

**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**



**EDREMİT KÖRFEZİ (BALIKESİR) KIYI BÖLGESİNDE YENİLEBİLİR BAZI**  
**DOĞAL BİTKİLERE UYGULANAN HAŞLAMA YÖNTEMİNİN FENOLİK**  
**BİLEŞİKLER ÜZERİNE ETKİSİ**

**HATİCE İNCİ ALADI**

**DOKTORA TEZİ**

**Jüri Üyeleri :** Prof. Dr. Selami SELVİ (Tez Danışmanı)  
Prof. Dr. Tülin AŞKUN (Eş Danışman)  
Prof. Dr. Fatih SATIL  
Prof. Dr. Mustafa KIRALAN  
Prof. Dr. Semra İLHAN  
Prof. Dr. Zerrin CANTÜRK

**BALIKESİR, TEMMUZ - 2024**

## **ETİK BEYAN**

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Edremit Körfezi (Balıkesir) Kıyı Bölgesinde Yenilebilir Bazı Doğal Bitkilere Uygulanan Haşlama Yönteminin Fenolik Bileşikler Üzerine Etkisi**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
  - Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
  - Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

**Hatice İNCİ ALADI**

## ÖZET

### EDREMİT KÖRFEZİ (BALIKESİR) KIYI BÖLGESİNDE YENİLEBİLİR BAZI DOĞAL BİTKİLERE UYGULANAN HAŞLAMA YÖNTEMİNİN FENOLİK BİLEŞİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

HATİCE İNCİ ALADI

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. SELAMİ SELVİ)

(EŞ DANIŞMAN: PROF. DR. TÜLİN AŞKUN)

BALIKESİR, TEMMUZ – 2024

Bu tez çalışmasında Edremit Körfezi kıyı kesiminde yaşayan yöre halkı tarafından gerek çiğ olarak, gerekse pişirilerek tüketilen 10 bitkinin (*Asparagus acutifolius*, *Capsella bursa-pastoris*, *Erodium cicutarium*, *Malva sylvestris*, *Oenanthe pimpinelloides*, *Papaver rhoeas*, *Raphanus raphanistrum*, *Solanum americanum*, *Stellaria media* ve *Urtica urens*) yenen kısımları taze olarak ve suda haşlanarak kullanılmıştır. Bu kapsamda haşlama işleminin toplam fenolik ve toplam flavonoid madde miktarına ve antioksidan aktiviteleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Etanolde elde edilen özütler üzerinde antioksidan aktivite tayin yöntemleri (DPPH, ABTS, CUPRAC) uygulanmıştır. Sonuçlara göre *E. cicutarium* türünün çiğ özütü diğerlerine nazaran en yüksek antioksidan aktiviteyi göstermiştir.

Toplam fenolik madde  $50,82 \pm 0,58$  µg GAE/mg, toplam flavonoid madde  $154 \pm 1,0$  µg RE/mg, antioksidan aktivite analizlerinden DPPH  $IC_{50} = 0,23 \pm 0,004$  mg/mL, CUPRAC:  $176,64 \pm 8,59$  µgTE/mg, ABTS:  $248,42 \pm 4,95$  µg TE/mg olarak belirlenmiştir. Tüm özütlere uygulanan haşlama işlemi sonrasında antioksidan aktivitelerinin arttığı ya da azaldığı istatistiksel olarak tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ).

Yapılan HPLC analizi ile gallik asit, kateşin, klorojenik asit, kafeik asit, epikateşin, *p*-kumarik asit, rosmarinik asit, rutin ve sinnamik asit gibi fenolik bileşikleri içerip içermedikleri incelenmiş ve haşlama işleminin bu fenolik bileşiklere etkisi ortaya konulmuştur. Tüm özütlerde haşlama işlemi ile içerdikleri fenolik bileşik miktarlarının değiştiği gözlenmiştir. *E. cicutarium* çiğ özütünde rutin ( $24310,1$  µg/g), *O. pimpinelloides*'in haşlanmış özütünde klorojenik asit ( $32249,5$  µg/g), *U. urens*'in çiğ özütünde klorojenik asit ( $51804,7$  µg/g) en yüksek değerlerde bulunmuştur. Sinnamik asit sadece *A. acutifolius*'ta tespit edilmiş olup çiğ özütünde  $17,47$  µg/g iken haşlama işlemi sonucunda  $5,66$  µg/g' a düşmüştür. Sonuç olarak, çalışılan bu bitkilerin bazıları çiğ, bazılarının ise haşlandıktan sonra daha yüksek antioksidan aktivite sergilediği tespit edilmiş olup doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabilir bitkilerin belirlenmesinde haşlama yönteminin önemli bir rol oynadığı ortaya konulmuştur.

**ANAHTAR KELİMELER:** Antioksidan, Çiğ ve haşlanmış özüt, Edremit Körfezi, Fenolik, HPLC

Bilim Kod / Kodları: 20305  
20308

Sayfa sayısı:125

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF BOILING METHOD ON PHENOLIC COMPOUNDS OF SOME EDIBLE NATURAL PLANTS IN EDREMIT BAY (BALIKESİR) COASTAL REGION

PH. D THESIS

HATİCE İNCİ ALADI

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

BIOLOGY

(SUPERVISOR: PROF. DR. SELAMİ SELVİ)

(CO-SUPERVISOR: PROF. DR. TÛLİN AŞKUN)

BALIKESİR, 2024-JULY

In this thesis study, the edible parts of 10 plants (*Asparagus acutifolius*, *Capsella bursa-pastoris*, *Erodium cicutarium*, *Malva sylvestris*, *Oenanthe pimpinelloides*, *Papaver rhoeas*, *Raphanus raphanistrum*, *Solanum americanum*, *Stellaria media* and *Urtica urens*) consumed both raw and cooked by the indigenous people living in the coastal part of Edremit Bay were used fresh and boiled in water. In this context was investigated the effect of boiling process on the total amount of phenolic and flavonoid substances and antioxidant activities. Antioxidant activity determination methods (DPPH, ABTS, CUPRAC) were applied on the extracts obtained in ethanol.

According to the results, the raw extract of the *E. cicutarium* showed the highest antioxidant activity compared to the other. It was determined as total phenolic substance  $50.82 \pm 0.58$   $\mu\text{g GAE/mg}$ , total flavonoid substance  $154 \pm 1.0$   $\mu\text{g RE/mg}$ , DPPH  $\text{IC}_{50} = 0.23 \pm 0.004$   $\text{mg/mL}$  from antioxidant activity analysis, CUPRAC:  $176.64 \pm 8.59$   $\mu\text{gTE/mg}$ , ABTS:  $248.42 \pm 4.95$   $\mu\text{gTE/mg}$ . It was statistically determined that the antioxidant activities increased or decreased after the boiling process applied to all extracts ( $p < 0,05$ ).

HPLC analysis was performed to determine whether they contain phenolic compounds such as gallic acid, catechin, chlorogenic acid, caffeic acid, epicatechin, *p*-coumaric acid, rosmarinic acid, rutin and cinnamic acid and the effect of boiling process on these phenolic compounds was revealed. It was observed that the amount of phenolic compounds contained in all extracts changed with the boiling process. The highest values of rutin ( $24310.1$   $\mu\text{g/g}$ ) were determined in the raw extract of *E. cicutarium*, chlorogenic acid ( $32249.5$   $\mu\text{g/g}$ ) in the boiled extract of *Oenanthe pimpinelloides*, and chlorogenic acid ( $51804.7$   $\mu\text{g/g}$ ) in the raw extract of *Urtica urens*. Cinnamic acid was detected only in *A. acutifolius* and decreased from  $17.47$   $\mu\text{g/g}$  in the raw extract to  $5.66$   $\mu\text{g/g}$  after boiling. As a result, some of these plants exhibited higher antioxidant activity raw and some of them exhibited higher antioxidant activity after boiling and it was revealed that boiling method plays an important role in determining the plants that can be used as natural antioxidant source.

**KEYWORDS:** Antioxidant, Raw and boiled extract, Edremit Bay, Phenolic, HPLC

Bilim Kodları: 20305  
20308

Sayfa Sayısı:125

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iv</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>SEMBOL LİSTESİ</b> .....	<b>x</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>4</b>
2.1. Serbest Radikaller.....	4
2.1.1. Reaktif Oksijen Türleri.....	4
2.1.1.1. Süperoksit radikali.....	5
2.1.1.2. Hidroksi Radikali (OH•).....	6
2.1.1.3. Hidrojen peroksit (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ).....	6
2.1.1.4 Singlet Oksijen.....	7
2.1.1.5 Peroksil ve Alkoksil Radikalleri.....	7
2.1.2 Reaktif Azot Türleri.....	8
2.1.2.1 Nitrik Oksit Radikali.....	8
2.1.2.2 Peroksinitrit.....	8
2.1.3 Reaktif Kükürt Türleri.....	8
2.1.3.1 Tiyil Radikalleri.....	8
2.1.4 Reaktif Karbon Türleri.....	9
2.2 Serbest Radikal Kaynakları.....	9
2.2.1 Hücresel kaynaklar:.....	9
2.2.2 Ekzojen (hücresel olmayan) kaynaklar.....	9
2.3 Serbest radikallerin etkileri.....	10
2.3.1 Serbest radikallerin proteinler üzerine etkisi.....	10
2.3.2 Serbest radikallerin lipidlere etkisi.....	10
2.3.3 Serbest radikallerin DNA ve nükleik asitlere etkileri.....	11
2.3.4 Serbest radikallerin karbohidratlara etkisi.....	11
2.4 Antioksidanlar ve Savunma Sistemleri.....	12
2.4.1 Antioksidanların Sınıflandırılması.....	12
2.4.1.1 Enzimatik Savunma.....	13
2.4.1.1.1 Süperoksit Dismutaz (SOD).....	13
2.4.1.1.2 Katalaz (CAT).....	14
2.4.1.1.3 Glutasyon Peroksidaz (GPx).....	14
2.4.1.1.4 Glutasyon -S- Transferaz (GST).....	15
2.4.1.1.5 Glutasyon Redüktaz (GRx).....	15
2.4.1.2 Enzimatik Olmayan Antioksidan Savunma.....	15
2.4.1.2.1 Tokoferoller ve Tokotrienoller (E vitamini).....	16
2.4.1.2.2 Askorbik Asit (Vitamin C).....	16
2.4.1.2.3 Karotenoitler.....	17
2.4.1.2.4 Glutasyon.....	17
2.4.1.2.5 Ürik asit.....	17
2.4.1.2.6 Lipoik asit.....	18
2.4.1.2.7 Bilirubin.....	18
2.4.1.2.8 Kofaktörler.....	18

2.4.1.2.9 Mineraller .....	18
2.4.1.2.10 Melatonin.....	18
2.4.1.2.11 Albumin .....	19
2.4.1.3 Fenolik bileşikler .....	19
2.4.1.4 Sentetik Antioksidanlar .....	24
2.5 Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesinde Kullanılan Bazı Yöntemler .....	25
2.5.1 Hidrojen Atomu Transferine Dayanan Yöntemler .....	25
2.5.1.1 ORAC (Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi) Yöntemi.....	25
2.5.1.2 Toplam radikal tuzaklayıcı antioksidan parametre yöntemi (TRAP).....	26
2.5.2 Elektron Transferine Dayanan Yöntemler.....	26
2.5.2.1 Folin-Ciocalteu Yöntemi İle Toplam Fenolik Bileşik Tayini .....	26
2.5.2.2 Cu(II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite yöntemi (CUPRAC) .....	27
2.5.2.3 Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite / ABTS yöntemi (TEAC) .....	28
2.5.2.4 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürme kapasitesi yöntemi .....	29
2.6 Kaynak Araştırması .....	30
<b>3. MATERYAL VE METOD .....</b>	<b>35</b>
3.1 Çalışmada Kullanılan Bitkiler ve Özellikleri .....	35
3.1.1 <i>Asparagus acutifolius</i> L. (Asparagaceae).....	35
3.1.2 <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.(Medik) (Brassicaceae).....	36
3.1.3 <i>Erodium cicutarium</i> (L.) L Hér. (Geraniaceae).....	38
3.1.4 <i>Malva sylvestris</i> L. (Malvaceae).....	40
3.1.5 <i>Oenanthe pimpinelloides</i> L. (Apiaceae) .....	41
3.1.6 <i>Papaver rhoeas</i> L. (Papaveraceae).....	43
3.1.7 <i>Raphanus raphanistrum</i> L. (Brassicaceae).....	44
3.1.8 <i>Solanum americanum</i> Mill. (Solanaceae).....	46
3.1.9 <i>Stellari media</i> L.(Vill.) (Caryophyllaceae).....	47
3.1.10 <i>Urtica urens</i> L. (Urticaceae).....	49
3.2 Materyaller.....	51
3.2.1 Bitki Materyalleri .....	51
3.2.2 Antioksidan Aktivite Çalışmasında Kullanılan Kimyasallar.....	53
3.2.3 Çalışmada Kullanılan Cihazlar .....	53
3.3 Metod.....	54
3.3.1 Bitki Özütlelerinin Hazırlanışı .....	54
3.3.2 Toplam Fenolik ve Flavonoid İçerik Tayini .....	55
3.3.2.1 Toplam Fenolik Bileşik Miktar Tayini .....	55
3.3.2.2 Toplam Flavonoid Miktarı Tayini .....	55
3.3.3 Antioksidan Aktivite Tayin Yöntemleri .....	55
3.3.3.1 DPPH Radikal Giderme Aktivitesi.....	55
3.3.3.2 Cu(II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite yöntemi (CUPRAC) .....	56
3.3.3.3 ABTS radikal süpürme aktivitesinin belirlenmesi.....	57
3.4 HPLC Analiz Metodu .....	57
3.4.1 HPLC Analizlerinde kullanılan Standartlar.....	57
3.5 İstatistiksel Analizler .....	58
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>59</b>
4.1 Toplam Fenolik Bileşik Miktar Tayini Sonuçları.....	59
4.2 Toplam Flavonoid Miktarı Tayini .....	61
4.3 DPPH Radikali Giderme Aktivitesi.....	63
4.4 Cu(II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite yöntemi (CUPRAC) .....	70
4.5 ABTS radikal süpürme aktivitesinin belirlenmesi .....	71
4.6 HPLC Analiz Sonuçları .....	75

<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ .....</b>	<b>86</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>105</b>
<b>7. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>125</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1: Oksijenin suya dönüşümü ve radikallerin oluşumu .....	4
Şekil 2.2: Lipid peroksidasyonu zincir reaksiyonları .....	11
Şekil 2.3: Doğal antioksidanlar .....	13
Şekil 2.4: Enzimatik antioksidan savunma sistemi. ....	15
Şekil 2.5: Fenolik bileşiklerin ana grupları. ....	20
Şekil 2.6: Flavonoidlerin kimyasal yapıları ve sınıfları .....	22
Şekil 2.7: Cu (II)'nin Cu (I)'e indirgenmesi. ....	28
Şekil 2.8: ABTS'nin potasyum persülfat ile yükseltgenmesi ve oluşan ABTS radikal kationunu. ....	28
Şekil 2.9: DPPH radikalinin indirgenmesi. ....	29
Şekil 3.1: <i>A. acutifolius</i> habitus (solda) ve taze filizleri (sağda). ....	35
Şekil 3.2: <i>A. acutifolius</i> türünün ülkemizdeki yayılış haritası. ....	35
Şekil 3.3: <i>C. bursa-pastoris</i> ; habitus (soldaki), taze taban yaprakları (sağda). ....	36
Şekil 3.4: <i>C. bursa-pastoris</i> türünün ülkemizdeki yayılış haritası. ....	37
Şekil 3.5: <i>E. cicutarium</i> ; habitus (solda), taban yaprakları (sağda). ....	38
Şekil 3.6: <i>E. cicutarium</i> türünün ülkemizdeki yayılış haritası. ....	38
Şekil 3.7: <i>M. sylvestris</i> ; habitus (solda), taze yaprakları (sağda). ....	40
Şekil 3.8: <i>M. sylvestris</i> türünün ülkemizdeki yayılış haritası .....	40
Şekil 3.9: <i>O. pimpinelloides</i> ; habitus (solda), taze toprak üstü kısmı (sağda). ....	41
Şekil 3.10: <i>O. pimpinelloides</i> türünün ülkemizdeki yayılış haritası. ....	42
Şekil 3.11: <i>P. rhoeas</i> ; habitus (solda), taze topraküstü kısımları (sağda). ....	43
Şekil 3.12: <i>P. rhoeas</i> türünün ülkemizdeki yayılış haritası. ....	43
Şekil 3.13: <i>R. raphanistrum</i> ; habitus (solda), taban yaprakları (sağda). ....	44
Şekil 3.14: <i>R. raphanistrum</i> türünün ülkemizdeki yayılış haritası. ....	45
Şekil 3.15: <i>S. americanum</i> ; habitus (solda), taze yaprakları (sağda). ....	46
Şekil 3.16: <i>S. americanum</i> türünün ülkemizdeki yayılış haritası. ....	46
Şekil 3.17: <i>S. media</i> ; habitus (solda), taze torak üstü kısmı (sağda). ....	47
Şekil 3.18: <i>S. media</i> türünün ülkemizdeki yayılış haritası. ....	48
Şekil 3.19: <i>U. urens</i> ; habitus (solda), toprak üstü kısmı (sağda). ....	49
Şekil 3.20: <i>U. urens</i> türünün ülkemizdeki yayılış haritası .....	49
Şekil 3.21: Bitkilerden yapılan yemekler, 1- karışık ot salatası, 2- karışık otlardan mücver, 3- istifno yemeği, 4-Turpotu haşlama, 5- karışık otlu kısır, 6- develik sarma ve karışık otlu lahana sarması. ....	51
Şekil 3.22: Bitkilerin toplanma bölgeleri. ....	52
Şekil 3.23: Döner buharlaştırıcı (soldaki), HPLC cihazı (sağdaki). ....	54
Şekil 3.24: Standart kromatogram (1:gallik asit 2:kateşin 3:klorojenik asit 4:kafeik asit 5:epikateşin 6:p-kumarik asit 7:rutin 8:rosmarinik asit 9:sinnamik asit). ....	58
Şekil 4.1: Gallik asit kalibrasyon grafiği. ....	60
Şekil 4.2: Bitki özütlerinin fenolik madde miktarları. ....	60
Şekil 4.3: Rutin kalibrasyon grafiği. ....	62
Şekil 4.4: Bitki özütlerinin flavonoid miktarları. ....	62
Şekil 4.5: <i>A. acutifolius</i> özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi. ....	64
Şekil 4.6: <i>C. bursa – pastoris</i> özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi. ....	64
Şekil 4.7: <i>E. cicutarium</i> özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi. ....	64
Şekil 4.8: <i>M. sylvestris</i> özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi. ....	65



Şekil 4.9: <i>O. pimpinelloides</i> özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi. ....	65
Şekil 4.10: <i>P. rhoeas</i> özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi. ....	65
Şekil 4.11: <i>R. raphanistrum</i> özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi.....	66
Şekil 4.12: <i>S. americanum</i> özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi.....	66
Şekil 4.13: <i>S. media</i> özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi. ....	66
Şekil 4.14: <i>U. urens</i> özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi. ....	67
Şekil 4.15: Trolox dilüsyonlarının DPPH giderme aktivitesi. ....	67
Şekil 4.16: Trolox kalibrasyon eğrisi. ....	70
Şekil 4.17: CUPRAC metoduna göre bitki özütlerinin trolox eşdeğerleri.....	70
Şekil 4.18: ABTS yöntemi trolox kalibrasyon eğrisi. ....	71
Şekil 4.19: Bitki özütlerinin trolox eşdeğerleri. ....	72
Şekil 4.20: Standart kromatogram (1:gallik asit 2:kateşin 3:klorojenik asit 4:kafeik asit 5:epikateşin 6:p-kumarik asit 7:rutin 8:rosmarinik asit 9:sinnamik asit). 75	
Şekil 4.21: <i>A. acutifolius</i> çiğ. ....	75
Şekil 4.22: <i>A. acutifolius</i> haşlama. ....	75
Şekil 4.23: <i>C. bursa-pastoris</i> çiğ. ....	76
Şekil 4.24: <i>C. bursa-pastoris</i> haşlama. ....	76
Şekil 4.25: <i>E. cicutarium</i> çiğ.....	76
Şekil 4.26: <i>E. cicutarium</i> haşlama. ....	77
Şekil 4.27: <i>M. sylvestris</i> çiğ. ....	77
Şekil 4.28: <i>M. sylvestris</i> haşlama. ....	77
Şekil 4.29: <i>O. pimpinelloides</i> çiğ. ....	78
Şekil 4.30: <i>O. pimpinelloides</i> haşlama. ....	78
Şekil 4.31: <i>P. rhoeas</i> çiğ. ....	78
Şekil 4.32: <i>P. rhoeas</i> haşlama. ....	79
Şekil 4.33: <i>R. raphanistrum</i> çiğ. ....	79
Şekil 4.34: <i>R. raphanistrum</i> haşlama. ....	79
Şekil 4.35: <i>S. americanum</i> çiğ.....	80
Şekil 4.36: <i>S. americanum</i> haşlama. ....	80
Şekil 4.37: <i>S. media</i> çiğ.....	80
Şekil 4.38: <i>S. media</i> haşlama. ....	81
Şekil 4.39: <i>U. urens</i> çiğ.....	81
Şekil 4.40: <i>U. urens</i> haşlama. ....	81

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 2.1:</b> Serbest radikaller ve radikal olmayan türleri .....	5
<b>Tablo 3.1:</b> Bitkilerin toplayıcı numaraları ve lokaliteleri. ....	52
<b>Tablo 3.2:</b> Gradient programı. ....	58
<b>Tablo 4.1:</b> Bitki örneklerinin özüt verimi. ....	59
<b>Tablo 4.2:</b> Bitki özütlerinin Toplam Fenolik Bileşik Miktarları ( $\mu\text{g GAE/mg}$ özüt). ....	61
<b>Tablo 4.3:</b> Bitki özütlerindeki Toplam Flavonoid madde miktarları ( $\mu\text{g RE/mg}$ özüt). ....	63
<b>Tablo 4.4:</b> Bitki özütlerinin DPPH radikali giderme aktiviteleri.....	68
<b>Tablo 4.5:</b> Bitki özütlerinin ve standartların $\text{IC}_{50}$ değerleri. ....	69
<b>Tablo 4.6:</b> CUPRAC yöntemi ile antioksidan kapasite değerleri ( $\mu\text{gTE/mg}$ özüt). ....	71
<b>Tablo 4.7:</b> ABTS Yöntemine göre özütlerin trolox eşdeğerleri ( $\mu\text{gTE/mg}$ özüt). ....	72
<b>Tablo 4.8:</b> ABTS Yöntemine göre özütlerin % inhibisyon değerleri. ....	73
<b>Tablo 4.9:</b> Bitki özütlerinin antioksidan kapasite ölçümleri.....	74
<b>Tablo 4.10:</b> Çiğ ve haşlanmış bitki özütlerinin karşılaştırmalı fenolik bileşik miktarları ( $\mu\text{g/g}$ özüt) ve değişim oranları (%). ....	85

## SEMBOL LİSTESİ

<b>ABTS</b>	:2,2-azinobis (3-etilbenzotiyazolin 6-sülfonat)
<b>ATP</b>	:Adenozin trifosfat
<b>BHT</b>	:Bütillenmiş hidroksi toluen
<b>BHA</b>	:Bütillenmiş hidroksi anisol
<b>CAT</b>	:Katalaz
<b>CUPRAC</b>	:Cu(II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite yöntemi
<b>DNA</b>	:Deoksiribonükleik asit
<b>DG</b>	:Dodesil gallat
<b>DPPH</b>	:1,1-difenil-2-pikril hidrazil
<b>EC<sub>50</sub></b>	:Radikali % 50 temizleyen numune konsantrasyonu (Spektrofotometrik)
<b>FCR</b>	:Folin-Ciocalteu-reaktifi
<b>FRAP</b>	:Ferri iyonu redükleyici antioksidan parametre
<b>GAE</b>	:Gallik asit eşdeğeri
<b>GP<sub>x</sub></b>	:Glutasyon peroksidaz
<b>GSH</b>	:Glutasyon
<b>GSH-P<sub>x</sub></b>	:Glutasyon Peroksidaz
<b>GSSG</b>	:Glutasyon disülfit
<b>HIA</b>	:Hatice İnci Aladı
<b>HPLC</b>	:Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
<b>IC<sub>50</sub></b>	:Radikali % 50 temizleyen numune konsantrasyonu (Spektrofotometrik)
<b>NADH</b>	:Nikotinamid Adenin Dinükleotid
<b>NADPH</b>	:Nikotinamid Adenin Dinükleotit Fosfat
<b>NO</b>	:Nitrik oksit
<b>OG</b>	:Oktil gallat
<b>ÖBA</b>	:Önemli Bitki Alanı
<b>PG</b>	:Propilgallat
<b>QE</b>	:Kuersetin eşdeğeri
<b>RE</b>	:Rutin eşdeğeri
<b>RNA</b>	:Ribonükleik asit
<b>SOD</b>	:Süperoksit Dismutaz
<b>TBHQ</b>	:Tersiyer Butylhydroquinone
<b>TE</b>	:Trolox eşdeğeri
<b>TRAP</b>	:Toplam peroksil radikal yakalama potansiyeli
<b>UV-Vis</b>	:Ultraviyole-görünür bölge spektroskopisi
<b>µg</b>	:Mikrogram
<b>µL</b>	:Mikrolitre
<b>mM</b>	:Milimolar
<b>mg</b>	:Miligram
<b>mL</b>	:Mililitre
<b>g</b>	:Gram

## ÖNSÖZ

Bu çalışmada Edremit Körfezi kıyı kesiminde doğal olarak yetişen ve gıda amacıyla kullanılan pek çok bitkiden en çok kullanılan on tanesi seçilmiştir. Burada hem çiğ hemde pişirilerek tüketilen bitkilerin yer almasına özen gösterilmiştir. Bazı fenolik bileşikler ve antioksidan aktivite açısından çiğ bitki ile haşlanmış bitki arasında ne gibi farklılıkların ortaya çıktığı bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

“Edremit Körfezi (Balıkesir) Kıyı Bölgesinde Yenilebilir Bazı Doğal Bitkilere Uygulanan Haşlama Yönteminin Fenolik Bileşikler Üzerine Etkisi” adlı çalışma Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Öncelikle çalışma konusunun seçiminde bana yol gösteren, araştırmalarımın her kısmında yardımlarını esirgemeyen tezimin her aşamasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Selami SELVİ’ye çok teşekkür ederim. Tezimin her aşamasında bana yol gösteren laboratuvar çalışmalarında gerek yardım ve gerekse malzeme desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Eş Danışmanım Sayın Prof. Dr. Tülin AŞKUN’a çok teşekkür ederim. Tezimin takibi süresince emeklerini esirgemeyen değerli jüri üyeleri, Sayın Prof. Dr. Fatih SATIL’a ve Sayın Prof. Dr. Mustafa KIRALAN’a; laboratuvar çalışmalarında cihaz desteği sağlayan Sayın Prof. Dr. Feray KÖÇKAR’a ve çalışmalarım sırasında desteğini gördüğüm Dr. Pınar ÇELİKBOYUN ve eşine sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Süleyman Demirel Üniversitesi YETEM’de HPLC analiz çalışmalarını yürüten Sayın Yük. Kimyager Sibel YÜNLÜ’ye katkılarından dolayı çok teşekkür ederim. Emekli Öğr. Üyesi Prof. Dr. Gülendamar TÜMEN’e desteğinden dolayı çok teşekkür ederim. Ayrıca; tüm çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen değerli eşime ve çocuklarıma teşekkürü bir borç bilirim.

**Balıkesir, 2024**

**Hatice İNCİ ALADI**

## 1. GİRİŞ

Türkiye coğrafi konumu, jeomorfolojik yapısı, topoğrafik özellikleri, değişik iklim tipleri ve farklı toprak yapılarına sahip olması nedeniyle değişik vejetasyon tiplerini bünyesinde barındırmaktadır. Türkiye, yaklaşık 4000'i endemik 12.000'e yakın bitki taksonuyla Avrupa Kıtasının en zengin floraya sahip olan ülkesidir (Polat ve Selvi, 2011; Güner ve ark. 2012).

Edremit Körfezi kıyı kesimleri coğrafi olarak Ege Bölgesi'nin kuzeybatı kısmını oluşturmakla beraber, Çanakkale ve Balıkesir illerinin kıyılarında konumlanmış, çeşitli turizm merkezlerini ve Kazdağları'nı içine alan önemli bir bölgemizdir. 'Türkiye Florası' kayıtlarına göre B1 Grid(kare)'inde yer almaktadır. Bitki coğrafyası açısından Akdeniz fitocoğrafik bölgesi içerisinde yer almakla birlikte Avrupa – Sibiryaya ve İran – Turan fitocoğrafik bölgelerinin elemanlarını da içermektedir (Satıl ve ark., 2008a,b; Polat ve Selvi, 2011).

Kazdağları, bitki coğrafyası açısından Avrupa-Sibiryaya ve Akdeniz fitocoğrafik bölgeleri arasında izole konumda bulunması ve değişik iklim özellikleri nedeniyle olağanüstü bitki zenginliğine sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı Kazdağları, Önemli Bitki Alanı (ÖBA) durumundadır. Kazdağları'nda 79'u endemik olan yaklaşık 800 bitki taksonu doğal olarak yetişmekte olup bunların 32'si ise sadece Kazdağları Milli Parkı sınırları içinde yayılış gösteren endemik ve nadir bitkilerden oluşmaktadır (Satıl ve ark., 2006b, Güner ve ark., 2012).

Polat ve Satıl (2012)'ın yapmış olduğu etnobotanik çalışmaya göre Edremit Körfezi kıyı kesimlerinde yaşayan yerel halk doğal bitkileri gıda, bitkisel ilaç gibi çeşitli amaçlarla kullanmaktadırlar. Tıbbi olarak mide-bağırsak rahatsızlıkları, öksürük ve soğuk algınlığı, diyabet, böbrek hastalığı, kesik ve yaralar, hemoroit, diş ağrısı, yüksek tansiyon, kalp ve damar hastalıkları, yüksek ateş gibi hastalıkların tedavisinde kullanıldığı bildirilmiştir. Bunların yanında giyim, süs eşyası, yakıt, barınma, doğal boya gibi çok çeşitli amaçlarla pek çok doğal bitkinin farklı organları (kök, gövde, kabuk, yaprak, çiçek, meyve, tohum vb.) insanlar tarafından geçmişten günümüze değin kullanılmaktadır (Polat ve Satıl, 2012).

Yenilebilir doğal bitkiler, artan dünya nüfusunun önemli gıda kaynaklarından birisi olup sağlıklı bir beslenme sağlamalarının yanı sıra, sentetik bileşenler içermemeleriyle de vücudun sağlığını korumada önemli rol oynamaktadırlar. Bu bitki türleri, vitamin, mineral, lif ve antioksidan etkiye sahip bileşikler bakımından oldukça zengindir. Bu nedenle sofralarda kullanım oranları artmıştır. Ayrıca, bu doğal bitkilerin antibakteriyel, antikarsinojenik, antidiyabetik, karaciğer, kalp ve damar sistemini koruyucu özellikleri nedeniyle tıbbi değerleri her geçen gün artmaktadır (Yıldırım ve ark., 2001; Topdaş, 2018).

Bilim insanlarının odaklandığı önemli konular arasında antioksidan sistemler ve serbest radikaller yer almaktadır. Hücrelerin yaşamsal fonksiyonları sırasında doğal olarak üretilen reaktif oksijen türleri, serbest radikallerin en önemlileridir. Hücreler, kendilerini bu serbest radikallerin zararlı etkilerinden korumak amacıyla enzimatik ve non-enzimatik olarak iki kısımda incelenen antioksidan savunma mekanizmalarını geliştirmiştir. Enzimatik antioksidanlar; katalaz, peroksidaz, süperoksit dismutaz, glutatyon gibi enzimlerden oluşurken non-enzimatik antioksidanlar ise başlıca askorbik asit,  $\beta$ -karoten, fenolik bileşikler,  $\alpha$ -tokoferol ve ürik asit gibi bileşiklerden oluşmaktadır (Şekil 2.3) (Benzie, 2000; Battin ve Brumaghim, 2009).

Bitkisel bileşenlerin serbest oksijen radikallerine karşı son derece faydalı olduğu vurgulanmaktadır. Meyve ve sebzelerin koruyucu etkileri, içerdikleri C ve E vitaminleri, flavonoidler, karotenoidler, glutatyon, metiyonin, fenolik asitler ve kükürtlü bileşikler gibi doğal bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Bitki sekonder metabolitleri arasında yer alan fenolik bileşikler kapsamlı bir şekilde araştırılmış olup antioksidanlar olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Fenolik bileşikler lipidlerin oksidatif bozunmasını geciktirebilmekte ve böylece gıdanın kalitesini ve besin değerini artırabilmektedir (Halvorsen ve ark., 2002; Do ve ark., 2014).

Flavonoidler, hemen hemen tüm bitki kısımlarında, özellikle fotosentez yapan bitki hücrelerinde meydana gelerek, çiçek ve meyvelerde renklendirici bileşen olarak bulunmaktadır. Bitkilerde sekonder metabolitler olarak bulunan flavonoidler, bitkileri bakteri, mantar ve böcek gibi çeşitli zararlılardan ve ultraviyole ışınlarından koruyabilen bileşiklerdir. Gıdalarda ise genellikle renk, tat, yağ oksidasyonunun önlenmesi, vitamin ve enzimlerin korunmasında rol oynarlar (Kumar ve Pandey, 2013).

Flavonoidler; insan ve hayvan sağlığının korunmasında etkili olan; hastalık durumlarında tedavinin etkisini artırarak iyileşme sürecinin hızlandırılması konusunda oldukça başarılı işlevleri olan; antibakteriyel, antiinflamatuvar, antiviral ve antikanser ajanlar gibi birçok biyolojik özelliklere sahip fitokimyasallardır. Günümüzde hastalıkları tedavi etmek için kullanılan pek çok farmakolojik ilaç çeşitli yan etkileri de beraberinde getirerek insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olası yan etkileri en aza indirmek amacıyla ilaçlar çeşitli flavonoidler ile kombine edilerek ya da yalnız flavonoid uygulaması ile hastalık tedavisi için kullanılabilirler rapor edilmiştir (Kumar ve Pandey, 2013; Kopustinskiene ve ark., 2020; Badshah ve ark., 2021).

Doğal bitkilerde bulunan antioksidanların kapasitesini tayin etmek için geliştirilmiş yaklaşık yirmi analitik yöntem bulunmaktadır. Yöntemler; ölçüm prensipleri, deneysel koşullar ve reaksiyon verebildikleri fenolik bileşik gruplarına göre değişim göstermektedir. Literatür çalışmaları, antioksidan bileşiklerin farklı yöntemlerle farklı sonuçlar verebileceğini göstermektedir. Bir bileşiğin 'yüksek antioksidan aktiviteye sahip' olduğunu söyleyebilmek için, bu bileşiğin birden fazla yöntemle değerlendirilmesi ve antioksidan etki gösteren diğer bileşiklerle karşılaştırılması gerekmektedir. Yöntemler; ölçüm prensipleri, deneysel koşullar ve reaksiyon verebildikleri fenolik madde gruplarına göre değişim göstermektedirler (Huang ve ark., 2005; Apak ve ark., 2016).

Bu çalışma, Edremit Körfezi kıyı kesimlerinde doğal olarak yetişen ve yayılış gösteren 10 bitki türünün (*Asparagus acutifolius*, *Capsella bursa-pastoris*, *Erodium cicutarium*, *Malva sylvestris*, *Oenanthe pimpinelloides*, *Papaver rhoeas*, *Raphanus raphanistrum*, *Solanum americanum*, *Stellaria media* ve *Urtica urens*) yenilebilir kısımlarının çiğ olarak ve 5 dakika haşlandıktan sonra toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları ile antioksidan aktivitelerinin nasıl değiştirdiğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ayrıca içerdikleri bazı fenolik bileşiklerin haşlama yöntemi ile ne şekilde etkileneceklerinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Elde edilen sonuçlar, standart antioksidan maddelerle karşılaştırılarak, besin endüstrisinde kullanılan sentetik antioksidanlar yerine kullanılabilir potansiyel doğal antioksidanların ve tıbbi amaçlı uygulamalarda kullanılabilir doğal bileşiklerin tespit edilmesine katkı sağlayacağı düşünölmektedir.

## 2. GENEL BİLGİLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

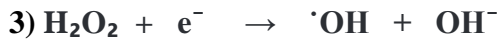
### 2.1. Serbest Radikaller

Elektronlar, atom ve moleküllerin yapısında genellikle eşleşmiş halde bulunurlar. Ancak, bir ya da daha fazla eşleşmemiş elektrona sahip atom, molekül veya iyonlar serbest radikaller olarak adlandırılır. Serbest radikaller, bu eşleşmemiş elektronlar nedeniyle oldukça reaktif ve kararsız bir yapıya sahiptirler ve diğer bileşiklerle reaksiyona girme eğilimindedirler. Eşleşmemiş elektron, nokta sembolü (•) ile gösterilir (Lü ve ark., 2010; Gruhlke ve Slusarenko, 2012).

En temel serbest radikal, bir protona ve eşleşmemiş bir elektrona sahip olan hidrojen atomu olarak bilinir. Bu radikaller genellikle elektron transferi yoluyla oluşmaktadır. Önemli radikaller arasında reaktif oksijen türleri bulunur. Oksijen yaşam için vazgeçilmez bir element olmakla birlikte oksidatif süreçlerde hücrede ağır hasara neden olabilmektedir. Enerji elde edilmesinde temel element olan oksijen, serbest radikallerin ana grubu olan reaktif oksijen türlerini oluşturmaktadır. Ayrıca, karbon, azot ve kükürt türevi olan radikaller de mevcuttur (Tablo 2.1) (Halliwell, 1987; Sen ve ark., 2010).

