



Sandal ağacı (*Arbutus andrachne* L.) Yaprak ve Çiçeklerinde Uçucu Bileşen ve Yağ Asidi Kompozisyonu^[*]

Ebru Hatice TIĞLI KAYTANLIOĞLU* Hüseyin FAKİR Nilay ÇİÇEK
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye.

Geliş Tarihi: 12.10.2022

Kabul Tarihi: 10.04.2023

Basım Tarihi: 30.06.2023

Atıf yapmak için: Tiğlı Kaytanlioğlu, E.H., Fakir, H. & Çiçek, N. (2023). Sandal ağacı (*Arbutus andrachne* L.) yaprak ve çiçeklerinde uçucu bileşen ve yağ asidi kompozisyonu. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 8(2), 169-175. <https://doi.org/10.35229/jaes.1188030>

How to cite: Tiğlı Kaytanlioğlu, E.H., Fakir, H. & Çiçek, N. (2023). Volatile component and fatty acid composition of leaves and flowers of sandalwood (*Arbutus andrachne* L.). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 8(2), 169-175. <https://doi.org/10.35229/jaes.1188030>

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9165-6675>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6606-8011>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7935-1959>

*Sorumlu yazarın:
Ebru Hatice TIĞLI KAYTANLIOĞLU
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü,
Isparta, Türkiye.
✉: ebrukaytanlioglu@isparta.edu.tr

Öz: *Arbutus* sp. cinsi Ericaceae familyasının bir üyesi olup, bu cinsin ülkemizde Sandal ağacı (*Arbutus andrachne*) ve Kocayemiş (*A. unedo*) olmak üzere iki türü bulunmaktadır. Bu türler Anadolu'nun kıyı kesimlerinde yayılış göstermekte ve yenilebilir meyvelere sahiptir. Meyveleri reçel, meyve jölesi ve şarap hazırlamak için gıda sanayiinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca meyveleri son yıllarda süs çelenkleri yapımında da tercih edilmektedir. Bu çalışmada, *A. andrachne*'nin yaprak ve çiçeklerinde yağ asidi ve uçucu bileşenleri HS-SPME/GC-MS analizi ile belirlenmiştir. Çalışma materyali olan yaprak ve çiçekler, Isparta, Adana, Antalya ve Muğla illerinden örneklenmiştir. Analiz sonucunda Isparta yöresinde 73, Adana yöresinde 67, Antalya yöresinde 74 ve Muğla yöresinde 57 adet uçucu bileşen belirlenmiştir. En etken uçucu bileşenleri Antalya yöresinden toplanan örnekler için E-2-Hexenal (%33.69), Hexanal (%8.77), 2,4-Hexadienal (%4.32); Isparta yöresi örnekleri için; E-2-Hexenal (%20.97), 2-Butenal (%7.52), Asetik asit (%6.38); Adana yöresi örnekler için Hexanal (%14.17), 2-Butenal (%8.58), E-2-Hexenal (%6.70); Muğla yöresi örnekleri için B-Bisabolene (%54.75), caryophyllene (%8.66), E-2-Hexenal (%3.94) olarak tespit edilmiştir. Yağ asidi en yüksek oranda sırasıyla Muğla, Adana, Isparta yöresi örneklerinde alfa- linolenik asit (%46.17; %38.68; %28.91), palmitik asit (%16.46; %11.09; %20.99), linoleik asit (%10.66; %10.62; %15.06) olarak belirlenirken, Antalya yöresi örneklerinde %29.03 palmitik asit, %25.21 stearik asit olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar diğer yapılan çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Çalışma sonuçları, Kocayemiş ve Sandal ağacı türlerinde yapılan önceki çalışmalarla tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Arbutus*, SPME, Türkiye, yağ asidi.

Volatile Component and Fatty Acid Composition of Leaves and Flowers of Sandalwood (*Arbutus andrachne* L.)

Abstract: *Arbutus* sp. genus is a member of the Ericaceae family, and there are two species of Sandalwood (*Arbutus andrachne*) and *Arbutus* (*A. unedo*) in Turkey. These species have distribution in the coastal areas of Anatolia and has edible fruits. Their fruits are widely used in the food industry to prepare jams, fruit jellies and wine. In addition, the fruits have been preferred in the making of ornamental wreaths in recent years. In this study, fatty acid and volatile components of the leaves and flowers of *A. andrachne* were determined by HS-SPME/GC-MS analysis. The leaves and flowers, which are the study material, were sampled from the provinces of Isparta, Adana, Antalya and Muğla. As a result of the analysis, 73 volatile compounds were determined in the Isparta region, 67 in the Adana region, 74 in the Antalya region and 57 in the Muğla region. The most active volatile components were E-2-Hexenal (33.69%), Hexanal (8.77%), 2,4-Hexadienal (4.32%) for samples of Antalya region; For the samples of Isparta region; E-2-Hexenal (20.97%), 2-Butenal (7.52%), Acetic acid (6.38%); For samples collected from Adana region, Hexanal (14.17%), 2-Butenal (8.58%), E-2-Hexenal (6.70%); For the samples collected from Muğla region, B-Bisabolene (54.75%), caryophyllene (8.66%), E-2-Hexenal (3.94%) were determined. The highest percentage of fatty acids was obtained from the samples of Muğla, Adana and Isparta regions, respectively, with alpha-linolenic acid (46.17%; 38.68%; 28.91%), palmitic acid (16.46%; 11.09%; 20.99%), linoleic acid (10.66%; 10.62%; 15.06%) while it was determined as 29.03% palmitic acid and 25.21% stearic acid in the samples collected from Antalya region. The results of the study were discussed with other studies.

