



Ontogenetik ve Diurnal Varyabilitenin İzmir Kekiği (*Origanum onites* L.)'nin Uçucu Yağ İçeriği ve Kompozisyonuna Etkisi^A

Mustafa CAN^{1*}, Nimet KATAR², Duran KATAR³

Öz: Bu çalışma, 2019 yılında farklı hasat zamanlarının (ontogenetik ve diurnal varyabilite) İzmir kekiğinin (*Origanum onites* L.) uçucu yağ oranı ve bileşimi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Tarla çalışmaları, Uşak ilinde tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre; uçucu yağ oranı % 2.22-3.58 arasında değişmiştir. Uçucu yağın birinci ana bileşeni olan karvakrol % 77.16-84.59 arasında değişirken, ikinci ana bileşen olan γ -terpinen ise % 3.96-6.73 arasında değişmiştir. Uçucu yağ oranı ve bileşenleri dikkate alındığında, Uşak ekolojik koşullarında İzmir kekiği yetiştiriciliği için hasadın bitkilerin çiçeklenme dönemi sonunda ve öğle saat 12:00'de yapılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: İzmir Kekiği (*Origanum onites* L.), Hasat Zamanı, Uçucu Yağ Oranı ve Bileşenleri, Karvakrol.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Mustafa CAN, İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Uşak, Türkiye, mustafican@gmail.com, [OrcID 0000-0003-1533-7039](https://orcid.org/0000-0003-1533-7039)

² Nimet KATAR, İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Eskişehir, Türkiye, nimetkatar@gmail.com, [OrcID 0000-0003-0699-167X](https://orcid.org/0000-0003-0699-167X)

³ Duran KATAR, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Eskişehir, Türkiye, durankatar6060@gmail.com, [OrcID 0000-0003-1340-8040](https://orcid.org/0000-0003-1340-8040)

Effect of Ontogenetic and Diurnal Variabilities on Essential Oil Content and Composition of Turkish oregano (*Origanum onites* L.)

Abstract: The experiment was conducted to determine the effects of different harvest times (ontogenetic and diurnal variability) on the essential oil content and composition of Turkish oregano (*Origanum onites* L.) in 2019. The field experiment was carried out in Uşak province using a split-plot randomized complete block design with three replications. According to this study results, values of essential oil content ranged from 2.22 to 3.58%. Carvacrol, the first main component of the essential oil, ranged from 77.16 to 84.59%, while γ -terpinene, the second main component, changed from 3.96 to 6.73%. Considering the essential oil content and components, the harvest at the end of flowering period and at 12:00 pm for the cultivation of Turkish oregano in Uşak ecological conditions can be suggested.

Keywords: Turkish Oregano (*Origanum onites* L.), Harvest Time, Content and Composition of Essential Oil, Carvacrol.

Giriş

Ballıbabagiller (Labiatae/Lamiaceae) familyasına ait olan *Origanum* cinsi dünyada 38 tür, 6 alt tür ve 17 melez ile temsil edilmektedir. Ülkemizde *Origanum* cinsinin 22 türü veya 34 taxa'sı doğal yayılış göstermektedir. Bunların yaklaşık % 62'si (21) endemik bitkilerdir (Kaçar ve ark., 2006; Tonçer ve ark., 2009; Bozdemir, 2019, Anonim, 2020). Bu cinse ait olan türlerden biri de İzmir kekiği olarak bilinen *Origanum onites* L. (Syn. *Origanum smyrnaeum* L., *Majorana onites* (L.) Benth.; Lamiaceae)'dir. Dünya ticaretinde "Turkish oregano" olarak bilinen bu tür Yunanistan ve Türkiye'nin özellikle Akdeniz sahil bölgelerinde doğal yayılış göstermektedir. Çok yıllık, yarı çalimsı bir kekik olan *Origanum onites* türü ülkemizde yöresel olarak "Türk kekiği, Bilyalı kekik ve İzmir kekiği" isimleriyle bilinmektedir. Bitki bu bölgede deniz seviyesinden 900 m rakıma kadar olan alanlarda doğal vejetasyonda görülebilmektedir (Vokou ve ark., 1988; Kaçar ve ark., 2006; Gürtunca, 2011; Özdemir ve Özkan, 2016; Sönmez, 2019).

Bitkinin en önemli sekonder metaboliti yaprak ve çiçeklerinde bulunan uçucu yağdır. Uçucu yağ oranı birçok faktörün etkisi altında olup, genelde % 0.2-8.0 arasında değişim göstermektedir (Kaçar ve ark., 2006; Gürtunca, 2011; Özdemir ve Özkan, 2016; Sönmez, 2019). İzmir kekiği uçucu yağ örnekleri üzerinde yapılan çalışmalar uçucu yağın kimyasal kompozisyonunda karvakrol, timol, γ -terpinen, p-simen, β -mirsen, 1.8- cineol, borneol ve linalool gibi bileşenlerin ön plana çıktığını ortaya koymuştur (Baydar ve Erdal, 2004; Yıldız ve ark., 2005; Tonçer ve ark., 2009; Avcı and Bayram, 2013; Özdemir ve ark., 2017).

