

**T.C.  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS  
KİMYA ANABİLİM DALI  
ORGANİK KİMYA BİLİM DALI**

**İKİ ENDEMİK NEPETA TÜRÜ (*NEPETA NUDA* L. SUBSP.  
*GLANDULIFERA* HUB.-MOR. & DAVIS VE *NEPETA CADMEA*  
BOISS.) ÜZERİNE FİTOKİMYASAL BİR ÇALIŞMA**

**Said TARGAN**

**Danışman  
Doç. Dr. Mustafa ESKİCİ**



**MANİSA-2018**

## TEZ ONAYI

Said TARGAN tarafından hazırlanan "**İki Endemik *Nepeta* Türü (*Nepeta nuda* L. subsp. *glandulifera* Hub.-Mor. & Davis ve *Nepeta cadmea* Boiss.) Üzerine Fitokimyasal Bir Çalışma**" adlı tez çalışması 23/03/2018 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Kimya Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS** olarak başarı ile savunulmuştur.

**Danışman**

**Doç. Dr. Mustafa ESKİCİ**  
Manisa Celal Bayar Üniversitesi

**Jüri Üyesi**

**Doç. Dr. Mehmet Sabih ÖZER**  
Manisa Celal Bayar Üniversitesi

**Jüri Üyesi**

**Prof. Dr. Mustafa CALAPOĞLU**  
Süleyman Demirel Üniversitesi

**Enstitü Müdürü**

**Prof. Dr. Kenan DOST**

## **TAAHHÜTNAME**

Bu tezin Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nde, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

**Said TARGAN**



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER .....	I
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	II
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	III
TABLO DİZİNİ .....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET .....	VI
ABSTRACT.....	VII
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	2
2.1. Lamiaceae Familyası.....	2
2.2. <i>Nepeta</i> Cinsi .....	2
2.3. <i>Nepeta nuda</i> L. subsp. <i>glandulifera</i> Hub.-Mor.& Davis Türü.....	3
2.4. <i>Nepeta cadmea</i> Boiss. Türü.....	4
2.5. <i>Nepeta</i> Türleriyle İlgili Kaynak Özetleri.....	5
2.6. Uçucu Yağlar.....	15
2.7. Uçucu Yağların Bileşimi .....	16
2.8. Oksidasyon ve Antioksidan Aktivite.....	17
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	19
3.1. Bitkisel Materyaller.....	19
3.2. Yöntemler.....	19
3.2.1. Bitki Uçucu Yağlarının Elde Edilmesi .....	19
3.2.2. Bitki Uçucu Yağlarının Kimyasal Karakterizasyonu .....	19
3.2.3. Antioksidan Kapasite Tayin Yöntemleri .....	20
3.2.3.1. Toplam Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi.....	20
3.2.3.1.1. $\beta$ -Karoten Renk Açılım Yöntemi .....	20
3.2.3.1.2. Fosfomolibdenyum Yöntemi .....	21
3.2.3.2. Serbest Radikal Süpürüm Aktivitenin Belirlenmesi.....	21
3.2.3.2.1. DPPH Radikal Süpürüm Testi .....	21
3.2.3.2.2. ABTS Katyon Radikal Süpürüm Testi.....	21
3.2.3.3. İndirgeme Gücünün Belirlenmesi.....	22
3.2.3.3.1. CUPRAC Testi.....	22
3.2.3.3.2. FRAP Testi.....	22
3.2.3.4. Metal Şelatlama Kapasitenin Belirlenmesi.....	22
3.2.3.5. İstatistiksel Analizler .....	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	24
4.1. Uçucu Yağların Kimyasal İçeriğinin Belirlenmesi .....	24
4.2. Uçucu Yağların Metal Şelatlama Kapasitelerinin Belirlenmesi.....	28
4.3. Uçucu Yağların Toplam Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi.....	29
4.4. Uçucu Yağların Radikal Süpürüm Kapasitelerinin Belirlenmesi.....	31
4.5. Uçucu Yağların İndirgeme Gücü Kapasitelerinin Belirlenmesi.....	33
SONUÇ VE ÖNERİLER .....	36
KAYNAKLAR .....	37
ÖZGEÇMİŞ .....	50

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>ABTS</b>	2,2 Azino-bis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit)
<b>BHA</b>	Bütillenmiş hidroksianisol
<b>BHT</b>	Bütillenmiş hidroksitoluen
<b>dk</b>	Dakika
<b>DPPH</b>	1,1-difenil-2-pikrilhidrazil radikali
<b>EDTAEs</b>	Etilendiamin tetraasetik asit disodyum tuzu eşdeğer
<b>FCR</b>	Folin-Ciocalteu Reaktifi
<b>FID</b>	Alev iyonizasyon dedektörü
<b>GAEs</b>	Gallik asit eşdeğer
<b>GC/MS</b>	Gaz Kromatografisi/Kütle Spektroskopisi
<b>KI</b>	Kovats indeks
<b>m</b>	Metre
<b>ml</b>	Mililitre
<b>mm</b>	Milimetre
<b>nm</b>	Nanometre
<b>TEs</b>	Troloks eşdeğer
<b>µg</b>	Mikrogram
<b>µl</b>	Mikrolitre

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. <i>N. nuda</i> subsp. <i>glandulifera</i> bitkisinin bulunduğu bölgeler .....	3
Şekil 2.2. <i>N. nuda</i> subsp. <i>glandulifera</i> bitkisinin yetiştiği iller .....	3
Şekil 2.3. <i>N. cadmea</i> bitkisinin Türkiye’de bulunduğu bölgeler .....	4
Şekil 2.4. <i>N. cadmea</i> bitkisinin Türkiye’de yetiştiği iller .....	4
Şekil 2.5. <i>N. nuda</i> subsp. <i>albiflora</i> özütlerindeki bileşenlerin kimyasal yapıları .....	8
Şekil 4.1. <i>N. cadmea</i> uçucu yağı ana bileşenleri .....	24
Şekil 4.2. <i>N. nuda</i> subsp. <i>glandulifera</i> uçucu yağı ana bileşenleri .....	25
Şekil 4.3. Fe(II)-ferrozün kompleks oluşum tepkimesi .....	28
Şekil 4.4. Uçucu yağların metal şelatlama ve toplam antioksidan kapasiteleri .....	29
Şekil 4.5. Uçucu yağların $\beta$ -karoten testindeki toplam antioksidan aktiviteleri (%) .....	30
Şekil 4.6. DPPH radikal süpürüm mekanizması .....	31
Şekil 4.7. ABTS radikal katyon oluşumu ve süpürüm mekanizması .....	32
Şekil 4.8. Uçucu yağların radikal süpürüm aktiviteleri .....	33
Şekil 4.9. CUPRAC indirgeme gücü mekanizması .....	33
Şekil 4.10. FRAP indirgeme gücü mekanizması .....	34
Şekil 4.11. Uçucu yağların indirgeme gücü kapasiteleri .....	35

## TABLO DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 2.1.</b> Uçucu yağ ana bileşeni nepetalakton olan <i>Nepeta</i> türleri .....	5
<b>Tablo 2.2.</b> Uçucu yağ kemotipi nepetalaktonlar olan İran <i>Nepeta</i> türleri .....	11
<b>Tablo 2.3.</b> Uçucu yağ kemotipi 1,8-sineol ve linaool olan İran <i>Nepeta</i> türleri .....	12
<b>Tablo 2.4.</b> Uçucu yağ kemotipi diğer terpenoitler olan İran <i>Nepeta</i> türleri .....	13
<b>Tablo 2.5.</b> Terpenlerin sınıflandırılması .....	16
<b>Tablo 4.1.</b> <i>N. cadmea</i> uçucu yağının kimyasal içeriği (%) .....	25
<b>Tablo 4.2.</b> <i>N. nuda</i> subsp. <i>glandulifera</i> uçucu yağının kimyasal içeriği (%) .....	26



## TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinde ve yürütülmesinde her türlü yardımı gösteren tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Mustafa ESKİCİ'ye, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Cengiz SARIKÜRKCÜ'ye, tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı Arş. Gör. Dr. Abdullah KARANFİL'e teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez proje çalışmasını destekleyen Manisa Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na (Proje No: 2014-147) ayrıca teşekkür ederim.

Tez projesinin bazı analizlerinin yapılması noktasında araştırma laboratuvarlarındaki makine ve teçhizatların kullanılmasına olanak sağlayan Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK'e, laboratuvar çalışmalarında emeği geçen Doç. Dr. Gökhan ZENGİN ve Doktora öğrencisi Ramazan CEYLAN'a teşekkürlerimi arz ederim.

Hayatımın her noktasında daima yanımda olan maddi ve manevi destekleriyle beni hep güçlü hissettiren aileme ve beni tercih ederek mutlu bir yuvayı ortaklaşa kurduğum sevgili eşime de çok teşekkür ederim.

Said TARGAN  
Manisa, 2018



## ÖZET

Yüksek Lisans

### İKİ ENDEMİK NEPETA TÜRÜ (*NEPETA NUDA* L. SUBSP. *GLANDULIFERA* HUB.-MOR.& DAVIS VE *NEPETA CADMEA* BOISS.) ÜZERİNE FİTOKİMYASAL BİR ÇALIŞMA

Said TARGAN

Manisa Celal Bayar Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mustafa ESKİCİ

Bu çalışma, iki endemik *Nepeta* türünün (*Nepeta nuda* L. subsp. *glandulifera* Hub.-Mor.& Davis ve *Nepeta cadmea* Boiss.) uçucu yağlarının hem in vitro antioksidan aktivitelerini hem de uçucu yağlarının kimyasal karakterizasyonunu belirlemeyi amaçlamaktadır.

Uçucu yağların kimyasal karakterizasyonu GC ve GC-MS ile belirlendi. *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağında uçucu yağın %97.43'üne tekabül eden 22 bileşen tespit edilirken; *N. cadmea* için uçucu yağın %95.29'una karşılık gelen 10 bileşen aydınlatıldı. *N. cadmea* uçucu yağında 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -nepetalakton (%70.94),  $\beta$ -karyofillen (%6.29) ve linalool (%5.87) ana bileşenler olarak tanımlanmasına karşın; *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağında tespit edilen ana bileşenler geijeren (%61.02), trikosan (%12.64) ve neointermedeol (%6.07) bileşikleridir.

Uçucu yağların antioksidan aktiviteleri, demir (II) iyonları şelatlama, serbest radikal süpürüm (DPPH ve ABTS), indirgeme gücü (CUPRAC ve FRAP) ve toplam antioksidan aktivite (fosfomolibdenyum ve  $\beta$ -karoten renk açılım) testleri içeren farklı yöntemler kullanılarak analiz edildi. DPPH (2.02 mg TEs/g yağ) ve ABTS (63.70 mg TEs/g yağ) radikal süpürüm, CUPRAC (52.63 mg TEs/g yağ) ve FRAP (32.15 mg TEs/g yağ) indirgeme gücü, fosfomolibdenyum (13.40 mg TEs/g yağ) testlerinde *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağı, *N. cadmea* uçucu yağından daha yüksek aktivite gösterdi. Bununla birlikte *N. cadmea* uçucu yağı (25.81 mg EDTAEs/g yağ) demir (II) iyonları üzerine güçlü aktivite sergilerken aynı test siteminde *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağı herhangi bir aktivite göstermedi.

Bu çalışmadan elde edilen veriler, bu türlerin, oksidatif sürecin yönetimi için doğal bir ajan kaynağı olarak kullanılabilir önemli bir potansiyele sahip olduklarını açıkça göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Nepeta nuda* subsp. *glandulifera*, *Nepeta cadmea*, Uçucu yağ, Antioksidan aktivite, Nepetalakton, Geijeren

2018, 50 sayfa

## ABSTRACT

Master of Science

### A PHYTOCHEMICAL STUDY ON TWO ENDEMIC NEPETA SPECIES (*NEPETA NUDA* L. SUBSP. *GLANDULIFERA* HUB.-MOR.& DAVIS AND *NEPETA CADMEA* BOISS.)

Said TARGAN

Manisa Celal Bayar University  
Graduate School of Applied and Natural Sciences  
Department of Chemistry

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa ESKİCİ

This study aimed to evaluate the chemical composition and in vitro antioxidant activities of the essential oils from two endemic *Nepeta* species (*N. nuda* subsp. *glandulifera* and *N. cadmea*).

Chemical characterization of the essential oils was determined by GC and GC-MS. According to GC and GC-MS analysis, 22 and 10 compounds were identified representing 97.43% and 95.29% of the essential oils of *N. nuda* subsp. *glandulifera* and *N. cadmea*, respectively. The major constituents identified in the essential oil of *N. nuda* subsp. *glandulifera* were geijerene (61.02%), tricosane (12.64%), and neointermedeol (6.07%), whereas 4 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -nepetalactone (70.94%),  $\beta$ -caryophyllene (6.29%), and linalool (5.87%) were identified as the major constituents of the essential oil from *N. cadmea*.

The antioxidant potency of the oils was evaluated using different established methods, specifically ferrous ion chelating, free radical scavenging (DPPH or ABTS), reducing power (CUPRAC or FRAP), and total antioxidant ( $\beta$ -carotene bleaching and phosphomolybdenum tests) activities.

*N. nuda* subsp. *glandulifera* oil showed higher activity in DPPH (2.02 mg TEs/g yağ) and ABTS (63.70 mg TEs/g yağ) radical scavenging, CUPRAC (52.63 mg TEs/g yağ) and FRAP (32.15 mg TEs/g yağ) reducing power, and phosphomolybdenum (13.40 mg TEs/g yağ) tests than those of *N. cadmea* oil. However, *N. cadmea* oil (25.81 mg EDTAEs/g yağ) exhibited strong chelating activity on ferrous ion, but no activity of *N. nuda* subsp. *glandulifera* oil was found.

The data obtained from this study clearly indicates that these species have a significant potential to use as a source of natural agents for the management of oxidative process.

**Keywords:** *Nepeta nuda* subsp. *glandulifera*, *Nepeta cadmea*, Essential oil, Antioxidant activity, Nepetalactone, Geijerene

2018, 50 pages

## 1. GİRİŞ

İnsanoğlunun bitkileri tedavi amacıyla kullanımları çok eski zamanlara dayanmaktadır. Lamiaceae familyasının bir üyesi olan *Nepeta* türleri halk arasında ekzema ve benzeri cilt hastalıklarına karşı, diüretik ve bakteriostatik etkilerden dolayı kullanılmaktadır. Ayrıca, bu familyanın toprak üstü kısımları, infüzyon halinde (%2-3) midevi ve uyarıcı olarak kullanıldıkları da bilinmektedir [1].

*Nepeta* türleri, terlemeyi sağladığı için çoğu zaman bitkisel çay olarak kullanılır. Orta yaştaki kişiler için sinirlilik, grip, ateşlenmelerin önlenmesinde de kullanılır. Bunların dışında ağrılı mesane iltihabı sendromlarında, ishal, kolik ve bazı çocuk hastalıklarını iyileştirdiği, prematüre doğumlar ve sabah bulantılarını önlediği iddia edilir. Saçları kuvvetlendirdiği ve hızlı büyümesini sağladığı söylenmesine rağmen kanıtlanamamıştır. Bazen lavman olarak kullanılır. Bitkisel ilaç olarak, Catnip sinir yatıştırıcı müsekkim ve antispazmodik olarak kullanılır. Ayrıca uykusuzluk, stres, adetle ilgili kramplar, öksürük ve bağırsaklara ait rahatsızlık gibi bulguları hafifletmek için kullanılır. Iowa State Üniversitesinde yapılan bir çalışmada *Nepeta cataria* bitkisi uçucu yağında bulunan saf nepetalaktonun haşere kovucu olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Püskürtülen sineklerde 10 kat etkili olduğu tespit edilmiştir [2]. Ayrıca, *Nepeta cataria* bitkisi 17. yüzyıldan beri kuvvetlendirici, dezenfektan ve soğuk algınlıklarının tedavisinde halk arasında kullanılagelmiştir [3].

*Nepeta cadmea* bitkisinin uçucu yağının kimyasal içeriğinin analizi [4], uçucu yağın antimikrobiyal aktivitesi [4, 5] ve bitkiden iridoid ve öjenol glikozitlerin izolasyonu [6] ile ilgili çalışmalar rapor edilmiştir. Ancak hem *Nepeta cadmea* uçucu yağının antioksidan aktiviteleri üzerine hem de *Nepeta nuda* L. subsp. *glandulifera* bitkisi uçucu yağ karakterizasyonu ve antioksidan aktivitesi üzerine herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışma, iki endemik *Nepeta* türünün (*Nepeta nuda* L. subsp. *glandulifera* Hub.-Mor.& Davis ve *Nepeta cadmea* Boiss.) uçucu yağlarının kimyasal karakterizasyonu ve uçucu yağların antioksidan aktivitelerinin belirlenmesini amaçlamaktadır. Uçucu yağların GC ve GC-MS ile kimyasal karakterizasyonun yapılması; antioksidan kapasitenin ise, metal şelatlama, serbest radikal süpürüm (DPPH ve ABTS), indirgeme gücü (CUPRAC ve FRAP) ve toplam antioksidan ( $\beta$ -karoten renk açılım ve fosfomolibdenyum) testleri içeren farklı yöntemler kullanılarak tespit edilmesi hedeflenmektedir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Lamiaceae Familyası

Dünyada 250 cins ve yaklaşık 3200 türe sahip olan Lamiaceae familyası, Türkiye’de 45 cins, 546 tür ve 731 takson ile temsil edilmektedir [7, 8]. Bununla birlikte, Lamiaceae familyası, Türkiye’de %45 oranında endemizme sahip bir familya durumundadır [9].

Lamiaceae familyası, yükseklik ve habitat tipi ayırt etmeksizin, dünyada hemen hemen her yerde yetişebilen ve sahip olduğu üyelerinin sayısına bakıldığında oldukça büyük familyalardan biridir. Bu familyaya ait taksonların tropik yağmur ormanlarında yaşayan birkaç cinsi dışında genellikle açık arazi bitkileri olduğu bilinmekle beraber, dünyada en fazla Akdeniz havzasında yayılış göstermektedir [10].

Lamiaceae familyasının büyük bir ekonomik öneme sahip olmaları, üyelerinin içermiş oldukları esansiyel yağlar ve aromatik bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle Lamiaceae familyasının *Thymus*, *Mentha* ve *Origanum* türleri gıda sanayinde; Pogestemon ve Lavandula cinslerine ait bazı taksonları ise parfümeri sanayinde kullanılmaktadırlar [10].

Familya üyeleri uçucu ve aromatik yağ içermelerinden dolayı farmokoloji ve parfümeri sanayinde önemlidir. Eterik yağ elde edilir, baharat olarak kullanılır ve süs bitkisi olarak yetiştirilir [11].

### 2.2. *Nepeta* Cinsi

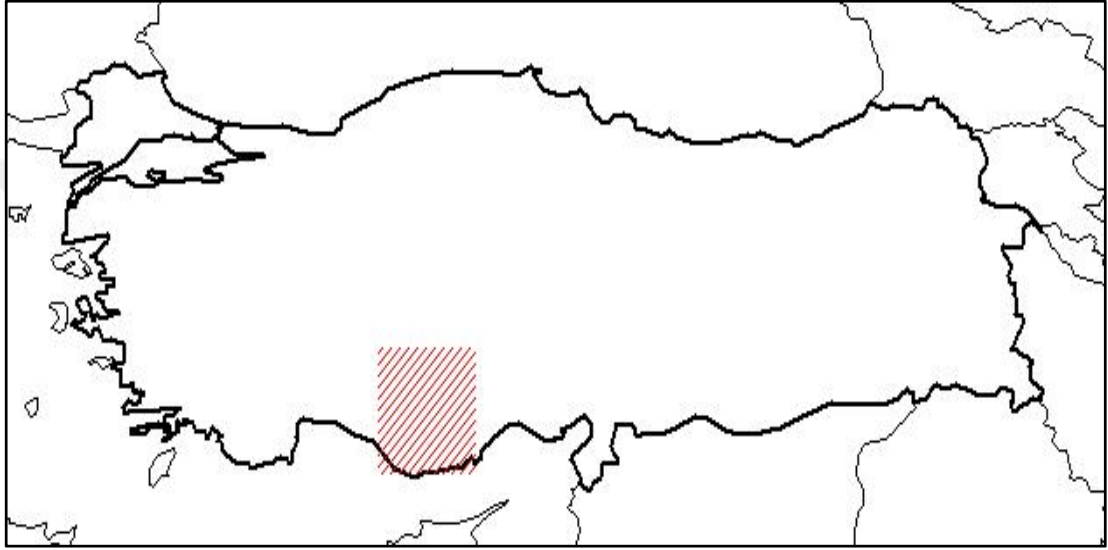
*Nepeta* cinsi, ballıbabagiller (*Lamiaceae*) familyasında, çiçek açan bir bitki cinsi olup bu grubun üyeleri, Avrupa, Asya ve Afrika'ya özgüdür [12]. Çoğu türü ot cinsinden sürekli bitkilerdir ama bazıları çok yıllık bitkidir. Çiçekler, beyaz, mavi, pembe veya leylak rengine olabilir. Sapların ucuna doğru birkaç kümede meydana gelir. Çiçekler, boru biçiminde ve küçük mor noktalarla seçilir [13].