Keywords: *Arbutus*, fatty acids, SPME, Türkiye.

*Corresponding author:
Ebru Hatice TIĞLI KAYTANLIOĞLU
Isparta University of Applied Sciences, Faculty
of Forestry, Department of Forestry, Türkiye.
Engineering, Isparta,
✉: ebrukaytanlioglu@isparta.edu.tr

GİRİŞ

Türkiye coğrafi konumu, jeolojik yapısı ve iklimsel farklılıklarından dolayı üç farklı fitocoğrafik bölgeye sahiptir. Ülkemiz bu üç fitocoğrafik bölgeye sahip olması nedeniyle toplam tür sayısı 9100, takson sayısı 13,404 ve 3275'i endemiktir (Anonim, 1). Bu bitkilerden tıbbi, aromatik, kozmetik, boyar madde, baharat ve dekoratif ve süsleme gibi pek çok alanda faydalanılmaktadır (Korkmaz & Alkan, 2014; Faydaoğlu & Sürücüoğlu, 2011). Bu bitki türlerinden biri de sandal ağacıdır (*Arbutus andrachne* L.) ve Akdeniz bölgesi ve güneybatı Asya'ya özgüdür. Ülkemizde Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz sahillerindeki makilik alanlarda yaygındır. Herdem yeşil 3-4 m boyunda büyük çalı ya da 12 m'ye kadar boylanan ağaçlardır. Kırmızımsı ve pürüzsüz ve dekoratif bir gövdesi vardır. Beyaz renkli olan çiçekleri Mart-Mayıs aylarında açar. Meyveleri portakal rengi ya da açık kırmızıdır (Eminağaoğlu & Akkemik, 2020). Meyveleri doğadan toplanarak taze meyve olarak tüketilmektedir. *A. unedo* ve *A. andrachne* meyveleri olgunlaşmamış şekilde tüketildiğinden doyurucu etki yapmaktadır ve C, E vitamini ile karotenoidler, niasin, polifenolik gibi antioksidan bileşiklere sahiptir (Ruiz-Rodriguez vd., 2011). Sandal ağacı meyvelerinden alkollü içecekler, reçel, meyve jölesi ve marmelat yapımında kullanılmaktadır (Ayaz vd., 2000; Pallauf vd., 2008; Oliveira vd., 2009). Meyveler ve yaprakları ishal önleyici, idrar antiseptiği olarak kullanılmaktadır (Mostafa vd., 2010; Oliveira vd., 2009). Ayrıca meyveleri son yıllarda süs çelenkleri yapımında tercih edilmektedir (Korkmaz & Alkan, 2014). Sandal, odunu is yapmadığı için, şöminelerde ya da is yapması istenmeyen yerlerde yakacak olarak, odun dokusunun sert oluşu nedeni ile de el sanatı malzemesi olarak kullanılmaktadır (Dingil 1990).

Bu çalışmada Sandal ağacının yaprak ve çiçekleri dört bölgeden (Antalya, Isparta, Adana, Muğla) belirlenen örnek alanlardan toplanmıştır. Bu örneklerin analizi ile uçucu bileşenleri ve yağ asitleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda farklı illerden toplanan Sandal ağacının uçucu bileşenleri ile yağ asitleri oranları karşılaştırılıp farklılıklar ortaya konulmuştur. Ayrıca elde edilen sonuçlar diğer yapılan çalışmalar ışığında tartışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bitki Materyali: Sandal ağacı yaprak ve çiçekleri Isparta ili Eğirdir ilçesi Aşağıgökdere mevki (413 m), Antalya ili Alanya ilçesi Dimçayı mevki (855 m), Adana ili Kozan ilçesi Turgutlu mevki (129 m), Muğla ili Milas ilçesi Ören mevki (190 m) olmak üzere 4 farklı lokasyondan 2022

yılında Şubat-Mart-Nisan aylarında 1 kg olacak şekilde toplanmıştır (Şekil 1). Toplanan yaprak ve çiçek örnekleri ambalajlara konularak hiç bekletilmeden ve güneş ışığına maruz bırakılmadan aynı gün içerisinde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Herbarium Laboratuvarına getirilmiştir. Toplanan bitki materyalleri sabit ağırlığa gelene kadar oda sıcaklığında (25°C) kurutulmuştur. Ayrıca bitki örneklerinin bir kısmı, herbarium tekniklerine göre kurutulmuş olarak konservasyon amacıyla Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Botaniği Laboratuvarı'na yerleştirilmiştir. Bitkilerin tanımlanması "Flora of Turkey"e (Davis, 1988) göre yapılmıştır. Herbarium örnekleri (ISPO No: 1205, 1206, 1207, 1208) Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Herbarium Laboratuvarında muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. Adana ili Kozan ilçesi Turgutlu mevkisinden toplanan Sandal ağacı yaprak ve çiçekleri.

Figure 1. Sandalwood leaves and flowers collected from Adana province Kozan district Turgutlu location.

