Döşemealtı lokasyonlarından aylık olarak iki yıl boyunca hasat edilen örneklerin uçucu yağlarının optikçe aktiflik değerleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Örneklerin optikçe aktiflik değerleri lokasyon. hasat zamanı ve lokasyonxhasat zamanı interaksiyonuna göre önemli farklılıklar göstermiştir. Lokasyonlara göre bir değerlendirme yapıldığında örneklerin optikçe aktiflik değerlerinde önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. Çizelge 4'te de görüldüğü üzere Antalya-Döşemealtı lokasyonundan temin edilen örneğin ortalama optikçe aktiflik değeri 27.36° ile diğer iki bölgeden oldukça önemli farklılık göstermiştir. Adana-Karaisalı ile Mersin-Tarsus lokasyonlarından temin edilen örneklerin ortalama optikçe aktiflik değerleri arasında da istatistiksel olarak önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin hasat zamanlarına göre optikçe aktiflik verileri değerlendirildiğinde de ortalama değerler arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğu görülmektedir. Lokasyon x hasat zamanı interaksiyonu üzerinden değerlendirme yapıldığında en düşük optikçe aktiflik değeri -1.93° ile Mersin-Tarsus lokasyonunsa Şubat ayında. en yüksek ise 31.93° ile Antalya-Döşemealtı lokasyonunda Ağustos ayında belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Biberiye uçucu yağlarının hasat zamanı ve lokasyonlara göre optikçe aktiflik (°) değerleri.

Hasat zamanı	Adana	Mersin	Antalya	Ortalama*
Eylül	5.68±2.533 ^g	0.30±1.236 ^{g-j}	29.15±2.009 ^{a-d}	11.71±13.21 ^A
Ekim	2.83±0.862 ^{gh}	-1.20±2.486 ^{jk}	25.10±5.494 ^{ef}	8.91±12.49 ^{BCD}
Kasım	3.70±0.316 ^{gh}	-0.40±1.637 ^{ijk}	28.25±1.636 ^{b-e}	10.52±13.27 ^{AB}
Aralık	3.88±0.922 ^{gh}	-0.20±1.273 ^{ijk}	25.55±2.913 ^{def}	9.74±11.93 ^{A-D}
Ocak	3.75±0.700 ^{gh}	-1.50±0.432 ^k	25.35±4.829 ^{ef}	9.20±12.40 ^{BCD}
Şubat	3.78±0.359 ^{gh}	-1.90±0.516 ^k	28.30±3.655 ^{b-e}	10.06±13.82 ^{A-D}
Mart	2.40±0.829 ^{g-j}	-1.08±0.443 ^{jk}	26.10±3.185 ^{c-f}	9.14±12.73 ^{BCD}
Nisan	3.18±1.047 ^{gh}	-1.55±0.342 ^k	29.50±5.912 ^{abc}	10.38±14.61 ^{ABC}
Mayıs	2.78±0.629 ^{gh}	-1.93±0.538 ^k	23.70±1.699 ^f	8.18±11.68 ^D
Haziran	2.83±0.519 ^{gh}	-1.33±0.263 ^{jk}	23.50±1.409 ^f	8.33±11.37 ^{CD}
Temmuz	3.13±0.403 ^{gh}	0.00±1.160 ^{h-k}	31.85±4.538 ^{ab}	11.66±15.17 ^A
Ağustos	3.13±0.443 ^{gh}	0.50±0.408 ^{g-j}	31.93±3.726 ^a	11.85±15.00 ^A
Ortalama**	3.42±1.191 ^B	-0.86±1.273 ^C	27.36±4.304 ^A	

*: 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 lokasyon x hasat zamanı interaksyonuna göre ortalamalar arasında p<0.05 düzeyinde farklılık olduğunu göstermektedir