Kekik uçucu yağı antibakteriyel, antispazmotik, antiseptik, antifungal, antikanser, antimitojenik, antidiyabetik, antiviral, antienflamatuar ve antiprotozoal özelliklere sahip olup, geleneksel tıpta değerlendirilmektedir. Uçucu yağların sahip olduğu bu özellikler nedeniyle kekik; baharat ve herbal çay şeklinde kullanılmasının yanı sıra kozmetik ve ilaç endüstrisinin de önemli hammaddesini oluşturmaktadır (Baydar ve Erdal, 2004; Kaçar ve ark., 2006; Raut ve Karuppayil, 2014; Özdemir ve ark., 2017).

Endüstrinin farmakoloji, parfümeri, gıda ve kozmetik gibi farklı dallarında kullanımı giderek yaygınlaşan uçucu yağların kalitesini belirleyen en önemli faktör uçucu yağın kimyasal kompozisyonudur (Raut ve Karuppayil, 2014; Bhardwaj ve ark., 2019). Uçucu yağın kalitesi üzerinde etkili olan uçucu yağın kimyasal kompozisyonu aynı zamanda yağın hangi sektörde kullanılacağına belirlenmesinde de önemli bir rol oynamaktadır (Mammadov, 2014). Uçucu yağın kompozisyonu ise büyük oranda bitkinin genotipik yapısının etkisi altında olmakla birlikte çevre koşullarının da az da olsa uçucu yağın kompozisyonu üzerinde etkili olduğu yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur (Ramezani ve ark., 2009; Reily, 2013, Katar ve ark., 2019). Uçucu yağın oranı ve kimyasal kompozisyonu üzerinde etkili olan çevre faktörleri genel anlamda iki grupta ele alınmaktadır (Baydar, 2013; Farhat ve ark., 2016). Bunlar bitkilerin büyüüp geliştiği bölgenin ekolojik koşulları ve yetiştiricilik uygulamalarıdır (Katar ve ark., 2017a). Aromatik bitkilerde farklı yetiştiricilik uygulamaları yukarıda belirtildiği gibi uçucu yağın oranı ve bileşenlerinde değişikliğe neden olduğu için optimum uygulamaları belirlemek için araştırmalar yürütülmeye devam edilmektedir (Katar ve ark., 2017b). Bunların en önemlisi de bitkilerin en yüksek oranda uçucu yağ içerdiği ve en uygun kompozisyona sahip olduğu dönemleri belirlemek amacıyla yürütülen çalışmalardır. Bu amaçla bitkinin kültürünün yapılacağı bölgeler için ontogenetik ve diurnal değişimin belirlenmesi önem taşımaktadır. Ontogenetik değişimin belirlenmesiyle bitkinin o bölge için hangi gelişim döneminde hasat edilmesi gerektiği belirlenirken, diurnal değişimin belirlenmesi ile ise gün içerisinde en uygun hasat zamanı ortaya çıkarılmaktadır. Ülkemizde İzmir kekiğinin ontogenetik ve diurnal değişimini belirlemek amacıyla farklı çalışmalar yürütülmüştür (Yaldız ve ark., 2005; Tonçer ve ark., 2009; Sönmez, 2019). Fakat Uşak ekolojik koşullarında böyle bir çalışma yapılmamıştır.

Bu araştırmanın amacı, Uşak ekolojik koşullarında İzmir kekiği için hangi gelişim döneminde ve günün hangi saatinde hasadın en uygun olduğunu belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada bitki materyali olarak Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilen İzmir kekiği (*O. onites* L.) bitkisinin Oğuz-2012 çeşidinin tohumlarından yetiştirilen fideler kullanılmıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü Uşak ilinin uzun yıllar ve 2019 yıllarına ait iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir. Hasadın yapıldığı 2019 yılında toplam yıllık yağış uzun yıllara kıyasla % 18.9 daha az olarak gerçekleşmiştir. Aylar dikkate alındığında ise Şubat, Mart, Nisan, Mayıs ve Ekim aylarında uzun yıllardan belirgin bir şekilde daha düşük yağış alınmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü 2019 yılının sıcaklık ortalaması 13.6 °C iken, uzun yılların ortalaması 12.7 °C olarak tespit edilmiştir. Sıcaklıktaki bu fark ise özellikle Şubat, Mart ve Kasım ayı ortalama

sıcaklıklarının daha yüksek olmasından kaynaklanmıştır. 2019 yılında uzun yıllara kıyasla hem yağış miktarı daha düşük ve hem de ortalama sıcaklık daha yüksek gerçekleşmiştir. Uzun yıllara ait hava nispi nemi % 62.6 iken, 2019 yılında bu değer % 59.3 olarak ölçülmüştür. Bu da 2019 yılında hava nispi neminin uzun yıllara kıyasla % 5.3 daha düşük olduğunu göstermektedir (Çizelge 1).