HS-SPME/GC-MS analizi: Uçucu bileşenleri gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (GC-MS) ile kombine edilmiştir. Tepe Boşluğu Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (HS-SPME) tekniği ile belirlenmiştir. Katı faz mikro ekstraksiyon (SPME, Supelco, Germany) yöntemi esas alınarak, 10mL vial içine konulan 2g yaprak ve çiçek numuneleri 30 dakika kadar 60°C'de tutulduktan sonra 75µm inceliğinde Carbokzen/Polidimetilsilokzan (CAR/PDMS) kaplı fused silica fiber ile tepe boşluğundan uçucu bileşenler absorbe edilmiş ve hemen arkasından HS-SPME uyumlu GC-MS (Shimadzu 2010 PLUS) cihazının kapiler kolonuna (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 250°C'ye dakikada 4°C'lik artışla ulaşılacak şekilde programlanmıştır. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları 250°C olarak ayarlanmıştır. İyonlaştırma türü olarak EI (70 eV) ve taşıyıcı gaz olarak Helyum (1.61 mL/dakika) kullanılmıştır. Uçucu bileşenlerinin

tanımlanmasında Wiley, Nist, Tutor, FFNSC kütüphanesinden yararlanılmıştır.

Yağ Asidi Analizi: Yağ asidi hazırlığı için 4g yağ, 0,2 ml 2M'lık methanolic KOH 'te 4ml isoocetan ve metil çözülmüştür. Yağ asidi analizi 0.25 µm 50%'lik Cyanopropyl-methylpolysiloxane ile kaplı 60-m bir kılcal kolan (ID=0.25 mm) ve alev iyonizasyon dedektörü ile donanımlı bir Agilent 6890 series gas-chromatography cihazıyla yapılmıştır (J & W Bilimsel, Folsom, CA, ABD). Taşıyıcı gaz olarak akış hızı 1.5ml/dk. ve bölünme oranı 1:10 olan Helyum kullanılmıştır. Enjektör sıcaklığı 250°C, dedektör sıcaklığı 260°C ve fırın sıcaklığı da 120°C için 5dk tutuldu ve 240°C'ye dakikada 15°C artırılarak programlanmıştır (Kirazci & Javidipour 2008). Yağ asidi Fames standartları (Supelco 47.885-U)'na göre tutma zamanları ve eşdeğer zinciri uzunlukları karşılaştırılarak

tespit edilmiştir. Örneklerdeki yağ asidi yüzdelik ölçülerine göre verilmiştir.

BULGULAR

Sandal ağacı uçucu bileşenlerini belirlemek amacıyla yapılan SPME (katı tabanlı mikro ekstraksiyon) analizi sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. SPME analizleri sonucunda; Antalya İlinde toplanan örneklerde en etken uçucu bileşenleri sırasıyla; E-2-Hexenal (%33.69), Hexenal (%8.77), 2,4-Hexadienal (%4.32), Isparta İlinde toplanan örneklerde: E-2-Hexenal (%20.97), 2-Butenal (%7.52), Asetik asit (%6.38), Adana İlinde toplanan örneklerde: Hexenal (%14.17), 2-Butenal (%8.58), E-2-Hexenal (%6.70), Muğla İlinde toplanan örneklerde: B-Bisabolene (%54,75), caryophyllene (%8,66), E-2-Hexenal (%3,94) olarak tespit edilmiştir.

Tablo 1. Sandal ağacı yaprak ve çiçek uçucu bileşenleri.

Table 1. Essential components of sandalwood leaves and flowers.

