

Sarı kantaron (*Hypericum perforatum* L.) uçucu bileşenlerinin yükseltiye bağlı değişimi

Ayşegül Tekeş^{a,*}, Sermin Göksu Karagöz^b, Oktay Demir^c, Şükran Oğuzoğlu^a, Nazlı Ögüt^a, Münevver Arslan^d, Serkan Gülsoy^a

Öz: Bu çalışmada Afyonkarahisar ili Sultandağı Yöresinde üç farklı yükselti grubu ve 7 örnek alandan *Hypericum perforatum* L.'nin çiçek ve yapraklarının uçucu yağ bileşenleri analiz edilmiştir. Analizler HS-SPME (Tepe Boşluğu – Katı Faz Mikro Ekstraksiyon) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, çiçeklerde 113, yapraklarda ise 122 bileşen tespit edilmiştir. Çiçeklerden elde edilen bileşenlerin 72'si tüm yükselti gruplarında ortak bulunurken, 18'i tek bir yükselti grubundadır. Çiçeklerdeki bileşen sayıları alt yükselti grubunda 100, orta yükselti grubunda 93, üst yükselti grubunda ise 87 adettir. Yapraklarda ise 122 bileşen belirlenmiştir. Bunlardan 73'ü tüm yükselti gruplarında ortak iken, 18'i tek bir yükselti grubundadır. Yapraklardaki bileşenlerin 106'sı alt, 90'ı orta, 103'ü ise üst yükselti grubunda saptanmıştır. Çiçeklerde yükselti arttıkça bileşen sayısında azalma görülmüştür. Yapraklarda ise yükseltiye bağlı doğrusal bir artış söz konusu olmamıştır. En yüksek orana sahip ana bileşenler; çiçeklerde α -pinene, 5-methyl-undecane ve *trans*-caryophyllene, yapraklarda ise 2-methyl-octane, carvacrol ve acetic acid bileşenleri olmuştur. Yükselti gruplarına göre çiçek ve yaprakların uçucu yağlarının ana bileşenlerin de benzerlik görülürken, değişim genel olarak diğer bileşenlerdedir. Bitki uçucu yağ bileşenlerinin kompozisyonu ve oranlarındaki bu değişkenliğin, yükseltiye bağlı değişen iklim koşulları ve bunların bileşkesinde şekillenen bitki fenolojik durumuna önemli ölçüde bağlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Afyonkarahisar-Türkiye, HS-SPME, Sarı kantaron, Uçucu bileşen, Yaprak ve çiçek, Yükselti

Elevation variations in volatile components of St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.)

Abstract: In this study, essential oil components of the flowers and leaves of *Hypericum perforatum* L., from three different elevation groups and 7 sample areas in Sultandağı region of Afyonkarahisar province, were analyzed. Analyzes were carried out using the HS-SPME (Head Space – Solid Phase Micro Extraction) method. As a result, 113 components from flowers and 122 components from leaves were identified. While 72 of the components from flowers are common to all elevation groups, 18 are in a single elevation group. The number of components in flowers is 100 in the lower, 93 in the middle, and 87 in the upper elevation group. 122 components were determined in the leaves. While 73 of these are common to all elevation groups, 18 are in a single. 106 of these components in the leaves were detected in the lower elevation group, 90 in the middle and 103 in the upper. As the altitude increased, the number of components in the flowers decreased. In the leaves, there was no linear increase with altitude. The main components with the highest ratio are α -pinene, 5-methyl-undecane and *trans*-caryophyllene in the flowers, and 2-methyl-octane, carvacrol and acetic acid in the leaves. While it is seen the main components of the essential oils of flowers and leaves are similar in the altitude groups, the alteration is generally in other chemical components. It was concluded this variability in the composition and ratios is significantly dependent on elevation-dependent climatic conditions and the phenological state of the plant shaped by their combination.

Keywords: Afyonkarahisar-Türkiye, HS-SPME, St. John's Wort, Volatile components, Leaf and flower, Elevation

1. Giriş

Hypericum cinsi, Hypericaceae familyasının en yaygın ve bilinen cinslerinden biridir. Dünya genelinde yaklaşık 400 türe sahip olan bu bitki (Saddiçe vd., 2010) genellikle aşırı sıcak ve soğuk hava ile aşırı nemli ve kuru ortamları tercih etmemektedir. Ancak küresel olarak (Dauncey vd., 2019) Batı Asya, Avrupa, Kuzey Afrika, Avustralya ve Kuzey

Amerika başta olmak üzere dünyanın birçok bölgesinde yayılış göstermektedir (Saddiçe vd., 2010). Ülkemizde ise Karadeniz, Marmara, Ege, Akdeniz, Orta ve Doğu Anadolu ile Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yaygın olarak dağılım göstermektedir (Güner vd., 2012). Cinsine ait Türkiye'de bulunan toplam 96 türün 47'si endemiktir (Güner vd., 2012). Bu türler içerisinde en yaygın ve tanınmış olanı ise *H. perforatum* L.'dir (Erken vd., 2001). Bitki çok yıllık, tüysüz

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta
^b Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Isparta
^c Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta
^d Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): tekesaysegull@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 27.05.2024, **Accepted** (Kabul tarihi): 09.09.2024



Citation (Atf): Tekeş, A., Göksu Karagöz, S., Demir, O., Oğuzoğlu, Ş., Ögüt, N., Arslan, M., Gülsoy, S., 2024. Sarı kantaron (*Hypericum perforatum* L.) uçucu bileşenlerinin yükseltiye bağlı değişimi. Turkish Journal of Forestry, 25(4): 494-505.

DOI: [10.18182/tjf.1487768](https://doi.org/10.18182/tjf.1487768)

olup, boyu 10-110 cm arasında değişmektedir. Taç yaprakları sarı renkte, kenarları siyah noktalı, bazen de yüzeyi siyah çizgildir. Yapraklar 5-35 mm, yumurtamsı, eliptik- oblong veya şeritimsi bazen de ters yumurtamsı şekilde, saydam noktalı olup yapraklar gövdeye doğrudan bağlanır veya çok kısa saplıdır (Davis, 1967). İngilizce'de "St. John's Wort" olarak bilinen (Saddiçe vd., 2010) bu bitki, ülkemizde halk arasında farklı isimlerle anılmaktadır. Bunlar arasında yara otu, mayasıl otu, binbirdelik otu, kan otu, kılıç otu, püren, koyun kıran ve kuzu kıran yer alırken, en bilinen adı sarı kantarondur (Baytop, 1984).

Bitkinin bilinen etnobotanik özelliklerinin tarihi çok eskilere dayanmaktadır. M.Ö. 5. yüzyıldan itibaren başta yanık yaraların tedavisi olmak üzere birçok hastalığın tedavisinde kullanılmıştır (Saddiçe vd., 2010). Egzama, mide-bağırsak hastalıkları, ülser, karaciğer-safra hastalıkları, romatizma, soğuk algınlığı, astım, migren, diyabet, şeker hastalığı, baş ağrısı ve bazı cilt hastalıkları gibi çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde etkili olduğu belirtilmiştir (Ghasemi Pirbalouti vd., 2014; Seyis vd., 2020; Nobakht vd., 2022). Son yıllarda ekstraktlarının özellikle hafif ve orta dereceli depresyon tedavisinde kullanımı daha fazla önem kazanmıştır (Hışıl vd., 2005; Silva vd., 2005; Akhbari ve Batooli, 2009; Morshedloo vd., 2015). Bitkinin sağlık alanındaki çeşitli kullanımlarının yanı sıra morfolojisi, kemotipi ve uçucu yağ bileşimindeki çeşitliliği araştırmacıların ilgisini çekmektedir (Morshedloo vd., 2015). *H. perforatum* içerikli birçok ürün, bitkisel takviyeler arasında popüler bir yer edinmiştir. 2016 yılında ABD'de yapılan bir araştırmada, en çok satan bitkisel takviyeler listesinde 37. sırada yer almıştır (Barnes vd., 2019).

Hypericum türlerinin ana bileşenleri arasında hiperisin, tanenler, flavonoidler, fenolik asitler, quercitrin, hyperoside, isoquercitrin, klorojenik asit ve rutin bulunmaktadır (Ghasemi Pirbalouti vd., 2014). Bu doğal aktif bileşikler, bitkinin ekonomik önemini arttıran kaynaklar arasında yer almaktadır (Morshedloo vd., 2015). Bitkinin morfolojik yapısı incelendiğinde, çeşitli salgı yapılarının varlığı ile temsil edildiği gözlemlenmektedir. Bu yapılar, salgı kanalları, yarı saydam bezler ve siyah nodülleri içermektedir. Uçucu yağlar, bu salgı yapılarında sentezlenir ve özellikle yarı saydam bezlerde, yapraklarda (çanak - taç yapraklar) ve

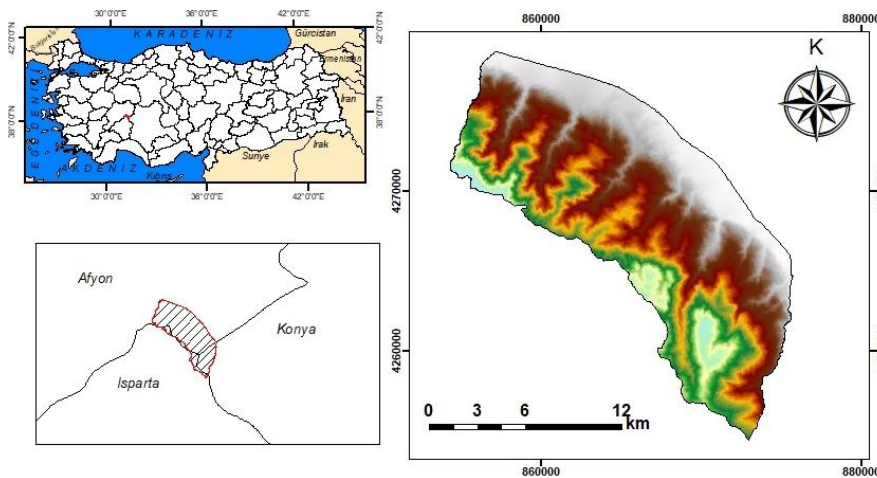
dişi organında bulunan salgı kanallarında bulunmaktadır (Morshedloo vd., 2015). Bitkinin çiçeklenme dönemi Türkiye'de genellikle mayıs ayından ağustos-eylül aylarına kadar devam etmektedir. *H. perforatum*'un mezofitik (orta nemli) bölgelerde kuru habitatlarda, diğer yerlerde su kenarlarında, orman açıklıklarında, meralarda, akarsu ve nehir kenarlarında, ayrıca yol kenarlarında yetiştiği görülmektedir. Bitkinin genellikle güneşli yamaçları tercih ettiği bilinmektedir (Davis, 1967; Jacobs, 2007).

