



Bazı endemik ve tıbbi öneme sahip bitki türlerinin uçucu bileşenlerinin yükseltiye bağılı değişimi

Ayşegül Tekeş^{1*}, Sermin Göksu Karagöz², Musa Denizhan Uluhan³

¹ Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik ve Doęa Bilimleri Fakültesi, Kimya Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

³ Süleyman Demirel Üniversitesi, Genel Sekreterlik, 32260, Isparta, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliř Tarihi: 07/10/2024

Kabul Tarihi : 24/11/2024

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1561953>

*Sorumlu Yazar:

tekesaysegull@gmail.com

ÖZ

Araştırma Makalesi

Giriş ve Hedefler Bu çalışmada, Türkiye'ye özgü 3 endemik bitki türü olan *Hypericum aviculariifolium* Jaub. & Spach, subsp. *depilatum* (Frey & Bornm.) Robson var. *depilatum*, *Stachys cretica* L. subsp. *anatolica* Rech.f. ve *Phlomis nissolii* L.'nin çiçek ve yapraklarının uçucu bileşenlerinin yükseltiye bağılı değişimleri incelenmiştir.

Yöntemler Tepe Boşluğu – Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (Headspace Solid Phase Micro-Extraction-HS-SPME) yöntemi ile 3 tekerrürlü şekilde analiz yapıldı.

Bulgular Analizler sonucunda *H. aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum*'da 101, *S. cretica* subsp. *anatolica*'da 79 ve *P. nissolii*'de 81 bileşen tespit edilmiştir. *H. aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum*'da çiçeklerde alt yükseltide trans-Caryophyllene ve Hendecane, üst yükseltide alpha- Pinene ve alpha- Selinene, yapraklarda alt yükseltide Carvacrol ve Thymol, üst yükseltide beta- Elemene ve alpha- Copaene ana bileşen olarak belirlenmiştir. *S. cretica* subsp. *anatolica*'da çiçeklerde alt ve üst yükseltide Benzaldehyde ve alpha- Pinene ana bileşen olarak tespit edilmiştir. Yapraklarda alt yükseltide Benzaldehyde ve alpha- Pinene, üst yükseltide Benzaldehyde ve Germacrene D ana bileşen olarak tespit edilmiştir. *P. nissolii*'de çiçeklerde ve yapraklarda alt ve üst yükseltide trans-Caryophyllene ve Germacrene D ana bileşen olarak saptanmıştır.

Sonuçlar Bitkilerin uçucu bileşenlerindeki bu değişkenliğin yükseltinin yanı sıra coğrafi konum ve genetik yapı gibi diğer çevresel faktörler ile bitkinin hangi kısmının incelendiği (morfolojik yapı) ve kullanılan analiz yöntemi gibi unsurların etkili olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar bitkilerin kimyasal profillerinin ekolojik faktörlere bağılı olarak önemli değişimler gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Endemik bitkiler, HS-SPME analizi, uçucu bileşenler, yükselti

Elevation dependent variation of volatile compositions of some endemic and medicinally important plant species

ABSTRACT

Background and aims In this study, the elevation-dependent variations in the volatile components of the flowers and leaves of three endemic plant species native to Türkiye, *Hypericum aviculariifolium* Jaub. & Spach, subsp. *depilatum* (Frey & Bornm.) Robson var. *depilatum*, *Stachys cretica* L. subsp. *anatolica* Rech.f., and *Phlomis nissolii* L., were investigated.

Methods The analysis was conducted using the Headspace Solid-Phase Micro-Extraction (HS-SPME) method with three replicates.

Results 101 compounds were identified in *H. aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum*, 79 in *S. cretica* subsp. *anatolica*, and 81 in *P. nissolii*. In *H. aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum*, the major flower compounds were trans-Caryophyllene and Hendecane at lower altitudes, and alpha-Pinene and alpha-Selinene at higher altitudes; in leaves, Carvacrol and Thymol dominated at lower altitudes, while beta- Elemene and alpha-Copaene were prevalent at higher altitudes. For *S. cretica* subsp. *anatolica*, Benzaldehyde and alpha-Pinene were detected as the main compounds at the lower and upper elevations in flowers. In leaves, Benzaldehyde and alpha-pinene were the main constituents at lower elevation, while Benzaldehyde and Germacrene D were the main constituents at upper elevation. In *P. nissolii*, trans-Caryophyllene and Germacrene D were the main compounds in both flowers and leaves at both altitudes.

Conclusions It has been observed that this variability in plant volatile compounds is affected by other environmental factors such as altitude, geographical location, genetic structure, the parts of the plant examined (morphological structure), and the analysis method used. These results reveal that plant chemical profiles can show significant changes depending on ecological factors.

Key Words: Endemic plants, HS-SPME analysis, volatile compounds, elevation

Bu makaleye atf:

Tekeş, A., Karagöz S.G., Uluhan, M.D. 2024. Bazı endemik ve tıbbi öneme sahip bitki türlerinin uçucu bileşenlerinin yükseltiye bağılı değişimi Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 10(2), 123-138.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

İklimsel faktörler ve çevresel koşullar, tıbbi ve aromatik bitkilerin uçucu bileşenlerinin çeşitliliğini belirleyen önemli etmenlerdir (Carev and Sarikurkcu, 2021; Gülsoy et al., 2022a). Yükselti, bu çevresel koşulların önemli bir bileşeni olarak bitkilerin biyokimyasal kompozisyonunda değişimlere yol açmaktadır. Sıcaklık, nem, ışık ve diğer mikroklimatik faktörler yükseltiye bağlı olarak değişiklik göstermekte ve bu da bitkilerin fizyolojik yanıtlarını etkileyerek uçucu bileşen profillerinde farklılıklara neden olmaktadır. Bu doğrultuda tıbbi ve ekonomik açıdan önemli bitki türlerinin uçucu bileşen profillerinde meydana gelen bu varyasyonlarının araştırılması, ekosistem sağlığı ve ekonomik değer açısından oldukça önemlidir (Thuiller et al., 2008).

Endemik bitki türleri, genellikle sınırlı coğrafi alanlarda ve özgün ekolojik koşullarda yayılım gösteren türlerdir (Akin et al., 2024). Ancak iklim değişikliği, bu türlerin yaşam alanlarını doğrudan etkileyerek onları yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakmaktadır (Thuiller et al., 2008; Özdemir et al., 2020; Acarer, 2024a; Acarer, 2024b). Ekolojik ve ekonomik açıdan önem taşıyan tıbbi ve aromatik bitki türleri, ilaç, kozmetik, gıda, boya ve kimya endüstrisi gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir (Akin et al., 2024). Türkiye, zengin bitki çeşitliliği ve yüksek endemizm oranıyla tıbbi ve aromatik bitkiler açısından dünya çapında önemli bir konumdadır. Bu doğrultuda bu çalışma, Türkiye'ye özgü ve tıbbi değeri yüksek üç endemik bitki türünün (*H. aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum*, *S. cretica* subsp. *anatolica* ve *P. nissolii*) yükseltiye bağlı uçucu bileşenlerinin değişimlerini incelemeyi amaçlamaktadır.

İlk tür olan *H. aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum*, Hypericaceae (Kantarongiller) familyasına ait bir tür olup, dünya genelinde yaklaşık 400 türe sahip olan *Hypericum* cinsi içinde yer almaktadır (Saddiçe et al., 2010). Türkiye'de 89 türle temsil edilen bu cinsin 43'ü endemiktir (Yüce and Bağcı, 2012) ve Türkiye *Hypericum* türleri için önemli bir gen merkezi olarak kabul edilmektedir (Çırak and Bertoli, 2013). *Hypericum* türleri, özellikle içerdiği hiperisin ve psödohiperisin gibi biyolojik olarak aktif bileşenler nedeniyle, tıbbi açıdan büyük önem taşımaktadır (Mennini and Gobbi, 2004; Çırak et al., 2007a; Saddiçe et al., 2010). Bu türlerin özütlerinin farmakolojik aktiviteleri, antidepresan ve antiviral aktiviteleri ile dikkat çekerken, içerdiği flavonoidler, hiperisin ve floroglusinol bileşenleri farmakolojik etkilerinin temelini oluşturmaktadır (Çırak and Bertoli, 2013).

Türkiye'de halk arasında "binbirdelik otu" veya "kantaron" olarak bilinen *Hypericum* türleri, yara iyileştirici, anti-gastrit ve antiseptik etkileri nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Baytop, 1999). Tıbbi ve aromatik açıdan önemli olan *Hypericum* türleri arasında, endemik bir türü olan *H. aviculariifolium*, çok yıllık otsu veya odunsu bir yapıya sahip olup (Yüce and Bağcı, 2012), Türkiye'de Asıl Ege ve Antalya bölümlerinde doğal olarak dağılım göstermektedir (Güner ve ark., 2012). Ekolojik olarak kuru, taşlı, kayalık ve kireçli alanları tercih eden bu bitki, 5-60 cm uzunluğunda, dik veya yatık bir gövdeye ve tüysüz yapraklara sahiptir. Sarı çiçekleri ve yaprakları siyah noktalarla kaplı olan bu tür (Davis, 1967), fenolik bileşenler (Özen et al., 2005) ve hiperisin (Ayan et al., 2004) bakımından zengin bir içeriğe sahiptir. Özellikle yaprakları, ticari açıdan önemli bir hiperisin kaynağı olan *H.*

perforatum'a göre daha fazla hiperisin içermektedir (Çırak et al., 2006). Ayrıca *H. aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum*, Türkiye'ye endemik bir bitki türüdür ve farklı tohum uykuda kalma tipleri nedeniyle ülke genelindeki dağılımı oldukça sınırlıdır (Çırak et al., 2007b; Çırak and Bertoli, 2013). Son yıllarda *H. aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum* üzerine yapılan çalışmalar, türün çimlenme durumu (Çırak et al., 2007b), kimyasal bileşenlerinin ve uçucu bileşenlerinin analizi (Yüce and Bağcı, 2012; Çırak and Bertoli, 2013; Küçük et al., 2015; Çırak et al., 2020) ve biyolojik aktif bileşenlerinin çeşitliliği (Çırak et al., 2013; Maltas et al., 2013; Çırak et al., 2016) üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Ancak türün ekolojisine veya uçucu bileşenlerinin çevresel koşullarla ilişkisinin incelenmesine yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, bu türün kimyasal profillerinin yükseltiye bağlı olarak nasıl değiştiğinin incelenmesi, bitkinin biyolojik ve tıbbi potansiyelini daha iyi anlamak açısından önemli bilgiler sağlayacaktır.

Çalışma konu olan ikinci tür *S. cretica* subsp. *anatolica* ise Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyasına ait olup, *Stachys* cinsi içinde yer almaktadır. Bu cinsin dünya genelinde iki ana çeşitlilik merkezi bulunmakta olup, biri Güney ve Doğu Anadolu, Kafkasya, Kuzeybatı İran ve Kuzey Irak bölgelerinde, diğeri ise Balkan Yarımadası'nda yer almaktadır. *Stachys* türleri, orman açıklıkları, kayalık alanlar, kireçtaşı, bozkır, nadas alanları, çayırlar ve dere kenarları gibi farklı habitatlarda yayılış gösteren tek yıllık, çok yıllık otsu ve çalı formundaki bitkilerden oluşmaktadır. Dünya genelinde yaklaşık 370 tür (475 takson) ile temsil edilen bu cins, Türkiye'de 94 tür (121 takson) ile varlık göstermektedir. Bu taksonların 65'i (%53,7) Türkiye'ye endemik olup (Akçiçek, 2010; Akçiçek and Güner, 2022; Güner, 2022), Türkiye'yi *Stachys* cinsinin en önemli çeşitlilik merkezlerinden biri haline getirmektedir. Yüksek morfolojik çeşitliliğe sahip olan *S. cretica* subsp. *anatolica*, bu cinsin endemik türleri arasında önemli bir yer tutmaktadır (Güner, 2022).