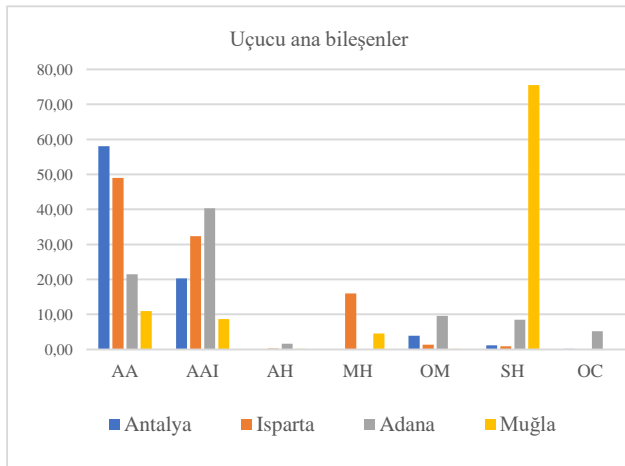
R.T	Bileşen	Formül	Sınıf	Antalya örneği	Isparta örneği	Adana örneği	Muğla örneği
1.298	Ethanal	C ₂ H ₄ O	AAI	0.85	-	-	-
1.363	Ethyl alcohol	CH ₃ CH ₂ OH	AA	-	-	-	0.48
1.390	Propylene glycol	C ₃ H ₈ O ₂	AA	-	-	-	0.38
1.438	Methoxyacetone	C ₄ H ₈ O ₂	AAI	-	-	-	0.62
1.440	2-Propanone	C ₃ H ₆ O	AAI	1.76	1.43	1.16	-
1.522	2-Oxopropionic acid	C ₃ H ₄ O ₃	AAI	-	-	-	0.25
1.525	1,3-Pentadiene	C ₅ H ₈	MH	0.49	0.64	0.20	-
1.680	2-Methylpropenal	C ₄ H ₈ O	AA	0.57	0.57	0.44	-
1.805	2-Ethylbutanal	C ₆ H ₁₂ O	AA	0.84	-	-	-
1.832	2-Methylfuran	C ₅ H ₆ O	AA	0.40	-	-	-
1.837	Acetic acid	CH ₃ COOH	AAI	-	6.38	14.17	1.92
1.908	Ethyl acetate	C ₄ H ₈ O ₂	AA	-	1.04	-	-
2.106	2,4-Hexadiene	C ₆ H ₁₀	MH	-	0.39	-	-
2.210	2-Butenal	C ₄ H ₆ O	AA	3.02	1.87	1.34	0.23
2.557	1-Penten-3-one	C ₅ H ₈ O	AA	2.18	5.82	1.19	0.95
2.709	Pentanal	C ₅ H ₁₀ O	AAI	-	7.52	8.58	1.69
2.726	2,4-Hexadienal	C ₆ H ₁₀ O	AAI	4.32	-	-	-
2.885	Acetoin	C ₄ H ₈ O ₂	AAI	-	0.50	1.65	-
3.343	3-Methyl-1-butanol	C ₅ H ₁₀ O	AAI	0.20	-	-	0.26
3.392	3-Penten-2-one	C ₅ H ₈ O	AA	-	0.09	-	-
3.673	2-Pentenal	C ₅ H ₈ O	AAI	0.70	2.48	0.53	0.28
3.878	Toluene	C ₇ H ₈	MH	0.16	1.58	0.16	0.10
3.961	1-Pentanol	C ₅ H ₁₂ O	AAI	0.45	1.11	0.25	0.15
4.011	2-Penten-1-ol	C ₅ H ₁₀ O	AAI	0.80	2.19	0.21	0.48
4.415	1-Octene	C ₈ H ₁₆	MH	0.10	0.07	-	0.11
4.649	Hexanal	C ₆ H ₁₂ O	AA	8.77	3.50	2.72	1.06
5.046	Butyl acetate	C ₆ H ₁₂ O ₂	OM	-	0.47	-	-
6.152	E-2-Hexenal	C ₆ H ₁₀ O	AA	33.69	20.97	6.70	3.94
6.267	E-3-Hexenal	C ₆ H ₁₂ O	AA	0.67	5.65	2.79	2.57
6.628	o-Xylene	C ₈ H ₁₀	MH	0.35	0.87	-	0.22
6.738	Hexanol	C ₆ H ₁₄ O	AA	1.05	0.74	0.91	0.28
7.346	p-Xylene	C ₈ H ₁₀	MH	0.28	0.29	0.14	-
7.685	4-heptenal	C ₇ H ₁₂ O	AA	1.02	0.22	0.21	0.16
7.754	Heptanal	C ₇ H ₁₄ O	AA	0.58	0.36	0.52	0.14
7.816	5-Methyl-2-hexanol	C ₇ H ₁₆ O	AAI	0.22	-	-	-
7.891	2-Butoxyethanol	C ₆ H ₁₄ O ₂	AAI	0.16	-	-	-
8.467	2,5-Cyclohexadiene	C ₁₀ H ₁₆	MH	-	-	-	0.37
8.571	α-Thujene	C ₁₀ H ₁₆	MH	0.12	0.21	-	-
8.819	α-Pinene	C ₁₀ H ₁₆	MH	1.01	0.24	0.20	0.39
9.165	1-Butoxy-2-propanol	C ₇ H ₁₆ O ₂	AAI	-	-	1.65	-
9.760	2-Heptenal	C ₇ H ₁₂ O	AA	1.78	0.71	0.27	-
9.904	Benzaldehyde	C ₇ H ₆ O	AAI	2.09	2.52	2.21	0.63
10.310	β-Phellandrene	C ₁₀ H ₁₆	MH	0.08	0.29	-	-
10.453	β-Pinene	C ₁₀ H ₁₆	MH	0.70	0.47	-	-
10.546	1-Octen-3-one	C ₁₀ H ₁₆	MH	0.55	0.44	-	-
10.712	2-Octenol	C ₈ H ₁₆ O	AAI	0.56	0.32	-	-
10.849	6-Methyl-5-hepten-2-one	C ₈ H ₁₄ O	AAI	1.76	1.70	1.07	0.28
11.007	β-Myrcene	C ₁₀ H ₁₆	MH	3.07	0.63	1.32	0.75
11.100	1,2,3-Trimethylbenzene	C ₉ H ₁₂	MH	0.83	0.77	0.94	0.26
11.310	2,4-heptadienal	C ₇ H ₁₀ O	AAI	0.80	0.46	0.57	-
11.399	Ethyl hexanoate	C ₈ H ₁₆ O ₂	OM	-	-	0.67	-
11.542	Octanal	C ₈ H ₁₆ O	AAI	0.58	1.11	0.92	0.61