#### 2.1.1. Reaktif Oksijen Türleri

Moleküler oksijen, iki eşleşmemiş elektron içeren bir biradikal olarak tanımlanır. Bu eşleşmemiş elektronlar metabolizmasında ortaklaşa kullanılarak, oksijen tarafından bir radikal oluşturulur. Moleküler oksijenin ana metabolik süreci, tamamen suya indirgenmeyi içermektedir. Oksijenin bir elektron alarak indirgenmesi ile süperoksit (1), iki elektron alarak indirgenmesi ile hidrojen peroksit (2), üç elektron alarak indirgenmesi ile hidroksil radikali (3) meydana gelmektedir (Şekil 2.1) (Halliwell ve Gutteridge, 2001; Ergin, 2015).



Şekil 2.1: Oksijenin suya dönüşümü ve radikallerin oluşumu (Halliwell ve Gutteridge, 2001).



**Tablo 2.1:** Serbest radikaller ve radikal olmayan türleri (Halliwell, 1994).

<b>Hidrojen merkezli serbest radikaller</b>	Hidrojen atomu	H●
<b>Oksijen merkezli serbest radikaller</b>	Süperoksit radikali Hidroksil radikali Alkoksil radikali Peroksil radikali	O <sub>2</sub> ● OH● RO● ROO●
<b>Karbon merkezli serbest radikaller</b>	Triklorometil	CCl <sub>3</sub> ●
<b>Nitrojen merkezli serbest radikaller</b>	Nitrozil katyonu Peroksinitrit Nitrojen dioksit Peroksinitröz asit Dinitrojen trioksit Nitroksil anyonu Nitröz asit Nitril klorid	NO <sup>+</sup> OONO <sup>-</sup> NO <sub>2</sub> ● ONOOH N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> NO <sup>-</sup> HNO <sub>2</sub> NO <sub>2</sub> Cl
<b>Kükürt merkezli serbest radikaller</b>	Tiyil	RS●
<b>Radikal olmayan reaktif türleri</b>	Peroksinitrit Hipokloröz asit Hidrojen peroksit Singlet (tekil) oksijen Ozon Lipid peroksit	ONOO <sup>-</sup> HOCl H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> <sup>1</sup> O <sub>2</sub> O <sub>3</sub> LOOH

Yapılan çalışmalarda reaktif oksijen türlerinin kalp hastalıkları, alzheimer hastalığı, sıtma ve AIDS gibi bulaşıcı hastalıklar, down sendromu, diyabet, çeşitli kanser türleri, romatizmal hastalıklar, hücrel yaşlanma, parkinson, iltihabi hastalıklar, beyin ve kalp iskemisi, epilepsi ve mide mukozası ülserleri gibi çeşitli hastalıklara neden olduğu belirtilmiştir (Kahraman, 2009).

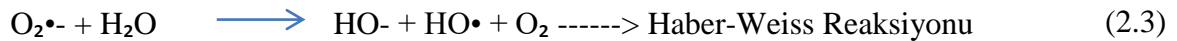
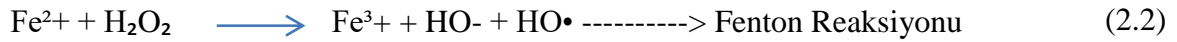
#### **2.1.1.1. Süperoksit radikali**

Süperoksit radikali (O<sub>2</sub>•-) tüm aerobik hücrelerde, moleküler oksijenin bir elektron alarak indirgenmesiyle ortaya çıkar. Bu süreçte, mitokondriyal elektron transfer zincirinde, indirgenmiş nikotinamid adenin dinükleotid (NADH) okside nikotinamid adenin dinükleotid (NAD) olarak oksitlenir ve bu olay sonucunda oksijen molekülü bir elektron alarak süperoksit radikalini oluşturur. Bu oluşum, oksijen toksisitesinin ana nedeni olarak bilinmektedir. Süperoksit radikalinin oluşum nedenleri arasında alfa, beta, gama gibi yüksek enerjili dalgalar, nötrofil, makrofaj gibi aktive olmuş fagositik hücreler yer almaktadır (Halliwell ve Gutteridge, 1990; Zhang ve ark., 1990; Hileman ve ark., 2001).

Süperoksit radikalinin aktivitesi düşüktür ancak en kolay ve en çok oluşan radikaldir. Bu radikalın canlılarda hidrojen peroksit, hidroksi radikali veya singlet oksijen gibi diğer reaktif oksijen türlerinin oluşumunda önemli derecede rol oynadığı belirtilmiştir (Halliwell ve Gutteridge, 1990; Zhang ve ark., 1990; Hileman ve ark., 2001).

### 2.1.1.2. Hidroksi Radikali (OH•)

Hidroksi radikali (HO•), hidroksil iyonunun nötral şekli olup organizmada birkaç yolla meydana getirilir. Bu yollar arasında, suyun yüksek enerjili iyonize radyasyona maruz kalmasıyla oluşması yer alır. Ayrıca, süperoksit anyonu ve hidrojen peroksitten, metal iyonları (Fe ve Cu gibi) varlığında oluşabilen en reaktif ve toksik radikal türü olarak bilinmektedir. Hidroksi radikalleri polipeptitler, lipidler, proteinler ve DNA ile tepkimeye girerek yeni radikallerin oluşmasına neden olmaktadır. Hidroksi radikali, son derece reaktif olduğundan dolayı hücre bileşenleri ile difüzyona ihtiyaç duymadan hızla reaksiyona girmektedir. Bu tepkime, Haber-Weiss reaksiyonu olarak bilinmekte ve katalizörsüz ortamda yavaş ilerlerken, demir katalizörlüğünde hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir (Haber ve Weiss, 1934; Halliwell ve Gutteridge, 1990; Ashok ve Ali, 1999; Castro ve Freeman, 2001).



### 2.1.1.3. Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

Hidrojen peroksit, oksidatif solunumda doğal olarak üretilen ve eşleşmemiş elektron içermediği için gerçek bir radikal olmayan serbest oksijen radikali türüdür. Moleküler oksijenin çevresindeki moleküllerden iki elektron alarak peroksidin oluşması, 2H<sup>+</sup> ile birleşmesiyle gerçekleşebileceği gibi (2.4), aynı zamanda süperoksidin çevresindeki moleküllerden bir elektron alarak da oluşabilmektedir (2.5) (Bayrak, 2013).



Canlı vücudunda hidrojen peroksitin esas olarak üretimi, iki süperoksit molekülünün süperoksit dismutaz enzimi tarafından hidrojen peroksit ve moleküler oksijeni meydana getirmesi ile sağlanmaktadır (Akkuş, 1995).



Hidrojen peroksit kolaylıkla difüze olup plazma membranlarından geçebilmektedir. Metal iyonları olmadığında, fizyolojik pH ve sıcaklıkta stabil durumda olan hidrojen peroksit, zayıf bir yükseltgeyici ve indirgeyici ajan olması sebebiyle reaktif oksijen türleri arasında reaktivitesi en düşük olarak bilinmektedir. Hidrojen peroksit, canlı organizmada katalaz ve peroksidaz enzimleri tarafından su ve oksijene parçalanarak ortamdaki uzaklaştırılabilir (Lee ve ark., 2003; Bayrak, 2013).



#### 2.1.1.4 Singlet Oksijen

Oksijenin orbitallerinde bulunan bir elektronun, bulunduğu orbitali değiştirmesi ya da kendi spininden ters yönde bir orbitale yerleşmesi halinde singlet oksijen ( $^1\text{O}_2$ ) oluşmaktadır. Serbest radikal reaksiyonlarının başlamasına neden olduğu için de oldukça önem taşımaktadır. Ozon ve ultraviyole radyasyon gibi çevresel ajanların yanı sıra peroksil radikallerinin peroksinitrit reaksiyonları, peroksidaz-aracılı reaksiyonlar ve hidrojen peroksit reaksiyonlarının sonlandırılması singlet oksijen üretimini sağlayan reaksiyonlardır. Singlet oksijenin diğer radikal türlerine nazaran memeli hücrelerinde toksik olmadığı belirtilmiştir. İnsan vücudundaki singlet oksijenin antimikrobiyal ve antiviral etkilerinin yanında kanser hücrelerine karşı iyileştirici potansiyelinin olması sebebiyle iyi bir sinyal ajanı olduğu belirtilmiştir (Stahl ve Sies, 1993; Kılınç ve Kılınç, 2002; Stief, 2003; Bayrak, 2013).

#### 2.1.1.5 Peroksil ve Alkoksil Radikalleri

ROO (peroksil) radikallerinin, oksijenin R (alkil) radikalleri ile reaksiyonu sonucunda ortaya çıktığı bildirilmektedir (Gülçin, 2012).

Bu, oksijen ve lipid radikalleri arasındaki bir reaksiyon örneği olarak gösterilebilir. Ayrıca, ROOH (alkil peroksitleri) dekompozisyonu sonucunda peroksil ve alkoksil radikallerinin oluşabileceği belirtilmiştir. Peroksil radikalleri, hem hidroksi radikallerinden hem de süperoksit radikallerinden daha uzun ömürlü olarak tanımlanmaktadır (Lee ve ark., 2004; Gülçin, 2012).

### **2.1.2 Reaktif Azot Türleri**

Reaktif azot türleri nitrojen merkezli serbest radikaller olup nitrozil katyonu ( $\text{NO}^+$ ), nitrik oksit ( $\text{NO}\bullet$ ), diazot trioksit ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ), azot dioksit ( $\text{NO}_2\bullet$ ), peroksinitrit ( $\text{ONOO}^-$ ), gibi moleküllerden meydana gelmektedir (Halliwell ve Gutteridge, 2001).

#### **2.1.2.1 Nitrik Oksit Radikali**

Nitrik oksit radikali ( $\text{NO}\bullet$ ), memeli vücudunda birçok fizyopatolojik süreçte rol oynayan, suda çözünebilir ve hücrel sinyal iletiminde görevli bir serbest radikal gazıdır. Nitrik oksit, L-argininden NO sentaz enziminin katalitik etkisiyle üretilmektedir. Ayrıca, aktive edilmiş makrofajlar tarafından da üretilerek bağışıklık sisteminde görev yapar. Nitrik oksit, arterlerdeki kan basıncının düşürülmesinde ve düz kasların gevşemesinde önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, nitrik oksidin ortamda yüksek miktarda bulunmasının sitotoksik etki gösterebileceği belirtilmektedir (Halliwell, 1994; Bayrak, 2013).

#### **2.1.2.2 Peroksinitrit**

Nitrik oksitin süperoksit radikaliyle etkileşime girmesi sonucu peroksinitrit ( $\text{ONOO}^-$ ) oluşmaktadır ve bu bileşik, nitrik oksitin toksisitesinden sorumlu olarak bilinmektedir. Proteinlerdeki  $-\text{SH}$  gruplarını oksitleyerek zarar vermektedir. Ayrıca, peroksinitritin, azot dioksit ( $\text{NO}_2\bullet$ ), nitronyum iyonu ( $\text{NO}_2^+$ ), hidroksi radikali ( $\text{HO}\bullet$ ) ve fenilalanin, tirozin gibi aromatik halkaların oluşumuna yol açtığı ifade edilmektedir (Murray ve ark., 1996).

### **2.1.3 Reaktif Kükürt Türleri**

#### **2.1.3.1 Tiyil Radikalleri**

Canlılarda, alifatik tiyoller ( $\text{RSH}$ ) yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Bu tiyoller, önemli biyomoleküllerin, örneğin karbohidrat, lipid ve amino asitlerin serbest radikal saldırılarına maruz kaldıklarında tiyil radikali ( $\text{RS}\bullet$ ) dönüşerek, bu biyomolekülleri tamir eden birer ajan gibi davranmaktadırlar. Son derece reaktif olan tiyil radikalleri, oksijen molekülü ile birleşmektedir (Bayrak, 2013).

Bu biyolojik sistemlerdeki etkilerini ortadan kaldırmada en etkili antioksidan maddenin askorbik asit olduğu belirtilmiştir (Ferreri ve ark., 2005; Bayrak, 2013).

#### **2.1.4 Reaktif Karbon Türleri**

Karbon tetraklorür (CCl<sub>4</sub>)'e maruz kalan dokularda karbon merkezli serbest radikaller meydana gelmektedir. Sitokrom P450 sistemi, oksijenle reaksiyona girerek triklorometil ( $\bullet$ CCl<sub>3</sub>) radikalini oluşturmaktadır (Bayrak, 2013).

#### **2.2 Serbest Radikal Kaynakları**

Biyolojik sistemlerde meydana gelen serbest radikallerin en önemli olanları oksijen kaynaklı serbest radikallerdir. Serbest radikallerin oluşmasına neden olan kaynaklar hücrel ve hücrel olmayan (eksojen) kaynaklar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Akkuş, 1995; Ergin, 2015).

##### **2.2.1 Hücrel kaynaklar:**

Aminoasit oksidaz, ksantin oksidaz, triptofan dioksijenaz gibi bazı enzimlerin katalitik reaksiyonları sırasında serbest radikaller oluşmaktadır. Hücrelerdeki reaktif oksijen türleri en çok mitokondriyal elektron taşınımı sırasında oluşmaktadır. Bu sistemdeki oluşan elektron kaçağı süperoksit radikalini üretebilmektedir. İndirgenme-yükseltgenme reaksiyonlarında rol alan tiyoller, hidrokinonlar, katekolaminler gibi moleküller; demir ve bakır gibi geçiş metalleri; plazma zarında bulunan protein kinaz, siklooksijenaz gibi enzimlerin etkisiyle serbest kalan araşidonik asitin oksidasyonu serbest radikalleri meydana getirebilmektedir. Solunumsal patlama sürecinde aktivasyon gösteren fagositik hücreler, hidrojen peroksit, hidroksil radikali gibi çeşitli reaktif oksijen türlerini üretebilmektedir. Ayrıca, yanıklar, iskemi ve travma gibi oksidatif stres oluşturan durumlar sonucunda serbest radikal üretimi teşvik edilebilmektedir (McCord ve Fridovich, 1968; Morehouse ve ark., 1984; Halliwell, 1994; Gutteridge, 1995; Ergin, 2015).

##### **2.2.2 Ekzojen (hücrel olmayan) kaynaklar**

Hava kirliliği, radyasyon, çeşitli kimyasallar, pestisitler, aromatik hidrokarbonlar gibi çevresel etkenler ile stres sonucu sentezi uyarılan katekolaminlerin oksidasyonunun serbest radikal oluşumuna neden olduğu belirtilmektedir (Ergin, 2015).

### **2.3 Serbest radikallerin etkileri**

Yapılan pek çok araştırmaya göre canlı organizmalar serbest radikallerin yararlı kullanımı için bazı mekanizmalar geliştirmiş durumdadır. Serbest radikallerin, vücutta düşük konsantrasyonlarda olduklarında çeşitli hücresel cevapların oluşumunda faydalı oldukları saptanmıştır. Örneğin, kanser hücrelerinin ortadan kaldırılmasında, enfeksiyöz ajanlara karşı savunmada serbest oksijen ve azot radikallerinin etkin rol oynadıkları belirtilmiştir. Serbest radikallerin az miktarda bulunması vücutta olumlu etkilere yol açmaktadır. Ancak bu radikaller, hücre içi düzeyleri arttığında biyomoleküller ile reaksiyona girmekte ve hücrelerde çeşitli hasarlara neden olmaktadır. Bu artış, başta nükleik asitler, proteinler ve lipidler olmak üzere metabolizmadaki pek çok sistem üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmaktadır (Halliwell, 2006; Bayrak, 2013; Zengin, 2015).

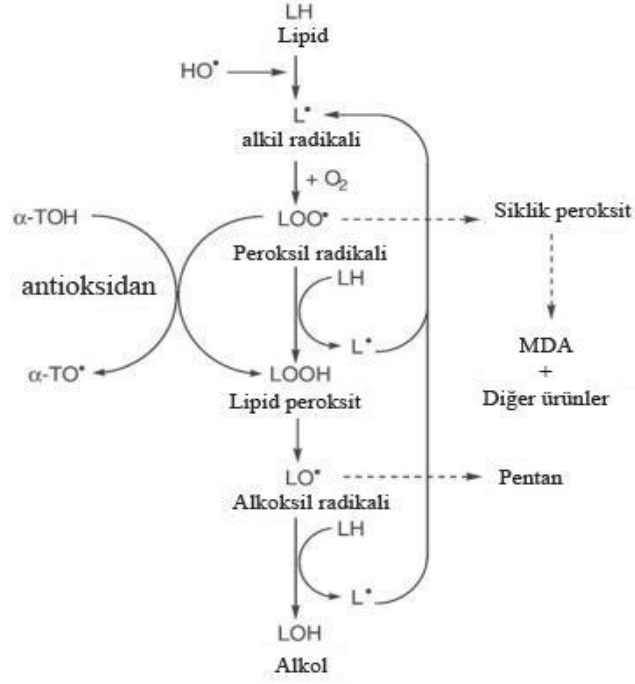
#### **2.3.1 Serbest radikallerin proteinler üzerine etkisi**

Proteinlerin oksidasyonu sonucu omurga parçalanması, yan zincir oksidasyonu, -açılma ve yanlış katlanma olayları ortaya çıkmaktadır. Bütün amino asitler oksidasyona karşı hassastır. Triptofan, fenil alanin, metionin gibi amino asitlere sahip proteinler doymamış bağ ve sülfür içeren moleküllere sahip olmaları nedeniyle serbest radikallerden kolayca etkilenmektedir. Özellikle karbon merkezli radikallerin ve sülfür radikallerinin meydana gelmesiyle albümin ve immunglobulin G gibi çok sayıda disülfid bağı bulunduran proteinlerin üç boyutlu yapıları bozulmaktadır (Özen, 2003; Headlam ve Davies, 2004).

#### **2.3.2 Serbest radikallerin lipidlere etkisi**

Serbest radikallerin etkilerine karşı lipidler, en fazla duyarlı olan moleküllerdir. Lipid peroksidasyonu, hücre zarındaki lipidlerin yapısında bulunan (glikolipid, fosfolipid gibi) çoklu doymamış yağ asitlerinin serbest oksijen radikalleriyle reaksiyona girerek çeşitli ürünlerin oluşmasına (aldehit, hidroksi yağ asitleri gibi) neden olur. Bu süreç, zincir reaksiyonları şeklinde kendiliğinden ilerler (Şekil 2.2) (Gutteridge, 1995).

Lipidlerin oksidasyonu hücre membranlarında hasara yol açmaktadır. Örneğin lipid oksidasyonunun bir ürünü olan malondialdehid, fosfolipid, protein ve nükleik asitlerle reaksiyona girerek yapısal değişikliklere neden olup immun sistemin fonksiyonunu bozmaktadır. Lipid oksidasyon ürünlerinin artması aterosklerozis, karaciğer hastalığı, şeker hastalığı ve inflamasyon durumlarında görülmektedir (Frei, 1995).



**Şekil 2.2:** Lipid peroksidasyonu zincir reaksiyonları (Sachdev ve Davies, 2008).

### 2.3.3 Serbest radikallerin DNA ve nükleik asitlere etkileri

Serbest radikaller, DNA ve nükleotidlerle reaksiyona girerek baz modifikasyonlarına ve DNA zincirinde kırılmalara neden olabilirler. Singlet oksijen daha çok guanini tercih ederken, hidroksil radikali DNA'nın tüm componentlerine saldırmaktadır. •OH radikalinin etkisiyle, pürin ve pirimidin bazlarında yeni ürünler ortaya çıkmaktadır. DNA'da meydana gelen anormallikler, birçok enzim tarafından eksizyon, yeniden sentez veya DNA dizisine tekrar birleştirme işlemleriyle ortadan kaldırılabilir (Dizdaroğlu, 1993; Epe ve ark., 1993; Halliwell ve Aruoma, 1993; Halliwell, 1994).

### 2.3.4 Serbest radikallerin karbohidratlara etkisi

Serbest radikaller karbohidratlar üzerinde polisakkarit depolarizasyonu ve monosakkarit otooksidasyonu gibi reaksiyonlara yol açmaktadır. Bu reaksiyonlar sonucunda peroksidler ve oksaldehitler oluşmaktadır. Oksaldehitler, protein, DNA ve RNA'ya bağlanarak aralarında çapraz bağ oluşturabilmek gibi özelliklere sahiptir. Bu nedenle kanser ve yaşlanma gibi dejeneratif hastalıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Akkuş, 1995., Valko ve ark., 2007, Ergin, 2015).

## **2.4 Antioksidanlar ve Savunma Sistemleri**

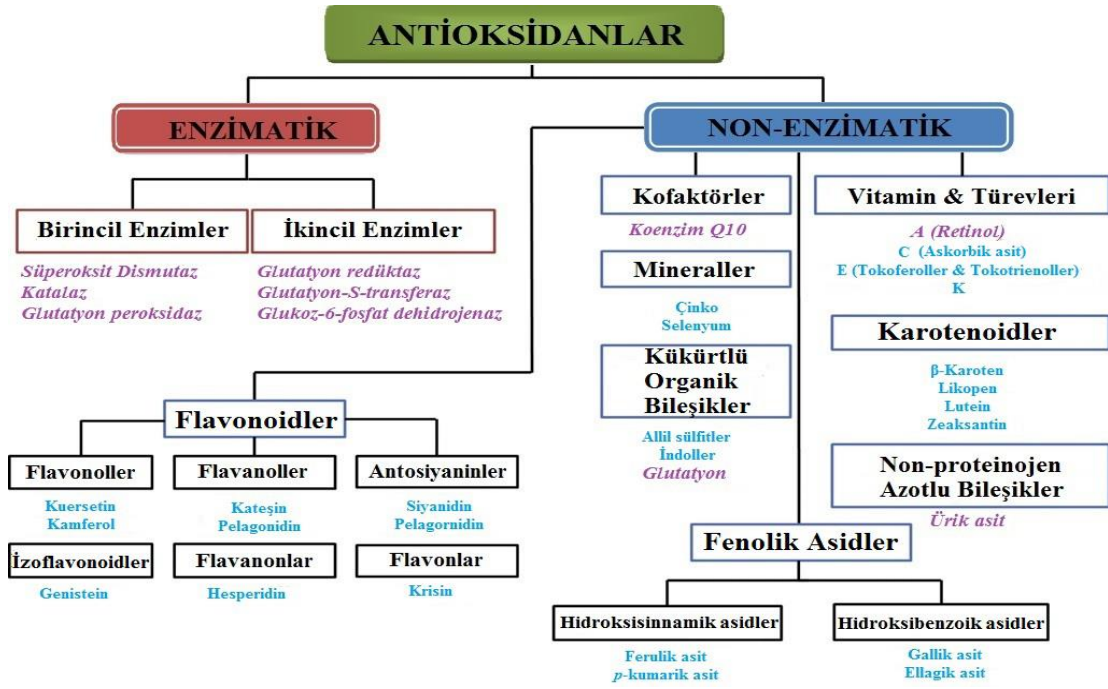
Reaktif oksijen türlerinin oluşumunu ve bunların neden olduğu hasarı azaltan bileşikler antioksidanlar olarak tanımlanmaktadır. Antioksidan savunma sistemi, hücreleri DNA mutasyonları, oksidatif stres ve diğer hücre hasarlarına karşı koruyan ve potansiyel zararlı etkileri ortadan kaldıracak maddelerin bir araya getirildiği bir sistem olarak tanımlanır. Maksimum koruma sağlamak için hücreler, serbest radikal türlerini nötralize eden çeşitli maddeler içermektedir. Bu maddeler genel olarak antioksidanlar olarak bilinmesinin yanı sıra zincir kırıcılar, serbest radikal yakalayıcıları ya da redükthanlar olarak da bilinmektedir. Kimyasal bir reaksiyonda yer alan tüm redükthanlar antioksidan özelliğine sahip değildir. Antioksidanların oksidatif reaksiyonlara etkisi farklı şekillerde olabilmektedir. Bunları; metal iyonlarını şelatlamak suretiyle radikal oluşumunu önlemek, daha zayıf olan yeni bir moleküle dönüştürebilmek (süpürme aktivitesi), gerçek antioksidan bileşiklerin aktivitesini arttırmak (sinerjistler), radikalleri yakalayarak nötralize etmek (zincir kırma reaksiyonları), oksidatif hasar görmüş moleküllerin tamir edilmesi, oksidanlara bir hidrojen aktarımı ile inaktif hale getirmek (söndürme etkisi) şeklinde sıralamak mümkündür (Halliwell, 1991; Godic ve ark., 2014; Ergin, 2015).

Antioksidanlar, hücreler tarafından üretilirken aynı zamanda gıda yoluyla da vücuda alınır. Bu maddeler, doğal olarak gıdalarda bulunmanın yanı sıra gıda endüstrisinde ürünlerin besin değerlerini ve kalitesini korumak amacıyla sonradan gıdalara ilave edilebilir. Örneğin, havadaki oksijenin sebep olduğu otooksidasyonu yavaşlatmak için yağlarda kullanılır, bu da yağların tadını, kokusunu, rengini korur ve raf ömrünü uzatmaktadır. İnsanlarda bulunan antioksidan savunma sistemleri genellikle enzimatik ve non-enzimatik olmak üzere iki temel gruba ayrılmaktadır (Şekil 2.3) (Çavdar ve ark., 1997; Bayrak, 2013).

### **2.4.1 Antioksidanların Sınıflandırılması**

Serbest radikal yakalayıcıları hücre içerisinde intraselüler ve ekstraselüler olmak üzere iki şekilde lokalize olmuş durumdadır. Örneğin süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz ve katalaz sadece sitozolde değil mitokondride de konumlanmış durumdadır. Hücre içi sitozolik savunmanın hareketi, plazmadaki antioksidan maddelerle etkileşerek ekstraselüler alandaki serbest radikal reaksiyonlarının bastırılması açısından büyük öneme sahiptir. Biyolojik ekstraselüler antioksidan maddeler arasında glutatyon, glutatyon peroksidaz, katalaz ve süperoksit dismutaz bulunmaktadır (Percival, 1998; Ergin, 2015).





Şekil 2.3: Doğal antioksidanlar (Carocho ve Ferreira, 2013).

#### 2.4.1.1 Enzimatik Savunma

Antioksidan bileşikler, hücre içinde oksijenin metabolize edildiği ortamlarda oluşan oksijen ara ürünlerini spesifik ve hızlı bir şekilde azaltmayı hedefler. Enzimatik antioksidanlar, savunma sistemlerinde öncelikli olarak etkili olan katalaz, süperoksit dismutaz, glutatyon redüktaz ve glutatyon peroksidaz gibi enzimleri içerir (Şekil 2.3) (Akkuş, 1995).

##### 2.4.1.1.1 Süperoksit Dismutaz (SOD)

Süperoksit dismutaz enzimi, oldukça reaktif olan süperoksit serbest radikalini reaktifliği daha düşük olan hidrojen perokside dönüştürür. Bu enzimin başka bir görevi de süperoksit serbest radikalinin dehidratazları (dihidroksi asit dehidrataz, 6-fosfoglukano dehidrataz, akonitaz ve fumaraz A ve B) inaktifleştirmesinden korumaktır. Süperoksit dismutazlar kofaktörlerine göre mononükleer Mn, Fe ve Ni içeren ve dinükleer Cu/Zn içerenler olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır. Cu/Zn SOD daha çok bazı bakteri türlerinde, ökaryot sitozolünde ve kloroplastlarda, Fe SOD prokaryotlarda, Mn SOD ise prokaryotlarda ve ökaryot mitokondrisinde bulunmaktadır (Benov ve Fridovich, 1998; Whittaker ve Whittaker, 1998; Raha ve Robinson, 2000).

Mn-SOD her alt biriminde bir mangan atomu bulunan homotetramer (96 kDa) yapıda bir molekül olup süperoksit radikalini çıkaran nükleer olarak kodlanmış birincil antioksidandır. Hücrel Mn-SOD içeriği beyin, kalp, böbrek, karaciğer gibi metabolik aktivitesi yüksek olan dokularda fazlaca bulunmaktadır (Guan ve ark. 1998).

Cu-Zn SOD, 32 kDa ağırlığında olup memelilerde en çok santral sinir sistemi, karaciğer, eritrosit ve böbreklerde bulunmaktadır. Her bir alt birimde Cu ve Zn atomları bulunan iki protein alt birimi içermektedir. Ekstrasellüler SOD da, Cu ve Zn içeren glikoprotein olarak bilinir ve tetramerik yapıya sahiptir. Heparan sülfat ve heparin gibi bazı glikozaminoglikanlara karşı yüksek afinitesi bulunmaktadır. Ekstrasellüler sıvılarda ve dokularda bulunarak, lenf, plazma ve sinovyal sıvılardaki SOD aktivitesinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Adachi ve Wang, 1998; Kinnula ve ark., 2004; Kinnula ve Crapo, 2004).

#### **2.4.1.1.2 Katalaz (CAT)**

Katalaz enzimi, 60 kDa'luk 4 alt birimden oluşmaktadır. Peroksizomlarda konumlanan katalaz, süperoksit dismutaz tarafından oluşturulan hidrojen peroksiti su ve moleküler oksijene parçalar; bu görevi, glutatyon peroksidaz (GSH-Px) ile birlikte paylaşmaktadır. Hidrojen peroksit konsantrasyonu düşük olduğunda organik peroksitler peroksidazlar tarafından, hidrojen peroksit konsantrasyonu yüksek olduğunda ise katalaz tarafından metabolize edilmektedir. Katalaz aktivitesi karaciğer, eritrosit ve böbrekte oldukça yoğun olarak gözlenmektedir (Feierabend ve Engel, 1986; Lledias ve ark., 1998; Ergin, 2015).



#### **2.4.1.1.3 Glutatyon Peroksidaz (GPx)**

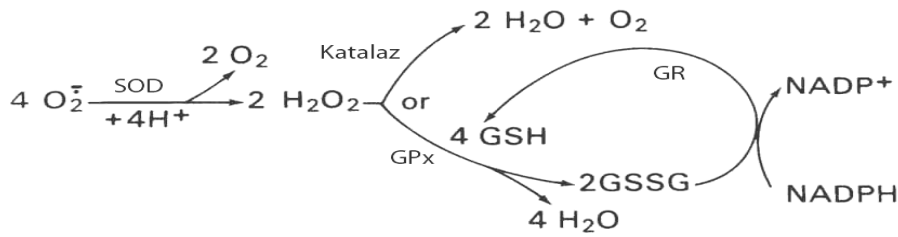
Glutatyon peroksidaz, selenyum içeren bir enzim olup hem hidrojen peroksit indirgenmesini hem de organik hidroperoksitleri suya ya da ilgili alkollere katalize ederek memelileri oksidatif strese karşı korumaktadır. Glutatyon peroksidaz intraselüler sitozolde ve mitokondri matriksinde bulunmaktadır. Glutatyon peroksidazın hidrojen peroksitine karşı  $K_m$ 'i katalaza göre daha düşüktür. Bu nedenle düşük konsantrasyonlarda hidrojen peroksiti glutatyon peroksidaz parçalarken yüksek konsantrasyonlarda katalaz aktivite göstermektedir (Wendel ve Cikryt, 1980; Memişoğulları, 2006).

#### 2.4.1.1.4 Glutatyon -S- Transferaz (GST)

Detoksifikasyon enzimlerinin önemli bir kısmını oluşturan Glutatyon-S-transferazlar oksidatif stres esnasında, makromoleküllerin yıkımı sonucu oluşan organik hidroperoksidler, reaktif doymamış karboniller, epoksidler, reaktif DNA bazları gibi substratları da içeren geniş bir substrat spesifikliğine sahip olup hücreleri oksidatif hasarlara karşı savunmada hayati önem taşımaktadırlar (Kahraman, 2009).

#### 2.4.1.1.5 Glutatyon Redüktaz (GRx)

Glutatyon redüktaz enzimi, yükseltgenmiş glutatyonu indirgenmiş şekle çeviren 2 alt birimden oluşur. Bir flavoprotein enzim olan bu enzim, NADPH ile okside glutatyonu (GSSG) indirgenmiş glutatyona (GSH) çevirmektedir (Şekil 2.4) (Kahraman, 2009; Li ve ark., 2016).



Şekil 2.4: Enzimatik antioksidan savunma sistemi (Bouayed ve Bohn, 2012).

#### 2.4.1.2 Enzimatik Olmayan Antioksidan Savunma

Enzimatik olmayan antioksidan savunma sisteminde esansiyel bileşiklerin önemi büyüktür. Bu bileşikler doğal antioksidanlar olarak bilinirler ve hemen hemen bütün bitkilerde, mantarlarda, mikroorganizmalarda ve hayvansal dokularda yer almaktadırlar. Bu antioksidan maddelerden olan tokoferol asetat ve askorbik asit oldukça önemli bir yere sahiptir. Sentetik antioksidanlar veya onların oluşturduğu bazı yan ürünler tarafından karaciğerde hasar oluşumu ve bazı dokularda kanser gelişimi sağlandığı, son yıllarda birçok araştırmacı tarafından literatürde belirtilmiştir. Bu nedenle, doğal kaynaklı antioksidanlara olan ilgi gün geçtikçe artış göstermektedir (Grice, 1986; Kahraman, 2009).

#### **2.4.1.2.1 Tokoferoller ve Tokotrienoller (E vitamini)**

E vitamini ilk kez Evans ve Bishop tarafından 1938 yılında keşfedilmiştir. Tokoferoller yağda çözünen vitaminlerden olup sellüler ve subsellüler membranlar ile lipoproteinlerde bulunmaktadır. E vitamini,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ve  $\delta$  olmak üzere dört tokoferolden ve  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ve  $\delta$  olmak üzere dört tokotrienolden toplamda sekiz izoformdan oluşmaktadır. Bunlardan  $\alpha$ -tokoferol biyolojik sistemlerde en çok bulunan ve en güçlü antioksidan aktivite gösteren izoformudur. Aktivitesi en az olanı ise  $\gamma$  - tokoferoldür. Tokoferol molekülünün lipofilik özellikte olması nedeniyle E vitamini, plazma lipoproteinleri gibi lipofilik ortamda en temel serbest radikal zincir kırıcısı olarak görev yapmaktadır. E vitamininin yapısındaki fenolik hidroksil grubuna sahip aromatik halkası antioksidan aktivite gösteren esas kısımdır. Tokoferol kalp, karaciğer, adrenal bez gibi dokularda yüksek seviyelerde bulunmaktadır. Hücre içerisinde E vitamini endoplazmik retikulum ve mitokondri gibi lipid açısından zengin membranlarla ilişki halindedir (Burton ve Traber, 1990; Gutteridge, 1995; Anderson, 2007; Ergin, 2015).

#### **2.4.1.2.2 Askorbik Asit (Vitamin C)**

Askorbik asit, suda çözünmekte ve özellikle bitki yapraklarında, kloroplastlarda yaygın olarak bulunmaktadır. Çoğu hayvanın böbrek ve karaciğerinde glukozdan sentezlenebilen askorbik asit, insanlarda L-gulanolakton oksidaz enzimi bulunmadığı için bu vitaminin dışarıdan gıdalarla alınması gereklidir. Kollajen sentezi, hücrelerin indirgenmiş durumunun korunması ve demir emilimi için gerekli olan C vitamini hidrofilik olduğu için aköz çevrede E vitaminine kıyasla daha iyi fonksiyon göstermektedir. Yapılan araştırmalarda C vitamini antioksidan ve redüktan ajan olarak süperoksit, çeşitli lipid hidroperoksitler ve hidroksil radikali ile direkt reaksiyona girebilmektedir. Ayrıca aktive edilmiş nötrofillerin neden olduğu peroksidasyona karşı plazma lipidlerini koruduğu ve güçlü bir hipoklorat gidericisi olduğu belirtilmiştir. C vitamini pek çok dokuda yer almaktadır. Adrenal bez ve hipofiz bezinde biraz daha yüksek yoğunlukta bulunmakta iken karaciğer, beyin, dalak ve pankreasta daha düşük konsantrasyonda bulunmaktadır. Dolaşım sisteminde serbest radikallere karşı ilk savunmayı gerçekleştirmekte ayrıca okside E vitaminin antioksidan özelliklerini yenileyebildiği belirtilmektedir (Jialal ve ark., 1990; Halliwell, 1994; Seven ve Candan, 1996; Antmen, 2005; Bayrak, 2013).

#### **2.4.1.2.3 Karotenoitler**

Bitkilerde pigmentler halinde yaygın olarak bulunan karotenoitler doğal ve renkli bileşiklerdir. Ayrıca çoğu kuş, deniz canlısı ve böcek türlerinin de renkli yapılarının karotenoitlerin varlığından dolayı olduğu bilinmektedir. Doğada 600'den fazla karotenoit bileşiği saptanmıştır.  $\beta$ -karoten,  $\beta$ -kriptoksantin, zeaksantin, lutein, astaksantin ve violaksantin gıdalarda bulunan başlıca karotenoitlerdir. Bu karotenoitlerden, violaksantin hariç 20 tanesi insan dokularında ve kanında tespit edilmiştir. Yapılan in vivo çalışmalar, ölçülebilen bu karotenoitlerin % 90'ından fazlasının  $\alpha$  ve  $\beta$ -karoten, lutein, likopen ve kriptoksantinden oluştuğunu göstermiştir. Karotenoitler, mikroorganizmalar ve bitkiler tarafından sentezlenirken insan ve hayvanlarda sentezlenemezler. Karotenoitler, karotenler ve ksantofiller olarak iki gruba ayrılır.  $\beta$ -karoten ve likopen tipik karotenler arasında yer alırken, yeşil yapraklı bitkilerde bulunan lutein ve mısırdaki zeaksantin ksantofil sınıfındadır. Karotenoitler, serbest radikalleri etkisiz hale getirerek lipidleri prooksidasyona karşı korur. Ayrıca, karotenoitlerin katarakt, arter tıkanıklığı, yaşa bağlı kas zayıflığı ve multipl skleroz gibi hastalıkları önlediği belirtilmiştir. Araştırmalara göre, doğal karotenoitlerden likopen en etkili singlet oksijen tutucusu olarak tespit edilmiştir (Krinsky, 1979; Cadenas ve Packer, 1996; Krinsky, 1998; Dutta ve ark., 2005; Omoni ve Aluko, 2005; Rao ve Rao, 2007; Ma ve Lin, 2010).