Anadolu'da *Stachys* türleri, "Dağ Çayı" başta olmak üzere Çay otu, Kestire, Oğul otu, Boz Çalba, Beyaz şabla, Karabaş otu gibi yerel isimlerle anılmakta ve geniş kullanım alanları bulunmaktadır. Örneğin, *S. cretica* subsp. *anatolica*, halk arasında infüzyon veya kaynatma yöntemiyle yapılarak, çay olarak tüketilmekte ve bal üretiminde arılar için değerli bir bitki olarak kullanılmaktadır. Ayrıca soğuk algınlığı, mide rahatsızlıkları, solunum yolu hastalıkları gibi durumların tedavisinde yaygın olarak tercih edilmektedir. Bazı durumlarda hayvanlara kuduz tedavisi amacıyla da kullanılmıştır. Bu bitkinin toprak üstü kısımları, yaprakları ve çiçekleri tıbbi amaçlarla kullanılmakta olup, geleneksel tedavide önemli bir yer tutmaktadır (Baytop, 1999; Satıl and Açar, 2020; Toplan et al., 2021). Etnofarmakolojik açıdan değerlendirildiğinde, *Stachys* türlerinin, antibakteriyel, anti-*Helicobacter pylori*, anti-inflamatuar, antikanser ve antioksidan etkileri için kullanıldığı görülmüştür (Toplan et al., 2021). Bu bitkilerin sahip olduğu zengin kimyasal içerik, çeşitli biyolojik aktivitelerin kaynağı olarak öne çıkmaktadır. *Stachys* cinsine ait uçucu yağlar üzerine yapılan çalışmalar, bitkinin özellikle mono ve seskiterpenoidler, glikozitler, saponinler, polifenoller, tanenler, fenolik asitler, flavonoidler ve diterpenoidler gibi bileşenler içerdiğini ortaya koymaktadır (Satıl and Açar, 2020). *S. cretica* subsp. *anatolica* üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde uçucu bileşen ve

kimyasal bileşenlerinin analizi (Skaltsa et al., 2003; Şerbetçi et al., 2010; Goren et al., 2011; Bahadori et al., 2019a; Bahadori et al., 2019b; Kirkan, 2019; Carev and Sarikurkcu, 2021; Leblebici et al., 2016) üzerine odaklanıldığı görülmektedir. Buna karşın türün ekolojisine veya çevresel koşulların uçucu bileşenlerinin üzerindeki etkisine yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bilgiler ışığında, *S. cretica* subsp. *anatolica* gibi endemik bitki türlerinin uçucu bileşenlerinin yükseltiye bağlı değişimlerinin incelenmesi, bu türlerin biyolojik ve tıbbi potansiyelini daha iyi anlamamıza olanak sağlayacaktır.

Çalışmaya konu olan üçüncü tür ise *P. nissolii*, Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyasına ait olup, *Phlomis* cinsi içinde yer almaktadır. Bu cins, Türkiye, Asya ve Kuzey Afrika'ya özgü yaklaşık 100 tür içermektedir. Türkiye'de ise 52 türü bulunmaktadır. *Phlomis* türleri, genellikle çok yıllık otsu ve küçük çalı formundaki bitkilerden oluşmaktadır. Bu cins, eşsiz terapötik ve aromatik özellikleri ile öne çıkmaktadır. Bitkinin toprak üstü kısımları, geleneksel tıpta yara iyileştirici, antienflamatuar ve analjezik özellikleri nedeniyle önemli bir yere sahiptir. Aynı zamanda diyabet, gastrointestinal hastalıkların tedavisinde kullanılırken, karaciğer, böbrek, kemik ve kardiyovasküler sistemleri koruyarak genel sağlığı desteklemek amacıyla da bitkisel çay olarak tüketilmektedir. Ayrıca *Phlomis* türlerinden elde edilen uçucu yağlar, parfüm ve kozmetik endüstrisinde tatlandırıcı ve aroma verici olarak kullanılmaktadır (Eryugur et al., 2022). Türkiye, Balkanlar ve Batı Asya'da doğal olarak yayılış gösteren *P. nissolii*, genellikle çalılıklar, bozkırlar ve orman açıklıkları gibi kuru ve güneşli bölgelerde bulunmaktadır. Yaprakları ve çiçekleri tüylü olup, bitki sarı veya pembe renkte çiçekler açmaktadır. *P. nissolii*, genellikle doğada yetişen bir bitki olmasına rağmen, bazı bölgelerde tıbbi bitki olarak toplanıp kullanılmaktadır. Bu tür uçucu yağlar, fenolik bileşenler ve flavonoidler gibi biyolojik aktif bileşenler içermektedir. Bu özellikleri sayesinde antimikrobiyal ve antioksidan etkiler gösterdiği çeşitli çalışmalarla ortaya koyulmuştur. *P. nissolii* üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde türün kimyasal özellikleri ve uçucu bileşenlerine yönelik (Bucar et al., 1998; Kırmızıbekmez et al., 2005; Kirimer et al., 2006; Sarikurkcu et al., 2014; Sarikurkcu et al., 2016; Eryugur et al., 2022) çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Ancak türün ekolojisi veya coğrafi koşullarının uçucu bileşenler üzerindeki etkisine yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle farklı yükseltilerden toplanan bitkilerin kimyasal profilleri üzerindeki etkilerinin araştırılması, bitkinin biyolojik özellikleri ve tıbbi kullanımları hakkında önemli bilgiler sağlayacaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Araştırma alanı ve bitki materyali

Bu çalışmada incelenen bitki örnekleri, 2022 yılı Temmuz ayında Afyonkarahisar Yöresinden farklı yükseltilerden toplanmıştır. Arazi çalışmasında, üç türe ait bitkilerin toprak üstü kısımlarından, çiçek ve yaprak örnekleri alınmıştır (Çizelge 1). Toplanan örnekler, herbaryum kurallarına uygun olarak preslenip laboratuvara getirilmiş ve burada oda sıcaklığında kurutulmuştur. Bitki örneklerinin teşhisleri Davis (1967)'e göre yapılmıştır. Bitkilerin uçucu bileşen analizleri ise Süleyman

Demirel Üniversitesi, Yenilikçi Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yapılmıştır.

Çizelge 1. Bitki türlerinin toplandığı alanlara ilişkin bilgiler

Bitki Türü	Enlem (X)	Boylam (Y)	Yükselti (m)
<i>Hypericum aviculariifolium</i> subsp. <i>depilatum</i> var. <i>depilatum</i>	340616	4266908	1480 - Alt
<i>Hypericum aviculariifolium</i> subsp. <i>depilatum</i> var. <i>depilatum</i>	337361	4261878	1899 - Üst
<i>Stachys cretica</i> subsp. <i>anatolica</i>	350469	4259353	1068 - Alt
<i>Stachys cretica</i> subsp. <i>anatolica</i>	348254	4259051	1488 - Üst
<i>Phlomis nissolii</i>	350469	4259353	1068 - Alt
<i>Phlomis nissolii</i>	342423	4265226	1205 - Üst

2.2 Yöntem

Bitkilerin uçucu bileşenleri, Tepe Boşluğu – Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (Headspace Solid Phase Micro-Extraction-HS-SPME) yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir (Zhang and Pawliszyn, 1993; Mills and Walker, 2000). Analizler, Shimadzu (Japan) GC-MS (Gas Chromatography/Mass Spectroscopy-Gaz Kromatografisi/Kütle Spektroskopisi) cihazı ile yapılmıştır (Adams, 2017). Bitki örneklerinden 1 gram tartılarak, 15 mL'lik SPME viallerine yerleştirilmiş ve silikon septa ile kapatılmıştır. Örnekler, 60°C'de 15 dakika süreyle ısıtıcıda bekletilerek dengeye ulaşmaları sağlanmıştır. 75 µm kalınlığındaki CAR/PDMS (Karboksen/PolidimetilSiloksan) fiber, şişeye daldırıldıktan sonra 30 dakika süreyle bekletilerek, tepe boşluğundaki uçucu aroma bileşenlerinin fibere absorbe edilmesi sağlanmıştır. Ardından fiber, gaz kromatografi cihazının enjeksiyon bloğuna yerleştirilmiş ve 5 dakika süreyle bekletilerek, absorbe 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, başlangıçta 40°C'de 2 dakika sabit tutulmuş, ardından dakikada 4°C'lik artışla 250 °C'ye ulaşmış ve bu sıcaklıkta 5 dakika süreyle beklenmiştir. Enjektör ve dedektör (GCMS-QP2010 SE) sıcaklıkları 250°C olarak ayarlanmıştır. İyonlaştırma türü olarak Elektron İyonizasyonu (EI, 70 eV) ve taşıyıcı gaz olarak Helyum (1,61 mL/dakika) tercih edilmiştir. Uçucu bileşenlerin tanımlanmasında Wiley, Nist, Tutor, FFNSC kütüphaneleri referans alınmış ve sonuçlar yüzde (%) olarak elde edilmiştir. Bu analiz üç tekrar yapılarak gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular

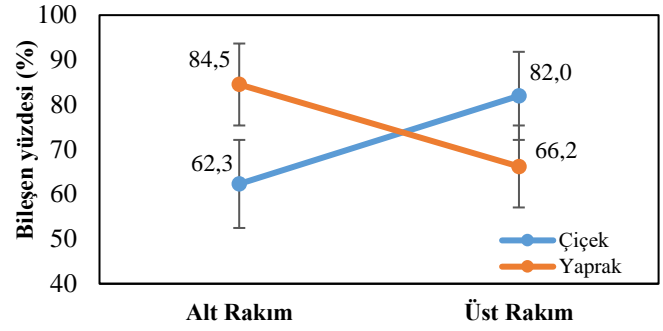
3.1 *Hypericum aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum*'un uçucu bileşen analiz sonuçları

H. aviculariifolium subsp. *depilatum* var. *depilatum*'un çiçek ve yapraklarından elde edilen uçucu bileşenlerin analiz sonuçları, iki farklı yükseltiye göre ortalama ve standart sapma değerleriyle birlikte Ek 1'de sunulmuştur. Buna göre, her iki yükseltide de çiçek ve yapraklarda bulunan bileşenler detaylı bir şekilde incelenmiş olup seskiterpenler, alkanlar, monoterpenler,

aldehitler, ketonlar, alkoller, sülfür, asitler, esterler, alkenler ve diğer gruplara ait toplam 101 bileşen tanımlanmıştır. Çiçeklerin uçucu bileşen analizinde, alt ve üst yükseltide toplamda 61 bileşen tespit edilmiştir. Bu bileşenlerden 27'si her iki yükseltide ortak olarak bulunurken, 11'i yalnızca alt yükseltide, 23'ü ise yalnızca üst yükseltide gözlemlenmiştir. Alt yükseltide çiçeklerin başlıca bileşenleri trans-Caryophyllene (%27,85) ve Hendecane (%20,18) iken, üst yükseltide alpha- Pinene (%27,50) ve alpha- Selinene (%16,23) olarak belirlenmiştir. Yaprakların uçucu bileşen analizinde ise, alt ve üst yükseltide toplamda 71 bileşen saptanmıştır. Bu bileşenlerin 36'sı her iki yükseltide ortak iken, 24 bileşen sadece alt yükseltide, 11 bileşen ise yalnızca üst yükseltide tespit edilmiştir. Yaprakların ana bileşenleri, alt yükseltide Carvacrol (%17,73) ve Thymol (%9,14), üst yükseltide beta- Elemene (%19,47) ve alpha-Copaene (%10,49) olarak belirlenmiştir. Ayrıca çiçeklerde tespit edilen ancak yapraklarda bulunmayan 29 bileşen ve yapraklarda tespit edilip çiçeklerde bulunmayan 40 bileşen belirlenmiştir.