Ayoob ve ark. (2018). Hindistan'da topladıkları biberiye bitkilerinden elde edilen uçucu yağlarda optikçe aktiflik değerini tespit etmişlerdir. Elde edilen uçucu yağda optikçe aktiflik değeri -5° olarak bulunmuştur. Begum ve ark. (2013) biberiyenin tıbbi özellikleri üzerine kapsamlı bir araştırma yapmışlar ve biberiye uçucu yağının optikçe aktiflik değerinin 5°-10° arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Atti-Santos ve ark. (2005) Brezilya'da yaptıkları çalışmada, biberiye örneklerinde optikçe aktiflik değerleri 11.58 ile 12.13° arasında değişim göstermiştir. Chalchat ve ark. (1993) Fas, İspanya ve Fransa'dan alınan biberiye örneklerinde optikçe aktiflik değerlerini Fas'tan alınan örneklerde -0.77 ile 0.61° arasında, İspanya'da -3.80 ile 0.98 arasında, Fransa'da ise 10.50 ile 15.34° arasında değişim göstermiştir. TSE ve Avrupa Farmakopesi'nde tanımlanan optikçe aktiflik değerleri -5 ile 8° arasındadır. Bu çalışmada Adana ve Mersin'den alınan örneklerin optikçe aktiflik değerleri TSE ve Avrupa Farmakopesi sınır değerleri ile uyum göstermektedir. Antalya'dan alınan örneklerdeki optikçe aktiflik değerleri hem literatür ile hem de TSE ve Avrupa Farmakopesi ile uyumluluk göstermemektedir (Anonim, 2003; Anonymous 2008).

Adana-Karaisalı, Mersin-Tarsus ve Antalya-Döşemealtı lokasyonlarından temin edilen örneklerin uçucu yağlarının hasat zamanlarına göre özgül ağırlık değerleri Çizelge 7'de verilmiştir.

Uçucu yağ örneklerinin özgül ağırlık değerleri, lokasyon ve lokasyon x hasat zamanı interaksyonuna göre önemli farklılıklar gösterirken, hasat zamanına göre tespit edilen farklılık istatistiksel olarak önemsiz düzeyde kalmıştır. Kırılma indisi ve optikçe aktiflik değeri gibi özgül ağırlık değeri de tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağlar için önemli kalite kriterlerinden bir diğeridir. En yüksek özgül ağırlık değerine Antalya-Döşemealtı lokasyonundan temin edilen örnek sahip olurken bu örneği sırasıyla Adana-Karaisalı ve Mersin-Tarsus bölgesinden temin edilen örnekler takip etmiştir. Lokasyon x hasat zamanı interaksyonuna göre değerlendirme yapıldığında en yüksek özgül ağırlık değeri 0.920 ile Antalya-Döşemealtı lokasyonu örneklerinde, en düşük ise 0.904 ile 0.904 Mersin-Tarsus lokasyonu örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Biberiye uçucu yağlarının hasat zamanı ve lokasyonlara göre özgül ağırlık değerleri

Hasat zamanı	Adana	Mersin	Antalya	Ortalama
Eylül	0.915 ±0.0022 ^{**a-e}	0.910 ±0.0035 ^{c-j}	0.906±0.0127 ^{hij}	0.910±0.0079
Ekim	0.912 ±0.0036 ^{b-1}	0.908 ±0.0025 ^{e-j}	0.917 ±0.0068 ^{a-d}	0.912±0.0057
Kasım	0.908 ±0.0026 ^{e-j}	0.906±0.0008 ^{hij}	0.915 ±0.0034 ^{a-f}	0.909±0.0045
Aralık	0.909 ±0.0024 ^{e-j}	0.907 ±0.0034 ^{g-j}	0.914 ±0.0037 ^{a-g}	0.910±0.0044
Ocak	0.910 ±0.0034 ^{c-j}	0.907 ±0.0034 ^{g-j}	0.917±0.0047 ^{abc}	0.911±0.0058
Şubat	0.909 ±0.0042 ^{e-j}	0.904±0.0044 ^j	0.919±0.0022 ^{ab}	0.910±0.0075
Mart	0.908 ±0.0022 ^{e-j}	0.907 ±0.0039 ^{f-j}	0.908 ±0.0087 ^{e-j}	0.908±0.0051
Nisan	0.907 ±0.0026 ^{g-j}	0.905±0.0014 ^j	0.913 ±0.0035 ^{b-1}	0.908±0.0043
Mayıs	0.911 ±0.0042 ^{c-j}	0.907 ±0.0041 ^{g-j}	0.920±0.0056 ^a	0.913±0.0073
Haziran	0.912 ±0.0048 ^{c-1}	0.906±0.0042 ^{hij}	0.913 ±0.0050 ^{b-1}	0.910±0.0052
Temmuz	0.911 ±0.0033 ^{c-j}	0.908 ±0.0046 ^{e-j}	0.912 ±0.0021 ^{b-1}	0.911±0.0036
Ağustos	0.912 ±0.0031 ^{b-1}	0.909 ±0.0041 ^{d-j}	0.914 ±0.0031 ^{a-h}	0.912±0.0037
Ortalama *	0.910±0.0037 ^B	0.907±0.0035 ^C	0.914±0.0066 ^A	