*Nepeta* cinsinin 250’yi aşkın türü bulunmaktadır ve *Nepeta* cinsi bitkiler genellikle Avrupa, Asya, Kuzey Amerika, Kuzey Afrika ve Akdeniz bölgelerinde yayılış göstermektedir. Ülkemizde 37 tür altında 22’si endemik olmak üzere toplam 44 takson ile temsil edilmektedir. *Nepeta* türleri halk arasında genellikle “kedi naneleri” olarak bilinir ve analjezik etkileri vardır [8, 14].

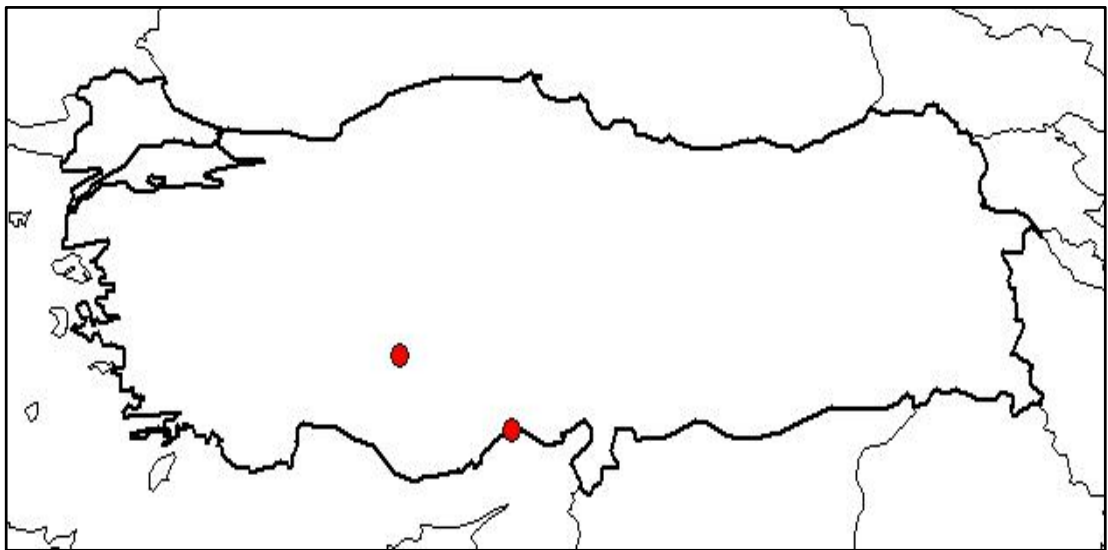
### 2.3. *Nepeta nuda* L. subsp. *glandulifera* Hub.-Mor.& Davis Türü

*Nepeta nuda* subsp. *glandulifera* bitkisi, çok yıllık bir türdür ve 6-8. aylarda çiçeklenirler. Genellikle kaya yamaçlarında 1070-2100 m yüksekliklerde yetişirler [15].

Bitki C4 karesinde yayılış gösterir (Şekil 2.1). Ülkemize endemik olan bu tür, Doğu Akdeniz elementidir. Şekil 2.2’de görüldüğü gibi Konya ve İçel illerini içersisine alan güney Anadolu’da yetişmektedir [15].



Şekil 2.1. *N. nuda* subsp. *glandulifera* bitkisinin bulunduğu bölgeler

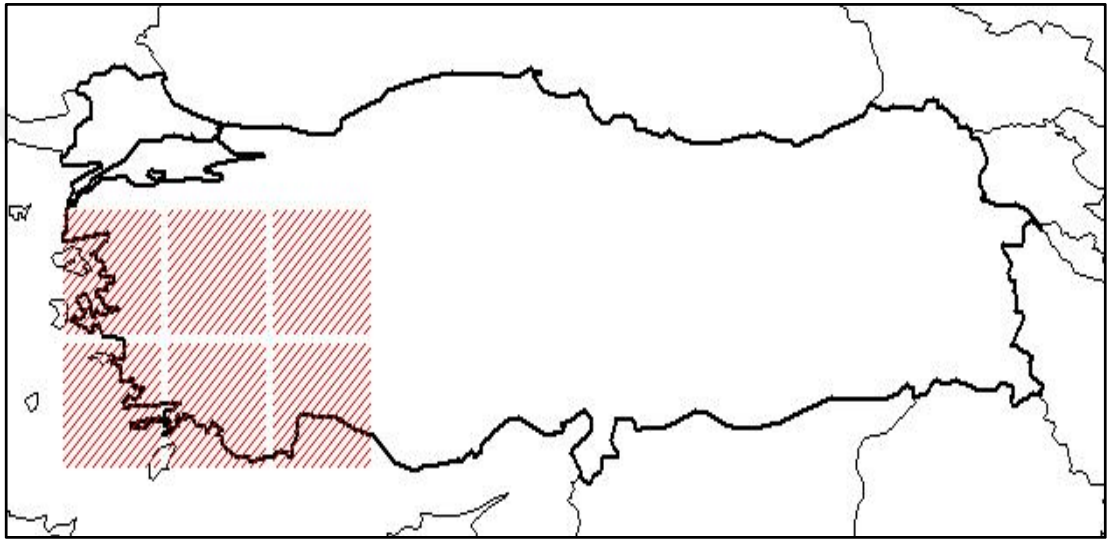


Şekil 2.2. *N. nuda* subsp. *glandulifera* bitkisinin yetiştiği iller

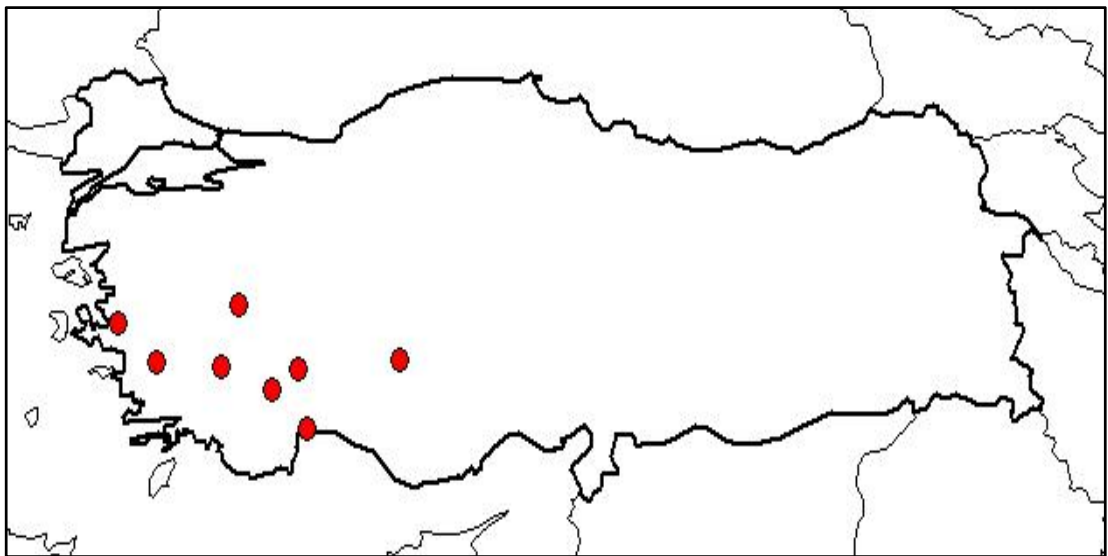
#### 2.4. *Nepeta cadmea* Boiss. Türü

*Nepeta cadmea* bitkisi, çok yıllık bir türdür ve 7-8. aylarda çiçeklenirler. Genellikle kaya yamaçlarında, maki ve *Pinus nigra* altlarında 200-1900 m yüksekliklerde yetişirler [16].

Bitki B1, B2, B3, C1, C2 ve C3 karelerinde yayılış gösterir (Şekil 2.3). Ülkemize endemik olan bu tür, Doğu Akdeniz elementidir. Şekil 2.4'te görüldüğü gibi Antalya, Aydın, Burdur, Denizli, Isparta, İzmir, Konya ve Uşak illerini içerisine alan Batı ve Güneybatı Anadolu'da yetişmektedir [16].



Şekil 2.3. *N. cadmea* bitkisinin Türkiye'de bulunduğu bölgeler



Şekil 2.4. *N. cadmea* bitkisinin Türkiye'de yetiştiği iller

## 2.5. *Nepeta* Türleriyle İlgili Kaynak Özetleri

Celik ve ark. [4], *N. cadmea* bitkisinden %2.1 verimle uçucu yağ elde etmişlerdir. Uçucu yağda, uçucu yağın %97.91'ine karşılık gelen toplam 13 bileşen aydınlatmışlardır. Yine bu çalışmada, uçucu yağda nepetalakton (%81.6), karyofillen (%3.71) ve germakren D (%3.25) ana bileşenler olarak belirlenmiştir.

Baser ve ark. [17], Türkiye'de yetişen bazı *Nepeta* türlerinin uçucu yağlarını ana bileşenlerine göre rapor etmişlerdir. Sonuçlar Tablo 2.1'de verilmiştir.

**Tablo 2.1.** Uçucu yağ ana bileşeni nepetalakton olan *Nepeta* türleri

Tür ismi	Materyel	Toplanma yeri	Verim (%)	Derişim (%)
<i>N. caesarea</i>	Toprak üstü	Eskisehir:Saricakaya	0.86	91.2 (1)
	Yaprak	Eskisehir:Saricakay	2.74	94.6 (1)
	Çiçek	Eskisehir:Saricakay	1.12	93.0 (1)
	Kök	Eskisehir:Saricakay	0.30	95.3 (1)
<i>N. cataria</i>	Toprak üstü	Antalya:Altinozu-Hadim	0.40	89.0 (1)
<i>N. cadmea</i>	Toprak üstü	Antalya:Gundogmus	0.45	78.6 (1)
	Toprak üstü	Mugla:Koycegiz	0.71	44.5 (1)
	Toprak üstü	Konya:Hadim	0.41	21.7 (1)
	Toprak üstü	Antalya:Kemer	0.54	75.0 (1)
<i>N. pilinix</i>	Çiçekli toprak üstü	Antalya:Alanya	0.50	66.7 (1)
<i>N. racemosa</i>	Toprak üstü	Erzurum	0.11	91.5 (2)
	Çiçekli toprak üstü	Kars	0.70	31.5 (2)

1: 4 $\alpha$ -7 $\alpha$ -7 $\alpha$ -nepetalakton, 2: 4 $\alpha$ -7 $\alpha$ -7 $\beta$ -nepetalakton

Gormez ve ark. [18], *N. nuda* bitkisinden hidrodestilasyonla uçucu yağ elde etmişler ve uçucu yağda 4 $\alpha$ ,7 $\beta$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton (%18.10), germakren (%15.68), elemol (%14.38),  $\beta$ -karyofillen (%8.81) ve spatulenol (%6.14) ana bileşenler olarak belirlemişlerdir.

Kilic ve ark. [19], *N. nuda* subsp. *nuda* bitkisinin toprak üstü kısımlarından elde ettikleri uçucu yağı GC ve GC-MS ile analiz etmişler ve uçucu yağın %94.7'sine karşılık gelen toplam 45 bileşen tanımlamışlardır. Bu çalışmada, bitki uçucu yağında ana bileşenler olarak kamfor (%23.5), 1,8-sineol (%21), borneol (%18.77) ve kamfen (%6.50) tespit edilmiştir.

Kokdil ve ark. [20], *N. nuda* L. ssp. *nuda* bitkisi uçucu yağını GC ve GC-MS ile analiz etmişler ve uçucu yağda  $\beta$ -karyofillen oksit (%21.8), spatulenol (%13.8), allo-aromadendren (%9.0) ve  $\beta$ -karyofillen (%5.4)'i ana bileşenler olarak

belirlemişlerdir. Ayrıca aynı çalışmada yazarlar uçucu yağda nepetalaktonların bulunmadığını rapor etmişlerdir.

Alim ve ark. [21], Sivas ili Divriği ilçesinden topladıkları *N. nuda* subsp. *albiflora* bitkisi uçucu yağında toplam 24 bileşen belirlemişler ve uçucu yağda ana bileşenler olarak trans-karyofillen (%23.9), isopulegon (%12.6), cis-sabinol (%10.1) ve  $\beta$ -pinen (%10.0) tespit etmişlerdir. Ayrıca, bu çalışmada, uçucu yağın DPPH radikali üzerine herhangi bir süpürüm aktivitesinin bulunmadığı;  $\beta$ -karotem lineloik model sistemle yapılan toplam antioksidan aktivite testinde 2 mg/ml derişimde %24 inhibisyon gösterdiği ancak bu inhibisyonun standart antioksidan olan BHT'ninkinden (%100) oldukça düşük olduğu rapor edilmiştir.

Mancini ve ark. [22], Lübnan'ın iki farklı dağından *N. nuda* L. subsp. *albiflora* (Boiss.) Gams. bitkisinin uçucu yağlarını GC ve GC-MS ile karakterize etmişlerlerdir. Bu çalışmada, Lübnan'ın Laklok dağından 1400 m yükseltiden toplanan örneğin uçucu yağında  $\beta$ -bisabolen (%11.8), pulegon (%10.8), (E,Z)-nepetalakton (%8.0), (E)- $\beta$ -farnesen (%7.1) ve karyofillen oksit (%6.9)'in ana bileşenler olduğu; Tannourine sedir ormanlarından 1800 m yükseltiden toplanan örneğin uçucu yağında ise, heksadekanoik asit (%10.1),  $\beta$ -bisabolen (%7.8), karyofillen oksit (%7.3), pulegon (%7.2) ve (E,Z)-nepetalakton (%4.4)'un yüksek miktarlarda bulunduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada, *N. curviflora* Boiss. bitkisi uçucu yağı da analiz edilmiş ve ana bileşenler  $\beta$ -karyofillen (%41.6), karyofillen oksit (%9.5), (E)- $\beta$ -farnesen (%6.2) ve (Z)- $\beta$ -farnesen (%4.8) olarak bildirilmiştir.

Bozok ve ark. [23], Osmaniye Amanos dağlarından topladıkları *N. nuda* subsp. *albiflora* bitki uçucu yağında, uçucu yağın %93.71'ine karşılık gelen 13 bileşen aydınlatmışlar ve uçucu yağ ana bileşenlerini 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ , $\beta$ -nepetalakton (%74.27) ve trans-10-metil-2-dekalon (%10.09) olarak rapor etmişlerdir.

Takeda ve ark. [24], Batı Anadoludan topladıkları *N. nuda* ssp. *albiflora* bitkisinin toprak üstü kısımlarının metanol özütünden velpetin bileşiği yanında üç yeni iridoit glukozit olan nepetanudosit B, C ve D'yi de izole etmişlerdir.

Gkinis ve ark. [25], yaptıkları çalışmada *N. parnassica* bitkisini çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme zamanı olmak üzere iki farklı dönemde toplamışlardır. Çiçeklenme öncesinde toplanan bitki uçucu yağında ana bileşenler olarak 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$  $\beta$ -



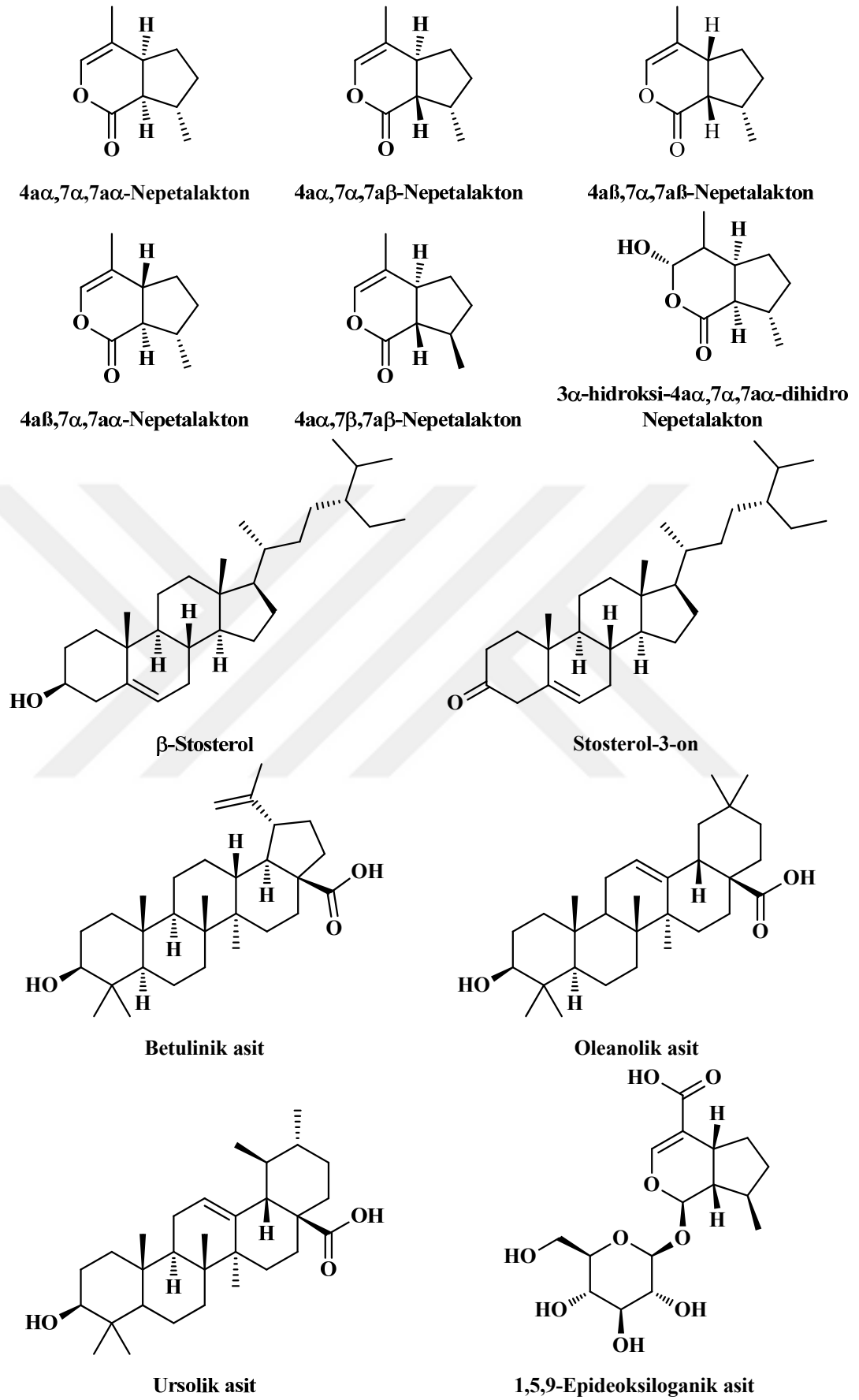
nepetalakton (%22.0), 1,8-sineol (%21.1),  $\alpha$ -pinen (%9.5) ve 4 $\alpha$ ,7 $\beta$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton (%7.9) tespit edilmişken; çiçeklenme zamanında toplanan bitki uçucu yağında ise 1,8-sineol (%34.6), 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton (%17.3),  $\alpha$ -pinen (%11.4) ve 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -nepetalakton (%8.9)'u ana bileşenler olarak belirlemişlerdir.