Seskiterpenler, alkanlar, monoterenler gibi ana kimyasal grupların yükseltiye bağlı dağılımında belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir. Çiçeklerde alt rakımda baskın kimyasal grup seskiterpenler (%52,68) olup, bileşenlerin yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Alkanlar (%24,96) ve monoterenler (%13,28) ise ikinci ve üçüncü sırada gelmektedir. Üst rakımda, monoterenlerin oranı (%57,91) önemli ölçüde artarak en baskın grup haline gelmiştir. Seskiterpenler ise düşüş göstererek ikinci sırada (%32,69) yer almıştır. Alkanlar ise (%3,49) alt rakıma kıyasla belirgin bir azalma göstermektedir. Yapraklarda alt rakımda seskiterpenler (%31,51) ve monoterenler (%31,28) neredeyse eşit oranlarda bulunmuş, aldehitler (%19,94) ve alkanlar (%8,90) da önemli katkı sağlamaktadır. Üst rakımda ise seskiterpenler (%75,25) yapraklarda baskın hale gelmiş, diğer bileşen grupları ise azalmıştır. Monoterpenlerin oranı (%9,95) üst rakımda düşerken, aldehitler (%3,54) ve alkanlar (%7,92) benzer şekilde azalmıştır. Üst rakımda yapraklarda esterler (%0,63) tespit edilmiştir. Genel olarak seskiterpenler, her iki yükseltide de çiçek ve yapraklarda baskın bir grup olmakla birlikte, özellikle üst rakımda yapraklarda daha yüksek oranlarda (%75,25) bulunmuştur. Monoterpenler ise çiçeklerde yükseltinin artışıyla birlikte artarken (%57,91), yapraklarda (%9,95) ters bir eğilim göstermiştir. Alkanlar ise özellikle alt rakımda hem çiçeklerde (%24,96) hem de yapraklarda (%8,90) önemli bir orana sahipken, üst rakımda (%3,49, %7,92) ciddi bir azalma gözlenmiştir. Aldehitler, alt rakımda yapraklarda (%19,94) yüksek oranda bulunurken, üst rakımda (%3,54) önemli bir azalma göstermiştir.

Alt rakımda çiçeklerde tespit edilen uçucu bileşen oranı %62,3 iken yapraklarda bu oran %84,5 ile daha yüksektir. Üst rakımda ise çiçeklerdeki bileşen oranı %82'ye yükselirken, yapraklarda %66,2'ye düşmektedir (Şekil 1). Bu durum, yükseltinin artmasıyla birlikte çiçeklerdeki uçucu bileşen miktarında artış, yapraklar da ise azalmaya yönelik bir eğilim olduğunu göstermektedir.



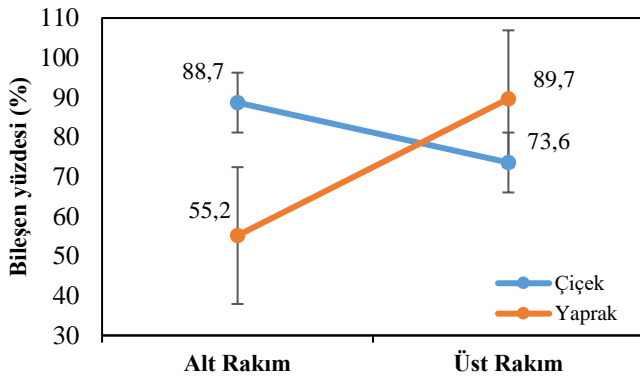
Şekil 1. *Hypericum aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum*'un çiçek ve yapraklarında tespit edilen uçucu bileşen sayısının yükseltiye göre yüzde (%) dağılımları

3.2 *Stachys cretica* subsp. *anatolica*'nın uçucu bileşen analiz sonuçları

S. cretica subsp. *anatolica*'nın çiçek ve yapraklarından elde edilen uçucu bileşenlerin analizinde, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmış ve iki farklı yükseltiye göre bileşenlerin dağılımları incelenmiştir (Ek 2). Buna göre, her iki yükseltide de çiçek ve yapraklarda bulunan bileşenler detaylı bir şekilde incelenmiş olup aldehitler, monoterenler, seskiterpenler, esterler, asitler, ketonlar, alkoller ve diğer gruplara ait toplam 79 bileşen tanımlanmıştır. Çiçeklerde gerçekleştirilen uçucu bileşen analizinde, alt ve üst yükseltide toplamda 53 bileşen tespit edilmiştir. Bu bileşenlerden 33'ü her iki yükseltide ortak iken, 14'ü yalnızca alt yükseltide, 6'sı ise sadece üst yükseltide gözlemlenmiştir. Çiçeklerde en yüksek ortalamaya sahip iki ana bileşen, alt ve üst yükseltide Benzaldehyde ve alpha- Pinene olarak belirlenmiştir. Alt yükseltide sırasıyla %64,05 ve %5,53, üst yükseltide ise sırasıyla %50,65 ve %5,38 olarak tespit edilmiştir. Yapraklardaki uçucu bileşen analizinde ise alt ve üst yükseltide toplamda 58 bileşen saptanmıştır. Bu bileşenlerden 26'sı her iki yükseltide ortak bulunurken, 6'sı sadece alt yükseltide, 26'sı ise yalnızca üst yükseltide bulunmuştur. Yaprakların ana bileşenleri, alt ve üst yükseltide farklılık göstermektedir. Alt yükseltide en yüksek orana sahip bileşenler Benzaldehyde (%59,22) ve alpha- Pinene (%5,33) iken, üst yükseltide Benzaldehyde (%37,69) ve Germacrene D (%11,88) öne çıkmıştır. Ayrıca çiçeklerde tespit edilip yapraklarda bulunmayan 21 bileşen ile yapraklarda tespit edilip çiçeklerde bulunmayan 26 bileşen belirlenmiştir. Aldehitler, monoterenler, seskiterpenler ve esterler gibi ana kimyasal grupların yükseltiye göre dağılımında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Alt yükseltide aldehitler (çiçeklerde %67,29, yapraklarda %69,56) ve monoterenler (çiçeklerde %14,82, yapraklarda %15,12) daha yüksek oranlarda bulunurken, üst yükseltide bu oranlarda aldehitler (çiçeklerde %52,11, yapraklarda %41,61) ve monoterenler (çiçeklerde %13,26, yapraklarda %10,26) azalmıştır. Buna karşılık seskiterpenlerin oranı, üst yükseltide hem çiçek hem de yapraklarda artış göstermiştir (Ek 2). Yapraklar ve çiçekler arasında bileşen dağılımında dikkat çeken farklar bulunmaktadır. Örneğin, Germacrene D bileşeni, yapraklarda özellikle üst yükseltide (%11,88) çiçeklere göre (%4,61) çok daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Benzaldehyde ise her iki yükseltide de en baskın bileşen olmasına rağmen, alt yükseltide daha yüksek oranlarda (çiçeklerde %64,05 yapraklarda %59,22) bulunmuş, üst

yükseltide bu oranlar hem çiçeklerde (%50,65) hem de yapraklarda (%37,69) azalma göstermiştir. Çiçeklerde üst yükseltide, Germacrene D (%4,61) ve beta-Bisabolene (%5,20) gibi seskiterpenlerin oranlarında belirgin bir artış gözlenmiştir. Ayrıca çiçeklerde bulunmayan ancak yapraklarda tespit edilen birçok bileşen olduğu ve üst yükseltide yeni bileşenlerin (beta- Selinene, alpha- Muurolene gibi) ortaya çıktığı dikkat çekmektedir.

Alt rakımda çiçeklerde tespit edilen uçucu bileşenlerin oranı oldukça yüksek olup %88,7 olarak belirlenmiştir. Buna karşın, yapraklardaki uçucu bileşenlerin oranı daha düşük olup %55,2 seviyesindedir. Üst rakımda çiçeklerdeki uçucu bileşen oranı %73,6'ya düşerek, alt rakıma kıyasla bir azalma göstermiştir. Buna karşılık yapraklardaki bileşen oranı belirgin bir artış göstererek %89,7'ye ulaşmıştır (Şekil 2). Bu bulgular, bitkinin farklı yükseltide maruz kaldığı çevresel koşulların uçucu bileşen dağılımında önemli farklılıklara yol açtığını göstermektedir. Alt rakımda çiçeklerde daha yüksek oranda bileşen tespit edilirken, üst rakımda yapraklardaki bileşen oranında artış gözlenmiştir. Bu da yükseltiye bağlı çevresel faktörlerin bitkinin uçucu bileşen sentezini ve dağılımını etkilediğini göstermektedir.

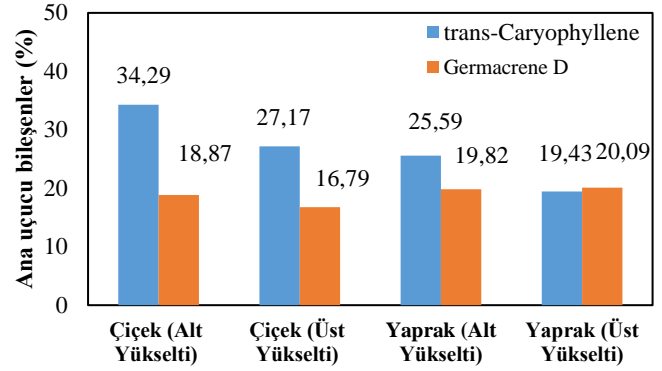


Şekil 2. *Stachys cretica* subsp. *anatolica*'nın çiçek ve yapraklarında tespit edilen uçucu bileşen sayısının yükseltiye göre yüzde (%) dağılımları

3.3 *Phlomis nissolii*'nin uçucu bileşen analiz sonuçları

P. nissolii'nin çiçek ve yapraklarından elde edilen uçucu bileşenlerin analizi, iki farklı yükseltideki dağılımlarına göre ortalama ve standart sapma değerleriyle birlikte Ek 3'te sunulmuştur. Yapılan analizler sonucunda, seskiterpenler, monoterenler, aldehitler, asitler, ketonlar, esterler, alkoller, alkenler, sülfür ve diğer gruplar olmak üzere toplamda 81 bileşen tespit edilmiştir. Çiçeklerde gerçekleştirilen uçucu bileşen analizinde, alt ve üst yükseltide toplamda 74 bileşen tanımlanmış olup, bu bileşenlerin 50'si her iki yükseltide ortak olarak bulunurken, 10'u yalnızca alt yükseltide, 14'ü ise yalnızca üst yükseltide gözlenmiştir. Çiçeklerdeki en yüksek ortalamaya sahip iki ana bileşen trans-Caryophyllene ve Germacrene D alt yükseltide sırasıyla %34,29 ve %18,87, üst yükseltide ise sırasıyla %27,17 ve %16,79 bulunmuştur (Şekil 3). Yaprakların uçucu bileşen analizinde ise, her iki yükseltide toplamda 60 bileşen tespit edilmiş olup, bunların 40'ı her iki yükseltide ortak, 8'i yalnızca alt yükseltide, 12'si ise yalnızca üst yükseltide gözlenmiştir. Yapraklarda da trans-

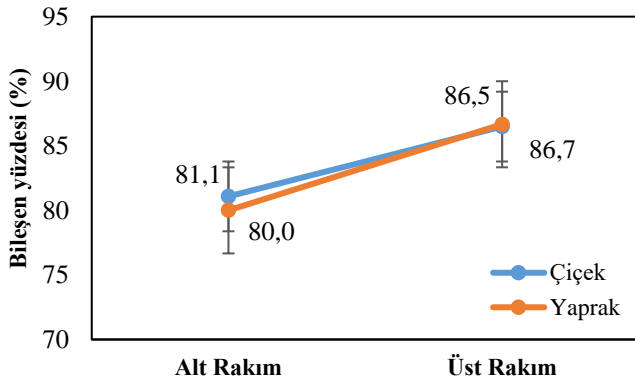
Caryophyllene ve Germacrene D, en yüksek ortalamaya sahip bileşenler olup, alt yükseltide sırasıyla %25,59 ve %19,82, üst yükseltide ise %19,43 ve %20,09 bulunmuştur (Şekil 3). Özellikle trans-Caryophyllene, her iki yükseltide de baskın bir bileşen olarak öne çıkmasına rağmen, alt yükseltideki oranı daha yüksek görülmüştür. Ayrıca çiçeklerde tespit edilip yapraklarda bulunmayan 18 bileşen ve yapraklarda olup çiçeklerde bulunmayan 6 bileşen tespit edilmiştir.