Bu türün uçucu yağ bileşenleriyle ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Erken vd., 2001; Gudzic vd., 2001; Schwob vd., 2002; Pavlovic vd., 2006; Akhbari ve Batooli, 2009; Sharopov vd., 2010; Alan vd., 2010; Ghasemi Pirbalouti vd., 2014; Hajdari vd., 2014; Morshedloo vd., 2015; Moleriu vd., 2017; Yılmazoğlu vd., 2023; Doğan vd., 2024; Güler ve Özdemir, 2024). Ancak farklı yükseltilerden alınan örneklerin uçucu yağ bileşenlerinde değişime neden olup olmadığına yönelik çalışmalar neredeyse yok denecek kadar azdır (Xenophontos vd., 2008; Seyis vd., 2020). Türkiye'de ise bu türe özgü böyle bir çalışmaya rastlanmamıştır. Buradan hareketle, bu çalışmada türün çiçek ve yapraklarında bulunan uçucu yağ bileşenlerinin yükseltiye bağlı olarak değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece önemli bir ekolojik faktör olan yükseltinin, türün uçucu yağ bileşenlerinin değerlendirme sürecinde etkinliğinin artırılması hedeflenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Çalışma alanı

Çalışmada örnekler Afyonkarahisar'ın genelinde yer alan, bir kısmı Konya il sınırlarına kadar uzanan Sultandağı Yöresinden toplanmıştır (Şekil 1). İlçenin kuzeyinde ve Eber-Akşehir Ovasında karakteristik bitki örtüsü, step karakterli ot formasyonlarıdır. Sultandağlarında orman alanları, Sultandağları ile göller arasında ise yoğun zirai alanları mevcuttur. İlçenin yaklaşık %18'i orman, %21'i çayır ve mera, %50'si tarım arazisi, %11'i ürün getirmeyen alanlarla kaplıdır. Orman alanlarının büyük çoğunluğunu karaçam, sedir ve meşe ormanları oluşturmaktadır (Sönmez, 2006).



Şekil 1. Çalışma alanının lokasyon haritası
Figure 1. Location map of the study are

2.2. Bitki materyali

H. perforatum örnekleri 2022 yılının Haziran ve Temmuz aylarında, bitkinin çiçeklenme döneminde üç farklı yükselti (1000-1400 m, 1400-1800 m ve 1800-2000 m) grubundan, 7 farklı noktada toprak üstü kısımlarından örnek alınmıştır (Çizelge 1).

Bitki örneklerinin teşhisi sistematik kurallara uygun olarak Dr. Münevver ARSLAN tarafından Davis (1967)'e göre yapılmıştır. Ardından ISUBÜ Orman Fakültesi Ekosistem Laboratuvarına getirilen bitki örneklerinin çiçek ve yaprak kısımları ayıklanarak ayrı ayrı kurutulmuştur (Şekil 2). Kurutma işlemi oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Uçucu bileşenlerin analizi, Süleyman Demirel Üniversitesi- Yenilikçi Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir.

2.3. Yöntem

H. perforatum uçucu bileşenlerinin belirlenmesinde HS-SPME (Tepe Boşluğu – Katı Faz Mikro Ekstraksiyon) tekniği kullanılmıştır (Vichi vd., 2003; Risticovic vd., 2010). Analizler için Shimadzu (Japan) GC-MS (Gaz Kromatografisi Kütle Spektroskopisi) cihazı kullanılmıştır. 15 mL'lik SPME viallerine tartılan 1 g *H. perforatum* silikon septa ile kapatılmış ve ısıtıcıya yerleştirilip 60 °C'de 15 dakika tutularak örneğin dengeye gelmesi sağlanmıştır. 75 µm inceliğinde CAR/PDMS (Karboksen/PolidimetilSiloksan) fiber şişeye daldırıldıktan sonra ise 30 dakika beklenerek, tepe boşluğundaki uçucu aroma bileşenlerinin fibere absorbe edilmesi sağlanmıştır. Daha sonra fiber gaz kromatografi cihazının enjeksiyon bloğunda 5 dakika bekletilerek, adsorbe edilen uçucu aroma bileşenleri desorbsiyonla kapiler kolona (Restek Rx-5 Sil MS 30 m x 0,25 mm, 0,25 µm) enjekte edilmiştir. Fırın sıcaklığı 40 °C'de 2 dakika bekledikten sonra dakikada 4 °C'lik artışla 250 °C'ye ulaşarak bu sıcaklıkta 5 dakika kalacak şekilde programlanmıştır. Enjektör ve dedektör (GCMS-QP2010 SE) sıcaklıkları 250 °C olarak ayarlanmıştır. İyonlaştırma türü olarak EI (70 eV) ve taşıyıcı gaz olarak Helyum (1,61 mL/dakika) kullanılmıştır. Uçucu yağ bileşenlerinin tanımlanmasında Wiley, Nist, Tutor, FFNSC kütüphanesinden yararlanılarak, sonuçlar örnek alan (%) olarak belirlenmiştir.

3. Bulgular

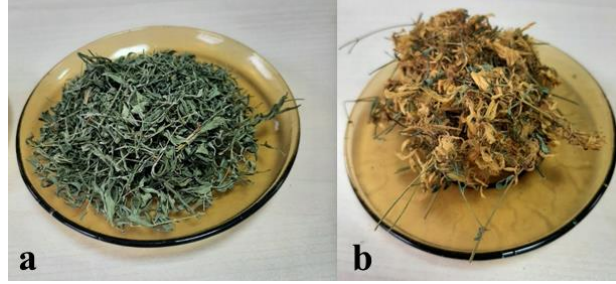
H. perforatum çiçeklerinin uçucu bileşen analizi sonucunda, elde edilen bileşenlerin ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmış ve yükselti gruplarına göre dağılımı Çizelge 2'de sunulmuştur. Yükselti gruplarında toplam 113 bileşen (alkoller, alkanlar, esterler, ketonlar, monoterenler, seskiterpenler ve diğerleri olarak gruplandırılmıştır) tespit edilmiş olup, bunlardan 72'si tüm yükselti gruplarında ortak bulunurken, 18'si tek yükselti grubunda bulunmaktadır. Çiçeklerden elde edilen uçucu bileşenlerin 100'ü alt, 93'ü orta, 87'i ise üst yükselti grubunda belirlenmiştir. Farklı yükselti grubuna ait toplam 7 örnek alanın ortalama değerlerine göre en yüksek oranlara sahip 3 ana uçucu bileşen sırasıyla 5-methyl-undecane (18,10±9,26), *trans*-caryophyllene (11,00±5,07) ve α-pinene (9,02±5,16) olmuştur (Çizelge 2). Ortalama değerler incelendiğinde en yüksek orana sahip 5-methyl-undecane bileşeninin özellikle üst yükselti grubundaki örnek alanlarda, oranlarının daha yüksek olduğu (%29,54) gözlemlenmiştir. Alt ve üst yükselti grubunun kendi içindeki örnek alanların ortalama değerlerine göre ilk üç ana bileşenini, 5-methyl-undecane, α-pinene ve *trans*-caryophyllene bileşenleri oluşturmuştur. Alt yükselti grubunda sırasıyla %11,34, %10,55 ve %9,00 değerleri, üst yükselti grubunda ise yine sırasıyla %29,54, %10,67 ve %10,09 değerleri bulunmuştur. Orta yükselti grubunun örnek alanlarında ise ortalama değerlere göre yine 5-methyl-undecane (%16,80) en yüksek ana uçucu bileşen olurken onu sırasıyla *trans*-caryophyllene (%14,90) ve 2-methyl-decane (%6,69) bileşenleri takip etmiştir. Bileşen yüzdeleri incelendiğinde 5-methyl-undecane ve α-pinene bileşenleri için en yüksek değer üst yükselti grubunda, *trans*-caryophyllene bileşeni için ise en yüksek değer orta yükselti grubunda saptanmıştır.

Şekil 3'te türün çiçeklerinde tespit edilen ilk 3 ana bileşen ve onları takip eden bazı diğer uçucu bileşenlerin yükselti gruplarına göre ortalama değerleri verilmiştir. Görüleceği üzere başta birincil ana bileşen olan 5-methyl-undecane olmak üzere, tüm uçucu bileşenlerde yükselti gruplarına göre ortalama değerlerde, değişen oranlarda varyasyon tespit edilmiştir.

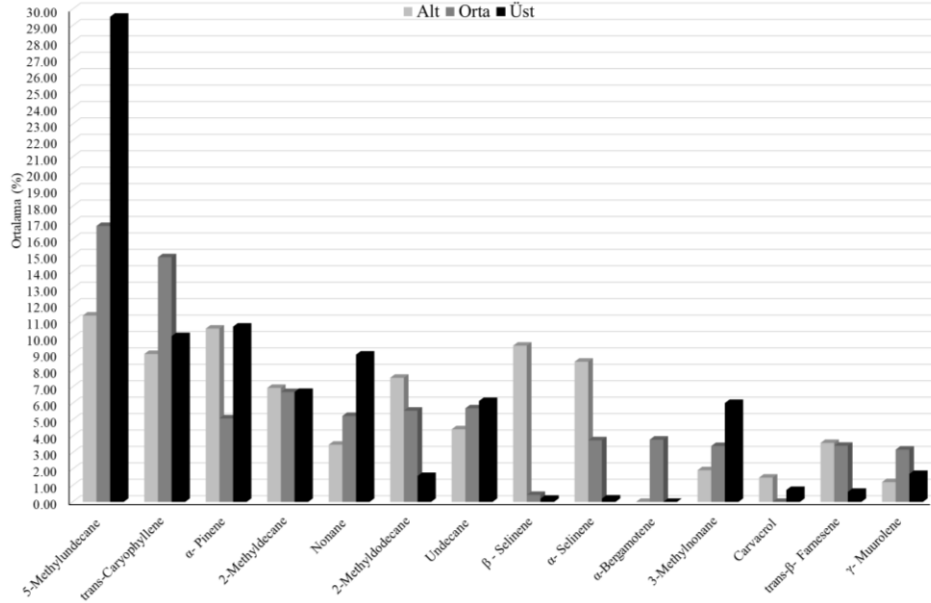
Çizelge 1. *Hypericum perforatum*'un toplandığı alanların koordinat ve yükselti bilgileri

Table 1. Coordinate and elevation information of the areas where *Hypericum perforatum* was collected

Örnek alan no	Yükselti (m)	Enlem (X)	Boylam (Y)	Yükselti grubu
1	1259	350399	4255767	Alt
2	1291	337723	4266265	Alt
3	1351	345160	4262192	Alt
4	1602	342634	4260142	Orta
5	1673	341385	4260153	Orta
6	1759	336614	4267120	Üst
7	1873	339682	4263384	Üst



Şekil 2. *Hypericum perforatum*'un kurutulup analize gönderilmiş yaprak ve çiçek örnekleri
Figure 2. Dried leaf and flower samples of *Hypericum perforatum* sent for analysis



Şekil 3. *Hypericum perforatum* çiçeklerinin uçucu bileşenleri içeriğindeki temel bileşenlerin yükselti gruplarına göre dağılımı
Figure 3. Distribution of the main components in the volatile composition of *Hypericum perforatum* flowers across elevation groups

Çizelge 2. *Hypericum perforatum* çiçeklerinin uçucu yağ analiz bulguları
Table 2. Essential oil analysis findings of *Hypericum perforatum* flowers