Kumaun Himayalarından toplanan *N. ciliaris* bitkisi köklerinden elde edilen uçucu yağın, oksijenli monoterenler (%15.5), seskiterpen hidrokarbonlar (%77.4), oksijenli seskiterpenler (%3.5) ve diterpen hidrokarbonlar (%3.3) içerdiği rapor edilmiştir. Uçucu yağda  $\alpha$ -ylangen (%32.1),  $\beta$ -karyofillen (%16.1), guaiakol (%11.3),  $\alpha$ -humulen (%8.1), isolongifolen (%8.0), trans- $\alpha$ -bergamoten (%4.5) ve  $\beta$ -siklositral (%3.0) ana bileşenler olarak aydınlatılmıştır [26].

Sırbistan'dan toplanan *N. cataria* bitkisinin çiçekli ve çiçeksiz yapraklarından elde edilen uçucu yağlarının monoterenlerce zengin olduğu ve uçucu yağlarda cis, trans-nepetalaktonun ana bileşen olduğu rapor edilmiştir [27].

Ali ve ark. [28], dört farklı *Nepeta* süs türü ve hibritinin (*N. racemosa* Lam. hybrid "Select", *N. sibirica* L., *N. subsessilis* Maxim ve *N.  $\times$ faassenii* Bergmans ex Stearn "Dropmore") uçucu yağlarını analiz etmişlerdir. Bu çalışmada, *N. racemosa* hibrit "Select" ve *N.  $\times$ faassenii* "Dropmore" uçucu yağlarında ana bileşenin 1,8-sineol olmasına karşın; *N. sibirica* ve *N. subsessilis* uçucu yağlarının (*Z*)- $\beta$ -farnesen,  $\beta$ -bisabolen,  $\delta$ -kadinen,  $\beta$ -karyofillen ve karyofillen oksit gibi seskiterpenlerce zengin olduğu rapor edilmiştir.

*Nepeta nuda* ssp. *albiflora* bitkisi heksan ve aseton özütlerinin kimyasal karakterizasyonu GC ve GC-MS ile gerçekleştirilen bir çalışmada, heksan özütünde Tablo 2.2'de kimyasal yapıları verilen 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton, 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -nepetalakton, 4 $\alpha$ ,7 $\beta$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton, 4 $\alpha$ ,7 $\beta$ ,7 $\beta$ -nepetalakton, 3 $\alpha$ -hidroksi-4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton (Nepetalik asit), dimerik 5,9-dehidronepetalakton,  $\beta$ -sitosterol, sitosterol-3-on ve betulinik asit tanımlanmıştır. Bununla birlikte bitkinin aseton özütünde ise, dimerik 5,9-dehidronepetalakton, 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -nepetalakton, 3 $\alpha$ -hidroksi-4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton (Nepetalik asit), karyofillen oksit, 1,5,9-epideoksiloganik asit, oleanolik asit, ursolik asit, betulinik asit ve sitosterol-3 $\beta$ -glukosid karakterize etmişlerdir [29].



Şekil 2.5. *N. nuda* subsp. *albiflora* özütlerindeki bileşenlerin kimyasal yapıları

Gorovoi ve ark. [30], Rusya'dan topladıkları endemik *N. manchuriensis* bitkisi uçucu yağının 1(7),5,8-*o*-mentatrien (%46.5), sabinen (%9.0), neoisotujol (%6.2), elemol (%6.0),  $\delta$ -selinen (%4.6) ve 4-terpineol (%2.7) bakımından zengin olduğunu belirlemişlerdir.

Diyarbakır ili Dicle bölgesinden toplanan *N. italica* bitkisi uçucu yağında, linalool (%42.0), T-kadinol (%21.3), jasmonen (%6.7),  $\beta$ -kubeben (%4.5), tabanon (%4.3), karyofillen oksit (%3.9) ve kubenol % (3.6) olduğu rapor edilmiştir [31].

Sırbistan'da yetişen iki *Nepeta* türünün uçucu yağlarının kimyasal karakterizasyonu sonucunda, endemik *N. rtanjensis* uçucu yağında yüksek miktarlarda 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -nepetalakton (%72.03) bulunmasına karşın; 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton (%76.85) bileşiğinin *N. cataria* uçucu yağında daha fazla olduğu belirtilmiştir [32].

Shakeri ve ark. [33], *N. sintenisii* uçucu yağında, uçucu yağın %95.81'ine karşılık gelen toplam 51 bileşen tanımlamışlardır. Bitki uçucu yağında, 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -nepetalakton (%51.74),  $\beta$ -farnesen (%12.26), 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton (%8.01), germakren-D (%5.01) ve 4 $\alpha$ ,7 $\beta$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton (%3.71) tespit edilmiştir. Aynı zamanda, bu çalışmada bitki uçucu yağının DPPH radikal süpürüm ve FRAP indirgeme gücü testleriyle antioksidan aktiviteleri de belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, uçucu yağın hem DPPH radikal süpürüm (IC<sub>50</sub>= 7.16 mg/ml) hem de FRAP indirgeme (IC<sub>50</sub>= 0.82 mM Fe<sup>2+</sup>/mg uçucu yağ) testlerinde standart antioksidan olan askorbik asit (DPPH testi için IC<sub>50</sub>= 0.006 mg/ml ve FRAP testi için IC<sub>50</sub>= 16.4 mM Fe<sup>2+</sup>/mg) ile karşılaştırıldığında zayıf antioksidan aktivite sergilediği rapor edilmiştir.

Pandey ve ark. [34], Hindistan'ın Gorakhpur bölgesinden topladıkları *N. hindostana* bitkisinin toprak üstü kısımlarından elde edilen uçucu yağında ana bileşenler olarak (E)  $\beta$ -farnesen (%10.4), ageratokromen (%9.7), 6-hidroksispiro [4.5] dekan-1-on (%9.5),  $\beta$ -karyofillen (%8.6) ve 6-metilspiro [4.5] dekan-6-ol (%8.2) tanımlamışlardır. Ayrıca aynı çalışmada, bitki uçucu yağının antioksidan aktivitesi de yapılmış ve 60  $\mu$ l uçucu yağın,  $\beta$ -karoren renk açılım testinde %80.7 antioksidan aktivite (IC<sub>50</sub>= 8  $\mu$ l) gösterdiği; DPPH serbest radikal süpürüm testinde ise, %73.4 aktivite (IC<sub>50</sub>= 8.5  $\mu$ l) sergilediği rapor edilmiştir.

Jamzad ve ark. [35], İran'dan topladıkları *N. sessilifolia* ve *N. haussknechtii* bitkilerinden hidrodestilasyon yöntemiyle uçucu yağlarını elde etmişlerdir. *N. sessilifolia* uçucu yağının %97.4'üne karşılık gelen 33 bileşen aydınlatılmış ve ana bileşenler olarak linalool asetat (%14.7) ve linalool (%14.2) tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada, *N. haussknechtii* bitkisi uçucu yağının %94.2'si aydınlatılmış ve bu bitki uçucu yağının 1,8-sineol (%36.7) ve elemol (%11.4) bakımından zengin olduğu rapor edilmiştir.

Sefidkon ve Shaabani [36], İran'dan topladıkları *N. meyeri* bitkisinin toprak üstü kısımlarının hidrodestilasyonla elde edilen uçucu yağının kimyasal karakterizasyonunu GC ve GC-MS ile gerçekleştirdiklerini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada, bitki uçucu yağının yaklaşık %99.3'üne tekabül eden toplam 18 bileşen tespit edilmiştir. Uçucu yağda, 4 $\alpha$ -7 $\alpha$ -7 $\beta$ -nepetalakton (%53.2), 1,8-sineol (%29.3) ve kamfor (%4.1) ana bileşenler olarak belirlenmiştir.

Dabiri ve Sefidkon [37], İran'dan topladıkları *N. racemosa* bitkisi uçucu yağını hidrodestilasyon ile elde etmişlerdir. GC ve GC-MS ile uçucu yağın kimyasal kompozisyonuna yönelik yapılan bu çalışmada, uçucu yağda 24 bileşen karakterize edilmiş ve ana bileşenler olarak 4 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -nepetalakton (%33.6), 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -nepetalakton (%25.6), 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton (%24.4) ve 1,8-sineol (%9.0) tespit edilmiştir.

İran'dan toplanan *N. crassifolia* bitkisinin çiçekli toprak üstü kısımlarının hidrodestilasyonla elde edilen uçucu yağının kimyasal içeriği GC ve GC-MS ile belirlenmiş ve uçucu yağda, 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton (%92.6), linalil asetat (%2.6), piperiton (%0.80), germakren D (%0.73), 4 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -nepetalakton (%0.64) ve  $\beta$ -karyofillen (%0.58) ana bileşenler olarak karakterize edilmiştir [38].

Asgarpanah ve ark. [39], İran'da yetişen *Nepeta* türlerinin uçucu yağ içeriklerini kapsayan literatür çalışmalarını bir derleme halinde rapor etmişlerdir. Bu derlemede, *Nepeta* uçucu yağları kemotiplerine göre nepetalaktonlar (Tablo 2.2), 1,8-sineol ve linalool (Tablo 2.3) ve monoterpen hidrokarbon, seskiterpen hidrokarbon, oksijenli monoterpen ve oksijenli seskiterpenlerin dahil olduğu diğer terpenoitler (Tablo 2.4) olmak üzere üç farklı gruplama yapılmıştır.

**Tablo 2.2.** Uçucu yağ kemotipi nepetalaktonlar olan İran *Nepeta* türleri

Bilesenler	Türler	Derisim (%)	Kaynaklar
4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -Nepetalakton	<i>N. asterotricha</i>	<5	[40]
	<i>N. binaloudensis</i>	25	[41]
	<i>N. cephalotes</i>	90.1	[42]
		35.1	[43]
	<i>N. crassifolia</i>	72.8	[44]
		5.9	[45]
		92.6	[38]
	<i>N. crispa</i>	10.3	[46]
	<i>N. eremophila</i>	<5	[46]
	<i>N. heliotropifolia</i>	<5	[47]
	<i>N. ispahanica</i>	6.2	[48]
	<i>N. menthoides</i>	23.2	[49]
	<i>N. meyeri</i>	<5	[50]
	<i>N. mirzayanii</i>	61.0	[42]
	<i>N. racemosa</i>	64.9	[51]
		24.4	[37]
		<5	[46]
4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -Nepetalakton	<i>N. mahanensis</i>	37.6	[46]
	<i>N. cataria</i>	28.8	[45]
	<i>N. crassifolia</i>	<5	[44]
	<i>N. crispa</i>	20.3	[52]
	<i>N. heliotropifolia</i>	16.3	[47]
	<i>N. meyeri</i>	68.1	[50]
		53.2	[36]
	<i>N. persica</i>	26.5	[53]
		28.3	[54]
	<i>N. racemosa</i>	7.4	[51]
4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -Nepetalakton		25.6	[37]
	<i>N. pogonosperma</i>	57.6	[55]
	<i>N. asterotricha</i>	14.8	[40]
		18.2	[56]
	<i>N. bornmuelleri</i>	64.0	[42]
	<i>N. sintenisii</i>	23.4	[57]
	<i>N. crassifolia</i>	<5	[44]
	<i>N. crispa</i>	9.2	[46]
	<i>N. eremophila</i>	73.3	[46]
	<i>N. persica</i>	62.3	[54]
	<i>N. racemosa</i>	33.6	[37]
	<i>N. saccharata</i>	6	[58]
4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -Nepetalakton	<i>N. binaloudensis</i>	<5	[40]
	<i>N. crassifolia</i>	<5	[38]
	<i>N. elymatica</i>	35.6	[59]
	<i>N. ispahanica</i>	<5	[46]
	<i>N. kotschyi</i>	92.0	[60]
	<i>N. persica</i>	26.5	[53]
4 $\alpha$ ,7 $\beta$ ,7 $\alpha$ -Nepetalakton	<i>N. cataria</i>	11.9	[45]
	<i>N. crassifolia</i>	81.1	[45]
	<i>N. betonicifolia</i>	42.0	[58]
4 $\alpha$ -DihidroNepetalakton	<i>N. crassifolia</i>	<5	[44]
	<i>N. persica</i>	26.5	[53]
4 $\beta$ -DihidroNepetalakton	<i>N. crassifolia</i>	<5	[44]

**Tablo 2.3.** Uçucu yağ kemotipi 1,8-sineol ve linalool olan İran *Nepeta* türleri

Bileşenler	Türler	Derişim (%)	Kaynaklar	
1,8-Sineol	<i>N. racemosa</i>	9.0	[37]	
	<i>N. sintenisii</i>	8.2	[57]	
	<i>N. ispahanica</i>	45.8	[48]	
			71.7	[46]
			66.0	[40]
			78.2	[61]
		<i>N. binaludensis</i>	42.0	[40]
		<i>N. haussknechtii</i>	36.7	[35]
		<i>N. cataria</i>	21.0	[62]
			13.5	[45]
		<i>N. denudata</i>	48.0	[43]
		<i>N. cephalotes</i>	11.4	[43]
		<i>N. pogonosperma</i>	26.4	[55]
		<i>N. elymatica</i>	29.7	[59]
		<i>N. heliotropifolia</i>	16.8	[47]
			19.0	[63]
		<i>N. crassifolia</i>	9.0	[44]
		<i>N. crispa</i>	71.0	[64]
			47.9	[65]
			62.8	[46]
		<i>N. mahanensis</i>	27.2	[46]
		<i>N. eremophylla</i>	13.1	[46]
		<i>N. rivularis</i>	38.5	[46]
		<i>N. asterotricha</i>	17.4	[40]
			11.6	[56]
		<i>N. meyeri</i>	29.3	[36]
		<i>N. burnmuelleri</i>	7.1	[42]
		<i>N. menthoides</i>	41.1	[64]
			33.8	[49]
			57.3	[66]
		<i>N. assurgens</i>	21.3	[67]
		<i>N. oxyodonta</i>	9.4	[68]
	<i>N. depauperata</i>	7.3	[68]	
	<i>N. denaensis</i>	9.9	[68]	
	<i>N. gloeocephala</i>	35.2	[69]	
	<i>N. involucrate</i>	23.1	[70]	
	<i>N. laxiflora</i>	11.8	[49]	
	<i>N. meyeri</i>	29.3	[36]	
	<i>N. glomerulosa subsp. carmanica</i>	13.9	[71]	
Linalool	<i>N. satureioides</i>	23.8	[72]	
	<i>N. heliotropifolia</i>	11.9	[47]	
	<i>N. asterotricha</i>	17.4	[40]	
	<i>N. sessilifolia</i>	14.2	[35]	

**Tablo 2.4.** Uçucu yağ kemotipi diğer terpenoitler olan İran *Nepeta* türleri

Bileşenler	Türler	Derişim (%)	Kaynaklar	
$\beta$ -Karyofillen	<i>N. fissa</i>	17.4	[65]	
	<i>N. depauperata</i>	12.9	[73]	
		23.4	[68]	
		7.8	[68]	
	<i>N. oxyodonta</i>	12.6	[74]	
		17.8	[68]	
	<i>N. satureioides</i>	6.6	[72]	
	<i>N. bracteata</i>	5.0	[68]	
	<i>N. laxiflora</i>	7.2	[68]	
	<i>N. denaensis</i>	5.4	[68]	
		7.8	[68]	
		27.1	[75]	
		<i>N. pungens</i>	20.0	[68]
		<i>N. bracteata</i>	11.2	[42]
		<i>N. cataria</i>	5.7	[45]
Trisiklen $\alpha$ -Pinen	<i>N. heliotropifolia</i>	11.3	[63]	
	<i>N. depauperata</i>	8.2	[68]	
	<i>N. fissa</i>	5.8	[65]	
	<i>N. gloecephala</i>	7.1	[69]	
	<i>N. depauperata</i>	41.0	[68]	
	<i>N. denaensis</i>	14.5	[75]	
	<i>N. involcrate</i>	5.0	[65]	
	<i>N. laxiflora</i>	19.7	[49]	
	<i>N. glomerulosa</i>	9.4	[76]	
	<i>N. cataria</i>	10.3	[62]	
	<i>N. glomerulosa subsp. carmanica</i>	18.3	[71]	
	Sabinen	<i>N. gloecephala</i>	7.8	[69]
		<i>N. involcrate</i>	6.7	[70]
		<i>N. rivularis</i>	14.8	[46]
		<i>N. saccharata</i>	6.5	[58]
$\beta$ -Pinen	<i>N. fissa</i>	6.0	[65]	
	<i>N. crista</i>	5.0	[64]	
		6.9	[52]	
	<i>N. menthoides</i>	5.6	[64]	
		8.8	[66]	
	<i>N. assurgens</i>	5.3	[67]	
	<i>N. gloecephala</i>	21.8	[69]	
	<i>N. involcrate</i>	12.2	[70]	
	<i>N. cephalotes</i>	18.2	[43]	
		7.5	[42]	
Limonen	<i>N. rivularis</i>	10.7	[46]	
	<i>N. ispahanica</i>	8.9	[48]	
	<i>N. glomerulosa</i>	8.2	[76]	
	<i>N. glomerulosa subsp. carmanica</i>	9.7	[71]	
Linalil asetat	<i>N. satureioides</i>	11.1	[72]	
	<i>N. sessilifolia</i>	14.7	[35]	

**Tablo 2.4.** Uçucu yağ kemotipi diğer terpenoitler olan İran *Nepeta* türleri (devam)

Bileşenler	Türler	Derişim (%)	Kaynaklar
Nonanal	<i>N. oxyodonta</i>	6.1	[68]
(Z)- $\beta$ -Osimen	<i>N. gloecephala</i>	6.9	[69]
	<i>N. racemosa</i>	9.5	[51]
(E)- $\beta$ -Osimen	<i>N. gloecephala</i>	7.1	[69]
<i>cis</i> -Sabinen hidrat	<i>N. sintenisii</i>	6.5	[57]
	<i>N. heliotropifolia</i>	16.1	[47]
4-Terpineol	<i>N. menthoides</i>	7.1	[64]
	<i>N. denaensis</i>	7.4	[68]
	<i>N. asterotricha</i>	22.8	[40]
		24.8	[56]
$\alpha$ -Terpineol	<i>N. menthoides</i>	5.7	[64]
	<i>N. denaensis</i>	5.7	[68]
Lavandulil asetat	<i>N. satureioides</i>	6.6	[72]
Geranil asetat	<i>N. menthoides</i>	6.1	[64]
		8.1	[66]
	<i>N. glomerulosa</i>	9.3	[76]
	<i>N. cataria</i>	8.2	[62]
$\beta$ -Bourbonen	<i>N. oxyodonta</i>	8.1	[74]
	<i>N. ucrainica ssp. kopetdaghensis</i>	5.8	[77]
$\alpha$ -Humulen	<i>N. cataria</i>	14.4	[62]
E- $\beta$ -Farnesen	<i>N. sintenisii</i>	9.5	[57]
$\gamma$ -Muurolen	<i>N. fissa</i>	7.9	[65]
Germakren D	<i>N. oxyodonta</i>	7.4	[74]
	<i>N. macrosiphon</i>	9.2	[78]
	<i>N. involucrate</i>	15.1	[70]
	<i>N. mahanensis</i>	6.5	[46]
	<i>N. betonicifolia</i>	6.0	[58]
	<i>N. saccharata</i>	12.9	[58]
	<i>N. daenensis</i>	11.4	[75]
	<i>N. ucrainica ssp.</i>	39.7	[77]
Valensen	<i>N. fissa</i>	6.6	[65]
Elemol	<i>N. sintenisii</i>	16.1	[57]
	<i>N. haussknechtii</i>	11.4	[35]
Bisiklogermakren	<i>N. macrosiphon</i>	5.7	[78]
	<i>N. bracteata</i>	11.4	[42]
	<i>N. daenensis</i>	9.6	[75]
Germakren D-4-ol	<i>N. oxyodonta</i>	6.8	[74]
Spatulenol	<i>N. depauperata</i>	31.8	[73]
	<i>N. oxyodonta</i>	8.5	[74]
	<i>N. macrosiphon</i>	14.1	[78]
	<i>N. makuensis</i>	9.0	[79]
	<i>N. bracteata</i>	14.0	[42]
	<i>N. heliotropifolia</i>	8.3	[63]
$\alpha$ -Kadinol	<i>N. depauperata</i>	5.4	[73]
	<i>N. macrosiphon</i>	5.0	[78]
$\alpha$ -Muurolen	<i>N. macrosiphon</i>	6.0	[78]



**Tablo 2.4.** Uçucu yağ kemotipi diğer terpenoitler olan İran *Nepeta* türleri (devam)

Bileşenler	Türler	Derişim (%)	Kaynaklar
Karyofillen oksit	<i>N. fissa</i>	12.3	[65]
	<i>N. depauperata</i>	10.3	[73]
	<i>N. oxyodonta</i>	5.3	[74]
	<i>N. satureioides</i>	6.4	[72]
	<i>N. macrosiphon</i>	8.1	[78]
	<i>N. glomerulosa</i>	8.0	[76]
	<i>N. mirzayanii</i>	7.8	[42]
	<i>N. bracteata</i>	12.3	[42]
	<i>N. heliotropifolia</i>	14.2	[63]
Viridiflorol	<i>N. makuensis</i>	17.5	[79]
(Z,E)-Farnesol	<i>N. satureioides</i>	14.7	[72]

## 2.6. Uçucu Yağlar

Uçucu yağ, bitkilerin veya bitkisel kaynakların, kök, gövde, yaprak, meyve, kabuk, çiçek gibi kısımlarından çeşitli yöntemlerle elde edilen, oda sıcaklığında sıvı halde olan, bazen donabilen, kolaylıkla kristalleşebilen genellikle renksiz veya açık sarı renkli, uçucu, kuvvetli kokulu ve yağmsı karışımlardır. Açıkta bırakıldıklarında, oda sıcaklığında bile buharlaşabildiklerinden "uçucu yağ", eter gibi uçucu olduklarından "eterik yağ"; güzel kokulu olmaları ve parfümeride kullanılmaları nedeniyle "esansiyel yağ" gibi isimlerle anılırlar [80, 81]. Uçucu yağları, bitkilerin aroma maddeleri olup uzun yıllardan beri değişik amaçlara yönelik, özellikle bilimsel ve ticari olarak birçok alanda kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarının başında kozmetik, ilaç, gıda sanayi, dişçilik, ağız bakım ürünleri, parfümeri, boyacılık, aromaterapi ve fitoterapi gelmektedir [81, 82].

