

## Gümüşhane yöresinde yetişen *Ribes petraeum* Wulfen (Frenk Üzümü) bitkisinden uçucu yağın elde edilmesi, kimyasal içerik ve biyolojik aktivitelerinin belirlenmesi

*Determination of chemical content and biological activities obtaining essential oil from Ribes petraeum Wulfen plant grown in Gümüşhane region*

Şeyda Merve KARATAŞ<sup>1,a</sup>, Mehmet ÖZ<sup>\*2,b</sup>, Muhammed Said FIDAN<sup>3,c</sup>, Cemalettin BALTACI<sup>1,d</sup>, Osman ÜÇÜNCÜ<sup>4,e</sup>

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 29100, Gümüşhane

<sup>2</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, 29100, Gümüşhane

<sup>3</sup>Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 16310, Bursa

<sup>4</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maçka Meslek Yüksekokulu, Eczane Hizmetleri Bölümü, 61750, Trabzon

• Geliş tarihi / Received: 20.09.2021

• Düzeltılarak geliş tarihi / Received in revised form: 11.01.2022

• Kabul tarihi / Accepted: 09.02.2022

### Öz

Bu makalede; *R. petraeum* bitkisinin yapraklarının uçucu yağı Clevenger tipi cihazda su buharı-distilasyonu metodu ile alınmıştır. Uçucu yağın kimyasal bileşimleri, GC-MS/FID cihazı ile analiz edilerek belirlenmiştir. Elde edilen uçucu yağın antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi serbest radikal giderme (DPPH ve ABTS) aktivitesine ve demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) kapasitesi yöntemlerine göre yapılmıştır. Ayrıca bazı biyoaktif bileşen içerikleri toplam fenolik madde miktarları (TPC), toplam flavonoid madde miktarları (TFC), toplam antioksidan aktivite (TAC) çalışmalarıyla belirlenmiştir. Uçucu yağın antimikrobiyal aktiviteleri ise disk difüzyon yöntemi ile 23 farklı mikroorganizmaya karşı belirlenmiştir. Sonuç olarak; yüzde uçucu yağ verimi *R. petraeum* bitkisinin yapraklarında %0.47 olarak bulunmuştur. Bitki yapraklarının uçucu yağında % oran olarak en yüksek bileşik bulunan kimyasal sınıf aldehitler (%55.98) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, uçucu yağında bulunan ana bileşen (*E*)-2-hegzanal (%52.90) olarak saptanmıştır. Bitki kısımlarının toplanan örneklerine ait elde edilen antioksidan aktivite tayininde DPPH ve ABTS miktarları sırasıyla 18.73 mg AA/100 mL ve 21.31 mg AA/100 mL aralığında ve FRAP kapasitesi 6.50 mg FeSO<sub>4</sub>/100 mL tespit edilmiştir. Biyoaktif bileşen içeriklerinin TPC miktarı 66.37 mg GA/100 mL, TFC miktarı 1.51 mg QE/100 mL ve TAC miktarı 195.43 mg AA/100 mL olduğu bulunmuştur. Bitki kısmının toplanan örneklerine ait elde edilen antimikrobiyal aktiviteleri analizleri sonucuna göre mikroorganizmalara karşı herhangi bir antimikrobiyal aktivite göstermedikleri belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Antioksidan ve antimikrobiyal, GC-MS, Kimyasal bileşim, *Ribes petraeum*, Uçucu yağ

### Abstract

In this study; essential oil of the leaves of *R. petraeum* plant were determined by hydrodistillation method in a Clevenger type device. The chemical compositions of volatile oil were determined by analyzing with a GC-MS/FID instrument. The amount of antioxidant activities of the obtained essential oil were determined by free radical scavenging (DPPH and ABTS) amounts, and Ferric (III) Reducing Antioxidant Power (FRAP) capacity according to methods. In addition, some bioactive compounds contents were determined by total phenolic content (TPC), total flavonoid content (TFC), total antioxidant activity (TAC) studies. Antimicrobial activities of volatile oil were attained against 23 different microorganisms by disc diffusion method. As a result; the percent essential oil yield was determined as 0.47% in the leaves of the *R. petraeum*. The chemical class with the highest percentage of compounds in the essential oil of plant part: Aldehydes (55.98%) were determined in the leaves of the *R. petraeum*. In addition, the main component in its essential oil was found as (*E*)-2-hexenal (52.90%) in the leaves of the *R. petraeum*. The amount of antioxidant activities obtained from samples collected from plant parts were determined as 18.73 mg AA/100 mL and 21.31 mg AA/100 mL in DPPH and ABTS, and 6.50 mg FeSO<sub>4</sub>/100 mL in FRAP capacity. The bioactive component contents were found as 66.37 mg GAE/100 mL in TPC, 1.51 mg QE/100 mL in TFC, 195.43 mg AA/100 mL in TAC. According to the results of the antimicrobial activities analysis obtained from the collected sample of plant parts, leaves of *R. petraeum* were not showed any antimicrobial activity against the microorganisms used.

**Keywords:** Antimicrobial and antioxidant, GC-MS, Chemical composition, *Ribes petraeum*, Essential oil

<sup>a</sup> Mehmet ÖZ, mehmetoz@gumushane.edu.tr, Tel: (0456) 233 10 60, orcid.org/0000-0001-8392-4476

<sup>b</sup> orcid.org/0000-0002-5221-1681

<sup>c</sup> orcid.org/0000-0001-6562-6299

<sup>d</sup> orcid.org/0000-0002-4336-4002

<sup>e</sup> orcid.org/0000-0003-0858-0188

## 1. Giriş

### 1. Introduction

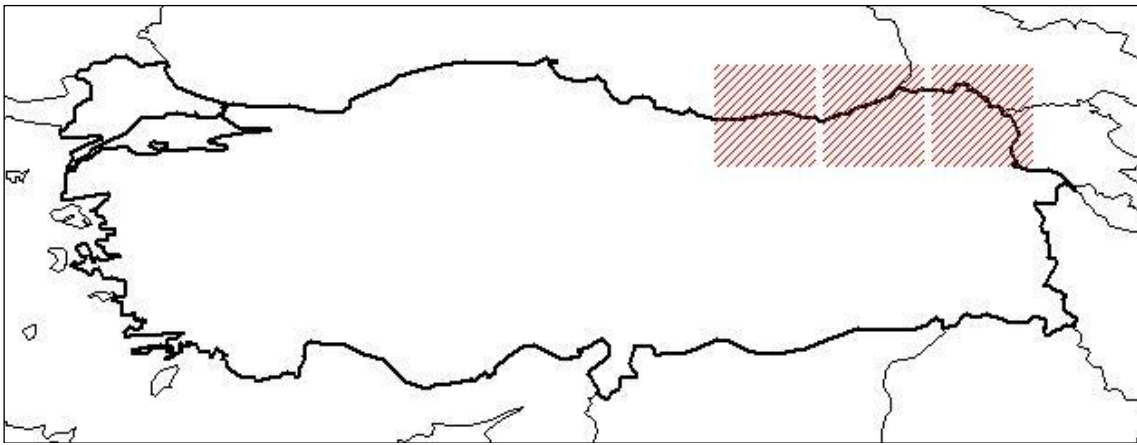
Günümüzde ormanların gelir getirmekten başka çok çeşitli hizmet ve fonksiyonlarının olduğu, odundan başka ürünlerinin olduğu ve bu ürünlerle ilgili talebin gittikçe arttığı, sadece ticari gelir sağlamakla değil, aynı zamanda orman köylüleri başta olmak üzere yerel ihtiyaçların karşılanması da, her geçen gün daha kuvvetli bir biçimde fark edilmektedir. Tüm bunlar ormanların sürdürülebilir yönetimini gerekli kılmaktadır. Bunun için özellikle yerel ihtiyaçların karşılanması sağlanmalı bundan sonra ticari beklentiler söz konusu olmalıdır. Odun dışı bitkiler, orman köylüleri ve küçük orman sahipleri için önemli girdi kaynaklarıdır. Ülkemiz odun dışı orman ürünleri (ODOÜ) bakımından çok zengin bir çeşitliliğe ve üretim potansiyeline sahiptir. Ülkemizde 2020 yılında gerçekleşen odun dışı orman ürünleri üretim miktarı 829 bin ton, bu üretimden orman köylüsünün kazancı 800 milyon TL ve ülke ekonomisine katkısı ise 6 milyar TL olarak gerçekleşmiştir (Ogm, 2021).