Sayı	Rt	Bileşenler	Alt			Ortalama /Standart sapma	Orta		Üst			Genel ortalama /Standart sapma	
			ÖA1 (%)	ÖA2 (%)	ÖA3 (%)		ÖA4 (%)	ÖA5 (%)	Ortalama	ÖA6 (%)	ÖA7 (%)		Ortalama
1	6,525	5-Methyl-undecane	18,46	6,98	8,59	11,34±6,22	12,67	20,92	16,80	28,86	30,21	29,54	18,10±9,26
2	26,892	trans-Caryophyllene	5,06	16,92	5,03	9,00±6,86	12,06	17,73	14,90	10,64	9,54	10,09	11,00±5,07
3	8,761	α- Pinene	11,96	2,36	17,33	10,55±7,58	5,76	4,40	5,08	10,23	11,11	10,67	9,02±5,16
4	13,886	2-Methyl-decane	8,19	7,96	4,66	6,94±1,98	8,67	4,70	6,69	6,69	6,70	6,70	6,79±1,62
5	7,654	Nonane	4,01	1,98	4,45	3,48±1,32	3,41	7,05	5,23	9,12	8,81	8,97	5,55±2,79
6	21,437	2-Methyl-dodecane	8,45	8,10	6,11	7,55±1,26	9,26	1,84	5,55	1,81	1,34	1,58	5,27±3,51
7	15,291	Undecane	4,31	4,50	4,45	4,42±0,10	5,85	5,54	5,70	6,23	6,05	6,14	5,27±0,83
8	29,085	β-Selinene	7,66	10,39	10,48	9,51±1,60	-	0,85	0,85	0,19	0,19	0,19	4,96±5,09
9	29,320	α-Selinene	6,80	9,25	9,55	8,53±1,51	6,54	0,96	3,75	0,21	0,19	0,20	4,79±4,21
10	29,160	α-Bergamotene	-	-	-	-	7,23	0,35	3,79	-	-	-	3,79±4,86
11	10,244	3-Methyl-nonane	3,62	0,99	1,17	1,93±1,47	2,37	4,43	3,40	6,39	5,65	6,02	3,52±2,12
12	22,743	Carvacrol	-	4,43	-	4,43±-	-	-	-	-	1,45	1,45	2,94±2,11
13	27,918	trans-β-Farnesene	2,51	8,01	0,24	3,59±4,00	4,76	2,07	3,42	0,63	0,59	0,61	2,69±2,82
14	28,649	γ- Muurolene	0,43	2,54	0,64	1,20±1,16	2,64	3,72	3,18	1,69	1,71	1,70	1,91±1,16
15	13,153	trans-β-Ocimene	1,54	0,57	0,89	1,00±0,49	1,86	3,12	2,49	2,77	1,76	2,27	1,79±0,92
16	22,743	Tridecane	1,27	-	1,62	1,45±0,25	2,20	1,88	2,04	1,60	-	1,60	1,71±0,35
17	10,920	β-Myrcene	2,16	0,46	2,33	1,65±1,03	1,15	0,74	0,95	1,79	2,55	2,17	1,60±0,82
18	30,033	δ- Cadinene	0,94	1,38	1,36	1,23±0,25	1,10	1,98	1,54	0,79	0,78	0,79	1,19±0,43
19	25,334	α-Copaene	0,85	0,91	1,00	0,92±0,08	1,14	1,94	1,54	1,12	1,25	1,19	1,17±0,37
20	28,769	γ- Muurolene	2,14	-	3,02	2,58±0,62	-	0,23	0,23	0,10	0,07	0,09	1,11±1,38
21	27,984	α- Humulene	-	-	2,49	2,49±-	-	0,63	0,63	0,32	0,35	0,34	0,95±1,04
22	29,858	γ- Cadinene	0,54	0,65	0,80	0,66±0,13	0,69	1,37	1,03	0,57	0,61	0,59	0,75±0,29
23	25,111	α- Ylangene	0,42	0,45	0,43	0,43±0,02	0,58	0,91	0,75	0,50	0,52	0,51	0,54±0,17
24	28,828	Germacrene D	-	0,80	0,53	0,67±0,19	0,55	0,28	0,42	-	-	-	0,54±0,21
25	27,436	Aromadendrene	0,28	0,32	0,57	0,39±0,16	0,55	1,12	0,84	0,48	0,31	0,40	0,52±0,29
26	1,848	Acetic acid	0,41	1,02	0,45	0,63±0,34	0,49	0,48	0,49	0,33	0,42	0,38	0,51±0,23

Sayı	Rt	Bileşenler	Alt				Orta			Üst			Genel ortalama /Standart sapma
			ÖA1 (%)	ÖA2 (%)	ÖA3 (%)	Ortalama /Standart sapma	ÖA4 (%)	ÖA5 (%)	Ortalama	ÖA6 (%)	ÖA7 (%)	Ortalama	
27	10,385	β -pinene	0,53	0,19	0,94	0,55±0,38	0,24	0,68	0,46	0,50	0,47	0,49	0,51±0,25
28	12,410	Limonene	0,42	0,16	1,27	0,62±0,58	0,22	0,28	0,25	0,38	0,47	0,43	0,46±0,38
29	29,191	α -Amorphene	0,35	0,43	0,42	0,40±0,04	0,45	0,75	0,60	0,39	0,35	0,37	0,45±0,14
30	27,805	α -Himachalene	0,41	0,52	-	0,47±0,08	0,27	-	0,27	-	-	-	0,40±0,13
31	12,226	p-Cymene	0,19	0,27	1,47	0,64±0,72	0,14	0,19	0,17	0,18	0,29	0,24	0,39±0,48
32	11,350	Decane	0,62	0,11	0,21	0,31±0,27	0,33	0,30	0,32	0,49	0,51	0,50	0,37±0,18
33	1,433	2-Propanone & Acetone	0,34	0,40	0,49	0,41±0,08	0,27	0,23	0,25	0,41	0,37	0,39	0,36±0,09
34	26,659	β - Cedrene	0,61	0,53	0,30	0,48±0,16	0,45	0,32	0,39	0,06	0,11	0,09	0,34±0,21
35	38,353	Ethylhexyl chloroformate	0,10	-	-	0,10±-	0,55	0,28	0,42	-	-	-	0,31±0,23
36	30,118	Calamenene	-	-	0,28	0,28±-	0,26	0,42	0,34	0,28	0,28	0,28	0,30±0,07
37	28,535	Cadina-1(6),4-diene <10betaH>	-	0,49	-	0,49±-	0,36	0,40	0,38	0,12	0,09	0,11	0,29±0,18
38	13,558	γ - Terpinene	0,10	0,11	1,34	0,52±0,71	0,09	0,13	0,11	0,14	0,12	0,13	0,29±0,46
39	27,679	β - Patchoulene	-	-	-	-	-	0,27	0,27	-	-	-	0,27±0,00
40	22,460	Thymol	0,09	0,50	0,10	0,23±0,23	0,27	0,49	0,38	0,21	0,19	0,20	0,26±0,17
41	28,753	Longifolene-(V4)	0,26	0,30	-	0,28±0,03	0,19	-	0,19	-	-	-	0,25±0,06
42	10,753	6-Methyl-5-hepten-2-one	0,21	0,50	0,14	0,28±0,19	0,32	0,19	0,26	0,13	0,20	0,17	0,24±0,13
43	4,604	Hexanal	0,18	0,27	0,10	0,18±0,09	0,18	0,14	0,16	0,30	0,51	0,41	0,24±0,14
44	12,734	cis-Ocimene	0,18	0,12	0,10	0,13±0,04	0,20	0,44	0,32	0,38	0,18	0,28	0,23±0,13
45	32,000	Caryophyllene oxide	0,10	0,40	0,16	0,22±0,16	0,21	0,25	0,23	0,18	0,20	0,19	0,21±0,10
46	27,148	β - Cubebene	0,13	0,22	0,22	0,19±0,05	0,24	0,32	0,28	0,15	0,15	0,15	0,21±0,06
47	25,598	β - Bourbonene	0,14	0,09	0,22	0,15±0,07	0,24	0,30	0,27	0,19	-	0,19	0,20±0,08
48	27,084	10,10-Dimethyl-2,6-dimethylenebicyclo[7.2.0]undecane	0,13	0,30	0,14	0,19±0,10	0,26	0,26	0,26	0,13	0,13	0,13	0,19±0,08
49	29,399	β - Himachalene	0,11	0,15	0,18	0,15±0,04	0,09	0,44	0,27	0,15	0,16	0,16	0,18±0,12
50	30,160	β - Cadinene	0,20	-	-	0,20±-	-	0,15	0,15	-	-	-	0,17±0,04
51	27,796	Humulen-(v1) \$\$ 4,11,11-Trimethyl-8-methylenebicyclo[7.2.0]undec-3-ene	-	-	-	-	-	0,27	0,27	0,08	0,09	0,09	0,15±0,10
52	30,591	α - Muurolene	0,12	0,12	0,16	0,13± 0,02	0,14	0,26	0,20	0,11	0,10	0,11	0,15±0,06
53	25,535	α - Cedrene	0,10	0,03	-	0,07±0,05	0,04	-	0,04	-	0,40	0,40	0,14±0,17
54	33,610	Muurolol < alpha -,-epi->	-	-	-	-	0,04	0,28	0,16	0,09	-	0,09	0,14±0,13
55	28,128	Alloaromadendrene	0,09	0,12	0,21	0,14±0,06	0,13	0,23	0,18	0,07	0,07	0,07	0,13±0,06
56	24,427	α - Longipinene	0,17	0,13	0,08	0,13±0,05	0,09	0,24	0,17	0,04	0,14	0,09	0,13±0,06
57	24,336	α - Cubebene	0,10	0,19	0,21	0,17±0,06	0,16	0,11	0,14	0,06	0,05	0,06	0,13±0,06
58	26,953	Cedr-8(15)-ene	0,23	0,20	0,10	0,18±0,07	0,16	0,10	0,13	0,02	0,03	0,03	0,12±0,08
59	11,930	α - Terpinene	0,05	0,07	0,49	0,20±0,25	0,04	0,06	0,05	0,06	0,08	0,07	0,12±0,16
60	30,724	α - Calacorene	0,09	0,11	0,12	0,11±0,02	0,11	0,19	0,15	0,07	0,07	0,07	0,11±0,04
61	27,665	δ - Guaiene	0,05	0,11	0,13	0,10±0,04	0,08	-	0,08	-	0,14	0,14	0,10±0,04
62	29,575	α - Farnesene	0,06	0,10	0,07	0,08±0,02	0,11	0,16	0,14	-	-	-	0,10±0,04
63	28,348	Cedr-8-ene	0,19	0,05	0,10	0,11± 0,07	0,09	0,06	0,08	-	-	-	0,10±0,05
64	25,783	n-Octyl isobutyrate	-	-	-	-	-	0,09	0,09	0,12	0,08	0,10	0,10±0,02
65	16,363	p-Mentha-1,5,8-triene	0,05	-	0,03	0,04±0,01	0,08	0,17	0,13	0,14	0,07	0,11	0,09±0,05
66	16,767	Nealloocimene	0,05	-	0,03	0,04±0,01	0,07	0,15	0,11	0,14	0,07	0,11	0,09±0,05
67	6,104	(E)-2-Hexenal	0,06	0,16	0,05	0,09±0,06	0,07	0,10	0,09	0,04	0,13	0,09	0,09±0,05
68	17,946	3-Methylundecane	0,10	0,07	0,05	0,07±0,03	0,13	0,09	0,11	0,07	0,10	0,09	0,09±0,02
69	14,796	Dimethylstyrene < alpha-para->	-	-	0,09	0,09±-	-	-	-	-	-	-	0,09±0,00
70	26,318	cis- Caryophyllene	0,07	0,12	0,08	0,09±0,03	0,11	0,09	0,10	0,06	-	0,06	0,09±0,02
71	30,460	Cadina-1,4-diene	0,06	0,05	0,11	0,07±0,03	0,08	0,18	0,13	0,06	0,04	0,05	0,08±0,05
72	15,420	Nonanal	0,05	0,12	0,03	0,07±0,05	0,09	0,06	0,08	0,09	0,11	0,10	0,08±0,03
73	2,204	2-Butenal	0,04	-	0,04	0,04±0,00	0,05	-	0,05	0,05	0,20	0,13	0,07±0,07
74	19,083	Dodecane	0,13	0,06	0,07	0,09±0,04	0,11	0,04	0,08	0,05	0,06	0,06	0,07±0,03
75	14,622	α - Terpinolen	0,03	-	0,27	0,15±0,17	0,02	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,07±0,10
76	9,820	Benzaldehyde	0,08	0,11	0,06	0,08±0,03	0,05	-	0,05	0,06	-	0,06	0,07±0,02
77	25,794	β - Elemene	0,05	0,04	0,14	0,08±0,06	0,05	-	0,05	-	-	-	0,07±0,04
78	1,502	Dimethyl sulfide	0,05	0,15	-	0,10±0,07	0,04	0,07	0,06	0,04	0,06	0,05	0,07±0,04
79	2,693	Pentanal	0,04	0,18	0,04	0,09±0,08	0,04	0,04	0,04	0,05	0,10	0,08	0,07±0,05
80	1,894	2-Methyl-3-buten-2-ol	0,07	0,10	0,05	0,07±0,03	0,05	-	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07±0,02
81	29,690	β - Bisabolene	-	0,15	0,04	0,10±0,08	0,05	0,08	0,07	0,04	0,05	0,05	0,07±0,04
82	16,200	α - Campholenal	0,02	-	0,11	0,07±0,06	-	-	-	-	-	-	0,07±0,06
83	8,509	α - Thujene	-	-	0,16	0,16±-	0,02	0,03	0,03	-	-	-	0,07±0,08
84	12,512	Eucalyptol (1,8-Cineole)	0,10	-	-	0,10±-	-	-	-	0,03	-	0,03	0,06±0,05
85	16,008	Filifolone	0,06	-	-	0,06±-	-	-	-	-	-	-	0,06±0,00
86	2,546	Penten-3-ol	-	0,08	-	0,08±-	-	-	-	-	0,04	0,04	0,06±0,03
87	31,855	Spathulenol	-	0,10	0,03	0,07± 0,05	-	0,06	0,06	0,04	-	0,04	0,06±0,03
88	11,785	(E,E)-2,4-Heptadienal	-	0,10	-	0,10±-	0,04	0,05	0,05	0,03	0,07	0,05	0,06±0,03
89	3,343	(E)-3-Penten-2-one	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,06	0,06±0,00
90	14,969	Methyl benzoate	-	-	0,05	0,05±-	-	-	-	-	-	-	0,05±0,00
91	25,959	Benzyl isovalerate	0,04	0,06	0,05	0,05± 0,01	0,06	-	0,06	-	-	-	0,05±0,01
92	9,334	Camphene	0,02	-	0,11	0,07± 0,06	-	-	-	-	0,02	0,02	0,05±0,05
93	16,315	Alloocimene-2	0,04	-	0,02	0,03± 0,01	0,03	0,08	0,06	0,08	0,04	0,06	0,05±0,03
94	26,399	α - Gurjunene	-	-	0,04	0,04±-	-	0,07	0,07	0,04	0,05	0,05	0,05±0,01
95	19,286	Decanal	-	-	-	-	0,03	-	0,03	0,03	0,08	0,06	0,05±0,03
96	21,014	Piperitone	0,03	-	-	0,03±-	0,06	-	0,06	-	-	-	0,05±0,02
97	27,324	α - Cedrol	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,05	0,05±0,00
98	3,802	2-Methylheptane	0,04	-	0,02	0,03±0,01	0,02	0,04	0,03	0,07	0,08	0,08	0,04±0,03
99	9,680	Hept-2(E)-enal	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,06	0,05	0,04±0,02
100	28,200	(+)-Epi-bicyclosquiphellandrene	-	0,07	-	0,07±-	0,03	0,03	0,03	-	-	-	0,04±0,02
101	42,565	n-Octyl ether	-	-	-	-	0,04	-	0,04	-	-	-	0,04±0,00
102	18,277	4-Terpineol	-	-	0,08	0,08±-	-	-	-	0,02	0,03	0,03	0,04±0,03
103	16,951	Camphor	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,04	0,04±0,00
104	3,640	(E)- 2-Pentenal	-	-	0,02	0,02±-	-	-	-	-	0,06	0,06	0,04±0,03