Uçucu yağlar bitkilerden çeşitli destilasyon yöntemleriyle elde edilmektedirler. Oda sıcaklığında sıvıdırlar ve kolayca buharlaşmaktadırlar. Uçucu yağlar, çoğu zaman eterik yağ ya da esans olarakta adlandırılmaktadırlar [83].

Uçucu yağlar genellikle renksizdirler, fakat uzun süre bekletilirse oksitlenebildikleri ve reçineleşebildikleri için renkleri koyulaşır. Bu nedenle soğukta ve koyu renkli şişelerde saklanmalıdır. Suda az, organik çözücüler ve yağlarda kolaylıkla çözünürler. Sulu etanolde çözünebilme özellikleri ile uçucu yağlar sabit yağlardan ayrılırlar. Yoğunlukları ise karanfil ve tarçın yağları dışında sudan daha azdır. Ayrıca kırılma indisleri yüksek ve optikçe aktiftirler [84, 85].

Uçucu yağların büyük bir kısmı parfümeride koku verici madde olarak değerlendirilirken, gıda sanayinde de tat verici olarak kullanılmaktadır. Baharatın besinlere verdiği tat ve koku dışında baharatta bulunan uçucu yağdan ileri gelen koruyucu bir etkisi vardır. Uçucu yağların antiseptik özelliği bakterilerin üremesini yavaşlatmakta ve besinlerin bozulmasını geciktirmektedir [86].

## 2.7. Uçucu Yağların Bileşimi

Uçucu yağlar, terpenik hidrokarbonlar (alifatik, monosiklik, bisiklik ve seskiterpen) ve bunların oksijenli türevlerinin (alkol, aldehit, keton) karışımıdır. Terpenik maddelerden oksijensiz olanlar çoğunlukla kolay uçucudurlar ve uçucu yağlar oldukça düşük derecelerde bile sıvı halde kalırlar [83].

Terpenler, izopren ( $C_5H_8$ ) birimlerine bölünebilen doğal ürünler olarak tanımlanmaktadır ve karbon sayısına göre isimlendirilirler. Hemiterpenler ( $C_5H_8$ ) bir izopren ünitesinden, monoterpenler ( $C_{10}H_{16}$ ) iki izopren ünitesinden, seskiterpenler ( $C_{15}H_{24}$ ) üç izopren ünitesinden, diterpenler ( $C_{20}H_{32}$ ) dört izopren ünitesinden, triterpenler ( $C_{30}H_{48}$ ) altı izopren ünitesinden meydana gelirler. Uçucu yağların bileşiminde daha çok mono ve seskiterpenler yer alırlar [87].

Terpenoitler izopren birimlerinin sayısına göre sınıflandırılırlar (Tablo 2.5). Ruzicka tarafından ortaya atılmış olan “İzopren Kuralına” göre bütün terpenik bileşiklerin karbon iskeletleri izopren birimlerinin iki ya da daha fazlasının birleşmesiyle oluşmuştur [81].

**Tablo 2.5.** Terpenlerin sınıflandırılması

İzopren sayısı	Karbon sayısı	Sınıfı
1	5	Hemiterpenler
2	10	Monoterpenler
3	15	Seskiterpenler
4	20	Diterpenler
5	25	Sesterpenler
6	30	Triterpenler
8	40	Tetraterpenler (Karotenoitler)
n	(5 C)n	Politerpenler

Ayrıca, terpenler fiziksel özelliklerine göre iki gruba ayrılabilirler:

1. Uçucu terpenler: Subuharı ile sürüklenabilen küçük moleküllü monoterpenler ve bazı seskiterpenler.
2. Uçucu olmayan terpenler: Büyük moleküllü seskiterpenler, diterpenler, triterpenler ve politerpenler.

Terpenler, kurutularak toz edilmiş bitkiden değişen polaritedeki çözücülerle tüketilerek hazırlanan özütlerden kromatografik yöntemlerle ayrılıp saflaştırılırlar. Genel olarak terpenik yapılar için apolar çözücüler kullanılır. Saflaştırmada en çok kullanılan kromatografik yöntemler sütun ve preparatif ince tabaka yöntemleridir, silikajel ise en çok kullanılan adsorbandır. Uçucu olan ya da uçucu türevleri haline getirilebilen ve miktarı az olan terpenlerin tanınmalarında gaz kromatografi yöntemi de kullanılabilir. Karotenoit bileşikler ve bazı lakton yapısındaki terpenler kolayca bozulduklarından tüketme ve saflaştırma çalışmaları özel şartlarda (soğukta, inert atmosferde, ışıktan korunarak) dikkatlice yapılmalıdır [85, 88].

## 2.8. Oksidasyon ve Antioksidan Aktivite

Oksidasyon yani yükseltgenme, bir atom ya da molekülün bir alıcıya elektron vermesi prosesidir. Yükseltgenme potansiyeli karşısındakine göre yüksek olan madde yükseltgenirken diğeri indirgenir. Vücudumuzdaki ve besinlerdeki lipidler, proteinler, karbonhidratlar, nükleik asitler oksidasyona uğrayabilmekte ve canlı organizma için zararlı olabilecek oksidasyon ürünleri oluşabilmektedir. Bu durum yaygın olarak “Oksidatif Stres” şeklinde ifade edilmektedir [89, 90].

Oksidatif stresin baş sorumluları reaktif oksijen ve azot türleridir. Hücrenin normal solunumu sırasında yan ürün olarak oluşan bu reaktif oksijen ve azot türleri radikalik ve radikalik olmayan türleri içermektedir. Radikalik oksijen türlerine, süperoksit anyon ( $\cdot\text{O}_2^-$ ), hidroksil ( $\cdot\text{OH}$ ), peroksit ( $\cdot\text{OOH}$ ) ve alkoksi ( $\cdot\text{OR}$ ) radikalleri; azot türlerine, azot oksit ( $\cdot\text{ON}$ ) radikalleri örnek verilebilir. Radikalik olmayan oksijen türlerine hidrojen peroksit ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ) ve singlet oksijen ( $^1\Delta_g \text{ } ^1\text{O}_2$ ); azot türlerine ise, nitroz asit ( $\text{HNO}_2$ ), nitrozil katyonu ( $\text{NO}^+$ ) ve nitroksi anyonu ( $\text{NO}^-$ ) örnek olarak verilebilir. Bu serbest radikallerin yanı sıra tiyol radikalleri ( $\cdot\text{SR}$ ) ve karbon merkezli radikallerde mevcuttur [90, 91].

Reaktif oksijen ve azot türleri insan vücudunda değişik vesilelerle bulunabilirler. Bazıları biyokimyasal döngü içerisinde olmaması gereken kimyasal reaksiyonlar neticesinde oluşur. Örneğin; süperoksit ve hidrojen peroksit miktarı, bazı biyomoleküllerin (adrenalin, dopamin, tetrahidrofolat ile mitokondrial ve sitokrom P450 elektron transport zincirlerinin bazı bileşikleri) O<sub>2</sub> tarafından doğrudan oksidasyonu ile artabilir [92, 93]. Yiyecek ve içeceklerin çeşitli hastalıklara karşı etkili olmasının, bu yiyecek içeceklerde bulunan vitamin C, vitamin E,  $\alpha$ - tokoferol,  $\beta$ - karoten ve fenolik bileşiklerden kaynaklandığı bilinmektedir [94, 95]. Canlı sistemde, normal metabolik süreç içerisinde bu reaktif radikal türleri, ya diyetle alınan antioksidanlarla (Askorbik asit) ya da endogenaz enzimlerle (Süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz ve katalaz) giderilmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, antioksidanların, hücreleri serbest radikallerin zararlı etkilerinden koruduğunu göstermiştir [90, 96].

Gıdalardaki bitkisel ve hayvansal yağların oksidatif yıkımı, sekonder potansiyel toksik bileşiklerin oluşumuyla besin kalitesini ve güvenilirliğini düşürerek tat ve koku bozunumundan sorumludur. Antioksidanların ilavesi besinlerin lezzetini, rengini korumak ve vitaminlerin yıkımını engellemek için gereklidir. Gıdaların korunumunda kullanılan çoğu yaygın sentetik antioksidanlar bütillenmiş hidroksi anisol (BHA), bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), propil gallat (PG) ve ter-bütül hidrokinon (TBHQ)'dur. Gıdalarda doğal antioksidan olarak tokoferoller de kullanılır. Raporların BHT ve BHA gibi sentetik antioksidanların toksik olduğunu göstermesi ve tüketicinin gıda katkı maddelerinin güvenilirliği hakkında bilinçliliğinin artması nedeniyle; düşük etkisi, yüksek maliyeti olmasına rağmen tokoferol gibi alternatif, doğal ve güvenilir daha fazla gıda antioksidanlarının tanımlanması gerekmektedir [97, 98].

### 3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

#### 3.1. Bitkisel Materyaller

Bu tez çalışmasında değerlendirilen endemik iki *Nepeta* türü aşağıda belirtilen tarih ve lokasyonlarda doğal ortamlarından toplandı:

1. *Nepeta nuda* L. subsp. *glandulifera* Hub.-Mor.&Davis. Kuyucak bölgesi, Derebucak Kasabası, Beyşehir-Konya, 1800 m, 10 Haziran 2014, 37° 20' 36.9''K 31° 32' 15.7''D (Herbaryum No: MUH5200).
2. *Nepeta cadmea* Boiss. Isparta-Barla-Senirkent karayolu 50.-60. km yol kenarı, 952 m, 10 Temmuz 2014, 38° 06' 53.5''K 30° 50' 17.9''D (Herbaryum No: MUH5201).

Bitkinin taksonomik tanımlaması Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Botanik Anabilim Dalı Öğretim elemanı Uzman Dr. Olcay CEYLAN tarafından yapıldı. Bitkinin toprak üstü kısımları (Bitkinin çiçek, dal ve yapraklarını kapsayan ve toprak üstünde kalan kısımları) gölgede kurutulduktan sonra uçucu yağların özütlenmesinde kullanılmak üzere blendır ile parçalanarak küçük tane boyutuna getirildi.

#### 3.2. Yöntemler

##### 3.2.1. Bitki Uçucu Yağlarının Elde Edilmesi

Gölgede kurutulmuş belli tane boyutuna parçalanmış olan her bir bitkinin toprak üstü kısımlarının 300 gramı Clevenger tipi aparat kullanılarak yaklaşık 5 saat hidrodestilasyona tabi tutuldu. Elde edilen uçucu yağlar susuz sodyum sülfat üzerinde kurutulmuş ve süzülme işlemine tabi tutuldu ve analiz edilinceye kadar +4 °C'de saklandı [99]. Daha sonra bu uçucu yağlardan çözücü olarak mutlak etil alkol kullanılmak suretiyle 2 mg/ml derişimde stok çözeltiler hazırlandı ve tüm aktivite testlerinde hazırlanan bu çözeltiler kullanıldı.

##### 3.2.2. Bitki Uçucu Yağlarının Kimyasal Karakterizasyonu

Uçucu yağ analizleri GC-FID ve GC-MS'de teknikleri kullanılarak gerçekleştirildi. GC-MS analizleri Agilent 7890 A bağlanmış bir Agilent 5975 GC-MSD sistemiyle yapıldı. Kolon olarak HP-Innovax FSC kolon (60 m x 0.25 mm, 0.25 µm film kalınlığı) ve taşıyıcı gaz olarak 1.2 ml/dk akış hızında helyum kullanıldı. GC

fırın sıcaklığı 10 dk boyunca 220 °C’de sabit tutuldu ve dakikada 4 °C artacak şekilde 220 °C’ye programlandı. Bu sıcaklıkta 10 dk bekletildikten sonra dakikada 1 °C artacak şekilde 240 °C’ye ulaşıldı. 40:1 split oranı kullanıldı. Enjektör sıcaklığı 250 °C’ye ayarlandı ve kütle spektrumları 70 eV’ta kaydedildi. Kütle aralığı 35-450 m/z olarak ayarlandı. GC-FID analizi Agilent 7693A model otomatik örnekleyici kullanılarak eş zamanlı otomatik enjeksiyonla gerçekleştirildi. n-heksan ile seyreltilmiş uçucu yağ (1 µl) GC-MS sistemine enjekte edildi [100].

GC analizleri Agilent 7890A GC sistemi kullanılarak gerçekleştirildi. GC-MS ile aynı elüsyon şartlarını sağlamak için aynı kolon ve aynı şartlar kullanılarak eş zamanlı enjeksiyon yapıldı. FID sıcaklığı 300 °C’ye ayarlandı. Uçucu yağ bileşenlerinin tanımlanması aynı deney şartları altında C<sub>8</sub>-C<sub>30</sub> n-alkanların enjeksiyonu ile elde edilen alıkonma sürelerine bağlı olarak tanımlandı. Ayrıca bileşenleri tam olarak tanımlanmasında, NIST 05 ve Wiley 8 kütüphane verilerinden elde edilen kütle spektrumları, saf maddelerden elde edilen kendimizin oluşturduğu MS kütüphane verileri ve bilinen uçucu yağ bileşenlerinin karşılaştırılması teknikleri de kullanıldı [100].

### **3.2.3. Antioksidan Kapasite Tayin Yöntemleri**

#### **3.2.3.1. Toplam Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi**

Bitki uçucu yağlarının toplam antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde literatürde sıklıkla tercih edilen β-karoten renk açılım ve fosfomolibdenyum yöntemleri kullanıldı.

##### **3.2.3.1.1. β-Karoten Renk Açılım Yöntemi**

Bitki uçucu yağlarının (örnekler) toplam antioksidan aktivitesi, öncelikli olarak linoleik asit oksidasyonundan ileri gelen konjuge dien hidroperoksitlerin ve uçucu organik bileşiklerinin inhibisyonunun ölçülmesine dayanan β-karoten renk açılım testiyle belirlendi [101]. β-karoten çözeltisi, 0.5 mg β-karotenin 1 ml kloroformda çözülmesiyle hazırlandı. Bu çözeltiye 25 µl linoleik asit ve 200 mg Tween 40 ilave edildi. Kloroform döner buharlaştırıcıda uçurulduktan sonra 100 ml hava geçirilmiş safsu ile karıştırıldı. Bu emülsiyonunun 2.5 mililitresi örneklerin 0.5 mililitresine ilave edildi. Kontrol için test tüpüne özüt yerine 0.5 ml etil alkol konuldu. Emülsiyon test tüplerine ilave edilir edilmez spektrofotometre (Shimadzu UV-1601, Japan)

kullanılarak 490 nm'deki başlangıç absorbans ölçümleri yapıldı. Tüpler 50 °C'de inkübasyona bırakıldı. β-karotenin rengi kayboluncaya kadar inkübasyona devam edildi (120 dakika). β-karoten renk açılım oranı (R), 1 eşitliğine göre hesaplandı:

$$R = \ln(a/b)/t \quad (1)$$

Burada; ln= doğal logaritma, a= başlangıç absorbansı, b= 120 dakika inkübasyondan sonraki absorbansı ifade etmektedir.

Toplam antioksidan aktivite (TAA) ise 2 eşitliğine göre hesaplandı:

$$TAA = [(R_{\text{kontrol}} - R_{\text{örnek}}) / R_{\text{kontrol}}] \times 100 \quad (2)$$

### **3.2.3.1.2. Fosfomolibdenyum Yöntemi**

İçerisinde örnek çözeltisi (0.1 ml) bulunan test tüplerine 3 ml reaktif çözeltisi (0.6 M sülfürik asit, 28 mM sodyum fosfat ve 4 mM amonyum molibdat) ilave edildi. Test tüpleri 95 °C'de 90 dk inkübe edildikten sonra oda sıcaklığına kadar soğutuldu ve köre karşı (kör, 3 ml reaktif çözelti ve 0.1 ml etil alkol içermektedir) 695 nm'deki absorbans ölçümleri yapıldı [102]. Örneklerin toplam antioksidan kapasiteleri troloks eşdeğer (TEs) olarak hesaplandı.

### **3.2.3.2. Serbest Radikal Süpürüm Aktivitenin Belirlenmesi**

#### **3.2.3.2.1. DPPH Radikal Süpürüm Testi**

Örneklerin serbest radikal giderim aktiviteleri 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) serbest radikali kullanılarak belirlendi [103]. İçerisinde örnek çözeltisi (1 ml) bulunan test tüplerine metanolde hazırlanmış DPPH çözeltisi (1 ml, 0.4 mM) ilave edildi. Kontrol için test tüpüne örnek yerine 1 ml etil alkol konuldu. Örnekler oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dakika inkübasyona bırakıldıktan sonra 517 nm'deki absorbans ölçümleri yapıldı. Örneklerin DPPH radikali süpürüm aktiviteleri troloks eşdeğer olarak hesaplandı.

#### **3.2.3.2.2. ABTS Katyon Radikal Süpürüm Testi**

Bu testte ABTS<sup>+</sup> katyon radikali, 7.4 mM ABTS çözeltisi ile 2.45 mM potasyum persülfat çözeltisinin tepkimesiyle elde edildi. Bu karışımının 12-16 saat karanlıkta bekletilerek aktif radikal oluşması sağlandı. Deneyden önce ABTS katyon radikali çözeltisi, 734 nm'de absorbansı 1.381±0.020 olacak şekilde metanol ile seyreltildi. İçerisinde örnek çözeltisi (1 ml) bulunan test tüplerine seyreltilen bu ABTS<sup>+</sup> katyon radikali çözeltisi (2 ml) ilave edildi. Kontrol için test tüplerine örnek

yerine 1 ml etil alkol konuldu. Örnekler oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dakika inkübasyona bırakıldıktan sonra 734 nm'deki absorbans ölçümleri yapıldı [104, 105]. Örneklerin ABTS katyon radikali süpürüm aktiviteleri troloks eşdeğer olarak hesaplandı.