#### **2.4.1.2.4 Glutatyon**

Redükte glutatyon, tüm memeli hücrelerinde en çok bulunan düşük molekül ağırlıklı bir moleküldür. Redükte glutatyon hidrojen atomu vererek özellikle hidroksil ve karbon radikalleriyle tepkimeye girmektedir. Bu reaksiyonlar serbest radikal hasarında en çok yer tutan reaktif hidroksil radikalini etkisizleştirerek koruma sağlayabilmektedir. Glutatyon ayrıca hidrojen peroksit ve klorlu oksidanları da süpürücü özelliğe sahiptir (Gibson ve ark., 1985; Al-Turk ve ark., 1987; Sung ve ark., 2013).

#### **2.4.1.2.5 Ürik asit**

Ürik asit insanlarda pürin nükleotid metabolizmasında son ürün olarak bilinmektedir. Yapılan bir araştırmada ürik asitin makrofajlar tarafından peroksit üretimi ya da hemoglobin otooksidasyonu gibi zararlı süreçlerden kaynaklanan serbest radikalleri süpürme etkisi ispatlanmıştır (Ames ve ark., 1981; Sautin ve Johnson, 2008).

#### **2.4.1.2.6 Lipoik asit**

Alfa lipoik asit, gıdalarda bulunan ve vücutta sentezlenen doğal bir bileşik olup yağda ve suda çözünen bir yapıya sahiptir ve serbest radikal hasarını önleyen tek antioksidandır. Okside lipoik asit ve redükte lipoik asit olarak iki formu bulunmaktadır. Redükte lipoik asit biyolojik olarak daha aktif durumdadır (Brockman ve ark., 1954; Cadenas ve Packer, 1996).

#### **2.4.1.2.7 Bilirubin**

Bilirubin, plazmanın temel antioksidanlarından birisi olup HEM metabolizmasının son ürünlerindedir. Askorbat gibi suda çözünen peroksitlere karşı koruyucu özelliğindedir. Düşük konsantrasyonlarda bulunduğu lipid peroksidasyonunu baskıladığı in vitro çalışmalarla ortaya konulmuştur (Stryer, 1995; Yeşilkaya ve ark., 1998).

#### **2.4.1.2.8 Kofaktörler**

Elektron taşıma zincirinde temel elektron taşıyıcısı olarak bilinen indirgenmiş koenzim Q'dur. Serbest radikallerin olumsuz etkilerine karşı plazma lipoproteinlerine ve hücrel membranlara karşı koruyucu olduğu bildirilmiştir. Ek olarak lipid peroksil radikallerini tutarak antioksidan etki gösterirler (Beyer, 1988; Beyer, 1992; Beyer, 1994).

#### **2.4.1.2.9 Mineraller**

Mineral maddeler diyetel antioksidanların küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Ancak metabolizmada önemli bir yeri vardır. Antioksidan aktivitesi bilinen en önemli iki mineral selenyum ve çinkodur. Selenyum, doğrudan reaktif oksijen ve nitrojen türlerinin temizleyicisi olmamakla birlikte temel olarak glutatyon peroksidazın kofaktörü olarak işlev görmektedir ve bu nedenle hidrojen peroksit ve peroksitlerin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Çinko, metabolizmada önemli rolleri olan ve aynı zamanda serbest radikallerin oluşumunun önlenmesinde görev yapan bir mineraldir (Prasad ve ark., 2004; Huang ve ark., 2005; Tabassum ve ark., 2010).

#### **2.4.1.2.10 Melatonin**

Melatonin, hidroksil radikallerini temizleyerek diğerlerine göre çok güçlü bir antioksidan aktivite sergilemektedir. Lipofilik olması nedeniyle hücre organellerine ve birçok dokuya rahatça girerek oldukça geniş bir alanda aktivite göstermektedir (Aydemir ve ark., 2009).

Hücre çekirdeğine de girebildiği için DNA'yı oksidatif hasarlara karşı korumaktadır. Yüksek dozlarda kullanımının toksik etki göstermediği rapor edilmiştir (Aydemir ve ark., 2009).

#### **2.4.1.2.11 Albumin**

Albumin, kendi başına serbest radikallere karşı savaşan ve birincil olarak ekstraselüler antioksidan savunma sisteminin ana üyesi olan bir maddedir. Albumin demiri zayıf; bakır ise sıkı bir şekilde bağlar ve bağlı metal yüzeyinde kalır. Bu metal Haber- Weiss reaksiyonlarında rol alabilir; ancak oluşan OH. albumin tarafından hemen etkisiz hale getirilmektedir. Albuminde hasar meydana gelir ancak plazmada albuminin bol olarak bulunması ve serbest radikallerin diğer antioksidanlar tarafından da etkisiz hale getirilmesi nedeniyle bunun bir önemi yoktur. Diğer plazma proteinleri olan serüloplazmin ve transferrin de antioksidan kapasiteye sahip olarak belirtilmiştir (Çaylak, 2011).

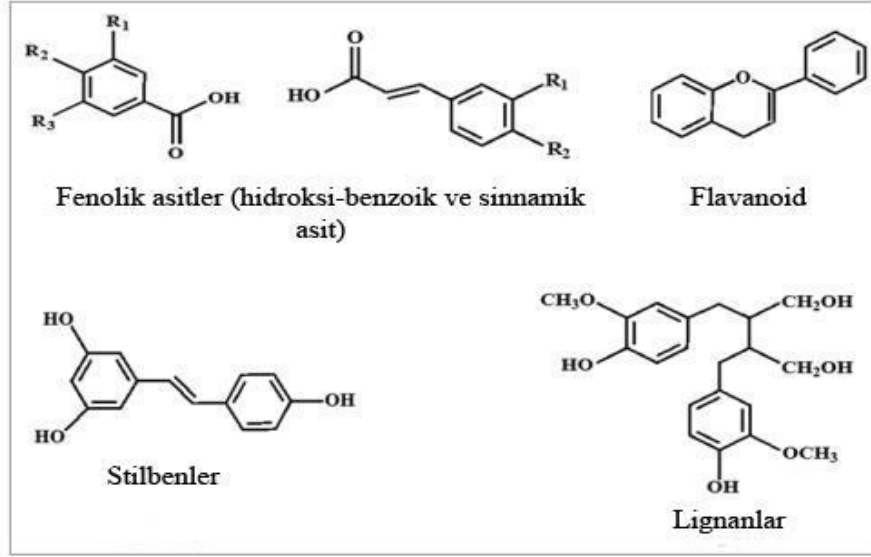
#### **2.4.1.3 Fenolik bileşikler**

Bitkiler, başta fenolik bileşikler olmak üzere çeşitli sekonder metabolitlerin ana kaynağı durumundadır. Bitkilerde, fenolik bileşiklerin 8000 den fazla türü tanımlanmış bulunmaktadır. Fenolik bileşikler bitkilerin çiçek, tohum, yaprak, kök, meyve, kabuk gibi bütün yapılarında bulunabilmektedir (Wanasundara ve ark., 1995; Rao ve Ravishankar, 2002).

Fenolik bileşikler, yapısal olarak aromatik benzen halkasına bağlı bir veya daha fazla hidroksil grubu içerdikleri için polifenoller olarak adlandırılır. Fenilalaninden türetildikleri bildirilen bu polifenoller, hidrojen veya elektron verici ajanlar olarak indirgeyici özellik gösterir ve kimyasal aktiviteleri, serbest radikal süpürücü kapasitelerinin bir göstergesi olarak bilinir. İn vitro koşullarda,  $\alpha$ -tokoferol ve vitamin C'den daha etkin antioksidan özelliklere sahip oldukları kanıtlanmıştır (Rice-Evans ve ark., 1997).

Polifenoller yapılarında bulunan benzen halkasının sayısına ve bu halkaları başka bir halkaya bağlayan yapısal elemanlara göre sınıflandırılmaktadır (Şekil 2.5). Buna göre fenolik bileşiklerin ana grupları; fenolik asitler, flavonoidler, lignanlar ve stilbenler olarak belirtilmektedir. Fenolik asitler; hidroksisinamik asitler ve hidroksibenzoik asitler olmak üzere iki ana gruba ayrılır (Rice-Evans ve ark., 1996; Zengin, 2015).

Hidroksisinnamik asitler bitkisel gıdalarda yaygın olarak bulunmakta ve fenilpropan halkasına bağlanan hidroksil grubunun konumu ve sayısına göre farklılık göstermektedirler. Bunlar arasında ferulik asit, sinnamik asit o-kumarik asit, *p*-kumarik asit ve kafeik asit en önemlilerindedir. Sıklıkla bitkilerde kinik asit ve glikoz ile basit bir ester halinde bulunmaktadır (Kurzak ve ark., 1992).



**Şekil 2.5:** Fenolik bileşiklerin ana grupları (Pandey ve Rizvi, 2009).

Kafeik asit hidroksisinnamik asit sınıfına ait olup kekik, adaçayı, nane, ayçiçeği tohumu, kahve, çay, kırmızı şarap, kayısı, kuru erik, çavdar, arpa, propolis, zeytin, argan yağı, patates, havuç gibi besinlerde bulunmaktadır. Kafeik asit, serbest radikallerin oluşumunu engellemekle birlikte antimikrobiyal etki gösterdiği de belirtilmektedir (Kot ve ark., 2015; Onat ve ark., 2021).

*p*-kumarik asit (*p*-CA), sinamik asidin doğada bulunan bir hidroksil türevidir. Yer fıstığı, fasulye, domates, havuç, fesleğen, sarımsak ve diğer diyet bitkilerinde bulunur. Antiinflamatuvar, ve antioksidan özelliklerinin yanı sıra bakterisidal bir etkiye de sahiptir. Son zamanlarda yapılan araştırmalara göre nefropatiler, kardiyovasküler hastalıklar, nöroinflamatuvar hastalıklar, karaciğer hastalıkları ve malignitelerin tedavisinde önemli bir potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir (Kılıç ve Yeşiloğlu, 2013; Boz, 2015; Abotaleb ve ark., 2020).



Sinnamik asit tarçın esansiyel yağında bulunan birincil organik bileşik olup 3-fenil-2-propenoik asit olarak da bilinmektedir. Biyolojik aktiviteleri arasında antioksidan, hepatoprotektif, antitümör ve nöroprotektif özellikleri bilinmektedir. Modern ilaç geliştirme çağında moleküler hibridizasyon yaklaşımı genellikle yeni ve güçlü bileşikler oluşturmak için kullanılır. Yapılan bir çalışmada sinnamik asit ve öjenolün hibriti elde edilerek oluşturulan bileşiğin SH-SY5Y nöronlarında hücre canlılığını arttırdığı ve hücre içi oksidatif stresi engellediği belirtilmiştir (Patra ve ark., 2012; Amona ve ark., 2017; Pourparizi ve ark., 2023).

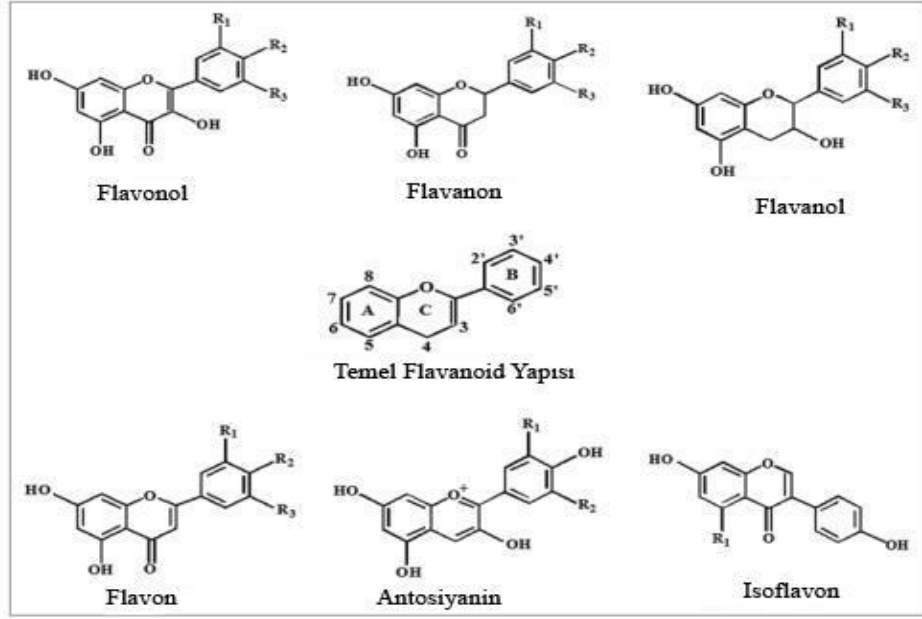
Hidroksibenzoik asitler bitkisel gıdalarda glikozit formunda ve genellikle çok az miktarlarda (yaklaşık 10 ppm) bulunur veya hiç bulunmayabilir. Bu asitler arasında gallik asit, vanilik asit, protokateşuik asit, salisilik asit, m-hidroksibenzoik asit, p-hidroksibenzoik asit yer alır (Cuvelier ve ark., 1992).

Gallik asit besin, kimya ve boya endüstrileri gibi çeşitli alanlarda kullanılan ve hidroliz olabilen tanenlerden (gallotanen) elde edilen bir organik asittir. Gallik asit, antifungal, antioksidan, antiviral, antikanserojen, antimutajenik, antialerjik ve anti-inflamatuar aktiviteleri olan ve hidrolize olabilen tanenleri içeren bileşenlerinden biridir. Yapılan bir çalışmada yağ asitlerini içeren farmasötik bileşiklerin biyoyararlanımını artırmak amacıyla gallik asit esterleri kullanılarak formüle edilmiştir. Gallik asit ve linoleik asit esterinden elde edilen sentetik GLE (octadeca-9,12-dienyl-3,4,5-trihydroxybenzoate) takviyesinin, yüksek yağlı diyetle beslenen fareler üzerinde potansiyel bir hipolipidemik etkiye sahip olabildiği gösterilmiştir (Wacher ve Benet, 2001; Jo ve ark., 2006; Janga ve ark., 2008).

Fenolik bileşiklerin küçük bir grubu olan stilbenlerin yapılarında, arasında bir karbon-metilen köprüsü içeren iki fenil halkası bulunmaktadır. Doğal stilbenlerin önemli bir kısmı *trans* formdadır. Bu bileşikler serbest yapıda bulunabilecekleri gibi dimerik, trimerik ve polimerik yapılarda glikolizat formunda da bulunabilir. Stilbenler içinde, en fazla çalışılan formu 3,4,5-tri-hidroksi stilben (resveratrol) dir. Resveratrol özellikle üzümde yüksek düzeyde bulunmaktadır (Cassidy ve ark., 2000).

Flavonoidler, bitkilerde renk, tat ve farmakolojik aktivitelerinden sorumlu biyoaktif sekonder metabolitler olarak sentezlenen benzo- $\gamma$ -piron yapısına sahip hidroksillenmiş fenolik maddelerdir (Kumar ve Pandey, 2013).

Ana flavonoid kaynakları meyve, sebze, kakao ürünleri (kakao tozu, çikolata), siyah-yeşil çay ve kırmızı şarapta bol miktarda bulunur. Kimyasal yapılarına, oksidasyon derecelerine ve bağlayıcı zincir doymamışlıklarına göre flavonoidler 6 ana gruba ayrılır: Flavonoidler (izoflavonoidler), flavanonlar, flavanoller, flavonoller, flavonlar ve antosiyanidinler (Şekil 2.6) (Kumar ve Pandey, 2013; Kopustinskiene ve ark., 2020; Badshah ve ark., 2021).



**Şekil 2.6:** Flavonoidlerin kimyasal yapıları ve sınıfları (Pandey ve Rizvi, 2009).

Flavanollerden olan kateşin, epikateşin ve epigallokateşin çeşitli meyveler, çay ve çikolatada bulunmaktadır. Flavonlardan olan krisin, apigenin, rutin, luteolin ve luteolin glikozitleri çeşitli meyveler, kırmızı şarap, karabuğday, domates ve kırmızıbiberde; flavanol sınıfında yer alan kamferol, quersetin, myrisetin ve tamariksetin soğan, kırmızı şarap, zeytinyağı, dutsu meyveler ve greyturta bulunmaktadır. Flavanon grubundaki naringin, naringenin, taksifolin ve hesperidin turunçgiller ve limonda; isoflavon grubuna ait genistin, daidzin soya fasulyesinde; antosiyanidinlerden apigenidin ve siyanidin ise kiraz, çilek ve dutsu meyvelerde bulunduğu bildirilmiştir (Arts ve ark., 1999; Wang ve ark., 2009).

Rutin (3,3',4',5,7-pentahydroxyflavone-3-rhamnoglucoside) bir diyetle en yaygın bulunan flavonoidlerden birisidir ve genellikle karabuğday, elma ve bazı çaylarda bulunmaktadır. Oksidatif stresin azaltılması, nöroinflamasyonun önlenmesi, nörodejenerasyon ve nöroproteksiyon gibi farmakolojik özelliklere sahiptir (Cordeiro ve ark., 2023).

Rosmarinik asit, yüksek antioksidan aktivitesinden dolayı ticari olarak kullanılan ana polifenol bileşiklerden birisidir. Biberiye, adaçayı, fesleğen, nane veya lavanta türleri başta olmak üzere çoğu Lamiaceae familyası üyelerinde yaygın olarak gözlenmektedir. Rosmarinik asidin, antiinflamatuvar veya anksiyolitik benzeri aktivitelerin yanı sıra hepatoprotektif ve nöroprotektif etkilerinin olduğu belirtilmiştir. Bazı rosmarinik asit türevlerinin diyabette insülin direncinin önlenmesi ve iyileştirilmesi konusunda da etkili olduğu belirtilmiştir (Petersen ve Simmonds, 2003; Pereira ve ark., 2005; Kulhmann ve Roehl, 2006; Erkan ve ark., 2008; Chapado ve ark., 2010).

Epikateşin, bitkiler tarafından sentezlenen bir flavan-3-ol olarak tanımlanmakta ve insanlar tarafından tüketilen bitkilerde glikosile edilmemiş bir flavonoid olarak yüksek miktarlarda bulunmaktadır. Örneğin epikateşin kakao (*Theobroma cacao*), çay (*Camellia sinensis*), yer fıstığı (*Arachis hypogaea*), elma (*Malus domestica*), üzüm (*Vitis vinifera*) ve diğer meyvelerde bulunur. Epikateşin miktarı, bitkilerin patojenlere, su ve tuz stresine maruz kalması gibi çevresel koşullar tarafından büyük ölçüde değiştirilebilmektedir. Epikateşinin, inflamasyonu, oksidatif ve endoplazmik retikulum stresini inhibe ettiği, mitokondriyal biyogenez ve fonksiyonunu modüle ettiği ve gastrointestinal sistem ile pankreasta glukoz homeostazisini etkileyen olayları düzenlediği gösterilmiştir (Harnly ve ark., 2006; Yang ve ark., 2018; Cremoninia ve ark., 2019).

Kateşinin insan sağlığı üzerine etkileri ile ilgili Isemura (2019) tarafından yürütülen çalışmada, kanser, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar gibi birçok kronik dejeneratif hastalığa karşı etkili olabilecek dikkate değer bir antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirilmektedir. Ek olarak, kateşin ayrıca *Camellia sinensis* çaylarının farklı türlerinde de tanımlanmış olup, bu doğal ürünlerin kayda değer bir antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir (Filippini ve ark. 2020).

Klorojenik asit kahve ve birçok bitkide bulunmakta olup oksidatif stresi azaltmanın yanı sıra glukoz homeostazında fayda sağlayabilmektedir. Antiinflamatuvar özellik taşıyan klorojenik asit laktonlarının nöron hücre ölümüne karşı koruyucu etkisinin de olduğu da belirtilmektedir. Klorojenik asitin antioksidan, hipoglisemik, antiviral, hepatoprotektif ve analjezik etki gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca makrofaj hücrelerinde lipopolisakkarit kaynaklı siklooksijenaz-2 ekspresyonunu baskıladığı da gösterilmiştir (dos Santos ve ark., 2006; Alonso-Castro ve ark., 2008; Gönder ve Şanlıer, 2014).

Antikanserojen etkileri yaygın olarak araştırılan flavonoidlerden genistein, daidzein, apigenin, resveratrol, baikalein, flavopridol ve kateşinlerin pankreas kanseri hücreleri üzerindeki etkileri gösterilmiş ve bu bileşiklerin pankreas kanseri tedavisinde ve korunmasında önemli terapötik ajanlar olabileceği belirtilmiştir (Roginsky ve ark 2005).

Birçok flavonoidin antibakteriyel, hepatoprotektif, antiinflamatuvar, antikanser ve antiviral gibi tıbbi etkinlikleri iyi bilinmektedir. Bu maddeler gelişmekte olan ülkelerde daha yaygın olarak kullanılmaktadır. 1960'lı yılların sonlarında üretilen ipriflavon, kemik yoğunluğunun artırılmasında etkili olduğu ve osteoporoz tedavisinde kullanıldığı belirtilmiştir. Genetik modifikasyonların da kullanılmasıyla birçok bulaşıcı ve dejeneratif hastalığın tedavisi için flavonoid bazlı farmasötik maddelerin kullanılacağı yeni bir döneme girilebilir (Burak ve Çimen, 1999; Kumar ve Pandey, 2013, Dias ve ark., 2021).

#### **2.4.1.4 Sentetik Antioksidanlar**

Sentetik antioksidanlar doğada doğal olarak bulunmazlar. Bu antioksidanlar gıdalarda lipid peroksidasyonunu önlemek için kullanılmaktadır. Bu antioksidanlar arasında bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), bütillenmiş hidroksianisol (BHA), propil gallat (PG), oktil gallat (OG) ve dodesil gallat (DG) yer almaktadır. EDTA ve polifosfatlar şelatlayıcı sentetik antioksidanlardan olup lipid peroksidasyonu esnasında görev alan geçiş metalleri (Fe ve Cu) bağlayarak etki göstermektedirler (Kahl, 1984; Venkatesh ve Sood, 2011; Zengin, 2015).

Sentetik antioksidanlar güçlü antioksidan aktivite sergilemektedir, ancak insan sağlığı üzerindeki toksik etkilerinin ortaya çıkmasıyla, başta Japonya olmak üzere çeşitli ülkelerde kullanımları sınırlı hale getirilmiştir. Günümüzde gıdalarda kullanılmasına izin verilen sentetik antioksidanlar arasında BHA, BHT, PG, TBHQ, oktil gallat ve dedosil gallat yer almaktadır. Bu sentetik fenolik antioksidanlar katı ve sıvı yağların depolanmasında ve işlenmesinde lipid oksidasyonunun başlamasını engellemek amacıyla gıdalara eklenmekte ve yaklaşık 60 yıldır gıda endüstrisi tarafından kullanılmaktadır (Saad ve ark., 2007; Makahleh ve ark., 2015).

Yapılan çalışmalara göre BHT'nin yüksek dozda alınması iç ve dış kanamalara neden olabileceğini göstermiştir. Bu etki BHT'nin K vitaminine bağlı pıhtılaşma faktörlerini azaltmasından kaynaklanmaktadır (Ito ve ark., 1986; Zengin, 2015).

Ratlar üzerinde yapılan bir çalışmada BHA ve BHT'nin yüksek dozlarda alımı ile patolojik etkilerinin yanı sıra takibinde karsinojenik etkilere yol açtığı belirtilmiştir. TBHQ ise BHA'dan türevlenmiş olup doymamış bitkisel yağlar ve et ürünleri için oldukça etkili bir sentetik antioksidandır (Ito ve ark., 1986; Zengin, 2015).

Khan ve Shahidi (2001), TBHQ'nun sentetik antioksidanlar arasında BHA ve BHT'den daha etkili olduğunu rapor etmiştir. Ancak, yüksek dozda TBHQ'nun laboratuvar hayvanlarında mide tümörlerinin oluşumunu tetiklediği belirtilmektedir. Başka bir çalışmada ise TBHQ'nun DNA'da oksidatif hasara neden olarak karsinojenik etkiler gösterdiği bildirilmiştir (Kashanian ve Dolatabadi, 2009; Venkatesh ve Sood, 2011).

PG, yenilebilir katı ve sıvı yağlar, mayonez ve pişmiş ürünlerde 1948'den beri gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Etanolde çözünebilir ancak pratikte suda çözünemeyen PG, mitokondrilerde dejenerasyona ve ATP tükenmesine neden olarak sitotoksik etki göstermektedir. Bu olumsuzluklar, sentetik antioksidanlara kıyasla daha güvenli olan doğal antioksidanlara ve bu antioksidanları içeren yeni kaynakların tespit edilmesine yönelik çalışmalara olan ilgiyi artırmıştır (Nakagawa ve ark., 1995; Shahidi ve Naczki, 2004; Zurita ve ark., 2007).

## **2.5 Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesinde Kullanılan Bazı Yöntemler**

Antioksidan aktivite belirleme yöntemleri reaksiyon türlerine göre iki ana sınıfa ayrılmaktadır. Elektron transferine dayanan yöntemler arasında: ABTS, DPPH, CUPRAC ve FRAP yer almaktadır. Bu yöntemlerde antioksidanın, bir oksidan tarafından yükseltgenmesi ile bir elektronun antioksidandan oksidana transferi gerçekleşerek oksidanın renk değişimine neden olmaktadır. Hidrojen atomu transferine dayanan yöntemler arasında ise ORAC ve TRAP yer almaktadır. Bu yöntemlerde ise peroksil radikali üretmek için bir radikal başlatıcı kullanılmaktadır (Apak ve ark., 2016).

### **2.5.1 Hidrojen Atomu Transferine Dayanan Yöntemler**

#### **2.5.1.1 ORAC (Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi) Yöntemi**

ORAC yöntemi bitkisel maddelerin, fitokimyasalların, diğer biyolojik örneklerin ve gıdaların antioksidan aktivitelerinin ölçümünde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem ilk kez Cao, Alessio ve Cutler tarafından önerilmiştir (Cao ve ark., 1993).

Bu yöntemde peroksil radikali, floresans özellik gösteren bir molekülle floresans özellik göstermeyen bir ürün oluşturmak için reaksiyona girmektedir. Peroksil radikalleri ile oksitlenmiş olan bir hedef molekülün bir antioksidan tarafından ne kadar korunduğu ölçülmektedir (Ergin, 2015).

### **2.5.1.2 Toplam radikal tuzaklayıcı antioksidan parametre yöntemi (TRAP)**

Orijinal TRAP yöntemi Wayner ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş ve genellikle plazmanın antioksidan aktivitesinin değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. Bu metodda, çözülmüş oksijen tüketimi, lipid peroksidasyon hızının bir göstergesi olup plazmanın bu reaksiyonu engelleme durumunun dolaylı olarak ölçülmesi gerçekleştirilmektedir. Zaman alıcı bir metod (örnek başına 2 saat) olmasından dolayı günlük çalışılacak örnek sayısı sınırlıdır (Büyüktuncel, 2013).

## **2.5.2 Elektron Transferine Dayanan Yöntemler**

### **2.5.2.1 Folin-Ciocalteu Yöntemi İle Toplam Fenolik Bileşik Tayini**

Singleton ve arkadaşları tarafından antioksidanların toplam fenolik madde içeriğini ölçmek için geliştirilmiş bir yöntemdir. Fosfomolibdat ve fosfotungstat karışımını içeren Folin-Ciocalteu reaktifi (Folin Fenol Reaktifi), fenolik ve polifenolik antioksidanların kolorimetrik olarak belirlenmesinde kullanılmaktadır. Aktif merkezinin Molibdenyum (VI) olduğu varsayılmaktadır. Fenolik antioksidanların varlığında ayraçtaki Mo(VI)'nın indirgenmesiyle renk sarıdan maviye dönüşür ve 760 nm'de absorbansı ölçülür. Folin-Ciocalteu yönteminin hassasiyeti ve kesinliği yüksektir. Ancak tepkime, pH'ı düşük bölgelerde yavaş gerçekleşmekte ve özelliğini kaybetmektedir. Ortamda ekstrakte olmuş proteinlerin de olabilmesi bu yöntemin spesifik bir metod olmadığını göstermektedir. Ayrıca analiz sırasında ortamda fenolik olmayan pek çok bileşikle de (aromatik aminler, sülfür dioksit, askorbik asit, Cu (I) ve Fe (II) gibi) çok rahat tepkimeye girmektedir. Bunun için de kolayca yükseltgenen maddelerin ve ekstrakte olan proteinlerin ortamda bulunmaması gerekmektedir (Singleton ve Rossi, 1965; Ergin, 2015).

Fenolik bileşikler FCR (Folin Ciocalteu reaktifi) ile sadece bazik ortamlarda reaksiyona girmektedir. Bu nedenle analiz ortamlarına sodyum karbonat çözeltisi eklenerek pH 10'a ayarlanması gerekmektedir (Yıldız, 2007).

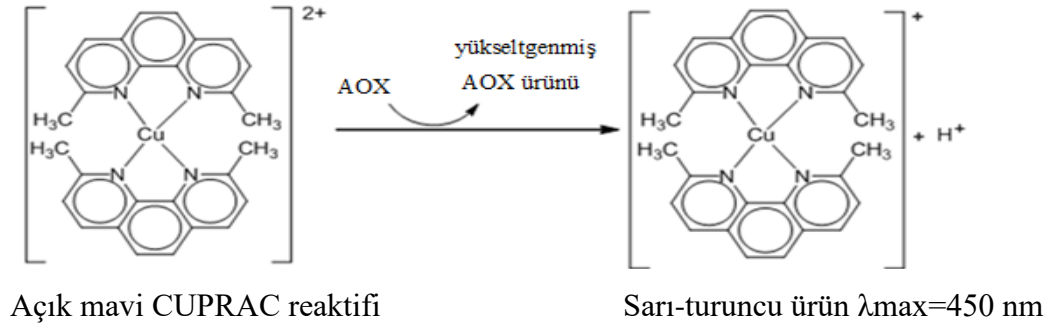
FCR'nin kimyasal yapısı belirsiz olsa da, FC yöntemi toplam fenol tayini için basit, güvenilir ve tekrarlanabilir bir özelliğe sahiptir. Genellikle gallik asit standart bileşik olarak kullanılır ve sonuçlar gallik asit eşiti (mg/L) olarak ifade edilir. Ayrıca, gallik asit yerine kateşin, klorojenik asit, kafeik asit ve vanilik asit gibi bileşiklerin de kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır (Büyüktuncel, 2013; Ergin, 2015).

#### **2.5.2.2 Cu(II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite yöntemi (CUPRAC)**

CUPRAC, elektron transferine dayanan ve prooksidan kullanılmayan bir yöntemdir. Bu yöntemde bir örnek maddedeki antioksidanlar tarafından Cu(II)'nin Cu(I)'e indirgenmesi spektrometrik olarak ölçülmektedir. Apak ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu yöntemde, 2,9-dimetil-1,10-fenantrolin (Neocuproin-Nc)'in Cu(II) ile oluşturduğu bakır(II)-neokuproin kompleksi (Cu(II)-Nc), ortama antioksidan çözeltisi eklendiğinde bakır(I)-neokuproin [Cu(I)-Nc] kelat kompleksine indirgenir (Şekil 2.7). Spektrofotometre ile 450 nm'de maksimum absorbans değerleri okunarak örneklerin antioksidan kapasitesi ölçülmektedir (Apak ve ark., 2004).

CUPRAC analizi, ürik asit, askorbik asit, gallik asit ve kuersetin gibi bileşenler için birkaç dakika içinde tamamlanabilirken, daha karmaşık yapıdaki moleküller için 30-60 dakika sürebilir (Albayrak ve ark., 2010).

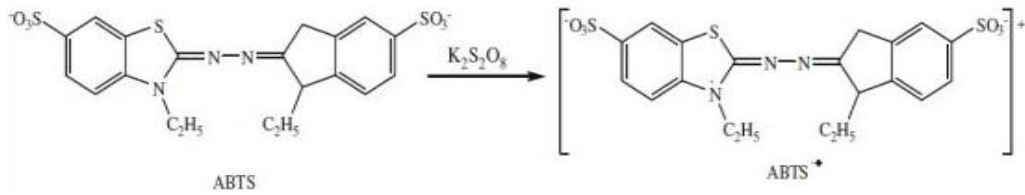
CUPRAC yöntemi pH=7 ortamında uygulanmaktadır. Bu yöntemin maliyetinin düşük olması, pH'sının kolayca ayarlanabilir olması ve uygun çözücüler kullanılarak hem lipofilik hem de hidrofilik antioksidan bileşenler için kullanılabilir olması avantajları arasında yer almaktadır. Ayrıca bakırın demirden daha hızlı bir reaksiyon kinetiğine sahip olması, analiz için kullanılan ayıraçların ucuz olması ve çok fazla uzmanlık gerektirmemesi diğer avantajları arasındadır (Albayrak ve ark., 2010; Arkan, 2011; Okan ve ark., 2013).



**Şekil 2.7:** Cu (II)'nin Cu (I)'e indirgenmesi.

### 2.5.2.3 Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite / ABTS yöntemi (TEAC)

TEAC yöntemi, antioksidan madde varlığında çözeltideki ABTS radikalinin absorbansındaki azalmanın ölçülmesi prensibi ile çalışmaktadır. Re ve arkadaşları tarafından değiştirilerek geliştirilmiş olan bu yöntemde potasyum persülfatla ABTS [2,2-azinobis (3-etilbenzotiyazolin 6-sülfonat)]'in oksidasyonu sonucu üretilen ABTS.+ radikal kationları kullanılmaktadır (Şekil 2.8). Bu ABTS radikallerinin oda sıcaklığında karanlıkta beklediğinde iki gün boyunca kararlılığını sürdürdüğü bilinmektedir. Kromojenik bir redoks radikali olan ABTS, aynı zamanda kararlı bir radikal olarak bilinir ve karakteristik uzun dalga boylu absorpsiyon spektrumu olan 660, 734 ve 820 nm'de maksimuma sahiptir. Su ve organik çözücülerde çözünebildiği için, hem hidrofilik hem de hidrofobik antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde kullanılabilir. Standart madde olarak kullanılan Troloks, alfa tokoferolün suda çözünür analogu olarak bilinir. Troloks, canlı sistemlerde doğal olarak bulunmayan ancak pek çok antioksidan aktivite tayin yönteminde standart olarak tercih edilen bir maddedir. Genellikle belli bir derişim aralığında Troloks, antioksidan olarak kullanılarak bir çalışma grafiği hazırlanmakta ve antioksidan aktivitesi bilinmeyen numunenin antioksidan etki değeri bu grafikten Troloks eşdeğeri olarak okunmaktadır (Rice-Evans ve Miller, 1994; Re ve ark., 1999; Bayrak, 2013).



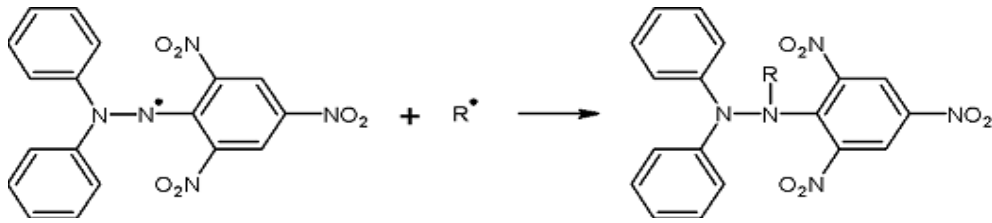
**Şekil 2.8:** ABTS'nin potasyum persülfat ile yükseltgenmesi ve oluşan ABTS radikal kationunu.



#### 2.5.2.4 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürme kapasitesi yöntemi

Bu yöntem ilk kez Blois (1958) tarafından önerilmiş olup DPPH radikallerinin antioksidan bileşiklerin tayininde kullanılabileceğini göstermiştir. Daha sonraki yıllarda bu yöntem geliştirilmiş ve DPPH radikali, ortamdaki antioksidan bileşiği ile etkileştiğinde hidrazine indirgenmektedir (Brand-Williams ve ark., 1995).

Günlük olarak hazırlanan etanol veya metanol çözeltisi içindeki DPPH, koyu mor renge sahiptir ve spektrofotometre cihazında 517 nm dalga boyunda maksimum absorbans değerini göstermektedir. DPPH radikali, bir elektron veya hidrojen atomu ile etkileştiğinde radikal rengi açılarak sarıya dönmektedir (Birnboim ve Kanabus–Kaminska, 1985; de Mello ve Meneghini, 1985) (Şekil 2.9).



**Şekil 2.9:** DPPH radikalinin indirgenmesi (Huang ve ark., 2005).

DPPH yöntemi teknik olarak basit olmasına rağmen bazı dezavantajlara da sahiptir. Birçok antioksidan bileşik lipid peroksidasyonunda rol oynayan peroksil radikalleri ile çok hızlı reaksiyona girmesine karşın DPPH ile reaksiyonu yavaş olarak gelişmektedir. Örneğin askorbik asit ile 1 dakika 15 saniyede, rutin ile 103 dakikada tepkime vermektedir. Sonuç olarak antioksidan kapasitenin doğru bir şekilde değerlendirilemediği düşünülebilmektedir. Ayrıca, antioksidan bileşik ile DPPH arasındaki reaksiyon kinetiğinin DPPH derişimi ile her zaman doğrusallık göstermediği de bilinmektedir (Molyneux, 2004; Huang ve ark., 2005).

Gıdaların ve fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerini ölçmek için geniş ölçüde kullanılan bu yöntemde ışığın etkisi de önemlidir. Metanol ve aseton içindeki DPPH'nin 515 nm'deki absorbansı ışık altında, 120 dakikalık sürede %20 ve %35 azaldığı; 150 dakika boyunca karanlık ortamda beklediğinde önemli bir değişimin olmadığı belirtilmektedir (Özçelik ve ark., 2003).