11.689	δ -3-Carene	C ₁₀ H ₁₆	MH	0.32	0.32	-	-
11.927	Hexyl acetate	C ₈ H ₁₆ O ₂	OM	-	-	0.42	-
12.013	α -Terpinen	C ₁₀ H ₁₆	MH	0.53	0.26	-	0.23
12.126	1,2,4-Trimethylbenzene	C ₁₀ H ₁₂	MH	0.34	0.21	0.26	-
12.315	Cymene	C ₁₀ H ₁₀	MH	1.41	1.31	0.32	0.80
12.497	Limonene	C ₁₀ H ₁₆	MH	2.59	0.68	3.82	0.52
12.822	Benzyl alcohol	C ₇ H ₈ O	AA	0.55	1.01	0.74	-
13.419	1,5-Heptadiene,2-ethyl-6-methyl	C ₇ H ₁₂	MH	0.40	0.62	0.28	-
13.645	γ -Terpinene	C ₁₀ H ₁₆	MH	0.75	0.35	-	0.26
14.180	trans-Linalool oxide	C ₁₀ H ₁₈ O	OM	0.28	-	-	-
14.290	1-Octanol	C ₈ H ₁₆ O	AAI	0.28	0.28	-	-
14.346	3,3-Dimethyl-1-octene	C ₁₀ H ₂₀	MH	0.20	0.51	-	-
14.804	cis-Linalool oxide	C ₁₀ H ₁₈ O	OM	0.24	-	-	-
14.974	2-Nonanone	C ₉ H ₁₈ O	AAI	1.25	0.43	0.41	0.28
15.348	Linalool	C ₁₀ H ₁₈ O	OM	1.57	0.32	2.15	0.17
15.504	Nonanal	C ₉ H ₁₈ O	AAI	2.74	3.63	3.68	1.20
16.986	3,5,5-Trimethyl-2-cyclohexene-1,4-dione	C ₉ H ₁₂ O ₂	AAI	-	-	0.31	-
17.070	Camphor	C ₁₀ H ₁₆ O	OC	0.18	-	-	-
17.354	Nona-2E,6Z)-dienal	C ₉ H ₁₄ O	AAI	0.19	-	-	-
17.637	Non-2E-enal	C ₉ H ₁₄ O	AAI	0.28	-	0.39	-
17.777	d-Isomenthone	C ₁₀ H ₁₈ O	AAI	-	-	0.42	-
18.396	4-Terpinol	C ₁₀ H ₁₈ O	AA	0.34	-	0.56	-
18.474	Naphthalene	C ₁₀ H ₈	MH	0.58	0.57	0.63	-
18.971	β -Fenchyl alcohol	C ₁₀ H ₁₈ O	OM	0.77	-	2.34	-
19.035	Ethyl octanoate	C ₁₀ H ₁₈ O	OM	-	-	0.60	-
19.179	Dodecane	C ₁₂ H ₂₂	MH	0.15	0.12	0.24	-
19.384	Decanal	C ₁₀ H ₂₀ O	OM	0.53	0.60	0.54	-
19.826	2-Methyl-3-octanone	C ₁₀ H ₂₀ O	AAI	0.25	0.41	0.24	-
20.536	Pulegone	C ₁₀ H ₁₆ O	AAI	-	-	1.85	-
20.993	Linalyl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	OM	0.50	-	2.89	-
21.906	5-Butylnonane	C ₁₃ H ₂₈	MH	0.26	-	0.71	-
22.825	Tridecane	C ₁₃ H ₂₈	MH	0.07	0.10	-	-
22.885	Carvacrol	C ₁₀ H ₁₄ O	OC	-	-	5.21	-
22.921	3-Methyl-4-isopropylphenol	C ₁₀ H ₁₄ O	AA	0.09	0.30	-	-
23.449	2,2-Dimethyltetradecane	C ₁₆ H ₃₄	MH	0.11	1.08	0.64	-
22.568	1,1,2-Trimethylcycloundecane	C ₆ H ₁₂	MH	-	-	-	0.14
23.571	4-Methyltetradecane	C ₁₅ H ₃₂	MH	-	-	0.55	-
23.637	2,2,11,11-Tetramethyldodecane	C ₁₅ H ₃₂	MH	0.15	1.25	0.69	-
24.428	δ -4-Carene	C ₁₀ H ₁₆	MH	-	-	1.64	-
24.436	α -cubebene	C ₁₅ H ₂₄	SH	-	-	-	0.43
24.632	Hexahydrofarnesol	C ₁₅ H ₃₂ O	AA	-	-	-	0.73
24.637	Dihydrocitronellol	C ₁₀ H ₂₀ O	AA	-	0.23	-	-
25.430	α -Copaene	C ₁₅ H ₂₄	SH	-	-	0.24	0.40
25.702	β -bourbonene	C ₁₅ H ₂₄	MH	-	-	-	0.43
26.023	1-Nonadecene	C ₉ H ₁₈	MH	-	0.24	-	-
26.296	Tridecane	C ₁₃ H ₂₈	MH	0.51	0.95	-	-
26.908	Caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	SH	0.90	0.47	3.68	8.66
27.362	α -trans bergamotene	C ₁₅ H ₂₄	SH	-	-	-	0.52
27.771	Cadina	C ₁₅ H ₂₄	SH	-	-	-	0.19
27.860	2,6,10-Trimethylpentadecane	C ₈ H ₁₈	MH	0.33	0.17	0.58	-
27.887	Dodecanol	C ₁₂ H ₂₆ O	AA	-	0.30	-	-
28.005	β -Farnesene	C ₁₅ H ₂₄	SH	-	-	1.03	0.28
28.302	β -Cubebene	C ₁₅ H ₂₄	SH	-	-	-	0.40
28.424	3-Methyltetradecane	C ₁₅ H ₃₂	MH	-	0.21	-	-
28.732	γ -Murolene	C ₁₅ H ₂₄	SH	-	-	-	0.77
28.928	Germaacrene-D	C ₁₅ H ₂₄	SH	-	-	-	2.89
29.160	Octadecyl chloride	C ₁₈ H ₃₇ Cl	AA	-	-	0.31	-
29.305	Valencene	C ₁₅ H ₂₄	SH	-	-	0.53	-
29.305	2-Butyl-1-octanol	C ₁₂ H ₂₆ O	AA	-	0.19	-	-
29.497	α -Amorphene	C ₁₅ H ₂₄	SH	-	-	-	0.37
29.636	Butylated hydroxytoluene	C ₁₅ H ₂₄ O	SH	-	-	-	0.24
29.672	α -Farnesene	C ₁₅ H ₂₄	SH	-	-	1.33	0.11
29.799	β -Bisabolene	C ₁₅ H ₂₄	SH	0.29	0.35	1.67	54.75
29.967	γ -cadinene	C ₁₅ H ₂₄	SH	-	-	-	1.35
30.140	δ -cadinene	C ₁₅ H ₂₄	SH	-	-	-	1.86
30.291	β -Sesquiphellandrene	C ₁₅ H ₂₄	SH	-	-	-	1.16
30.704	α -cadinene	C ₁₅ H ₂₄	SH	-	-	-	0.24
30.811	α -Humulene	C ₁₅ H ₂₄	SH	-	-	-	0.87
31.761	3-Methylpentadecane	C ₁₆ H ₃₄	MH	-	0.16	-	-
32.157	2-Ethylhexanol	C ₈ H ₁₈ O	AA	0.68	2.72	1.13	-
32.435	3-Eicosene	C ₂₀ H ₄₀	SH	-	0.10	-	-
32.670	Tetradecane	C ₁₆ H ₃₄	AH	-	0.28	1.63	0.17
42.686	n-Octyl ether	C ₁₆ H ₃₄ O	AA	1.83	2.69	1.63	-
Bileşen adeti				74	73	67	57
TOPLAM				100.00	100.00	100.00	100.00
	AA: Aromatik alkol			58.06	48.98	21.46	10.92
	AAI: Aromatik aldehit			20.24	32.37	40.27	8.65
	AH: Aromatik hidrokarbon			-	0.28	1.63	0.17
	MH: Monoterpen hidrokarbon			16.34	16.00	13.32	4.58
	OM: Osijenli monoterpen			3.89	1.39	9.61	0.17
	SH: Seskiterpen hidrokarbon			1.19	0.92	8.48	75.49
	OC: Diğer bileşenler			0.18	-	5.21	-