Şekil 3. *Phlomis nissolii*'nin çiçek ve yapraklarında tespit edilen ana uçucu bileşenler

Seskiterpenler, monoterenler ve aldehitler gibi ana kimyasal grupların yükseltiye bağlı dağılımında belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir. Her iki yükseltide de baskın kimyasal grup olan seskiterpenler, çiçek ve yapraklarda %80'nin üzerinde tespit edilmiştir. Alt yükseltide seskiterpen oranı çiçeklerde %91,78 iken, üst yükseltide bu oran %86,60'a düşmüştür. Yapraklarda ise alt ve üst yükselti sırasıyla %87,73 ve %81,93 oranlar ile benzer bir azalma eğilimi göstermiştir. Bu durum, yükselti arttıkça seskiterpen oranlarında hafif bir azalma olduğunu ortaya koymaktadır. Monoterpenler, çiçeklerde ikinci baskın grup olarak öne çıkmış ve alt yükseltide %6,97 iken, üst yükseltide %9,82'ye yükselmiştir. Yapraklarda ise monoteren oranı, alt yükseltide %10,60 iken, üst yükseltide %6,40'a düşmüştür. Bu sonuçlar monoterenlerin çiçeklerde yükselti ile birlikte artış gösterdiğini, ancak yapraklarda azaldığını göstermektedir. Aldehit oranı, çiçek ve yapraklarda yükselti arttıkça belirgin bir artış sergilemektedir. Çiçeklerde aldehit oranı, alt yükseltide %0,67 iken, üst yükseltide %2,72'ye yükselmiştir. Yapraklarda bu artış daha belirgin olup, alt yükseltide %0,94 olan aldehit oranı, üst yükseltide %9,52'ye çıkmıştır. Bu, aldehitlerin yükseltiye karşı daha duyarlı olduğunu ve yüksek rakımlarda birikim eğilimi gösterdiğini düşündürmektedir. Asit oranları ise genel olarak düşük seviyelerde kalmış, ancak yükselti arttıkça hem çiçeklerde hem de yapraklarda hafif bir artış gözlenmiştir. Çiçeklerde asit oranı, alt yükseltide %0,12 iken, üst yükseltide %0,23'e çıkmıştır. Yapraklarda ise bu oran %0,27'den %0,91'e yükselmiştir. Ketonların oranı çiçeklerde yükseltiye bağlı olarak önemli bir değişim göstermemiştir. Ancak yapraklarda bu oran %0,37'den %1,00'e yükselmiş, bu da yapraklarda yükselti ile keton oranının arttığını göstermektedir. Diğer kimyasal gruplar (esterler, alkoller, alkenler, sülfür) genellikle çok düşük oranlarda bulunmakta ve bazı yükseltide hiç gözlenmemiştir. Örneğin, esterler sadece alt yükseltide çiçeklerde (%0,08) tespit edilirken, üst yükseltide bulunmamıştır.

Alt rakımda, çiçeklerdeki uçucu bileşen oranı %81,1 yapraklarda ise %80,0 olarak tespit edilmiştir. Buna göre çiçeklerde yapraklara göre daha fazla uçucu bileşen bulunmakta ancak bu farkın çok büyük değildir. Üst rakımda ise çiçeklerdeki uçucu bileşen oranı %86,5'e, yapraklarda ise %86,7'ye yükselmiştir (Şekil 4). Buna göre yükselti arttıkça hem çiçeklerde hem de yapraklarda uçucu bileşen oranlarında belirgin bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Üst rakımda, çiçek ve yapraklar arasındaki uçucu bileşen oranı farkı oldukça azdır. Buna göre genel olarak yükselti arttıkça bitkinin çiçek ve yapraklarında tespit edilen uçucu bileşen yüzdesinde bir artış olduğu görülmektedir. Bu durum, *P. nissolii* bitkisinin uçucu bileşenlerinin çevresel faktörlere, özellikle yükseltiye karşı duyarlılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özetle her iki yükseltide de çiçek ve yapraklardaki uçucu bileşen oranları birbirine oldukça yakın bulunmuş, ancak genel olarak üst rakımda çiçek ve yaprakların daha yüksek oranda uçucu bileşen içerdiği gözlemlenmiştir.



Şekil 4. *Phlomis nissolii*'nin çiçek ve yapraklarında tespit edilen uçucu bileşen sayısının yükseltiye göre yüzde (%) dağılımları

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada Türkiye'ye özgü 3 endemik bitki türünün (*H. aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum*, *S. cretica* subsp. *anatolica* ve *P. nissolii*) uçucu bileşenlerinin yükseltiye bağlı olarak gösterdiği değişimler analiz edilmiştir. *H. aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum*'un uçucu bileşenlerinin belirlenmesi üzerine yapılan önceki çalışmalar incelendiğinde, türün uçucu bileşen profillerinin çevresel koşullara göre önemli ölçüde değişkenlik gösterdiği görülmüştür. Yüce and Bağcı (2012), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bu türün ana bileşenlerinin alpha- Pinene (%52,1), Germacrene D (%8,5) ve beta-Pinene (%3,6) olduğunu bildirmiştir. Bu durum çalışmamızda alpha- Pinene'nin ana bileşenler arasında yer almasını doğrularken, diğer ana bileşenlerde farklılıklar gözlemlenmiştir. Ayrıca Yüce and Bağcı (2012)'nin çalışmasında monoterpenlerin, seskiterpenlerden daha yüksek oranlarda olduğu görülmüştür, bu durum çalışmamızda da üst yükseltide benzer şekilde gözlemlenmiştir. Çırak and Bertoli (2013) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise, farklı lokasyonlardan toplanan *H. aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum* örneklerinde cis- ve trans-linalool oksit (%13 ve %7) ile α - ve β -selinene (%12 ve %16) ana bileşenler olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda da alpha- selinene'nin ortak bileşen olarak bulunması bu sonuçlarla paralellik göstermekle birlikte, diğer

bileşenler açısından belirgin farklılıklar gözlenmektedir. Ayrıca Çırak and Bertoli (2013)'nin çalışmasında, bir popülasyonda oksijenli monoterpenler (%21), seskiterpenler (%17) ve hidrokarbon seskiterpenler (%50) daha yüksek oranlarda bulunurken, diğer popülasyonda hidrokarbon seskiterpenlerinin (%52) oranları benzer seviyelerde olsa da oksijenli monoterpenler (%5) ve seskiterpenler (%14) arasında önemli farklılıklar kaydedilmiştir. Çalışmamızda da yükseltiye bağlı olarak kimyasal gruplar arasında benzer farklılıklar gözlemlenmiştir. Ancak Çırak and Bertoli (2013)'nin bulgularında hidrokarbon bileşenlerinin belirgin bir yer tuttuğu görülürken, bizim sonuçlarımızda bu bileşenlerin önemli bir yer tutmadığı gözlemlenmiştir. Bir diğer çalışma ise Küçük et al., (2015) tarafından *H. aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *bourgaei* üzerinde yapılmıştır. Bu çalışmada, ana bileşenler olarak heksadekanoik asit (%28,0), laurik asit (%11,3), miristik asit (%9,7) ve karyofilen oksit (%8,7) tespit edilmiştir. Ancak bu bileşenler çalışmamızda ana bileşenler arasında yer almamaktadır. Küçük et al., (2015)'nin çalışması, bu türün uçucu bileşen profilinde belirgin farklılıklar olduğunu ve farklı popülasyonlar arasında kimyasal çeşitliliğin oldukça yüksek seviyelerde seyrettiğini göstermektedir.

Genel olarak, bu çalışmalarla elde edilen sonuçlar, *H. aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum*'un uçucu bileşen profillerinin çevresel faktörler ve özellikle yükseltiye bağlı olarak önemli ölçüde değişebileceğini göstermektedir. Çalışmamız, bu türün farklı ekolojik koşullar altında kimyasal bileşenlerinin çeşitlilik gösterdiğini ve bu durumun, bitkilerin potansiyel kullanım alanlarının belirlenmesinde dikkate alınması gereken önemli bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca önceki çalışmaların büyük çoğunluğunda bitkilerin toprak üstü kısımlarının genel olarak analiz edildiği, ancak çiçek ve yaprak ayrımının yapılmadığı görülmektedir. Çalışmamızda çiçek ve yapraklardaki bileşenlerin ayrı ayrı değerlendirilmesi, uçucu bileşen analizindeki bu ayrımın da kimyasal farklılıklar üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

İkinci tür olan *S. cretica* subsp. *anatolica* üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, Skaltsa et al. (2003) tarafından yapılan bir çalışma, 8 farklı *Stachys* türünde seskiterpen hidrokarbonların ana bileşen grubu olduğunu göstermektedir. Özellikle *S. cretica* subsp. *cretica*'da Germacrene D (%33,5) ve pimaradien (%18,6) ana bileşenler olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, *Stachys* türlerinde terpenoidlerin uçucu bileşenlerde önemli bir yer tuttuğunu ve özellikle seskiterpen hidrokarbonların (%49,9) ana bileşen grubu olarak öne çıktığını ortaya koymaktadır. Çalışmamızda da Germacrene D ve seskiterpenlerin varlığı, bu sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Öztürk et al. (2009), *S. cretica* subsp. *smyrnaea*'nin toprak üstü kısımlarından elde edilen uçucu bileşenleri analiz etmiş ve bu bileşenlerin %99,7'sini oluşturan 37 bileşenden 34'ünü tanımlamıştır. Bu çalışmada trans - β -karyofilen (%51,0), Germacrene-D (%32,8) ve α -humulen (%3,1) ana bileşenler olarak bulunmuştur. Ayrıca Şerbetçi et al. (2010), *S. cretica* subsp. *lesbiaca* ve *S. cretica* subsp. *trapezuntica*'nın su ile damıtılmış, uçucu yağlarının analiz edildiği çalışmada, her iki alt türde de seskiterpen hidrokarbonlar, özellikle Germacrene D (%20,3 ve %12,9) ana bileşen olarak öne çıkmıştır. Bu bulgular, Germacrene D'nin yaygın olarak *Stachys* türlerinde baskın bir bileşen olduğuna dair elde ettiğimiz sonuçları desteklemektedir. Goren et al. (2011)'nin gerçekleştirdiği çalışmada ise *S.*

cretica subsp. *anatolica*'nın uçucu yağında 27 bileşen tespit etmiş ve bu bileşenlerin 20'sinin uçucu bileşenlerin %83,7'sini temsil ettiği belirlenmiştir. Germacrene-D (%29,2), sabinene (%9,1) ve beta-pinene (%8,3) ana bileşenler olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, çalışmamızla önemli ölçüde örtüşmekte ve Germacrene D'nin bu türde yaygın ve ana bileşen olduğunu doğrulamaktadır. Kimyasal gruplar açısından bakıldığında, Goren et al. (2011)'nin çalışmasında seskiterpenler (%43,4) ve monoterpenler (%17,4) en fazla görülen gruplar olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, çalışmamızda aldehytlerin ardından gelen monoterpenler ve seskiterpenlerle benzerlik göstermektedir. Buna karşın Kirimer et al., (1995) tarafından yapılan bir çalışmada, *S. cretica* subsp. *anatolica*'nın uçucu bileşenlerinde %33 oranında Carvacrol'un baskın olduğu tespit edilmiştir.

Genel olarak, literatürde *Stachys* türlerinde yaygın olarak seskiterpen hidrokarbonların ana bileşenler olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlarda bu bulgularla örtüşmekte olup, Germacrene D'nin ana bileşen olarak öne çıktığı görülmektedir. Ancak farklı coğrafi alanlarda yetişen popülasyonlar arasında uçucu bileşenlerdeki çeşitliliğin belirgin farklılıklar göstermesi, bu türlerin kimyasal bileşimlerinin iklim, yükselti gibi çevresel faktörlerden büyük ölçüde etkilendiğini göstermektedir. Bu durum, bitkilerin biyolojik ve farmakolojik potansiyelinin değerlendirilmesinde yetiştiği habitatların dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır (Gülsoy and Çıvğa, 2016; Gülsoy et al., 2022b).