Çalışma alanının toprak özelliklerini belirlemek amacıyla alınan toprak örneklerinde gerekli analizler yapılmış ve analiz sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Toprak tınlı-killi bir yapı arz etmekte olup, % 1.16 organik madde içermektedir. Çalışma arazisinin organik madde içeriği yetersizdir. Toprağın pH değeri 7.87 olup, hafif alkali bir özelliğe sahiptir. Kireç oranı % 14.3 olup, kireç içeriği orta düzeydedir. Faydalanılabilir fosfor (P_2O_5) 2.34 kg ha^{-1} ve potasyum (K_2O) 500 kg ha^{-1} ’dir. Toprağın fosfor içeriği çok az iken, potasyum içeriği yeterli düzeydedir (Sönmez, 2003).

Çizelge 1. Deneme lokasyonuna ait iklim verileri

Aylar	Toplam Yağış (mm)		Ortalama Sıcaklık (°C)		Ortalama Nisbi Nem (%)	
	1986-2016 (Uzun yıllar)	2019	1986-2016 (Uzun yıllar)	2019	1986-2016 (Uzun yıllar)	2019
Ocak	58.4	87.9	2.6	1.6	74.0	80.9
Şubat	58.5	17.3	3.5	5.4	71.0	65.6
Mart	51.1	20.8	6.4	7.8	67.1	58.4
Nisan	57.7	40.1	11.0	10.5	64.0	60.4
Mayıs	43.1	36.9	15.7	16.7	61.1	55.5
Haziran	24.1	37.3	20.3	20.9	55.1	58.6
Temmuz	15.5	8.9	24.0	22.8	48.9	47.0
Ağustos	9.5	0.4	24.1	24.4	48.2	42.8
Eylül	17.2	22.1	19.3	19.4	53.8	52.2
Ekim	44.9	6.4	13.8	16.6	63.2	55.3
Kasım	56.3	47.9	8.1	11.6	68.9	63.1
Aralık	74.3	88.3	4.1	5.5	75.4	71.3
Toplam	510.6	414.3	-	-	-	-
Ortalama	-	-	12.7	13.6	62.6	59.3

Kaynak: Uşak Meteoroloji Müdürlüğü

Çizelge 2. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Tekstür	Kireç (%)	Faydalanılabilir fosfor (P_2O_5) (kg ha^{-1})	Faydalanılabilir potasyum (K_2O) (kg ha^{-1})	pH	Organik Madde (%)
Killi-tınlı	14.3	2.34	500	7.87	1.16

Toprak analizi Uşak İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Toprak Analiz Laboratuvarında yapılmıştır.

Tarla denemesi 2019 yılında Uşak iline bağlı Merkez Selikler köyündeki çiftçi arazisinde yürütülmüştür. Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak 2018 yılında kurulmuştur. Denemede her bir alt parselde 6 sıra bitki bulunmakta olup, alt parsel boyutları $4 \text{ m} \times 2.40 \text{ m} = 6.9 \text{ m}^2$ ’dir. Çalışmada dört farklı ontogenetik (çiçeklenme öncesi/07.06.2019, çiçeklenme başlangıcı/22.06.2019,

tam çiçek/08.07.2019 ve çiçeklenme sonu/25.07.2019) varyabilite ana parsellere ve üç farklı diurnal varyabilite de (sabah 06:00, öğle 12:00 ve akşam 18:00) alt parsellere yerleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan bitkiler iki yaşındaki plantasyona ait olup plantasyonun kuruluşu 2018 yılında yapılmıştır. Plantasyonun oluşturulması için ihtiyaç duyulan fideleri yetiştirmek için 11.03.2018 tarihinde serada hazırlanmış olan ve içerisine kum, orman toprağı ve torf karışımı (1:1:1) ile doldurulmuş kasalara tohumlar ekilmiştir. Fideler 10-15 cm boya ulaştıktan sonra deneme tarlasında hazırlanmış olan parsellere 06.05.2018 tarihinde sıra arası 40 cm ve sıra üzeri 20 cm olacak şekilde şaşırtılmıştır (Avcı ve Bayram, 2013). Parsellere fide dikiminden önce 10 kg N/da ve 5 kg P₂O₅/da gübre uygulaması yapılmıştır. Aynı dozda azotlu gübre 2019 yılında da ilkbaharda bitkiler uyanırken uygulanmıştır. Parsellerde yabancı otların gelişim durumu dikkate alınarak ihtiyaç duyuldukça el çapasıyla yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Plantasyon damla sulama yöntemiyle sulanmıştır. Araştırmada her parselin ilk ve son sıraları ile sıraların her iki ucundan 0.5 m kenar tesiri, değerlendirme dışı bırakıldıktan sonra 07.06.2019, 22.06.2019, 08.07.2019 ve 25.07.2019 tarihlerinde günün üç farklı saatinde (06:00, 12:00 ve 18:00) makasla toprak yüzeyinden 4–5 cm yükseklikten biçilerek hasat edilmiştir. Farklı dönemlerde biçimi yapılan parsellerden elde edilen taze herbaların yaprakları ayrılarak 35-38°C sıcaklıktaki etüvde sabit ağırlığa ulaşınca kadar (48 saat) kurutulmuştur. Kurutulmuş yapraklardan alınan örneklerin uçucu yağ oranları Clevenger cihazı ile belirlenmiştir. Uçucu yağların distilasyonu için ayıklanmış ve kurutulmuş 100 g yaprak örnekleri 2000 ml'lik balonlara yerleştirildikten sonra 1000 ml saf su eklenerek 3 saat boyunca distilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Distilasyon işlemi tamamlandıktan sonra clevenger aparatının dereceli kısmından yağ miktarı okunmuş ve yüzde (%) olarak belirlenmiştir. Clevenger cihazından alınan uçucu yağlar bileşenlere bakılacağı zamana kadar 3-4°C sıcaklıktaki buzdolabında saklanmıştır.