*"- "sembolü 0.01'den az olan bileşenler için kullanılmıştır. *"R.T." Retention Time.

Uçucu bileşenlerin sınıflarına bakıldığında, Antalya ve Isparta yöresinden alınan örneklerde; sırasıyla aromatik alkol (%58.06; %48.98) ve aromatik aldehit (%20.24; %32.37), Adana yöresinden alınan örneklerde; aromatik aldehit (%40.27) ve aromatik alkol (%21.46), Muğla İlinden alınan örneklerde ise; seskiterpen hidrokarbon (%75.49) ve aromatik alkollerin (%10.92) yoğun olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).

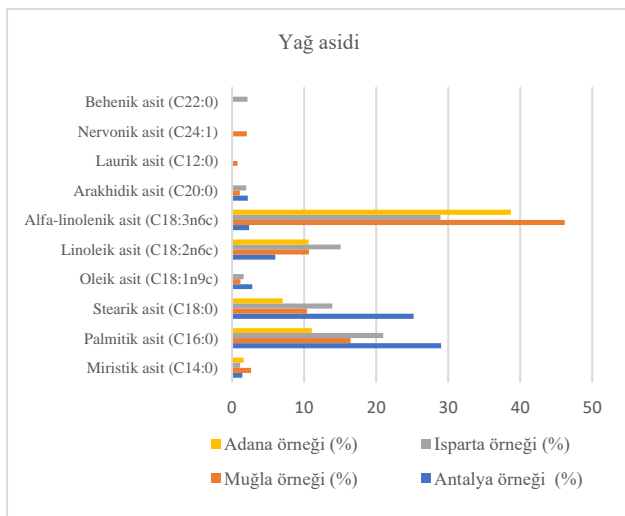
Yaprak ve çiçek yağ asidi analizi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Analizler sonucunda; Muğla, Adana ve Isparta illerinden toplanan örneklerde sırasıyla alfa- linolenik asit (%46.17; %38.68; %28.91), palmitik asit (%16.46; %11.09; %20.99) linoleik asit (%10.66; %10.62; %15.06), Antalya ilinden toplanan örneklerde ise palmitik asit %29.03 ve stearik asit (%25.21) en yoğun yağ asitleri olarak tespit edilmiştir (Şekil 4).



AA: Aromatik alkol, AAI: Aromatik aldehit, AH: Aromatik hidrokarbon, MH: Monoterpen hidrokarbon, OM: Osijenli monoterpen, SH: Seskiterpen hidrokarbon, OC: Diğer bileşenler.

Şekil 2. Yörelerden toplanan *Arbutus*'un yaprak ve çiçeklerin uçucu bileşenlerinin sınıfları.

Figure 2. Classes of volatile components of leaves and flowers of *Arbutus* collected from the regions.



Şekil 4. Yağ asitleri

Figure 4. Fatty acids

Tablo 2. Farklı yörelerden toplanan *Arbutus*'un yaprak ve çiçek yağ asitleri.

Table 2. Leaf and flower fatty acids of *Arbutus* collected from different regions.