## 2.6 Kaynak Araştırması

İnsanlar için önemli gıda kaynağı olarak kullanılan pek çok meyve, sebze ve doğal bitkiler üzerinde gerek çiğ olarak, gerek çeşitli şekillerde pişirilerek ve gerekse kurutulmak suretiyle pek çok antioksidan aktivite çalışmaları ile toplam fenolik madde miktarlarının ölçümleri yapılmaktadır.

Yapılan bir çalışmada *A. acutifolius*'un yaprak, gövde, perikarp ve rizomlarının etanolik özütlerinin fitokimyasal bileşimi HPLC-DAD-MS ile karakterize edilmiştir. *A. acutifolius* numunelerinin en az on bir basit fenolik, bir flavonon, iki flavonol ve altı steroidal saponin içerdiği tespit edilmiştir. En yüksek toplam fenolik asit ve flavonoid içeriğinin gövde özütlerinde olduğu ve kafeik asit ile rutin ana bileşen olduğu gösterilmiştir. *A. acutifolius*'un farklı bitki kısımlarında steroidal saponinler tespit edilmiş ve en yüksek içerik rizom özütlerinde bulunmuştur. Gövde özütlerinin DPPH ve ferrik indirgeyici antioksidan güce (FRAP) karşı en yüksek antioksidan aktiviteyi gösterdiği, en yüksek 2,2-azino-bis (3 etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) (ABTS) aktivitesi sergileyenin ise perikarp özütleri olduğu belirtilmiştir (Hamdi ve ark. 2021).

*A. acutifolius*'un farklı kısımlarının (meyve ve yapraklar) etanol ve su özütleri üzerinde yapılan bir çalışmada, yaprakların etanol özütlerinin, en yüksek miktarda radikal temizleme aktivitesine sahip olduğu gösterilmiştir (DPPH, 0,383 mg/mL ve ABTS, 0,145 mg/mL) (Kaska ve ark. 2018).

Riaz ve ark. (2021)'nin çalışmasında *C. bursa-pastoris*'in, nutrasötik ve tıbbi önemini ortaya çıkarmak amacıyla besin bileşimi, antioksidan ve sitotoksik potansiyeli açısından analiz edilmiştir. Bitkinin fenolik içeriği kloroform ve metanol özütlerinde sırasıyla  $1,56 \times 10^{-4}$  mg/g ve  $1,28 \times 10^{-4}$  mg/g olarak gösterilmiştir. Yüksek karbohidrat ve protein içeriğine sahip olan bitkinin ayrıca potasyum, sodyum, demir, çinko ve bakır yönünden zengin bir içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir. DPPH yöntemiyle antioksidan aktivite sonuçlarına göre IC<sub>50</sub> değerlerinin kloroform ve metanol özütleri için sırasıyla 235,37 µg/mL ve 552,01 µg/mL olarak ölçüldüğü belirtilmiştir (Riaz ve ark., 2021).

Bu çalışmada etnobotanik ve tıbbi önemi olan *E. cicutarium* bitkisinin antioksidan aktivitesi üzerine kurutma tekniklerinin etkisi araştırılmış, bitki örnekleri üç gruba ayrılarak kurutulmuştur (Ergün, 2021).

Güneş ışığında (SD), 55 °C'de termostatik fırında (OD) ve gölgede (DS) kurutulan örneklerin toplam fenolik madde miktarları DS'de  $41,27 \pm 2,93$  mg GAE/g, SD'de  $15,14 \pm 2,25$  mg GAE/g ve OD'de  $14,60 \pm 0,86$  mg GAE/g olarak belirlenmiştir. En yüksek flavonoid madde miktarı OD grubunda  $71,99 \pm 2,24$  mg QE/g olarak bulunmuş, IC<sub>50</sub> değeri en küçükten en büyüğe doğru DS'de  $49,47 \pm 2,69$  µg/mL, SD'de  $71,90 \pm 1,69$  µg/mL ve OD'de  $89,81 \pm 3,42$  µg/mL olarak bulunmuştur. *E. cicutarium* bitkisinin kapalı alanda depolanması durumunda gölgede kurutma tekniğinin kullanılmasının avantajlı olacağı ortaya çıkmıştır (Ergün, 2021).

Yapılan bir çalışmada *E. cicutarium* bitkisinin metanol özütüne ait toplam fenolik madde miktarı 1,93 mg GAE/g özüt, toplam flavonoid madde miktarı 0,066 mg RE/g örnek, DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) radikal giderimi % 73,19 ve askorbik asit miktarı değeri de 339,87 mg/L olarak verilmiştir. Fosfomolibdenyum yöntemi ile antioksidan aktivitesi 2,41 µg/TE g, metal şelatlama aktivitesi % 86,13, indirgeme kapasitesi 2,868 absorbans ve CUPRAC değeri 160,78 mg troloks eşdeğeri/g örnek'tir. Toplam antioksidan aktivite ise % inhibisyon ve troloks eşdeğeri olarak hesaplanmış olup, bu değerler sırasıyla %51,40 ve 9,56 µM troloks eşdeğeri/10 g'dır. Fenolik bileşen sonuçlarına göre, en yüksek miktarda tespit edilmiş olan fenolik bileşen naringinin miktarı 1143,89 mg/kg iken; en düşük tespit edilen bileşen ise t-ferulik asit olup miktarı 5,08 mg/kg'dır. Bu çalışma ile *E. cicutarium*'un metanolik özütünün gıda ve tıbbi uygulamalar için faydalı olabileceği sonucuna varılmıştır (Uçan Türkmen ve ark. 2023).

*S. americanum*, eski çağlardan beri gıda ve tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır. Dizanteri, yüksek ateş ve gastrit tedavisinde kullanıldığı gibi, güçlü narkotik özelliklerinden dolayı analjezik ve sakinleştirici olarak da değerlendirilmektedir. Yaprak ve meyvelerinin kaynatılmasıyla elde edilen özütler, karaciğer hastalıklarının hafifletilmesi ve sarılık tedavisinde kullanılmaktadır (Black Nightshade, 2017).

Kordalı ve ark. (2021)'nın bir çalışmasında, Malvaceae (Ebegümeçigiller) familyası üyelerinden, *M. sylvestris* ve *Alcea rosea* L. bitkilerinin antioksidan enzim aktivitesi ile toplam antioksidan, fenolik madde ve besin element içerikleri belirlenmiştir. Toplam karotenoit ve toplam fenolik madde miktarı *M. sylvestris* türüne göre *A. rosea* türünde daha yüksek ölçülmüştür.

Besin içerikleri yönünden en yüksek N, P, Na, Fe ve Mn miktarı *A. rosea* bitkisinde belirlenirken, K, Ca, Mg, Zn ve Cu miktarı ise en yüksek *M. sylvestris* bitkisinde belirlenmiştir. *M. sylvestris* bitkisinin yapılan malondialdehit (MDA) analizinde, MDA değeri 67,65 nmol/g olarak ölçülmüştür. Hidrojen peroksit miktarı 2,96 µmol/g, toplam antioksidan miktarı ise 958,07 µmol TE/g olarak bildirilmiştir. Toplam fenolik madde ise 5,34 mg GAE/g olarak ölçülmüştür. *A. rosea* bitkisinin MDA değeri 106,50 nmol/g olarak ölçülmüştür. Hidrojen peroksit miktarı 3,62 µmol/g, toplam antioksidan miktarı ise 1112,58 µmol TE/g olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik madde 7,92 mg GAE/g olarak ölçülmüştür (Kordalı ve ark., 2021).

Demir ve ark. (2020) tarafından Samsun Salıpazarı'nda doğal olarak yetişen ve gıda olarak tüketilen 11 tür (*Alcea apterocarpa* Boiss., *Rumex crispus* L., *Urtica dioica* L., *Trachystemon orientalis* L. gibi sebzeler, *O. pimpinelloides*, *Smilax excelsa* L., *C. bursa-pastoris* L., *Aegopodium podagraria* L., *Arum italicum* Mill., *Ornithogalum sigmoideum* Freyn et. Sint. ve *Amaranthus retroflexus* L.) üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Çalışmalarında bu bitkilerin protein, prolin, serbest amino asit, süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi, lipid peroksidasyon düzeyi (MDA), glikoz, sakaroz, toplam çözünür karbonhidrat, klorofil, toplam karotenoidler, β-karoten, likopen, flavonoidleri ve antosiyanin içerikleri belirtilmiştir. Yapılan analizler sonucunda incelenen tüm parametreler açısından türler arasında önemli ( $p<0,01$ ) farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (Demir ve ark., 2020).

Hmamou ve ark. (2022)'nin çalışmasında, Fas'ın Taounate bölgesinden temin edilen *P. rhoeas*'ın toplam polifenol içeriği (TPC), toplam flavonoid içeriği (TFC), antioksidan aktivitesi ve antimikrobiyal aktivitesi belirlenmiştir. Kök, gövde, yaprak ve çiçek özütlerinde (sırasıyla RE, SE, LE ve FE) yapılan çalışmalarda en yüksek TPC değerinin yaprak özütünde  $24,240 \pm 4,960$  mg GAE/g, en yüksek TFC değerinin çiçek özütünde  $4,500 \pm 0,072$  mg QE/g olarak ölçüldüğü, antioksidan aktivite açısından en yüksek değer yaprak özütüne ( $6,60 \pm 0,414$  mg/g özüt) ait olduğunu göstermişlerdir (Hmamou ve ark. 2022).

Iyda ve ark., (2019)'nin yaptığı çalışmada yabani turpun (*R. raphanistrum*) besinsel ve kimyasal bileşimi ile biyoaktif potansiyelinin belirlenmesi gerçekleştirilmiştir.

Sonuçlara göre yabani turpun, E vitamini, çoklu doymamış yağ asidi (özellikle a-linolenik asit) ve içinde kaempferol-3,7-O-di- ile on dört farklı fenoliğin tanımlandığı, en bol bulunanın ramnozid olduğu ortaya konulmuştur. Hidroetanolik ve suda kaynatma özütlerinin her ikisinin de birçok gram-pozitif ve gram-negatif bakteriyi inhibe ettiği ve antioksidan aktivite gösterdiği, ancak tümör dışı hücrelere karşı sitotoksikite göstermediği ortaya konulmuştur (Iyda ve ark., 2019).

*R. raphanistrum* bitkisinin topraküstü kısımlarının gıda olarak tüketilmesi Edremit Körfezi kıyı ve iç kesimlerinde oldukça yaygındır. Bitki kalsiyum açısından oldukça zengin olup ayrıca magnezyum, demir, bakır, mangan ve çinko gibi mineralleri de barındırmaktadır (Küçükboyacı ve ark., 2012).

Miere ve ark. (2023)'nın yaptığı bu çalışmada Caryophyllaceae (Karanfilgiller) familyasının bir üyesi olan *Stellaria media* bitkisi, Folin-Ciocalteu ve HPLC-DAD ESI gibi niteliksel ve niceliksel yöntemlerle kimyasal bileşimi açısından ve toplam fenolik içerik açısından değerlendirilmiştir. DPPH ve TEAC yöntemleri yoluyla antioksidan kapasitesi, *E. coli* ve *S. aureus* üzerinde farklı antibiyotiklerle karşılaştırıldığında antimikrobiyal kapasite ve aynı zamanda normal insan dermal fibroblast tipi hücreler üzerinde in vitro sikatrizasyon kapasitesi gibi biyomedikal özellikleri de test edilmiştir. Toplam fenolikler  $21,45 \pm 2,5897$  mg GAE/g kuru ağırlık, DPPH %  $76,58 \pm 2,3347$ , TEAC  $1,5871 \pm 0,5874$   $\mu\text{molTE/g}$  kuru ağırlık olarak verilmiştir. HPLC-DAD ESI analizi yoluyla flavon grubu olan apigenin formları (apigenin apiosil-glukozidler, apigenin-diglukozidler, apigenin-apiosil-glukozil-glukozidler, apigenin-glukozidler, apigenin-glukuronitler) ile luteolin türevleri (luteolin-rutinosid, luteolin-rhamnosit, luteolin-malonil glukozit, luteolin-glukuronid) tanımlanmıştır. Ayrıca hidroksibenzoik asit bileşiği, yani dihidroksibenzoik asit tanımlanmıştır (Miere ve ark., 2023).

İşbilir (2008) tarafından, yaprakları salata ve baharat olarak kullanılan dereotu (*Anethum graveolens*), gelincik (*P. rhoeas*), kuzukulağı (*Rumex acetosella*), tere (*Lepidium sativum*) ve roka (*Eruca sativa*) bitkilerinin antioksidan aktiviteleri çeşitli metotlarla incelenmiştir. Bu amaçla kurutulmuş bitkilerin su (kaynayan su), etanol ve aseton kullanılarak özütleri alınmıştır. Her bir özütün toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivite yöntemleri ile kapasite tayini yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar  $\alpha$ - tokoferol, askorbik asit, BHT ve BHA standart maddeleriyle kıyaslanarak değerlendirilmiştir (İşbilir, 2008).

Toplam fenolik madde tayini sonucu en yüksek miktarlar kuzukulağı ve gelincik özütlelerinde tayin edilmiştir (İşbilir, 2008).

Antioksidan aktivite ve fenolik bileşenler gıdanın bileşiminden, bu bileşenlerin birbirleriyle olan etkileşimlerinden, gıdanın bileşimindeki maddelerin miktarı ve birbirine oranından, uygulanan teknolojik işlemlerden, ısı işlemin süresi ve sıcaklığından, analiz sırasında kullanılan çözücünün tipi ve oranından fazlasıyla etkilenmektedir. Ekstraksiyon çözücüsü, ekstraksiyon metodu ve depolama koşulları gibi deneysel koşullar, proses sırasında uygulanan çeşitli işlemler, metodolojideki farklılıklar ve farklı araştırmacılar tarafından yapılan araştırma sonuçlarının farklı olmasına neden olmaktadır. Isıl işlemin bu biyoaktif bileşikler üzerine etkisini açıklayabilmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Amin ve Lee, 2005).

### 3. MATERYAL VE METOD

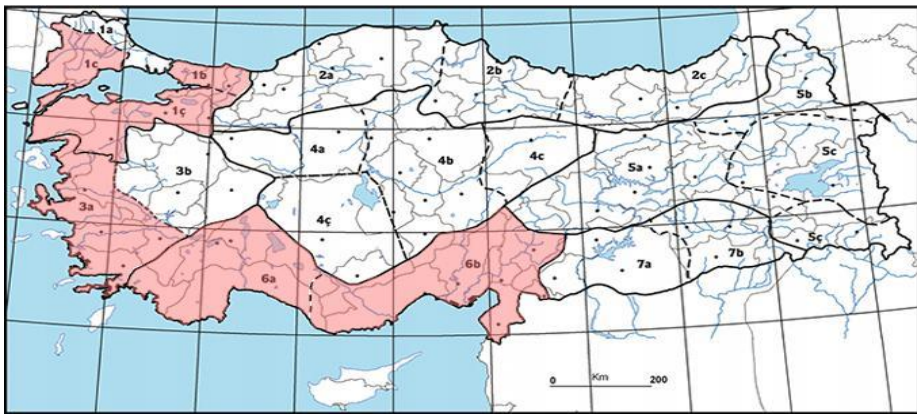
#### 3.1 Çalışmada Kullanılan Bitkiler ve Özellikleri

##### 3.1.1 *Asparagus acutifolius* L. (Asparagaceae)



Şekil 3.1: *A. acutifolius* habitus (solda) ve taze filizleri (sağda).

**Türkiye’deki yayılışı:** Bu tür ülkemizde; Çatalca-Kocaeli Bölümü (1b), Ergene Bölümü (1c), Güney Marmara Bölümü (1ç), Asıl Ege Bölümü (3a), Antalya Bölümü (6a) ve Adana Bölümü (6b)’ de doğal yayılış göstermektedir. Şekil 3.2’ de türün ülkemizdeki yayılış haritası gösterilmiştir.



Şekil 3.2: *A. acutifolius* türünün ülkemizdeki yayılış haritası (Güner ve ark. 2012).

**Türkçe adı:** Tilkişen

**Yöresel Adı:** Tatlı filiz, çıtırgı, kuşkonmaz

**Çiçeklenme dönemi:** Ağustos- Eylül

**Habitat ve yükseklik:** Çam korulukları, maki, boş araziler, yol kenarları, 1-1525 m.

Çalimsı, tırmanıcı, gövdesi çok dallanmış, 1-1,5 m boylanabilen, lup altında bakıldığında ince kahverengi çizgilere sahip yeşilimsi ve papilli bitkilerdir. Pulu yapraklar tabanda 3-6 mm boyunda kuvvetli dikensi mahmuzları taşır. Çiçekler çoğunlukla yan dallarda tek, sarı renkli ve rotat şeklindedir. Meyveleri önce yeşil olup olgunlaşınca siyah renk alır. Bitkinin genç sürgünleri gıda olarak tüketilir (Güvenç, 1996).

**Yöresel kullanımları:** Bitkinin taze filizleri haşlanarak tüketildiği gibi çiğ olarak da tüketilmektedir.

**Literatürdeki kullanımı:** Barsak yumuşatıcı, idrar söktürücü, antialerjik, soğuk algınlığı giderici olarak kullanılmakla birlikte sarılık ve nefritte de kullanılmaktadır. Perge'de (Antalya) kladotların ezilerek yara tedavisinde kullanıldığı bildirilmiştir. Ayrıca tohumları emboli ve arteriosklerozisde; kökleri romatizmal hastalıklarda, kan temizleyici ve karaciğer hastalığında kullanılmaktadır. Topraküstü kısımları kaynatılarak kalp hastalıklarında ve diş ağrısında kullanılmaktadır (Güvenç, 1997; Baytop, 1999; Polat, 2010; Polat ve Satıl, 2012; Polat ve ark., 2013).

**İçeriği:** Rutin, luteolin, izoramnetin-3-D-glikozit, sarsasapogenin içerir (Güvenç, 1997).

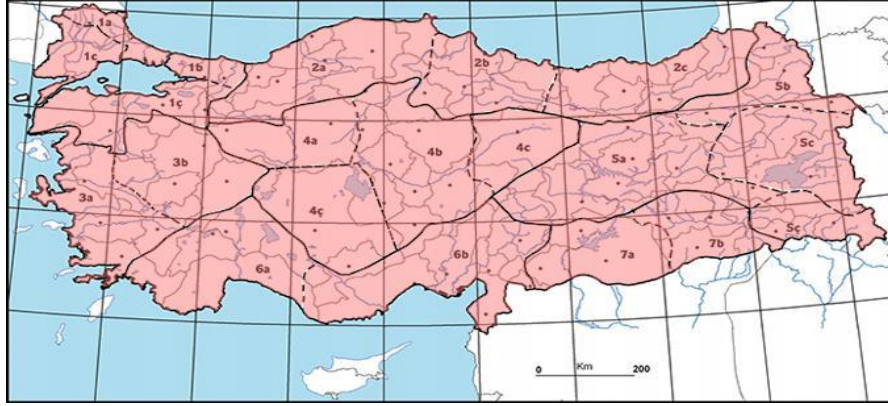
### 3.1.2 *Capsella bursa-pastoris* L.(Medik) (Brassicaceae)



**Şekil 3.3:** *C. bursa-pastoris*; habitus (soldaki), taze taban yaprakları (sağda).



**Türkiye’deki yayılışı:** Bu tür ülkemizin tüm bölgelerinde doğal yayılış göstermektedir. Şekil 3.4’te türün ülkemizdeki yayılış haritası gösterilmiştir.



**Şekil 3.4:** *C. bursa-pastoris* türünün ülkemizdeki yayılış haritası (Güner ve ark., 2012).

**Türkçe adı:** Çobançantası

**Yöresel adı:** Kuşotu

**Çiçeklenme dönemi:** Ocak- Aralık

**Habitat ve yükseklik:** Ekili alan, boş alan; 0-2000 m.

Geniş yayılış gösteren tek veya iki yıllık, 5-65 cm. boyunda otsu bitkilerdir. Tabanda yer alan yaprakları rozet şeklinde, keman gövdesi gibi parçalı veya tamdır. Gövdenin üst tarafında yer alan yapraklar ise sivri kulak memesi gibi ekleri ile gövdeyi sararlar. Beyaz veya pembe renkli çiçeklidir. Meyve basık, yassı ve üçgen şeklindedir (silikula). Tohumları, elips şeklinde açık kahve renklidir (Hedge, 1965).

**Yöresel kullanımları:** Bitkinin taze taban yaprakları gıda olarak tüketilir. Kurutulmuş yaprağından hazırlanan çay, rahim kanamalarında kan durdurucu olarak kullanılmakla birlikte bitkinin tamamı mide, bağırsak, akciğer ve böbrek hastalıklarında kullanılmaktadır. Kan dolaşımını düzenleyici, tansiyonu düşürücü, idrar söktürücü ve antimikrobiyal özelliğe sahiptir. Yaprakları baş ağrısı için haricen kullanılmaktadır. Kanser hastalığının tedavisinde kullanılmaktadır (Koç, 2002; Polat ve ark., 2013).

**İçeriği:** Yeşil kısmı; hisopin, kolin, saponin, nikotin, bursin alkaloiti, asetil kolin, elma ve limon asitleri, kükürt, uçucu yağ, C ve K vitamini içermektedir (Koç, 2002; Şenkardeş, 2014).

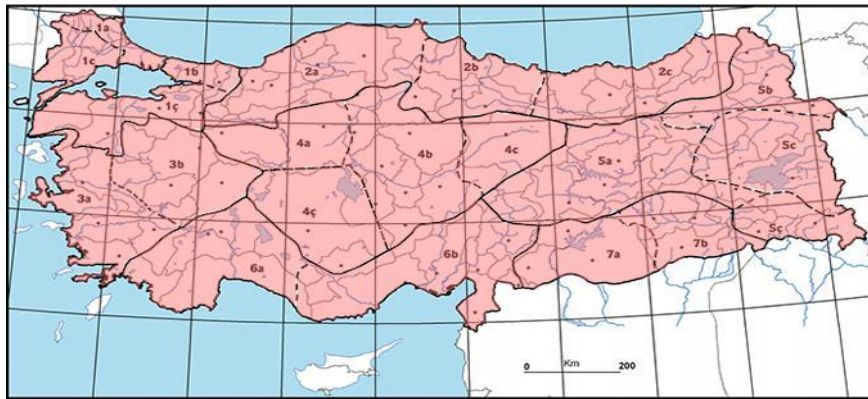
Tiramin, asetilkolin, kolin, histamin, prolin, kuersetin, rutin, diosmetol, luteolin ve glikozitleri, hesperetin, diosmozit, sinigrin, kafur, karotenoitler, arginin, lösin, metionin, sülfonik, fumarik, aspartik, oksalik, tartarik, malik, pirüvik, glutamik, bursik asit, kafeik asit türevleri, sorbitol, adenitol, mannitol bulunmaktadır (Koç, 2002; Şenkardeş, 2014).

### 3.1.3 *Erodium cicutarium* (L.) L Hér. (Geraniaceae)



Şekil 3.5: *E. cicutarium*; habitus (solda), taban yaprakları (sağda).

**Türkiye’deki yayılışı:** Bu tür ülkemizin tüm bölgelerinde doğal yayılış göstermektedir. Şekil 3.6’da türün ülkemizdeki yayılış haritası gösterilmiştir.



Şekil 3.6: *E. cicutarium* türünün ülkemizdeki yayılış haritası (Güner ve ark., 2012).

**Türkçe Adı:** İğnelik

**Yöresel Adı:** İğnelik

**Çiçeklenme dönemi:** Mart-Mayıs

**Habitat ve yükseklik:** Boş alanlar, yol kenarları, tarlalar; 50-1300 m.

Tek yıllık otsu gövdesi olan bitkinin ilkbahara kadar çok kısa olmasına rağmen boyu 40 cm ye kadar gelişebilmektedir. Taban yaprakları pinnat parçalı olup yaprakçıklar oval-dikdörtgenimsi şekilde 4-10 mm, derin pinnatifit, tam veya birkaç dişli segmentlidir. Gövde yapraklarındaki yaprakçıklar derin 1-2 pinnatifit olup stipuller genellikle ovaldir. Sepaller 4-5 mm uzunluğunda, meyve 7 mm çapında, kılçık 0,2-0,5 mm olup genellikle bir veya daha fazla uzun terminal kıl taşır. Petaller oval, üst üste binmeyen ve leylak rengi veya pembe renkli olup sepallerin 1,5-2 katıdır. Meyve gagası 2,5 - 3.5 cm uzunluğundadır (Davis, 1965-1985).

**Yöresel Kullanımları:** Bitkinin taze topraküstü kısımları haşlanarak tüketilmekte; çiğ salatalarda ve börek içlerinde kullanılmaktadır.

**Literatürdeki Kullanımı:** Kanamayı durdurucu, kabızlığı giderici olarak ve hemoroit tedavisinde kullanıldığı belirtilmiştir. *E. cicutarium* dünyanın pek çok yerinde tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Arjantin ve Şili gibi Güney Amerika ülkelerinde Mapuche yerli halkı tarafından dermatolojik hastalıklarda kullanıldığı gibi Ekvador'da da solunum yolu hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır (Estomba ve ark., 2006; Molares ve Ladio, 2009; Polat, 2010; Ergün, 2021).

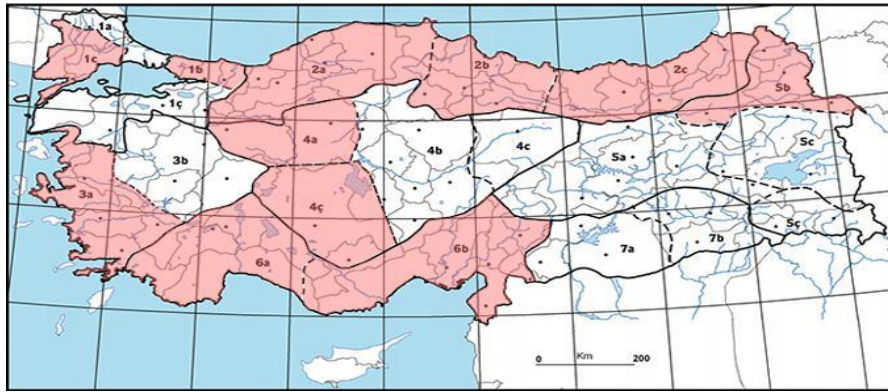
Ayrıca, *E. cicutarium*'un infüzyonu grip, kalp hastalıkları ile mide ağrısının giderilmesinde ve tansiyon dengeleyici olarak kullanıldığı belirtilmiştir. Bitkinin tamamının kaynatılması ile elde edilen suyu metroraji (ara kanama) ve ödem giderici olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde *E. cicutarium*'un toprak üstü kısımlarının infüzyonu ile dekoksiyonu şeker hastalığında ve gaz giderici olarak kullanılmaktadır. Çiçek ve yapraklarının infüzyonu kabızlıkta kullanılmaktadır (Al-douri, 2000; Bussmann ve Sharon., 2006; Cakılcıoğlu ve Türkoğlu, 2010).

### 3.1.4 *Malva sylvestris* L. (Malvaceae)



**Şekil 3.7:** *M. sylvestris*; habitus (solda), taze yaprakları (sağda).

**Türkiye’deki yayılışı:** Bu tür ülkemizin (1b) Çatalca-Kocaeli Bölümü, (1c) Ergene Bölümü, (2a) Batı Karadeniz Bölümü, (2b) Orta Karadeniz Bölümü, (2c) Doğu Karadeniz Bölümü, (3a) Asıl Ege Bölümü, (4a) Yukarı Sakarya Bölümü, (4ç) Konya Bölümü, (5b) Erzurum-Kars Bölümü, (6a) Antalya Bölümü, (6b) Adana Bölümü’nde doğal yayılış göstermektedir. Şekil 3.8’de türün ülkemizdeki yayılış haritası gösterilmektedir.



**Şekil 3.8:** *M. sylvestris* türünün ülkemizdeki yayılış haritası (Güner ve ark., 2012).

**Türkçe Adı:** Ebegümeçi

**Yöresel Adı:** Ebe gömeçi, develik

**Çiçeklenme dönemi:** Mayıs-Ekim

**Habitat ve yükseklik:** Tarlalar, çalılıklar, açık alanlar; 0-1500 m.

İki veya çok yıllık, sürgünleri silindirik, sarkık ya da dik duran otsu bitkilerdir. Uzun tüylü ve yumrulu yapıdadır. Yapraklar 5-7 loblu, hemen hemen yuvarlak, kenarları dilimli dişli, seyrek tüylü veya çıplaktır. Uzun saplı ve ışınsal damarlıdır. Çiçekler 3-5 cm uzunluğunda olup yaprak koltuklarında demetler halinde bulunur. Epikaliks 3 segmentlidir. Taç yapraklar sığ olarak 3-5 loblu veya kertikli, pembe ya da leylak renklidir. Meyve, 10 parçaya ayrılan bir şizokarptır. Merikarplar çıplak veya tüylü olup, hemen hemen buruşuk yapıdadır (Davis ve ark., 1988; Koç, 2002).

**Yöresel kullanımları:** Yaprakları ve genç sürgünleri gıda olarak tüketilmekte, kurutulan yaprakları ve çiçekleri çay olarak içilmekte, tohumları ve kökü halk ilacı olarak kullanılmaktadır. Lapası haricen çiban olgunlaştırıcı ve yaralı bölgelerde ağrı kesici olarak kullanılmaktadır. Egzamada haricen, solunum ve sindirim sistemi tahrişlerinde dahilen kullanılmaktadır. Ses kısılması, öksürük, anjin ve bronşitte dahilen, ağız ve bademcik iltihaplarına karşı gargara şeklinde kullanılmaktadır. Bağırsak enfeksiyonlarına ve nefes darlığına karşı kullanıldığı gibi, göz iltihabını temizlemede, damar iltihaplanmasında, akciğer ve mesane hastalıklarında, arı sokmalarında, zehirlenmelerde kullanılmaktadır (Koç, 2002; Polat ve Satıl, 2012).

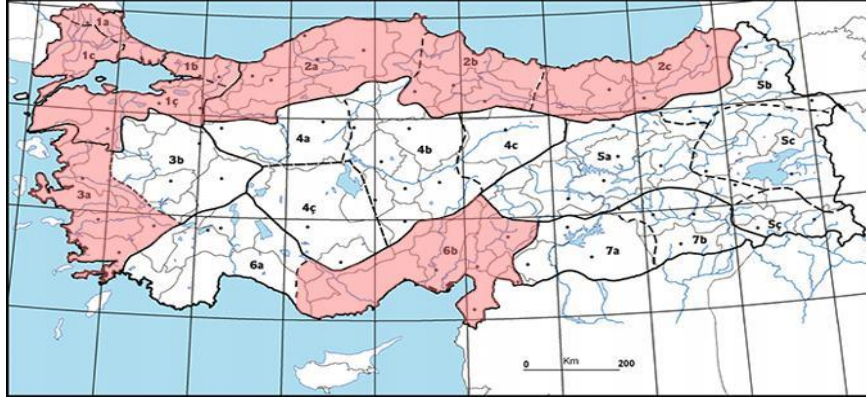
**İçeriği:** % 15-20 müsilaj, glikoz ve pektin taşımaktadır (Baytop, 1999).

### 3.1.5 *Oenanthe pimpinelloides* L. (Apiaceae)



**Şekil 3.9:** *O. pimpinelloides*; habitus (solda), taze toprak üstü kısmı (sağda).

**Türkiye’deki yayılışı:** Bu tür ülkemizin 1a) Istranca Bölümü, (1b) Çatalca-Kocaeli Bölümü, (1c) Ergene Bölümü, (1ç) Güney Marmara Bölümü, (2a) Batı Karadeniz Bölümü, (2b) Orta Karadeniz Bölümü, (2c) Doğu Karadeniz Bölümü, (3a) Asıl Ege Bölümü, (6b) Adana Bölümü’nde doğal yayılış göstermektedir. Şekil 3.10’da türün ülkemizdeki yayılış haritası gösterilmektedir.



**Şekil 3.10:** *O. pimpinelloides* türünün ülkemizdeki yayılış haritası (Güner ve ark., 2012).

**Türkçe adı:** Delimaydanoz

**Yöresel adı:** Alan maydonozu

**Çiçeklenme dönemi:** Nisan- Temmuz

**Habitat ve yükseklik:** Bataklık alanlar, göl kıyıları; dere kenarları 0-1300 m.

Dik dallanmış, tüsüz, gövdelerinin içi dolu ve köşeli çizgili olan 100 cm’ye kadar uzunluğa sahip çok yıllık çalılardır. Kökler gövdenin tabanından uzakta ovoid yumruludur. Taban yaprakları ovat üçgenimsi formda, 3–4 pinnat, 22 × 10 cm’ye kadar boyutlarda; uçtaki segmentler ovat, loblu veya dişli, çok nadiren linear, 11 × 8 mm’ye kadar boyutlardadır. Gövde yapraklarının uçtaki segmentleri lineardır. Umbellalar uçta ya da yaprakların karşısındadır. Işınlar 6–15, az çok eşit, 2,5 cm’ye kadar uzunlukta, meyve zamanında kalınlaşmıştır. Brakteler 1–5, 11 × 0,5 mm’ye kadar boyutlardadır. Brakteoller 12–20, 6 × 0,3 mm boyutlarındadır. Küçük umbellalar 30–60 çiçeklidir. Meyve silindirik, 3–4 mm uzunlukta; stilus 3 mm uzunlukta; stilopodyum düz-konik şekildedir (Hedge ve Lamond, 1972).

**Yöresel kullanımları:** Toprak üstü kısımları çiğ olarak ve birkaç dakika haşlanarak salata şeklinde ya da yağda kavrulup yemek şeklinde tüketilmektedir.

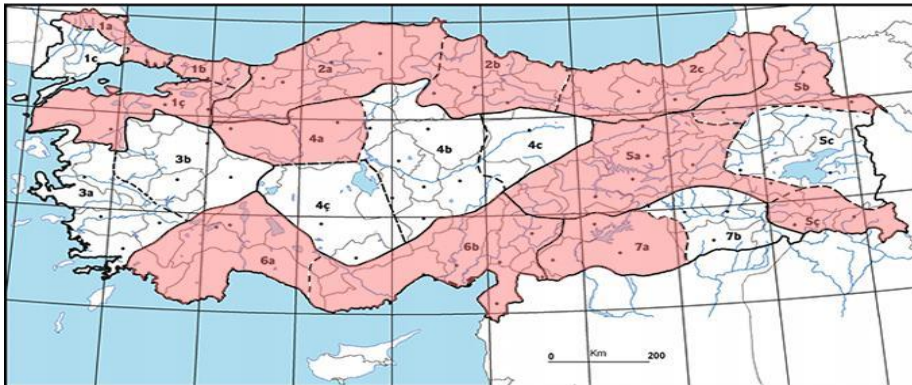
**Literatürdeki Kullanımı:** Bitki, tansiyon düşürücü, ağrı kesici ve bağırsak kurtlarına karşı kullanılmaktadır. Ayrıca, gıda olarak tüketilmekte ve turşu yapımında kullanılmaktadır (Gürdal, 2010; Polat, 2010).

### 3.1.6 *Papaver rhoeas* L. (Papaveraceae)



**Şekil 3.11:** *P. rhoeas*; habitus (solda), taze topraküstü kısımları (sağda).

**Türkiye’deki yayılışı:** Bu tür ülkemizin (1a) Istanca, (1b) Çatalca-Kocaeli, (1ç) Güney Marmara, (2a) Batı Karadeniz, (2b) Orta Karadeniz, (2c) Doğu Karadeniz, (4a) Yukarı Sakarya, (5a) Yukarı Fırat, (5b) Erzurum-Kars, (5ç) Hakkari, (6a) Antalya, (6b) Adana, (7a) Orta Fırat Bölümleri’nde doğal yayılış göstermektedir. Şekil 3.12’de türün ülkemizdeki yayılış haritası gösterilmektedir.



**Şekil 3.12:** *P. rhoeas* türünün ülkemizdeki yayılış haritası (Güner ve ark., 2012).

**Türkçe Adı:** Gelincik

**Yöresel Adı:** Gelincik

**Çiçeklenme Dönemi:** Mart- Ağustos

**Habitat ve yükseklik:** Tarlalar, boş alanlar; 0-1400 m.

Geniş bir yayılma alanına sahip tek yıllık otsu bitkilerdir. Gövdesi dik ve tüylü, yaprakları mavimsi renklidir, boyu 90 cm'e kadar ulaşabilir. Dalların ucunda bulunan çiçekleri genellikle koyu kırmızı renkte olup dip kısmı siyah lekeli veya lekesizdir. Çiçekler döküldükten sonra kalan meyveleri tüysüz ve fiçı biçiminde çok tohumlu bir kapsüldür (Cullen, 1965).

**Yöresel kullanımları:** Taban yaprakları çiğ salata olarak, haşlanarak veya toprak üstü kısımları böreklere eklenerek tüketilmektedir. Ayrıca, bitkinin topraküstü kısımları küçük çocuklarda vücutta çıkan kırmızı lekere karşı kullanılmaktadır (Polat, 2010; Polat ve Satıl, 2012).

**Literatürdeki kullanımı:** Gelinciğin yeşil kısımlarından, tohumlarından ve kırmızı taç yapraklarından yararlanır. Taban yaprakları gıda olarak tüketilir. Çiçeklerinden şerbet yapılır. Nezle, bronşit ve soğuk algınlığında kullanılır, balgam söktürücüdür, uykusuzluğa karşı etkilidir (Zeybek ve Zeybek, 2002; Kültür, 2007).