Odun dışı orman ürünlerinden biri olan Frenk üzümü *Ribes petraeum* Wulfen (sinonim: *Ribes biebersteinii* Berl. ex. DC.) 1-3 m. boylarında, dikensiz bir çalı, çiçek kurulu eğik bir salkım halinde, yapraklar 12 x 13 cm, dip kısmı yürek gibi, 3-5 loplu, 22-40 çiçekli, orta eksenli tüysüzdür. Çiçek sapı yaprakçığı (Braktecik) 1 mm, çiçekler hermafrodit, kırmızımsı, çiçek yapısı çan şeklinde, taç yapraklar çanak yaprağın yarısı kadardır. Meyve küremsi, 4-6 mm, kırmızı, tüysüzdür. A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve C vitaminleri, süksinik asit, sitrik asit, malik asit, pektin, musilaj ve tuzları içerir. İdrar söktürücü, kan temizleyici, vitamin zenginliği,

kabızlığı giderici etkileri vardır. Meyvelerinden şurup ve meyve suyu şeklinde yararlanılır. Meyve olarak yenildiğinde hazmı kolaylaştırarak gidermektedir. Çok lezzetli reçel ve marmelatı olur, yaprakları sıvı ekstre halinde romatizmal hastalıklara karşı etkilidir. Bu sıvının lapa halinde haricen eklem çıkıkları ağrılarına karşı tedavi özelliği de bulunmaktadır. Meyveleri kozmetik sanayinde, yüz maskeleri olarak cansız ve yorgun deriyi güçlendirir. (Chiej, 1988). Bitkinin meyve, yaprak, tomurcuk ve çiçeklerinde uçucu yağ bulunmaktadır.

*Ribes petraeum*'un Ülkemizdeki dağılımı Şekil 1'de, genel bir görünüşü ise Şekil 2'de gösterilmiştir.

Literatürde, bitkilerden elde edilen uçucu yağın kimyasal bileşimlerinin belirlenmesi ve bu yağın antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi üzerine pek çok çalışma mevcuttur (Üçüncü, 2010). Uçucu yağın eldesinde bitkilerin içerdikleri uçucu yağ miktarına ve cinsine, kullanılan kısma ve hassasiyetine göre farklı yöntemler kullanılır. Bu yöntemler distilasyon, sıkma, çözücü ekstraksiyonu, yağ ekstraksiyonu (anfloranj), karbondioksit ekstraksiyonu ve hidrodiffüzyon/süzme teknikleri kullanılmaktadır. Uçucu yağın antioksidan özelliklerinin belirlenmesinde CUPRAC Yöntemi, TEAC Troloks/ABTS Yöntemi, FRAP Yöntemi, DPPH Yöntemi ve toplam fenolik madde tayini yöntemleri kullanılabilir (Sanchez-Moreno vd., 1998; Gámez-Meza vd., 1999). Antimikrobiyal etkilerin belirlenmesinde ise disk difüzyon, agar difüzyon ve MIC yöntemleri kullanılmaktadır (Sağdıç & Özcan, 2002).



Şekil 1. *Ribes petraeum*'un ülkemizdeki dağılımı (Tübives, 2018)  
Figure 1. Distribution of *Ribes petraeum* in Turkey (Tübives, 2018)



**Şekil 2.** *Ribes petraeum* (Foto: Mehmet ÖZ, 31.05.2020)

**Figure 2.** *Ribes petraeum* (Photo: Mehmet ÖZ, 31.05.2020)

Delazar vd. (2010), *R. biebersteinii* bitki meyvelerinin metanol özütlerinin HPLC ile analizi sonucunda serbest radikal temizleyici 5 adet siyanidin glikozit tespit etmişlerdir. Bunlar 3-*O*-sambubiosil-5-*O*-glukosil siyanidin, siyanidin 3-*O*-sambubiosit, siyanidin 3-*O*-glukozit, siyanidin 3-*O*-(2G-ksilosil)-rutinositve siyanidin 3-*O*-rutinosit'dir. Delazar vd. (2010a), *R. biebersteinii* bitki yapraklarının metanol ekstraksiyonunun HPLC ile analizi sonucunda serbest radikal temizleyici 4 adet flavonol glikozit tespit etmişlerdir. Bunlar kuersetin 3-*O*-sophorosit, kuersetin 3-*O*-sambubiosit, kamferol 3-*O*-sophorosit ve kamferol 3,5-di-*O*- $\beta$ -glukopiranosit'dir. Ikuta vd. (2012), *Ribes nigrum* L. özütlerinin anti viral ve anti bakteriyel etkilerini araştırmışlardır. %1'den az konsantrasyonda HSV-1, IFV-A, IFV-B, RSV virüslerininin %50'den fazla çoğalmasını inhibe ettiğini ayrıca, %10 özütün bu virüslerin hücre yüzeyine absorpsiyonunu %85'in üzerinde engellediğini belirtmiştir.

Gümüşhane yöresinde yetişen *R. petraeum* bitkisi hakkında kimyasal bileşimlerinin belirlendiği ve uçucu yağın antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin araştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, *R. petraeum* yaprak örneklerinin uçucu yağ kompozisyonu, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin açığa çıkarılması ve literatüre katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve metot

### 2. Material and method

#### 2.1. Materyal

##### 2.1 Material

Bu çalışmada materyal olarak Gümüşhane İli sınırları içinde bulunan Kürtün-Örümcek Ormanları'ndan (40°39'43"K, 39°01'40"D yükselti: 1540m) toplanan *R. petraeum* bitki yaprakları kullanılmıştır. Örneklerin alındığı lokasyon Şekil 3'te gösterilmiştir. Bitki materyali Giresun Üniversitesi, Dereli Meslek Yüksek Okulu, Ormancılık Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Mutlu Gültepe tarafından teşhis edilmiştir. Bitki örneği, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü Herbariumuna KTUB Gültepe 720 numarası ile kayıt edilmiştir.

#### 2.2 Metot

##### 2.2 Method

##### 2.2.1. Örneklerin uçucu yağın elde edilmesi

###### 2.2.1. Obtaining essential oil of the samples

Uçucu yağın elde edilmesi su buharı distilasyonu prensibine dayalı çalışan modifiyeli Clevenger cihazı ile yapılmıştır. Yaprak örneklerinden 100 g alınmış ve parçalanarak şilifli balonlara yerleştirilmiştir. Yaprakların üzerine 500 mL saf su ilave edilerek 4-6 saat süre ile distilasyon işlemi yapılmıştır (Küçük vd., 2006).



**Şekil 3.** Örneklerin alındığı lokasyon  
**Figure 3.** Location where samples were taken

### 2.2.2. GC-MS/FID ile uçucu yağ bileşenlerinin analizi

#### 2.2.2. Analysis of essential oil components with GC-MS/FID

Clevenger sisteminde su buharı distilasyonu ile elde edilen uçucu yağ hekzanda çözülerek 0.45 mikron filtreden geçirildi ve amber renkli viallere konarak oto örnekleyiciye yerleştirilmiştir. HP-5 apolar kapiler kolonun kullanılarak GC-MS/FID cihazı ile bileşenler tespit edilmiştir.

Uçucu bileşikler gaz kromatografisi kolonunda ayrıldıktan sonra kütle spektrofotometresinde her birinin tek tek kütle spektrumları alınmış ve her bir bileşenin kütle spektrumları NIST ve Willey kütüphanelerinin referans bileşikleriyle karşılaştırarak yapıları aydınlatılmıştır. Tespit edilen bileşiklerin doğrulanması için bileşiklere ait

kovats indeksleri literatür verileriyle karşılaştırılmıştır. Uçucu yağın ölçümü ise Gaz Kromatografisi Alev İyonizasyon Detektörü ile yapılmıştır. Tablo 1'de verilen GC-MS çalışmasında tanımlanan şartlar, GC içinde aynı olup, aynı kolona 1 µL hekzan içerisinde uçucu yağ enjekte edilerek split oranı 1:5 şeklinde olarak ayarlanmıştır. GC-MS analizleri, Agilent-7890 model cihazında yapılmış ve analiz için HP-5 model apolar kapiler kolon (30 m x 0.32 mm, film kalınlığı 0.25 µm) kullanılmıştır.