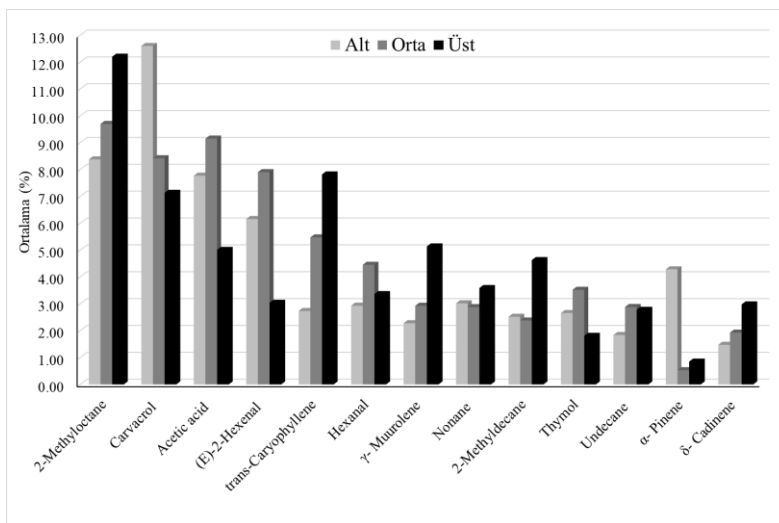
Sayı	Rt	Bileşenler	Alt			Orta		Üst		Genel ortalama /Standart sapma			
			ÖA1 (%)	ÖA2 (%)	ÖA3 (%)	Ortalama /Standart sapma	ÖA4 (%)	ÖA5 (%)	Ortalama		ÖA6 (%)	ÖA7 (%)	Ortalama
105	11,497	Phellandrene <alpha>	-	-	0,04	0,04± -	-	-	-	-	-	-	0,04±0,00
106	1,677	2-Methylpropenal	0,03	0,03	0,03	0,03± 0,00	0,02	-	0,02	0,05	0,03	0,04	0,03±0,01
107	4,256	3-Methyl-2-butenal	-	-	0,03	0,03± -	-	-	-	-	-	-	0,03±0,00
108	28,815	<i>ar</i> -Curcumene	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	0,03	0,03±0,00
109	19,280	Verbenone	-	-	0,03	0,03± -	-	-	-	-	-	-	0,03±0,00
110	19,949	Thymyl methyl ethe	-	-	-	-	0,03	0,03	-	-	-	-	0,03±0,00
111	23,212	Hexyl hexoate	0,04	-	0,02	0,03±0,01	0,03	-	0,03	-	-	-	0,03±0,01
112	3,838	Toluene	-	-	0,02	0,02± -	-	-	-	-	-	-	0,02±0,00
113	9,488	Verbenene	-	-	0,01	0,01± -	-	-	-	-	-	-	0,01±0,00
Toplam			100	100	100		100	100		100	100		100,00
Kimyasal Grup (%)													
Alkoller			0,1	0,18	0,32		0,07	0,04		0,1	0,15		
Alkanlar			48,93	30,62	31,26		44,76	46,66		61,19	59,27		
Esterler			0,08	0,06	0,12		0,09	0,09		0,12	0,08		
Ketonlar			0,58	0,9	0,66		0,65	0,42		0,54	0,63		
Monoterpenler			17,39	8,74	26,63		9,9	10,47		16,84	18,75		
Seskiterpenler			31,51	56,74	39,69		42,33	40,43		19,7	18,86		
Diğerleri			1,42	2,77	1,31		2,22	1,91		1,5	2,26		
Toplam			100	100	100		100	100		100	100		

H. perforatum yapraklarının uçucu bileşen analizi sonucunda elde edilen bileşenlerin ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmış ve yükselti gruplarına göre dağılımı Çizelge 3'te sunulmuştur. Tüm yükselti gruplarında toplam 122 bileşen (alkoller, alkanlar, esterler, ketonlar, monoterpenler, seskiterpenler ve diğerleri olarak gruplandırılmıştır) tespit edilmiştir. Bu 122 bileşenin 73'ü tüm yükselti gruplarında ortak bulunurken, 18'itek yükselti grubunda saptanmıştır. Yapraklardan elde edilen 122 bileşenin 106'sı alt, 90'ı orta, 103'ü ise üst yükselti grubunda tespit edilmiştir. Farklı yükselti grubuna ait toplam 7 örnek alanın, ortalama ve standart sapma değerlerine göre en yüksek oranlara sahip 3 ana uçucu bileşeni sırasıyla 2-methyl-octane (9,85±6,45), carvacrol (9,85±6,07) ve acetic acid (7,38±2,78) olmuştur (Çizelge 3). Alt ve orta yükselti grubunun örnek alan ortalamalarına göre ilk üç ana bileşenini 2-methyl-octane, carvacrol ve acetic acid bileşenleri oluşturmuştur. Bu bileşenler, alt yükselti grubunda sırasıyla %8,38, %12,60 ve %7,77, orta yükselti grubunda ise yine sırasıyla %9,70, %8,42 ve %9,15 oranında bulunmuştur. Ayrıca carvacrol oranının alt yükselti grubunda yer alan ÖA2'de önemli ölçüde yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Üst

yükselti grubunda ise 2-methyl-octane (%12,21), *trans*-caryophyllene (%7,82) ve carvacrol (%7,13) bileşenleri örnek alan ortalamalarına göre en yüksek yüzdeye sahip bileşenler olmuştur.

Şekil 4'te türün yapraklarında tespit edilen ilk 3 ana bileşen ve onları takip eden bazı diğer uçucu bileşenlerin yükselti gruplarına göre ortalama değerleri verilmiştir. Görüleceği üzere daha önce çiçek uçucu yağ bileşenlerinde olduğu gibi, yine başta birincil ana bileşen olan 2-methyl-octane olmak üzere tüm uçucu bileşenlerin ortalama değerlerinde yükselti gruplarına göre varyasyon tespit edilmiştir.

Son olarak *H. perforatum*'un çiçek ve yapraklarında tespit edilen uçucu yağ bileşen sayılarının, yükselti gruplarına göre bileşen yüzde dağılımı Şekil 5'te verilmiştir. Burada görüleceği üzere her iki bitki organından elde edilen örneklerde alt yükselti grubunda tespit edilen uçucu yağ bileşen sayıları daha fazladır. Çiçekte yükselti artışı ile birlikte uçucu yağ bileşen sayısı doğrusal bir azalış gösterirken, yaprakta üst yükselti grubuna ait örneklerde, orta yükselti örneklerine oranla sayının daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

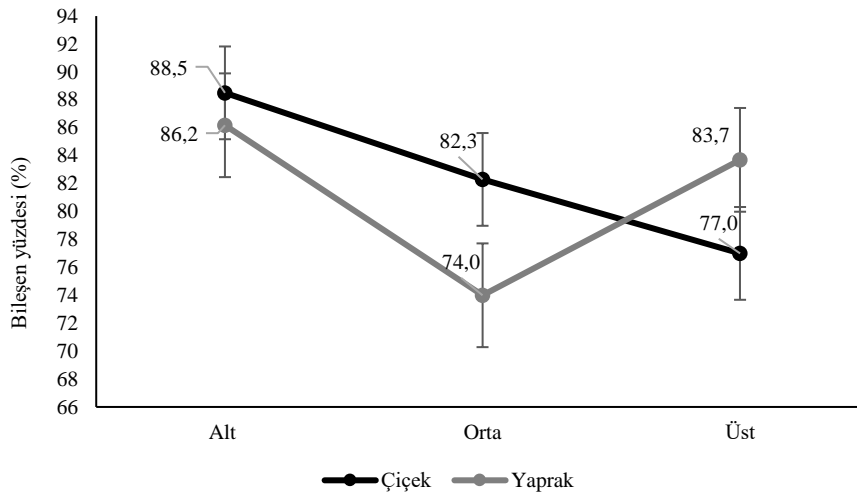


Şekil 4. *Hypericum perforatum* yapraklarının uçucu bileşen içeriğindeki temel bileşenlerin yükselti gruplarına göre dağılımı
Figure 4. Distribution of the main components in the volatile composition of *Hypericum perforatum* leaves across elevation groups

Çizelge 3. *Hypericum perforatum* yapraklarının uçucu yağ analiz bulguları
Table 3. Essential oil analysis findings of *Hypericum perforatum* leaves