### **3.2.3.3. İndirgeme Gücünün Belirlenmesi**

#### **3.2.3.3.1. CUPRAC Testi**

Örneklerin  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+$  indirgeme potansiyelleri literatürde belirtilen CUPRAC yöntemiyle analiz edildi [100, 106]. İçerisinde örnek çözeltisi (0.5 ml) bulunan test tüplerine sırasıyla;  $\text{CuCl}_2$  (1 ml, 10 mM), amonyum asetat (1 ml, 1 M, pH:7.0) ve neokuproin (1 ml, 7.5 mM) çözeltileri eklendi. Tüpler ağızları kapalı bir biçimde oda sıcaklığında karanlıkta 30 dakika bekletildikten sonra 450 nm'deki absorbans ölçümleri yapıldı. Örneklerin CUPRAC indirgeme potansiyelleri troloks eşdeğer olarak hesaplandı.

#### **3.2.3.3.2. FRAP Testi**

Örneklerin  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  indirgeme potansiyelleri FRAP yöntemiyle belirlendi [105]. Asetat tamponu (0.3 M, pH: 3.6), 40 mM HCl içinde hazırlanan 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ) (10 mM) ve  $\text{FeCl}_3$  (20 mM) çözeltilerinin hacimce 10:1:1 oranında karıştırılması ile oluşturulan FRAP reaktifi (2 ml), içerisinde örnek çözeltisi (0.1 ml) bulunan test tüplerine eklendi ve oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakıldı. Karışımların 593 nm'deki absorbans ölçümleri yapıldı. Örneklerin FRAP indirgeme potansiyelleri troloks eşdeğer olarak hesaplandı.

#### **3.2.3.4. Metal Şelatlama Kapasitenin Belirlenmesi**

Örneklerin  $\text{Fe}^{2+}$  iyonlarını şelatlama kapasiteleri ferrozin yöntemiyle belirlendi [100, 105]. İçerisinde örnek çözeltisi (2 ml) bulunan test tüplerine  $\text{FeCl}_2$  (0.05 ml, 2 mM) çözeltisi ilave edildi. Tepkime ferrozin (0.2 ml, 5 mM) ilavesiyle başlatıldı. Karışım karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 10 dakika inkübasyona bırakıldı. Ferrozin yerine etil alkol (0.2 ml) kullanılarak herbir örnek için kör numune hazırlandı. Daha sonra hem kör hem de örneklerin 562 nm'deki absorbans ölçümleri yapıldı. Örneklerin şelatlama kapasiteleri örnekler için ölçülen absorbans değerlerinden her bir örnek için hazırlanan kör karışıma ait absorbans değerleri çıkartılarak etilendiamin tetra asetik asit disodyum (EDTA) tuzu eşdeğer olarak hesaplandı ( EDTAEs).



### 3.2.3.5. İstatistiksel Analizler

Bütün testler üç tekrarlı deneyler yapılarak gerçekleştirildi ve sonuçlar üç tekrarlı deneylerin ortalaması ve standart sapması olarak verildi. Uçucu yağların  $\beta$ -karoten renk açılım testiyle yapılan toplam antioksidan aktivite analiz sonuçları arasındaki anlamlılık testleri SPSS v22. programı kullanılarak ANOVA varyans analizi yardımıyla %99 güven aralığı seçilmek suretiyle ( $\alpha=0.01$ ) Tukey testiyle belirlendi. Diğer tüm analiz sonuçları arasındaki anlamlılık testleri ise, yine SPSS v22. programı kullanılarak %99 güven aralığı seçilmek suretiyle ( $\alpha=0.01$ ) Student's t-testiyle belirlendi. Şekiller üzerindeki üstel küçük harfler (a,b gibi), uçucu yağların aktiviteleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir.



## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

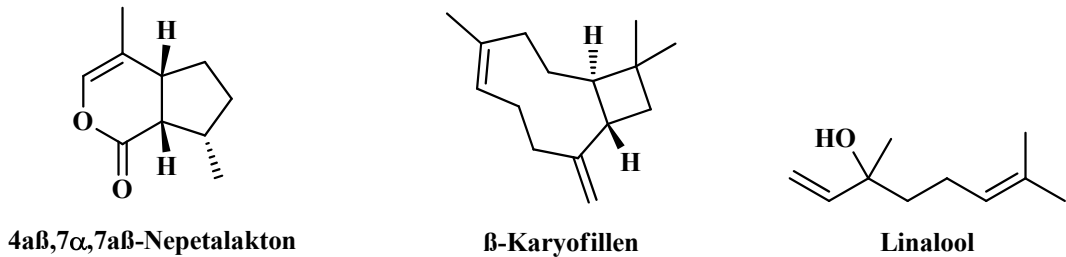
### 4.1. Uçucu Yağların Kimyasal İçeriğinin Belirlenmesi

Her iki bitkinin toprak üstü kısımlarının hidrodestilasyon yöntemiyle elde edilen uçucu yağlarının kimyasal bileşimlerinin aydınlatılmasında GC ve GC-MS kullanılmıştır. Uçucu yağlardaki her bir bileşenin kantitatif miktarı, GC spektrumundaki o bileşenin kapladığı alanın toplam alana oranıyla hesaplanmıştır. Bileşenlerin aydınlatılmasında ise; hem orijinal örneklerin GC piklerinin karşılaştırılmasıyla hem de C<sub>8</sub>-C<sub>30</sub> alifatik hidrokarbonların aynı GC kolonunda aynı şartlarda yürütülmesiyle elde edilen alıkonma sürelerine bağlı olarak her bir bileşen için hesaplanan Kovats indeksi (KI) değerlerinin kıyaslanmasıyla belirlendi. Sonuçlar Çizelge 4.1’de verildi.

*Nepeta nuda* subsp. *glandulifera* ve *N. cadmea* bitkilerinin hidrodestilasyonla elde edilen uçucu yağ verimleri sırasıyla; %0.56 ve %0.99 olarak tespit edildi.

Yapılan literatür araştırmalarında, Celik ve ark. [4] tarafından *N. cadmea* uçucu yağ verimi %2.10 olarak bildirilmiştir. Ayrıca, Baser ve ark. [17] yine *N. cadmea* uçucu yağ verimlerini topladıkları bölgelere göre Antalya-Gündoğmuş, Mugla-Köyceğiz, Konya-Hadim ve Antalya-Kemer için sırasıyla; %0.45, %0.71, %0.41 ve %0.54 olarak rapor etmişlerdir.

*N. cadmea* bitki uçucu yağında uçucu yağın %95.29’una karşılık gelen toplam 10 bileşen tespit edildi (Tablo 4.1). Ana bileşen olarak Şekil 4.1’de kimyasal yapıları verilen 4aβ,7α,7aβ-nepetalakton (%70.94), β-karyofillen (%6.29) ve linalool (%5.87) belirlendi.



Şekil 4.1. *N. cadmea* uçucu yağı ana bileşenleri

Celik ve ark. [4], Denizli ili Honaz dağından topladıkları *N. cadmea* bitkisi uçucu yağında nepetalakton (%81.6), karyofillen (%3.71) ve germakren D (%3.25)’yi ana bileşenler olarak rapor etmişlerdir. Bir diğer çalışmada ise, Baser ve ark. [17]

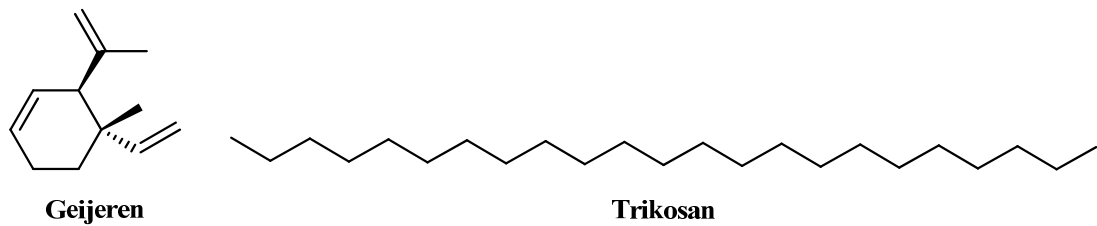
tarafından Türkiye'nin farklı lokalitelerinden toplanan *N. cadmea* uçucu yağlarında da %21.7-78.6 oranında 4 $\alpha$ -7 $\alpha$ -7 $\alpha$ -nepetalakton ana bileşen olarak rapor edilmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada *N. cadmea* için elde edilen uçucu yağ sonuçlarının literatür verileriyle uyum içinde olduğu söylenebilir.

Ayrıca, 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton bileşiği *N. asterotricha* (%14.8-%18.2) [40, 56], *N. bornmuelleri* (%64.0) [42], *N. sintenisii* (%23.4) [57], *N. crassifolia* (<%5) [38, 44], *N. crispa* (%9.2) [46], *N. eremophila* (%73.3) [46], *N. mirzayanii* (<%5) [42], *N. persica* (%62.3) [54], *N. racemosa* (%33.6) [37] ve *N. saccharata* (%6) [58] bitki uçucu yağlarında da ana bileşen olarak tespit edilmiştir. Bir başka çalışmada ise, Baser ve ark. [17], Erzurum ve Kars illerinden topladıkları *N. racemosa* bitki uçucu yağlarının 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton içeriklerinin sırasıyla; %91.50 ve %31.50 olduğunu rapor etmişlerdir.

**Tablo 4.1.** *N. cadmea* uçucu yağının kimyasal içeriği (%)

No	KI	Bileşen	Derişim (%)
1	1128	Sabinen	0.73
2	1212	1,8-Sineol	1.18
3	1550	Linalool	5.87
4	1618	$\beta$ -Karyofillen	6.29
5	1780	$\gamma$ -Kadinen	0.56
6	1856	Kalamenen	2.11
7	2017	4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -Nepetalakton	3.51
8	2018	Karyofillen oksit	3.90
9	2085	4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -Nepetalakton	70.94
10	2256	$\alpha$ -Kadinol	0.20
		Toplam	95.29

*Nepeta nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağında ise, uçucu yağın %97.43'üne tekabül eden toplam 22 bileşen belirlendi. Uçucu yağda, Şekil 4.2'de kimyasal yapıları verilen geijeren (%61.02) ve trikosan (%12.64) ana bileşenler olarak tespit edildi.



**Şekil 4.2.** *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağı ana bileşenleri

**Tablo 4.2.** *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağının kimyasal içeriği (%)

No	KI	Bileşen	Derişim (%)
1	1212	1,8-Sineol	1.55
2	1339	Geijeren	61.02
3	1504	Pregeijeren B	0.93
4	1550	Linalool	0.27
5	1593	Pregeijeren	0.88
6	1603	$\beta$ -Elemen	0.38
7	1618	$\beta$ -Karyofillen	1.94
8	1624	Mirtenal	0.32
9	1691	$\alpha$ -Humulen	0.42
10	1732	Germakren D	0.82
11	1937	Tetradekanal	0.77
12	1967	iso-Karyofillen oksit	2.06
13	1988	(E)-2-tridekanal	0.34
14	2018	Karyofillen oksit	1.91
15	2076	Viridiflorol	0.36
16	2097	Elemol	1.29
17	2100	Heneikosan	0.37
18	2145	Sapatulenol	0.98
19	2167	Neointermedeol	6.07
20	2213	Trans-İsoosmorhizol	1.62
21	2220	$\delta$ -Kadinol	0.49
22	2300	Trikosan	12.64
		Toplam	97.43

Literatürde, *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağının kimyasal karakterizasyonu ile ilgili herhangi bir veri bulunamamıştır. Bu nedenle burada bu bitkiye ait verilen uçucu yağ analiz sonuçları literatürün ilk verileri olma niteliğindedir.

Her ne kadar *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağının kimyasal analizi üzerine literatürde bir veriye rastlanamasa da, *Nepeta nuda* ve bu bitkinin diğer alttürlerinin uçucu yağının kimyasal karakterizasyonu ile ilgili veriler bulunmaktadır. Bu çalışmalardan ilkinde, *Nepeta nuda* bitkisi uçucu yağında 4 $\alpha$ ,7 $\beta$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton (%18.10), germakren (%15.68), elemol (%14.38),  $\beta$ -karyofillen (%8.81) ve spatulenol (%6.14) ana bileşenler olarak tesbit edilmiştir [18]. *Nepeta nuda* subsp. *nuda* bitki uçucu yağında, Kilic ve ark. [19] tarafından kamfor (%23.5), 1,8-sineol (%21), borneol (%18.77) ve kamfen (%6.50) ana bileşenler olarak belirlenirken; bir başka çalışmada ise, aynı bitki uçucu yağının karyofillen oksit (%21.8), spatulenol (%13.8), allo-aromadendren (%9.0) ve  $\beta$ -karyofillen (%5.4) bakımından zengin olduğu rapor edilmiştir [20]. Bununla birlikte, Kokdil ve ark. [29] tarafından *Nepeta nuda* ssp.

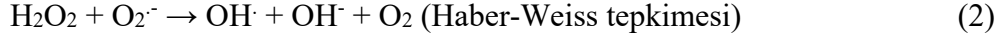
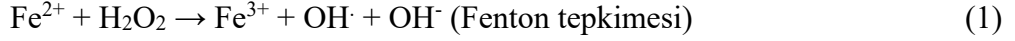
*albiflora* bitkisi heksan ve aseton özütlerinin kimyasal karakterizasyonu GC ve GC-MS ile gerçekleştirilmiş ve heksan özütünde, 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton, 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -nepetalakton, 4 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -nepetalakton, 4 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton, 4 $\alpha$ ,7 $\beta$ ,7 $\beta$ -nepetalakton, 3 $\alpha$ -hidroksi-4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton gibi nepetalakton türevleri; aseton özütünde ise, dimerik 5,9-dehidronepetalakton, 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\beta$ -nepetalakton, 3 $\alpha$ -hidroksi-4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ -nepetalakton, karyofillen oksit, 1,5,9-epideoksiloganik asit, oleanolik asit, ursolik asit, betulinik asit ve sitosterol-3 $\beta$ -glukosit gibi farklı bileşikleri karakterize etmişlerdir. Ayrıca, *N. nuda* subsp. *albiflora* bitkisinin uçucu yağının Lübnan'ın Laklok dağından toplanan örnekte  $\beta$ -bisabolen (%11.8), pulegon (%10.8), (E,Z)-nepetalakton (%8.0), (E)- $\beta$ -farnesen (%7.1) ve karyofillen oksit (%6.9); Tannourine sedir ormanlarından toplanan örnekte ise, heksadekanoik asit (%10.1),  $\beta$ -bisabolen (%7.8), karyofillen oksit (%7.3), pulegon (%7.2) ve (E,Z)-nepetalakton (%4.4) ana bileşenler olarak tespit edilmiştir [22]. Diğer çalışmada ise, yine *N. nuda* subsp. *albiflora* bitkisi uçucu yağında ana bileşenler olarak Alim ve ark. [21] tarafından trans-karyofillen (%23.9), isopulegon (%12.6), cis-sabinol (%10.1) ve  $\beta$ -pinen (%10.0); [23] tarafından 4 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,7 $\alpha$ , $\beta$ -nepetalakton (%74.27) ve trans-10-metil-2-dekalon (%10.09) rapor edilmiştir.

Yukarıdaki literatür verilerinden de görüleceği üzere, bu çalışmada değerlendirilen *N. nuda* subsp. *glandulifera* bitkisi uçucu yağı içerikleri diğer *N. nuda* alttürlerinin uçucu yağ verileriyle benzerlik göstermemektedir. Dahası, *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağ içeriği, tüm *Nepeta* türleri uçucu yağları kemotiplerinden farklı ve yeni bir Geijeren kemotipi olarak nitelendirilebilir.

Yapılan literatür araştırması sonucunda, *N. nuda* subsp. *glandulifera* bitkisi uçucu yağının ana bileşenlerinden biri olan geijeren, *Boeninghausenia albiflora* [107], *Chloroxylon swietenia* [108, 109], *Chromolaena odorata* [110-112], *Dictamnus dasycarpus* [113], *Eupatorium odoratum* [114], *Geijera parviflora* [115], *Lallemantia peltata* [116], *Melicope polybotrya* [117], *Momordica charantia* [118], *Pimpinella isaurica* subsp. *isaurica* [119], *Pimpinella deverroides* [120], *Pimpinella puberula* [121], *Pimpinella tragium* subsp. *glauca* [122], *Pleiospermium alatum* [123], *Ruta chalepensis* [124], *Ruta graveolens* [125, 126], *Scaligeria tripartita* [127] ve *Tephrosia egregia* [128] gibi farklı türlerin uçucu yağlarında da ana bileşenler arasında tespit edilmiştir.

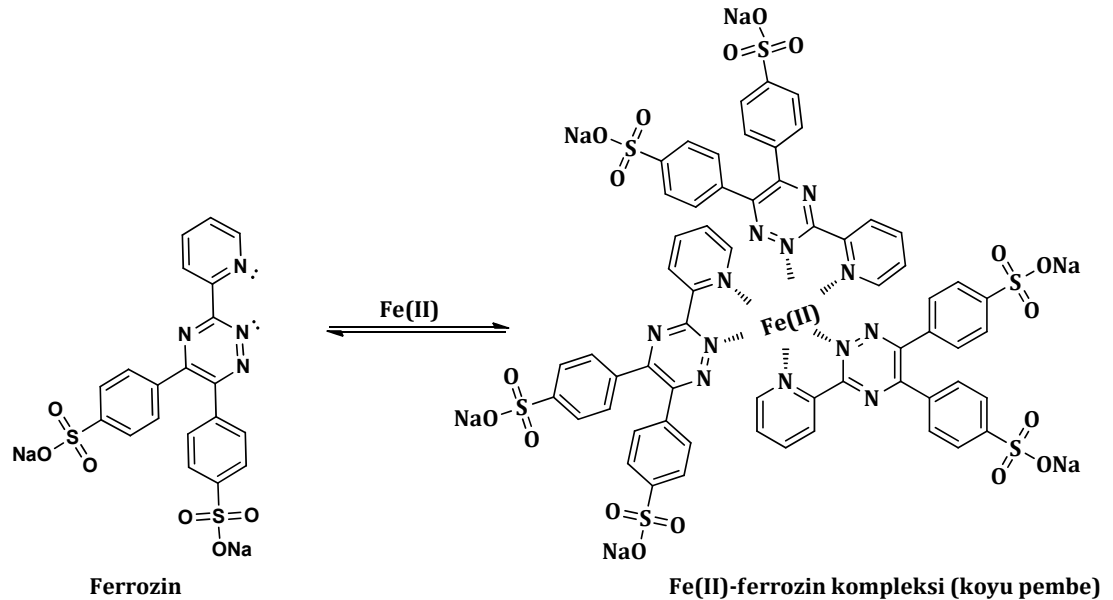
## 4.2. Uçucu Yağların Metal Şelatlama Kapasitelerinin Belirlenmesi

Geçiş metallerinin ( $\text{Fe}^{2+}$  ve  $\text{Cu}^{2+}$  gibi) aşağıdaki Fenton (1) ve Haber-Weiss (2) tepkimeleri gereği radikal oluşumlarını katalitik olarak başlattığı bilinmektedir.



Dolayısıyla radikal oluşum mekanizmalarının engellenebilmesi için bu geçiş metallerinin bloke edilmesi oldukça önemlidir. Şelatlama yeteneğine sahip reaktifler canlı sistemde geçiş metallerini stabilize edebilirler ve radikallerin oluşumunu inhibe ederler. Bunun doğal sonucu olarak serbest radikallerin neden olduğu zararları en aza indirmiş olurlar [104, 129].