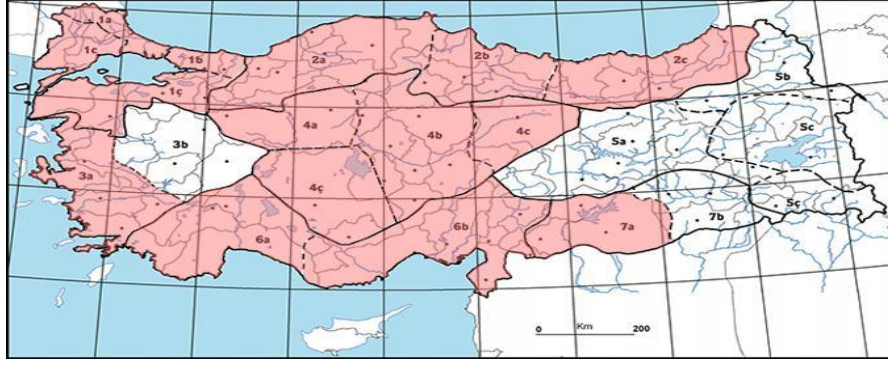
### 3.1.7 *Raphanus raphanistrum* L. (Brassicaceae)



**Şekil 3.13:** *R. raphanistrum*; habitus (solda), taban yaprakları (sağda).



**Türkiye’deki yayılışı:** Bu tür ülkemizin (1a) Istanca, (1b) Çatalca-Kocaeli, (1c) Ergene, (1ç) Güney Marmara, (2a) Batı Karadeniz, (2b) Orta Karadeniz, (2c) Doğu Karadeniz, (3a) Asıl Ege, (4a) Yukarı Sakarya, (4b) Orta Kızılırmak, (4c) Yukarı Kızılırmak, (4ç) Konya, (6a) Antalya (6b) Adana ve (7a) Orta Fırat Bölümleri’nde doğal yayılış göstermektedir. Şekil 3.14’te türün ülkemizdeki yayılış haritası gösterilmektedir.



**Şekil 3.14:** *R. raphanistrum* türünün ülkemizdeki yayılış haritası (Güner ve ark., 2012).

**Türkçe Adı:** Eşekturpu

**Yöresel Adı:** Turpotu

**Çiçeklenme dönemi:** Mart- Mayıs

**Habitat ve yükseklik:** Nadas tarla, ekili alan, kumlu tarla; 0-400 m.

Tek yıllık tuberli otsu bitkilerdir. Çoğunlukla tabandan dallanan, 15–50 cm uzunlukta, sert tüylü, dik dallıdır. Taban yaprakları saplı ve lirattır. Gövde yapraklarından alttakiler saplı; en üsttekiler sapsız ve tamdır. Petaller sarı, beyaz renkte, 14–17 × 4–8 mm boyutlarında, çoğunlukla koyu renk damarlıdır. Meyve sapları, 10–30 mm uzunlukta ve dik-yükselcidir. Meyve lomentum olup 1,4–6,5 cm × 3–7 mm boyutlarındadır. Tohumlar genellikle retikulattır (Hedge, 1965).

**Yöresel kullanımları:** Bitkinin dip yaprakları çiğ salata ve haşlanarak yemek olarak tüketilir. Bitkinin dip yaprakları haşlanıp gaz söktürücü olarak yenilir (Polat, 2010).

**Literatürdeki kullanımı:** Yaprakları; iştah açıcı olarak, ayak kokusu ve pişiklerinin giderilmesinde, kökleri; iştah açıcı olarak, toprak üstü kısmı; hazımsızlıkta kullanılmaktadır. Ayrıca sabun eldesinde, ergenlik sivilcelerine ve bronşite karşı kullanılmaktadır (Gürdal, 2010; Polat, 2010).

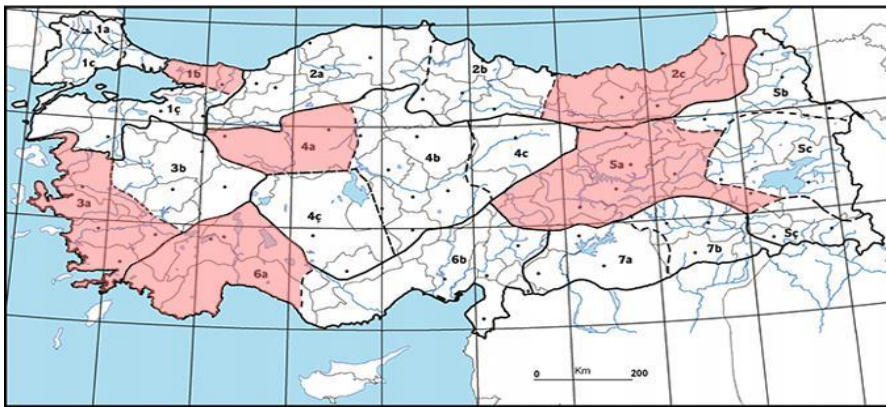
**Kimyasal Bileşimi:** Beta-karoten, kafeik asit, ferulik asit, *p*-kumarik asit, fitosterol, rafanusin, sinapik asit, sinigrin (Eşiyok ve ark., 2004).

### 3.1.8 *Solanum americanum* Mill. (Solanaceae)



**Şekil 3.15:** *S. americanum*; habitus (solda), taze yaprakları (sağda).

**Türkiye’deki yayılışı:** Bu tür ülkemizin (1b) Çatalca-Kocaeli Bölümü, (2c) Doğu Karadeniz Bölümü, (3a) Asıl Ege Bölümü, (4a) Yukarı Sakarya Bölümü, (5a) Yukarı Fırat Bölümü, (6a) Antalya Bölümü’nde doğal yayılış göstermektedir. Şekil 3.16’da türün ülkemizdeki yayılış haritası gösterilmektedir.



**Şekil 3.16:** *S. americanum* türünün ülkemizdeki yayılış haritası (Güner ve ark., 2012).

**Türkçe Adı:** İtüzümü

**Yöresel Adı:** İstifno, domatotu

**Çiçeklenme dönemi:** Haziran- Kasım

**Habitat ve yükseklik:** Çakıllı yerler, kumullar, nehir kenarları, yol kenarları, ekilmiş yerler; 0-1500 m.

Tek yıllık, 10-70 cm kadar büyüeyebilen gövdeleri dallı ve köşeli otsu bitkilerdir. Gövde saplı glandular tüylü veya tüysüz, kurduğunda genellikle siyahımsı renktedir. Yaprak laminası 10x7 cm, oval veya oval-eşkenar dörtgenimsi, kenarları tam veya dişli, saplı, her iki yüzeyi piloz, almaşlı dizilişlidir. Çiçekler kimozlarda veya nadiren tektir. Beyaz veya açık leylak renkli çiçeklidir. Meyve bakka olup 7-10 mm boyutlarında, küçük siyah renklidir (Baytop, 1978).

**Yöresel kullanımları:** Yaprakları salata olarak, haşlanılıp kabak ve sarımsakla birlikte yemek olarak, veya domates ve soğan ile pişirilerek tüketilmektedir.

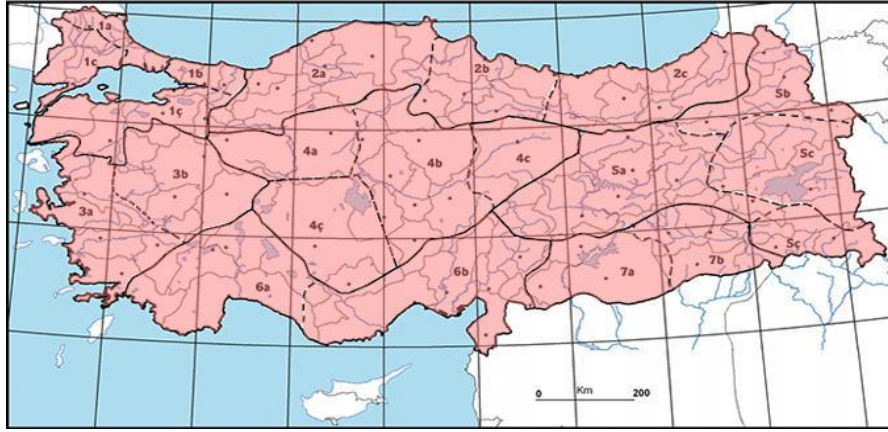
**Literatürdeki kullanımı:** Yatıştırıcı ve ağrı kesici olarak, ağızdaki yaralara karşı, gıda olarak, şişkinlik ve ağrılara karşı kullanıldığı kayıtlarda yer almaktadır (Eşen, 2008; Polat, 2010).

### 3.1.9 *Stellari media* L.(Vill.) (Caryophyllaceae)



**Şekil 3.17:** *S. media*; habitus (solda), taze torak üstü kısmı (sağda).

**Türkiye’deki yayılışı:** Bu tür ülkemizin tüm bölgelerinde doğal yayılış göstermektedir. Şekil 3.18’de türün ülkemizdeki yayılış haritası gösterilmektedir.



**Şekil 3.18:** *S. media* türünün ülkemizdeki yayılış haritası (Güner ve ark., 2012).

**Türkçe Adı:** Kuşotu

**Yöresel Adı:** Cicibücü

**Çiçeklenme dönemi:** Nisan-Haziran

**Habitat ve yükseklik:** Bahçelerde, boş alanlarda, 10-2500 m.

Yayılan veya zayıf olarak dik gelişen tek yıllık otsulardır. Alt yapraklar saplı, kalpsi veya ovaldır. Daha üstteki yapraklar kısa saplı veya sapsız olup genellikle alttakilerden daha büyüktür. Çiçek durumu genellikle yoğun dallı, bazen umbellalarda, veya nadiren gevşek ve çok dallı durumdadır. Sepaller 3-7 mm olup geniş keskin uçlu, tüysüz veya tüylüdür. Genellikle 5 olan petaller sepallerin boyunu geçmez, bazen çok küçük veya yoktur. Stamenler 3-10 kadardır. Stilus 3'tür. Kapsül valfleri kaliksi biraz aşar ve neredeyse tabana kadar bölünmüştür. Kozmopolit bir türdür (Coode,1967).

**Yöresel Kullanımları:** Toprak üstü kısımları haşlanarak, yağda soğanla kavurularak veya börek içinde tüketilir. Bitkinin toprak üstü kısımları ayrıca çiğ salata olarak tüketilir.

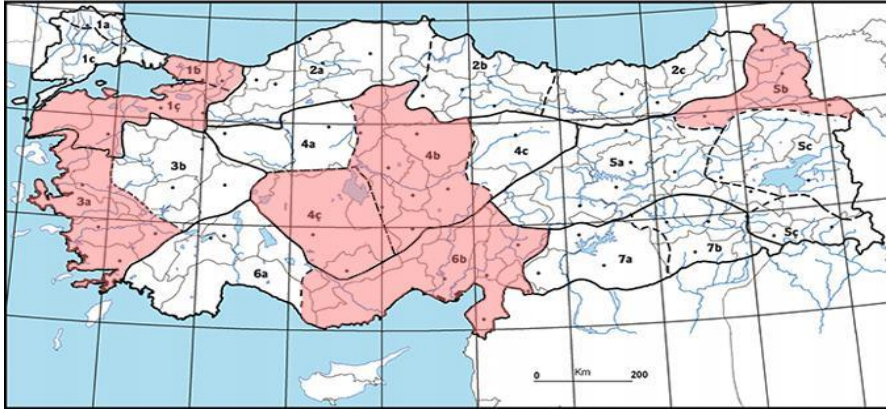
**Literatürdeki kullanımı:** İdrar ve balgam söktürücü olarak, haricen yara iyileştirici olarak kullanılmaktadır (Polat, 2010).

### 3.1.10 *Urtica urens* L. (Urticaceae)



**Şekil 3.19:** *U. urens*; habitus (solda), toprak üstü kısmı (sağda).

**Türkiye’deki yayılışı:** Bu tür ülkemizin (1b) Çatalca-Kocaeli Bölümü, (1ç) Güney Marmara Bölümü, (3a) Asıl Ege Bölümü, (4b) Orta Kızılırmak Bölümü, (4ç) Konya Bölümü, (5b) Erzurum-Kars Bölümü, (6b) Adana Bölümü’nde doğal yayılış göstermektedir. Şekil 3.20’de türün ülkemizdeki yayılış haritası gösterilmektedir.



**Şekil 3.20:** *U. urens* türünün ülkemizdeki yayılış haritası (Güner ve ark., 2012).

**Türkçe Adı:** Cılağan

**Yöresel Adı:** Akıllı ısırğan, ısırğanotu

**Çiçeklenme Dönemi:** Nisan-Haziran

**Habitat ve yükseklik:** Boş alanlar, tarlalar; 0-1000 m.

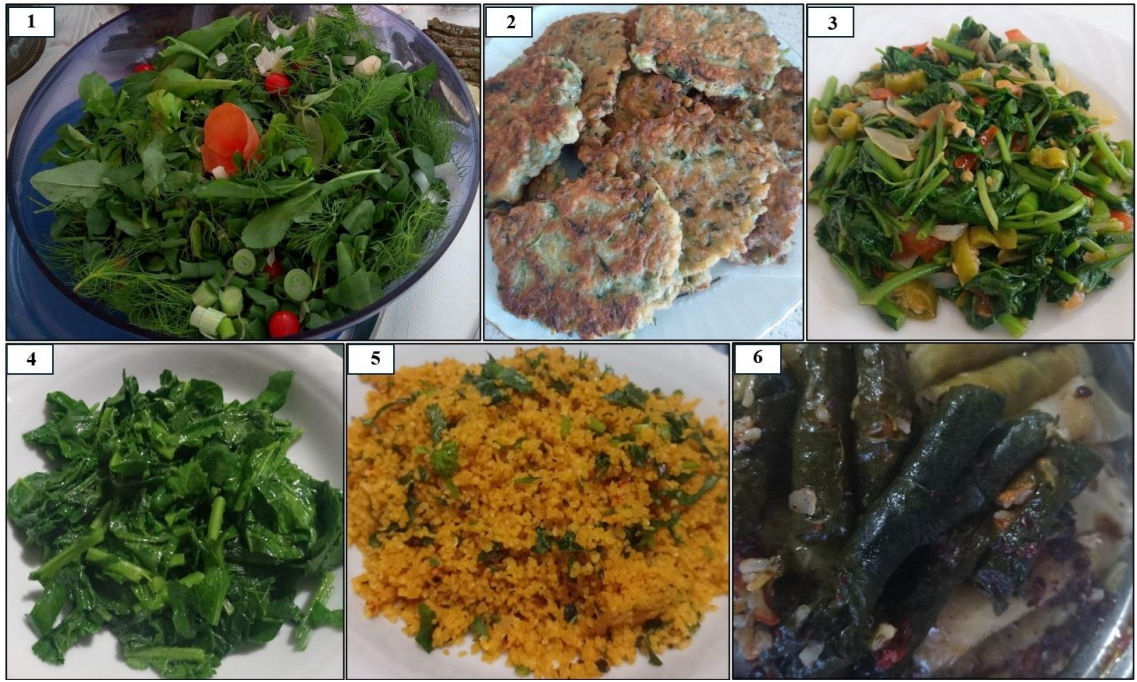
Monoik, tek yıllık, otsu bir bitkilerdir. Boyu 10-60 cm arasında olabilir. Yaprakları, eliptik ya da oval şekillerde, 2-4 cm uzunlukta, kenarları keskin veya kaba dişli, açık yeşil renkli, saplı, yakıcı tüylüdür. Çiçekler yeşil renkli, küçük ve tek evciklidir. Meyve merkezi tüysüz, kenarları tüylüdür (Townsend, 1982).

**Yöresel Kullanımı:** Bitkinin topraküstü kısımları haşlanarak ya da kavurularak gıda amaçlı tüketilir. Topraküstü kısımlarının infüzyonu romatizmal eklem ağrısının giderilmesinde, dekoksasyonu diyabette kullanılmaktadır. Harici olarak dekoksasyonu saç dökülmesine karşı kullanılmaktadır. Lapası romatizma ağrısını gidermek amacıyla ağrıyan bölgelere uygulanmaktadır.

**Literatürdeki kullanımı:** Topraküstü kısımları üriner sistem hastalıklarında, antiinflamatuvar olarak, böbrek taşı oluşumunu önleyici ve tedavi edici olarak kullanılır. Ayrıca topraküstü kısımlarından yapılan çayı kan şekerini düşürmesi nedeniyle diyabette kullanılmaktadır. Artrit, artroz ve romatoid artrit tedavisinde, sabah tutukluğunu giderici olarak, emzirme döneminde süt salgısını arttırıcı olarak kullanılmaktadır. Tohumu, idrar sökücü, romatizma ağrılarını kesici, kabızlık giderici, ateş düşürücü, adet sökücü, kurt düşürücü etkiye sahiptir. Yaprakları Ege Bölgesi'nde sebze olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bronşit tedavisinde, açık veya cerrahi yaraların tedavisinde, egzama tedavisinde, prostat hastalığı tedavisinde, bel ağrısının giderilmesinde, siyatik ve kanser tedavisinde kullanıldığı da bildirilmektedir (Baytop 1999; Çubukçu ve ark., 2002; Şenkardeş, 2014).

**Kimyasal Bileşimi:** Topraküstü kısımları özellikle kalsiyum, potasyum ve silisik asit tuzları gibi mineral tuzlar taşır. Yaprakları mineral tuzlar, karotenoitler, fenolik bileşikler, triterpenler ve steroller içerir. Yaprak ve gövde epidermasında bulunan yakıcı (emergens) tüylerde organik asitler (formik asit), histamin, asetilkolin benzeri biyojen aminler bulunur. Cilde temas ettiğinde, emergens tüylerin başı kırılır ve histamin ile formik asidin ciltte ağrılı kaşıntıya neden olduğu belirtilir. Tohumlar ise  $\alpha$ - tokoferol,  $\beta$ -karoten, lutein ve violaksantin gibi karotenoit bileşenlerin yanı sıra %30 oranında sabit yağ (%74-84 linoleik asit) içerir (Çubukcu ve ark., 2002; ESCOP, 2003; Mzid ve ark., 2017).

İnci Aladı ve ark. (2022) tarafından yapılan bir çalışmada Edremit Körfezi kıyı kesimlerinde yemeklerde kullanımı en fazla taksona sahip familyalar; Asteraceae (10 takson), Brassicaceae (7 takson) ve Amaranthaceae (5 takson) iken en fazla taksona sahip olan cinslerin Rumex (3 takson) ve Urtica (3 takson) olduğu bildirilmiştir. Kaynak kişiler tarafından verilen beyanlarda doğal bitkileri 19 farklı yemek çeşitinde kullandıklarını ve bunların kavurma (36 bitkiden), otlu yemek (24 bitkiden), salata (22 bitkiden), çırpma (3 bitkiden), akıtma (1 bitkiden) ve dolma (1 bitkiden) çeşitleri şeklinde yapıldığı belirtilmiştir (İnci Aladı ve ark., 2022).



**Şekil 3.21:** Bitkilerden yapılan yemekler, 1- karışık ot salatası, 2- karışık otlardan mücver, 3- istifno yemeği, 4-Turpotu haşlama, 5- karışık otlu kısır, 6- develik sarma ve karışık otlu lahana sarması.

Çalışmamızda kullandığımız bu bitkilerden Edremit Körfezi kıyı kesimlerinde yaşayan halk tarafından yapılan birkaç yemek çeşiti şekil 3.21’de gösterilmiştir.

## 3.2 Materyaller

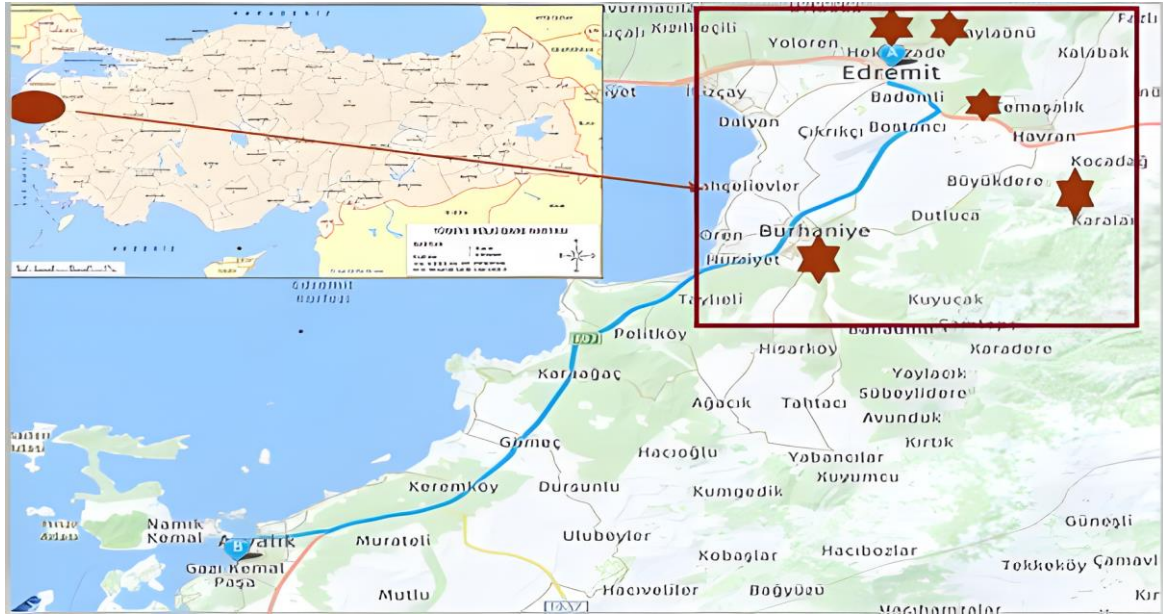
### 3.2.1 Bitki Materyalleri

Çalışmada kullanılan bitkiler taze olarak hem Edremit Körfezi’nde kurulmakta olan pazar yerlerinden hem de yöredeki tarla ve dağlardan toplanarak temin edilmiştir.

Bitkilerin taze yaprak ve topraküstü kısımları kullanılmıştır. Bitkilerin familyası, tür adı ve toplanma lokaliteleri Tablo 3.1 de verilmiştir. Bitki örneklerinin teşhisleri Türkiye Florası'ndan faydalanılarak Prof. Dr. Selami SELVİ tarafından yapılmıştır. Teşhisi yapılan bitki örnekleri etiketlenerek herbaryum örneği olarak Altınoluk Meslek Yüksekokulu Botanik Laboratuvarı'nda muhafaza edilmektedir.

**Tablo 3.1:** Bitkilerin toplayıcı numaraları ve lokaliteleri.

Familya adı	Tür adı/Toplayıcı no	Toplanma lokaliteleri
Apiaceae	<i>O. pimpinelloides</i> /HIA 139	Balıkesir, Edremit, Tepeoba Mah.
Asparagaceae	<i>A. acutifolius</i> /HIA 112	Balıkesir, Havran, Ortaoba Mah.
Brassicaceae	<i>C. bursa-pastoris</i> /HIA 105	Balıkesir, Havran, Küçükdere Mah.
Brassicaceae	<i>R. raphanistrum</i> /HIA 102	Balıkesir, Havran, Çamdibi Mah.
Caryophyllaceae	<i>S. media</i> /HIA 110	Balıkesir, Havran, Küçükdere mah.
Geraniaceae	<i>E. cicutarium</i> /HIA 94	Balıkesir, Burhaniye
Malvaceae	<i>M. sylvestris</i> /HIA 99	Balıkesir, Burhaniye
Papaveraceae	<i>P. rhoeas</i> /HIA 132	Balıkesir, Havran, Küçükdere Mah.
Solanaceae	<i>S. americanum</i> / HIA 78	Balıkesir, Havran, Küçükdere Mah.
Urticaceae	<i>U. urens</i> /HIA 114	Balıkesir, Havran, Küçükdere Mah.



**Şekil 3.22:** Bitkilerin toplanma bölgeleri.



### 3.2.2 Antioksidan Aktivite Çalışmasında Kullanılan Kimyasallar

**Folin Ciocalteu ayıracağı:** Folin ciocalteu (Sigma-aldrich, 47641) hazır olarak satın alındı.

**%1 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>:** 1g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Sigma-Aldric, S7795) tartılıp distile suda çözüldü ve distile su ile balon jojede 100 mL'ye tamamlandı.

**0,1 mM DPPH Çözeltisi:** 0,0039 mg 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH, AB 211798) Sigma D9132 tartılarak 10 mL metanolde (Sigma-aldrich 24229) çözüldü ve balon jojede metanolle 100 mL'ye tamamlandı.

**%5 NaNO<sub>2</sub>:** 5 g tartılan NaNO<sub>2</sub> (NaNO<sub>2</sub>, Merck 6544)100 ml distile suda çözüldü.

**% 10 AlCl<sub>3</sub>:**10 g tartılan AlCl<sub>3</sub> (AlCl<sub>3</sub>, Merck 1064) bir miktar saf suda çözümlenerek son hacim 100 mL ye tamamlandı.

**1 M NaOH:** 1M 39,997 g/mol (NaOH, Merck 6462) çözeltisi hazırlandı. 0,4 g NaOH 10 mL distile suda çözüldü.

**Gallik asit:** Gallik asit (Sigma-Aldrich, G7384) metanol ile konsantrasyonu 1mg/mL olacak şekilde hazırlandı. 10 mg gallik asit, 10 mL metanol ile çözüldü.

**Rutin (Merck, 153-18-4):** Metanol ile konsantrasyonu 1 mg/mL olacak şekilde hazırlandı.

**Bakır (II) Klorür Çözeltisi 10 mM:** 0,4262 g bakır (II) klorür (Merck) 250 ml distile suda çözüldü. Çözelti günlük olarak hazırlandı.

**1 M Amonyum asetat:**19,27 g amonyum asetat (Merck, 101116.1000) 250 ml distile suda çözümlenerek Ph: 7 ye HCl eklenerek ayarlandı.

**Neocuproin 7,5 mM:** 0,156 g neocuproin (sigma-Aldrich, N1501) 100 mL %96 lık etanolde çözüldü. Çözelti günlük olarak hazırlandı.

**Trolox 1 mM:** 0,0125 g tartılan trolox (Cayman chemical), 50 ml % 96 lık etanolde çözüldü. Çözelti günlük hazırlandı.

**7 mM ABTS:** 0,190 g ABTS (Cayman chemical), 50 ml distile suda çözüldü.

**2,45 mM K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> (potasyum persülfat):** 0,01656 g olarak tartılan potasyum persülfat 25 ml distile suda çözüldü.

### 3.2.3 Çalışmada Kullanılan Cihazlar

Çalışmamızda spektrofotometre (Thermo scientific multiskan GO), döner buharlaştırıcı (IKA RV 10 basic) (Şekil 3.23, soldaki), vortex mixer (elektro-mag), manyetik karıştırıcı ısıtıcı (Yellow line MSH basic), pH metre, otomatik mikropipetler, derin dondurucu, buzdolabı, çeker ocak (hec/lab), hassas terazi (Radmag ve Denver Instrument) kullanılmıştır.

### 3.3 Metod

#### 3.3.1 Bitki Özütlerinin Hazırlanışı

Edremit Körfezi kıyı bölgesindeki semt pazarlarından satın alınan ve boş arazilerden toplanan bitkilerin yaprak ve topraküstü kısımları taze olarak kullanıldı. Öncelikle taze bitkiler musluk suyu ile yıkanarak yabancı maddelerden arındırıldı. Suları süzülerek kurulandı. Plastik bıçak yardımı ile küçük parçalara ayrıldı. Çiğ bitki ekstraksiyonu için doğranmış kısımlardan 20 g tartıldı ve 200 ml % 96 lık etanolde 17 gün (Kurtulmuş'un çalışmasındaki ekstraksiyon yönteminin küçük bir modifikasyonu ile) karanlıkta ve oda sıcaklığında bekletildi (Kurtulmuş, 2016). Türkmen ve arkadaşlarının yöntemine göre haşlanmış bitki ekstraksiyonu için 50 g parçalanmış bitki örnekleri ağzı kapalı bir tencerede 75 ml kaynayan suda 100 °C de 5 dakika haşlandı (Obok, 2005; Türkmen ve ark, 2005). Süzgeç yardımı ile suyu süzülen bitkiler hızla buz kalıbı üzerine konularak soğutuldu. Bitkilerden 20' şer g tartılarak 200 ml % 96 lık etanol içerisinde 17 gün boyunca karanlıkta ve oda sıcaklığında bekletildikten sonra ekstraksiyon işlemleri gerçekleştirildi (Kurtulmuş, 2016).

Bitki örneklerinin çözücüleri döner buharlaştırıcı kullanılarak 45-50 °C de uzaklaştırıldı. Elde edilen özütler bir veya iki gece boyunca çeker ocakta çözücülerinden tamamen uzaklaştırılana kadar bekletildi. Elde edilen bitki özütleri toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları ile antioksidan aktivite analizleri ve HPLC analizlerinde kullanılmak üzere -20 °C' de derin dondurucuda saklandı.



**Şekil 3.23:** Döner buharlaştırıcı (soldaki), HPLC cihazı (sağdaki).

### **3.3.2 Toplam Fenolik ve Flavonoid İçerik Tayini**

#### **3.3.2.1 Toplam Fenolik Bileşik Miktar Tayini**

Bitki özütlerindeki toplam fenolik madde miktarı Slinkard ve Sigleton (1977)'un geliştirdiği yöntemle göre tayin edildi. Çalışmada standart madde olarak konsantrasyonu 1 mg/mL olarak hazırlanan gallik asit kullanıldı. Bu çözeltilerden gallik asit kalibrasyon eğrisi çizmek üzere 25-200 µg/mL olacak şekilde dilüsyonlar hazırlandı. Bitki özütlerinin konsantrasyonu 1 mg/mL olacak şekilde hazırlandı. Bitki özütlerinin ve gallik asit dilüsyonlarının her birinden 250 µL ayrı deney tüplerine alındı. Daha sonra her bir tüpe 1 mL Folin&Ciocalteu reaktifi (1:9 oranında saf su ile seyreltilmiş) eklendi. Ardından her bir tüpe 750 µl %1'lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisinden ilave edildi. Karışımlar oda sıcaklığında karanlıkta 2 saat süresince bekletildikten sonra 765 nm'de köre karşı absorpsanları ölçüldü. Köre olarak metanol kullanıldı. Deneyler üçlü tekrarlar halinde yapıldı. Tüm antioksidan kapasite tayin testlerinde spektrofotometrik ölçümler spektrofotometre cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. Bitkilerin fenolik madde içeriği gallik asit eş değeri (µg GAE/mg özüt) olarak verildi (Slinkard ve Singleton, 1977).

#### **3.3.2.2 Toplam Flavonoid Miktarı Tayini**

Bitki özütlerindeki toplam flavonoid madde miktarı Zhishen ve ark. (1999)'nin geliştirdiği yöntemle göre belirlendi. Çalışmada standart flavonoid bileşik olarak rutin kullanıldı. Kalibrasyon grafiği çizmek amacıyla 25-300 µg/mL olacak şekilde rutin dilüsyonları hazırlandı. Ayrı deney tüplerine bu çözeltilerden ve 1 mg/mL konsantrasyondaki bitki özütlerinden 0,25 mL alındı. Üzerine 1,25 mL distile su ve 75 µL % 5'lik NaNO<sub>2</sub> ilave edildi. 6 dakika oda ısısında bekletildi. Üzerine 150µL % 10'luk AlCl<sub>3</sub> çözeltisi ilave edilerek yeniden 5 dakika bekletildi. 0,5 mL 1 M NaOH çözeltisi ve 275 µL distile su ilavesinden sonra tüpler vortex ile iyice karıştırıldı. Spektrofotometrede 510 nm'de absorpsan değerleri köre karşı okutuldu. Özütlerin flavonoid miktarı rutin eşdeğeri (µg RE/mg özüt) şeklinde ifade edildi. Deneyler üç tekrar halinde yapıldı.

### **3.3.3 Antioksidan Aktivite Tayin Yöntemleri**

#### **3.3.3.1 DPPH Radikal Giderme Aktivitesi**

Antioksidan aktivite tayin yöntemlerinden DPPH radikali giderme aktivitesi Kumaran ve Karunakaran (2007) tarafından geliştirilen yöntemle göre yapılan bu çalışmada standart madde olarak trolox (10-50 µg/mL) kullanıldı. Bitki örnekleri 100-500 µg/mL olacak şekilde dilüsyonları oluşturuldu.

Deney tüplerine konulan 50 µL bitki örneği ya da standart madde üzerine 450 µL 0,1 mM DPPH (1,1-difenil-2- pikrilhidrazil metanolde) eklendi. Kontrol çözeltisi olarak 450 µL DPPH çözeltisi ile 50 µL metanol karışımı kullanıldı. Tüplere karışımlar eklendikten sonra 30 dakika boyunca oda sıcaklığında karanlıkta bekletilerek spektrofotometre cihazında 519 nm’de metanole karşı absorbansları okutuldu. IC<sub>50</sub> değerleri hesaplanmadan önce DPPH radikal giderme aktivitesi (%) aşağıdaki formül yardımı ile hesaplandı:

$$\text{DPPH Radikal Giderme Aktivitesi (\%)} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

A<sub>0</sub>=Kontrol absorbans değeri

A<sub>1</sub>=Örnek veya standardın absorbans değeri

Yapılan hesaplamalara göre azalan absorbans değeri geriye kalan DPPH çözelti miktarını yani serbest radikal giderme aktivitesini vermektedir. DPPH’in % 50’sinin inhibisyonunu sağlayan özüt ve standart madde konsantrasyonu IC<sub>50</sub> olarak tanımlanmaktadır. Bu değer çalışılan konsantrasyonlara karşı % DPPH radikal giderme aktivite değerlerinin yerleştirilmesi ile elde edilen grafik kullanılarak hesaplandı ve sonuçlar IC<sub>50</sub> = mg/mL olarak verildi.

### **3.3.3.2 Cu(II) iyonu indirgeyi antioksidan kapasite yöntemi (CUPRAC)**

Bitki örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinin CUPRAC yöntemi ile belirlenmesinde, Apak ve ark. (2004) tarafından geliştirilen yöntem kullanıldı. 10 mM Bakır (II) klorür çözeltisi, 7,5x10<sup>-3</sup> M neokuproin çözeltisi ve 1 M amonyum asetat (CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>) tampon çözeltisi günlük olarak hazırlandı. Analizler için bir falkon tüpüne hazırlanan çözeltilerin her birinden 1’er mL alınarak, üzerine 0,5 mL bitki örneği ve 0,6 mL distile su ilave edilerek son hacim 4,1 mL olacak şekilde ayarlandı. Elde edilen karışımlar 30 dk karanlık ortamda bekletilerek absorbans değerleri spektrofotometre cihazı ile 450 nm’de ölçüldü. Aynı işlemler şahit (kör) için örnek yerine distile su kullanılarak tekrarlandı. Kalibrasyon eğrisi için troloks çözeltisi kullanıldı. Özütlerin CUPRAC antioksidan kapasite değerleri, kalibrasyon denklemi kullanılarak µg troloks eşdeğeri (TE) /mg özüt olarak hesaplandı (Apak ve ark., 2006).

### 3.3.3.3 ABTS radikal süpürme aktivitesinin belirlenmesi

Bu metotta kullanılan ABTS.+ radikal katyonu, 7 mM ABTS solusyonu (50 mL distile suda) ile 2.45 mM potasyum persülfatın (25 mL distile suda) 1:0,5 oranında karıştırılarak reaksiyona girmesi ile üretildi. Bu karışımının 12-16 saat boyunca karanlıkta ve oda sıcaklığında bekletilmesi ile aktif radikal oluşması sağlandı.

Deneyden önce ABTS solusyonu 734 nm'de absorbanı  $0.700 \pm 0.02$  olacak şekilde etanol ile seyreltilerek kullanıldı. Deney tüplerine bitki özütlerinden 10 µl konularak üzerine 1 ml ABTS solusyonu ilave edildi. Tüpler ağızları kapalı bir biçimde oda sıcaklığında 6 dakika bekletildikten sonra örneklerin absorbanları 734 nm'de okutuldu. Kontrol absorbanı için 1 mL ABTS ve 10 µL etanol ile ayrı tüpe alınarak 6 dakika bekletildi. Standart madde olarak trolox (50-300 µg/mL) kullanıldı. Aynı deneysel işlemler troloks içinde yapılarak bitkisel özütlerin ABTS katyon radikalini süpürme aktiviteleri troloks eş değeri olarak verildi (µgTEs/mg özüt). Grafikler aşağıdaki formül ile hesaplandı (Re ve ark., 1999).

ABTS aktivitesi % inhibisyonu =  $[(A \text{ Kontrol} - A \text{ Örnek})/A \text{ Kontrol}] \times 100$ .

### 3.4 HPLC Analiz Metodu

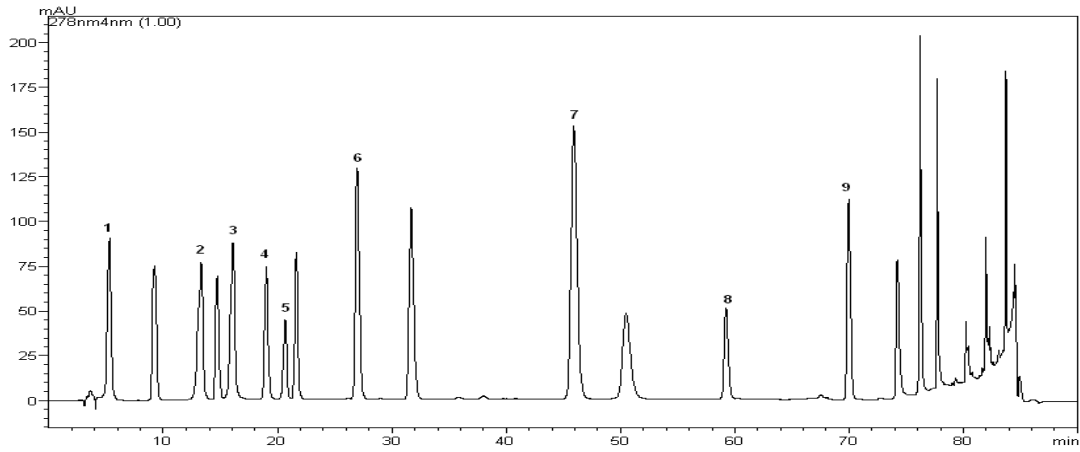
HPLC analizleri Süleyman Demirel Üniversitesi YETEM Uygulamalı Temel Bilimler ve Teknolojileri Araştırma Birimi'nde yapılmıştır. Analizler Shimadzu marka HPLC cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Caponio ve ark., 1999). Ters faz kromatografisi için aşağıdaki ekipman kullanılmıştır: Dedektör: SPD-M 10A vp DAD dedektör ( $\lambda_{\max}=278\text{nm}$ ), auto sampler: SIL-10AD vp, system controller: SCL-10Avp, pump: LC-10ADvp, degasser: DGU- 14A, column oven: CTO-10Avp, kolon: Agilent Eclipse XDB-C18 (250x4,60 mm) 5 mikron, mobil faz: A: %3 asetik asit (Sigma Aldrich), B: Metanol (Sigma Aldrich), akış hızı: 0.8 mL / dakika, kolon sıcaklığı: 30 °C, enjeksiyon hacmi: 20 mikrolitre (Şekil 3.23 sağdaki).