Sayı	Rt	Bileşenler	ALT			ORTA			ÜST			Genel ortalama /Standart sapması	
			ÖA1 %	ÖA2 %	ÖA3 %	Ortalama /Standart sapma	ÖA4 %	ÖA5 %	Ortalama	ÖA6 %	ÖA7 %		Ortalama
1	6,456	2-Methyloctane	19,73	1,84	3,57	8,38±9,87	5,38	14,02	9,70	12,59	11,82	12,21	9,85±6,45
2	22,752	Carvacrol	5,71	23,35	8,75	12,60±9,43	8,91	7,94	8,42	8,00	6,27	7,13	9,85±6,07
3	1,888	Acetic acid	7,19	11,46	4,67	7,77±3,43	8,07	10,24	9,15	6,12	3,90	5,01	7,38±2,78
4	6,080	(E)-2-Hexenal	6,77	9,81	1,90	6,16±3,99	8,81	7,00	7,91	4,14	1,94	3,04	5,77±3,17
5	26,797	trans-Caryophyllene	3,02	2,34	2,85	2,74±0,35	6,41	4,54	5,48	10,08	5,56	7,82	4,97±2,71
6	4,599	Hexanal	2,29	5,54	0,97	2,93±2,35	2,50	6,41	4,46	4,61	2,12	3,37	3,49±2,02
7	28,623	γ-Murolene	2,59	1,47	2,78	2,28±0,71	4,11	1,75	2,93	3,48	6,80	5,14	3,28±1,80
8	7,622	Nonane	3,42	0,66	4,98	3,02±2,19	1,75	4,01	2,88	4,66	2,52	3,59	3,14±1,58
9	13,858	2-Methyldecane	4,51	0,69	2,36	2,52±1,92	3,16	1,60	2,38	3,74	5,52	4,63	3,08±1,68
10	22,465	Thymol	1,83	4,87	1,28	2,66±1,93	3,65	3,40	3,53	2,07	1,55	1,81	2,66±1,33
11	15,257	Undecane	2,01	0,62	2,89	1,84±1,14	3,57	2,20	2,89	3,53	2,03	2,78	2,41±1,03
12	8,748	α-Pinene	2,84	0,43	9,59	4,29±4,75	0,49	0,57	0,53	0,95	0,75	0,85	2,23±3,35
13	30,017	δ-Cadinene	1,60	1,07	1,76	1,48±0,36	2,71	1,15	1,93	1,83	4,13	2,98	2,04±1,07
14	12,229	p-Cymene	0,79	0,62	7,89	3,10±4,15	1,03	0,69	0,86	0,89	1,58	1,24	1,93±2,65
15	2,685	Pentanal	2,30	2,46	0,80	1,85±0,92	1,22	2,55	1,89	1,21	1,14	1,18	1,67±0,74
16	29,068	β-Selinene	2,01	1,92	2,80	2,24±0,48	1,77	0,69	1,23	1,22	1,16	1,19	1,65±0,69
17	25,323	α-Copaene	1,13	0,52	1,58	1,08±0,53	1,78	0,61	1,20	1,66	4,12	2,89	1,63±1,21
18	29,846	γ-Cadinene	1,17	0,90	1,26	1,11±0,19	1,89	0,91	1,40	1,48	2,78	2,13	1,48±0,67
19	29,310	α-Selinene	1,71	1,57	2,59	1,96±0,55	1,53	0,67	1,10	1,11	1,12	1,12	1,47±0,61
20	10,751	6-Methyl-5-hepten-2-one	0,96	1,01	0,76	0,91±0,13	1,45	2,58	2,02	2,02	1,35	1,69	1,45±0,65
21	13,555	γ-Terpinene	0,16	0,23	5,95	2,11±3,32	0,45	-	0,45	-	0,42	0,42	1,44±2,52
22	1,434	2-Propanone & Acetone	1,71	2,07	1,20	1,66±0,44	0,77	1,73	1,25	0,97	1,32	1,15	1,40±0,46
23	10,220	3-Methyl-nonane	2,83	0,23	0,54	1,20±1,22	1,61	2,01	1,81	0,54	0,87	0,71	1,23±0,95
24	2,530	Penten-3-ol	2,04	1,86	0,57	1,49±0,80	0,94	1,85	1,40	0,50	0,52	0,51	1,18±0,71
25	38,358	Ethylhexyl chloroformate	1,64	0,33	0,10	0,69±0,83	0,89	2,77	1,83	-	-	-	1,15±1,08
26	21,428	2-Methyl-dodecane	1,38	0,50	1,33	1,07±0,49	1,48	0,31	0,90	1,84	0,53	1,19	1,05±0,59
27	14,622	α-Terpinolen	-	-	1,03	1,03±-	-	-	-	-	-	-	1,03±0,00
28	11,774	(E,E)-2,4-Heptadienal	0,72	1,98	0,36	1,02±0,85	0,94	1,34	1,14	1,04	0,60	0,82	1,00±0,54
29	15,406	Nonanal	0,81	1,17	0,36	0,78±0,41	1,11	1,51	1,31	1,40	0,46	0,93	0,97±0,45
30	30,102	Calamenene	0,63	0,47	0,78	0,63±0,16	1,12	0,57	0,85	0,84	1,76	1,30	0,88±0,44
31	26,653	β-Cedrene	1,02	0,24	0,99	0,75±0,44	1,05	0,70	0,88	0,39	1,37	0,88	0,82±0,40
32	27,901	trans-β-Farnesene	0,70	0,98	0,56	0,75±0,21	1,18	0,54	0,86	1,06	0,72	0,89	0,82±0,25
33	11,211	(E,Z)-2,4-Heptadienal	0,55	1,14	0,31	0,67±0,43	0,56	1,10	0,83	0,59	0,83	0,71	0,73±0,31
34	10,923	β-Myrcene	0,39	-	2,62	1,51±1,58	0,22	0,23	0,23	0,33	0,52	0,43	0,72±0,94
35	29,186	α-Amorphene	0,47	0,30	0,59	0,45±0,15	0,92	0,44	0,68	0,74	1,53	1,14	0,71±0,42
36	25,105	α-Ylangene	0,49	0,18	0,55	0,41±0,20	0,82	0,23	0,53	0,73	1,83	1,28	0,69±0,56
37	9,824	Benzaldehyde	0,72	1,56	0,27	0,85±0,65	0,57	0,53	0,55	-	0,42	0,42	0,68±0,46
38	12,436	Limonene	0,29	0,09	2,32	0,90±1,23	0,37	0,24	0,31	0,46	0,37	0,42	0,59±0,77
39	27,425	Aromadendrene	0,40	0,18	0,60	0,39±0,21	0,61	0,30	0,46	0,63	1,16	0,90	0,55±0,32
40	19,280	Verbenone	-	-	-	-	-	-	-	-	0,55	0,55	0,55±0,00
41	14,068	3,5-Octadien-2-one	0,31	1,31	0,24	0,62±0,60	-	-	-	0,50	0,34	0,42	0,54±0,44
42	31,862	Spathulenol	0,41	0,84	0,25	0,50±0,31	0,69	0,51	0,60	0,48	0,50	0,49	0,52±0,19
43	29,689	β-Bisabolene	0,31	0,75	0,41	0,49±0,23	0,69	0,36	0,53	0,39	0,63	0,51	0,51±0,18
44	10,372	β-Pinene	0,16	-	0,40	0,28±0,17	0,13	0,16	0,15	2,09	0,07	1,08	0,50±0,79
45	32,000	Caryophyllene oxide	0,27	0,75	0,32	0,45±0,26	0,63	0,34	0,49	0,43	0,73	0,58	0,50±0,20
46	2,197	2-Butenal	0,69	0,60	0,45	0,58±0,12	0,52	0,31	0,42	0,42	0,39	0,41	0,48±0,13
47	11,935	α-Terpinene	0,20	0,19	2,12	0,84±1,11	0,27	0,16	0,22	0,15	0,26	0,21	0,48±0,72
48	29,399	β-Himachalene	0,20	0,19	0,52	0,30±0,19	0,81	0,20	0,51	0,50	0,91	0,71	0,48±0,30
49	25,598	β-Bourbonene	-	-	0,26	0,26±-	0,32	-	0,32	0,39	0,93	0,66	0,48±0,31
50	14,070	cis-Linalool Oxide	-	-	-	-±-	0,75	1,04	0,90	0,04	0,04	0,04	0,47±0,50
51	27,139	β-Cubebene	0,26	0,15	0,37	0,26±0,11	0,56	0,12	0,34	0,47	0,90	0,69	0,40±0,27
52	3,633	(E)- 2-Pentenal	0,42	0,83	0,18	0,48±0,33	0,38	0,50	0,44	0,30	0,20	0,25	0,40±0,22
53	24,335	α-Cubebene	0,29	0,21	0,48	0,33±0,14	0,49	0,16	0,33	0,31	0,80	0,56	0,39±0,22
54	16,197	α-Campholenal	-	-	0,39	0,39±-	-	-	-	-	-	-	0,39±0,00
55	2,235	3-Hydroxybutanal	-	0,54	-	0,54±-	-	0,21	0,21	-	-	-	0,37±0,24
56	26,944	Cedr-8(15)-ene	0,42	-	0,40	0,41±0,01	0,40	0,28	0,34	0,18	0,51	0,35	0,37±0,12
57	27,808	α-Himachalene	0,24	-	0,26	0,25±0,01	0,65	-	0,65	0,27	-	0,27	0,36±0,20
58	27,796	Humulen-(v1)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,35	0,35	0,35±0,00
59	18,299	4-Terpineol	-	-	0,38	0,38±-	0,28	0,26	0,27	0,40	0,41	0,41	0,35±0,07
60	13,563	Carvone	-	-	-	-	-	0,35	0,35	0,34	-	0,34	0,34±0,01
61	28,753	(+)-Cyclooisosativene	0,19	0,15	0,16	0,17±0,02	0,73	0,21	0,47	0,28	0,53	0,41	0,32±0,22
62	30,264	Dihydroactinidiolide	0,20	0,52	0,10	0,27±0,22	0,49	0,22	0,36	0,31	0,36	0,34	0,31±0,15
63	19,287	Decanal	0,22	0,31	0,19	0,24±0,06	0,25	0,32	0,29	0,56	-	0,56	0,31±0,13
64	28,129	Alloaromadendrene	0,09	-	0,40	0,25±0,22	0,17	-	0,17	0,19	0,58	0,39	0,29±0,20
65	33,610	Muurolool <alpha-,epi->	-	-	-	-±-	0,20	0,37	0,29	0,26	-	0,26	0,28±0,09
66	20,839	Thymoquinone	-	0,55	0,28	0,42±0,19	0,22	0,26	0,24	0,11	0,16	0,14	0,26±0,15
67	30,591	α-Muurolole	0,20	0,16	0,20	0,19±0,02	0,35	0,16	0,26	0,22	0,55	0,39	0,26±0,14
68	28,816	Germacrene D	-	-	0,39	0,39±-	0,26	0,26	0,26	0,15	0,26	0,21	0,26±0,09
69	25,237	Dodecanal	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26	0,26	0,26±0,00
70	28,000	α-Humulene	0,20	0,14	0,27	0,20±0,07	0,33	0,21	0,27	0,31	0,38	0,35	0,26±0,08
71	1,500	Dimethyl sulfide	0,36	0,44	0,11	0,30±0,17	0,16	0,33	0,25	-	0,14	0,14	0,26±0,14
72	25,535	α-Cedrene	0,43	-	0,14	0,29±0,21	0,18	-	0,18	-	-	-	0,25±0,15
73	28,530	Cadina-1(6),4-diene <10betaH->	-	-	0,15	0,15±-	0,18	-	0,18	-	0,43	0,43	0,25±0,15
74	7,955	Butyrolactone	-	0,25	-	0,25±-	-	-	-	-	-	-	0,25±0,00
75	13,136	trans-β-Ocimene	0,27	0,37	0,17	0,27±0,10	0,33	0,23	0,28	0,24	0,10	0,17	0,24±0,09
76	21,011	Piperitone	0,37	0,37	0,16	0,30±0,12	0,12	-	0,12	0,16	-	0,16	0,23±0,13
77	12,520	Eucalyptol (1,8-Cineole)	0,46	0,24	0,11	0,27±0,18	0,17	0,25	0,21	-	0,15	0,15	0,23±0,13
78	30,444	Cadina-1,4-diene	-	-	0,06	0,06±-	-	-	-	-	0,38	0,38	0,22±0,23
79	12,980	Benzeneacetaldehyde	0,30	0,28	0,05	0,21±0,14	0,13	0,35	0,24	0,17	0,25	0,21	0,22±0,11
80	30,724	α-Calacorene	0,14	-	0,14	0,14±0,00	0,23	-	0,23	0,20	0,35	0,28	0,21±0,09
81	12,609	2,5,5-Trimethyl-2,6-heptadien-4-one \$\$ Artemisia	-	0,21	-	0,21±-	-	-	-	-	-	-	0,21±0,00
82	42,567	n-Octyl ether	0,15	-	-	0,15±-	-	0,25	0,25	-	-	-	0,20±0,07
83	8,510	α-Thujene	-	-	0,30	0,30±-	-	0,10	0,10	-	-	-	0,20±0,15