Uçucu yağların antioksidan aktivitelerini daha iyi değerlendirebilmek için  $\text{Fe}^{2+}$  iyonlarını şelatlama yetenekleri de belirlendi. Bu yöntemin temelini  $\text{Fe(II)}$  iyonlarının ferrozin molekülüyle olan kompleks oluşum tepkimesini uçucu yağ içerisindeki ilgili şelatlayıcı maddelerin ne derece inhibe ettiği oluşturmaktadır (Şekil 4.3). Yani, özüt içerisinde ne kadar çok şelatlayıcı ajan varsa  $\text{Fe(II)}$ -ferrozin kompleks oluşumu o kadar az olacaktır.

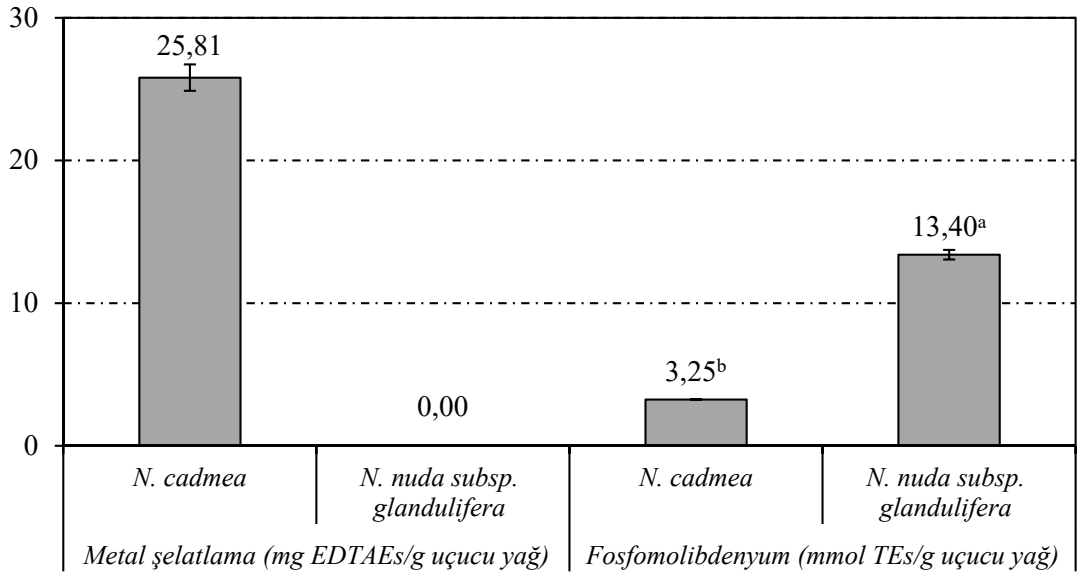


Şekil 4.3.  $\text{Fe(II)}$ -ferrozin kompleks oluşum tepkimesi

Çözücü özütlerinin  $\text{Fe(II)}$  iyonlarını şelatlama kapasiteleri EDTA eşdeğer olarak hesaplandı. Şekil 4.4 incelendiğinde, *N. cadmea* uçucu yağının (25.81 mg

EDTAEs/g yağ) önemli derecede şelatlama kapasitesine sahip olduğu görülürken, bunun aksine *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağının ise şelatlama kapasitesinin olmadığı tespit edildi.

Yapılan literatür araştırmalarında hem bu çalışmada değerlendirilen hem de diğer *Nepeta* türlerinin metal şelatlama kapasiteleri ile ilgili herhangi bir veriye rastlanmadığından, burada elde edilen sonuçlar literatür verisiyle karşılaştırılmamıştır.



Şekil 4.4. Uçucu yağların metal şelatlama ve toplam antioksidan kapasiteleri

#### 4.3. Uçucu Yağların Toplam Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi

Bitkilerin uçucu yağlarının toplam antioksidan aktiviteleri literatürde sıklıkla kullanılan fosfomolibdenyum ve  $\beta$ -karoten renk açılım testleriyle belirlendi.

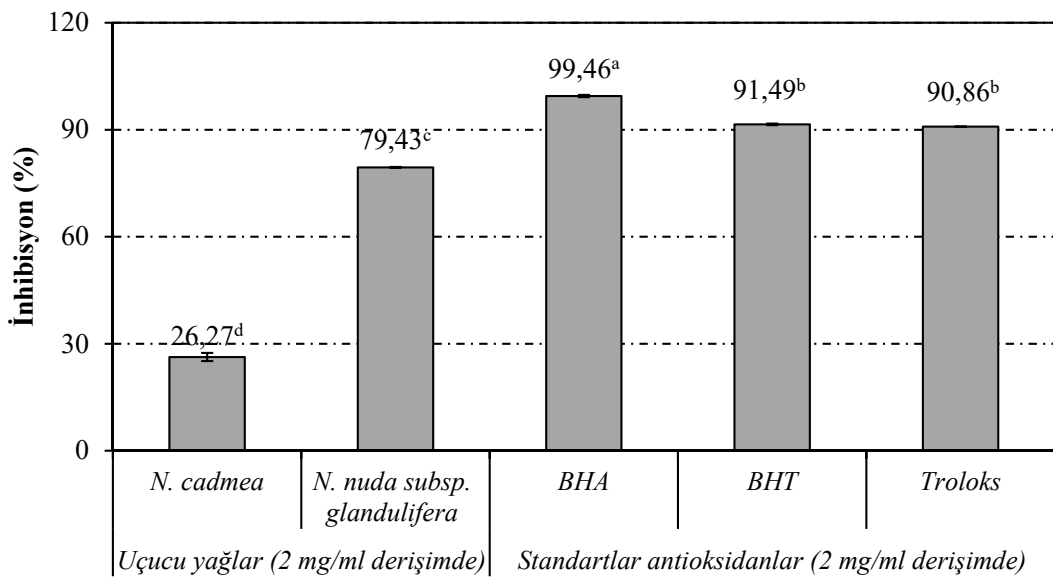
Bu testlerden ilki olan fosfomolibdenyum yöntemi, fosfomolibdenyum reaktifi içerisinde bulunan Mo (VI) iyonlarının uçucu yağ içerisindeki antioksidan türler varlığında Mo (V) iyonlarına indirgenmesi ve bu türün de 695 nm'de spektroskopik olarak takip edilmesiyle gerçekleştirilir [10, 104].

Uçucu yağların fosfomolibdenyum yöntemiyle belirlenen toplam antioksidan aktiviteleri troloks eşdeğer (TEs) hesaplandı ve sonuçlar Şekil 4.4'te verildi. Metal şelatlama testinin aksine, *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağının (13.40 mmol

TEs/g uçucu yağ) bu test sitesindeki toplam antioksidan aktivitesinin *N. cadmea* uçucu yağının (3.25 mmol TEs/g uçucu yağ) gösterdiği aktivitenin yaklaşık 4 katı olduğu tespit edildi ( $p<0.01$ ).

Bitki uçucu yağlarının toplam antioksidan aktiviteleri, bir diğer yöntem olan ve  $\beta$ -karoten-linoleik asit model sistemi olarak ta bilinen  $\beta$ -karoten renk açılım testiyle de belirlendi. Bu sistem, linoleik asidin inkübasyonu sırasında oluşan peroksit ürünlerinin  $\beta$ -karotenin karakteristik sarı rengini tepkime vererek gidermesi ve bu renk gideriminin spektroskopik olarak takip edilmesi temeline bağlıdır. Sistemde antioksidanların bulunması ya da sisteme antioksidan içerikli uçucu yağların ilave edilmesi, linoleik asitten oluşan peroksit ürünlerinin bu antioksidanlarla nötralize edilmesini sağlar ve bunun sonucu olarak da  $\beta$ -karotenin karakteristik sarı rengi korunmuş olur. Dolayısıyla inkübasyon sonunda 490 nm’de ilgili türün daha yüksek absorbans değerine sahip olması daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği anlamına gelmektedir [85]. Uçucu yağların bu test sistemiyle yapılan ve 2 mg/ml derişimdeki toplam antioksidan aktivite sonuçları Şekil 4.5’te verildi.

Bu test sisteminde 2 mg/ml derişimde, *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağının (%79.43) toplam antioksidan aktivitesinin *N. cadmea* uçucu yağının (%26.27) aktivitesinden daha yüksek olmasına rağmen; standart antioksidanlar olan troloks (%90.86), BHT (%91.49) ve BHA’nınkinden (%99.46) daha düşük olduğu tespit edildi ( $p<0.01$ ).



Şekil 4.5. Uçucu yağların  $\beta$ -karoten testindeki toplam antioksidan aktiviteleri (%)

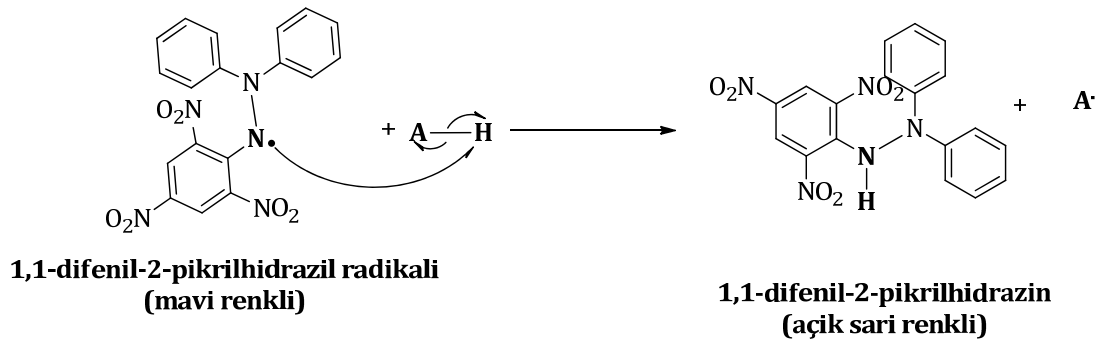


Literatürde, hem *N. cadmea* hem de *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağlarının toplam antioksidan aktivitesiyle ilgili bir veri bulunmamaktadır. Sadece *N. nuda* alt türü olan *N. nuda* subsp. *albiflora* bitkisi uçucu yağının  $\beta$ -karoten-lineloik model sistemle yapılan toplam antioksidan aktivite testinde, 2 mg/ml derişimde %24 inhibisyon gösterdiği rapor edilmiştir [21]. Ayrıca bir diğer çalışmada, Pandey ve ark. [34], *N. hindostana* uçucu yağının (60  $\mu$ l uçucu yağı)  $\beta$ -karoten renk açılım testinde %80.7 antioksidan aktivite ( $IC_{50} = 8 \mu$ l) sergilediğini belirmişlerdir. Bu tez çalışmasında değerlendirilen bitkilerin uçucu yağlarının  $\beta$ -karoten renk açılım testinde elde edilen aktivite sonuçlarıyla literatür verilerinin uyum içinde olduğu görülmektedir.

#### 4.4. Uçucu Yağların Radikal Süpürüm Kapasitelerinin Belirlenmesi

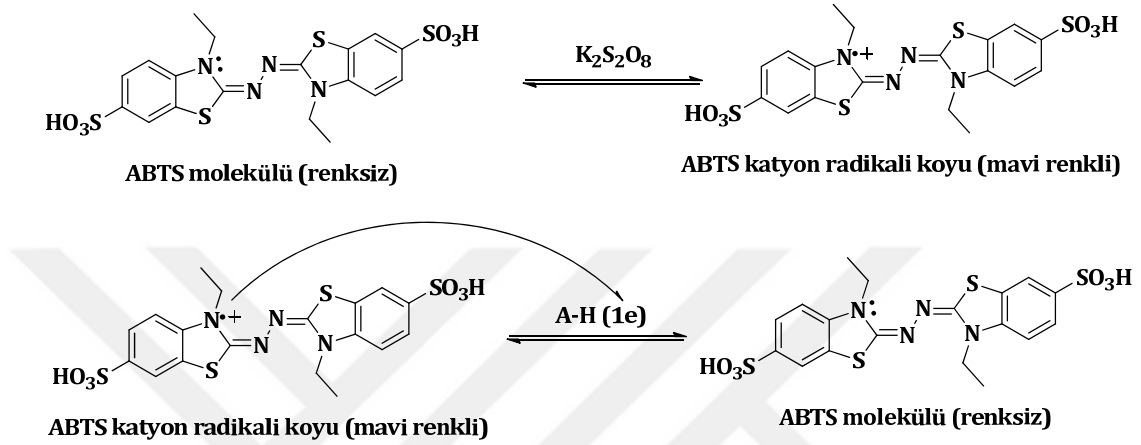
Bitkilerin uçucu yağlarının radikal süpürüm aktiviteleri, literatürde sıklıkla uygulanan ve 2,2-azino-bis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) katyon radikali (ABTS) ve 1,1-difenil-2-pikril hidrazil radikali (DPPH) kullanılarak belirlendi. Her iki test sistemiyle yapılan analiz sonuçları standart antioksidan olan troloks eşdeğer olarak hesaplandı.

Bitki uçucu yağlarının serbest radikal süpürüm aktiviteleri öncelikli olarak oda sıcaklığında oldukça kararlı 1,1-difenil-2-pikril hidrazil (DPPH) serbest radikalinin metil alkolde hazırlanmış çözeltisi kullanılarak belirlendi. 517'nm de dalga boyu maksimumuna sahip olan DPPH radikali, Şekil 4.6'daki tepkime gereği kararlı diamagnetik bir molekül olabilmek için antioksidan moleküllerden bir elektron ya da hidrojen radikalini kolaylıkla alabilmektedir. Bu nedenle antioksidanların DPPH radikal giderimi üzerine etkisinin, onların hidrojen verebilme yeteneklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir [129, 130].



Şekil 4.6. DPPH radikal süpürüm mekanizması

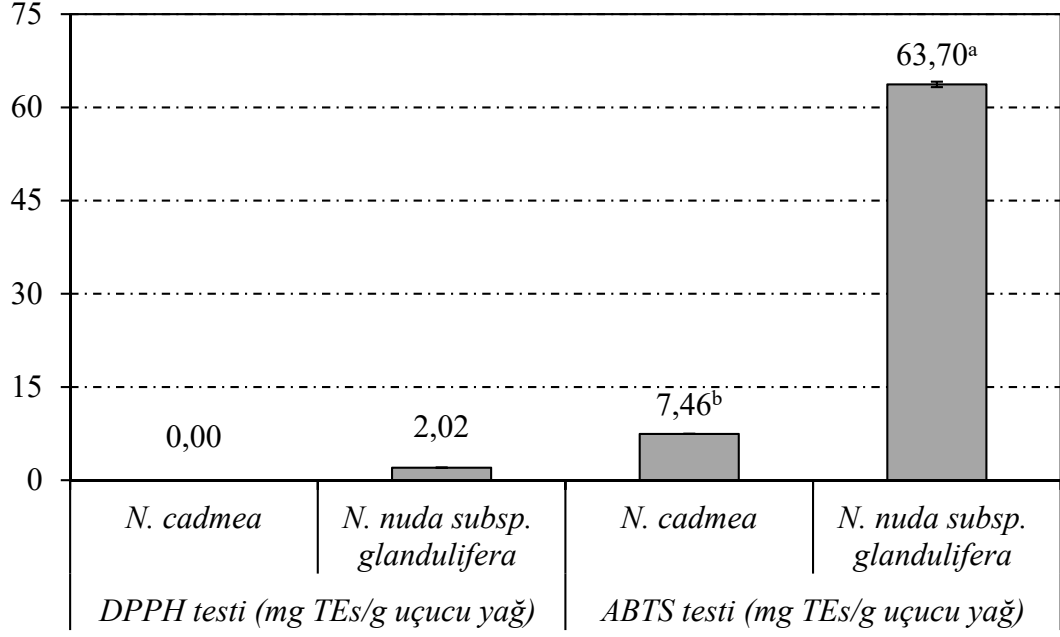
Bitki uçucu yağlarının ayrıca ABTS katyon radikali rüzerine süpürüm aktiviteleri de araştırıldı. ABTS katyon radikali ticari olarak satılmadığından öncelikle ABTS molekülü ile potasyum persülfatın tepkimesi sonucu elde edildi ve testlerde bu şekliyle kullanıldı (Şekil 4.7). Bu radikal 734 nm’de dalga boyu maksimumuna sahiptir ve Şekil 4.7’deki tepkime gereği bir antioksidan varlığında bir elektron alarak ABTS molekülüne dönüşmektedir [104].



Şekil 4.7. ABTS radikal katyon oluşumu ve süpürüm mekanizması

Şekil 4.8’de açıkça görüldüğü gibi, *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağ (2.02 mg TEs/g uçucu yağ), DPPH radikali üzerinde belirli bir süpürüm aktiviteye sahip olmasının tam tersine *N. cadmea* uçucu yağının bu radikal üzerine herhangi bir aktivitesinin bulunmadığı tespit edildi. ABTS katyon radikali üzerine ise, *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağının (63.70 mg TEs/g uçucu yağ) *N. cadmea* uçucu yağına (7.46 mg TEs/g uçucu yağ) oranla yaklaşık 9 kat daha fazla süpürüm gösterdiği belirlendi ( $p < 0.01$ ).

Yapılan literatür araştırmalarında her iki bitki uçucu yağlarının radikal süpürüm aktiviteleriyle ilgili bir veri bulunmamaktadır. Fakat yapılan bir çalışmada, *N. nuda* subsp. *albiflora* uçucu yağının DPPH radikali üzerine herhangi bir süpürüm aktivitesinin bulunmadığı [21]; diğer çalışmalarda ise, *N. sintenisii* [33] ve *N. hindostana* [34] uçucu yağlarının (Sırasıyla;  $IC_{50} = 7.16$  mg/ml ve  $IC_{50} = 8.5$   $\mu$ l) aynı radikal üzerine belirgin aktiviteye sahip oldukları rapor edilmiştir. Ancak yukarıdaki çalışma sonuçlarının sunumundaki farklılıklar nedeniyle bu tez çalışmasında elde edilen sonuçların karşılaştırılması yapılamamıştır.

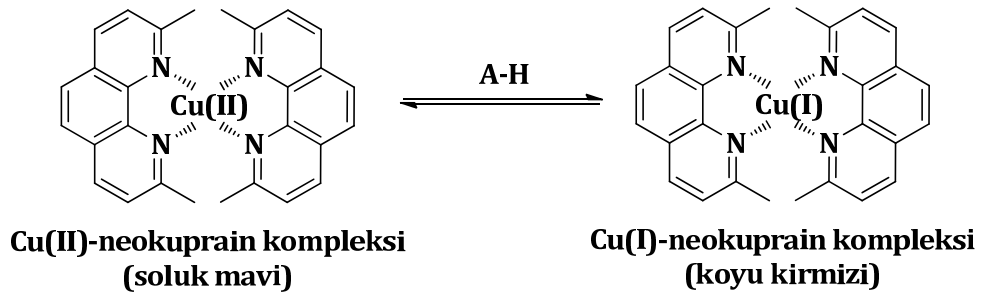


Şekil 4.8. Uçucu yağların radikal süpürüm aktiviteleri

#### 4.5. Uçucu Yağların İndirgeme Gücü Kapasitelerinin Belirlenmesi

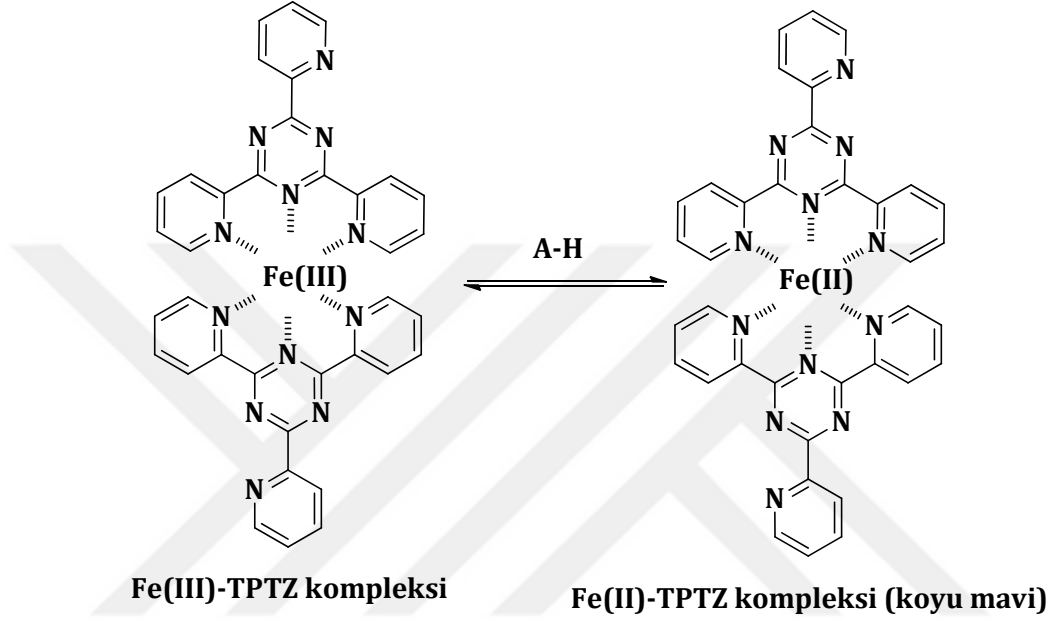
Antioksidan kapasite tayin testlerinden bir diğeri de indirgeme gücü kapasite belirleme yöntemleridir. İndirgeme gücü kapasitesinin belirlenmesinde CUPRAC ve FRAP testlerini içeren iki farklı yöntem kullanıldı. Sonuçlar troloks eşdeğer olarak hesaplandı.