Taşıyıcı gaz olarak 1 mL/min akış hızıyla helyum kullanılarak enjeksiyonlar 230 °C'de split modunda uygulanmıştır. Hekzan (GC sınıfı) içindeki 1 µL uçucu yağ çözeltisi enjekte edilmiş ve başlangıçta 60 °C'de 2 dakika tutularak sonrasında 3 °C/min artışla 240 °C'ye çıkarılarak spektrumlar alınmıştır.

**Tablo 1.** Bitkinin uçucu yağ analizleri için kullanılmış GC/MS koşulları

**Table 1.** GC/MS conditions used for essential oil analysis of the plant

Cihaz	Şartlar
Sistem	Agilent-7890A GC-MS Cihazı
Kolon	HP-5 model apolar kapiler kolon (30 m x 0.32 mm i.d., film kalınlığı 0.25 µm)
Taşıyıcı Gaz ve Akış Hızı	Helyum 1 mL/dak
Dedektör	FID
Enjeksiyon Sıcaklığı	230 °C
Kolon Sıcaklığı	60 °C'de 2 dak, dakikada 3 °C artışla 240 °C'ye programlanmış, 240 °C'de tutulmalı
Split Oranı	1:5
Elektron Enerjisi	0 eV
Enjeksiyon Miktarı	1µL

### 2.2.3. Antioksidan aktivite tayini

#### 2.2.3. Antioxidant activity determination

Antioksidan çalışmalarında yaprak örneklerine ait uçucu yağ modifiyeli clevenger tipi cihaz yardımıyla elde edilmiştir. Elde edilen uçucu yağ ile yapılan antioksidan analizi ön denemelerinde aktivitelerinin çok yüksek olmadığı görülerek, örnekler sulandırma yapılmadan kullanılmıştır.

#### 2.2.3.1. Serbest radikal giderme aktivitesi (DPPH ve ABTS)

##### 2.2.3.1. Free radical scavenging activity (DPPH and ABTS)

DPPH; numunelerin serbest radikal giderme aktivitesi, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) metodu ile gerçekleştirilmiştir (Sağdıç vd., 2011;

Ahmed vd., 2015). Yapraklardan elde edilmiş 200 µL uçucu yağ örneklerine 4 mL, 0.1 mM metanolde hazırlanan DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) çözeltisi eklenmiştir. Karanlıkta ve oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyonun ardından numunelerin absorpsanları 517 nm dalga boyunda kontrol çözeltisine karşı okunmuştur. Her bir örnek için 3 (paralel) analiz yapılarak numunelerin serbest radikal giderme aktivitesi % inhibisyon olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır. Sonuçlar, mg AA Eşdeğeri/100 mL ve % serbest radikal giderme ± standart sapma olarak verilmiştir. Karşılaştırma standartı olarak Askorbik asit ve Trolox kullanılmıştır. Trolox çalışma çözeltisi 25, 50, 100, 200, 400 µg/mL ve askorbik çalışma çözeltisi 20, 50, 100, 150, 200 ve 400 µg/ml konsantrasyonlarında çalışılmıştır. % inhibisyon oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{İnhibisyon (\%)} = \left[ \frac{(\text{Kontrol Absorbansı} - \text{Örneğin Absorbansı})}{\text{Kontrol Absorbansı}} \right] \times 100 \quad (1)$$

ABTS; 150 µL numune alınarak 2850 µL ABTS çalışma çözeltisi ilave edilmiştir. Karışım vortekslenerek 120 dk karanlıkta beklenmiştir. Elde edilen çözelti sonra 734 nm'de spektrofotometre absorpsansı okunmuştur. Kör olarak 150 µL metanol kullanılmıştır. Aynı

işlemler standartlardan (askorbik asit) 150 µL alınıp tekrar edilmiştir. Örneklerin ABTS katyonu giderme aktivitesi miktarları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır (Ahmed vd., 2015). Sonuçlar mg AA Eşdeğeri/100 mL ve % serbest radikal giderme ± standart sapma olarak verilmiştir.

$$\text{İnhibisyon (\%)} = \left[ \frac{(\text{Kontrol Absorbansı} - \text{Örneğin Absorbansı})}{\text{Kontrol Absorbansı}} \right] \times 100 \quad (2)$$

#### 2.2.3.2. Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) yöntemi

##### 2.2.3.2. Ferric (III) ion reducing antioxidant power (FRAP) method

250 µL numune alınarak 2750 µL FRAP çözeltisi ilave edilmiştir. Karışım vortekslenerek 30 dakika beklenmiştir. Kör olarak 500 µL saf su kullanılmıştır. Standartlardan 250 µL alınarak aynı işlemler tekrarlanmıştır. Analiz sonuçları, FeSO<sub>4</sub> (10, 25, 50, 100 ve 200 µl/ml) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak toplam demir indirgeme kapasitesi mg FeSO<sub>4</sub> Eşdeğeri/100 mL olarak ifade edilmiştir (Ahmed vd., 2015).

sonrasında 200 µL Folin-ciocalteu's reaktifi ilave edilmiştir. Karışım vortekslenmiş ve 10 dakika oda şartlarında inkübe edildikten sonra üzerine 600 µL %10 lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi ilave edilmiştir. Elde edilen karışım tekrar vortekslenildikten sonra oda şartlarında karanlıkta 120 dakika inkübasyona bırakılmıştır. İnkübe süresi bitiminde karışımın 760 nm deki absorpsansı okunmuştur. Analizde 3.7 mL su+500 µL metanol +100 µL folin-ciocalteu'us reaktifi+600 µL %10'luk Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> karışımı kör olarak kullanılmıştır. Örneklerin sonuçları, gallik asidin (20, 40, 60, 80, 120 ve 160 µg/mL) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak toplam fenolik mg GA Eşdeğeri/100 mL olarak belirlenmiştir (Kasangana vd., 2015).

#### 2.2.4. Toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı

##### 2.2.4. Total amount of phenolic and flavonoid substances

Toplam fenolik madde miktarları; uçucu yağdan 300 µL örnek alınarak 3.4 mL deiyonize su eklenmiştir. Karışıma 0.5 mL metanol ve

Toplam flavonoid madde miktarı; 500 µL uçucu yağ örneği üzerine 3200 µL metanol (%30 v/v) ilave edilmiştir. Karışıma 1000 µL molybdate reaktifi ilave edilmiştir. Karışım vortekslenerek üzerine 0.5 M sodyumnitrit çözeltisinden 150 µL eklenmiştir. Daha sonra ise 150 µL 0.3 M alüminyum klorür eklenmiştir. 5 dk beklendikten sonra 1 mL 1 M NaOH çözeltisi ilave edilmiştir.

Karışım tekrar vorteksenerek 10 dk beklendikten sonra 506 nm’de spektrofotometre absorbanı okunmuştur. Kör olarak 500 µL saf su kullanılarak ve standartlardan 500 µL alınıp aynı işlemler yapılmıştır. Uçucu yağ örneklerinde toplam flavonoid madde miktarları kuersetin (50, 100, 150, 200, 400 ve 800 µg/mL) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak toplam flavonoid mg Kuersetin Eşdeğeri/100 mL olarak belirlenmiştir (Kasangana vd., 2015).

### 2.2.5. Toplam antioksidan aktivitesi

#### 2.2.5. Total antioxidant activity

Yönteme göre 500 µL uçucu yağ örneğinden alınarak 2500 µL deiyonize su ilave edilmiştir. Karışıma 1000 µL molybdate reaktifi ilave edilmiştir. Karışım vorteksenerek ve 90 dakika 95 °C su banyosunda ağızları kapalı biçimde inkübe edilmiştir. Su banyosundan alınarak oda şartlarında sıcaklığa gelmesi için 20-30 dk beklenmiştir. Kör olarak örnek yerine 250 µL saf su kullanılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen reaksiyon karışımlarının absorbanı 695 nm spektrofotometre belirlenmiştir. Aynı işlemler standartlardan 500 µL alınıp tekrar edilmiştir. Uçucu yağ örneklerinin analiz sonuçları askorbik asidin (25, 50, 100, 150, 250, 500 ve 900 µg/mL) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak toplam antioksidan mg AA (Askorbik asit) Eşdeğeri/100 mL uçucu yağ olarak verilmiştir (Kasangana vd., 2015).