Yağ asitleri	Antalya ili örneği (%)	Muğla ili örneği (%)	Isparta ili örneği (%)	Adana ili örneği (%)
Miristik asit (C14:0)	1,43	2,62	1,12	1,62
Palmitik asit (C16:0)	29,03	16,46	20,99	11,09
Stearik asit (C18:0)	25,21	10,43	13,93	7,04
Oleik asit (C18:1n9c)	2,82	1,18	1,62	-
Linoleik asit (C18:2n6c)	6,02	10,66	15,06	10,62
Alfa-linolenik asit (C18:3n6c)	2,38	46,17	28,91	38,68
Arağhidik asit (C20:0)	2,19	1,08	1,97	-
Laurik asit (C12:0)	-	0,75	-	-
Nervonik asit (C24:1)	-	2,07	-	-
Behenik asit (C22:0)	-	-	2,16	-
Diğer	30,92	8,58	14,24	30,95
TOPLAM	100	100	100	100

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada dört farklı ilden toplanan Sandal ağacının uçucu bileşenleri ve yağ asitleri araştırılmıştır. Sandal ağacının yaprak ve çiçek uçucu bileşenleri 4 ilde benzer olmakla birlikte, bileşen sayısı ve oranları arasında önemli varyasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 1). E-2-Hexenal (%33.69-20.97-6.70-3.94) ve Hexanal (%8.77-3.50-2.72-1.06) tüm illerin uçucu bileşenlerinde da bulunan önemli ortak bileşenler olarak saptanmıştır. Ayrıca bütün illerde tespit edilen diğer önemli bileşenler olarak; E-2-Hexenal (33.69) Antalya ilinde, E-2-Hexenal (%20,97) Isparta ilinde, Hexanal (%14.17) Adana ilinde ve B-Bisabolene (%54.75) Muğla ilinde diğer illere oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Antalya ve Isparta illerinde önemli oranda E-2-Hexenal (%33,69-20,97) bileşeni tespit edilmiştir. 4-Terpineol, β -Fenchyl alcohol, Linalyl acetate ve 5-Butylnonane sadece en yüksek rakıma sahip Antalya ili ve en düşük rakıma sahip Adana ilinde tespit edilmiştir. Farklı illerden alınan yaprak ve çiçek örneklerinin uçucu bileşenlerinde belirlenen farklılıkların bitkilerin genetik yapıları ile iklimsel farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Sandal ağacının örneklerinin alındığı iller birbirlerinde oldukça farklı ekolojik koşullara (sıcaklık, yağış, rakım vb.) sahip oldukları için çiçek açma dönemleri arasında önemli zaman farkı olduğu da görülmüştür.

Sandal ağacı yaprak ve çiçek yağ asidi analizi sonucunda Muğla, Adana ve Isparta illerinde Alfa-linolenik asit (%46,17-38,68-28,91) yüksek oranda bulunurken Antalya ilinde (%2,36) ise düşük oranda olduğu belirlenmiştir. Antalya ilinde ise Palmitik asidin (%29,03) diğer illere göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Laurik asit ve Nervonik asit sadece Muğla ilinde ve Behenik asit ise sadece Isparta ilinde tespit edilmiştir. Bitkilerde yağ asitleri sentezi genetik, ekolojik, morfolojik ve fizyolojik özelliklere bağlı olarak değişmektedir (Baydar, 2000). Çalışmadaki yağ asidi değişimlerinin bu özelliklerden kaynakladığı düşünülmektedir.

Dönmez (2018), *Arbutus andrachne*'nin odununda yağ asitlerini incelemiş ve lipofilik ekstraktiflerin toplam miktarı *A. andrachne* odununda 3,39 mg/g yağ asidi tespit etmiştir. Yapılan çalışmalar incelediğinde Sandal ağacının yaprak ve çiçek uçucu bileşenleri ve yağ asitleri konusunda yeterince çalışma olmadığı ancak Kocayemiş (*A. unedo*) türünde çalışmaların olduğu anlaşılmıştır. Kivcak vd., (2001) yaptıkları çalışmada *A.unedo*' nun yapraklarından 37 adet bileşen tespit etmişler ve en etken bileşenler (E)-2-decenal (%12), α -terpineol (%8,8), heksadekanoik asit (%5,1) ve (E)-2-undesenal (%4,8) belirlemişlerdir. Kahriman vd., (2010) *A. unedo*'nun çiçek ve meyvelerinde 49 adet bileşen tespit etmişler ve en etken bileşenler çiçeğin yağında α -terpineol (%16,3) meyvenin uçucu yağı heksadekanoik asit (%21,7) belirlemişlerdir. Ayrıca *Listeria monocitogenes* ve *Enterococcus faecalis*'e karşı orta derecede antibakteriyel aktivite gösterdiğini bulmuşlardır. Bessah ve Benyoussef (2012) Cezayir'de bulunan *A. unedo* yapraklarının uçucu yağ bileşimi ile ilgili yapmış olduğu çalışmada palmitik asit (%35,2), Linoleik asit (%18,8), p-cresol, 2,6-di-tert-butyl- (%6,2) yağ asitleri tespit edilmiştir. Dib vd., (2010) *A. unedo*'nun yağ asidi yaprak ve gövde kısımlarından yüksek seviyelerde alifatik (sırasıyla %32,1 ve %62,6) ve terpenik bileşikler (sırasıyla %49,6 ve %25,7) tespit etmişlerdir.