Sayı	Rt	Bileşenler	ALT			ORTA			ÜST			Genel ortalama /Standart sapma	
			ÖA1 %	ÖA2 %	ÖA3 %	Ortalama /Standart sapma	ÖA4 %	ÖA5 %	Ortalama	ÖA6 %	ÖA7 %		Ortalama
84	27,738	(Z)-Geranylacetone	0,11	0,27	-	0,19±0,11	0,09	0,34	0,22	-	-	-	0,20±0,12
85	11,495	α- Phellandrene	-	-	0,24	0,24±-	-	-	-	-	0,14	0,14	0,19±0,07
86	28,333	Cedr-8-ene	0,17	-	0,27	0,22±0,07	0,18	0,12	0,15	0,06	0,31	0,19	0,19±0,09
87	14,697	trans-Linalool Oxide	-	-	-	-	0,15	0,20	0,18	-	-	-	0,18±0,03
88	1,670	2-Methylacrolein	0,16	0,22	0,11	0,16±0,06	0,06	0,12	0,09	0,17	0,37	0,27	0,17±0,10
89	24,425	α- Longipinene	-	-	-	-	0,15	-	0,15	-	0,18	0,18	0,17±0,02
90	3,348	(E)-3-Penten-2-one	-	0,28	0,05	0,17±0,16	-	-	-	-	-	-	0,17±0,17
91	19,720	β- Cyclocitral	-	-	0,06	0,06±-	0,21	0,18	0,20	0,19	0,19	0,19	0,17±0,06
92	11,341	Decane	0,31	-	0,11	0,21±0,14	-	-	-	0,11	0,12	0,12	0,16±0,10
93	12,605	n-Butylcyclohexane	-	-	-	-	0,21	-	0,21	0,12	-	0,12	0,16±0,06
94	16,956	Camphor	0,15	-	-	0,15±-	-	-	-	-	0,18	0,18	0,16±0,02
95	9,392	5,5-Dimethyl-2(5H)-furanone	-	0,25	0,09	0,17±0,11	-	-	-	-	0,14	0,14	0,16±0,08
96	27,679	β- Patchoulene	-	-	0,11	0,11±-	-	-	-	-	0,20	0,20	0,16±0,06
97	32,327	Salvial-4(14)-en-1-one	0,07	0,17	0,08	0,11±0,06	0,27	-	0,27	0,19	0,18	0,19	0,16±0,07
98	8,020	2,4-Hexadienal	-	0,26	0,14	0,20±0,08	-	-	-	-	0,05	0,05	0,15±0,10
99	31,357	Farnesol	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	0,15	0,15±0,00
100	15,540	3,4-Dimethylcyclohexanol	-	0,15	-	0,15±-	-	0,15	0,15	-	-	-	0,15±0,00
101	7,695	Heptanal	-	0,14	-	0,14±-	-	-	-	-	-	-	0,14±0,00
102	18,880	α- Terpineol	-	0,15	-	0,15±-	0,12	-	0,12	-	-	-	0,13±0,02
103	16,005	Filifolone	0,23	0,16	0,06	0,15±0,09	-	-	-	-	0,06	0,06	0,13±0,09
104	5,900	(E)-2-Hexen-1-ol	0,12	0,11	-	0,12±0,01	0,11	0,21	0,16	0,09	-	0,09	0,13±0,05
105	11,448	Octanal	-	-	-	-	-	-	-	0,13	-	0,13	0,13±0,00
106	11,542	Hex-3(Z)-enyl acetate	-	-	0,04	0,04±-	-	-	-	0,20	-	0,20	0,12±0,11
107	17,926	Cyclooctyl alcohol	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	0,12	0,12±0,00
108	2,324	2-Methylbutanal	-	0,26	0,04	0,15±0,16	-	-	-	-	0,05	0,05	0,12±0,13
109	9,695	Hept-2(E)-enal	0,12	0,17	0,09	0,13±0,04	0,14	0,07	0,11	0,16	0,06	0,11	0,12±0,04
110	1,620	Isobutanal	0,10	0,11	-	0,11±0,01	-	0,14	0,14	-	-	-	0,11±0,02
111	12,721	cis-Ocimene	-	-	-	-	0,12	-	0,12	0,11	-	0,11	0,11±0,01
112	21,135	Chrysanthenyl acetate	0,15	-	0,08	0,12±0,05	-	-	-	-	-	-	0,11±0,05
113	14,794	Dimethylstyrene <alpha-para->	-	-	0,14	0,14±-	-	-	-	0,07	0,12	0,10	0,11±0,04
114	4,275	3-Methyl-2-butenal	-	0,18	0,10	0,14±0,06	0,08	0,07	0,08	-	0,10	0,10	0,11±0,04
115	26,399	α- Gurjunene	-	-	0,04	0,04±-	-	-	-	-	0,16	0,16	0,10±0,08
116	25,793	β- Elemene	-	-	0,10	0,10±-	-	-	-	-	-	-	0,10±0,00
117	39,377	Phytone	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	0,10	0,10±0,00
118	28,190	(+)-Epi-bicyclosquiphellandrene	-	-	0,10	0,10±-	-	-	-	-	0,09	0,09	0,10±0,01
119	9,487	Verbenene	-	-	0,05	0,05±-	-	-	-	-	0,14	0,14	0,09±0,06
120	26,191	Tetradecane	-	0,11	-	0,11±-	0,08	-	0,08	-	-	-	0,09±0,02
121	34,701	Cadalin	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	0,08	0,08±0,00
122	13,314	Benzyl alcohol	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	0,07	0,07±0,00
Toplam			100	100	100	-	100	100	-	100	100	-	-
Kimyasal Grup (%)													
Alkoller			2,16	2,12	1,6		1,05	2,21		0,66	0,64		
Alkanlar			29,68	3,85	13,42		13,79	22,55		23,27	17,89		
Esterler			0,15	0	0,12		0	0		0,2	0		
Ketonlar			3,04	3,73	2,17		2,34	4,66		3,49	3,22		
Monoterpenler			11,53	26	40,84		13,61	12,21		13,66	11,26		
Seskiterpenler			21,06	15,81	25,68		34,37	16,4		30,53	45,31		
Diğerleri			32,36	48,49	16,14		34,68	41,98		28,23	21,66		
Toplam			100	100	100		99,84	100		100	100		



Şekil 5. Çiçek ve yapraklarda tespit edilen uçucu bileşen sayılarının yükselti gruplarına göre yüzde (%) dağılımları
 Figure 5. Percentage (%) distributions of the number of volatile components detected in flowers and leaves by elevation groups

4. Tartışma ve sonuç

Uçucu yağlar, bitkilerin çeşitli kısımlarından ekstrakte edilen ve geniş kullanım alanları olan doğal sekonder metabolitlerdir. Aromaterapi, kozmetik, parfümeri, kişisel bakım ürünleri, gıda ve ilaç endüstrisi gibi birçok alanda yaygın olarak tercih edilmektedirler (Turek ve Stintzing, 2013; Hanif vd., 2019). Bunun yanı sıra sentetik koruyucuların kullanımındaki risk nedeniyle, gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için doğal katkı maddeleri olarak da kullanılmaktadır (Tongnuanchan ve Benjakul, 2014). Ayrıca doğadaki birçok bitkiden elde edilen uçucu yağların antibakteriyel, antiviral, antifungal vb., tıbbi niteliği bulunmaktadır. Bu özelliklerinin yanı sıra insektisit etki gösterebilen uçucu yağların, bitkilerin korunmasında önemli rolleri olabilmektedir. Bazı böcekleri çekerek polenlerin ve tohumların dağılmasını destekleyebildikleri gibi, istenmeyen böceklerin uzaklaştırılmasında da uçucu yağların yardımcı olabildikleri ifade edilmiştir (Bakkali vd., 2008). Burada ifade edilen bilgiler dışında, bitkilerden elde edilen uçucu yağların daha birçok tıbbi ve aromatik niteliklerini ve buna bağlı olarak sağlık, kozmetik, besin ve gıdaların korunması gibi önemli işlevlerini saymak mümkündür.

H. perforatum'un farklı ülkelerde ve lokalitelerde uçucu yağ bileşenleri üzerine yapılan çalışmaların bir kısmında ana bileşenler önemli benzerlik gösterirken, bazılarında farklılıklar olduğu görülmüştür. Örneğin; Chialva vd. (1981) 2-Methyloctene (%16,4) ve α -pinene (%11), Bombardelli ve Morazzoni (1995) α -pinene, Weyerstahl vd. (1995) α -pinene (%67,3), Gudziec vd. (1997) cis-caryophyllene (%48), Nogueira vd. (1998) germacrene D (%20) ve 2-methyloctene (%9,7), Gudziec vd. (2001) β -caryophyllene (%14,2) ve 2-methyloctene (%13,1), Baser vd. (2002) β -caryophyllene (%11,7), Mockute vd. (2003) β -caryophyllene (%10,5-19,1), Petrakis vd. (2005) α -pinene ve β -pinene, Pintore vd. (2005) 2-methyloctene (%21,1), germacrene D (%17,6) ve α -pinene (%15,8), Touafek vd. (2005) thymol (%22,1), caryophylleneoxide (%13,3-35,8) ve germacrene D (%16,1-31,5), Pavlovic vd. (2006) α -pinene (%21,0), 2-methyloctene (%12,6) ve γ -muurolene (%6,9), Alan vd. (2010) germacrene D (%23), β -caryophyllene (%14), bicyclogermacrene (%5), caryophyllene oxide (%4) ve spathulenol (%4) şeklinde ana bileşen bulguları elde etmişlerdir. Bu çalışmalar incelendiğinde, uçucu yağların genel olarak bitkinin toprak üstü kısımlarından elde edildiği, yaprak ve çiçek ayrımlarının yapılmadığı gözlemlenmiştir. Bu durum farklı çalışmalarda ana uçucu yağ bileşenlerinin değişiminde önemli bir etkiye sebep olmuştur. Çalışmamızda çiçeklerde 5-methylundecane (%18,10), trans-caryophyllene (%11,0) ve α -pinene (%9,02) ana bileşenleri, yapraklarda ise 2-methyl-octane (%9,85), carvacrol (%9,85) ve acetic acid (%7,38) ana bileşenleri tespit edilmiştir. Böylece bu bileşenler yukarıdaki verilen çalışmalar ile kıyaslandığında benzerlik ve farklılıkların olduğu görülmektedir. Örneğin 2-methyl-octene ana bileşeninin önceki çalışmalardan ciddi bir fark oluşturmadığı görülmektedir. Fakat α -pinene bileşeni için aynı şeyi söylemek mümkün değildir. Nitekim, Weyerstahl vd. (1995), α -pinene bileşenini %67,3 oranında tespit etmiştir. Bu oran çalışmamızda elde edilen ortalama değer (%9,02) ile önemli bir fark oluşturmaktadır. Ayrıca birçok çalışmada *H. perforatum*'un uçucu yağ bileşenleri arasında bulunan β -caryophyllene bileşeni (Baser vd., 2002; Mockute

vd., 2003; Alan vd., 2010; Çırak vd., 2010), bu çalışmada hem çiçek hem de yaprakta tespit edilmemiştir.