Uçucu yağların bileşenleri çalışma koşulları aşağıda verilen GC/MS cihazıyla Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü/Tıbbi Araştırmalar Merkezi Laboratuvar'ında belirlenmiştir. Örnekler analiz edilmek üzere 1:100 oranında hekzan ile seyreltilmiştir. Örneklerin uçucu yağ bileşen analizi GC/GC-MS (Gaz kromatografisi (Agilent 7890A)-kütle detektör (Agilent 5975C)) cihazı ile kapiler kolon (HP InnovaxCapillary; 60.0 m x 0.25 mm x 0.25 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizde taşıyıcı gaz olarak 0,8 ml/dk akış hızında helyum kullanılmış, örnekler cihaza 1 µl olarak 40:1 split oranı ile enjekte edilmiştir. Enjektör sıcaklığı 250°C'de tutulmuş, kolon sıcaklık programı 60°C (10 dakika), 60°C'den 250°C'ye 20°C/dakika ve 250°C (10,5 dakika) olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu sıcaklık programı doğrultusunda toplam analiz süresi 30 dakika olmuştur. Kütle detektörü için tarama aralığı (m/z) 35-450 atomik kütle ünitesi ve elektron bombardımanı iyonizasyonu 70 eV kullanılmıştır. Uçucu yağın bileşenlerinin teşhisinde ise WILEY ve OIL ADAMS kütüphanelerinin verileri esas alınmıştır. Sonuçların bileşen yüzdeleri FID dedektör kullanılarak, bileşenlerin teşhisi ise MS dedektör kullanılarak yapılmıştır.

Uçucu yağ oranlarına ait verilerin önemlilik düzeyleri SPSS paket programı kullanılarak, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizine tabi tutularak belirlenmiştir. Önemli çıkan uygulamalar arasındaki farklılıklar Tukey testine göre gruplandırılmıştır (Açıkgöz ve ark., 1993).

Bulgular ve Tartışma

Aromatik bitkilerin en önemli biyoaktif maddelerinden biri olan uçucu yağların oranı üzerinde birçok faktörün etkili olduğu bilinmektedir. Bu faktörler genel anlamda iç ve dış faktörler olarak iki grupta incelenmektedir (Ramezani ve ark., 2009; Sabuncu ve ark., 2019). İç faktörler üretimde kullanılan bitkinin sahip olduğu ve atalarından miras aldığı genetik yapıdır (Bhardwaj ve ark., 2019). Dış faktörler ise ekolojik koşullar ve yetiştiricilik uygulamaları olarak iki grupta değerlendirilmektedir (Adinee ve ark., 2009). Uçucu yağ oranı üzerinde etkili olan en önemli yetiştiricilik uygulamalarından birisi bitkinin en yüksek uçucu yağ oranını içerdiği gelişim döneminin ve gün içerisinde en uygun saatin belirlenmesidir. Bu yüzden ontogenetik ve diurnal varyasyonun belirlenmesi ve en uygun zamanda bitkilerin hasadının yapılması uçucu yağın verimi ve ürünün kalitesi açısından büyük öneme sahiptir.

Uşak ekolojik koşullarında İzmir kekiğinde yürütülen çalışmada ontogenetik varyasyonun uçucu yağ oranı üzerinde önemli ($P < 0.01$) düzeyde etkili olduğu ve en yüksek uçucu yağ oranının (% 3.46) çiçeklenme sonunda yapılan hasattan elde edildiği tespit edilmiştir. Diğer üç farklı gelişim (çiçeklenme öncesi/% 2.42, çiçeklenme başlangıcı/% 2.38 ve tam çiçek/% 2.63) döneminde yapılan hasattan elde edilen uçucu yağ oranları istatistiksel olarak aynı grupta yer almış olup, aralarında önemli bir farkın bulunmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 3). Elde edilen bu sonuçlar değişen hasat zamanlarına bağlı olarak farklılaşan iklim koşullarıyla ve bitkinin hasat anında içerisinde bulunduğu gelişmişlik düzeyi ile açıklanabilir. Bitkilerin farklı gelişim dönemlerinde farklı biyokimyasal maddeleri farklı düzeylerde sentezlemesi bu değişimin oluşumunda önemli bir faktördür.