### 2.2.6. Antimikrobiyal aktivite tayini

#### 2.2.6. Determination of antimicrobial activity

Çalışmada elde edilen uçucu yağın antimikrobiyal aktiviteleri disk difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir (Matuschek vd., 2014). Antimikrobiyal aktivite, bakteri ve mayaların hazırlanması ile örneklerin hazırlanması olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

#### 2.2.6.1. Bakteri ve mayaların hazırlanması

##### 2.2.6.1. Preparing bacteria and yeasts

Çalışmada antimikrobiyal aktivite analizi için *Aeromonas hydrophila* ATCC 35654, *Bacillus cereus* ATCC 9634, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Escherichia coli* O157:H7 35150, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Micrococcus*

*luteus* KCTC 10240, *Proteus vulgaris* FMC, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Salmonella typhimurium* ATCC 23566, *Shigella flexneri* ATCC 12022, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802 ve *Yersinia enterocolitica* ATCC 1501 olmak üzere 17 bakteri ve *Aspergillus flavus* ATCC 46283, *Candida albicans* ATCC 10231, *Fusarium oxysporum* ATCC 44187, *Penicillium expansum* ATCC 7861, *Saccharomyces cerevisiae* S288C ve *Zygosaccharomyces bailii* ATCC 66825 olmak üzere 6 adet maya-küf kullanılmıştır. Bakteriler Nutrient Broth besiyerinde 36 °C’de 24 saatlik birinci aktifleştirmeden sonra 36 °C’de 18 saatlik ikinci aktifleştirmenin ardından kullanılmıştır. İkinci aktifleştirme sonunda, hazırlanan steril Nutrient Agar besiyerlerinin üzerlerine swap metodu ile sürme yapılmıştır. Maya ve küfler ise Malt Özüt Broth besiyerinde 27 °C’de 48 saatlik birinci aktifleştirmenin akabinde 24 saatlik ikinci aktifleştirmeden sonra kullanılmıştır. İki kere aktifleştirilen maya ve küfler Malt Özüt Agar üzerine, bakteriler de olduğu gibi swap metodu ile sürülerek analize hazır hale getirilmiştir.

#### 2.2.6.2. Uçucu yağ örneklerinin hazırlanması

##### 2.2.6.2. Preparing essential oil samples

Çalışmada cleveger yöntemi ile elde edilen uçucu yağ steril antimikrobiyal disklere 20 µL emdirilerek “2.2.6.1. Bakteri ve Mayaların hazırlanması” başlığında bahsedildiği gibi hazırlanan petrielerin üzerine yerleştirilmiştir. Bakteri içeren petrieler 36 °C’de 24 saat, maya ve küf içeren petrieler ise 27 °C’de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Belirlenen süre sonunda disklerin etrafında meydana gelen şeffaf zonlar ölçülerek sonuçlar bulunmuştur.

### 3. Bulgular

#### 3. Results

*R. petraeum* yapraklarından elde edilen uçucu yağın GC-MS/FID analiz sonuçları Tablo 2’de ve kimyasal bileşenleri ise Tablo 3’te verilmiştir.

Yüzde olarak uçucu yağ verimi *R. petraeum* bitkisinin yapraklarında %0.47 olarak bulunmuştur. Uçucu yağın GC-MS/FID yöntemleri ile analizi sonucunda, *R. petraeum*’un yapraklarına ait uçucu yağında, toplamda 120 bileşiğin yapısı aydınlatılmış olup, 5 bileşiğin yapısı ise tanımlanamamıştır.

**Tablo 2.** *R. petraeum* yapraklarından elde edilen uçucu yağın GC-MS/FID analiz sonuçları  
**Table 2.** GC-MS/FID analysis results of essential oil obtained from *R. petraeum* leaves

Sıra No	Bileşikler	Bileşik Sınıfı	RT	% Alan	Kovats Index	Literatür Kovats Index
1	1-Penten-3-ol	Alkol	4.69	0.05	695	688
2	3-Metil butanal	Aldehid	4.75	0.04	699	697
3	Heptan	Hidrokarbon	4.93	0.55	707	700
4	2-Etil furan	Diğer	4.99	1.26	709	712
5	2,5-Dimetil tetrahidrofuran	Diğer	5.19	0.01	717	727
6	Metil siklohegzan	Hidrokarbon	5.42	0.44	726	726
7	(E)-2-Pental	Aldehid	6.14	0.10	755	755
8	Toluen	Hidrokarbon	6.46	0.02	767	766
9	(Z)-2-Penten-1-ol	Alkol	6.55	0.05	771	774
10	Hegzanal	Aldehid	7.37	0.77	802	802
11	2-Hegzin-1-ol	Alkol	9.02	1.34	846	847
12	(E)-2-Hegzenal	Aldehid	9.62	52.90	862	863
13	(Z)-2-Hegzen-1-ol	Alkol	9.88	0.15	868	869
14	1-Hegzanol	Alkol	9.98	1.28	871	871
15	Stiren	Hidrokarbon	10.80	0.03	893	893
16	Heptanal	Aldehid	11.22	0.04	903	903
17	(E,E)-2,4-Hegzadienal	Aldehid	11.61	0.05	912	913
18	$\alpha$ -Pinen	Monoterpen	12.63	0.09	934	934
19	4-Metil-1-hegzanol	Alkol	13.17	0.15	945	950
20	(E)-2-Heptenal	Aldehid	13.69	0.05	957	957
21	Benzaldehid	Aldehid	13.88	0.03	961	961
22	2-Metil-1-butanol propanoat	Ester	14.52	0.10	974	975
23	$\beta$ -Pinen	Monoterpen	14.63	0.04	977	977
24	1-Okten-3-ol	Alkol	14.98	10.75	984	984
25	6-Metil-5-hepten-2-on	Keton	15.17	0.07	988	988
26	2-Pentil furan	Diğer	15.35	0.18	992	992
27	(E,Z)-2,4-Heptadienal	Aldehid	15.63	0.15	998	998
28	(E)-2-(2-Pentenil)furan	Diğer	15.81	0.11	1002	1001
29	Oktanal	Aldehid	15.90	0.06	1004	1004
30	(Z)-3-Hegzen-1-ol asetat	Ester	16.10	0.03	1008	1008
31	(E,E)-2,4-Heptadienal	Aldehid	16.28	0.16	1012	1012
32	$\alpha$ -Terpinen	Monoterpen	16.62	0.03	1019	1019
33	<i>o</i> -Simen	Monoterpen	16.94	0.03	1025	1025
34	Limonen	Monoterpen	17.13	0.25	1029	1029
35	2,2,6-Trimetil siklohegzanon	Keton	17.43	0.03	1035	1035
36	<i>trans</i> - $\beta$ -Osimen	Monoterpen	17.52	0.11	1037	1038
37	$\gamma$ -Terpinen	Monoterpen	18.59	0.07	1059	1059
38	2-Metil benzaldehid	Aldehid	19.10	0.03	1069	1068
39	1-Oktanol	Alkol	19.21	0.31	1072	1072
40	$\alpha$ - Terpinolen	Monoterpen	20.64	0.27	1101	1100
41	Nonanal	Aldehid	20.84	0.20	1105	1105
42	(E,E)-2,4-Oktadienal	Aldehid	21.10	0.05	1110	1110
43	2-Metil-6-metilen-1,7-oktadien-3-on	Keton	21.42	0.02	1117	1117