#### 3.4.1 HPLC Analizlerinde kullanılan Standartlar

Kromatogram standartları olarak gallik asit (Fluka), kateşin (Sigma Aldrich), klorojenik asit (Sigma Aldrich), kafeik asit (Sigma Aldrich), epikateşin (Sigma Aldrich), *p*-kumarik asit (Sigma Aldrich), rutin (Fluka), rosmarinik asit (Fluka) ve sinamik asit (Merck) kullanılmıştır. Fenoliklerin alıkonma sürelerine göre standart kromatogramı Şekil 3.24'de gösterilmektedir ve bunların listesi standart fenolikler ve bunların alıkonma süreleri Tablo 3.2'de gösterilmektedir.

**Tablo 2.2:** Gradient programı.

	Time	Module	Action	Value
1	0.01	Controller	Start	
2	0.10	Pumps	Pump B Conc.	7
3	20.00	Pumps	Pump B Conc.	28
4	28.00	Pumps	Pump B Conc.	25
5	35.00	Pumps	Pump B Conc.	30
6	50.00	Pumps	Pump B Conc.	30
7	60.00	Pumps	Pump B Conc.	33
8	62.00	Pumps	Pump B Conc.	42
9	70.00	Pumps	Pump B Conc.	50
10	73.00	Pumps	Pump B Conc.	70
11	75.00	Pumps	Pump B Conc.	80
12	80.00	Pumps	Pump B Conc.	100
13	81.00	Pumps	Pump B Conc.	7
14	90.00	Controller	Stop	



**Şekil 3.24:** Standart kromatogram (1:gallik asit 2:kateşin 3:klorogenik asit 4:kafeik asit 5:epikateşin 6:*p*-kumarik asit 7:rutin 8:rosmarinik asit 9:sinnamik asit).

### 3.5 İstatistiksel Analizler

100 °C de 5 dakika haşlanan bitki örnekleri ile çiğ örnekler arasında fenolik ve flavonoid madde miktarları ile antioksidan aktiviteleri bakımından anlamlı fark olup olmadığını belirlemek için Bağımlı örnekler arasında T Testi ( $\alpha=0,05$ ) uygulanmıştır. Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile gruplar arasında fark olup olmadığı ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile gruplar arasında fark bulunanlar belirlenmiştir ( $\alpha=0,05$ ). Her bir özütün analizleri üç tekrar halinde gerçekleştirilerek veriler ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) olarak ifade edilmiştir.

## 4. BULGULAR

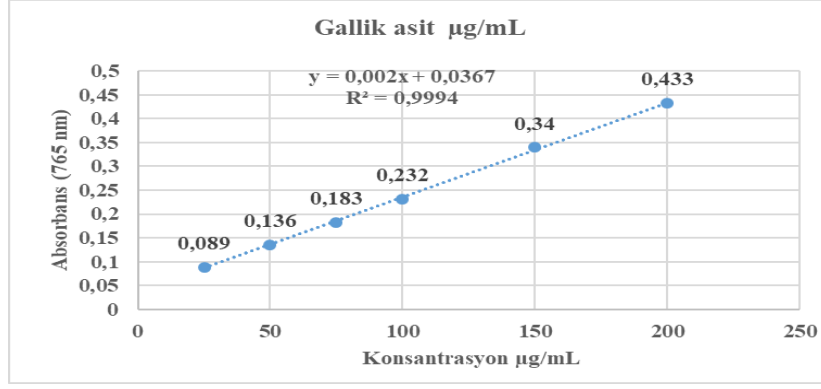
Çalışmamızda Edremit Körfezi'nde doğal olarak yayılış gösteren bitkilerden çiğ ve haşlanmış olarak elde edilen etanolik özütlerin antioksidan aktivite verileri incelenmiştir. Özütleme işlemleri sonucunda, örneklerden elde edilen özütlerin verimleri tek tek hesaplanmış ve verimlerin % 1,59 (*S. media*'nın haşlama özütü) ile % 12,85 (*P. rhoeas* çiğ özütü) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Bitkilerin çiğ ve haşlanmış özütleri karşılaştırıldığında verim değerlerinde değişim gözlemlenmiştir. *C. bursa-pastoris* ve *M. sylvestris* türlerinde haşlama sonrasında özütleme veriminde artış meydana gelirken, diğer türlerde azalma görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre verimdeki değişim oranları Tablo 4.1'de verilmiştir. Tabloya göre, en fazla değişimin *P. rhoeas* türünde olduğu görülmektedir.

**Tablo 3.1:** Bitki örneklerinin özüt verimi.

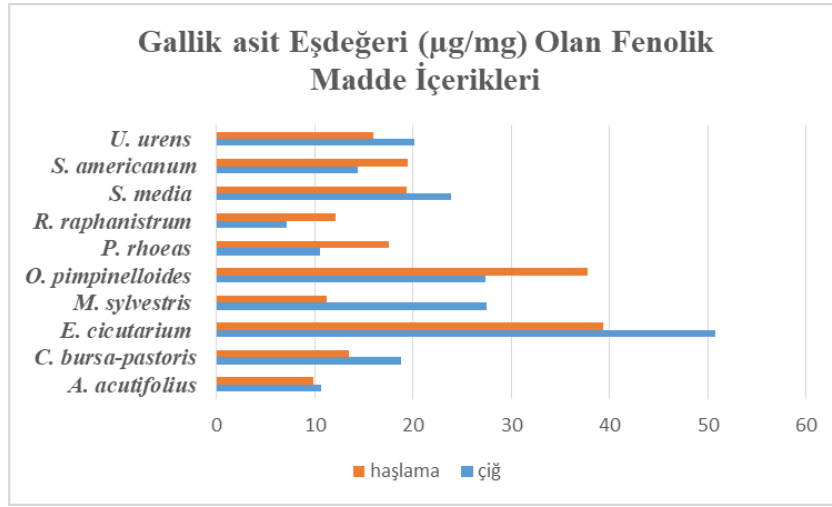
Tür adı	Çiğ bitki verimi (%)	Haşlanmış bitki verimi (%)	Haşlama ile verimdeki değişim oranı (%)
<i>A. acutifolius</i>	3,96	3,01	23,9
<i>C. bursa-pastoris</i>	2,17	3,2	32,18
<i>E. cicutarium</i>	2,745	2,285	16,76
<i>M. sylvestris</i>	2,53	2,64	4,17
<i>O. pimpinelloides</i>	3,84	2,84	26,04
<i>P. rhoeas</i>	12,85	4,51	64,9
<i>R. raphanistrum</i>	2,91	2,29	21,31
<i>S. media</i>	2,23	1,59	28,7
<i>S. americanum</i>	5,12	3,06	40,23
<i>U. urens</i>	4,077	3,165	22,37

### 4.1 Toplam Fenolik Bileşik Miktar Tayini Sonuçları

Çalışmada çiğ ve 5 dakika haşlanmış olan bitki özütlerindeki toplam fenolik madde miktarı tayin edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı gallik asit eş değer alınarak hazırlanan standart grafik (Şekil 4.1) yardımıyla µg GAE /mg özüt olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.1: Gallik asit kalibrasyon grafiği.



Şekil 4.2: Bitki özütlerinin fenolik madde miktarları.

Şekilde görüldüğü gibi en yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip olan bitki örneğinin *E. cicutarium* türünün çiğ özütüne ait olduğu; en düşük toplam fenolik madde miktarına sahip olan örneğin ise *R. raphanistrum* türünün çiğ özütüne ait olduğu belirlenmiştir. Bitki özütlerine ait toplam fenolik madde miktarları çiğ ve 5 dakika haşlama sonrası elde edilen özütlerde değişkenlik göstermektedir. Yapılan hesaplamalar ile elde edilen sonuçlar tablo 4.2 de gösterilmiştir.

Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre bazı bitkilerin çiğ halde (*A. acutifolius*, *C. bursa-pastoris*, *E. cicutarium*, *M. sylvestris*, *S. media*, *U. urens*) iken daha yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu; bazı bitkilerin ise 5 dakika haşlama işleminden sonra elde edilen özütlerinde (*O. pimpinelloides*, *P. rhoeas*, *R. raphanistrum*, *S. americanum*) daha yüksek fenolik madde miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir.



**Tablo 4.2:** Bitki özütlerinin Toplam Fenolik Bileşik Miktarları ( $\mu\text{g GAE/mg}$  özüt).

Tür adı	Çiğ	Haşlama
<i>A. acutifolius</i>	10,65 $\pm$ 2,18 f	9,817 $\pm$ 0,76 f
<i>C. bursa-pastoris</i>	18,82 $\pm$ 0,29 d	13,483 $\pm$ 0,29 d
<i>E. cicutarium</i>	50,82 $\pm$ 0,58 a	39,32 $\pm$ 0,57 a
<i>M. sylvestris</i>	27,48 $\pm$ 0,76 b	11,15 $\pm$ 0,5 ef
<i>O. pimpinelloides</i>	27,39 $\pm$ 4,77 b	37,82 $\pm$ 2,57 a
<i>P. rhoeas</i>	10,48 $\pm$ 0,29 f	17,48 $\pm$ 0,29 c
<i>R. raphanistrum</i>	7,15 $\pm$ 0,5 g	12,15 $\pm$ 0,5 de
<i>S. media</i>	23,82 $\pm$ 0,76 c	19,32 $\pm$ 0,76 b
<i>S. americanum</i>	14,32 $\pm$ 0,29 e	19,48 $\pm$ 1,53 b
<i>U. urens</i>	20,15 $\pm$ 0,5 d	15,98 $\pm$ 0,29 c

Ortalama $\pm$ SS

a-g Çiğ sütununda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır. ( $p<0,05$ )

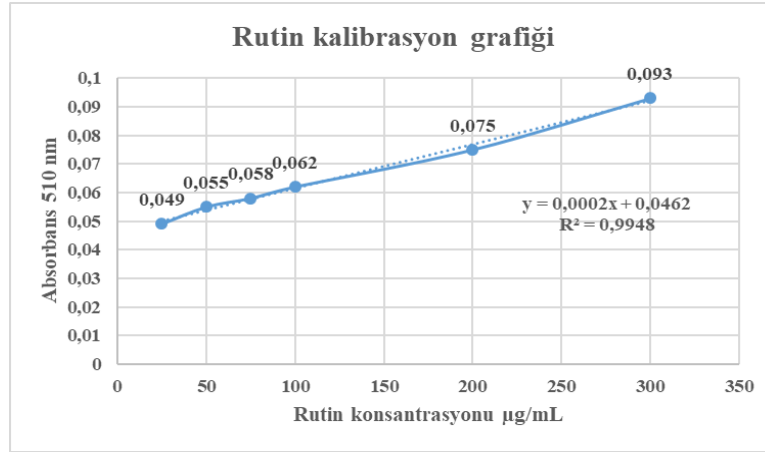
a-f Haşlama sütununda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır. ( $p<0,05$ )

Çiğ bitki özütlerindeki toplam fenolik madde miktarlarına göre çalışılan bitki türleri *E. cicutarium* > *M. sylvestris* > *O. pimpinelloides* > *S. media* > *U. urens* > *C. bursa-pastoris* > *S. americanum* > *A. acutifolius* > *P. rhoeas* > *R. raphanistrum* şeklinde sıralanmıştır. Haşlama işlemi sonrası elde edilen bitki özütlerinde bulunan toplam fenolik madde miktarlarına göre ise *E. cicutarium* > *O. pimpinelloides* > *S. media* > *S. americanum* > *P. rhoeas* > *U. urens* > *C. bursa-pastoris* > *R. raphanistrum* > *M. sylvestris* > *A. acutifolius* şeklinde bir sıralama elde edilmiştir. Tablo 4.2’de görüldüğü gibi tüm türlerde haşlama işleminin fenolik madde düzeyini artırmak ya da azaltmak suretiyle etkilediği görülmüştür.

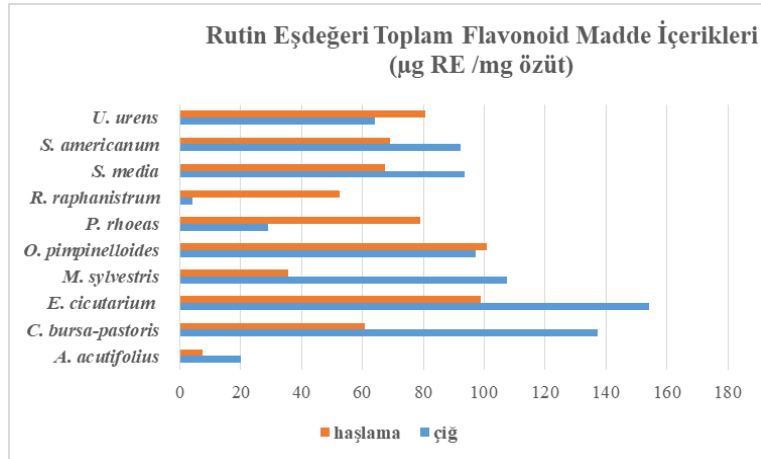
#### 4.2 Toplam Flavonoid Miktarı Tayini

Çalışmamızda çiğ ve 5 dakika haşlama sonrası elde edilen bitki özütlerinin toplam flavonoid madde miktarı tayini, Zhishen ve ark. (1999)’nin geliştirdiği yöntem ile belirlenmiştir. Bu yöntem ile bitki özütlerinin toplam flavonoid madde miktarlarının belirlenebilmesi için standart madde olarak farklı konsantrasyonlarda (25-300  $\mu\text{g/mL}$ ) hazırlanan rutin dilüsyonları kullanılmıştır.

Kalibrasyon eğrisi (Şekil 4.3) çizilerek bitki özütlerindeki toplam flavonoid madde miktarı  $\mu\text{g RE} / \text{mg}$  özüt olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.3). Elde edilen sonuçlara göre bitki özütlerindeki flavonoid miktarı  $4 \pm 0,01 - 154 \pm 1,0 \mu\text{g/mg RE}$  aralığında belirlenmiştir. Bitkilerden bazılarında çiğ halde iken (*A. acutifolius*, *C. bursa-pastoris*, *E. cicutarium*, *M. sylvestris*, *S. americanum*, *S. media*) flavonoid miktarı daha yüksek iken bazı bitkilerde (*O. pimpinelloides*, *P. rhoeas*, *R. raphanistrum*, *U. urens*) ise 5 dakikalık haşlama sonrası flavonoid miktarı daha yüksek olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.3: Rutin kalibrasyon grafiği.



Şekil 4.4: Bitki özütlerinin flavonoid miktarları.

Şekilde 4.4 te görüldüğü gibi flavonoid madde içeriği bakımından en zengin olan *E. cicutarium* türünün çiğ özütü ( $154 \pm 1,0 \mu\text{g RE} / \text{mg}$  özüt), en az olan *R. raphanistrum* türünün çiğ özütü ( $4 \pm 0,01 \mu\text{g RE} / \text{mg}$  özüt) olduğu saptanmıştır.

Bitkilerin çiğ özütlerinden elde edilen toplam flavonoid madde içeriklerine göre *E. cicutarium* > *C. bursa-pastoris* > *M. sylvestris* > *O. pimpinelloides* > *S. americanum* .> *S. media* > *U. urens* > *P. rhoeas* > *A. acutifolius* > *R. raphanistrum* olarak sıralandıkları gözlenmiştir. Bitkilerin 5 dakika haşlandıktan sonra elde edilen özütlerindeki toplam flavonoid madde içeriklerine göre sıralamaları ise *O. pimpinelloides* > *E. cicutarium* > *U. urens* > *P. rhoeas* > *C. bursa-pastoris* .> *S. americanum* > *S. media* > *R. raphanistrum* > *M. sylvestris* > *A. acutifolius* olarak belirlenmiştir. Tüm özütler flavonoid madde içerikleri bakımından haşlama işlemi ile değişime uğramıştır. *E. cicutarium* türü çiğ olan özütler içerisinde anlamlı derecede diğerlerinden farklı bulunmuştur. Haşlama özütlerde ise *O. pimpinelloides* türü diğerlerine göre en fazla flavonoid madde içeriğine sahiptir ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4.3:** Bitki özütlerindeki Toplam Flavonoid madde miktarları ( $\mu\text{g RE/mg}$  özüt).

Tür adı	Çiğ	Haşlama
<i>A. acutifolius</i>	20 ± 6,0 e	7,33 ± 2,88 f
<i>C. bursa-pastoris</i>	137,33± 12,58 b	60,67 ± 2,88 cd
<i>E. cicutarium</i>	154 ± 1,0 a	99 ± 1,0 a
<i>M. sylvestris</i>	107,33 ± 15,28 c	35,67 ± 5,77 e
<i>O. pimpinelloides</i>	97,33 ± 12,58 c	100,67 ± 15,28 a
<i>P. rhoeas</i>	29 ± 1,0 e	79 ± 1,0 b
<i>R. raphanistrum</i>	4 ± 0,01f	53,5 ± 2,88 d
<i>S. media</i>	93,67 ± 0,577 c	67,33 ± 14,4 bc
<i>S. americanum</i>	92,33 ± 7,64 c	69 ± 5,0 bc
<i>U. urens</i>	64 ± 5 d	80,67 ± 5,77 b

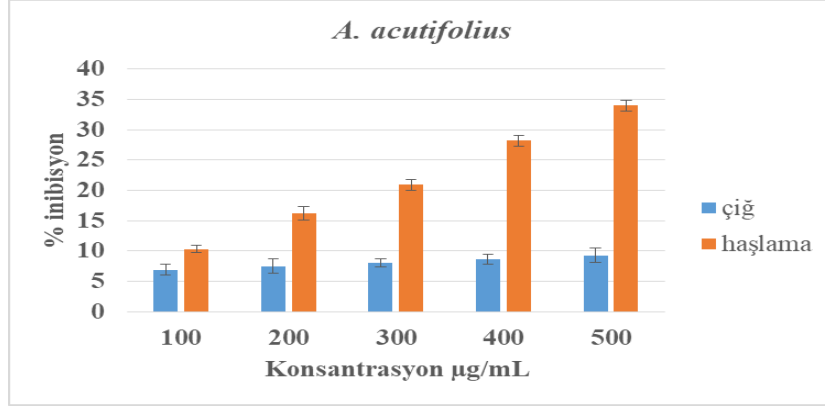
Ortalama±SS

a-f Çiğ sütununda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır. ( $p<0,05$ )

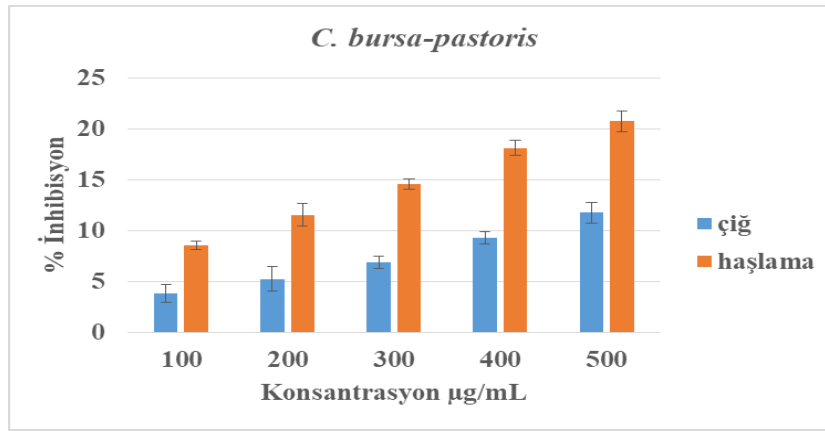
a-f Haşlama sütununda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır. ( $p<0,05$ )

### 4.3 DPPH Radikali Giderme Aktivitesi

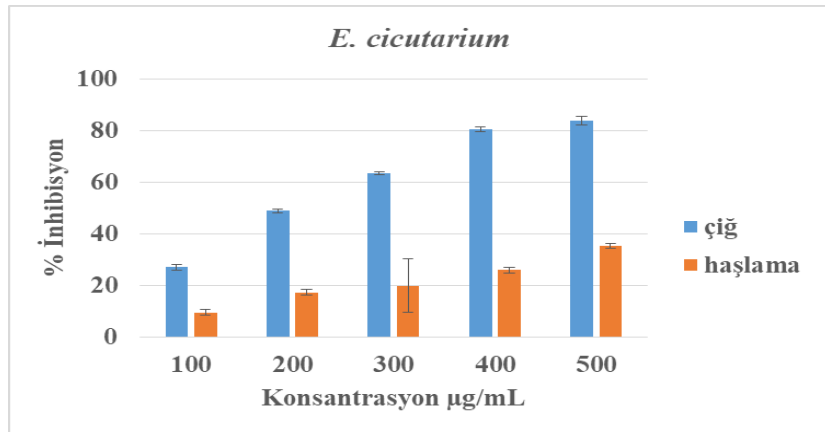
DPPH radikali serbest radikallerden birisi olup doğal antioksidanların radikal giderme aktivitesini ölçmek amacıyla kullanılmaktadır.



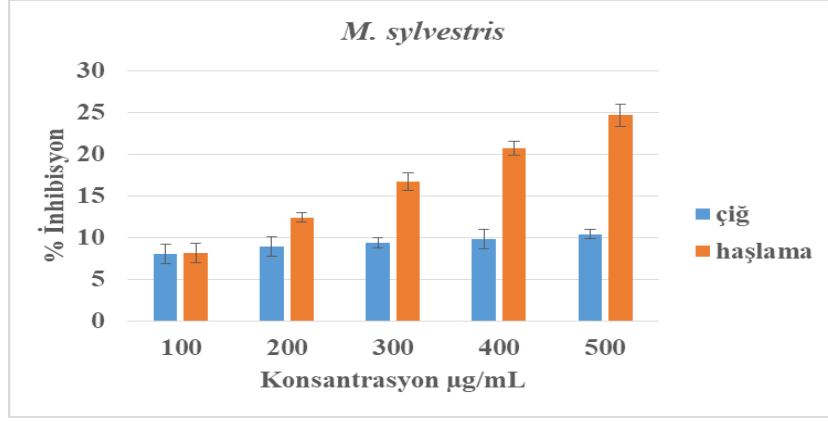
Şekil 4.5: *A. acutifolius* özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi.



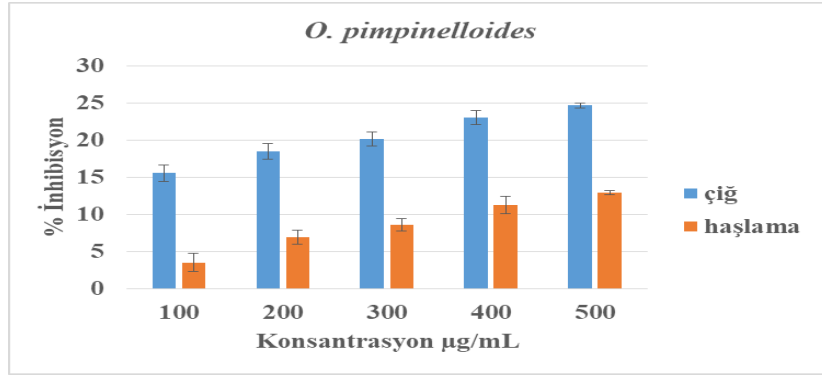
Şekil 4.6: *C. bursa – pastoris* özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi.



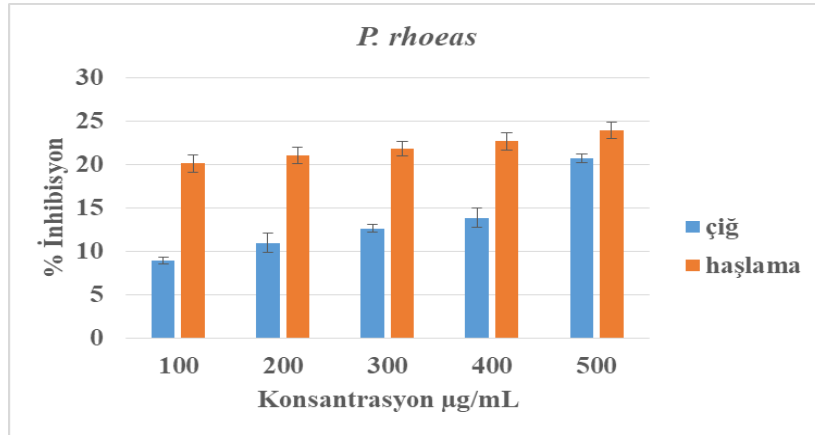
Şekil 4.7: *E. cicutarium* özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi.



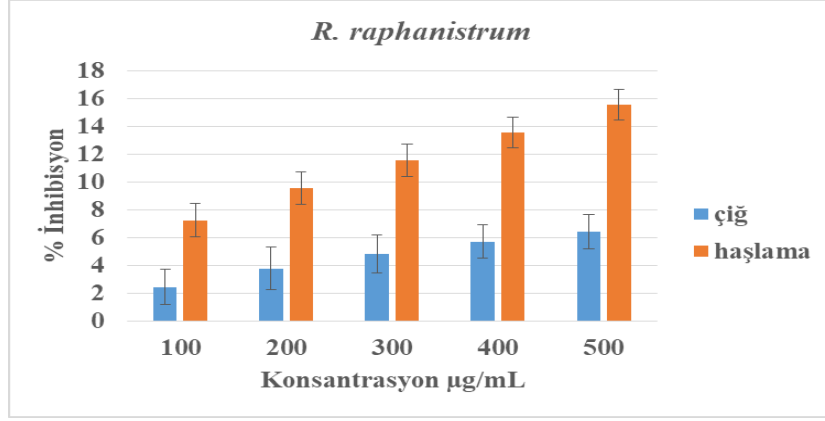
Şekil 4.8: *M. sylvestris* özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi.



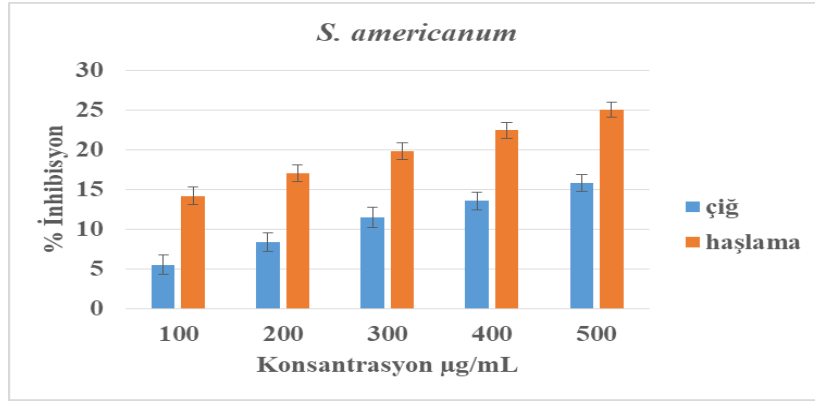
Şekil 4.9: *O. pimpinelloides* özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi.



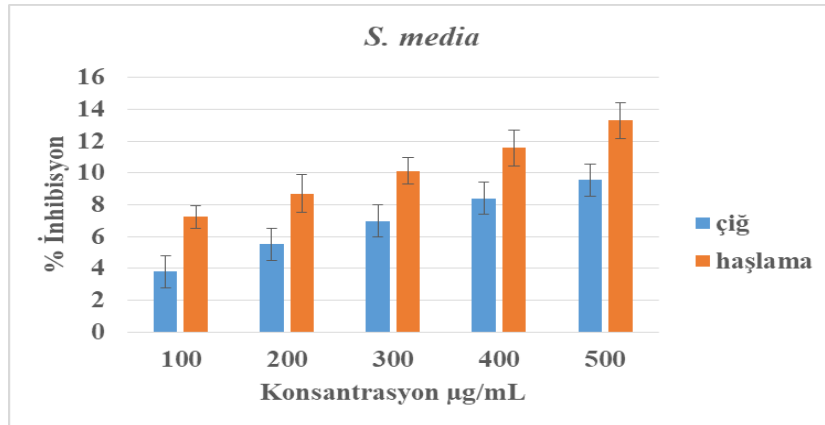
Şekil 4.10: *P. rhoeas* özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi.



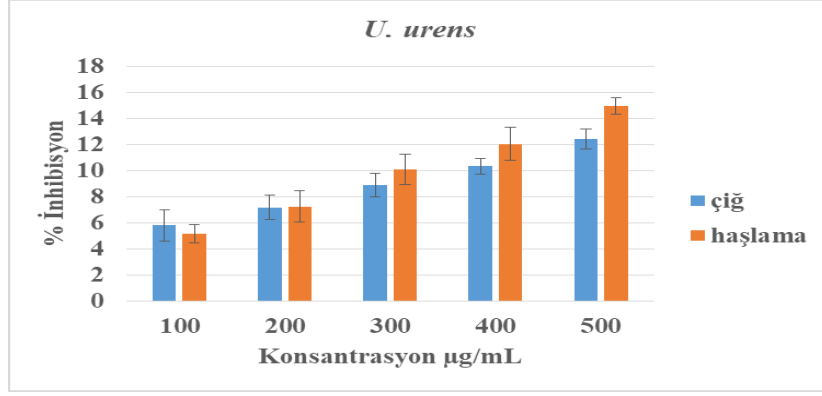
Şekil 4.11: *R. raphanistrum* özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi.



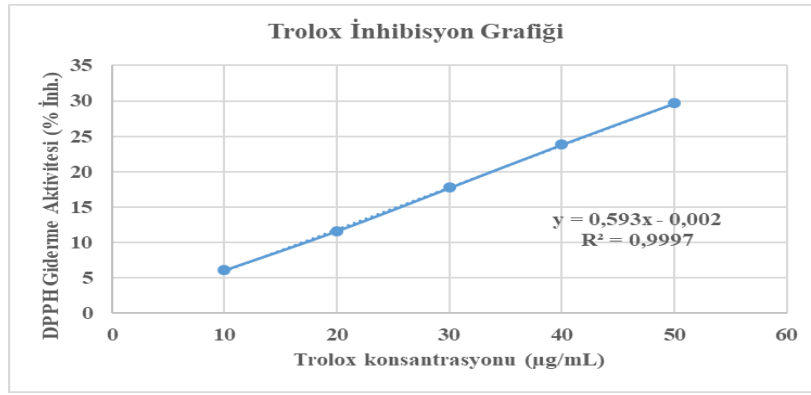
Şekil 4.12: *S. americanum* özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi.



Şekil 4.13: *S. media* özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi.



**Şekil 4.14:** *U. urens* özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitesi.



**Şekil 4.15:** Trolox dilüsyonlarının DPPH giderme aktivitesi.

Çalışmamızda kullandığımız çiğ ve haşlanmış bitki özütlerinin ve standartların DPPH radikali giderme aktiviteleri tek tek hesaplanarak belirtilmiştir. Standart madde olarak trolox kullanılmıştır. Çiğ ve haşlanmış bitki özütlerinin DPPH serbest radikali giderme aktivitelerine ait konsantrasyon % inhibisyon grafikleri çizilerek Şekil 4.5 - 4.14 te karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

*E. cicutarim* türünün çiğ özütünün (Şekil 4.7) DPPH radikali giderme aktivitesinin troloxla en yakın değerde olduğu belirlenmiştir. Bitki örneklerinin çiğ ve haşlama özütlerinin DPPH radikali giderme aktivitelerini karşılaştırdığımızda *A. acutifolius*, *C. bursa-pastoris*, *M. sylvestris*, *P. rhoeas*, *R. raphanistrum* ve *S. americanum*, *S. media*, *U. urens* türlerinin haşlama özütlerinin; *E. cicutarium* ve *O. pimpinelloides* türlerinin de çiğ özütlerinin; daha yüksek DPPH radikali giderme aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 4.4:** Bitki özütlerinin DPPH radikali giderme aktiviteleri.

Türler	Uygulama tipi	Özüt konsantrasyonlarına göre % inhibisyon değerleri				
		100 µg/mL	200 µg/mL	300 µg/mL	400 µg/mL	500 µg/mL
<i>A. acutifolius</i>	Çiğ	6,91±0,87	7,54±1,19	8,11±0,64	8,66±0,83	9,27±1,17
	Haşlama	10,36±0,57	16,19±1,09	20,95±0,88	28,15±0,86	33,96±0,85
<i>C. bursa-pastoris</i>	Çiğ	3,83±0,90	5,25±1,22	6,90±0,61	9,33±0,62	11,76±0,98
	Haşlama	8,58±0,44	11,56±1,14	14,55±0,52	18,13±0,75	20,76±1,00
<i>E. cicutarium</i>	Çiğ	27,04±0,97	48,89±0,66	63,43±0,63	80,49±0,85	83,92±1,81
	Haşlama	9,55±1,16	17,31±1,06	19,89±10,36	25,92±0,95	35,39±0,84
<i>M. sylvestris</i>	Çiğ	8,05±1,19	8,98±1,18	9,40±0,61	9,84±1,16	10,41±0,56
	Haşlama	8,12±1,18	12,43±0,56	16,74±1,08	20,72±0,82	24,68±1,34
<i>O. pimpinelloides</i>	Çiğ	15,58±1,09	18,46±1,06	20,14±0,97	23,05±0,99	24,69±0,24
	Haşlama	3,53±1,24	6,90±0,94	8,62±0,83	11,28±1,15	12,94±0,26
<i>P. rhoeas</i>	Çiğ	8,90±0,39	10,99±1,15	12,63±0,43	13,86±1,11	20,70±0,47
	Haşlama	20,12±0,98	21,03±0,95	21,85±0,84	22,69±1,00	23,92±0,94
<i>R. raphanistrum</i>	Çiğ	2,46±1,26	3,78±1,54	4,82±1,37	5,71±1,21	6,45±1,22
	Haşlama	7,25±1,19	9,55±1,16	11,57±1,14	13,58±1,11	15,58±1,09
<i>S. americanum</i>	Çiğ	5,53±1,21	8,41±1,18	11,50±1,32	13,58±1,11	15,84±1,08
	Haşlama	14,18±1,10	17,02±1,07	19,86±1,03	22,47±1,00	25,06±0,96
<i>S. media</i>	Çiğ	3,81±1,23	5,53±1,10	6,97±1,20	8,41±1,18	9,55±1,11
	Haşlama	7,25±0,71	8,69±1,18	10,13±0,82	11,57±1,14	13,29±1,12
<i>U. urens</i>	Çiğ	5,82±1,21	7,18±0,92	8,90±0,87	10,34±0,62	12,46±0,77
	Haşlama	5,16±0,69	7,25±1,19	10,11±1,17	12,05±1,28	14,96±0,63
Ortalama±SS						



Reaksiyon ortamında bulunan DPPH radikalının % 50'sinin yok edilmesi için gereken etkili antioksidan konsantrasyonu IC<sub>50</sub> (veya EC<sub>50</sub>) değeri olarak tanımlanmaktadır. IC<sub>50</sub> değeri ne kadar düşük ise o oranda yüksek radikal giderme aktivitesine sahip olduğunun göstergesidir. Çalışmada kullanılan tüm bitki özütlerinin herbiri için ayrı ayrı çizilen konsantrasyon-absorbans grafiklerinden IC<sub>50</sub> değerleri hesaplanarak elde edilen değerler Tablo 4.5'de verilmiştir.

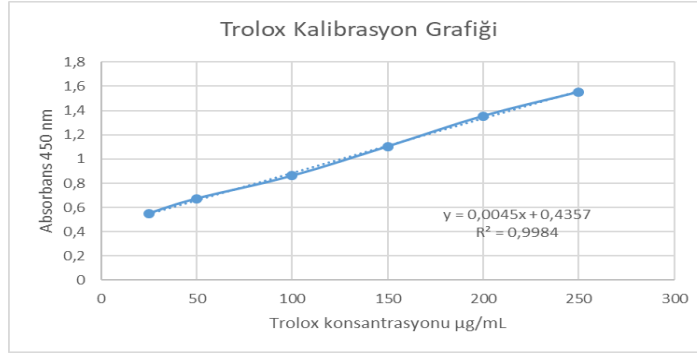
**Tablo 4.5:** Bitki özütlerinin ve standartların IC<sub>50</sub> değerleri.