Çizelge 3. Farklı hasat zamanlarında *Origanum onites* L. türüne ait uçucu yağ oranları (%)

Diurnal Varyabilite	Ontogenetik Varyabilite				Ortalama
	Çiçeklenme Öncesi	Çiçeklenme Başlangıcı	Tam Çiçek	Çiçeklenme Sonu	
06:00	2.41	2.22	2.60	3.58	2.70
12:00	2.45	2.56	2.52	3.43	2.74
18:00	2.41	2.37	2.75	3.38	2.73
Ortalama	2.42 b	2.38 b	2.63 b	3.46 a	2.72
F değeri	Ontogenetik: 137.713***; Diurnal: 0.062öd; Ontogenetik x Diurnal: 0.756öd				
CV (%)	18.07				

*: $P < 0.05$ düzeyinde önemli, **: $P < 0.01$ düzeyinde önemli, öd:önemli değil

Gün içerisinde farklı saatlerde (diurnal varyabilite) yapılan hasatlardan elde edilen örneklerin uçucu yağ oranları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilememiştir. Bu durum bize İzmir kekiğinde diurnal varyabilitenin uçucu yağ oranı üzerinde önemli bir değişiklik oluşturmadığını göstermektedir. Günün farklı zamanlarında (06:00, 12:00 ve 18:00) yapılan hasatlardan elde edilen ortalama uçucu yağ değerleri sırasıyla % 2.70, % 2.74 ve % 2.73 olarak belirlenmiştir.

Bulgularımız bitkinin farklı gelişim dönemlerinde yapılan hasatın uçucu yağ oranı üzerinde önemli düzeyde etkili olduğunu bildiren Tonçer ve ark. (2009) ve Sönmez (2019) verileriyle paralellik göstermiştir. Diğer taraftan diurnal varyabilitenin uçucu yağ oranı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını belirten bulgumuz ise Tonçer ve ark. (2009) ve Sönmez (2019) verileriyle ters bir sonuç ortaya koymuştur. Bu durum çalışmalarda kullanılan bitkilerin genotiplerinin ve çalışmaların yürütüldüğü bölgelerin iklim farklılıklarıyla açıklanabilir.

Farklı gelişim dönemlerinde ve günün farklı saatlerinde yapılan hasattan elde edilen uçucu yağ örnekleri GC/MS’de analiz edilmiş ve tespit edilen uçucu yağ bileşenlerinin isimleri ve oranları Çizelge 4’te verilmiştir. Uçucu yağ örneklerinde 21 farklı bileşen tespit edilmiştir. Tespit edilmiş olan bileşenlerden 5 (karvakrol, γ -terpinen, p-simen, β -myrsen, α -terpinen)’i uçucu yağın içerisinde % 1’in üzerindeki bir miktarla temsil edilmektedir. Bu bileşenlerden karvakrol, γ -terpinen ve p-simen ana bileşen olarak ön plana çıkmıştır. Çalışmanın ortalama değerleri dikkate alındığında bu ana bileşenlerin (karvakrol % 81.42, γ -terpinen % 5.22 ve p-simen % 4.17) uçucu yağ içerisindeki payı % 90.81’dir.

Çizelge 4. Farklı hasat zamanlarında *Origanum onites* L. türüne ait uçucu yağ bileşenleri (%)

R.Time	Bileşenler	Çiçeklenme Öncesi			Çiçeklenme Başlangıcı			Tam Çiçeklenme			Çiçeklenme Sonu			Ort.
		06:00	12:00	18:00	06:00	12:00	18:00	06:00	12:00	18:00	06:00	12:00	18:00	
9.98	α -Pinene	0.52	0.45	0.56	0.44	0.50	0.52	0.52	0.50	0.42	0.64	0.68	0.64	0.53
10.04	α -Thujene	0.82	0.86	0.95	0.73	0.82	0.82	0.89	0.93	0.85	1.30	1.17	1.22	0.95
11.05	Camphene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.44	0.35	0.09
13.57	β -Myrcene	1.52	1.67	1.67	1.20	1.23	1.31	1.41	1.36	1.37	1.81	1.65	1.71	1.49
14.17	α -Terpinene	1.30	1.41	1.27	0.95	1.05	1.07	1.26	1.13	1.06	1.15	1.16	1.11	1.16
16.08	γ-Terpinene	6.03	6.73	5.39	3.96	4.82	4.58	5.90	5.27	4.48	5.31	5.22	4.94	5.22
16.84	p-Cymene	3.35	3.40	3.12	4.69	4.73	5.10	5.07	4.62	4.31	3.92	4.01	3.68	4.17
21.55	1-Octen-3-ol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
22.18	trans-Sabinene-hydrate	0.55	0.47	0.46	0.45	0.44	0.49	0.40	0.46	0.42	0.57	0.62	0.50	0.49
24.08	Linalool	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.39	4.14	0.59
24.44	Linalyl acetate	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
25.78	Terpinene-4-ol	0.83	0.80	0.71	0.64	0.61	0.58	0.77	0.62	0.63	0.72	0.82	0.76	0.71
25.85	β -Caryophyllene	1.23	0.85	0.74	0.48	0.43	0.53	0.82	0.63	0.56	0.70	0.69	0.67	0.69
28.06	Borneol	0.65	0.50	0.53	0.62	0.83	0.54	0.79	0.80	0.56	1.49	1.65	1.37	0.86
28.60	β - Bisabolene	1.10	0.80	0.74	0.34	0.00	0.26	0.61	0.46	0.43	0.87	1.42	0.88	0.66
29.16	Carvone	0.00	0.50	0.00	0.00	0.56	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
31.81	Carvacryl acetate	0.00	0.26	0.34	0.25	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
34.60	Caryophyllene oxide	0.29	0.26	0.00	0.28	0.00	0.25	0.33	0.28	0.25	0.00	0.00	0.00	0.16
37.62	Thymol	0.34	0.36	0.32	0.38	0.44	0.36	0.39	0.35	0.33	0.33	0.39	0.37	0.36
37.80	tau-Cadinol	0.00	0.29	0.36	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.28	0.53	0.30	0.17
38.28	Carvacrol	81.47	80.39	82.03	84.59	83.16	82.80	80.58	82.59	84.35	80.55	77.16	77.36	81.42