**Tablo 2.** Devamı  
**Table 2.** Continuing

Sıra No	Bileşikler	Bileşik Sınıfı	RT	% Alan	Kovats Index	Literatür Kovats Index
44	2,6,6-Trimetil-2-siklohegzan-1,4-dion	Keton	22.76	0.23	1145	1145
45	(Z)-3-Nonen-1-ol	Alkol	23.28	0.27	1155	1156
46	(E)-2-Nonenal	Aldehid	23.53	0.09	1161	1161
47	3-Etil benzaldehid	Aldehid	23.72	0.23	1164	1168
48	(E,Z)-2,6-Nonadien-1-ol	Alkol	23.88	0.05	1169	1169
49	2,4-dimetil benzaldehid	Aldehid	24.30	0.06	1177	1178
50	Terpinen-4-ol	Monoterpenoid	24.72	0.05	1185	1182
51	1-(3-Metilfenil) etanon	Keton	24.79	0.06	1187	1182
52	$\alpha$ -Terpineol	Monoterpenoid	25.10	0.09	1193	1193
53	Metil salisilat	Ester	25.26	0.14	1196	1196
54	Safranal	Monoterpenoid	25.51	0.04	1202	1201
55	Dekanal	Aldehid	25.73	0.04	1206	1206
56	(E,E)-2,4-Nonadienal	Aldehid	26.17	0.03	1216	1216
57	$\beta$ -Siklositral	Monoterpenoid	26.51	0.17	1223	1223
58	Benzotiazol	Diğer	26.67	0.04	1227	1227
59	2-Pentilsiklopentanon	Keton	26.79	0.15	1229	1230
60	Izogeraniol	Monoterpenoid	27.07	0.05	1235	1237
61	2-Metil butanoik asit hegzil ester	Ester	27.18	0.04	1238	1238
62	Pulegon	Monoterpenoid	27.40	0.05	1242	1242
63	<i>trans</i> -Geraniol	Monoterpenoid	28.04	0.14	1256	1256
64	$\beta$ -Siklohomositral	Monoterpenoid	28.23	0.05	1260	1261
65	(E)-2-Dekanal	Aldehid	28.35	0.03	1263	1263
66	$\beta$ -Sitral	Monoterpenoid	28.78	0.05	1272	1271
67	<i>p</i> -Ment-4(8)-en-9-ol	Monoterpenoid	29.22	0.06	1282	1284
68	(E,Z)-2,4-Dekadienal	Aldehid	29.84	0.05	1295	1295
69	Undekanal	Aldehid	30.53	0.04	1311	1311
70	(E,E)-2,4-Dekadienal	Aldehid	30.87	0.17	1318	1318
71	Bulunamadı		32.24	0.14	1349	
72	Dehidro-ar-ionen	Terpen Benzeri	32.57	0.05	1357	1355
73	Eujenol	Terpen Benzeri	32.71	0.03	1360	1360
74	2-Undekenal	Aldehid	32.94	0.04	1365	1366
75	$\beta$ -Damaskenon	Monoterpenoid	33.73	0.12	1384	1384
76	Dekanoik asit	Yağ Asidi	34.30	0.29	1394	1394
77	<i>cis</i> -Jasmon	Terpen Benzeri	34.56	0.14	1402	1402
78	Dodekanal	Aldehid	35.09	0.03	1415	1414
79	Karyofilen	Seskiterpen	35.51	0.07	1425	1425
80	$\alpha$ -Ionon	Monoterpenoid	35.78	0.06	1432	1432
81	1-Asetiladamantan	Keton	36.24	0.25	1443	1443
82	<i>trans</i> -Geranilaseton	Monoterpenoid	36.74	0.10	1455	1455
83	Aromadendren	Seskiterpen	37.38	0.19	1470	1469
84	$\gamma$ -Kadinen	Seskiterpen	37.58	0.08	1475	1476
85	Germakren D	Seskiterpen	38.09	0.14	1487	1487
86	<i>trans</i> - $\beta$ -Ionon	Monoterpenoid	38.22	0.68	1490	1490

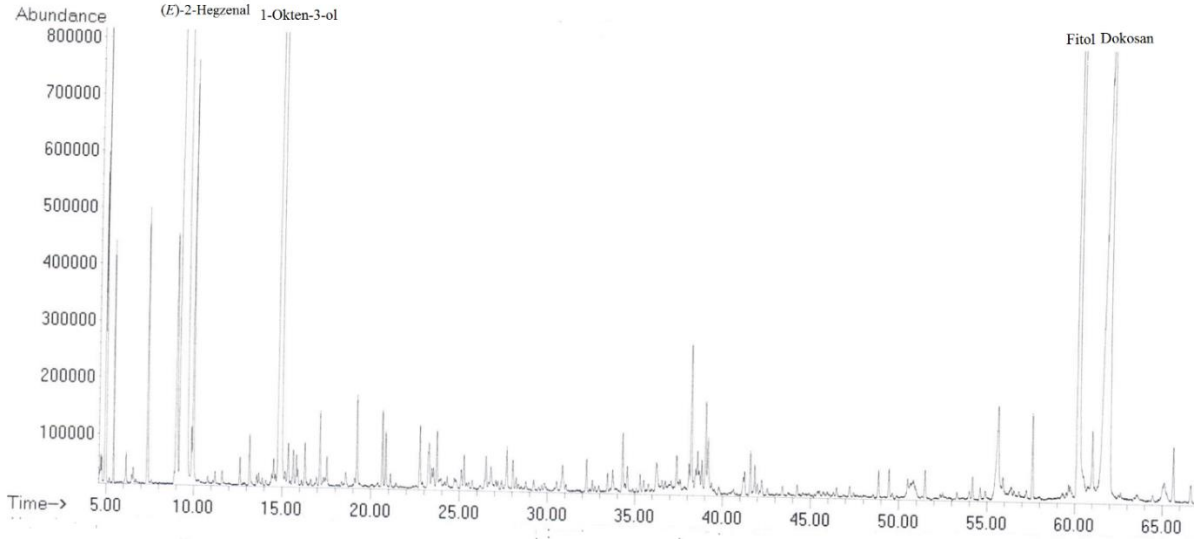


**Tablo 2.** Devamı  
**Table 2.** Continuing

Sıra No	Bileşikler	Bileşik Sınıfı	RT	% Alan	Kovats Index	Literatür Kovats Index
87	Eremofilen	Seskiterpen	38.58	0.22	1499	1500
88	$\alpha$ -Selinen	Seskiterpen	38.67	0.09	1501	1501
89	$\alpha$ -Farnesen	Seskiterpen	39.04	0.40	1511	1511
90	Tridekanal	Aldehid	39.18	0.31	1514	1513
91	(+)- $\delta$ -Kadinen	Seskiterpen	39.79	0.05	1530	1530
92	(Z)-3-Hegzen-1-ol benzoat	Ester	41.58	0.17	1575	1575
93	(E)-Dendrolasin	Seskiterpenoid	41.84	0.12	1582	1582
94	Hegzadekan	Hidrokarbon	42.56	0.04	1600	1600
95	Agarospinol	Seskiterpenoid	44.25	0.06	1645	1646
96	Heptadecan	Hidrokarbon	46.31	0.03	1700	1700
97	Farnesol	Seskiterpenoid	47.23	0.05	1726	1725
98	Benzil benzoat	Ester	48.85	0.12	1771	1770
99	Bulunamadı		49.45	0.13	1788	
100	Oktadekan	Hidrokarbon	49.88	0.03	1800	1800
101	Hegzadekanal	Aldehid	50.50	0.14	1819	1819
102	Bulunamadı		50.83	0.22	1828	
103	Hegzahidrofarnesil aseton	Seskiterpenoid	51.48	0.11	1848	1848
104	Salisilik asit, benzil ester	Ester	52.48	0.03	1877	1877
105	Nonadekan	Hidrokarbon	53.29	0.04	1901	1900
106	Heptadekanal	Aldehid	53.99	0.05	1922	1922
107	Hegzadekanoik asit metil ester	Ester	54.17	0.09	1928	1928
108	Rimuen	Diterpen	54.62	0.05	1942	1953
109	Bulunamadı		54.89	0.07	1950	
110	Hegzadekanoik asit	Yağ Asidi	55.63	0.89	1973	1973
111	Eikosan	Hidrokarbon	56.52	0.04	2001	2000
112	Oktadekanal	Aldehid	57.23	0.04	2023	2024
113	$\alpha$ -Springen	Diterpen	57.58	0.33	2035	2019
114	Oleik asit metil ester	Ester	59.31	0.04	2090	2087
115	Linoleik asit metil ester	Ester	59.53	0.03	2097	2097
116	Heneikosan	Hidrokarbon	59.65	0.05	2101	2100
117	Linolenik asit metil ester	Ester	59.74	0.09	2104	2105
118	Fitol	Diterpenoid	60.27	8.49	2122	2122
119	Metil streat	Ester	60.76	0.10	2139	2139
120	Linoleik asit	Yağ Asidi	61.00	0.47	2147	2147
121	Dokosan	Hidrokarbon	61.97	8.80	2197	2200
122	Bulunamadı		63.55	0.10	2233	
123	(Z)-9-Trikosen	Hidrokarbon	65.10	0.30	2285	2281
124	Trikosan	Hidrokarbon	65.63	0.23	2302	2300
125	Eikosoik asit metil ester	Ester	66.62	0.10	2330	2332
	Toplam			100		

*R. petraeum* yaprak örneklerinden izole edilen uçucu yağdaki ana bileşiklerin (*E*)-2-Hegzenal (%52.90), 1-Okten-3-ol (%10.75), dokosan

(%8.80) ve fitol (%8.49) olduğu saptanmıştır. Yaprak örneklerinde en fazla bulunan ana bileşiğin (*E*)-2-Hegzenal olduğu bulunmuştur (Şekil 4).