Tür adı	IC <sub>50</sub> Değerleri (mg/mL)	
	Çiğ	Haşlama
<i>A. acutifolius</i>	7,58± 0,10	0,78 ± 0,01
<i>C. bursa-pastoris</i>	2,41 ± 0,03	1,44 ± 0,02
<i>E. cicutarium</i>	0,22 ± 0,004	0,77 ± 0,01
<i>M. sylvestris</i>	7,57 ± 0,30	1,10 ± 0,02
<i>O. pimpinelloides</i>	1,59 ± 0,03	2,07 ± 0,03
<i>P. rhoeas</i>	1,68 ± 0,024	3,38 ± 0,09
<i>R. raphanistrum</i>	4,88 ± 0,14	2,16 ± 0,03
<i>S. americanum</i>	1,81 ± 0,03	1,41 ± 0,02
<i>S. media</i>	3,30 ± 0,05	2,97 ± 0,21
<i>U. urens</i>	2,78 ± 0,41	1,90 ± 0,15
Trolox	0,083 ± 0,01	
Ortalama±SS		

Tablo 4.5 incelendiğinde *A. acutifolius* türünün çiğ özütünün en düşük IC<sub>50</sub> (7,58±0,1 mg/mL) değerine sahip olduğu, *E. cicutarium* türünün çiğ özütünün en yüksek IC<sub>50</sub> (0,22±0,004 mg/mL) değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Standart madde olan trolox (IC<sub>50</sub> = 0,83±0,01 mg/mL) ile karşılaştırıldığında *E. cicutarium* türünün çiğ özütünün IC<sub>50</sub> değerinin en yakın olduğu belirlenmiştir. IC<sub>50</sub> değerleri için yapılan T testi sonucuna göre 5 dakika haşlanan bitki özütlerinin DPPH radikalının % 50 sininin giderilmesinde çiğ örneklerle göre anlamlı derecede farklı olduğu bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

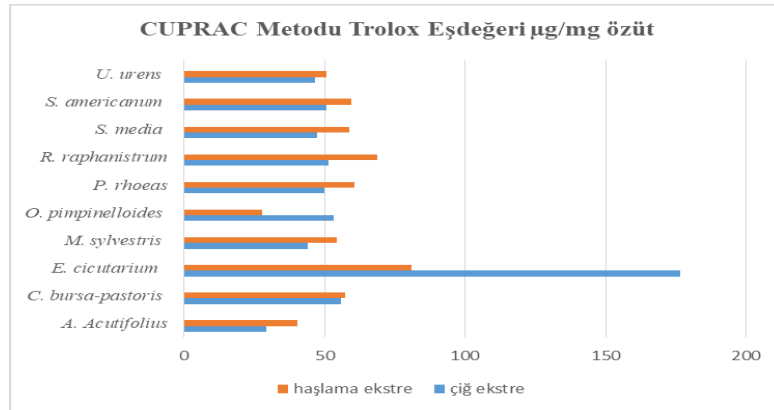
#### 4.4 Cu(II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite yöntemi (CUPRAC)

Bitki özütlerinin antioksidan kapasiteleri CUPRAC yöntemine göre belirlenmiştir. Şekil 4.16'da görüldüğü üzere 25-250 µg/mL aralığında troloks çözeltisi kullanılmıştır. Kalibrasyon grafiğinden yararlanılarak sonuçlar µg TE/mg örnek olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.16: Trolox kalibrasyon eğrisi.

CUPRAC yöntemine göre elde edilen (Tablo 4.6) sonuçlara baktığımızda özütlere ait sonuçların  $29,36 \pm 2,3$  -  $176,64 \pm 8,59$  µg TE/mg özüt arasında olduğu görülmektedir (Şekil 4.17). En yüksek antioksidan kapasite değerinin  $176,64 \pm 8,59$  µg TE/mg özüt ile *E. cicutarium* bitkisinin çiğ özütüne ait olduğu tespit edilmiştir. En düşük aktivite gösterenin *A. acutifolius* türünün çiğ özütüne ait olduğu da tabloda (Tablo 4.6) görülmektedir. Bitkilere ait çiğ özütlerinin ve 5 dakika haşlama sonrası elde edilen özütlerin CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasiteleri değişkenlik göstermiştir. *A. acutifolius*, *C. bursa-pastoris*, *M. sylvestris*, *P. rhoeas*, *R. raphanistrum*, *S. media*, *S. americanum* ve *U. urens* türlerinde 5 dakikalık haşlama işleminden sonra antioksidan aktivite değerlerinde artış gözlenirken, *E. cicutarium* ve *O. pimpinelloides* türlerinde azalış göstermiştir.



Şekil 4.17: CUPRAC metoduna göre bitki özütlerinin trolox eşdeğerleri.

**Tablo 4.6:** CUPRAC yöntemi ile antioksidan kapasite değerleri ( $\mu\text{gTE}/\text{mg}$  özüt).

Tür adı	Çiğ	Haşlama
<i>A. acutifolius</i>	29,36 $\pm$ 2,30 f	40,35 $\pm$ 2,93 g
<i>C. bursa-pastoris</i>	55,86 $\pm$ 2,08 b	57,47 $\pm$ 4,37 cd
<i>E. cicutarium</i>	176,64 $\pm$ 8,59 a	80,86 $\pm$ 17,20 a
<i>M. sylvestris</i>	43,95 $\pm$ 6,95 e	54,27 $\pm$ 9,53 e
<i>O. pimpinelloides</i>	53,36 $\pm$ 8,10 bc	27,68 $\pm$ 9,94 h
<i>P. rhoeas</i>	49,86 $\pm$ 8,34 cd	60,80 $\pm$ 10,56 c
<i>R. raphanistrum</i>	51,32 $\pm$ 9,72 bcd	68,90 $\pm$ 4,80 b
<i>S. media</i>	47,58 $\pm$ 0,62 cde	58,67 $\pm$ 2,92 cd
<i>S. americanum</i>	50,77 $\pm$ 3,72 bc	59,70 $\pm$ 8,58 cd
<i>U. urens</i>	46,56 $\pm$ 5,24 de	50,88 $\pm$ 4,49 f

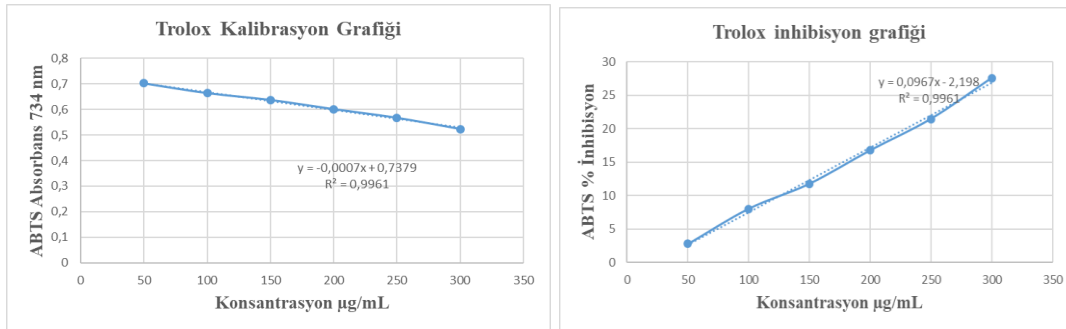
Ortalama $\pm$ SS

a-f Çiğ sütununda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır. ( $p < 0,05$ )

a-h Haşlama sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır. ( $p < 0,05$ )

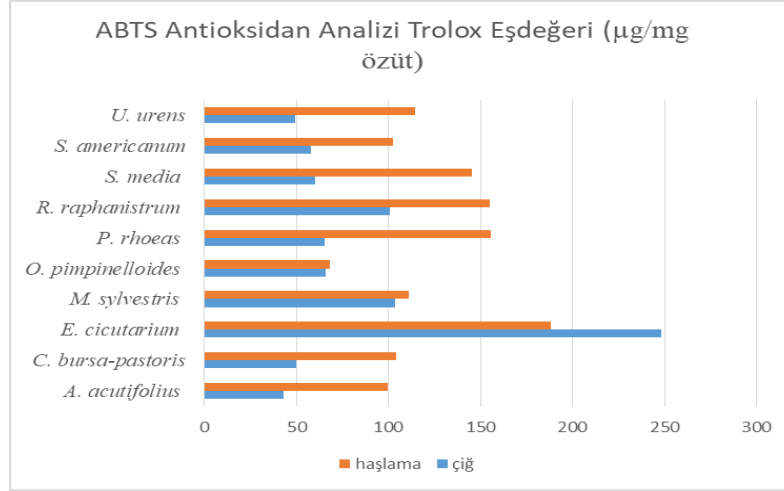
#### 4.5 ABTS radikal süpürme aktivitesinin belirlenmesi

Bitki örneklerinin antioksidan kapasiteleri, ABTS yöntemi kullanılarak madde 3.2.3.3'de belirtildiği şekilde yapılmıştır. Kalibrasyon eğrisi 0,05-0,3 mg aralığında trolox çözeltileri ile Şekil 4.18'de gösterildiği gibi çizilmiştir ve bu grafiklerden yararlanılarak,  $\mu\text{g TE}/\text{mg}$  özüt olarak hesaplanmıştır. Çiğ ve 5 dakika haşlama sonrası elde edilen bitki özütlerinin ABTS yöntemi ile tayin edilen antioksidan kapasite değerleri, Tablo 4.7'da verilmiştir.



**Şekil 4.18:** ABTS yöntemi trolox kalibrasyon eğrisi.

Bitki özütlerinin antioksidan kapasite değerleri karşılaştırmalı olarak Şekil 4.19 da gösterilmiştir. Ayrıca ABTS yöntemi % inhibisyon değerleri madde 3.3.3.3 te belirtildiği gibi hesaplanarak Tablo 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.19: Bitki özütlerinin trolox eşdeğerleri.

Tablo 4.7: ABTS Yöntemine göre özütlerin trolox eşdeğerleri (µgTE/mg özüt).

Tür adı	Çiğ bitki	Haşlama
<i>A. acutifolius</i>	43,33 ± 20,98 c	99,37 ± 17,17 c
<i>C. bursa-pastoris</i>	49,73 ± 11,44 c	104,14 ± 3,77 c
<i>E. cicutarium</i>	248,42 ± 4,95 a	188,14 ± 9 a
<i>M. sylvestris</i>	103,50 ± 22,35 b	110,79 ± 17,30 c
<i>O. pimpinelloides</i>	66,00 ± 12,83 c	68,02 ± 11,30 d
<i>P. rhoeas</i>	65,10 ± 18,40 c	155,83 ± 14,74 b
<i>R. raphanistrum</i>	101,00 ± 19,10 b	154,96 ± 11,50 b
<i>S. medica</i>	60,39 ± 4,67 c	145,09 ± 20,72 b
<i>S. americanum</i>	57,94 ± 22,30 c	102,65 ± 6,55 c
<i>U. urens</i>	49,49 ± 11,76 c	114,58 ± 19,10 c

Ortalama±SS

a-c Çiğ sütununda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır. ( $p < 0,05$ )

a-c Haşlama sütununda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır. ( $p < 0,05$ )

ABTS antioksidan aktivite deneyleri için standart madde olarak kullandığımız trolox eşdeğeri sonuçlarına göre en yüksek aktivite gösteren bitki örneğimiz *E. cicutarium* türünün çiğ özütü ( $248,42 \pm 4,95 \mu\text{gTE}/\text{mg}$  özüt) olarak tespit edilmiştir. En düşük aktivite gösteren bitki örneğimiz ise *A. acutifolius*'un çiğ özütü olup  $43,33 \pm 20,98 \mu\text{gTE}/\text{mg}$  olarak ölçülmüştür. Bitki örneklerimizden *A. acutifolius*, *C. bursa-pastoris*, *M. sylvestris*, *O. pimpinelloides*, *P. rhoeas*, *R. raphanistrum*, *S. media*, *S. americanum*, *U. urens*'in 5 dakikalık haşlama işlemi ile antioksidan aktivitelerinde artış olduğu gözlenirken *E. cicutarium* türünün çiğ özütündeki aktivitenin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ABTS antioksidan aktivite yöntemine göre % inhibisyon değerleri de tablo 4.8 de görüldüğü gibi  $2,01 \pm 0,1$  ile  $21,88 \pm 0,28$  değerleri arasında yer almaktadır. En yüksek inhibisyona sahip olan örneğimiz *E. cicutarium* bitkisinin çiğ özütünde iken en düşük inhibisyon gösteren örneğimiz ise *A. acutifolius* bitkisinin çiğ özütüne aittir.

**Tablo 4.8:** ABTS Yöntemine göre özütlerin % inhibisyon değerleri.

Tür adı	Çiğ	Haşlama
<i>A. acutifolius</i>	2,01±0,10 d	7,43 ± 1,66 c
<i>C. bursa-pastoris</i>	2,58 ± 1,04 cd	7,89 ± 0,36 c
<i>E. cicutarium</i>	21,88 ± 0,28 a	16,06 ± 0,83 a
<i>M. sylvestris</i>	7,80 ± 0,20 b	8,50 ± 1,68 c
<i>O. pimpinelloides</i>	4,25 ± 1,32 c	4,43 ± 1,20 d
<i>P. rhoeas</i>	4,16 ± 0,67 c	12,85 ± 0,37 b
<i>R. raphanistrum</i>	7,89 ± 1,79 b	12,25 ± 1,27 b
<i>S. media</i>	3,64 ± 0,42 cd	11,86 ± 2,01 b
<i>S. americanum</i>	3,41 ± 0,29 cd	7,76 ± 0,59 c
<i>U. urens</i>	2,73 ± 0,99 cd	8,90 ± 1,84 c

Ortalama±SS

a-d Çiğ sütununda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır. ( $p<0,05$ )

a-d Haşlama sütununda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır. ( $p<0,05$ )

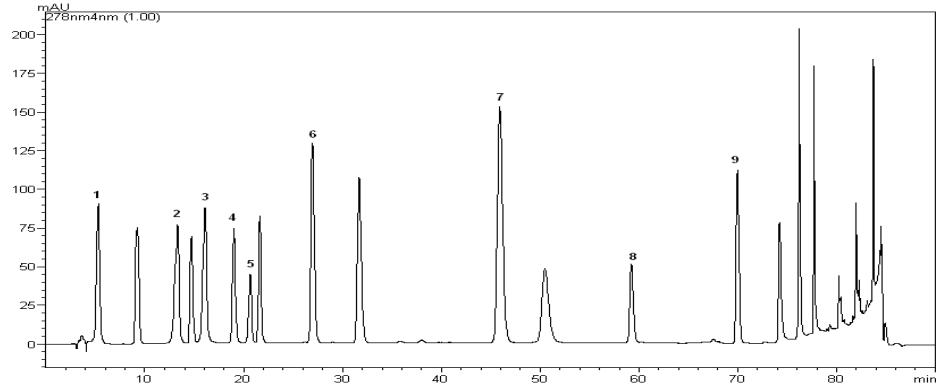
Bitki ekstralarının toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları ile antioksidan kapasite ölçümleri Tablo 4.9 de gösterilmiştir.

**Tablo 4.9:** Bitki özütlerinin antioksidan kapasite ölçümleri.

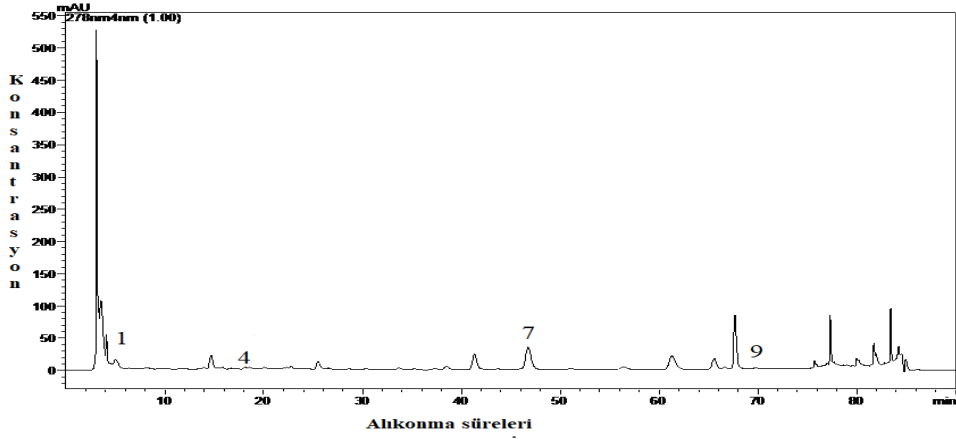
Tür adı	Uygulama	Toplam fenolik madde miktarı $\mu\text{g}$ GAE/mg özüt	Toplam flavonoid miktarı $\mu\text{g}$ RE/mg özüt	Antioksidan aktivite tayini		
				CUPRAC $\mu\text{g}$ TE/mg özüt	DPPH IC <sub>50</sub> değerleri (mg/mL)	ABTS $\mu\text{g}$ TE/mg özüt
<i>A. acutifolius</i>	Çiğ	10,65±2,18	20,00±6,00	29,36±2,30	7,58±0,10	43,33±20,98
	Haşlama	9,82±0,76	7,33±2,88	40,35±2,93	0,78±0,01	99,37±17,17
<i>C. bursa-pastoris</i>	Çiğ	18,82±0,29	137,33±12,58	55,86±2,08	2,41±0,03	49,73±11,44
	Haşlama	13,48±0,29	60,67±2,88	57,47±4,37	1,44±0,02	104,14±3,77
<i>E. cicutarium</i>	Çiğ	50,82±0,58	154,00±1,00	176,64±8,59	0,22±0,004	248,42±4,95
	Haşlama	39,32±0,58	99,00±1,00	80,86±17,20	0,77±0,01	188,14±9
<i>M. sylvestris</i>	Çiğ	27,48±0,76	107,33±15,28	43,95±6,95	7,57±0,30	103,50±22,35
	Haşlama	11,15±0,50	35,67±5,77	54,27±9,53	1,10±0,015	110,79±17,3
<i>O. pimpinelloides</i>	Çiğ	27,39±4,77	97,33±12,58	53,36±8,10	1,59±0,03	66,00±12,83
	Haşlama	37,82±2,56	100,67±15,28	27,68±9,94	2,07±0,03	68,02±11,30
<i>P. rhoeas</i>	Çiğ	10,48±0,29	29,00±1,00	49,86±8,34	1,68±0,024	65,10±18,40
	Haşlama	17,48±0,29	79,00±1,00	60,80±10,56	3,38±0,08	155,83±14,74
<i>R. raphanistrum</i>	Çiğ	7,15±0,50	4,00±0,10	51,32±9,72	4,88±0,14	101,00±19,10
	Haşlama	12,15±0,50	53,50±2,88	68,90±4,80	2,16±0,03	154,96±11,50
<i>S. media</i>	Çiğ	23,82±0,76	93,67±0,57	47,58±0,62	3,30±0,05	60,39±4,67
	Haşlama	19,32±0,76	67,33±14,4	58,67±2,92	2,97±0,21	145,09±20,72
<i>S. americanum</i>	Çiğ	14,32±0,29	92,33±7,64	50,77±3,72	1,81±0,03	57,94±22,30
	Haşlama	19,48±1,53	69,00±5,00	59,70±8,58	1,41±0,024	102,65±6,55
<i>U. urens</i>	Çiğ	20,15±0,50	64,00±5,00	46,55±5,24	2,78±0,41	49,50 ± 11,76
	Haşlama	15,98±0,29	80,67±5,77	50,88±4,49	1,90±0,15	114,58± 19,10

Ortalama ± SS

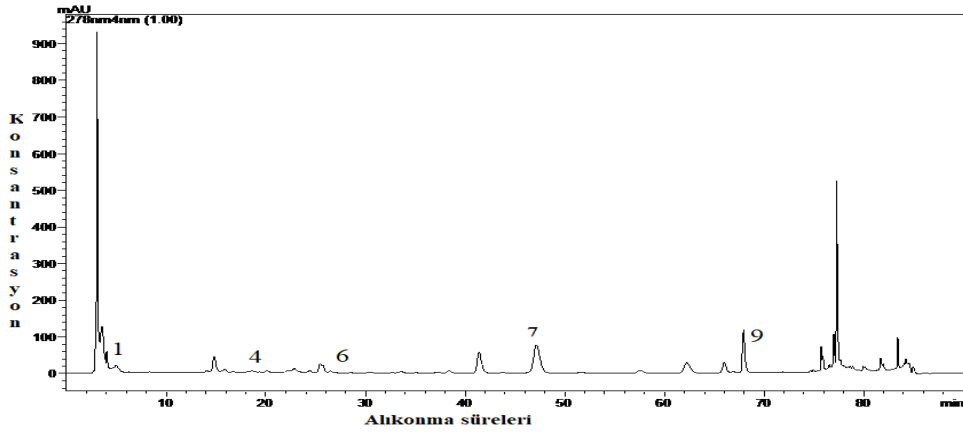
## 4.6 HPLC Analiz Sonuçları



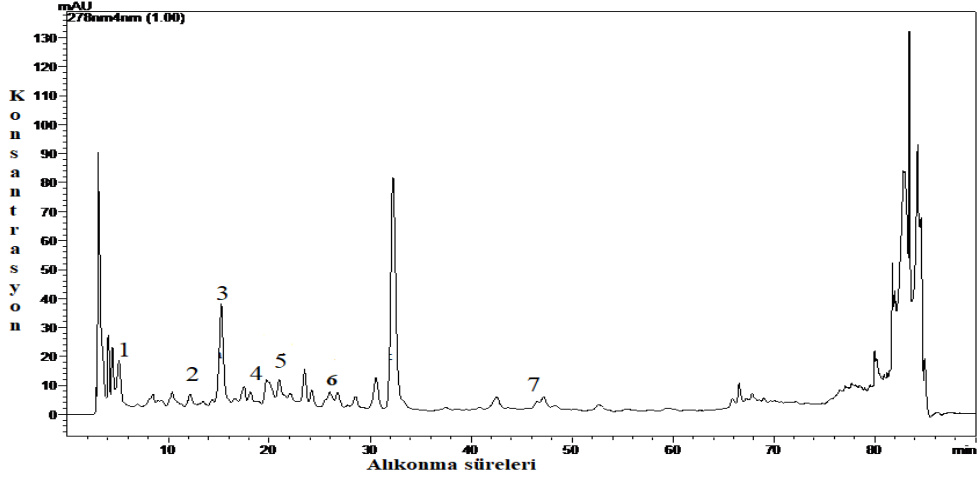
Şekil 4.20: :Standart kromatogram (1:gallik asit 2:kateşin 3:klorojenik asit 4:kafeik asit 5:epikateşin 6:*p*-kumarik asit 7:rutin 8:rosmarinik asit 9:sinnamik asit).



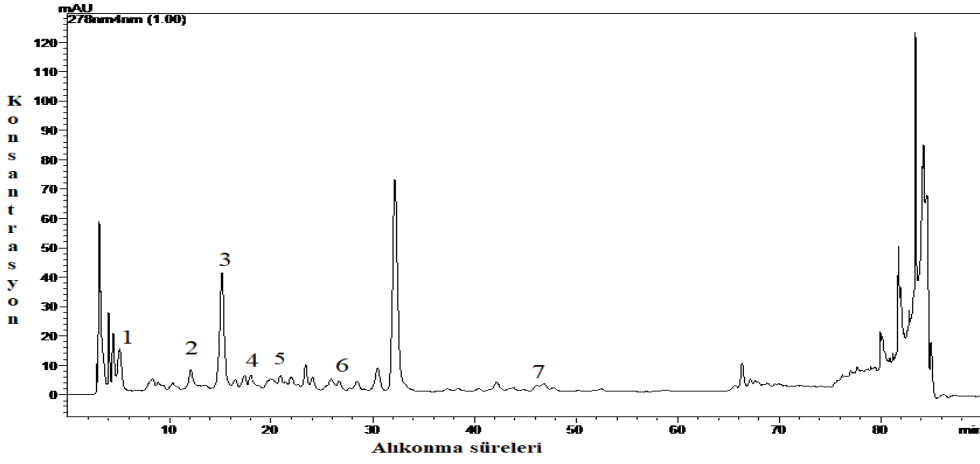
Şekil 4.21: *A. acutifolius* çiğ.



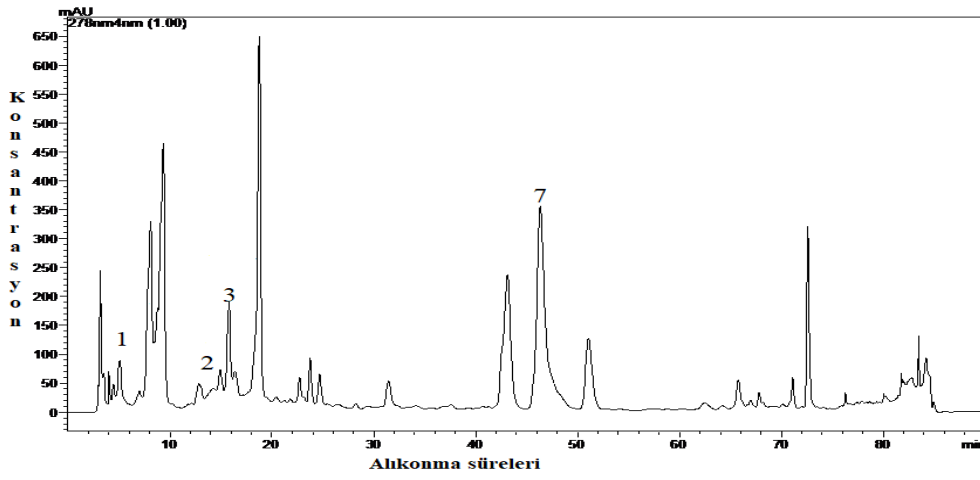
Şekil 4.22: *A. acutifolius* haşlama.



Şekil 4.23: *C. bursa-pastoris* çiğ.

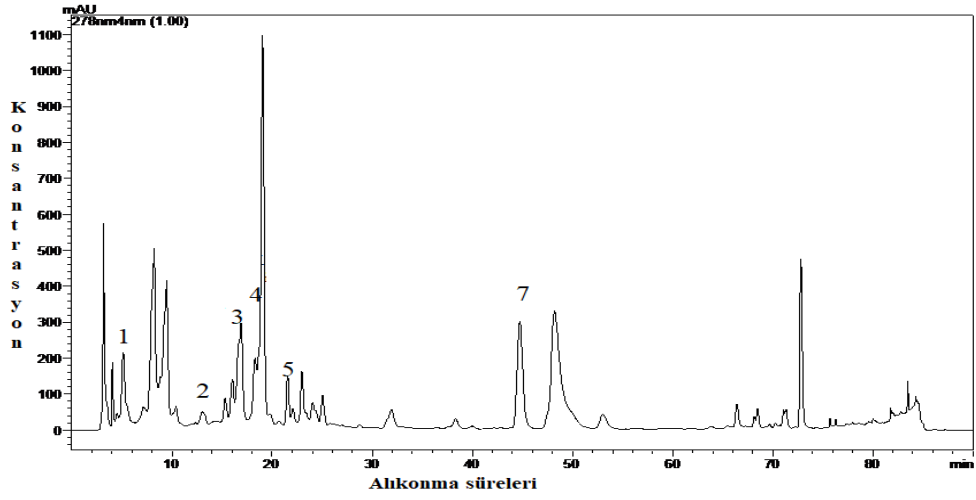


Şekil 4.24: *C. bursa-pastoris* haşlama.

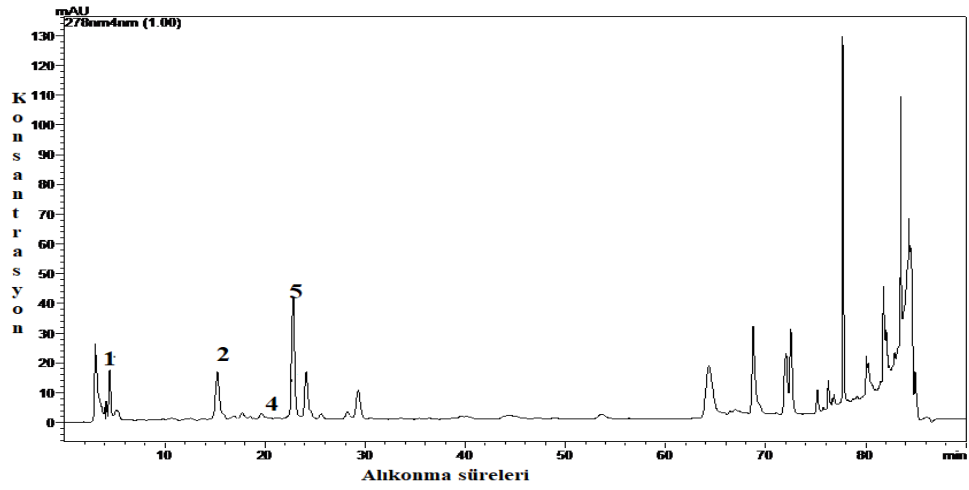


Şekil 4.25: *E. cicutarium* çiğ.

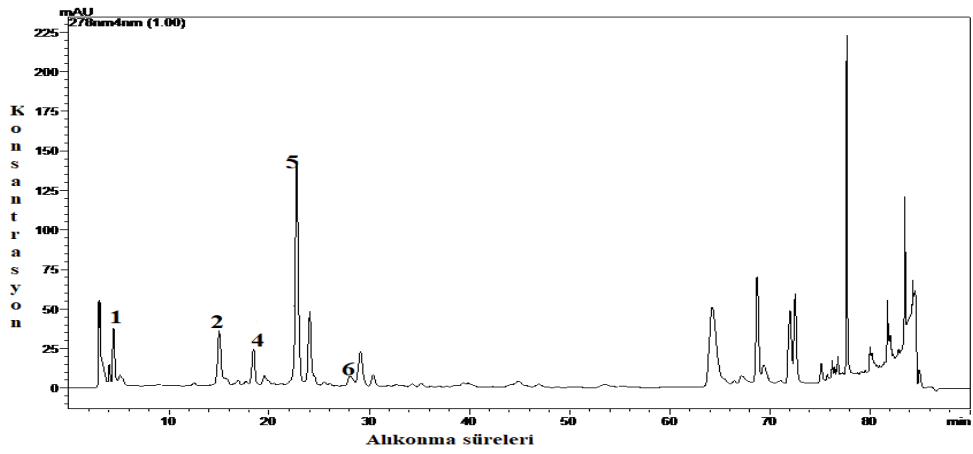




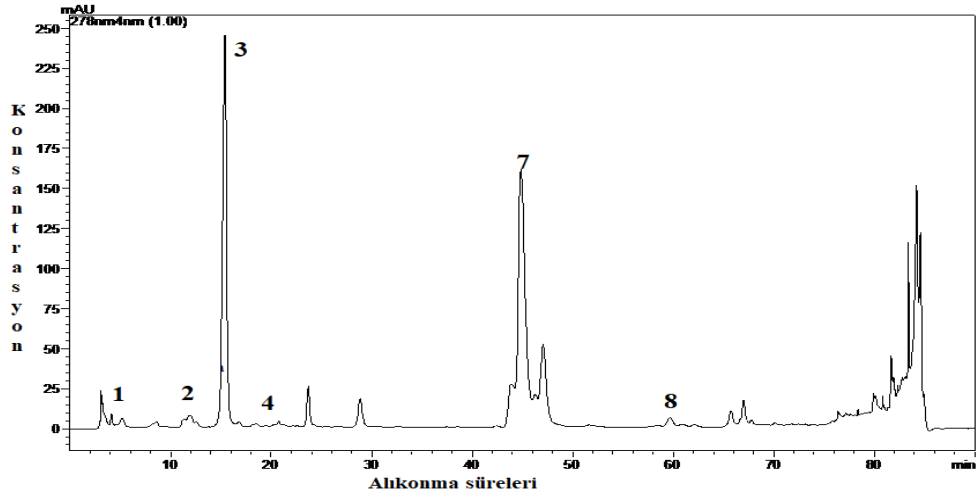
Şekil 4.26: *E. cicutarium* haşlama.



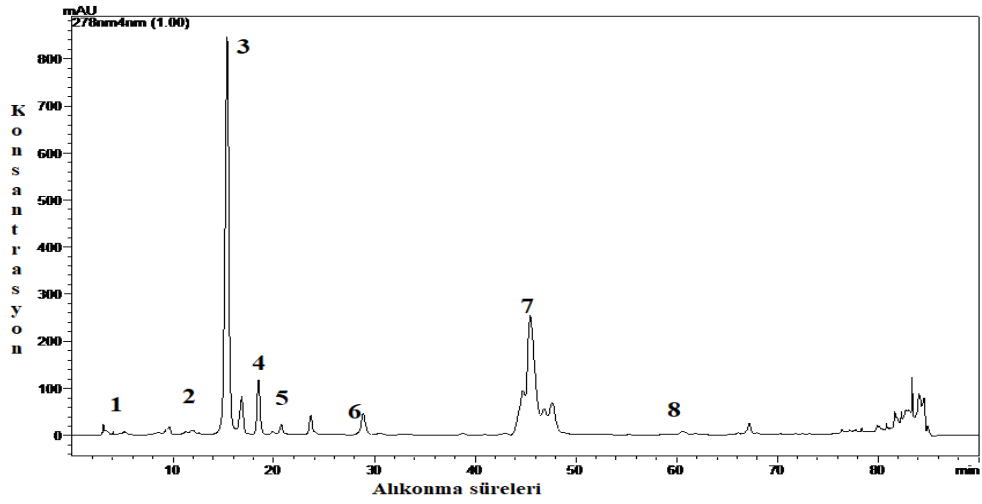
Şekil 4.27: *M. sylvestris* çiğ.



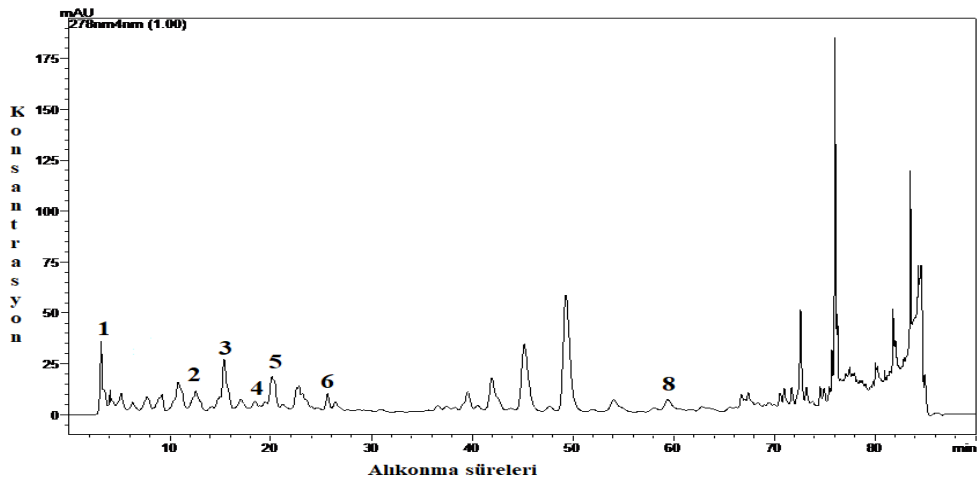
Şekil 4.28: *M. sylvestris* haşlama.



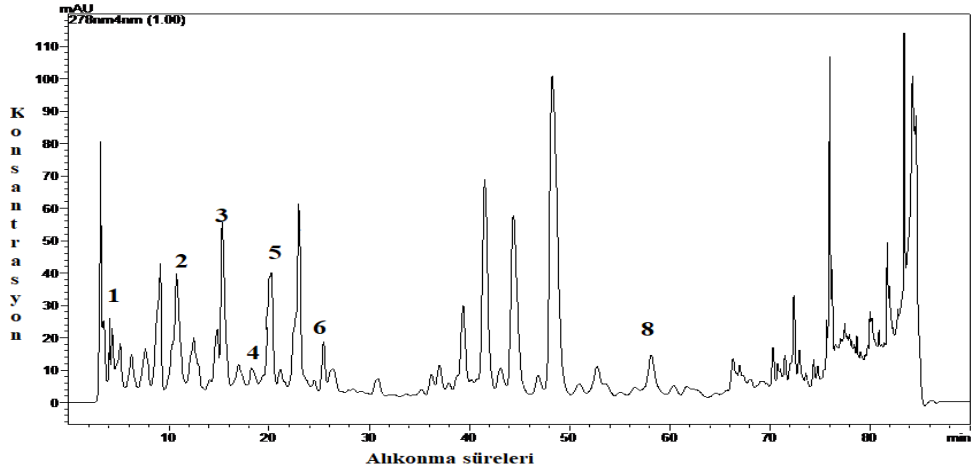
Şekil 4.29: *O. pimpinelloides* çiğ.



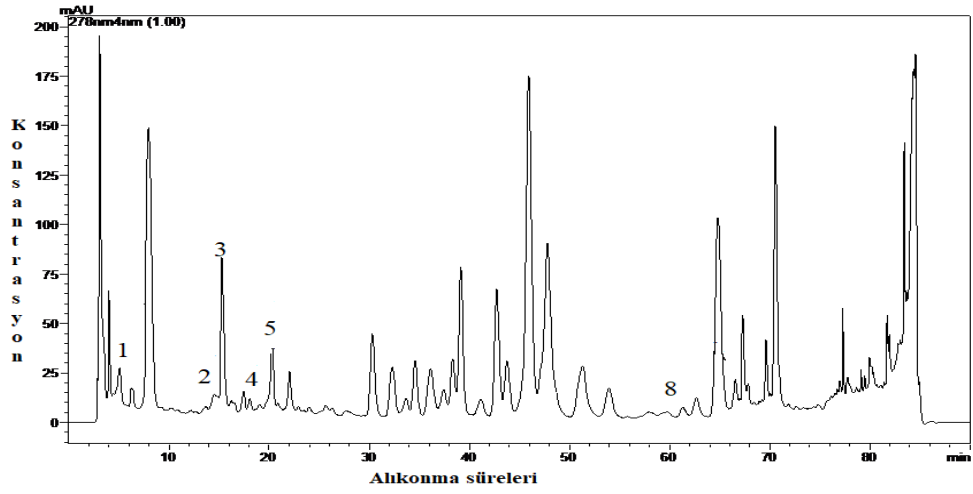
Şekil 4.30: *O. pimpinelloides* haşlama.



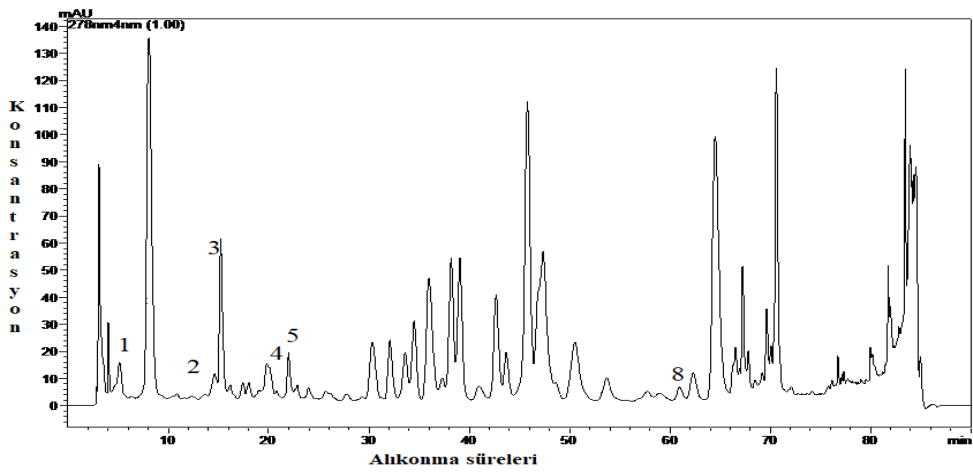
Şekil 4.31: *P. rhoeas* çiğ.