Ana bileşenlerin uçucu yağ içerisindeki oranları farklı hasat zamanlarına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Karvakrol değerleri farklı gelişim dönemlerinde yapılan hasat zamanlarına bağlı olarak % 78.36-83.52 (V.K. % 2.38) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 5). En yüksek karvakrol oranı çiçeklenme başlangıcında yapılan hasattan elde edilen uçucu yağ örneklerinde tespit edilirken, en düşük değer ise çiçeklenme sonu yapılan hasattan elde edilmiştir. Farklı gelişim dönemlerinde yapılan hasatlara bağlı olarak γ -terpinen oranı ise % 4.45-6.05 (V.K. % 10.86) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 5). En yüksek γ -terpinen oranı çiçeklenme öncesinde yapılan hasattan elde edilirken, en düşük değer ise çiçeklenme başlangıcında yapılan hasattan elde edilmiştir. Aynı şekilde farklı gelişim dönemlerine bağlı olarak p-simen oranı da % 3.29-4.84 (V.K. % 15.00) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 5). En yüksek p-simen oranı çiçeklenme başlangıcında yapılan hasattan elde edilirken, en düşük değer ise çiçeklenme öncesinde yapılan hasattan elde edilmiştir. Bu değerlerden de anlaşılacağı gibi değişen gelişim dönemleri p-simen (V.K. % 15.00) üzerinde en yüksek varyasyonu oluştururken, karvakrol (V.K. % 2.38) oranı üzerinde ise en düşük varyasyon oluşturmuştur (Çizelge 5).

Günün farklı saatlerinde yapılan hasatlar uçucu yağın ana bileşenleri üzerinde değişime neden olmuştur. Gün içerisindeki farklı hasat saatlerine bağlı olarak karvakrol oranı % 80.83-81.80 (V.K. % 0.68) arasında değişmiştir (Çizelge 5). En yüksek karvakrol değeri sabah saat 06:00'da yapılan hasatta tespit edilmişken, en düşük değer ise öğle saat 12:00'da yapılan hasatta tespit edilmiştir. Farklı saatlerde yapılan hasatlardan elde edilen γ -terpinen oranı ise % 4.85-5.51 (V.K. % 5.27) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 5). En yüksek γ -terpinen oranı öğle saat 12:00'da yapılan hasatta belirlenmişken, en düşük değer ise akşam saat 18:00'da yapılan hasatta belirlenmiştir. Günün farklı saatlerinde yapılan hasatlarda tespit edilen p-simen oranı ise % 4.05-4.26 (V.K. % 2.10) arasında değişmiştir (Çizelge 5). En yüksek p-simen oranı sabah saat 06:00'da yapılan hasattan elde edilirken, en düşük değer ise akşam saat 18:00'da yapılan hasatta tespit edilmiştir. Günün farklı saatlerinde yapılan hasatlar ana bileşenlerden γ -terpinen (V.K. % 5.27) üzerinde en yüksek varyasyona neden olurken, en düşük varyasyonu ise karvakrolde (V.K. % 0.68) oluşturmuştur (Çizelge 5).

Buradan anlaşıldığı gibi ontogenetik ve diurnal varyabilite diğer ana bileşenlere kıyasla karvakrol oranında çok az bir değişime neden olmuştur. Ontogenetik varyabilite p-simen üzerinde diğer ana bileşenlere kıyasla daha yüksek bir varyasyon oluştururken, diurnal varyabilite ise γ -terpinen üzerinde daha yüksek varyasyon oluşturmuştur.