**Şekil 4.** *R. petraeum* yaprak uçucu yağının GC-MS kromatogramı ve ana bileşenleri

**Figure 4.** GC-MS chromatogram and main components of *R. petraeum* leaf essential oil

Tablo 3'te, *R. petraeum* bitkisinin yaprak örneklerinde yapılan analiz sonuçlarına göre yapıları aydınlatılan 125 adet bileşik 14 grup olarak sınıflandırılmaları belirlenmiştir. Bu sınıflardan tespit edilenler ve içerdikleri bileşik sayısı sırasıyla aldehitler 29, alkoller 10, esterler 13, hidrokarbonlar 13, ketonlar 6, monoterenler 8,

monoterpenoidler 14, seskiterpenler 8, seskiterpenoidler 4, diterpenler 2, diterpenoidler 1, terpen benzeri 3, yağ asitler 3, diğer bileşikler 5 ve bilinmeyenler 5 adet olarak bulunmuştur. *R. petraeum* bitkisinin yaprak örneklerinin analizi sonucunda en fazla bulunan kimyasal sınıf %55.98 ile aldehitler olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 3.** *R. petraeum* yapraklarında bulunan bileşiklerin kimyasal sınıflandırılması

**Table 3.** Chemical classification of compounds found in *R. petraeum* leaves

Bileşik Sınıfı	Bileşik Sayısı	% Oranı	Ana Bileşen
Aldehitler	29	55.98	( <i>E</i> )-2-Hegzenal
Alkoller	10	14.40	1-Okten-3-ol
Esterler	13	1.08	( <i>Z</i> )-3-Hegzen-1-ol benzoat
Hidrokarbonlar	13	10.60	Dokosan
Ketonlar	7	0.81	1-Asetiladamantan
Monoterpen	8	0.89	$\alpha$ -Terpinolen
Monoterpenoid	14	1.71	<i>trans</i> - $\beta$ -Ionon
Seskiterpen	8	1.24	$\alpha$ -Farnesen
Seskiterpenoid	4	0.34	( <i>E</i> )-Dendrolasin
Diterpen	2	0.33	$\alpha$ -Springen
Diterpenoid	1	8.49	Fitol
Terpen Benzeri	3	0.22	<i>cis</i> -Jasmon
Yağ Asitler	3	1.65	Hegzadekanoik asit
Diğerleri	5	1.60	2-Etil furan
Bilinmeyenler	5	0.66	
<b>Toplam</b>	<b>125</b>	<b>100</b>	

*R. petraeum* bitkisinin yapraklarının uçucu yağına ait antioksidan analiz sonuçları ve biyoaktif bileşenleri Tablo 4'te verilmiştir. Analiz sonuçları 100 mL numune üzerinden verilmiştir. Radikal süpürme miktarları (DPPH) 18.73 mg AA/100 mL

olarak tespit edilmiştir. Aynı örneklere ait DDPH % inhibisyon oranları %4.38 olarak değişmiştir. Bu sonuç Trolox %97.38 ve AA %98.01 standartları ile karşılaştırıldığında oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin ABTS kapasite 21.31 mg

AA/100 mL aralığında saptanmıştır. ABTS % inhibisyon oranı %10.46 arasında değişmiştir. Bu sonuç AA %95.01 standartları ile karşılaştırıldığında yine düşük olduğu tespit edilmiştir. FRAP kapasitesi ise 6.50 mg FeSO<sub>4</sub>/100 mL olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Çalışmamızda

örneklerin toplam fenolik madde miktarları (TPC) 66.37 mg GA/100 mL olarak saptanmıştır. Toplam flavonoid madde miktarları (TFC) 1.51mg QE/100 mL olarak belirlenmiştir. Toplam antioksidan madde miktarları (TAC) 295.43 mg AA/100 mL olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.** *R. petraeum* bitkisinden elde edilen uçucu yağın antioksidan kapasite miktarları ve biyoaktif bileşenleri

**Table 4.** Antioxidant capacity amounts and bioactive components of essential oil obtained from *R. petraeum* plant

Yaprak	Antioksidan kapasite miktarları				
	DPPH		ABTS		FRAP
	mg AA /100 mL	% İnhibisyon	mg AA/100 mL	% İnhibisyon	mg FeSO <sub>4</sub> /100 mL
	18.73±5.88	4.38±1.37	21.31±1.79	10.46±0.88	6.50±0.06
Yaprak	Biyoaktif bileşenleri				
	TPC mg GA/100 mL	TFC mg QE /100 mL		TAC mg AA/100 mL	
	66.37±1.25	1.51±0.01		295.43±2.57	

\*: Sonuçların ortalaması, \*\*±: Standart hata, \*\*\*: Önemlilik düzeyi (P < 0.05)

Çalışma sonunda *R. petraeum* bitkisinin yapraklarındaki uçucu yağ örneklerinde kullanılan mikroorganizmalara karşı herhangi bir antimikrobiyal aktivite göstermedikleri belirlenmiştir.

#### 4. Tartışma

##### 4. Discussion

Kendir vd. (2018) *R. multiflorum*, *R. alpinum*, *R. orientale*, *R. petraeum* ve *R. rubrum* yapraklarından elde ettikleri uçucu yağ verimlerini sırasıyla %0.03, %0.02, %0.05, %0.01 ve %0.02 bulduklarını ifade etmişlerdir. Aynı çalışmada *R. petraeum* yaprak uçucu yağının ana bileşenlerini Hegzadekanoik asit (%13.8), 1-Okten-3-ol (%13.3), (Z)-3-hegzanal (%11.6), fitol (%5.3) ve analiz edilen uçucu yağda yapısı aydınlatılan bileşiklerin yüzde oranının %87.3 olduğunu bildirmişlerdir. Uçucu yağda yüzde olarak en fazla bulunan kimyasal sınıfların yağ asit ve esterleri (%20.3), aldehytler (%15.2), alkoller (%14.9), seskiterpenoidler (%10.7), monoterpenoidler (%6.6), diterpenler (%5.8), seskiterpenler (%0.5), monoterpenler (%0) olduğunu ifade etmişlerdir (Kendir vd., 2018). Çalışmada elde edilen ana bileşen ve kimyasal sınıfların bizim çalışmamızdaki sonuçlarla benzer olduğu görülmektedir (Tablo 2 ve Tablo 3). Kiliç vd. (2008), *Ribes nigrum* L. yaprakları ile yaptıkları araştırmada uçucu yağ ana bileşenlerinin en yüksek  $\beta$ -karyofilen (%12.9), hegzadekanoik asit (%10.7) ve  $\alpha$ -humulen (%10.2) olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada analiz edilen uçucu yağda yapısı aydınlatılan bileşiklerin yüzde oranının %96.1 olarak tespit etmişlerdir. Kültüre edilen *Ribes*

*nigrum* L. yaprakları ile yapılan farklı bir çalışmada uçucu yağ verimi %0.12 olarak bulduklarını, yapısı aydınlatılan bileşiklerin yüzde oranının %99.6 olduğunu bildirmişlerdir (Stević vd., 2010). Stević vd. (2010) yapraklarda bulunan ana bileşenlerin  $\delta$ -3-karen (%18.7),  $\beta$ -karyofilen (%17.7), sabinen (%11.6), *cis*- $\beta$ -osimen (%10.6) ve  $\alpha$ -terpinolen (%10.6) olduğunu rapor etmişlerdir.