Literatürde çiçek ve yaprak örneklerinde uçucu bileşenlerin ayrı ayrı belirlendiği çalışmalarda mevcuttur. Örneğin bu çalışmalarda Radusiene vd. (2005), yapraklarda β -caryophyllene (%7,7-34,0), caryophylleneoxide (%9,3-25,7); çiçeklerde ise tetradecanol (%1,1-24,5), spathulenol (%6,4-15,7) ve viridifloral (%4,5-11,0), Lotocka ve Osinska (2010), yapraklarda 2-methyloctene (%39,43), β -caryophyllene (%7,52), α -pinene (%7,09); çiçeklerde ise α -pinene (%16,42), 2-methyl-octene (%14,17) ve α -terpineol (%10,09), Smelcerovic vd. (2007), yapraklarda α -bergamotene (%11,5), germacrene D (%10,0), caryophylleneoxide (%6,1), çiçeklerde ise 2-methyl-octene (%27,3) ve α -pinene (%15,2) bileşenlerini tespit etmişlerdir. Görüleceği üzere çiçek ve yaprakların ayrı ayrı değerlendirmeye alındığı bu çalışmalarda yine ana uçucu bileşenlerin farklılıkları ve kısmi benzerlikleri görülmektedir. Nitekim yine çalışmamızdan elde edilen bulgularla da kısmi benzerliklerin ve farklılıkların olduğunu rapor etmek mümkündür.

Yurt dışında yapılan çalışmaların haricinde Türkiye özelinde türe yönelik yapılan çalışmalarda da genellikle çiçek ve yaprak olarak uçucu yağ bileşenleri incelenmediği, toprak üstü kısımlarının ele alındığı görülmektedir. Türün ana bileşenleri; Gaziantep yöresinde α -pinene (%61,7) (Çakır vd., 1997), Muğla-Ula yöresinde β -selinene (%27,34), 1-dodecanol (%7,70), germacrene-B (%7,60) (Özderin vd., 2011), Bursa ve Eskişehir illerinde α -pinene (%50,3), carvacrol (%21,9) (Erken vd., 2001), Eskişehir ilinde α -pinene (%33,3) ve β -pinene (%12,5) (Kıyan, 2010) olarak rapor edilmiştir. Çalışmamızda bu bileşenlerden α -pinene ve carvacrol ana bileşenler arasında benzer olarak yer almıştır. Bitkinin çiçekli döneminde yapılan bir çalışmada, Türkiye'de 10 farklı popülasyonundan elde edilen uçucu yağ bileşenlerinin popülasyonlar arasında önemli ölçüde değişim gösterdiği ve farklı popülasyonlarda β -caryophyllene (%4,1-5,9), α -selinene (%4,1-10,4), β -selinene (%5,1-19,6), caryophylleneoxide (%6,0-12,2), spathulenol (%2,3-5,1), δ -cadinene (%3,0-4,9) ve γ -muurolene (%5,0-9,6) bileşenlerinin bulunma yüzdelerinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Çırak vd., 2010). Yine farklı dönemlerde elde edilen uçucu yağ bileşenleri üzerine yapılan bir çalışmada Van ilinde Temmuz, Eylül ve Kasım aylarında, toprak üstü kısımlarından elde edilen uçucu yağlarda en fazla tespit edilen bileşenler α -pinene, β -pinene, β -myrcene olmuştur (Yıldırım vd., 2009). Tüm bu bulgular bitkinin uçucu bileşen oranlarında, analiz edilen bitki organlarının farkının yanında, bitkinin toplanma zamanı, lokalite, popülasyon ve genetik farklılıklar gibi faktörlerinde önemli ölçüde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Nitekim İran'da *H. perforatum*, farklı popülasyonlardan toplanarak uçucu yağ bileşimlerinin analiz edildiği çalışmanın sonucunda uçucu yağların bileşiminde farklılıklar tespit edilmiş ve bu farklılıkların sebebi olarak popülasyonlardaki bitkilerin genetik farklılıkları ve farklı fizyolojik koşullardan kaynaklanabileceği şeklinde ifade edilmiştir (Morshedloo vd., 2015). Ayrıca bu farkın sadece uçucu yağ oranları için değil, aynı zamanda bileşen sayıları içinde geçerli olduğunu söylemek mümkündür. Zira, Doğu Anadolu Bölgesi'nde farklı lokalitelerden (Malatya, Tunceli, Sivrice, Çemişgezek, Palu, Keban, Bitlis) çiçekli dönemde toprak üstü kısımlardan elde edilen uçucu yağdan 74 bileşen belirlenirken (Deveci, 2014), bu çalışmada Afyonkarahisar-

Sultandağı Yöresinden toplanan bitkinin yapraklarından 123, çiçeklerinden ise 113 bileşen tespit edilmiştir.

Çalışmamızda ayrıca farklı yükselti gruplarından toplanan *H. perforatum*'un çiçekleri ve yapraklarının uçucu bileşenleri belirlenmiş ve bu bileşenler ile yükselti ilişkisi incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, bitkinin çiçeklerinde toplam 113 farklı uçucu bileşen tespit edilmiştir. Bu bileşenlerin 48'i tüm yükselti gruplarında görülen ortak bileşenler iken, 13'ü sadece tek bir yükselti grubunda gözlemlenmiştir. Yapraklar için ise toplamda 123 bileşen belirlenmiştir. Bu bileşenlerin 51'i tüm yükselti gruplarında görülen ortak bileşenler iken, 16'sı sadece tek bir yükselti grubunda gözlemlenmiştir. Ayrıca *H. perforatum* çiçeklerinden ve yapraklarından örneklerin alındığı farklı yükselti seviyelerinde bileşen oranlarının değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 2 ve Çizelge 3). Özetle bu çalışmanın sonuçlarına göre, *H. perforatum*'un uçucu bileşenlerinin yükseltiye bağlı olarak değiştiği gözlemlenmektedir. Bu durum, bitkinin yetiştiği çevresel koşulların ve yükselti farklılığının uçucu yağ bileşimini etkilediğini göstermektedir. Örneğin, daha üst yükselti seviyelerinde belirli bileşenlerin baskın olduğu gözlemlenirken, diğer yükselti seviyelerinde farklı bileşenlerin ön plana çıktığı belirlenmiştir. Özellikle farklı yükseltilerdeki iklim özelliklerine bağlı bitkinin fenolojik dönemlerinin uçucu yağ bileşenlerindeki varyasyon üzerinde önemli bir etkisi olduğu düşünülmektedir. Diğer bir ifade ile bitkinin farklı fenolojik evrelerinde (çiçeklenme öncesi, çiçeklenme dönemi ve meyve oluşumu dönemi), uçucu yağ bileşenlerinin değişiklik göstermesi, bitkinin yaşam döngüsünün farklı aşamalarında, metabolik aktivitesinin ve dolayısıyla bileşiminin de değiştiğini göstermektedir. Buna benzer bir durum Azizi (2008), tarafından yapılan çalışmada ortaya koyulmuştur. Araştırmacı, *H. perforatum*'un çiçeklenme öncesi dönem, çiçeklenme dönemi ve meyve oluşumu dönemi olmak üzere, bitkinin 3 farklı döneminde örnek olarak uçucu yağ bileşimini analiz etmiş ve farklılıkların olduğunu gözlemlenmiştir.

Özetle bitkideki uçucu yağların bileşimi başta genetik nedenlere bağlı olmak üzere, iklim, yağış veya coğrafi kökene bağlı olarak büyük ölçüde değişiklik gösterebilmektedir (Rios, 2016). Özellikle ozon konsantrasyonlarındaki değişimler, artan sıcaklıklar, yağış rejimindeki değişiklikler (kuraklık ve sel), toprak tuzluluğundaki artış gibi çevresel stresler bitkinin biyoaktif özelliklerini önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Karalija vd., 2022). Bu nedenle, bitkinin uçucu yağ bileşenlerinin belirlenmesi, gelecekte değişen iklim koşulları altında ne boyutta stres reaksiyonu gösterdiğinin gözlemlenmesi açısından da önem arz etmektedir. Zira günümüzde iklim krizi ile birlikte bu durum daha kritik bir hal almıştır. İklim krizi, bitkilerin büyüme koşullarını (Turek ve Stintzing, 2013) ve dağılımını (Acarer, 2024) önemli ölçüde etkileyen bir faktördür. Değişen iklim koşulları bitkinin büyüme sürecini ve uçucu yağlarının kimyasal bileşenini etkilemektedir (Turek ve Stintzing, 2013). Bu değişiklikler, bitkilerin metabolizmasını, büyüme hızını ve kimyasal bileşenlerinin belirlenmesini etkileyerek, iklim değişikliğinin, bitkinin uçucu yağ içeriği üzerindeki etkilerini anlamak için önemlidir. Belirtilen tüm bu faktörlerin dışında bitkinin kurutma yöntemi ve kullanılan farklı ekstraksiyon tekniklerinin de uçucu yağ bileşenlerini etkileyen faktörler olabileceği ifade edilmektedir (Morshedloo vd., 2015; Güler ve Özdemir, 2024). Tabii bu arada atlanılmaması gereken bir

diğer önemli husus ise doğru bitki teşhisidir. Tüm bu bilgiler doğrultusunda özetlemek gerekirse, bu çalışmada, *H. perforatum*'un uçucu bileşenlerinin yükseltiye göre değişen çevresel koşullardaki durumu araştırılmış ve ortaya çıkan değişkenlikte yükselti-iklim-fenoloji ilişkilerinin önemli bir faktör olduğu yorumu yapılmıştır. Elde edilen sonuçların, özellikle uçucu bileşenlerinin ekolojik ve ekonomik çıktılara dönüştürülmesi noktasında önemi büyüktür.