Üçüncü tür olan *P. nissolii* ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde Kirimer et al. (2006)'nin çalışmasında, su ile damıtılmış uçucu yağın kimyasal bileşimi GC ve GC/MS ile analiz edilmiştir. Bu çalışmada toplam yağın %92,6'sını oluşturan 18 bileşen tespit edilmiştir. Uçucu yağın ana bileşenleri Germacrene D (%33,9), bisiklogermakren (%15,3) ve (Z)- β -farnesen (%10,7) olarak belirlenmiştir. Sarikurkcu et al. (2016)'nin çalışmasında *P. nissolii*'nin ana bileşeni olarak Germacrene D (%15,1) bulunmuştur. Ayrıca Eruygur et al. (2022) tarafından yapılan çalışmada *Phlomis* uçucu yağlarının kimyasal bileşimleri α -pinen, linalool ve limonen (monoterpenler), β -karyofilen ve Germacrene D (seskiterpenler), heksadekanoik asit (yağ asidi) alifatik bileşenler ve diğer bileşenler olarak bulunduğu ifade edilmiştir. Bu sonuçlar çalışmamızdaki bileşenlerin dağılımıyla karşılaştırıldığında, Germacrene D'nin ortak olduğu görülmektedir.

Genel olarak, bu türler arasındaki uçucu bileşen farklılıklarının temel nedenleri, bitkilerin yetiştiği çevresel koşullar, coğrafi konum ve ekolojik faktörlerdir. Bunun yanında genetik yapıları kadar, buldukları çevrenin sıcaklık, nem, toprak özellikleri ve yükselti gibi faktörlerine bağlı olarak da değişim göstermektedir (Ergun et al., 2016; Leblebici et al., 2016). Ayrıca bitkilerin toplandığı dönem de uçucu bileşenlerdeki değişimlere yol açabilmektedir (Çarıkcı et al., 2018). Çalışmamızda, farklı yükseltilerden toplanan bitki türlerinde uçucu bileşen farklılıkları gözlemlenmiş olup, bu sonuçlar literatürdeki çalışmalarla örtüşmektedir.

Yükselti, bitkilerin uçucu bileşenlerinde, özellikle monoterpenler ve seskiterpenler gibi bileşenlerin miktarlarında önemli değişikliklere neden olabilmektedir (Vecerova et al., 2021; Simin et al., 2022). Çalışmamızda da yükseltinin, uçucu

bileşenlerin dağılımını etkilediği görülmüştür. Bunun yanı sıra popülasyonlar arası genetik farklılıklar da uçucu bileşen çeşitliliğine katkıda bulunmaktadır. Aynı türe ait popülasyonlar, farklı coğrafi bölgelerde genetik olarak ayrışabilir ve bu durum uçucu bileşenlerin kompozisyonunda belirgin farklılıklara yol açabilmektedir (Rios, 2016). Literatürde, *H. avicularifolium*, *S. cretica* subsp. *anatolica* ve *P. nissolii* gibi bitki türlerinin farklı coğrafi alanlardaki popülasyonları arasında önemli kimyasal farklılıkların tespit edilmesi bu durumu desteklemektedir. Ayrıca kullanılan metodolojik farklılıklar da bileşenlerin çeşitliliğine neden olabilmektedir (Morshedloo et al., 2015). Bunun yanı sıra bitkilerin toprak üstü kısımlarının analizlerinin yapılması, çiçek ve yaprak gibi bölümlerinin ayrılması da bileşenlerdeki farklılıkları açıklayan önemli bir etkidir (Chrysargyris et al., 2023). Çalışmamızda bu ayrımın yapılması, türlerin kimyasal profillerini daha iyi anlamak açısından önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Sonuç olarak, çevresel ve genetik faktörlerin yanı sıra, coğrafi konum, analiz yöntemleri ve bitkinin hangi kısmının incelendiği gibi unsurların, uçucu bileşenlerdeki farklılıkların başlıca nedenleri arasında olduğu söylenebilmektedir. Bu faktörler, bitkilerin kimyasal yapılarındaki değişimleri belirleyerek, biyolojik aktiviteleri ve potansiyel kullanım alanları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Ayrıca elde edilen sonuçların, özellikle uçucu bileşenlerin bilimsel sonuçlardan ekonomik çıktılarına dönüştürülmesi için bir yol haritası sunacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Yazarlar, bu çalışmada kullanılan bitki örneklerinin teşhisini yapan Dr. Münevver ARSLAN'a ve desteğinden ötürü Prof. Dr. Serkan GÜLSOY'a teşekkürlerini sunar.

Kaynaklar

- Acarer, A. 2024a. Role of Climate change on oriental spruce (*Picea orientalis* L.): Modeling and mapping. *BioResources*, 19(2), 3845-3856.
- Acarer, A. 2024b. Response of black pine (*Pinus nigra*) in southwestern Anatolia to climate change. *BioResources*, 19(4), 8594-8607.
- Adams, R. P. 2017. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. 5 online ed. Gruver, TX USA: Texensis Publishing.
- Akçiçek, E. 2010. A new subspecies of *Stachys cretica* (section *Eriostomum*, Lamiaceae) from Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 34(2), 131-136.
- Akçiçek, E., Güner, Ö. 2022. A new subspecies of *Stachys cretica* (Lamiaceae) from western Turkey. *Phytotaxa*, 539(3), 257-264.
- Akın, B., Bingöl, N. A., Bulman, G. C. 2024. A first approach for the micropropagation of threatened endemic subspecies of *Stachys cretica* subsp. *kutahyensis*. *Biologia*, 1-9.
- Ayan, A. K., Çırak, C., Kevseroglu, K., Özen, T. 2004. Hypericin in some *Hypericum* species from Turkey. *Asian Journal Plant Sci*, 3, 200-202.
- Bahadori, M. B., Kirkan, B., Sarikurkcu, C. 2019a. Phenolic ingredients and therapeutic potential of *Stachys cretica* subsp. *smyrnaea* for the management of oxidative stress,

- Alzheimer's disease, hyperglycemia, and melasma. Industrial crops and products, 127, 82-87.
- Bahadori, M. B., Kirkan, B., Sarikurkcu, C., Ceylan, O. 2019b. Metabolite profiling and health benefits of *Stachys cretica* subsp. *mersinaea* as a medicinal food. Industrial Crops and Products, 131, 85-89.
- Baytop, T. 1999. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi: Geçmişte ve Bugün. Nobel Tıp Kitabevleri.
- Bucar, F., Ninov, S., Ionkova, I., Kartnig, T., Schubert-Zsilavec, M., Asenov, I., Konuklugil, B. 1998. Flavonoids from *Phlomis nissolii*. Phytochemistry, 48(3), 573-575.
- Carev, I., Sarikurkcu, C. 2021. LC-MS/MS profiles and in vitro biological activities of extracts of an endemic species from Turkey: *Stachys cretica* ssp. *anatolica*. Plants, 10(6), 1054.
- Chrysargyris, A., Tomou, E. M., Goula, K., Dimakopoulou, K., Tzortzakakis, N., Skaltsa, H. 2023. *Sideritis* L. essential oils: A systematic review. Phytochemistry, 209, 113607.
- Çarıkcı, S., Özer, Z., Dereli, S., Açar, D., Gören, A. C., Kılıç, T. 2018. Türkiye'ye Endemik Beş *Sideritis* Türünün Uçucu Yağ Bileşimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22, 301-305.
- Çırak, C., Sağlam, B., Ayan, A. K., Kevseroğlu, K. 2006. Morphogenetic and diurnal variation of hypericin in some *Hypericum* species from Turkey during the course of ontogenesis. Biochemical Systematics and Ecology, 34(1), 1-13.
- Çırak, C., Radušiene, J., Janulis, V., Ivanauskas, L., Arslan, B. 2007a. Chemical constituents of some *Hypericum* species growing in Turkey. Journal of Plant Biology, 50, 632-635.
- Çırak, C., Kevseroğlu, K., Ayan, A. K. 2007b. Breaking of seed dormancy in a Turkish endemic *Hypericum* species: *Hypericum aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum* by light and some pre-soaking treatments. Journal of Arid Environments, 68(1), 159-164.
- Çırak, C., Bertoli, A. 2013. Aromatic profiling of wild and rare species growing in Turkey: *Hypericum aviculariifolium* Jaub. and Spach subsp. *depilatum* (Freyn and Bornm.) Robson var. *depilatum* and *Hypericum pruinatum* Boiss. and Bal. Natural product research, 27(2), 100-107.
- Çırak, C., Radušiene, J., Camas, N., Caliskan, O., Odabas, M. S. 2013. Changes in the contents of main secondary metabolites in two Turkish *Hypericum* species during plant development. Pharmaceutical biology, 51(3), 391-399.
- Çırak, C., Radušiene, J., Jakstas, V., Ivanauskas, L., Seyis, F., Yayla, F. 2016. Secondary metabolites of seven *Hypericum* species growing in Turkey. Pharmaceutical biology, 54(10), 2244-2253.
- Çırak, C., Özcan, A., Yurteri, E., Kurt, D., Seyis, F. 2020. Chemical and morphological diversity among wild populations of *Hypericum aviculariifolium* Jaub. et Spach subsp. *depilatum* (Freyn et Bornm.) N. Robson var. *depilatum*. Acta Botanica Croatica, 79(1), 0-0.
- Davis, P.H. 1967. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburg University Press, Vol: 2, Edinburg, s. 400.
- Ergun, M., Ergun, N., Ozbay, N. 2016. Analysis of volatile constituents of *Sideritis pisidica* Boiss. & Heldr. Z Arznei Gewurzpla, 21, 68-72.
- Eruygur, N., Kirci, D., Ayaz, F., Dogu, S., Bagci, Y. 2022. Biological activities of three *Phlomis* species. J. Res. Pharm, 26, 255-262.
- Goren, A. C., Piozzi, F., Akcicek, E., Kılıç, T., Çarıkcı, S., Mozioglu, E., Setzer, W. N. 2011. Essential oil composition of twenty-two *Stachys* species (mountain tea) and their biological activities. Phytochemistry Letters, 4(4), 448-453.
- Gülsoy, S., Çıvğa, A. 2016. Diken ardıç (*Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*) kozalaklarının uçucu yağ özellikleri ve çevresel faktörlerle ilişkileri. Turkish Journal of Forestry, 17(2), 142-152.
- Gülsoy, S., Negiz, M. G., Özdemir, S., Yalçınkaya, B. Ulsan, M. D. 2022a. Impacts of Climate Change on Living Organisms. A. Beram & M. D. Ulsan (Eds.), Forest and Agricultural Studies from Different Perspectives (p. 73-112). Lithuania: SRA Academic Publishing.
- Gülsoy, S. Özkan, K., Özkan, G. 2022b. Effect of environmental factors on the fruit essential oils of *Pistacia terebinthus* L. growing wild in Turkey. Cerne, 28, e102994.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. and Babaç, M. T. (edlr.), 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- Güner, Ö. 2022. *Stachys istanbulensis* (Lamiaceae) a new species from Turkey: evidence from morphological, micromorphological and molecular analysis. Turkish Journal of Botany, 46(6), 624-635.
- Kırmızıbekmez, H., Montoro, P., Piacente, S., Pizza, C., Dönmez, A., Çalış, İ. 2005. Identification by HPLC-PAD-MS and quantification by HPLC-PAD of phenylethanoid glycosides of five *Phlomis* species. Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques, 16(1), 1-6.
- Kirimer, N., Başer, K. H. C., Tümen, G. 1995. Carvacrol-rich plants in Turkey. Chemistry of Natural Compound, 31(1), 37-41.
- Kirimer, N., Başer, K. H. C., Kürkcüoğlu, M. 2006. Composition of the Essential Oil of *Phlomis nissolii* L. Journal of Essential Oil Research, 18(6), 600-601.
- Kirkan, B. 2019. Antioxidant potential, enzyme inhibition activity, and phenolic profile of extracts from *Stachys cretica* subsp. *vacillans*. Industrial crops and products, 140, 111639.
- Küçük, S., Kürkcüoğlu, M., Köse, Y., Başer, K. 2015. Chemical characterisation of the essential oil of *Hypericum aviculariifolium* Jaub. & Spach subsp. *depilatum* (Freyn & Bornm.) Robson var. *bourgaei* (Boiss.) Robson from Turkey. Natural Volatiles and Essential Oils, 2(2), 52-56.
- Leblebici, S., Kaygusuz, Ö., Korkmaz, T., Darcan, C. 2016. The antimicrobial activities of the leaves of some endemic *Stachys* species spreading in West Anatolia, Turkey. Mitteilungen Klosterneuburg, 66(6), 18-28.
- Maltas, E., Uysal, A., Yildiztugay, E., Aladag, M. O., Yildiz, S., Kucukoduk, M. 2013. Investigation of antioxidant and antibacterial activities of some *Hypericum* species. Fresenius Environ Bull, 22(3), 862-869.
- Mennini, T., Gobbi, M. 2004. The antidepressant mechanism of *Hypericum perforatum*. Life Sciences, 75(9), 1021-1027.
- Mills, G. A., Walker, V. 2000. Headspace solid-phase microextraction procedures for gas chromatographic analysis of biological fluids and materials. Journal of Chromatography A, 902(1), 267-287.
- 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.
- Özdemir, S., Gülsoy, S., Mert, A. 2020. Predicting the effect of climate change on the potential distribution of Crimean Juniper. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 20(2), 133-142.
- Özen, T., Ayan, A. K., Çırak, C., Kevseroglu, K. 2005. Total Phenol Content of Some *Hypericum* Species Growing in Turkey. *Chemistry of Natural Compounds*, 41(2), 232-233.
- Öztürk, M., Duru, M. E., Aydoğmuş Öztürk, F., Harmandar, M., Mahlıçlı, M., Kolak, U., Ulubelen, A. 2009. GC-MS analysis and antimicrobial activity of essential oil of *Stachys cretica* subsp. *smyrnaea*. *Natural Product Communications*, 4(1), 1934578X0900400124.
- Rios, J. L. 2016. Chapter 1- Essential Oils: What They Are and How the Terms Are Used and Defined. In V. R. Preedy (Ed.), *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* (pp. 3-10). Academic Press.
- Saddiqa, Z., Naeem, I., Maimoona, A. 2010. A review of the antibacterial activity of *Hypericum perforatum* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 131(3), 511-521.
- Sarikurkcu, C., Uren, M. C., Tepe, B., Cengiz, M., Kocak, M. S. 2014. Phenolic content, enzyme inhibitory and antioxidative activity potentials of *Phlomis nissolii* and *P. pungens* var. *pungens*. *Industrial Crops and Products*, 62, 333-340.
- Sarikurkcu, C., Uren, M. C., Kocak, M. S., Cengiz, M., Tepe, B. 2016. Chemical composition, antioxidant, and enzyme inhibitory activities of the essential oils of three *Phlomis* species as well as their fatty acid compositions. *Food Science and Biotechnology*, 25, 687-693.
- Satıl, F., Açar, M. 2020. Ethnobotanical use of *Stachys* L. (Lamiaceae) taxa in Turkey. *International Journal of Nature and Life Sciences*, 4(2), 66-86.
- Simin, T., Davie-Martin, C. L., Petersen, J., Hoye, T. T., Rinnan, R. 2022. Impacts of elevation on plant traits and volatile organic compound emissions in deciduous tundra shrubs. *Science of the Total Environment*, 837, 155783.
- Skaltsa, H. D., Demetzos, C., Lazari, D., Sokovic, M. 2003. Essential oil analysis and antimicrobial activity of eight *Stachys* species from Greece. *Phytochemistry*, 64(3), 743-752.
- Şerbetçi, T., Demirci, B., Güzel, Ç. B., Kültür, Ş., Ergüven, M., Başer, K. H. C. 2010. Essential oil composition, antimicrobial and cytotoxic activities of two endemic *Stachys cretica* subspecies (Lamiaceae) from Turkey. *Natural Product Communications*, 5(9), 1934578X1000500907.
- Thuiller, W., Albert, C., Araújo, M. B., Berry, P. M., Cabeza, M., Guisan, A., Hickler, T., Midgley, G. F., Paterson, J., Schurr, F. M., Sykes, M. T., Zimmermann, N. E. 2008. Predicting global change impacts on plant species' distributions: future challenges. *Perspectives in plant ecology, evolution and systematics*, 9(3-4), 137-152.
- Toplan, G. G., Taşkın, T., Kara, E. M., Genç, G. E. 2021. Antioxidant and antimicrobial activities of various extracts from *Stachys cretica* subsp. *bulgarica* Rech. f., *Stachys byzantina* K. Koch and *Stachys thirkei* K. Koch. *Istanbul Journal of Pharmacy*, 51(3), 341-347.
- Vecerova, K., Klem, K., Veselá, B., Holub, P., Grace, J., Urban, O. 2021. Combined effect of altitude, season and light on the accumulation of extractable terpenes in Norway spruce needles. *Forests*, 12(12), 1737.
- Yüce, E., Bağcı, E. 2012. The essential oils of the aerial parts of two *Hypericum* taxa (*Hypericum triquetrifolium* and *Hypericum aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum* (Clusiaceae)) from Turkey. *Natural product research*, 26(21), 1985-1990.
- Zhang, Z., Pawliszyn, J. 1993. Headspace solid-phase microextraction. *Analytical chemistry*, 65(14), 1843-1852.
- Akay, A. E., 2006. Minimizing total costs of forest roads with computer-aided design model. *Sadhana- Academy Proceedings in Engineering Sciences*, 31(5), 621-633.