*R. petraeum* ile aynı cinse ait olan *Ribes nigrum* L. yapraklarındaki bileşikler arasında ve kimyasal bileşenlerin sınıflandırılmasında farklılıklar olduğu, bunun sebebinin ise bitki türü, yetiştirme yeri, iklim, doğal varyasyon, toplama zamanı, depolama, analiz parametreleri gibi birçok faktör sayılabilir. Çünkü her bir bitki farklı kimyasal bileşik üretebilmektedir. El-Hawary vd. (2018), uçucuların bileşimindeki farklılıkların farklı çevre koşullarına, yetiştirme ve hazırlama yöntemlerine bağlı olduğunu belirlemişlerdir. Qiang & Wen-Hu (2020), farklı bileşenler bitkilerin yaprak ve gövdelerinin uçucu yağı arasında farklılıklar oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Viuda-Martos vd. (2010), DPPH aktivitesi ile ilgili yaptıkları araştırmalarında; uçucu yağlara ait DPPH aktivite değerlerini; karanfil uçucu yağında 50 mg/mL'de güçlü radikal temizleme etkisini %98.74, kekikte ise %93.94 olarak bulduklarını belirtmişlerdir. Yapılan pozitif kontrollerinde BHT ve AA için sırasıyla %97.69 ve %97.92 bulunduğunu ifade etmişlerdir (Viuda-Martos vd., 2010). Yapmış olduğumuz çalışmada DPPH radikal süpürme aktiviteleri örneklerimizde oldukça düşük çıkmıştır.

ABTS testi ile ilgili çalışmalarda, yetişkin yaprak esansiyel yağı için  $13.0 \pm 0.6$  mg/L, kök esansiyel yağı  $43.5 \pm 1.4$  mg/L, meyve esansiyel yağı  $51.0 \pm 1.3$  mg/L ve olgunlaşmamış çiçek esansiyel yağı  $79.3 \pm 1.9$  mg/L olarak bulunmuştur (Puertas-Mej'ia vd., 2002). İndirgeme gücü genellikle indirgeyicilerin varlığı ile ilişkili olup, hidrojen atomu bağıışı yoluyla serbest radikal zincirini kırarak antioksidan özelliklere sahiptir. Bu nedenle, gücü azaltmak ve DPPH/ABTS'nin radikalleri süpürmesi arasında iyi bir genel korelasyon bulunmalıdır (Puertas-Mej'ia vd., 2002).

FRAP antioksidan kapasite hakkında yapılan bir çalışmada, uçucu yağın FRAP antioksidanların çalışmasında; karanfil 62.27, kekik 60.84, limon 11.25, tarçın 12.55 ve melisa 72.76  $\mu\text{M}$  Fe/100 g FRAP değeri bulunmuştur (Olszowy & Dawidowicz, 2016). Çalışmış olduğumuz bitki örneklerinin uçucu yağlarına ait FRAP değerleri literatürdeki bazı bitkilere ait uçucu yağlarının FRAP değerleri ile aynı seviyelerde çıkmıştır.

Yapılan farklı bir araştırmada; toplam fenol içeriği (TPC) karanfil'de  $89.89 \pm 0.34$  ve kekik türünde ise  $78.38 \pm 0.24$  mg/100 mL olarak bulunmuştur (Viuda-Martos vd., 2010). Örneklerden elde etmiş olduğumuz sonuçlar literatürdeki verilen toplam fenolik madde değerleriyle örtüşmektedir. Fenolik bileşiklerin antioksidan aktivite de dahil olmak üzere çoklu biyolojik etkilere sahip olduğu bildirilmiştir. Serbest radikalleri süpürme veya oluşumunu önleme gibi davranabilirler (Sánchez-Moreno, 2002). Uçucu yağların, bitki için hafif bir strese benzeyen bir sinyali tetikleyen "sinyal bileşikleri" olarak hareket edeceği varsayılmaktadır. Bitki, savunma yanıtı olarak ek fenolik bileşikler, flavonoidler üretir ve antioksidan aktivitesini artırır (Sharma & Tripathi, 2006).

Toplam flavonoid miktarı hakkında yapılan bir çalışma sonucunda; limon kabuğunun uçucu yağındaki toplam flavonoid miktarı  $11.72 \pm 1.82$  mg/g rutin eşdeğeri olarak bulunmuştur (Moosavy vd., 2017). Çalışmamızda örneklerdeki flavonoid içerikleri düşük bulunmuştur.

Puertas-Mej'ia vd. (2002) yaptıkları bir makalede; *Origanum vulgare* L. 25.1, *Rosmarinus officinalis* L. 17.7 ve *Pimpinella anisum* L. 24.3 bitkilerinin uçucu yağlarına ait TA (mmol Trolox/oil) olarak bulduklarını ifade etmişlerdir (Puertas-Mej'ia vd., 2002). Antioksidan besinlerin oksidatif stresle mücadelede rolü, kanser, kardiyovasküler ve nörolojik patolojilerde dahil olmak üzere çok

sayıda hastalıkta iyi bilinmektedir. Bu anlamda, araştırmacılar, meyve ve sebze bakımından zengin diyetlerin tüketiminden sonra serum TAC'inde bir artış olduğunu maddi olarak kanıtlamışlardır. Örneğin, yüksek domates tüketimi, sağlıklı deneklerin toplam antioksidan kapasitesini potansiyel olarak arttırmıştır (Ferrari & Torres, 2003).

## 5. Sonuçlar

### 5. Conclusions

*R. petraeum* bitkisinin yapraklarında uçucu yağ miktarı %0.47 olarak tespit edilmiştir. *R. petraeum* bitki yapraklarından elde edilen uçucu yağ bileşiminin GC-MS/FID analizinde; yapısı aydınlatılan bileşen sayısı 125 bileşen olarak tespit edilmiştir. Bitki kısmının uçucu yağlarında adet olarak en fazla bileşik bulunan kimyasal sınıf aldehitler olarak saptanmıştır. Uçucu yağlarında % oran olarak en yüksek bileşik bulunan kimyasal sınıf yine aldehitler olarak belirlenmiştir. *R. petraeum* bitkisinin yaprak uçucu yağlarında bulunan ana bileşen (*E*)-2-hegzanal olarak bulunmuştur.

*R. petraeum* yaprak uçucu yağının (DPPH) serbest radikal giderme miktarları ortalama olarak 18.73 mg AA/100 mL tespit edilmiştir. Yaprak uçucu yağının radikal katyonu giderme (ABTS) kapasite değeri ortalama olarak 21.31 mg AA/100 mL olarak elde edilmiştir. FRAP kapasite miktarı ortalama olarak 6.50 mg FeSO<sub>4</sub>/100 mL belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarları ortalama olarak 66.37 mg GAE/100 mL belirlenmiştir. *R. petraeum* yaprak uçucu yağının toplam flavonoid madde miktarları ortalama olarak 1.51 mg QE/100 mL saptanmıştır. Toplam antioksidan madde miktarları ortalama olarak 295.43 mg AA/100 mL bulunmuştur.

*R. petraeum* bitki yaprak örneklerinden elde edilen uçucu yağlara ait antimikrobiyal aktivite sonuçlarına göre mikroorganizmalarda herhangi bir zon oluşumu tespit edilememiştir.

## Teşekkür

### Acknowledgement

Bu makale, Gümüşhane Üniversitesinde Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZ tarafından hazırlanmış olan "Gümüşhane Yöresi Bazı Odun Dışı Bitkisel Ürünlerinin Uçucu Yağlarının Elde Edilmesi, Kimyasal İçerikleri ve Biyolojik Aktiviteleri" başlıklı projenin bir kısmını oluşturmaktadır. Bu araştırma, Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel

Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 19.B0122.02.01 proje koduyla desteklenmiştir.

### Yazar katkısı

Author contribution

Çalışmadaki bitki örneklerinin temin edilmesi Muhammed Said Fidan ve Mehmet Öz, uçucu yağ elde edilmesi ve analizleri Osman Üçüncü, Muhammed Said Fidan ve Mehmet ÖZ, antioksidan aktivite tayinleri Cemalettin Baltacı, antimikrobiyal aktivite tayinleri Şeyda Merve Karataş tarafından gerçekleştirilmiştir. Verilerin yorumlanması ve makalenin yazımında beş yazar eşit oranda katkı sağlamıştır.