Kaynaklar

- Acarer, A., 2024. Role of climate change on Oriental spruce (*Picea orientalis* L.): Modeling and mapping. *BioResources*, 19(2): 3845-3856. <https://doi.org/10.15376/biores.19.2.3845-3856>
- Akhbari, M., Batooli, H., 2009. Composition of *Hypericum perforatum* L. volatile oil from kashan oil composition of *Hypericum perforatum* L. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 3(1): 107-110.
- Alan, S., Demirci, B., Iscan, G., Kose, Y.B., Baser, K.H.C., 2010. Composition and anticandidal activity of the essential oil of *Hypericum perforatum* L. *Asian Journal of Chemistry*, 22(2): 1315.
- Azizi, M., 2008. Change in content and chemical composition of *Hypericum perforatum* L. oil at three harvest time. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 13(2): 79-85. https://doi.org/10.1300/J044v13n02_07
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils—a review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2): 446-475. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- Barnes, J., Arnason, J.T., Roufogalis, B.D., 2019. St John's Wort (*Hypericum perforatum* L.): botanical, chemical, pharmacological and clinical advances. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 71(1): 1-3.
- Baser, K.H.C., Ozek, T., Nuriddinov, H.R., Demirci, A.B., 2002. Essential oils of two *Hypericum* species from Uzbekistan. *Chemistry of Natural Compounds*, 38: 54-57.
- Baytop, T., 1984. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün) (No. 3255). Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul Üniversitesi.
- Bombardelli, E., Morazzoni, P., 1995. *Hypericum perforatum*, *Fitoterapia*, 66: 43-68.
- Cakir, A., Duru, M. E., Harmandar, M., Ciriminna, R., Passannanti, S., Piozzi, F., 1997. Comparison of the volatile oils of *Hypericum scabrum* L. and *Hypericum perforatum* L. from Turkey. *Flavour and Fragrance Journal*, 12(4): 285-287.
- Chialva, F., Gabri, G., Liddle, P.A.P., Ulian, F., 1981. Study on the composition of the essential oil from *Hypericum perforatum* L. and *Teucrium chamaedrys* L. *Riv. Ital. EPPOS*, 63(6): 286.
- Çırak, C., Bertoli, A., Pistelli, L., Seyis, F., 2010. Essential oil composition and variability of *Hypericum perforatum* from wild populations of northern Turkey. *Pharmaceutical Biology*, 48(8): 906-914.
- Dauncey, E.A., Irving, J.T.W., Allkin, R., 2019. A review of issues of nomenclature and taxonomy of *Hypericum perforatum* L. and Kew's Medicinal Plant Names Services. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 71(1): 4-14. <https://doi.org/10.1111/jphp.12831>
- Davis, P.H., 1967. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburgh University Press, Vol: 2, Edinburgh.
- Deveci, A., 2014. *Hypericum perforatum* L. (Sarı Kantaron) (*Hypericaceae*) bitkisinin morfolojik, kimyasal (uçucu yağ ve flavonoid) varyasyonlarının araştırılması. Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Doğan, H., Fidan, H., Baş, H., Stankov, S., Stoyanova, A., Ercisli, S., ... Bari, A., 2024. Determination of essential oil and chemical composition of St. John's Wort. *Open Chemistry*, 22(1): <https://doi.org/doi:10.1515/chem-2024-0001>

- Erken, S., Malyer, H., Demirci, F., Demirci, Betül., Baser, K. H. C., 2001. Chemical investigations on some *Hypericum* species growing in Turkey-I. Chemistry of Natural Compounds, 37: 434-438.
- Ghasemi Pirbalouti, A., Fatahi-Vanani, M., Craker, L., Shirmardi, H., 2014. Chemical composition and bioactivity of essential oils of *Hypericum helianthemoides*, *Hypericum perforatum* and *Hypericum scabrum*. Pharmaceutical biology, 52(2): 175-181. <https://doi.org/10.3109/13880209.2013.821663>
- Gudžic, B., Nedeljkovic, J.M., Dorđevic, S., Comor, J.J., 1997. Composition and antimicrobial activity of essential oil of Hyperici Herb (*Hypericum perforatum* L.) from Vlasina region. Facta Universitatis Series: Physics, Chemistry and Technology, 1: 47-51.
- Gudžic, B., Dorđevic, S., Palic, R., Stojanovic, G., 2001. Essential oils of *Hypericum olympicum* L. and *Hypericum perforatum* L. Flavour and Fragrance Journal, 16(3): 201-203. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ffj.978>
- Güler, F.D., Özdemir, N., 2024. Chemical composition of essential oils of medicinal plants grown in the thrace region in Türkiye. *Hypericum perforatum* L. Pharmacognosy Magazine, 20(1): 101-106.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T., (Ed.) 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- Hajdari, A., Mustafa, B., Nebija, D., Kashtanjeva, A., Widelski, J., Glowniak, K., Novak, J., 2014. Essential oil composition and variability of *Hypericum perforatum* L. from wild population in Kosovo. Current Issues in Pharmacy and Medical Sciences, 27(1): 51-54.
- Hanif, M.A., Nisar, S., Khan, G. S., Mushtaq, Z., Zubair, M., 2019. Essential Oils. Essential Oil Research: Trends in Biosynthesis, Analytics, Industrial Applications and Biotechnological Production (Ed., Malik, S.), Springer International Publishing, pp. 3-17. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16546-8_1
- Hişil, Y., Şahin, F., Omay, S.B., 2005. Kantaronun (*Hypericum perforatum* L.) bileşimi ve tıbbi önemi. Uluslararası Hematoloji-Onkoloji Dergisi, 15(4): 212-218.
- Jacobs, J., 2007. Ecology and management of common St. Johnswort (*Hypericum perforatum* L.). US Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Montana.
- Karalija, E., Dahija, S., Tarkowski, P., Zeljkovic, S. C., 2022. Influence of climate-related environmental stresses on economically important essential oils of Mediterranean Salvia sp. Frontiers in Plant Science, 13: 864807.
- Kıyan, H.T., 2010. Bazı *Hypericum* türlerinin uçucu yağ bileşimleri ve antianjiyojenik aktiviteleri. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Lotočka, B., Osinska, E., 2010. Shoot anatomy and secretory structures in *Hypericum* species (*Hypericaceae*). Botanical Journal of the Linnean Society, 163(1): 70-86.
- Mockute, D., Bernotiene, G., Judzentiene, A., 2003. Volatile compounds of the aerial parts of wild St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) plants. Chemija, 14(2): 108-111.
- Moleriu, L., Jianu, C., Bujanca, G., Doros, G., Misca, C., Ilie, O. C., Ilie, A. C., 2017. Essential oil of *Hypericum perforatum* the chemical composition and antimicrobial activity. Revista de Chimie, 68(4): 687-692.
- Morshedloo, M.R., Ebadi, A., Maggi, F., Fattahi, R., Yazdani, D., Jafari, M., 2015. Chemical characterization of the essential oil compositions from Iranian populations of *Hypericum perforatum* L. Industrial Crops and Products, 76: 565-573. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.07.033>
- Nobakht, S.Z., Akaberi, M., Mohammadpour, A.H., Moghadam, A. T., Emami, S.A., 2022. *Hypericum perforatum*: Traditional uses, clinical trials, and drug interactions. Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 25(9): 1045. <https://doi.org/10.22038/ijbms.2022.65112.14338>.
- Nogueira, T., Duarte, F., Venancio, F., Tavares, R., Lousã, M., Bicchi, C., Rubiolo, P., 1998. Chemotaxonomic aspects of the genus *Hypericum* L. in Portugal. Silva Lusitana, 6(1): 55-61.
- Özderin, S., Fakir, H., Erbaş, S., 2011. Determination on essential oil rate and composition of some *Hypericum* species in Muğla-Ula Province. 2nd International Non Wood Products Symposium, 8-10 September, Isparta, pp. 78-84.
- Pavlovic, M., Tzakou, O.L.G.A., Petrakis, P.V., Couladis, M., 2006. The essential oil of *Hypericum perforatum* L., *Hypericum tetrapterum* Fries and *Hypericum olympicum* L. growing in Greece. Flavour and Fragrance Journal, 21(1): 84-87. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ffj.1521>
- Petrakis, P.V., Couladis, M., Roussis, V., 2005. A method for detecting the biosystematic significance of the essential oil composition: The case of five Hellenic *Hypericum* L. species. Biochemical Systematics and Ecology, 33(9): 873-898.
- Pintore, G., Chessa, M., Boatto, G., Cerri, R., Usai, M., Tirillini, B., 2005. Essential oil composition of *Hypericum perforatum* L. var. *angustifolium* DC growing wild in Sardinia (Italy). Journal of Essential Oil Research, 17(5): 533-535.
- Radusiene, J., Judzentiene, A., Bernotiene, G., 2005. Essential oil composition and variability of *Hypericum perforatum* L. growing in Lithuania. Biochemical Systematics and Ecology, 33(2): 113-124.
- Rios, J.L., 2016. Essential Oils: What they are and how the terms are used and defined. Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety (Ed., Preedy, V.R.), Academic Press, London, pp. 3-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00001-8>
- Risticjevic, S., Lord, H., Gorecki, T., Arthur, C.L., Pawliszyn, J., 2010. Protocol for solid-phase microextraction method development. Nature Protocols 5(1): 122-139.
- Saddiqe, Z., Naeem, I., Maimoona, A., 2010. A review of the antibacterial activity of *Hypericum perforatum* L. Journal of Ethnopharmacology, 131(3): 511-521. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.07.034>
- Schwob, I., Bessiere, J. M., Viano, J., 2002. Composition of the essential oils of *Hypericum perforatum* L. from southeastern France. Comptes rendus. Biologies, 325(7): 781-785. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1631-0691\(02\)01489-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1631-0691(02)01489-0)
- Seyis, F., Yurteri, E., Özcan, A., Cirak, C., 2020. Altitudinal impacts on chemical content and composition of *Hypericum perforatum*, a prominent medicinal herb. South African Journal of Botany, 135: 391-403. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.09.034>
- Silva, B.A., Ferreres, F., Malva, J.O., Dias, A.C., 2005. Phytochemical and antioxidant characterization of *Hypericum perforatum* alcoholic extracts. Food Chemistry, 90(1-2): 157-167. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.049>
- Sharopov, F.S., Gulmurodov, I.S., Setzer, W.N., 2010. Essential oil composition of *Hypericum perforatum* L. and *Hypericum scabrum* L. growing wild in Tajikistan. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 2(6): 284-90.
- Smelcerovic, A., Spitteller, M., Ligon, A.P., Smelcerovic, Z., Raabe, N., 2007. Essential oil composition of *Hypericum* L. species from Southeastern Serbia and their chemotaxonomy. Biochemical Systematics and Ecology, 35(2): 99-113.
- Sönmez, S., 2006. Sultandağı (Afyon) ilçesinin coğrafi etüdü. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Tongnuanchan, P., Benjakul, S., 2014. Essential oils: extraction, bioactivities, and their uses for food preservation. Journal of Food Science, 79(7): R1231-R1249. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12492>
- Touafek, O., Nacer, A., Kabouche, A., Kabouche, Z., 2005. Analysis of the essential oil of Algerian *Hypericum perforatum* (L). Flavour and Fragrance Journal, 20(6): 669-670. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1541-4337.12006>

- Turek, C., Stintzing, F.C., 2013. Stability of essential oils: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(1): 40-53. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1541-4337.12006>
- Vichi, S., Castellote, A.I., Pizzale, L., Conte, L.S., Buxaderas, S., Lopez-Tamames, E., 2003. Analysis of virgin olive oil volatile compounds by headspace solid-phase microextraction coupled to gas chromatography with mass spectrometric and flame ionization detection. *Journal of Chromatography A*, 983(1-2): 19-33.
- Weyerstahl, P., Splittgerber, U., Marschall, H., Kaul, V.K., 1995. Constituents of the leaf essential oil of *Hypericum perforatum* L. from India. *Flavour and Fragrance Journal*, 10(6): 365-370.
- Xenophontos, M., Stavropoulos, I., Avramakis, E., Navakoudis, E., Dörnemann, D., Kotzabasis, K., 2008. Influence of the habitat altitude on the (proto) hypericin and (proto) pseudohypericin levels of *Hypericum* plants from Crete. *Planta medica*, 74(12): 1496-1503.
- Yıldırım, B., Terzioğlu, Ö., Okut, N., Ekici, K., Özgökçe, F., 2009. Kantaron (*Hypericum perforatum* L.) bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde uçucu yağ içeriğinin belirlenmesi. *Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi*, 19-22 Ekim, Hatay, s. 326-329.
- Yılmazoğlu, E., Metin Hasdemir, İ., Hasdemir, B., Yaşa, H., 2023. Investigation of essential oil composition, hypericin content, and antioxidant capacity of different extracts from flowers and leaves of *Hypericum perforatum* L. growing wild in Turkey. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 26(6): 1350-1370.