Ekler

Ek 1. *Hypericum aviculariifolium* Jaub. & Spach çiçek ve yapraklarının uçucu bileşen analiz sonuçları (Ort (%)±Std sapma)

Rt	Bileşen	Çiçek Alt Rakım	Çiçek Üst Rakım	Yaprak Alt Rakım	Yaprak Üst Rakım	
1	26,820	trans-Caryophyllene	27,85±1,076	1,33±0,018	0,29±0,026	-
2	15,207	Hendecane	20,18±0,094	2,39±0,159	8,60±0,852	7,92±0,250
3	29,246	alpha- Selinene	7,00±0,031	16,23±0,312	2,15±0,552	7,09±0,112
4	22,682	Carvacrol	6,61±0,194	0,63±0,037	17,73±0,230	4,21±0,062
5	25,740	beta- Elemene	5,47±0,263	1,39±0,125	8,18±0,796	19,47±0,264
6	29,018	beta- Selinene	3,91±0,044	9,26±0,216	1,18±0,247	3,82±0,015
7	22,391	Thymol	3,14±0,118	0,18±0,016	9,14±0,030	1,53±0,067
8	25,263	alpha- Copaene	2,81±0,194	0,77±0,113	4,58±0,279	10,49±0,422
9	2,676	Pentanal	2,22±0,124	0,05±0,002	2,52±0,825	0,43±0,008
10	35,445	Heptadecane	1,50±0,156	0,41±0,004	-	-
11	8,461	alpha- Thujene	1,49±0,152	-	-	-
12	28,776	Germacrene D	1,38±0,178	0,35±0,031	3,51±0,352	8,30±0,047
13	2,520	1-Penten-3-ol	1,28±0,107	-	1,28±0,308	0,32±0,014
14	12,361	Limonene	1,26±0,180	9,54±0,104	-	1,54±0,164
15	1,495	Dimethyl sulfide	1,24±0,029	0,39±0,026	0,44±0,086	0,22±0,001
16	29,406	Pentadecane	1,24±0,040	0,29±0,015	0,15±0,027	-
17	26,139	Tetradecane	1,17±0,028	0,19±0,004	-	-
18	10,720	6-Methyl-5-hepten-2-one	1,02±0,052	1,01±0,032	2,13±0,398	0,96±0,131
19	29,961	delta- Cadinene	0,97±0,076	0,52±0,028	2,01±0,426	4,88±0,049
20	1,791	2-Butanone	0,63±0,121	-	-	-
21	27,707	(+) Alloaromadendrene	0,59±0,015	-	0,24±0,101	-
22	12,174	p-Cymene	0,55±0,001	2,68±0,051	2,78±1,055	0,79±0,069
23	15,360	Nonanal	0,54±0,029	-	1,13±0,058	0,93±0,018
24	2,308	2-Methylbutanal	0,53±0,019	-	0,40±0,104	-
25	28,576	gamma- Muurolene	0,53±0,008	1,83±0,044	0,74±0,079	2,10±0,014
26	27,910	alpha- Humulene	0,49±0,001	-	-	-
27	1,432	2-Propanone & Acetone	0,48±0,011	0,21±0,011	0,65±0,273	0,23±0,010
28	24,274	alpha- Cubebene	0,48±0,039	0,05±0,001	0,88±0,065	1,57±0,034
29	1,803	Acetic acid	0,47±0,015	0,27±0,017	1,91±0,275	0,83±0,055
30	28,485	gamma- Gurjunene	0,46±0,014	-	-	-
31	29,789	gamma- Cadinene	0,44±0,044	0,10±0,011	0,82±0,136	2,04±0,032
32	34,242	(5E,7Z)-5,7-Dodecadienyl acetate	0,34±0,025	0,14±0,026	-	-
33	2,266	Benzene	0,32±0,054	-	-	-
34	27,009	10,10-Dimethyl-2,6-dimethylenebicyclo[7.2.0]undecane	0,31±0,035	-	-	-
35	27,369	Aromadendrene	0,31±0,044	0,11±0,008	0,51±0,182	1,49±0,053
36	32,508	Hexadecane	0,31±0,067	0,06±0,003	0,15±0,001	-
37	13,803	2-Methyldecane	0,25±0,003	-	-	-
38	10,330	beta- Pinene	0,23±0,018	8,82±0,465	-	-
39	29,625	beta- Bisabolene	-	-	0,40±0,053	3,26±1,100
40	29,113	Viridiflorene	-	-	0,67±0,151	2,03±0,039
41	8,703	alpha- Pinene	-	27,50±0,681	0,22±0,143	1,36±0,254
42	4,580	Hexanal	-	0,15±0,010	4,58±1,393	1,11±0,014
43	6,064	(E)-2-Hexenal	-	-	6,64±0,063	1,07±0,030
44	26,342	alpha- Gurjunene	-	-	0,19±0,002	0,79±0,024
45	28,069	Alloaromadendrene	-	-	0,23±0,079	0,75±0,026
46	28,433	Cadina-1(6),4-diene <10betaH->	-	-	-	0,72±0,007
47	30,525	alpha.-Muurolene(-)	-	-	0,29±0,117	0,68±0,011

Ek 1. *Hypericum aviculariifolium* Jaub. & Spach çiçek ve yapraklarının uçucu bileşen analiz sonuçları (Ort (%)±Std sapma) (Devamı)