### Etik beyanı

Declaration of etichal code

Bu makalenin yazarları, bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve / veya yasal özel izin gerektirmediğini beyan etmektedir.

### Çıkar çatışması beyanı

Conflicts of interest

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

### Kaynaklar

References

- Ahmed, D., Khan, M. M., & Saeed, R. (2015). Comparative analysis of phenolics, flavonoids, and antioxidant and antibacterial potential of methanolic, hexanic and aqueous extracts from *Adiantum caudatum* leaves. *Antioxidants*, 4(2), 394-409. <https://doi.org/10.3390/antiox4020394>
- Chiej, R. (1988). *The Macdonald Encyclopedia of Medicinal Plants* (1st edition). London: Macdonald & Co. Ltd.
- Delazar, A., Khodaie, L., Afshar, J., Nahar, L., & Sarker, S. D. (2010). Isolation and free-radical-scavenging properties of cyanidin 3-O-glycosides from the fruits of *Ribes biebersteinii* Berl. *Acta Pharmaceutica*, 60(1), 1-11. <https://doi.org/10.2478/v10007-010-0007-x>
- Delazar, A., Lasheni, S., Fathi-Azad, F., Nahar, L., Rahman, M. M., Asnaashari, S., Mojarab, M., & Sarker, S.D. (2010a). Free-radical scavenging flavonol 3-O-glycosides from the leaves of *Ribes biebersteinii* Berl. *Records of Natural Products*, 4(2), 96-100.
- El-Hawary, S. S., El-Tantawi, M. E., Kirolos, F. N., & Hammam, W. E. (2018). Chemical composition, in vitro cytotoxic and antimicrobial activities of

volatile constituents from *Pyrus communis* L. and *Malus domestica* Borkh. fruits cultivated in Egypt. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21(6), 1642-1651. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2018.1553637>

- Ferrari, C. K. B., & Torres, E. A. F. S. (2003). Biochemical pharmacology of functional foods and prevention of chronic diseases of aging. *Biomed Pharmacother*, 57, 251-260. [https://doi.org/10.1016/s0753-3322\(03\)00032-5](https://doi.org/10.1016/s0753-3322(03)00032-5)
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodríguez, J. A., Medina-Juárez, L. A., Ortega-García, J., Cázarez-Casanova, R., & Angulo-Guerrero, O. (1999). Antioxidant activity in soybean oil of extracts from thompson grape bagasse, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76, 1445-1447.
- Ikuta, K., Hashimoto, K., Kaneko, H., Mori, S., Ohashi, K., & Suzutani, T. (2012). Anti-viral and antibacterial activities of an extract of blackcurrants (*Ribes nigrum* L.). *Microbiology and Immunology*, 56(12), 805-809. <https://doi.org/10.1111/j.1348-0421.2012.00510.x>
- Kasangana, P. B., Haddad, P. S., & Stevanovic, T. 2015. Study of polyphenol content and antioxidant capacity of *Myrianthus Arboreus* (Cecropiaceae) root bark extracts. *Antioxidants*, 4(2): 410-426. <https://doi.org/10.3390/antiox4020410>
- Kendir, G., Köroğlu, A., Özek, G., Özek, T., & Başer, K. H. C. (2018). Glandular trichome structures and chemical composition of the volatiles of five *Ribes* species from Turkey. *Journal of Essential Oil Research*, 31(2), 111-119. <https://doi.org/10.1080/10412905.2018.1547226>
- Kiliç, C. S., Koyuncu, M., Özek, T., & Başer, K. H. C. (2008). Essential Oil of the Leaves of *Ribes nigrum* L. from Turkey. *Journal of Essential Oil Research*, 20(6), 512-514. <https://doi.org/10.1080/10412905.2008.9700074>
- Küçük, M., Güleç, C., Üçüncü, O., Yaşar, A., Gaydan, F., Coşkunçebi, K., Terzioğlu, S., & Yaylı, N. (2006). Chemical composition and antimicrobial activities of the essential oils of *Teucrium chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, *T. Orientale* var. *puberulens*, and *T. Chamaedrys* subsp. *lydium*. *Pharmaceutical Biology*, 44(8), 592-599. <https://doi.org/10.1080/13880200600896868>
- Matuschek, E., Brown, D. F. J., & Kahlmeter, G. (2014). Development of the EUCAST disk diffusion antimicrobial susceptibility testing method and its implementation in routine microbiology laboratories. *Clinical Microbiology and Infection*, 20(4), O255-O266. <https://doi.org/10.1111/1469-0691.12373>

- Moosavy, M. H., Hassanzadeh, P., Mohammadzadeh, E., Mahmoudi, R., Khatibi S. A., & Mardani K. (2017). Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of Lemon (*Citrus limon*) peel in vitro and in a food model. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 4(2), 42-48.
- Ogm. (2021). *Orman Genel Müdürlüğü 2020 Yılı İdare Faaliyet Raporu*. Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. <https://www.ogm.gov.tr/faaliyet-raporu>
- Olszowy, M., & Dawidowicz, A.L. (2016). Essential oils as antioxidants: their evaluation by DPPH, ABTS, FRAP, CUPRAC, and  $\beta$ -carotene bleaching methods. *Monatshefte für Chemie*, 147(12), 2083-2091. <https://doi.org/10.1007/s00706-016-1837-0>
- Puertas-Mejía, M., Hillebrand, S., Stashenko, E., & Winterhalter, P. (2002). In vitro radical scavenging activity of essential oils from Columbian plants and fractions from oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil. *Flavour and Fragrance Journal*, 17, 380-384. <https://doi.org/10.1002/ffj.1110>
- Qiang, W., & Wen-Hu, Guo. (2020). Chemical components of volatile oil from leaves and stems of *Celtis sinensis* Pers. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 23(4), 772-778. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2020.1794984>
- Sağdıç, O., & Özcan, M. (2002). Antibacterial activity of Turkish Spice Hydrosols. *Food Control*, 14(3), 141-143. [http://dx.doi.org/10.1016/S0956-7135\(02\)00057-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0956-7135(02)00057-9)
- Sağdıç, O., Ozturk, I., Ozkan, G., Yetim, H., Ekici, L., & Yilmaz, M. (2011). RP-HPLC-DAD analysis of phenolic compounds in pomace extracts from five grape cultivars: Evaluation of their antioxidant, antiradical and antifungal activities in orange and apple juices, *Food Chemistry*, 126(4), 1749-1758. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.075>
- Sanchez-Moreno, C., Larrauri, J. A., & Saura-Calixto, F. (1998). A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76(2), 270-276. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199802\)76:2<270::AID-JSFA945>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199802)76:2<270::AID-JSFA945>3.0.CO;2-9)
- Sánchez-Moreno, C. (2002). Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food Science and Technology International*, 8(3), 121-137. <https://doi.org/10.1106/108201302026770>
- Sharma, N., & Tripathi, A. (2006). Fungitoxicity of the essential oil of *citrus sinensis* on postharvest pathogens. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22(6), 587-593. <https://doi.org/10.1007/s11274-005-9075-3>
- Stević, T., Šavikin, K., Ristić, M., Zdunić, G., Janković, T., Krivokuća-Đokić, D., & Vulić, T. (2010). Composition and antimicrobial activity of the essential oil of the leaves of black currant (*Ribes nigrum* L.) cultivar Čačanska crna. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 75(1), 35-43. <https://doi.org/10.2298/JSC1001035S>
- Üçüncü, O., Cansu, T. B., Özdemir, T., Karaoğlu, Ş. A., & Yaylı, N. (2010). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of Mosses (*Tortula muralis* Hedw., *Homalothecium lutescens* (Hedw.) H. Rob., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb.) from Turkey. *Turkish Journal of Chemistry*, 34(5), 825-834. <https://doi.org/10.3906/kim-1002-62>
- Viuda-Martos, M., Navajas, Y. R., Zapata, E. S., Fernández-López, J., & Pérez-Álvarez J. A. (2010). Antioxidant activity of essential oils of five spice plants widely used in a Mediterranean diet. *Flavour and Fragrance Journal*, 25, 13-19. <https://doi.org/10.1002/ffj.1951>