Uçucu yağ bileşenlerinde tespit edilen değişimler gerek farklı gelişim dönemlerine bağlı olarak ve gerekse gün içerisinde değişen saatlere bağlı olarak iklim koşullarında (özellikle ışıklenme, sıcaklık ve hava nispi nemi) meydana gelen farklılıklarla açıklanabilir (Mammadov, 2014; Kevseroğlu, 2014; Katar ve ark., 2017a; Katar ve ark., 2017b; Katar ve ark., 2019). Yapılan birçok çalışmada aromatik bitkilerde uçucu yağların kompozisyonu üzerinde asıl belirleyici faktörün genotip olduğu, çevrenin ise etkisinin sınırlı olduğu belirtilmiştir (Bengtsson, 2011; Mammadov, 2014; Nazaruk ve Orlikowski, 2015; Katar ve ark., 2017b). Bu da bulgularımızı destekler niteliktedir. Bulgularımız karvakrol oranının yüksekliği, timol oranının düşüklüğü ve ontogenetik ve diurnal varyabilitenin uçucu yağın kimyasal kompozisyonu üzerindeki sınırlı etkisi ile Tonçer ve ark. (2009)'nın bildirdikleri sonuçlardan farklılık göstermiştir. Bu durum da çalışmada kullanılan materyallerin genotiplerinin ve

çalışmaların yürütüldüğü bölgelerin iklim koşullarının farklılığıyla açıklanabilir. Uçucu yağ kompozisyonuna ait bulgularımız ise Kaçar ve ark. (2006) ile Avcı ve Bayram (2013)'in bildirdikleri verilerle uyumlu bulunmuştur.

Çizelge 5. Farklı hasat zamanlarının *Origanum onites* L. uçucu yağında bulunan carvacrol, γ -terpinene ve p-cymene bileşenlerine etkisi

Morfogenetik/ Diurnal Varyabilite	Hasat Zamanları	Uçucu Yağ Ana Bileşenleri		
		Carvacrol	γ -Terpinene	p-Cymene
Morfogenetik Varyabilite	Çiçeklenme Öncesi	81.30	6.05	3.29
	Çiçeklenme Başlangıcı	83.52	4.45	4.84
	Tam Çiçeklenme	82.51	5.22	4.67
	Çiçeklenme Sonu	78.36	5.16	3.87
	Ortalama	81.42	5.22	4.17
	Standart Sapma	1.93	0.57	0.63
	Varyasyon Katsayısı	2.38	10.86	15.00
Diurnal Varyabilite	06:00	81.80	5.30	4.26
	12:00	80.83	5.51	4.19
	18:00	81.64	4.85	4.05
	Ortalama	81.42	5.22	4.17
	Standart Sapma	0.52	0.28	0.09
	Varyasyon Katsayısı	0.68	5.27	2.10

Sonuç

Uşak ekolojik koşullarında yürütülen bu çalışmanın sonuçları topluca değerlendirildiğinde, bu bölgede uçucu yağ oranı yüksek kuru yaprak veya yüksek uçucu yağ verimi elde etmek için en uygun hasat zamanının çiçeklenme sonu olduğu görülmüştür. Gün içerisinde farklı saatlerde yapılan hasatlar uçucu yağ oranı üzerinde önemli düzeyde etkili olmamış olsa da ortalama değerler incelendiğinde öğle vakti hasat için uygun kabul edilebilir. Uçucu yağın ana bileşenleri üzerinde farklı hasat zamanları az da olsa değişime neden olmuştur. Farklı gelişim dönemleri ana bileşenlerden p-simen üzerinde en yüksek varyasyona neden olurken, diurnal varyabilite ise γ -terpinen üzerinde en yüksek varyasyona neden olmuştur. Karvakrolun ise hem ontogenetik hem de diurnal varyabiliteden en az etkilenen bileşen olduğu belirlenmiştir.