Rt	Bileşen	Çiçek Alt Rakım	Çiçek Üst Rakım	Yaprak Alt Rakım	Yaprak Üst Rakım	
48	30,055	1S,cis-Calamene	-	-	0,56±0,019	0,66±0,013
49	29,325	alpha- Muurolene	-	-	0,24±0,061	0,64±0,012
50	11,511	(Z)-3-Hexenyl acetate	-	-	-	0,63±0,076
51	27,609	Isoledene	-	-	-	0,57±0,019
52	31,785	Spathulenol	-	-	0,68±0,092	0,55±0,035
53	24,993	Cyclosativene	-	-	-	0,54±0,033
54	30,380	Cadina-1,4-diene	-	-	0,33±0,016	0,51±0,043
55	27,084	beta- Cubebene	-	-	0,21±0,016	0,49±0,034
56	28,138	(+)-Epi-bicyclosiquiphellandrene	-	-	0,23±0,044	0,49±0,002
57	30,189	Dihydroactinidiolide	-	-	2,39±0,021	0,48±0,052
58	30,663	alpha- Calacorene	-	-	-	0,38±0,021
59	20,920	Piperitone	-	-	-	0,31±0,040
60	27,225	Selina-3,7(11)-diene	-	-	-	0,25±0,003
61	11,875	alpha- Terpinene	-	1,55±0,066	-	0,21±0,002
62	23,751	Bicycloelemene	-	-	-	0,19±0,001
63	16,899	Camphor	-	-	-	0,15±0,015
64	14,009	3,5-Octadien-2-one	-	-	0,88±0,046	-
65	2,195	2-Butenal	-	-	0,87±0,106	-
66	11,739	(E,Z)-2,4-Heptadienal	-	0,04±0,002	0,81±0,118	-
67	20,785	Thymoquinone	-	-	0,66±0,053	-
68	11,182	(E,E)-2,4-Heptadienal	-	-	0,57±0,090	-
69	9,775	Benzaldehyde	-	-	0,51±0,062	-
70	7,570	Hept-4(Z)-enal	-	-	0,41±0,055	-
71	19,663	beta- Cyclocitral	-	-	0,40±0,082	-
72	3,624	(E)-2-Pentenal	-	-	0,40±0,064	-
73	10,877	beta- Myrcene	-	-	0,34±0,064	-
74	13,509	Isophorone	-	-	0,33±0,186	-
75	7,649	Heptanal	-	-	0,33±0,085	-
76	19,241	Decanal	-	-	0,30±0,082	-
77	10,961	1,3,5-Trimethylbenzene	-	-	0,28±0,044	-
78	10,570	1-Octen-3-ol	-	-	0,25±0,011	-
79	13,276	2,3,6-Trimethyl-1,5-heptadiene	-	-	0,22±0,007	-
80	12,924	Benzeneacetaldehyde (CAS) Hyacinthin	-	-	0,21±0,015	-
81	9,660	Hept-2(E)-enal	-	-	0,20±0,048	-
82	1,618	2-Methylpropenal	-	-	0,07±0,043	-
83	9,284	Camphene	-	2,33±0,117	-	-
84	26,573	Bornyl isobutyrate	-	1,19±0,005	-	-
85	24,486	Fenchyl acetate	-	1,10±0,010	-	-
86	12,470	Eucalyptol (1,8-Cineole)	-	0,95±0,009	-	-
87	14,562	alpha- Terpinolen	-	0,86±0,009	-	-
88	18,794	alpha- Terpineol	-	0,79±0,024	-	-
89	28,408	Bicyclogermacrene	-	0,68±0,017	-	-
90	14,745	Dimethylstyrene <alpha-para->	-	0,68±0,000	-	-
91	13,501	gamma- Terpinene	-	0,63±0,026	-	-
92	9,231	Fenchene	-	0,62±0,029	-	-
93	18,224	4-Terpineol	-	0,42±0,017	-	-
94	37,862	Tetradecyl butyrate	-	0,35±0,013	-	-
95	25,845	Phenethyl isobutyrate	-	0,20±0,004	-	-
96	11,449	Phellandrene <alpha->	-	0,15±0,004	-	-
97	40,900	Nonadecane	-	0,15±0,003	-	-

Ek 1. *Hypericum aviculariifolium* Jaub. & Spach çiçek ve yapraklarının uçucu bileşen analiz sonuçları (Ort (%)±Std sapma) (Devamı)

Rt	Bileşen	Çiçek Alt Rakım	Çiçek Üst Rakım	Yaprak Alt Rakım	Yaprak Üst Rakım
98	17,215	Camphene hydrate	-	0,14±0,004	-
99	22,489	Benzyl isobutyrate	-	0,12±0,000	-
100	17,657	Borneol	-	0,11±0,001	-
101	27,611	Patchoulene <beta->	-	0,07±0,002	-
Toplam		100,00±0,000	100,00±0,000	100,00±0,000	100,00±0,000
Kimyasal Grup (%)					
Seskitерpenler		52,68	32,69	31,51	75,25
Alkanlar		24,96	3,49	8,9	7,92
Monoterpenler		13,28	57,91	31,28	9,95
Aldehitler		3,92	0,24	19,94	3,54
Ketonlar		1,5	1,22	3,99	1,34
Alkoller		1,28	-	1,53	0,32
Sülfür		1,24	0,39	0,44	0,22
Asitler		0,47	0,27	1,91	0,83
Esterler		0,34	3,1	-	0,63
Diğerleri		0,32	0,68	0,28	-
Alkenler		-	-	0,22	-
Toplam		100	100	100	100

Ek 2. *Stachys cretica* subsp. *anatolica* çiçek ve yapraklarının uçucu bileşen analiz sonuçları (Ort (%)±Std sapma)

Rt	Bileşen	Çiçek Alt Rakım	Çiçek Üst Rakım	Yaprak Alt Rakım	Yaprak Üst Rakım	
1	9,775	Benzaldehide	64,05±0,411	50,65±0,606	59,22±0,004	37,69±0,419
2	8,703	alpha- Pinene	5,53±0,016	5,38±0,003	5,33±0,004	2,43±0,047
3	10,330	beta- Pinene	4,33±0,075	4,55±0,047	2,65±0,045	2,39±0,019
4	22,802	Hydroxy-.alpha.-terpenyl acetate	2,14±0,055	2,48±0,091	-	-
5	28,776	Germacrene D	2,06±0,059	4,61±0,016	1,76±0,024	11,88±0,067
6	21,064	trans-Chrysanthenyl acetate	1,61±0,101	3,31±0,139	-	0,30±0,010
7	25,666	Sesquithujene <7-epi->	1,59±0,005	3,00±0,055	-	0,66±0,046
8	12,361	Limonene	1,15±0,020	1,51±0,038	1,39±0,026	0,83±0,014
9	27,184	Isovalerate <octyl->	1,14±0,011	-	-	-
10	42,164	ar-Curcumene	1,11±0,093	0,77±0,029	-	-
11	18,752	Myrtenal	1,03±0,036	0,39±0,014	0,60±0,009	1,27±0,042
12	25,263	alpha- Copaene	1,00±0,060	0,97±0,119	1,20±0,072	3,42±0,107
13	25,529	beta- Bourbonene	0,92±0,037	0,65±0,009	0,55±0,005	1,89±0,054
14	1,803	Acetic acid	0,91±0,016	2,44±0,054	4,45±0,064	3,30±0,094
15	19,214	Verbenone	0,90±0,020	0,27±0,009	0,60±0,009	1,02±0,027
16	27,426	beta- Sesquiphellandrene	0,85±0,023	3,18±0,010	-	-
17	16,143	alpha- Campholenal	0,67±0,039	0,24±0,031	0,66±0,023	0,43±0,001
18	22,682	Carvacrol	0,66±0,060	0,43±0,036	2,22±0,095	0,61±0,013
19	15,454	1-Sec-butyl-4-methylbenzene	0,65±0,007	-	-	-
20	12,174	p-Cymene	0,64±0,001	0,59±0,018	1,32±0,033	0,93±0,011
21	9,441	Verbenene	0,53±0,012	0,37±0,001	0,50±0,009	0,55±0,003
22	17,490	Pinocarvone	0,49±0,032	0,16±0,022	0,49±0,034	0,75±0,007
23	4,580	Hexanal	0,49±0,020	0,17±0,003	1,80±0,012	0,41±0,006

Ek 2. *Stachys cretica* subsp. *anatolica* çiçek ve yapraklarının uçucu bileşen analiz sonuçları (Ort (%) \pm Std sapma) (Devamı)

Rt	Bileşen	Çiçek Alt Rakım	Çiçek Üst Rakım	Yaprak Alt Rakım	Yaprak Üst Rakım	
24	27,875	trans-beta- Farnesene	0,46 \pm 0,021	1,88 \pm 0,237	-	2,09 \pm 0,092
25	18,398	p-Acetyltoluene	0,42 \pm 0,015	-	-	-
26	16,684	Pinocarveol	0,38 \pm 0,031	-	-	-
27	10,720	6-Methyl-5-hepten-2-one	0,36 \pm 0,010	-	0,73 \pm 0,005	-
28	10,570	1-Octen-3-ol	0,34 \pm 0,002	0,47 \pm 0,005	-	-
29	29,679	alpha- Cedrene	0,34 \pm 0,002	-	-	-
30	29,961	delta- Cadinene	0,31 \pm 0,004	1,00 \pm 0,080	0,48 \pm 0,015	4,36 \pm 0,090
31	28,576	gamma- Muurolene	0,30 \pm 0,024	0,65 \pm 0,019	0,56 \pm 0,024	2,54 \pm 0,064
32	15,290	Butyrate < 2-methyl-, 3-methylbutyl->	0,30 \pm 0,007	-	-	-
33	15,360	Nonanal	0,28 \pm 0,001	0,26 \pm 0,006	0,62 \pm 0,022	0,31 \pm 0,026
34	6,064	(E)-2-Hexenal	0,27 \pm 0,009	-	4,97 \pm 0,126	0,80 \pm 0,027
35	29,789	gamma- Cadinene	0,25 \pm 0,035	0,62 \pm 0,009	0,27 \pm 0,119	2,06 \pm 0,121
36	24,274	alpha- Cubebene	0,20 \pm 0,014	0,41 \pm 0,011	-	1,43 \pm 0,121
37	20,310	Hexyl 2-methylbutyrate	0,20 \pm 0,010	-	-	-
38	1,432	2-Propanone & Acetone	0,18 \pm 0,003	0,13 \pm 0,001	0,59 \pm 0,015	0,30 \pm 0,009
39	2,676	Pentanal	0,17 \pm 0,009	0,29 \pm 0,017	1,14 \pm 0,002	0,56 \pm 0,017
40	29,625	beta- Bisabolene	0,16 \pm 0,012	5,20 \pm 0,094	-	-
41	11,449	Phellandrene <alpha->	0,15 \pm 0,008	-	-	-
42	2,266	Benzene	0,13 \pm 0,006	0,27 \pm 0,005	0,87 \pm 0,028	0,74 \pm 0,022
43	25,740	beta- Elemene	0,11 \pm 0,015	-	-	0,98 \pm 0,011
44	15,955	3-Octyl acetate	0,08 \pm 0,023	0,13 \pm 0,022	-	-
45	9,143	Allylbenzene	0,06 \pm 0,001	-	-	-
46	8,461	alpha- Thujene	0,04 \pm 0,006	-	-	-
47	7,649	Heptanal	0,04 \pm 0,004	-	-	-
48	28,664	beta- Himachalene	-	0,91 \pm 0,022	0,37 \pm 0,049	-
49	27,176	Bergamotene <alpha-trans->	-	0,67 \pm 0,021	-	-
50	10,696	3-Octanone	-	0,48 \pm 0,017	-	0,64 \pm 0,024
51	16,562	Norinone	-	0,22 \pm 0,004	-	-
52	18,309	Naphthalene	-	0,16 \pm 0,004	-	-
53	7,570	Hept-4(Z)-enal	-	0,11 \pm 0,003	-	-
54	31,938	Caryophyllene oxide	-	-	2,05 \pm 0,103	-
55	30,189	Dihydroactinidiolide	-	-	1,12 \pm 0,184	1,09 \pm 0,033
56	22,391	Thymol	-	-	0,62 \pm 0,069	-
57	2,220	3-Methylbutanal	-	-	0,39 \pm 0,017	0,14 \pm 0,013
58	2,520	1-Penten-3-ol	-	-	0,34 \pm 0,021	-
59	2,308	2-Methylbutanal	-	-	0,16 \pm 0,004	-
60	29,018	beta- Selinene	-	-	-	1,50 \pm 0,066
61	28,138	(+)-Epi-bicyclosesquiphellandrene	-	-	-	0,91 \pm 0,017
62	29,325	alpha- Muurolene	-	-	-	0,81 \pm 0,041
63	30,525	alpha.-Muurolene(-)	-	-	-	0,80 \pm 0,022
64	30,055	1S,cis-Calamene	-	-	-	0,77 \pm 0,005
65	29,113	Viridiflorene	-	-	-	0,72 \pm 0,056
66	27,084	beta- Cubebene	-	-	-	0,70 \pm 0,010

Ek 2. *Stachys cretica* subsp. *anatolica* çiçek ve yapraklarının uçucu bileşen analiz sonuçları (Ort (%)±Std sapma) (Devamı)