Bu yöntemlerden ilki,  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+$  dönüşümünün incelendiği CUPRAC yöntemidir. Uçucu yağların bu yöntemdeki indirgeme gücü kapasiteleri, uçucu yağlar içerisindeki indirgenler varlığında  $\text{Cu}^{2+}$  iyonlarının  $\text{Cu}^+$  iyonlarına indirgenmesi ve bu iyonun neokuproin ile yaptığı bakır(I)-neokuproin kompleksinin spektroskopik olarak takip edilmesiyle belirlendi (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. CUPRAC indirgeme gücü mekanizması

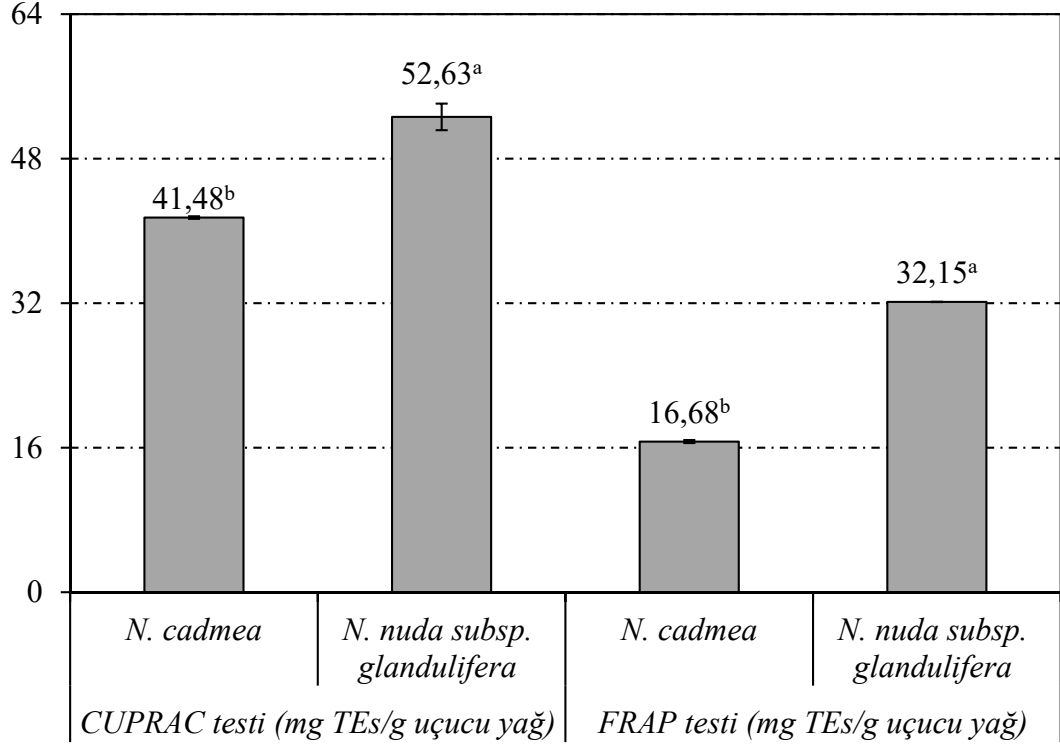
Diğer bir indirgeme gücü kapasitesi belirleme yöntemi ise,  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  dönüşümünün araştırıldığı FRAP yöntemidir. Uçucu yağların FRAP yöntemdeki indirgeme gücü kapasiteleri, uçucu yağlar içerisindeki indirgenler varlığında  $Fe^{3+}$  iyonlarının  $Fe^{2+}$  iyonlarına indirgenmesi ve bu iyonun TPTZ molekülü ile yaptığı Fe(II)-TPTZ kompleksinin spektroskopik olarak takip edilmesiyle belirlendi (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. FRAP indirgeme gücü mekanizması

Şekil 4.11’de de açıkça görüleceği üzere, hem CUPRAC hem de FRAP test sitemlerinde, *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağının (Sırasıyla; 52.63 ve 32.15 mg TEs/g uçucu yağ) *N. cadmea* uçucu yağına (Sırasıyla; 41.48 ve 16.68 mg TEs/g uçucu yağ) oranla daha yüksek indirgeme gücü kapasitesine sahip olduğu tespit edildi ( $p < 0.01$ ).

Literatürde, hem *N. nuda* subsp. *glandulifera* hem de *N. cadmea* uçucu yağlarının indirgeme gücü üzerine hiçbir veri bulunmamaktadır. Sadece *N. sintenisii* uçucu yağının FRAP testi ile yapılan indirgeme gücünün zayıf olduğuyla ( $IC_{50} = 16.4$  mM  $Fe^{2+}/mg$ ) ilgili bir rapor bulunmaktadır [33]. Sonuçların sunumundaki farklılıklar nedeniyle bu tez çalışmasında kullanılan uçucu yağların indirgeme gücü kapasite testlerinden elde edilen sonuçlar yukarıdaki literatür sonucuyla karşılaştırılamamıştır.



Şekil 4.11. Uçucu yağların indirgeme gücü kapasiteleri

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, ülkemize endemik iki *Nepeta* türü (*N. nuda* subsp. *glandulifera* hem de *N. cadmea*) uçucu yağlarının GC ve GC-MS ile kimyasal karakterizasyonu yapıldı. Ayrıca bu uçucu yağların farklı test sistemleri kullanarak antioksidan aktiviteleri de belirlendi.

*Nepeta nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağında geijeren, trikosan ve neointermedeol; *N. cadmea* uçucu yağında ise, 4a $\beta$ ,7a,7a $\beta$ -nepetalakton,  $\beta$ -karyofillen ve linalool ana bileşenler olarak tanımlandı.

Yapılan antioksidan analiz sonuçlarından *N. cadmea* uçucu yağının sadece metal şelatlama testinde daha yüksek aktivite gösterdiği; buna karşın diğer tüm testlerde ise, *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağının daha yüksek etkinliğe sahip olduğu görüldü. Bununla birlikte, *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağının Fe(II) iyonları üzerine şelatlama; *N. cadmea* uçucu yağının ise, DPPH radikali üzerine bir süpürüm aktiviteye sahip olmadığı tespit edildi. Ayrıca, uçucu yağların radikal süpürüm aktiviteleri bakımından DPPH radikalinden ziyade ABTS katyon radikaline; indirgeme gücü kapasiteleri açısından ise, Fe(III) iyonlarından ziyade Cu(II) iyonlarına karşı daha duyarlı oldukları görüldü.

Neticede, bu çalışmadan elde edilen veriler, özellikle *N. nuda* subsp. *glandulifera* uçucu yağının, oksidatif sürecin yönetimi için doğal bir ajan kaynağı olarak kullanılabilir önemli bir potansiyele sahip olduğunu açıkça göstermektedir.

Her ne kadar bu tez çalışmasında değerlendirilen endemik *Nepeta* türlerinin altarnatif doğal ürünlerin bir kaynağı olarak düşünülebilse de, uçucu yağların toksik etkilerinin bulunup bulunmadığına dair toksite analizleri yapılmadığından uçucu yağların bu şekilde kullanılmasının doğru bir yaklaşım olmayacağı da açıktır. Bu nedenle, özellikle uçucu yağlar üzerinde toksite analizlerinin ve imkan dahilinde de in vivo şartlarda, benzer aktivitelere sahip olup-olmadıklarının araştırılarak sonuçların birlikte değerlendirilmesi önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- 1) Baytop, T. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1984, 340 s.
- 2) Yılmaz, A. *Nepeta sorgerae* ve *Nepeta obtusicrena* Bitkilerinin Antioksidan ve Anti-Alzheimer Bileşenlerinin İzolasyonu ve Yapılarının Belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, İstanbul, 2011, 125 s. (Yüksek Lisans Tezi).
- 3) Cotrim, H.C., Barroso, J.G., Figueiredo, A.C., Pais, M.S.S., Scheffer, J.J.C. Composition of the essential oil from inflorescences of *Nepeta tuberosa* L. ssp *tuberosa*. Flavour and Fragrance Journal. 1994, 9(2), 71-73.
- 4) Celik, A., Mercan, N., Arslan, I., Davran, H. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil from *Nepeta cadmea*. Chemistry of Natural Compounds. 2008, 44(1), 119-120.
- 5) Sarac, N., Ugur, A. The in vitro antimicrobial activities of the essential oils of some Lamiaceae species from Turkey. Journal of Medicinal Food. 2009, 12(4), 902-907.
- 6) Takeda, Y., Ooiso, Y., Masuda, T., Honda, G., Otsuka, H., Sezik, E., Yesilada, E. Iridoid and eugenol glycosides from *Nepeta cadmea*. Phytochemistry. 1998, 49(3), 787-791.
- 7) Davis, P.H. Flora of Turkey and the East Aegean Island, Edinburgh Universty Pres, Edinburgh, 1982, 401-405 s.
- 8) Leblebici, S. Kütahya ve Eskişehir’de Yayılış Gösteren Endemik *Stachys* sp. Türleri Üzerinde Anatomik Ve Ekolojik İncelemeler. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Kütahya, 2011, 97 s. (Doktora Tezi).
- 9) Baser, K.H.C. Essential oils of Labiatae from Turkey: Recent results. Lamiales Newsletter. 1994, 3, 6-11.
- 10) Koçak, S. *Salvia cadmica* Bitkisinin Fitokimyasal Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Isparta, 2017, 63 s. (Yüksek Lisans Tezi).
- 11) Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat, L., Leblebici, E. Tohumlu Bitkiler Sistematigi, Ege Üniversitesi Basımevi, 2004, 276 s.

- 12) Bhattacharjee, S.K. Handbook of Aromatic Plants. Pointer Publishers, India, 2005, 311 s.
- 13) Aysema, T.Ç. *Nepeta meyeri* Benth. (Kedi Nanesi) Uçucu Yağ ve Ekstrelerinin Herbisidal Etkilerinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Erzurum, 2012, 66 s. (Yüksek Lisans Tezi).
- 14) Bisht, D.S., Padalia, R.C., Singh, L., Pande, V., Lal, P., Mathela, C.S. Constituents and antimicrobial activity of the essential oils of six Himalayan *Nepeta* species. Journal of the Serbian Chemical Society. 2010, 75(6), 739-747.
- 15) TÜBİVES-1. Türkiye Bitkileri Veri Servisi. Alıntılanma tarihi: 15/12/2017. [http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax\\_id=7818](http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax_id=7818).
- 16) TÜBİVES-2. Türkiye Bitkileri Veri Servisi. Alıntılanma tarihi: 15/12/2017. ([http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax\\_id=7810](http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax_id=7810)).
- 17) Baser, K.H.C., Kirimer, N., Kurkuoğlu, M., Demirci, B. Essential oils of *Nepeta* species growing in Turkey. Chemistry of Natural Compounds. 2000, 36(4), 356-359.
- 18) Gormez, A., Bozari, S., Yanmis, D., Gulluce, M., Agar, G., Sahin, F. Antibacterial activity and chemical composition of essential oil obtained from *Nepeta nuda* against phytopathogenic bacteria. Journal of Essential Oil Research. 2013, 25(2), 149-153.
- 19) Kilic, O., Hayta, S., Bagci, E. Chemical composition of essential oil of *Nepeta nuda* L. subsp *nuda* (Lamiaceae) from Turkey. Asian Journal of Chemistry. 2011, 23(6), 2788-2790.
- 20) Kokdil, G., Kurucu, S., Yildiz, A. Essential oil composition of *Nepeta nuda* L. ssp. *nuda*. Flavour and Fragrance Journal. 1998, 13(4), 233-234.
- 21) Alim, A., Goze, I., Cetin, A., Atas, A.D., Cetinus, S.A., Vural, N. Chemical composition and in vitro antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil of *Nepeta nuda* L. subsp *albiflora* (Boiss.) gams. African Journal of Microbiology Research. 2009, 3(8), 463-467.
- 22) Mancini, E., Arnold, N.A., De Feo, V., Formisano, C., Rigano, D., Piozzi, F., Senatore, F. Phytotoxic effects of essential oils of *Nepeta curviflora* Boiss. and *Nepeta nuda* L. subsp *albiflora* growing wild in Lebanon. Journal of Plant Interactions. 2009, 4(4), 253-259.



- 23) Bozok, F., Cenet, M., Sezer, G., Ulukanli, Z. Essential oil and bioherbicidal potential of the aerial parts of *Nepeta nuda* subsp *albiflora* (Lamiaceae). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 2017, 20(1), 148-154.
- 24) Takeda, Y., Yagi, T., Matsumoto, T., Honda, G., Tabata, M., Fujita, T., Shingu, T., Otsuka, H., Sezik, E., Yesilada, E. Nepetanudosides and iridoid glucosides having novel stereochemistry from *Nepeta nuda* ssp. *albiflora*. *Phytochemistry*. 1996, 42(4), 1085-1088.
- 25) Gkinis, G., Tzakou, O., Iliopoulou, D., Roussis, V. Chemical composition and biological activity of *Nepeta parnassica* oils and isolated nepetalactones. *Zeitschrift Fur Naturforschung C-A Journal of Biosciences*. 2003, 58(9-10), 681-686.
- 26) Gautam, S.S., Kumar, S., Painuly, D., Mohan, M. Volatile constituents of *Nepeta ciliaris* Benth. roots from Kumaun Himalayas. *National Academy Science Letters*. 2016, 39(6), 465-467.
- 27) Vukovic, N., Vukic, M., Djelic, G., Hutkova, J., Kacaniova, M. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of various plant organs of wild growing *Nepeta cataria* from Serbia. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 2016, 19(6), 1404-1412.
- 28) Ali, A., Tabanca, N., Demirci, B., Blythe, E.K., Baser, K.H.C., Khan, I.A. Chemical composition and biological activity of essential oils from four *Nepeta* species and hybrids against *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *Records of Natural Products*. 2016, 10(2), 137-147.
- 29) Kokdil, G., Yalcin, S.M., Topcu, G. Nepetalactones and other constituents of *Nepeta nuda* ssp. *albiflora*. *Turkish Journal of Chemistry*. 1999, 23(1), 99-104.
- 30) Gorovoi, P.G., Suleimen, E.M., Dudkin, R.V., Wang, M., Khan, I., Ross, S.A. Constituent composition and biological activity of *Nepeta manchuriensis* essential oil. *Chemistry of Natural Compounds*. 2015, 51(5), 989-990.
- 31) Hasimi, N., Kizil, S., Tolan, V. Essential oil components, microelement contents and antioxidant effects of *Nepeta italica* L. and *Achillea filipendulina* Lam. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 2015, 18(3), 678-686.
- 32) Dmitrovic, S., Perisic, M., Stojic, A., Zivkovic, S., Boljevic, J., Ivkovic, J.N.Z., Anicic, N., Ristic, M., Misic, D. Essential oils of two *Nepeta* species inhibit growth and induce oxidative stress in ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) shoots in vitro. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2015, 37(3).

- 33) Shakeri, A., Khakdan, F., Soheili, V., Sahebkar, A., Shaddel, R., Asili, J. Volatile composition, antimicrobial, cytotoxic and antioxidant evaluation of the essential oil from *Nepeta sintenisii* Bornm. *Industrial Crops and Products*. 2016, 84, 224-229.
- 34) Pandey, A.K., Mohan, M., Singh, P., Tripathi, N.N. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil of *Nepeta hindostana* (Roth) Haines from India. *Records of Natural Products*. 2015, 9(2), 224-233.
- 35) Jamzad, M., Rustaiyan, A., Masoudi, S., Jamzad, Z. Composition of the essential oils of *Nepeta sessilifolia* Bunge and *Nepeta haussknechtii* Bornm. from Iran. *Journal of Essential Oil Research*. 2008, 20(6), 533-535.
- 36) Sefidkon, F., Shaabani, A. Essential oil composition of *Nepeta meyeri* Benth. from Iran. *Flavour and Fragrance Journal*. 2004, 19(3), 236-238.
- 37) Dabiri, M., Sefidkon, F. Chemical composition of the essential oil of *Nepeta racemosa* Lam. from Iran. *Flavour and Fragrance Journal*. 2003, 18(2), 157-158.
- 38) Dabiri, M., Sefidkon, F. Chemical composition of *Nepeta crassifolia* Boiss. & Buhse oil from Iran. *Flavour and Fragrance Journal*. 2003, 18(3), 225-227.
- 39) Asgarpanah, J., Sarabian, S., Ziarati, P. Essential oil of *Nepeta* genus (Lamiaceae) from Iran: A review. *Journal of Essential Oil Research*. 2014, 26(1), 1-12.
- 40) Rustaiyan, A., Monfared, A., Masoudi, S. Composition of the essential oil of *Nepeta asterotrichus* Rech. F. et Aell. from Iran. *Journal of Essential Oil Research*. 1999, 11(2), 229-230.
- 41) Rustaiyan, A., Nadji, K. Composition of the essential oils of *Nepeta ispahanica* Boiss. and *Nepeta binaludensis* Jamzad from Iran. *Flavour and Fragrance Journal*. 1999, 14(1), 35-37.
- 42) Sefidkon, F., Jamzad, Z. Essential oil composition of four Iranian *Nepeta* species (*N. cephalotes*, *N. bornmuelleri*, *N. mirzayanii* and *N. bracteata*). *Journal of Essential Oil Research*. 2007, 19(3), 262-265.
- 43) Rustaiyan, A., Komeilizadeh, H., Monfared, A., Nadji, K., Masoudi, S., Yari, M. Volatile constituents of *Nepeta denudata* Benth. and *N. cephalotes* Boiss. from Iran. *Journal of Essential Oil Research*. 2000, 12(4), 459-461.