Yapmış olduğumuz çalışma ile *A. unedo*'da yapılan çalışma sonuçları gerek tür gerekse coğrafi özelliklerinin farklılığından dolayı analizler arası farklılıklar görülmektedir.

Bu çalışma, Sandal ağacı (*Arbutus andrachne*) türünün yaprak ve çiçeklerinin antioksidan, antimikrobiyal ve antibakteriyel özellikleri ile ilgili yapılacak çalışmalara ışık tutması bakımından önemli olduğu aşikârdır. Aynı zamanda meyveleri yaygın olarak Akdeniz havzasında marmelat ve sofralık olarak tüketilen geleneksel gıdalar olarak ta kullanılmaktadır. Bu türün tıbbi, gıda, kozmetik gibi sektörlerin ham madde kaynağı olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda çalışmanın bu sektörlerle katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destek Programı kapsamında 1919B012101722 başvuru no'lu proje ile desteklenmiştir. Ebru Hatice TIĞLI KAYTANLIOĞLU, sürdürülebilir ormancılık tematik alanında YÖK 100/2000 doktora bursiyeridir.

KAYNAKLAR

- Anonim. 1.** Nuh'un Gemisi Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Veritabanı.
<https://nuhungemisi.tarimorman.gov.tr/public/istatistik>. Erişim tarihi; 03.04.2023.
- Ayaz, F. A., Kucukislamoglu, M. & Reunanen, M. (2000).** Sugar, non-volatile and phenolic acids composition of strawberry tree (*Arbutus unedo* L. var. *ellipsoidea*) fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, **13**(2), 171-177.
- Baydar, H., (2000).** Bitkilerde yağ sentezi, kalitesi ve kaliteyi artırmada ıslahın önemi. *Ekin Dergisi*, **11**, 50-57.
- Bessah, R. & Benyoussef, E.H. (2012).** Essential oil composition of *Arbutus unedo* L. leaves from Algeria. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, **15**(4), 678-681.
- Davis, P.H. (1988).** Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Univ. Press, Edinburgh.
- Dib, M. A., Paolini, J., Bendahou, M., Varesi, L., Allali, H., Desjobert, J.M. & Costa, J. (2010).** Chemical composition of fatty acid and unsaponifiable fractions of leaves, stems and roots of *Arbutus unedo* and in vitro antimicrobial activity of unsaponifiable extracts. *Natural Product Communications*, **5**(7), 1085-90. DOI: [1934578X1000500721](https://doi.org/10.1002/npc.1934578X1000500721)
- Dingil, S. (1990).** Bitkilerle Anadolu. Güney, Orta ve Batı Anadolu'da tarihi turistik yörelerde rastlanan bir kısım bitkiler ve çiçekler, Antalya.
- Dönmez, İ.E. (2018).** Lipophilic and hydrophilic extractives from Strawberry tree (*Arbutus andrachne* L.) and oriental plane (*Platanus orientalis* L.). Wood. *Applied ecology and environmental research*, **16**(1), 741-747.
- Eminağaoğlu, Ö. & Akkemik, Ü. (2020).** Ericaceae. In: Ünal Akkemik (ed). Türkiye'nin Bütün Ağaçları ve Çalıkları, İstanbul: *Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları*. 487-489.
- Faydaoğlu, E. & Sürücüoğlu, M. (2011).** Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, **11**(1), 52-67.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (2012).** Türkiye Bitkiler Listesi (Damarlı Bitkiler), İstanbul: *Nezhat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını*.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. & Başer, K.H.C. (2000).** Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Volume 11, Supp. 2.

-
- Kahriman, N., Albay, C.G., Dogan, N., Usta, A., Karaoglu, S.A. & Yayli, N. (2010).** Volatile constituents and antimicrobial activities from flower and fruit of *Arbutus unedo* L. *Asian Journal of Chemistry*, **22**(8), 6437.
- Kivcak, B., Mert, T., Demirci, B. & Baser, K.H.C. (2001).** Composition of the essential oil of *Arbutus unedo*. *Chemistry of Natural Compounds*, **37**(5), 445-446.
- Korkmaz, M. & Alkan, H. (2014).** İhra ürün olarak odun dışı orman ürünlerinden elenk üretimi ve yöre ekonomisine katkıları (Burdur-Bucak ilçesi örneği. *Orman Mühendisliği*, **51**(10-11-12), 21-24.
- Mostafa, S. E., Karam, N. S., Shibli, R. A. & Alali, F. Q. (2010).** Micropropagation and production of arbutin in oriental strawberry tree (*Arbutus andrachne* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, **103**(1), 111-121.
- Oliveira, I., Coelho, V., Baltasar, R., Pereira, J.A. & Baptista, P. (2009).** Scavenging capacity of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) leaves on free radicals. *Food and chemical Toxicology*, **47**(7), 1507-1511.
- Pallauf, K., Rivas-Gonzalo, J.C., Del Castillo, M.D., Cano, M.P. & de Pascual-Teresa, S. (2008).** Characterization of the antioxidant composition of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, **21**(4), 273-281.
- Ruiz-Rodríguez, B. M., Morales, P., Fernández-Ruiz, V., Sánchez-Mata, M. C., Camara, M., Díez-Marqués, C. & Tardío, J. (2011).** Valorization of wild strawberry-tree fruits (*Arbutus unedo* L.) through nutritional assessment and natural production data. *Food Research International*, **44**(5), 1244-1253.