Rt	Bileşen	Çiçek Alt Rakım	Çiçek Üst Rakım	Yaprak Alt Rakım	Yaprak Üst Rakım
67	39,299	Phytone	-	-	0,59±0,010
68	30,380	Cadina-1,4-diene	-	-	0,53±0,005
69	30,663	alpha- Calacorene	-	-	0,48±0,001
70	20,920	Piperitone	-	-	0,47±0,004
71	9,500	2-Methyl-6-heptanone	-	-	0,45±0,009
72	27,707	(+) Alloaromadendrene	-	-	0,40±0,007
73	25,895	Dihydroionone <beta->	-	-	0,35±0,014
74	25,011	alpha- Ylangene	-	-	0,34±0,006
75	28,069	Alloaromadendrene	-	-	0,32±0,004
76	27,597	delta- Guaiene	-	-	0,31±0,004
77	15,182	Linalool	-	-	0,28±0,008
78	28,433	Cadina-1(6),4-diene <10betaH->	-	-	0,25±0,010
79	17,239	d-Menthone	-	-	0,23±0,005
Toplam		100,00±0,000	100,00±0,000	100,00±0,000	100,00±0,000
Kimyasal Grup (%)					
Aldehitler		67,29	52,11	69,56	41,61
Monoterpenler		14,82	13,26	15,12	10,26
Seskiterpenler		9,66	24,53	8,36	41,59
Esterler		5,17	5,92	-	0,3
Diğerleri		1,26	0,43	0,87	0,74
Asitler		0,91	2,44	4,45	3,3
Ketonlar		0,55	0,83	1,32	2,21
Alkoller		0,34	0,47	0,34	-
Toplam		100	100	100	100

Ek 3. *Phlomis nissolii* L. çiçek ve yapraklarının uçucu bileşen analiz sonuçları (Ort (%)±Std sapma)

Rt	Bileşen	Çiçek Alt Rakım	Çiçek Üst Rakım	Yaprak Alt Rakım	Yaprak Üst Rakım	
1	26,820	trans-Caryophyllene	34,29±0,055	27,17±0,543	25,59±0,364	19,43±0,187
2	28,776	Germacrene D	18,87±0,520	16,79±0,822	19,82±0,336	20,09±0,049
3	27,875	trans-beta- Farnesene	9,69±0,120	4,14±0,058	7,30±0,018	3,29±0,015
4	31,938	Caryophyllene oxide	7,39±0,021	2,64±0,107	-	-
5	29,246	alpha- Selinene	3,61±0,155	-	-	3,39±0,061
6	29,018	beta- Selinene	2,78±0,093	3,19±0,001	0,74±0,001	0,57±0,002
7	29,961	delta- Cadinene	2,63±0,078	3,03±0,149	5,21±0,106	5,45±0,103
8	12,361	Limonene	2,62±0,167	4,17±0,199	6,10±0,213	3,80±0,016
9	8,703	alpha- Pinene	1,81±0,001	3,50±0,115	2,47±0,077	1,09±0,023
10	25,263	alpha- Copaene	1,73±0,013	2,23±0,020	2,54±0,039	2,60±0,011
11	28,576	gamma- Muurolene	1,39±0,011	2,12±0,021	3,20±0,076	3,39±0,063
12	29,789	gamma- Cadinene	1,34±0,006	1,93±0,018	3,14±0,064	3,06±0,049
13	29,113	Viridiflorene	1,01±0,063	-	2,37±0,081	2,71±0,027
14	31,001	(-)-Caryophyllene oxide	0,99±0,019	0,37±0,005	0,73±0,012	-
15	25,740	beta- Elemene	0,80±0,035	0,74±0,008	1,10±0,044	0,84±0,002
16	28,138	(+)-Epi-bicyclosesquiphellandrene	0,62±0,055	0,66±0,087	1,15±0,012	1,03±0,033
17	12,174	p-Cymene	0,53±0,030	0,88±0,039	0,86±0,037	0,98±0,016
18	29,325	alpha- Muurolene	0,53±0,012	0,77±0,022	1,50±0,006	1,44±0,031

Ek 3. *Phlomis nissolii* L. çiçek ve yapraklarının uçucu bileşen analiz sonuçları (Ort (%) \pm Std sapma) (Devamı)

Rt	Bileşen	Çiçek Alt Rakım	Çiçek Üst Rakım	Yaprak Alt Rakım	Yaprak Üst Rakım	
19	24,274	alpha- Cubebene	0,52 \pm 0,016	0,73 \pm 0,047	1,11 \pm 0,011	1,20 \pm 0,001
20	30,525	alpha-Muuroleone(-)	0,46 \pm 0,001	0,75 \pm 0,005	1,25 \pm 0,015	1,15 \pm 0,029
21	27,084	beta- Cubebene	0,44 \pm 0,005	0,54 \pm 0,023	0,86 \pm 0,035	0,69 \pm 0,005
22	19,214	Verbenone	0,39 \pm 0,003	0,23 \pm 0,013	-	-
23	27,611	Patchoulene <beta->	0,36 \pm 0,035	-	-	-
24	9,775	Benzaldehyde	0,31 \pm 0,017	1,21 \pm 0,036	-	1,52 \pm 0,010
25	20,588	Carvone	0,31 \pm 0,023	0,21 \pm 0,008	-	-
26	27,707	(+) Alloaromadendrene	0,30 \pm 0,007	2,96 \pm 0,023	-	1,50 \pm 0,001
27	9,441	Verbenene	0,29 \pm 0,008	0,18 \pm 0,006	0,19 \pm 0,012	-
28	30,380	Cadina-1,4-diene	0,26 \pm 0,008	0,38 \pm 0,020	0,61 \pm 0,050	0,64 \pm 0,022
29	27,369	Aromadendrene	0,25 \pm 0,008	0,67 \pm 0,004	0,70 \pm 0,024	0,90 \pm -
30	31,785	Spathulenol	0,21 \pm 0,008	0,24 \pm 0,018	-	-
31	14,562	alpha- Terpinolen	0,20 \pm 0,006	0,20 \pm 0,008	0,37 \pm 0,011	0,27 \pm 0,001
32	28,069	beta- Guaiene	0,19 \pm -	0,38 \pm 0,010	0,71 \pm 0,030	0,59 \pm 0,018
33	16,917	Verbenol	0,18 \pm 0,007	-	-	-
34	15,473	Z-thujenol	0,17 \pm 0,001	-	-	-
35	11,420	1,5,8-p-menthatriene	0,16 \pm 0,006	-	-	-
36	28,433	Cadina-1(6),4-diene <10betaH->	0,16 \pm 0,011	0,43 \pm 0,011	0,51 \pm 0,015	0,55 \pm 0,010
37	23,751	Bicycloelemene	0,15 \pm 0,035	0,35 \pm 0,002	0,23 \pm 0,008	0,25 \pm 0,001
38	25,529	beta- Bourbonene	0,14 \pm 0,003	0,14 \pm 0,027	1,42 \pm 0,007	1,06 \pm 0,014
39	27,225	Selina-3,7(11)-diene	0,14 \pm 0,003	0,37 \pm 0,009	0,27 \pm 0,016	0,37 \pm 0,024
40	30,663	alpha- Calacorene	0,14 \pm 0,009	0,19 \pm 0,014	0,37 \pm 0,016	0,43 \pm 0,023
41	25,011	alpha- Ylangene	0,13 \pm 0,031	0,34 \pm 0,021	0,34 \pm 0,003	0,38 \pm 0,004
42	10,877	beta- Myrcene	0,13 \pm 0,014	0,13 \pm 0,008	0,26 \pm 0,017	0,26 \pm 0,003
43	23,835	Isocaryophyllen V2	0,12 \pm 0,010	0,27 \pm 0,009	0,33 \pm 0,012	0,37 \pm 0,008
44	1,803	Acetic acid	0,12 \pm 0,010	0,23 \pm 0,019	0,27 \pm 0,018	0,91 \pm 0,011
45	16,143	alpha- Campholenal	0,11 \pm 0,009	0,17 \pm 0,010	0,13 \pm 0,006	-
46	39,299	Phytone	0,10 \pm 0,001	0,08 \pm 0,004	0,17 \pm 0,009	0,45 \pm 0,030
47	16,684	Pinocarveol	0,09 \pm 0,004	-	-	-
48	15,360	Nonanal	0,09 \pm -	0,27 \pm 0,017	0,30 \pm 0,009	0,44 \pm 0,008
49	14,745	Dimethylstyrene <alpha-para->	0,08 \pm 0,009	0,08 \pm 0,003	-	-
50	23,444	Tiglate <3(Z)-hexenyl->	0,08 \pm 0,009	-	-	-
51	4,580	Hexanal	0,07 \pm 0,002	0,25 \pm 0,017	0,26 \pm 0,014	0,65 \pm 0,035
52	2,676	Pentanal	0,07 \pm 0,007	0,08 \pm 0,007	0,25 \pm 0,010	0,42 \pm 0,011
53	17,490	Pinocarvone	0,07 \pm 0,002	0,05 \pm 0,004	-	-
54	23,552	Isocaryophyllen V1	0,07 \pm 0,006	0,08 \pm 0,001	0,15 \pm 0,010	0,14 \pm 0,004
55	18,510	Cymen-8-ol <para->	0,07 \pm 0,014	-	-	-
56	10,330	beta- Pinene	0,06 \pm 0,002	0,11 \pm 0,006	-	-
57	24,522	Alloisolongifolene	0,05 \pm 0,005	-	-	-
58	8,461	alpha- Thujene	0,04 \pm 0,001	0,08 \pm 0,007	0,11 \pm 0,006	-
59	23,169	1-Tridecene	0,04 \pm 0,003	0,05 \pm 0,002	-	-
60	1,618	2-Methylpropenal	0,02 \pm 0,001	0,04 \pm 0,004	-	0,09 \pm 0,011
61	6,064	(E)-2-Hexenal	-	0,34 \pm 0,019	-	5,43 \pm 0,089
62	27,852	Humulen-(v1)	-	5,09 \pm 0,056	-	2,26 \pm 0,006
63	27,910	alpha- Humulene	-	1,35 \pm 0,016	-	0,93 \pm 0,021
64	27,603	1-Caryophyllene	-	-	-	0,69 \pm 0,029
65	30,055	1S,cis-Calamene	-	0,24 \pm 0,001	0,63 \pm 0,154	0,55 \pm 0,013
66	12,924	Benzeneacetaldehyde (CAS) Hyacinthin	-	0,08 \pm -	-	0,53 \pm 0,029
67	10,720	6-Methyl-5-hepten-2-one	-	-	0,12 \pm 0,003	0,40 \pm 0,016
68	2,220	3-Methylbutanal	-	0,09 \pm 0,003	-	0,31 \pm 0,009
69	1,432	2-Propanone & Acetone	-	0,04 \pm 0,004	0,09 \pm 0,001	0,15 \pm 0,011

Ek 3. *Phlomis nissolii* L. çiçek ve yapraklarının uçucu bileşen analiz sonuçları (Ort (%)±Std sapma) (Devamı)

	Rt	Bileşen	Çiçek Alt Rakım	Çiçek Üst Rakım	Yaprak Alt Rakım	Yaprak Üst Rakım
70	2,308	2-Methylbutanal	-	0,06±-	-	0,14±0,007
71	2,520	1-Penten-3-ol	-	-	0,09±0,003	0,13±0,007
72	1,495	Dimethyl sulfide	-	0,11±-	-	0,11±0,007
73	29,260	Bicyclogermacrene	-	-	3,17±0,081	-
74	27,609	Isoledene	-	-	0,55±0,030	-
75	11,449	Phellandrene <alpha->	-	-	0,23±0,009	-
76	30,189	Dihydroactinidiolide	-	-	0,12±0,013	-
77	29,307	Germacrene B	-	5,33±0,053	-	-
78	10,570	1-Octen-3-ol	-	0,28±0,015	-	-
79	9,660	Hept-2(E)-enal	-	0,08±0,004	-	-
80	15,182	Linalool	-	0,07±0,001	-	-
81	2,195	2-Butenal	-	0,05±0,004	-	-
		Toplam	100,00±0,000	100,00±0,000	100,00±0,000	100,00±0,000
		Kimyasal Grup (%)				
		Seskitерpenler	91,78	86,6	87,73	81,93
		Monoterpenler	6,97	9,82	10,6	6,4
		Aldehitler	0,67	2,72	0,94	9,52
		Asitler	0,12	0,23	0,27	0,91
		Ketonlar	0,1	0,12	0,37	1
		Esterler	0,08	-	-	-
		Diğerleri	0,08	0,08	-	-
		Alkoller	0,07	0,28	0,09	0,13
		Alkenler	0,04	0,05	-	-
		Sülfür	-	0,11	-	0,11
		Toplam	100	100	100	100