Teşekkür Bilgi Notu

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamış ve yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Açıkgöz, N., 1993. Tarımda araştırma ve deneme metotları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 478. ISBN-975-483-228-5. İzmir.
- Adinee, J., Piri, K. and Karami, O. 2009. Essential oil composition of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) leaves grown in Hamadan province, Iran. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology 3 (Special Issue 1), 58-60. Global Science Books.
- Anonim, 2020. Origanum, (<https://bizimbitkiler.org.tr/yeni/demos/technical/>), (Erişim tarihi: 19.09.2020).
- Avcı, A.B. ve Bayram, E. 2013. Geliştirilmiş İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) klonlarının farklı ekolojik koşullarda bazı agronomik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(1): 13-20.
- Baydar, H. ve Erdal, İ. 2004. Bitki büyüme düzenleyicilerinin İzmir kekiğinin (*Origanum onites* L.) yaprak kalitesine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(1): 9-13.
- Baydar, H., 2013. Tıbbi ve aromatik bitkiler bilimi ve teknolojisi (Genişletilmiş 4. Baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 51, ISBN: 975-7929-79-4, SDÜ Basımevi, Isparta.
- Bengtsson, G., 2011. Effects of pre- and postharvest factors and food processing on glucosinolates in brassica vegetables, *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 61(1): 72, ISSN (1230-0322).
- Bhardwaj, S., Rashmi and Parcha, V. 2019. Effect of seasonal variation on chemical composition and physicochemical properties of hedychium spicatum rhizomes essential oil, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 22(6): 1593-1600.
- Bozdemir, Ç., 2019. Türkiye’de yetişen kekik türleri, ekonomik önemi ve kullanım alanları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(3): 583-594.
- Farhat, M.B., Jordán, M.J., Chaouch-Hamada, R., Landoulsi, A. and Sotomayor, J.A., 2016. Phenophase effects on sage (*Salvia officinalis* L.) yield and composition of essential oil. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 3(3):87-93.
- Gürtunca, R., 2011. Trakya koşullarında bazı kekik (*Origanum* spp.) genotip ve çeşitlerinin verim ve kalite unsurlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Kaçar, O., Göksu, E. ve Azkan, N. 2006. İzmir kekiğinde (*Origanum onites* L.) farklı sıklıkların bazı agronomik ve kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(2): 51-60.
- Katar, D., Kacar, O., Kara, N., Aytaç, Z., Göksu, E., Kara, S., Katar, N., Erbaş, S., Telci, İ. and Elmastaş, M. 2017a. Ecological variation of yield and aroma components of summer savory (*Satureja hortensis* L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. 7:131-135.
- Katar, D., Olgun, M., Aydın, D. ve Katar, N. 2017b. Determination of important plant characteristics in summer savory (*Satureja hortensis* L.) by some statistical methods. *Biological Diversity and Conservation*, 10(2): 113-121.

- Katar, N., Katar, D., Temel, R., Karakurt, S., Bolatkıran, İ., Yıldız, E., and 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.
- Kevseroğlu, K. 2014. Bitki ekolojisi. Ders Kitabı No:31 (4. Baskı), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi. Samsun.
- Mammadov, R. 2014. Tohumlu bitkilerde sekonder metabolitler. Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No:841, ISBN: 978-605-133-743-2. S:412.
- Nazaruk, J. and Orlikowski, P. 2015. Phytochemical profile and therapeutic potential of *Viscum album* L. *Natural Product Research*, 30(4):1-13.
- Özdemir, N., Özgen, Y., Kırılan, M., Bayrak, A., Arslan, N. and Hassanien, M.F.R. 2017. Effect of different drying methods on the essential oil yield, composition and antioxidant activity of *Origanum vulgare* L. and *Origanum onites* L. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12:820-825.
- Özdemir, S. ve Özkan, K. 2016. Ovacık dağı yöresi'nde (Antalya) Türk kekiği (*Origanum onites* L.) ve büyük çiçekli adaçayı (*Salvia tomentosa* Miller) türlerinin ekolojik özellikleri. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*. 66(1): 264-277.
- Ramezani, S., Ramezani, F., Rasouli, F., Ghasemi, M. and Fotokian, M.H. 2009. Diurnal variation of the essential oil of four medicinal plants species in central region of İran. *Research Journal of Biological Sciences*, 4(1):103-106.
- Raut, J.S. and Karuppaiyil, S.M. 2014. A status review on the medicinal properties of essential oils. *Ind Crop Prod*, 62: 250-264.
- Reily, K. 2013. On farm and fresh produce management (Part II, p:198-234). in B.K. Tiwari, Brunton, N.P. and Brennan, C.S. (ed.) Handbook of Plant Food Phytochemicals Sources, Stability and Extraction, ISBN 978-1-4443-3810-2 (hardback: alk. Paper), this edition first published 2013 © 2013 by John Wiley & Sons, Ltd., The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK
- Sabuncu, M., Konak, M. and Şahan, Y. 2019. *Rumex acetosella* L.'nin biyoalmabilir antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(2):197-207.
- Sönmez, B., 2003. Türkiye çoraklık kontrol rehberi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Yayın No: 33, Ankara
- Sönmez, Ç., 2019. Effect of different harvest times on some yield and essential oil characteristics in *Origanum onites* L. *Turk J Field Crops*, 24(1):106-110.
- Tonçer, Ö., Karaman, S., Kızıl, S. and Dıraz, E. 2009. Changes in essential oil composition of oregano (*Origanum onites* L.) due to diurnal variations at different development stages. *Not. Bot. Hort. Agrobot*, 37 (2):177-181.
- Vokou, D., Kokkini S. and Bessièrè, J.M. 1988. *Origanum onites* (Lamiaceae) in Greece: Distribution, volatile oil yield, and composition. *Ekonomik Botany*, 42(3):407-412.

Yaldız, G., Şekeroglu, N., OZgüven, M. and Kirpik, M. 2005. Seasonal and diurnal variability of essential oil and its components in *Origanum onites* L. grown in the ecological conditions of Cukurova. *Grasasy Aceites*, 56(4):254-258.