*: 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

Kassahun ve Feleke (2019). biberiye uçucu yağının özgül ağırlık değerini 0.899 g mL⁻¹ olarak bulmuşlardır. Koleilat ve ark. (2017). farklı biberiye uçucu yağlarının yoğunluk değerleri 0.897-0.908 g mL⁻¹. Atti-Santos ve ark. (2005). 0.8858 ile 0.8911 g mL⁻¹. Chalchat ve ark. (1993) 0.900 ile 0.920 g mL⁻¹ arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. TSE ve Avrupa Farmakopesi'nde yer alan sınır değerlere göre biberiyenin yoğunluğu 0.892 g mL⁻¹ ile 0.920 g mL⁻¹ arasında değişim göstermektedir (Anonim. 2003; Anonymous. 2008). Bizim yaptığımız çalışmada elde edilen sonuçlar hem literatür ile hem de TSE ve Avrupa Farmakopesi ile uyumluluk göstermektedir.

SONUÇ

Araştırma sonucunda; elde edilen analiz bulguları değerlendirildiğinde biberiyenin temin edildiği lokasyon ve hasat zamanının bitkinin uçucu yağ içeriği ile uçucu yağın bazı fiziko-kimyasal özellikleri üzerine önemli etkisi olduğu görülmüştür. Araştırma bulguları bitkinin temin edildiği bölge ve döneme göre bu anlamda farklılıklar oluşturulabileceğini göstermektedir. Elde edilen veriler üzerinden değerlendirme yapıldığında uçucu yağ açısından Karaisalı-Adana lokasyonunun daha avantajlı olduğunu, hasat zamanına göre de Temmuz ayının bu anlamda avantajlı olduğunu göstermektedir. Ulusal ve uluslararası standartlar açısından değerlendirildiğinde de Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Karaisalı-Adana ve Tarsus-Mersin lokasyonlarının uygun olduğu sonucuna varılabilir. Döşemealtı-Antalya lokasyonu ise gerek uçucu yağ verimi gerekse de analizi yapılan uçucu yağ kalite parametrelerine göre oluşturulan standart değerlerinden kısmi farklılıklar göstermektedir. Bu veriler de ulusal ve uluslararası standartlarda bu durumun değerlendirmeye alınmasının yerinde olacağını göstermektedir. Ayrıca bu veriler ülkemizin bu bitkisel materyal anlamında önemli bir varyasyona sahip olduğunu da ortaya koymaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen 213Z647 nolu projenin bir kısmını oluşturmaktadır. Araştırmayı destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Alipour M. Saharkhiz MJ. 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.
- Anh TT. Ngan LTT. Lam TD. 2019. Essential Oil from Fresh and Dried Rosemary Cultivated in Lam Dong Province. Vietnam. *Materials Science and Engineering*. 544: 1-5.
- Anonim. 2003. Eteri yağları-Biberiye yağı (*Rosmarinus officinalis* L.). TS ISO 1342.
- Anonim. 2008. Eteri yağlar-Optik çevirme açısı tayini-Polarimetrik metot. TS ISO 592.
- Anonim. 2009. Eteri yağlar - Kırılma indisi tayini. TS ISO 280.
- Anonim. 2011. Baharatlar. çeşniler ve tıbbi bitkiler - Uçucu yağ muhtevasının tayini (hidrodistilasyon yöntemi). TS EN ISO 6571.
- Anonim. 2012. Hayvansal ve Bitkisel Yağlar – Özgül ağırlık tayini. TS 4959.
- Anonymous. 2008. Rosemary leaf (*Rosmarini folium*). *European Pharmacopeia*. p: 2839-2840.
- Atti-Santos AC. Rossato M. Pauletti GF. Rota LD. Rech JC. Pansera MR. Agostini F. Serafini L.. Moyna P. 2005. Physico-chemical Evaluation of *Rosmarinus officinalis* L. Essential Oils. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 48 (6): 1035-1039.
- Ayanoğlu F. Başkaya Ş. Bahadırılı NP. 2016. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) Bitkisinin Uçucu Yağ Oranı. Uçucu Yağ Bileşenleri ve Antioksidan İçeriğinde Morfogenetik ve Ontogenetik Varyabilite. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 21(1): 12-20.
- Ayoob I. Rahman MU. Rehman SU. 2018. Essential Oil Composition of *Rosmarinus officinalis* L. from Kashmir (India). *EC Microbiology*. 14 (2): 29-32.
- Barakat H. Ghazal GA. 2016. Antifungal and Antioxidant Activities of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Essential Oil. *Journal of Food and Dairy Science*. 7 (5): 273-282.
- Bazaid SA. El-Amoudi MS. Ali EF. Abdel-Hamed ES. 2013. Volatile Oil Studies of Some Aromatic Plants in Taif Region. *Journal of Medicinal Plants Studies*. 1 (5): 119-128.
- Begum A. Sandhya S. Ali SS. Vinod KR. Reddy S. Banji D. 2013. An In-Depth Review on the Medicinal Flora *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae). *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria*. 12 (1): 61-73.
- Chalchat JC. Garry RP. Michet A. Benjilali B. Chabart JL. 1993. Essential Oils of Rosemary (*Rosmarinus oflicinalis* L.) The Chemical Composition of Oils of Various Origins (Morocco. Spain. France). *Journal of Essential Oil Research*. 5: 613-618.
- Davis PH. 1982. *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*. Volume 7. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- 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.
- Düzgüneş O. Kesici T. Kavuncu O. Gürbüz F. 1987. *Araştırma ve Deneme Metotları*. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları. Ankara. 381s.
- Genena AK. Hense H. Smania Junior A. Souza SMD. 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.