- 44) Matloubi Moghaddam, F., Hosseini, M. Composition of the essential oil from *Nepeta crassifolia* Boiss. & Buhse. Flavour and Fragrance Journal. 1996, 11(2), 113-115.
- 45) Morteza-Semnani, K., Saeedi, M. Essential oils composition of *Nepeta cataria* L. and *Nepeta crassifolia* Boiss. and Buhse from Iran. Journal of Essential Oil Bearing Plants. 2004, 7(2), 120-124.
- 46) Sefidkon, F., Jamzad, Z., Mirza, M. Chemical composition of the essential oil of five Iranian *Nepeta* species (*N. crispa*, *N. mahanensis*, *N. ispahanica*, *N. eremophila* and *N. rivularis*). Flavour and Fragrance Journal. 2006, 21(5), 764-767.
- 47) Rustaiyan, A., Jamzad, M., Masoudi, S., Ameri, N. Volatile constituents of *Nepeta heliotropifolia* Lam., *Mentha mozaffariani* Jamzad and *Ziziphora persica* Bunge. three Labiatae herbs growing wild in Iran. Journal of Essential Oil Research. 2006, 18(3), 348-351.
- 48) Sajadi, S.E., Mehrabani, M. Essential oil composition of *Nepeta ispahanica* Boiss. Journal of Research in Medical Sciences. 2003, 7, 136-142.
- 49) Sonboli, A., Gholipour, A., Yousefzadi, M., Mojarrad, M. Antibacterial activity and composition of the essential oil of *Nepeta menthoides* from Iran. Natural Product Communications. 2009, 4(2), 283-286.
- 50) Esmaeili, A., Rustaiyan, A., Masoudi, S., Nadji, K. Composition of the essential oils of *Mentha aquatica* L. and *Nepeta meyeri* Benth. from Iran. Journal of Essential Oil Research. 2006, 18(3), 263-265.
- 51) Rustaiyan, A., Khosravi, M., Larijany, K., Masoudi, S. Composition of the essential oil of *Nepeta racemosa* Lam. from Iran. Journal of Essential Oil Research. 2000, 12(2), 151-152.
- 52) Sonboli, A., Salehi, P., Yousefzadi, M. Antimicrobial activity and chemical composition of the essential oil of *Nepeta crispa* Willd. from Iran. Zeitschrift Fur Naturforschung C. 2004, 59(9-10), 653-656.
- 53) Javidnia, K., Miri, R., Safavi, F., Azarpira, A., Shafiee, A. Composition of the essential oil of *Nepeta persica* Boiss from Iran. Flavour and Fragrance Journal. 2002, 17(1), 20-22.
- 54) Shafaghat, A., Oji, K. Nepetalactone content and antibacterial activity of the essential oils from different parts of *Nepeta persica*. Natural Product Communications. 2010, 5(4), 625-628.

- 55) Sefidkon, F., Akbari-nia, A. Essential oil composition of *Nepeta pogonosperma* Jamzad et Assadi from Iran. Journal of Essential Oil Research. 2003, 15(5), 327-328.
- 56) Masoudi, S., Rustaiyan, A., Mohebat, R., Mosslemin, M.H. Composition of the essential oils and antibacterial activities of *Hymenocrater yazdianus*, *Stachys obtusicrena* and *Nepeta asterotricha* three Labiatae Herbs growing wild in Iran. Natural Product Communications. 2012, 7(1), 117-120.
- 57) Sajjadi, S.E. Analysis of the essential oil of *Nepeta sintenisii* Bornm. from Iran. DARU Journal of Pharmaceutical Sciences. 2005, 13(2), 61-64.
- 58) Salehi, P., Sonboli, A., Khaligh, P., Mirzajani, F. Essential oil composition and antioxidant activity of different extracts of *Nepeta betonicifolia* CA Meyer and *Nepeta saccharata* Bunge. Natural Product Research. 2012, 26(8), 736-743.
- 59) Nori-Shargh, D., Baharvand, B. The volatile constituents of *Nepeta elymatica* Bornm. from Iran. Journal of Essential Oil Research. 2005, 17(3), 329-330.
- 60) Nori-Shargh, D., Baharvand, B., Raftari, S., Deyhimi, F. The volatile constituents analysis of *Nepeta kotschyi* Boiss. from Iran. Journal of Essential Oil Research. 2006, 18(3), 237-238.
- 61) Salehi, P., Sonboli, A., Allahyari, L. Antibacterial and antioxidant properties of the essential oil and various extracts of *Nepeta ispanhanica* from Iran. Journal of Essential Oil Bearing Plants. 2007, 10(4), 324-331.
- 62) Gilani, A.H., Shah, A.J., Zubair, A., Khalid, S., Kiani, J., Ahmed, A., Rasheed, M., Ahmad, V.U. Chemical composition and mechanisms underlying the spasmolytic and bronchodilatory properties of the essential oil of *Nepeta cataria* L. Journal of ethnopharmacology. 2009, 121(3), 405-411.
- 63) Sajjadi, S.E., Khatamsaz, M. Volatile constituents of *Nepeta heliotropifolia* Lam. Journal of Essential Oil Research. 2001, 13(3), 204-205.
- 64) Mojab, F., Nickavar, B., Hooshdar Tehrani, H. Essential oil analysis of *Nepeta crispa* and *N. menthoides* from Iran. Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences. 2009, 5(1), 43-46.
- 65) Sefidkon, F., Dabiri, M., Alamshahi, A. Analysis of the essential oil of *Nepeta fissa* CA Mey from Iran. Flavour and Fragrance Journal. 2002, 17(2), 89-90.
- 66) Baiazandeh, M.M. Essential oil composition of *Nepeta menthoides* Boiss. et Bushe from Iran. Journal of Essential Oil Research. 2006, 18(2), 144-145.

- 67) Moradalizadeh, M., Akhgar, M.R., Jafari, S. Chemical composition of the essential oil of *Nepeta assurgens* Hausskn. Ex Bornm. Trends Modern Chemistry. 2012, 2, 31-35.
- 68) Javidnia, K., Mehdipour, A.R., Hemmateenejad, B., Rezazadeh, S.R., Soltani, M., Khosravi, A.R., Miri, R. Nepetalactones as chemotaxonomic markers in the essential oils of *Nepeta* species. Chemistry of Natural Compounds. 2011, 47(5), 843-847.
- 69) Safaei-Ghomi, J., Bamoniri, A., Haghani, M., Batooli, H. Essential oil composition of *Nepeta gloeocephala* Rech. f. from Iran. Journal of Essential Oil Research. 2006, 18(6), 635-637.
- 70) Sonboli, A., Salehi, P., Allahyari, L. Essential oil composition of *Nepeta involucrata* from Iran. Chemistry of Natural Compounds. 2005, 41(6), 683-685.
- 71) Sajjadi, S.E., Ghassemi, N. Volatile constituents of *Nepeta glomerulosa* Boiss. subsp. *carmanica*. Flavour and Fragrance Journal. 1999, 14(5), 265-267.
- 72) Hadian, J., Sonboli, A., Ebrahimi, S.N., Mirjalili, M.H. Essential oil composition of *Nepeta satureioides* from Iran. Chemistry of Natural Compounds. 2006, 42(2), 175-177.
- 73) Mehrabani, M., Asadipour, A., Amoli, S.S. Chemical constituents of the essential oil of *Nepeta depauperata* Benth. from Iran. DARU Journal of Pharmaceutical Sciences. 2004, 12(3), 98-100.
- 74) Sajjadi, S.E., Eskandari, B. Chemical constituents of the essential oil of *Nepeta oxyodonta*. Chemistry of Natural Compounds. 2005, 41(2), 175-177.
- 75) Sajjadi, S.E., Mehregan, I. Chemical constituents of the essential oil of *Nepeta daenensis* Boiss. Journal of Essential Oil Research. 2005, 17(5), 563-564.
- 76) Sefidkon, F. Essential oil of *Nepeta glomerulosa* Boiss. from Iran. Journal of Essential Oil Research. 2001, 13(6), 422-423.
- 77) Javidnia, K., Miri, R., Mehregan, I., Sadeghpour, H. Volatile constituents of the essential oil of *Nepeta ucrainica* L. ssp. *kopetdaghensis* from Iran. Flavour and Fragrance Journal. 2005, 20(2), 219-221.
- 78) Ghannadi, A., Aghazari, F., Mehrabani, M., Mohagheghzadeh, A., Mehregan, I. Quantity and composition of the SDE prepared essential oil of *Nepeta macrosiphon* Boiss. Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 2010, 2(2), 103-105.

- 79) Habibi, Z., Masoudi, S., Rustaiyan, A. Essential oil of *Nepeta makuensis* Jamzad et Mozaffarian from Iran. Journal of Essential Oil Research. 2004, 16(3), 214-215.
- 80) Çalikođlu, E., Kıralan, M., Bayrak, A. Uçucu Yağ Nedir, Nasıl Üretilir ve Türkiye'deki Durumuna Genel Bir Bakış. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, 2006, Bolu (Bildiri Özetleri Kitabı, 569-570 s).
- 81) Yaylı, N. Uçucu Yağlar ve Tıbbi Kullanımları. 1. İlaç Kimyasi, Üretimi, Teknolojisi, Standardizasyonu Kongresi, Kimyagerler Derneđi, 29-31 Mart 2013, Antalya (Bildiri Özetleri Kitabı, 1-7 s).
- 82) Hammer, K.A., Carson, C.F., Riley, T.V. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. Journal of Applied Microbiology. 1999, 86(6), 985-990.
- 83) Baytop, T. Farmakognozi Ders Kitabı, Cilt I, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1986, 168-170 s
- 84) Savaş Tetik, Ş. *Cistus laurifolius* L. ve *Cistus parviflorus* Lam. Uçucu Yağlarının Bileşimi. Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakoloji Anabilim Dalı, Eskişehir, 1996, 70 s. (Yüksek Lisans Tezi).
- 85) Sarıkürkcü, C. Yaygın Olarak Yetişen Bazı Orman Bitkilerinin (*Alkanna tinctoria* (L.) Tausch subsp. *tinctoria*, *Thymus longicaulis* C. Presl subsp. *longicaulis* var. *longicaulis* ve *Phlomis bourgaei* Boiss.) Kimyasal İçerik Bazında Total Karakterizasyonu. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Manisa, 2010, 113 s. (Doktora Tezi).
- 86) Tanker, M., Tanker, N. Farmakognozi. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, Ankara, 1990, 301-302 s. (2).
- 87) Tyler, V.E., Brady, L.R., Robbers, J.E. Pharmacognosy, 9th ed., Lea and Febriger, Philadelphia, 1988, 103-137 s
- 88) Eriş, C. *Teucrium alyssifolium* Stape ve *Teucrium sandrasicum* O. Schwarz Terpenik Bileşikleri Üzerinde Çalışmalar. Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakoloji Anabilim Dalı, Ankara, 1995, 164 s. (Doktora Tezi).
- 89) Papas, A.M. Determinants of antioxidant status in humans. Lipids. 1996, 31(1), 77-82.
- 90) Sarıkürkcü, C. *Marrubium globosum* Montbret and Aucher ex Bentham subsp. *globosum* Bitkisinin Uçucu Yağ Bileşenlerinin Karakterizasyonu ve Bazı

*Marrubium* Türlerinin Antioksidant Aktivitelerinin Belirlenmesi. Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Muğla, 2004, 151 s. (Yüksek Lisans Tezi).

- 91) Aruoma, O.I., Cuppett, S.L. Antioxidant Methodology in vivo and in vitro Concept. AOCS Press, Champaign, Illinois, 1997, 241 s.
- 92) Fridovich, I. Superoxide dismutases. Advances in Enzymology and Related Areas of Molecular Biology. 1986, 58(6), 61-97.
- 93) Halliwell, B. Free radicals and antioxidants: a personal view. Nutrition Reviews. 1994, 52(8), 253-265.
- 94) Abushita, A.A., Hebshi, E.A., Daood, H.G., Biacs, P.A. Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. Food Chemistry. 1997, 60(2), 207-212.
- 95) Aruoma, O.I. Extracts as antioxidant prophylactic agents. Inform. 1997, 8(12), 1236-1242.
- 96) Saint-Cricq de Gaulejac, N., Provost, C., Vivas, N. Comparative study of polyphenol scavenging activities assessed by different methods. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1999, 47(2), 425-431.
- 97) Sherwin, E.R. Oxidation and antioxidants in fat and oil processing. Journal of the American Oil Chemists' Society. 1978, 55(11), 809-814.
- 98) Wanasundara, U.N., Shahidi, F. Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. Food Chemistry. 1998, 63(3), 335-342.
- 99) Sarikurkcu, C., Uren, M.C., Kocak, M.S., Cengiz, M., Tepe, B. 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. 2016, 25(3), 687-693.
- 100) Sarikurkcu, C., Zengin, G., Oskay, M., Uysal, S., Ceylan, R., Aktumsek, A. Composition, antioxidant, antimicrobial and enzyme inhibition activities of two *Origanum vulgare* subspecies (subsp. *vulgare* and subsp. *hirtum*) essential oils. Industrial Crops and Products. 2015, 70, 178-184.
- 101) Sarikurkcu, C., Ozer, M.S., Cakir, A., Eskici, M., Mete, E. GC/MS evaluation and in vitro antioxidant activity of essential oil and solvent extracts of an endemic plant used as folk remedy in Turkey: *Phlomis bourgaei* Boiss. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2013.
- 102) Zengin, G., Cakmak, Y.S., Guler, G.O., Aktumsek, A. In vitro antioxidant capacities and fatty acid compositions of three *Centaurea* species collected

- from Central Anatolia region of Turkey. Food and Chemical Toxicology. 2010, 48(10), 2638-2641.
- 103) Sarikurkcu, C. Antioxidant activities of solvent extracts from endemic *Cyclamen mirabile* Hildebr. tubers and leaves. African Journal of Biotechnology. 2011, 10(5), 831-839.
- 104) Üren, M.C. Bazı *Phlomis* Türleri Üzerine Fitokimyasal Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Isparta, 2015, 58 s. (Doktora Tezi).
- 105) Zengin, G., Sarikurkcu, C., Uyar, P., Aktumsek, A., Uysal, S., Kocak, M.S., Ceylan, R. *Crepis foetida* L. subsp. *rheadifolia* (Bieb.) Celak. as a source of multifunctional agents: Cytotoxic and phytochemical evaluation. Journal of Functional Foods. 2015, 17, 698-708.
- 106) Apak, R., Guclu, K., Ozyurek, M., Karademir, S.E., Ercag, E. The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas. International Journal of Food Sciences and Nutrition. 2006, 57(5-6), 292-304.
- 107) Padalia, R.C., Verma, R.S., Chauhan, A., Chanotiya, C.S. Chemical composition of leaf and root essential oils of *Boenninghausenia albiflora* Reichb. from northern India. Natural Product Research. 2012, 26(21), 2040-2044.
- 108) Senthilkumar, A., Venkatesalu, V. In vitro fungitoxic and cytotoxic efficacy of *Chloroxylon swietenia* DC. leaf essential oil. Journal of Essential Oil Research. 2013, 25(4), 348-353.
- 109) Kiran, S.R., Devi, P.S., Reddy, K.J. Evaluation of in vitro antimicrobial activity of leaf and stem essential oils of *Chloroxylon swietenia* DC. World Journal of Microbiology & Biotechnology. 2008, 24(9), 1909-1914.
- 110) Joshi, R.K. Chemical composition of the essential oils of aerial parts and flowers of *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Rob. from western ghats region of north west Karnataka, India. Journal of Essential Oil Bearing Plants. 2013, 16(1), 71-75.
- 111) Kossouh, C., Moudachirou, M., Adjakidje, V., Chalchat, J.C., Figueredo, G., Chalard, P. Volatile Constituents of *Chromolaena odorata* (L.) RM King & H. Rob. leaves from Benin. Journal of Essential Oil Bearing Plants. 2011, 14(2), 224-228.



- 112) Owolabi, M.S., Ogundajo, A., Yusuf, K.O., Lajide, L., Villanueva, H.E., Tuten, J.A., Setzer, W.N. Chemical composition and bioactivity of the essential oil of *Chromolaena odorata* from Nigeria. *Records of Natural Products*. 2010, 4(1), 72-78.
- 113) Lei, J.C., Yu, J.Q., Yu, H.D., Liao, Z.X. Composition, cytotoxicity and antimicrobial activity of essential oil from *Dictamnus dasycarpus*. *Food Chemistry*. 2008, 107(3), 1205-1209.
- 114) Sharma, K., Saikia, A.K., Sharma, H., Sahariah, B.J., Deka, S., Das, B. Chemical composition and antimicrobial study of essential oil from the leaves of *Eupatorium odoratum* Linn. from upper Assam region. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 2013, 16(4), 482-488.
- 115) Sadgrove, N.J., Goncalves-Martins, M., Jones, G.L. Chemogeography and antimicrobial activity of essential oils from *Geijera parviflora* and *Geijera salicifolia* (Rutaceae): Two traditional Australian medicinal plants. *Phytochemistry*. 2014, 104, 60-71.
- 116) Baser, K.H.C., Kurkcuoglu, M., Ozek, T. Steam volatiles of *Lallemantia peltata* (L.) Fisch et Mey. from Turkey. *Journal of Essential Oil Research*. 2000, 12(6), 689-690.
- 117) Brophy, J.J., Goldsack, R.J., Fookes, C.J.R., Hutton, I. Leaf oils of the endemic *Melicope* (Rutaceae) of Lord Howe Island. *Journal of Essential Oil Research*. 2004, 16(5), 449-452.
- 118) Owolabi, M.S., Omikorede, O.E., Yusuf, K.A., Paudel, P., Setzer, W.N. The leaf essential oil of *Momordica charantia* from Nigeria is dominated by geijerene and pregeijerene. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 2013, 16(3), 377-381.
- 119) Figueredo, G., Chalchat, J.C., Dogu, S., Chalard, P., Ozcan, M.M., Bagci, Y., Al Juhaimi, F. Chemical composition of the essential oil of *Pimpinella isaurica* Matthews subsp. *isaurica*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 2015, 18(3), 739-743.
- 120) Mirza, M., Navaei, M.N., Khoram, M.T. Chemical composition of the essential oils of *Pimpinella deverroides* Boiss (Boiss.) from Iran. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 2007, 10(5), 386-390.

- 121) Askari, F., Sefidkon, F., Teimouri, M., Nanaei, S.Y. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Pimpinella puberula* (DC.) Boiss. Journal of Agricultural Science and Technology. 2009, 11(4), 431-438.
- 122) Maggio, A., Bruno, M., Spadaro, V., Scialaba, A., Senatore, F., Oliviero, F. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activity of the essential oils from *Pimpinella tragiium* Vill. subsp *glauca* (C. Presl.) C. Brullo & Brullo (Apiaceae) growing wild in Sicily. Natural Product Research. 2013, 27(24), 2338-2346.
- 123) Sethuraman, M.G., Ramesh, V.K., Gopan, R., Anil, J.J., George, V. Chemical composition of the leaf, stem and root oils of *Pleiospermium alatum*. Journal of Essential Oil Research. 2011, 23(6), 1-4.
- 124) Amdouni, T., Ben Abdallah, S., Msilini, N., Merck, F., Chebbi, M., Lachaal, M., Karray-Bouraoui, N., Ouerghi, Z., Fernandez, X. Effect of salt stress on the antimicrobial activity of *Ruta chalepensis* essential oils. Acta Physiologiae Plantarum. 2016, 38(6).
- 125) Kuzovkina, I.N., Szarka, S., Hethelyi, E., Lemberkovics, E., Szoke, E. Composition of essential oil in genetically transformed roots of *Ruta graveolens*. Russian Journal of Plant Physiology. 2009, 56(6), 846-851.
- 126) Stashenko, E.E., Acosta, R., Martinez, J.R. High-resolution gas-chromatographic analysis of the secondary metabolites obtained by subcritical-fluid extraction from Colombian rue (*Ruta graveolens* L.). Journal of Biochemical and Biophysical Methods. 2000, 43(1-3), 379-390.
- 127) Tabanca, N., Demirci, B., Baser, K.H.C., Mincsovcics, E., Khan, S.I., Jacob, M.R., Wedge, D.E. Characterization of volatile constituents of *Scaligeria tripartita* and studies on the antifungal activity against phytopathogenic fungi. Journal of Chromatography B-Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences. 2007, 850(1-2), 221-229.
- 128) Arriaga, A.M.C., Magalhaes, F.E.A., Feitosa, E.M.A., Malcher, G.T., Andrade-Neto, M., Nascimento, R.F. Composition of the essential oil of *Tephrosia egregia* Sandw. Journal of Essential Oil Research. 2005, 17(4), 451-452.
- 129) Çopuroğlu, M. Çözücü Prosesi ile Pamuk ve Haşhaş Saplarınınin Özütleme ve Fitokimyasal Olarak Karşılaştırılmalı Analizlerinin Yapılması. Süleyman

Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Isparta, 2015, 65 s. (Doktora Tezi).

- 130) Soare, J.R., Dinis, T.C.P., Cunha, A.P., Almeida, L. Antioxidant activities of some extracts of *Thymus zygis*. Free Radical Research. 1997, 26(5), 469-478.



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Said TARGAN

Doğum Yeri ve Yılı : Çanakkale /1989

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : saidtargan@gmail.com

### **Eğitim Durumu**

Lise : Manisa Fatih Anadolu Lisesi, 2007

Lisans : Harran Üniversitesi, Kimya Bölümü, 2013