- Gülbaba AG, Özkurt N, Kürkçüoğlu M, Başer KHC. 2002. Mersin Ve Adana Yöresindeki Doğal Biberiye (*Rosmarinus Officinalis* L.) Populasyonlarının Tespiti Ve Uçucu Yağ Verim Ve Bileşimlerinin Belirlenmesi. Orman Bakanlığı Yayın No:193.
- Gürbüz B, Bahtiyarca Bağdat R, Uyanık M, Pour Rezaeieh KA. 2016. Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Cultivation Studies under Ankara Ecological Conditions. *Industrial Crops and Products*. 88: 12–16.
- Hussain AI, Anwar F, Chatha SAS, Jabbar A, Mahboob S, Nigam PS. 2010. *Rosmarinus officinalis* Essential Oil: Antiproliferative, Antioxidant and Antibacterial Activities. *Brazilian Journal of Microbiology*. 41: 1070-1078.
- Kassahun A, Feleke G. 2019. Proximate Analysis, Physicochemical Properties and Chemical Characterization of *Rosmarinus officinalis* L. Oil. *Natural Volatiles & Essent Oils*. 6 (2): 20-24.
- 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*. May 29- June 01-2001 Adana. pp: 263-271.
- Kırpık M, Özgüven.M. 2018. Farklı Kökenli *Rosmarinus officinalis* L. (Biberiye) Bitkilerinin Verim Ve Uçucu Yağları Üzerinde Araştırmalar. *Adıyaman Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*. 6 (2): 46-54.
- Koleilat M, Raafat K, El-Lakany A, Aboul-Ela M. 2017. Designing Monographs for *Rosmarinus officinalis* L. and *Lavandula angustifolia* L.: Two Lebanese Species with Significant Medicinal Potentials”. *Pharmacognosy Journal*. 9 (4): 452-474.
- Melito S, Petretto GL, Chahine S, Pintore G, Chessa M. 2019. Seasonal Variation of Essential Oil in *Rosmarinus officinalis* Leaves in Sardinia. *Natural Product Communications*. 14 (7): 1–7.
- Najem AM, Abed IJ. 2017. Potential Use of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Essential Oil as Anti-Bacterial and Anti –Algal. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*. 12 (2): 68-71.
- OGM. 2021. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. Resmi İstatistikleri (<https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>) (Erişim tarihi: 20.03.2021).
- Ospina JD, Tovar CDG, Flores JCM, Orozco MSS. 2016. Relationship Between Refractive Index and Thymol Concentration in Essential Oils of *Lippia origanoides* Kunth. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*. 32 (2): 127-133.
- 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.
- Sasikumar B. 2004. Rosemary. *Handbook of Herbs and Spices*. Editor: Peter. K.V. Cambridge: CRC Press.