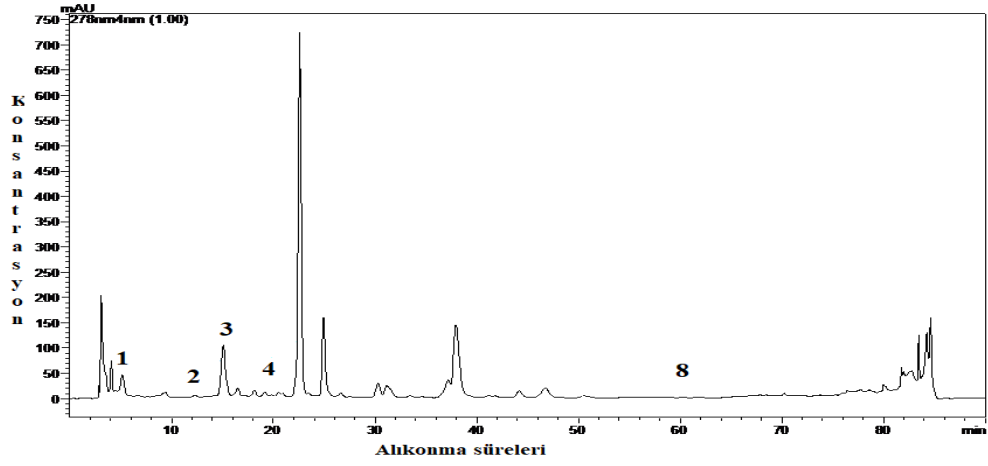
Şekil 4.32: *P. rhoeas* haşlama.



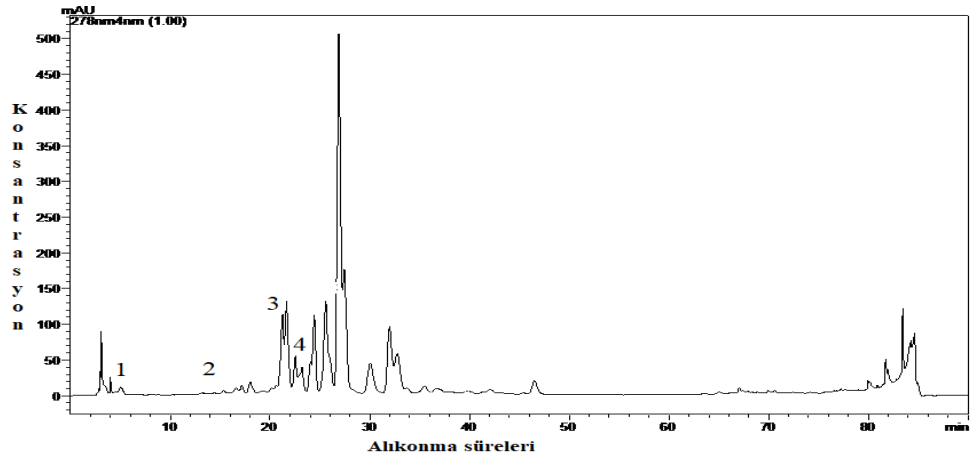
Şekil 4.33: *R. raphanistrum* çiğ.



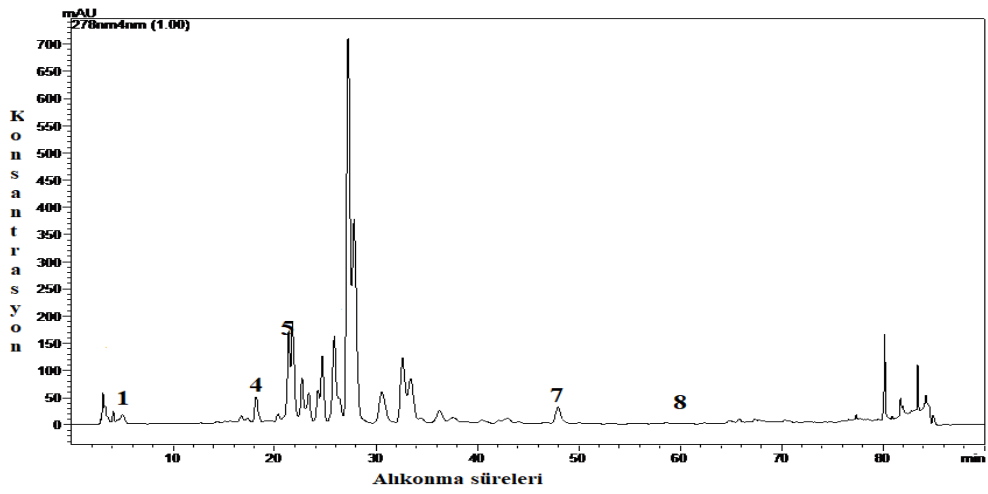
Şekil 4.34: *R. raphanistrum* haşlama.



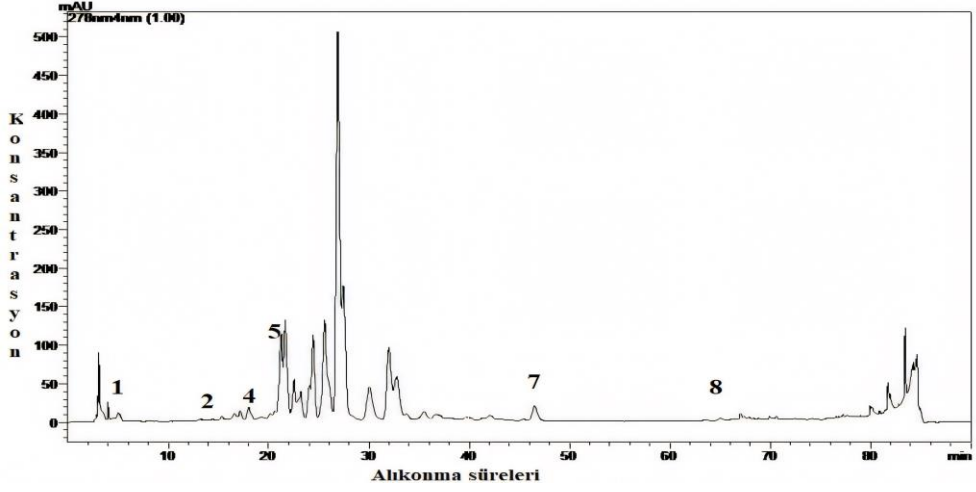
Şekil 4.35: *S. americanum* çiğ.



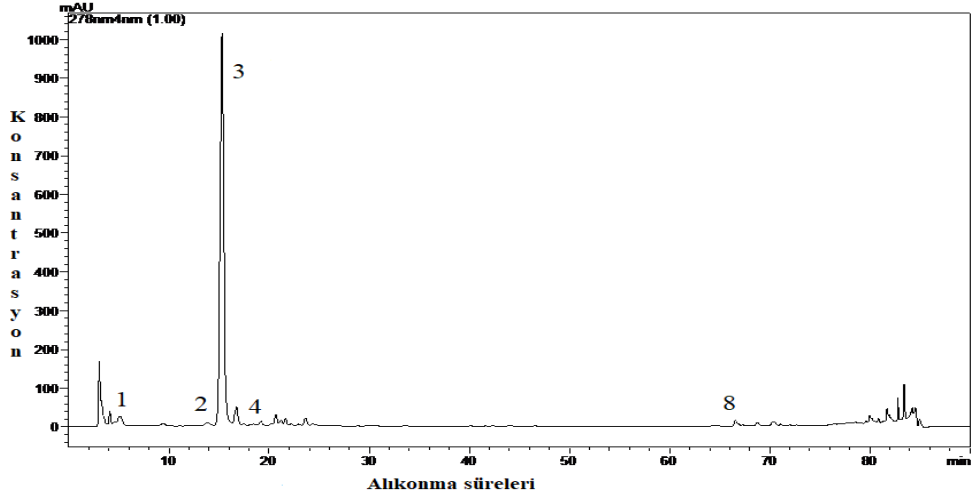
Şekil 4.36: *S. americanum* haşlama.



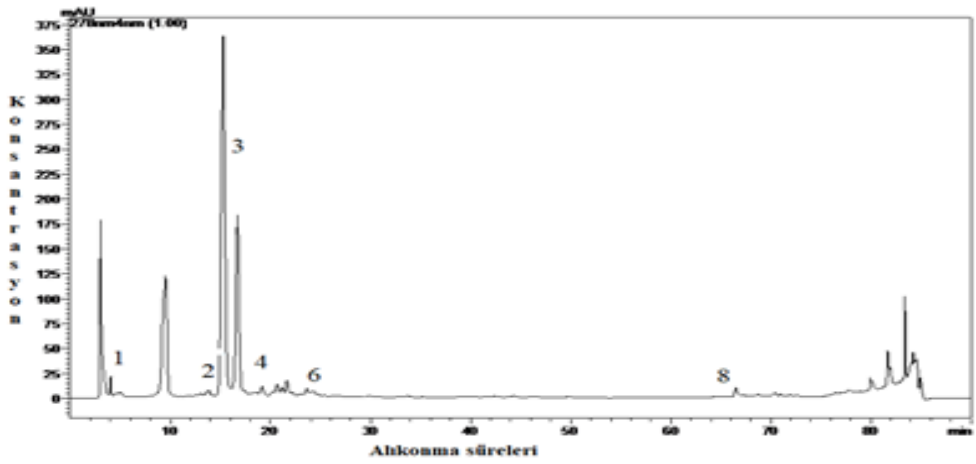
Şekil 4.37: *S. media* çiğ.



Şekil 4.38: *S. media* haşlama.



Şekil 4.39: *U. urens* çiğ.



Şekil 4.40: *U. urens* haşlama.

Çalışmada kullanılan fenolik bileşiklerin alıkonma sürelerine göre standart kromatogramı Şekil 4.20’de verilmiştir. Analizlere göre 9 fenolik bileşiğin elde edilen değerleri Tablo 4.10’da verilmiştir. Çalışmada kullandığımız bitkilere özütlerine ait kromatogramlar Şekil 4.21 – 4.40’ta verilmiştir.

*A. acutifolius* bitkisinin çiğ özütünde 1: gallik asit (283,4 µg/g), 4: kafeik asit (47,4 µg/g), 7: rutin (5248 µg/g), 9: sinnamik asit (17,47 µg/g) maddeleri tespit edilmiştir. Bitkinin taze filizlerinin 5 dakikalık haşlanması ile 1: gallik asit (129,4 µg/g), 4: kafeik asit (27,8 µg/g), 6: *p*-kumarik asit (72 µg/g), 7: rutin (7120,4 µg/g) ve 9: sinnamik asit (5,66 µg/g) tespit edilmiştir. Bitkinin haşlanması ile gallik asit (% 54,3), kafeik asit (% 41,3) ve sinnamik asit (% 67,6) miktarlarında azalış meydana gelirken rutin (% 35,7) miktarında artış meydana gelmiştir. *p*-kumarik asit haşlama sonucu ortaya çıkmıştır.

*C. bursa-pastoris* bitkisinin çiğ özütünde 1: gallik asit (381,1 µg/g), 2: kateşin (467 µg/g), 3: klorogenik asit (2305,9 µg/g), 4: kafeik asit (101,1 µg/g), 5: epikateşin (904,4 µg/g), 6: *p*-kumarik asit (65,8 µg/g), 7: rutin (580,9 µg/g) maddelerinin varlığı tespit edilmiştir (tablo 4.10). Bitkinin yapraklarının 5 dakikalık haşlanması ile 1: gallik asit (277,8 µg/g), 2: kateşin (698,9 µg/g), 3: klorogenik asit (2115,3 µg/g), 4: kafeik asit (77,7 µg/g), 5: epikateşin (206,1 µg/g), 6: *p*-kumarik asit (26,5 µg/g) ve 7: rutin (246,1 µg/g) maddeleri tespit edilmiştir. Bitkinin haşlanması ile gallik asit, klorogenik asit, kafeik asit, epikateşin, *p*-kumarik asit ve rutin miktarlarında azalma meydana gelmiştir. Kateşin (% 49,7) miktarında haşlama sonrası artış gözlenmiştir.

*E. cicutarium* bitkisinin çiğ özütünde 1: gallik asit (960,7 µg/g), 2: kateşin (394,4 µg/g), 3: klorogenik asit (2320,1 µg/g), 7: rutin (24310,1 µg/g) maddelerinin varlığı tespit edilmiştir. Bitkinin topraküstü kısımlarında 1: gallik asit (2166,1 µg/g), 2: kateşin (412,9 µg/g), 3: klorogenik asit (1951,1 µg/g), 4: kafeik asit (1658,5 µg/g), 5: epikateşin (666,4 µg/g), 7: rutin (23793,8 µg/g) maddeleri tespit edilmiştir. Haşlama işlemi ile gallik asit (% 125,5) ve kateşin (% 14,5) miktarlarının arttığı görülmüş, rutin ve klorogenik asit miktarlarının azaldığı görülmüştür. Kafeik asit ve epikateşin ise haşlama ile ortaya çıkmıştır.

*M. sylvestris* bitkisinin çiğ özütünde 1: gallik asit (176 µg/g), 2: kateşin (203,6), 4: kafeik asit (44,3 µg/g), 5: epikateşin (110,6 µg/g) maddeleri tespit edilmiştir.

Bitkinin topraküstü kısımlarının 5 dakika haşlanması sonucu 1: gallik asit (116,4 µg/g), 2: kateşin (168 µg/g), 4: kafeik asit (297 µg/g), 5: epikateşin (183,3 µg/g), 6: *p*-kumarik asit (10,8 µg/g) maddelerinin varlığı tespit edilmiştir. Haşlama işlemi ile gallik asit ve kateşin azalırken kafeik asit (% 570,4) ve epikateşin (% 65,7) artmıştır. Çiğ ekstrede bulunmayan *p*-kumarik asit haşlama sonrası açığa çıkmıştır.

*O. pimpinelloides* (alan maydonozu) bitkisinin çiğ özütünde 1: gallik asit (160,9 µg/g), 2: kateşin (376,4 µg/g), 3: klorogenik asit (15016,5 µg/g), 4: kafeik asit (47 µg/g), 7: rutin (7306,4 µg/g) ve 8: rosmarinik asit (140,96 µg/g) tespit edilmiştir. 5 dakika haşlama sonucu elde edilen özütte 1: gallik asit (127,9 µg/g), 2: kateşin (276,9 µg/g), 3: klorogenik asit (32249,5 µg/g), 4: kafeik asit (1407 µg/g), 5: epikateşin (457,5 µg/g), 6: *p*-kumarik asit (9,9 µg/g), 7: rutin (5963 µg/g) ve 8: rosmarinik asit (120,17 µg/g) tespit edilmiştir. Haşlama işlemi ile gallik asit, kateşin, rutin ve rosmarinik asit miktarlarında azalma meydana gelirken; klorogenik asit (% 114), kafeik asit (% 2893) miktarları artmıştır. Kafeik asit yaklaşık 30 kat artmış durumdadır. Ayrıca haşlanan bitki ekstresinde epikateşin ve *p*-kumarik asitin meydana geldiği tespit edilmiştir.

*P. rhoeas* bitkisinin çiğ özütünde 1: gallik asit 156,1 µg/g, 2: kateşin 1317,7 µg/g, 3: klorogenik asit 1254,9 µg/g, 4: kafeik asit 51,8 µg/g, 5: epikateşin 1395,4 µg/g, 6: *p*-kumarik asit 46,8 µg/g, 8: rosmarinik asit 129,25 µg/g olarak tespit edilmiştir. 5 dakika haşlanan bitki özütünde 1: gallik asit 173,2 µg/g, 2: kateşin 1513,9 µg/g, 3: klorogenik asit 2275,6 µg/g, 4: kafeik asit 55,3 µg/g, 5: epikateşin 2328,1 µg/g, 6: *p*-kumarik asit 94,3 µg/g, 8: rosmarinik asit 169,8 µg/g olarak tespit edilmiş olup bu maddelerin hepsinde artış meydana geldiği görülmüştür.

*R. raphanistrum* bitkisinin çiğ özütünde 1: gallik asit 270,9 µg/g, 2: kateşin 85,4 µg/g, 3: klorogenik asit 2133,4 µg/g, 4: kafeik asit 69,7 µg/g, 5: epikateşin 275,9 µg/g, 8: rosmarinik asit 141,15 µg/g olarak tespit edilmiştir. 5 dakikalık haşlama işlemi ile 1: gallik asit 248,6 µg/g, 2: kateşin 113,1 µg/g, 3: klorogenik asit 1947,2 µg/g, 4: kafeik asit 76,7 µg/g, 5: epikateşin 851,8 µg/g ve 8: rosmarinik asit 161,74 µg/g olarak tespit edilmiştir. Haşlama işlemi ile gallik asit (% 91,8) ve klorogenik asit (% 8,7) miktarları azalmış olduğu; kateşin (% 32,4), kafeik asit (% 10), epikateşin (% 208) ve rosmarinik asit (% 14,6) miktarlarında artış olduğu görülmüştür.

*S. americanum* bitkisinin çiğ özütünde 1: gallik asit 550,7 µg/g, 2: kateşin 201,5 µg/g, 3: klorogenik asit 3443,9 µg/g, 4: kafeik asit 119,2 µg/g, 8: rosmarinik asit 21,93 µg/g maddelerinin varlığı tespit edilirken; 5 dakika haşlama işlemi sonucu olarak 1: gallik asit 142,4 µg/g, 2: kateşin 285,9 µg/g, 3: klorogenik asit 7876 µg/g, 4: kafeik asit 164,4 µg/g, 6: *p*-kumarik asit 14,5 µg/g ve 8: rosmarinik asit 35,17 µg/g olarak tespit edilmiştir. Haşlama işlemi ile gallik asit (% 74,1) azalırken; kateşin (% 41,9), klorogenik asit (% 128,7), kafeik asit (% 37,9), rosmarinik asit (% 60,4) miktarları artmış; *p*-kumarik asit ortaya çıkmıştır.

*S. media* türünün çiğ özütünde 1: gallik asit 190,5 µg/g, 4: kafeik asit 388,1 µg/g, 5: epikateşin 279,5 µg/g, 7: rutin 2130 µg/g, 8: rosmarinik asit 49,86 µg/g olarak tespit edilmiştir. 5 dakikalık haşlama işlemi sonucu 1: gallik asit 269,2 µg/g, 2: kateşin 172,8 µg/g, 4: kafeik asit 297,7 µg/g, 5: epikateşin 307,3 µg/g, 7: rutin 2813 µg/g ve 8: rosmarinik asit 65,36 µg/g olarak bulunmuştur. Haşlama işlemi ile gallik asit (% 41,3), epikateşin (% 9,9), rutin (% 32,1) ve rosmarinik asit (% 31,1) miktarlarında artış olurken kafeik asit (% 23,3) miktarında azalma olmuştur. Ayrıca kateşin ortaya çıkmıştır.

*U. urens* bitkisinin çiğ özütünde 1: gallik asit 7311,8 µg/g, 2: kateşin 243 µg/g, 3: klorogenik asit 51804,7 µg/g, 4: kafeik asit 72,4 µg/g, 8: rosmarinik asit 29,19 µg/g olarak bulunmuştur. 5 dakika haşlanan bitki ekstresinde 1: gallik asit 119,6 µg/g, 2: kateşin 131,4 µg/g, 3: klorogenik asit 25577,6 µg/g, 4: kafeik asit 67,3 µg/g, 6: *p*-kumarik asit 5,4 µg/g, 8: rosmarinik asit 32,39 µg/g olarak tespit edilmiştir. Haşlama işlemi ile gallik asit (% 83,6), kateşin (% 46,1), klorogenik asit (% 50,6), kafeik asit (% 7) miktarlarında azalma olurken rosmarinik asit (% 10,9) miktarında artma olmuştur. Ayrıca *p*-kumarik asit ortaya çıkmıştır.



**Tablo 4.10:** Çiğ ve haşlanmış bitki özütlerinin karşılaştırmalı fenolik bileşik miktarları (µg/g özüt) ve değişim oranları (%).

Türler	Uygulama ve % değişim	Gallik asit	Kateşin	Klorojenik asit	Kafeik asit	Epikateşin	p-kumarik asit	Rutin	Rosmarinik asit	Sinnamik asit
<i>A. acutifolius</i>	Çiğ	283,4	*	*	47,4	*	*	5248,0	*	17,47
	Haşlama	129,4	*	*	27,8	*	72,0	7120,4	*	5,66
	% değişim	% 54,3 ↓	*	*	% 41,3 ↓	*	H	% 35,7 ↑	*	% 67,6 ↓
<i>C. bursa-pastoris</i>	Çiğ	381,1	467,0	2305,9	101,1	904,4	65,8	580,9	*	*
	Haşlama	277,8	698,9	2115,3	77,7	206,1	26,5	246,1	*	*
	% değişim	% 27,1 ↓	% 49,7 ↑	% 8,3 ↓	% 23,1 ↓	% 77,2 ↓	% 59,7 ↓	% 57,6 ↓	*	*
<i>E. cicutarium</i>	Çiğ	960,7	394,4	2320,1	*	*	*	24310,1	*	*
	Haşlama	2166,1	412,9	1951,1	1658,5	666,4	*	23793,8	*	*
	% değişim	% 125,5 ↑	% 14,5 ↑	% 15,9 ↓	H	H	*	% 2,1 ↓	*	*
<i>M. sylvestris</i>	Çiğ	176,0	203,6	*	44,3	110,6	*	*	*	*
	Haşlama	116,4	168,0	*	297,0	183,3	10,8	*	*	*
	% değişim	% 33,9 ↓	% 17,5 ↓	*	% 570,4 ↑	% 65,7 ↑	*	*	*	*
<i>O. pimpinelloides</i>	Çiğ	160,9	376,4	15016,5	47,0	*	*	7306,4	140,96	*
	Haşlama	127,9	276,9	32249,5	1407,0	457,5	9,9	5963,0	120,17	*
	% değişim	% 20,5 ↓	% 26,4 ↓	% 114 ↑	% 2893 ↑	H	H	% 18,4 ↓	% 14,7 ↓	*
<i>P. rhoeas</i>	Çiğ	156,1	1317,7	1254,9	51,8	1395,4	46,8	*	129,25	*
	Haşlama	173,2	1513,9	2275,6	55,3	2328,1	94,3	*	169,80	*
	% değişim	% 10,9 ↑	% 14,9 ↑	% 81,3 ↑	% 6,7 ↑	% 66,8 ↑	% 101 ↑	*	% 31,4 ↑	*
<i>R. raphanistrum</i>	Çiğ	270,9	85,4	2133,4	69,7	275,9	*	*	141,15	*
	Haşlama	248,6	113,1	1947,2	76,7	851,8	*	*	161,74	*
	% değişim	% 91,8 ↓	% 32,4 ↑	% 8,7 ↓	% 10 ↑	% 208 ↑	*	*	% 14,6 ↑	*
<i>S. americanum</i>	Çiğ	550,7	201,5	3443,9	119,2	*	*	*	21,93	*
	Haşlama	142,4	285,9	7876,0	164,4	*	14,5	*	35,17	*
	% değişim	% 74,1 ↓	% 41,9 ↑	% 128,7 ↑	% 37,9 ↑	*	H	*	% 60,4 ↑	*
<i>S. media</i>	Çiğ	190,5	*	*	388,1	279,5	*	2130,0	49,86	*
	Haşlama	269,2	172,8	*	297,7	307,3	*	2813,0	65,36	*
	% değişim	% 41,3 ↑	H	*	% 23,3 ↓	% 9,9 ↑	*	% 32,1 ↑	% 31,1 ↑	*
<i>U. urens</i>	Çiğ	731,8	243,9	51804,7	72,4	*	*	*	29,19	*
	Haşlama	119,6	131,4	25577,6	67,3	*	5,4	*	32,39	*
	% değişim	% 83,6 ↓	% 46,1 ↓	% 50,6 ↓	% 7 ↓	*	H	*	% 10,9 ↑	*

\*:tespit edilemedi, ↑: artan, ↓: azalan, H:haşlama ile ortaya çıkan, %: yüzde.

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Son zamanlarda, bitkileri olumsuz çevre koşullarından koruyan güçlü antioksidan etkilerinin olması nedeniyle fenolik bileşiklere, özellikle flavonoidlere olan ilgi oldukça artmıştır.

Yapılan bir çalışmada *A. acutifolius*'un bazı flavonoidleri (çoğunlukla rutin) ve güçlü antioksidan özelliklere sahip diğer fenolik bileşikleri içerdiği ve bunların kanser, kardiyovasküler ve serebrovasküler hastalık riskinin azaltılması konusunda etkili olabileceği belirtilmektedir (Palfi ve ark., 2017; Hamdi ve ark., 2021). Barros ve ark. (2011) çalışmalarında Portekiz'deki *A. acutifolius*'un genç gövdelerinin flavonoid profilinin rutin, narsissin ve nikotiflorinden oluştuğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda *A. acutifolis* bitkisinin genç sürgünlerinin çiğ özütlerinde rutin (5248,0 µg/g), gallik asit, kafeik asit ve sinnamik asit tespit edilmiştir. *A. acutifolius* 'un genç sürgünlerinin haşlanan özütlerinde gallik asit, kafeik asit ve sinnamik asit miktarlarının azaldığı *p*-kumarik asitin ortaya çıktığı ve rutin (7120,4 µg/g) miktarının artmış olduğu görülmektedir. Burada da ağırlıklı olarak rutin tespit edilmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada *A. acutifolius* 'un farklı organlarının (gövde, rizom, yaprak, perikarp) kurutulmuş elde edilen etanolik özütleri üzerinde antioksidan aktiviteleri ve fenolik bileşenleri ile flavonoid maddeler araştırılmıştır. Kafeik asit, *A. acutifolius*'un farklı bitki kısımlarının etanolik özütlerinde ana fenolik asit olarak tespit edilmiş ve bunu önemli miktarlarda ferulik, *p*-hidroksibenzoik ve protokateşuik asitin takip ettiği bildirilmiştir. Bu çalışmada gövdedeki rutin miktarı  $316,27 \pm 31,63$  mg/kg kuru özüt olarak tespit edilmiştir. Gallik asitin gövde harici diğer organlarda mevcut olduğu, rutin yalnız gövdede bulunduğu, gövdedeki toplam flavonoid bileşiklerin  $536,55 \pm 25,01$  mg/kg, toplam fenoliklerin ise  $951,54 \pm 31,91$  mg/kg olduğu belirtilmiştir. Diğer organlarında bu bileşiklerin daha az olduğu bildirilmiştir (Hamdi ve ark., 2021). Çalışmamızda *A. acutifolius*'un çiğ özütlerinde toplam fenolik bileşik miktarının  $10,65 \pm 2,18$  µg GAE/mg olduğu, haşlanan özütlerde bu miktarın  $9,82 \pm 0,76$  µgGAE/mg'a düştüğü görülmüştür. Toplam flavonoid miktarının çiğ özütte  $20 \pm 6,0$  µg RE/mg iken haşlanan özütte  $7,33 \pm 2,88$  µg RE/mg a düştüğü tespit edilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada Denizli'den toplanan *A. acutifolius*'un meyve ve yaprakları kurutulmuş etanolde ve suda özütleri elde edilmiştir. Yapılan antioksidan aktivite çalışmalarında etanoldeki özütlerin DPPH yöntemi ile  $IC_{50}$  değeri 0,383 mg/mL ve ABTS yöntemi ile  $IC_{50}$  değeri 0,145 mg/mL olarak tespit edilmiştir (Kaska ve ark., 2018).

En yüksek antioksidan aktivitenin yapraklardan elde edilen etanol özütlerinde olduğu bildirilmiştir. Ayrıca toplam fenolik bileşik ( $54,10 \pm 0,67$  mg GAE/g) ve toplam flavonoid ( $92,70 \pm 0,21$  mg QE/g) miktarının en çok etanollü yaprak özütünde olduğu da belirtilmiştir (Kaska ve ark., 2018). Çalışmamızda taze sürgünlerin çiğ özütü ve haşlanan özütte antioksidan aktivitelerinin değiştiği gözlenmiştir. Çiğ özütte DPPH yöntemi ile  $IC_{50} = 7,58 \pm 0,10$  mg/mL iken haşlanan özütte  $IC_{50} = 0,78 \pm 0,01$  mg/mL olarak hesaplanmıştır. CUPRAC yöntemine göre çiğ özütteki aktivitenin  $29,36 \pm 2,30$  µg TE/mg iken haşlanan özütte  $40,35 \pm 2,93$  µg TE/mg'a yükseldiği görülmüştür. ABTS yöntemi sonucuna göre çiğ özütte  $43,33 \pm 20,98$  µg TE/mg iken haşlanan özütte  $99,37 \pm 17,17$  µg TE/mg olarak bulunmuştur. *A. acutifolius* türünde haşlama yönteminin antioksidan aktiviteyi artırıcı bir etki sağladığı görülmüştür.

Grosso ve ark., (2011) *C. bursa-pastoris*'i kurutulmuş olarak temin ederek metanol ve metanol/su (1:1) özütleri üzerinde yaptıkları çalışmada flavonoid, amino asit, organik asit, yağ asiti içerikleri ile antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini göstermişlerdir. Flavonoidlerden Quercetin-6-C-glucoside, quercetin-3-O-glucoside, kaempferol-3-O-rutinoside, quercetin ve kaempferolün varlığı tespit edilmiştir. Metanol/su özütü ile metanol özütünde miktar olarak farklılık gösterdiği; toplam flavonoid içeriğinin metanol özütünde  $3567,15$  mg/kg kuru ağırlık, metanol/su özütünde  $4226,41$  mg/kg kuru ağırlık olduğu belirtilmiştir. DPPH radikaline karşı metanol/su özütünün ( $IC_{50} = 420,96$  mg/kg kuru ağırlık) daha fazla etkili olduğu gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda *C. bursa-pastoris*'in çiğ özütünde fenolik bileşiklerden gallik asit, kateşin, klorojenik asit, kafeik asit, epikateşin, *p*-kumarik asit ve rutin tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden ağırlıklı olanı klorojenik asittir ( $2305,9$  µg/g). Haşlanan bitki özütünde yalnız kateşin miktarı % 49,7 oranında artmış diğer bileşiklerin miktarları azalmıştır. DPPH radikali temizleme aktivitesi yönünden haşlanan bitki özütünün daha yüksek etki gösterdiği gözlenmiştir. *C. bursa-pastoris* ile yapılan başka bir çalışmada alkaloid  $0,58$  mg/g kuru bitki, flavonoid  $0,4$  mg/g kuru bitki, tannin  $0,46$  mg/g kuru bitki, saponin  $0,26$  mg/g kuru bitki, fenolik  $1,56 \times 10^{-4}$  mg GAE/g kuru bitki olarak tespit edilmiş, ayrıca kardiyak glikozitleri ile steroidlerin de bulunduğu bildirilmiştir (Riaz ve ark., 2021). DPPH radikali temizleme aktivitesi yönünden değerlendirildiğinde *C. bursa-pastoris*'in kloroform özütünün  $IC_{50}$  değeri  $235,37$  µg /mL ve metanol özütünün  $IC_{50}$  değerinin  $552,01$  µg/ mL, askorbik asitin  $IC_{50}$  değeri ise  $44,49$  µg/ mL olarak bildirilmiştir (Riaz ve ark., 2021).

Ayrıca mineral maddeler bakımından da potasyum başta olmak üzere sodyum, krom, bakır, demir, çinko, mangan gibi çeşitli mineralleri de bulundurduğu belirtilmiştir (Riaz ve ark., 2021). Yaptığımız çalışmada ise *C. bursa-pastoris*'in çiğ bitki özütünde toplam fenolik madde miktarı  $18,82 \pm 0,29$   $\mu\text{gGAE/mg}$ , toplam flavonoid miktarı  $137,33 \pm 12,58$   $\mu\text{gRE/mg}$  olarak tespit edilmiştir. Bitkinin haşlanması ile toplam fenolik madde miktarının  $13,48 \pm 0,29$   $\mu\text{gGAE/mg}$ 'a ve toplam flavonoid miktarının ise  $60,67 \pm 2,88$   $\mu\text{gRE/mg}$ 'a düştüğü gözlenmiştir. Antioksidan aktivite çalışmalarından CUPRAC yöntemine göre çiğ özütün  $55,86 \pm 2,08$   $\mu\text{gTE/mg}$ , haşlanmış olan bitkinin özütü ise çok az artış ile  $57,47 \pm 4,37$   $\mu\text{gTE/mg}$  olarak ölçülmüştür. ABTS yöntemine göre çiğ bitki özütü  $49,73 \pm 11,44$   $\mu\text{gTE/mg}$  iken haşlanan bitki özütünde artış göstererek  $104,14 \pm 3,77$   $\mu\text{gTE/mg}$  olarak ölçülmüştür. *C. bursa-pastoris* bitkisi genel olarak değerlendirildiğinde iyi bir gıda kaynağı olarak görülmektedir. Ayrıca kronik pek çok hastalığın önlenmesinde ve tedavisinde etkili olduğu görülmektedir. Bitkinin toprak üstü kısımlarının haşlanan özütlerinde antioksidan aktivitenin daha yüksek olması nedeniyle çiğ tüketime oranla haşlanarak tüketilmesi daha faydalı olabilir.

Yaptığımız bu çalışmada en yüksek antioksidan aktivite sergileyen *E. cicutarium* bitkisinin çiğ özütleri olmuştur. Toplam fenolik miktarı  $50,82 \pm 0,58$   $\mu\text{gGAE/mg}$  olarak bulunmuş olup haşladığımız bitkinin özütünde ise toplam fenolik miktarı  $39,32 \pm 0,57$   $\mu\text{gGAE/mg}$ 'a düşmüştür. Yapılan bir çalışmada *E. cicutarium*'un toplam fenolik bileşik miktarı güneşte kurutulmuş metanol özütünde  $15,14 \pm 2,25$  mg GAE/g, gölgede kurutulmuş metanol özütünde  $41,27 \pm 2,93$  mg GAE/g ve fırında kurutulmuş metanol özütünde  $14,60 \pm 0,86$  mg GAE/g olarak belirtilmiştir (Ergün, 2021). Uçan Türkmen ve ark. (2023) nın çalışmasında gölgede kurutulmuş *E. cicutarium* yapraklarının % 85 metanol özütünde toplam fenolik madde miktarı 1,93 mg GAE/g olarak bildirilmiştir. Toplam flavonoid madde miktarını 0,066 mgRE/g olarak bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda toplam flavonoid madde miktarı çiğ bitki özütünde  $154 \pm 1,0$   $\mu\text{gRE/mg}$  iken haşlanan bitkinin özütünde  $99 \pm 1,0$   $\mu\text{gRE/mg}$ 'a düşmüştür. Ergün (2021)'ün çalışmasında toplam flavonoid miktarları güneşte kurutulmuş metanol özütünde  $19,61 \pm 1,25$  mg QE/g, gölgede kurutulmuş metanol özütünde  $27,16 \pm 1,91$  mg QE/g ve fırında kurutulmuş metanol özütünde  $71,99 \pm 2,24$  mgQE/g olarak belirtilmiştir. Yine bu çalışmada gölgede kurutulmuş özütte DPPH radikali giderme aktivitesi diğer özütlere göre daha yüksek olup  $\text{IC}_{50} = 49,47 \pm 2,69$  ( $\mu\text{g/mL}$ ) olarak bulunmuştur.

Bizim çalışmamızda ise DPPH radikali giderme aktivitesi çiğ özütte daha yüksek olup  $IC_{50} = 0,22 \pm 0,004$  (mg/mL) olarak hesaplanmıştır. Haşlanan bitki özütünde ise  $IC_{50} = 0,77 \pm 0,01$  (mg/mL) olarak bulunmuştur. Uçan Türkmen ve ark. (2023) nın çalışmasında DPPH (% inhibisyon)  $73,19 \pm 0,27$ ; CUPRAC (mg TE/g örnek)  $160,78 \pm 12,25$  olarak bulunmuştur. TEAC yöntemine göre aktivitenin  $9,56 \pm 0,73$  ( $\mu$ M TE /10g) olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda CUPRAC yöntemine göre yine çiğ bitki özütü ( $176,64 \pm 8,59$   $\mu$ gTE/mg), haşlanan bitki özütüne ( $80,86 \pm 17,2$   $\mu$ gTE/mg) göre daha yüksek değerde olup haşlama işleminin aktiviteyi düşürdüğü görülmüştür. Çalışmamızda ABTS yöntemi sonuçlarına göre çiğ bitki özütü  $248,42 \pm 4,95$   $\mu$ gTE/mg iken haşlanan bitki özütünde bu değer düşüş göstermiş ve  $188,14 \pm 9$   $\mu$ gTE/mg olarak bulunmuştur. *E. cicutarium* bitkisinin tanen ve flavonoid bileşiklerinin belirlenmesi için yapılan bir çalışmada gallik asit, 3-O-galloylşikimik asit, protokateşuik asit, metil gallat, 3-O- $\beta$ -D-glukosit, didehidrogeraniin, korilagin, erodiol, geraniin, 3-O-(6''- O-galloyl)- $\beta$ -D-galaktoz, rutin, hyperin, isokuersitrin ve ellajik asitin varlığı tespit edilmiştir (Fecka ve Cisowski, 2005). Yaptığımız çalışmada *E. cicutarium*'un çiğ bitki özütünde gallik asit (960,7  $\mu$ g/g), kateşin (394,4  $\mu$ g/g), klorogenik asit (2320,1  $\mu$ g/g), rutin (24310,1  $\mu$ g/g) tespit edilmiştir. Bitkinin haşlanması ile gallik asit (2166,1  $\mu$ g/g) ve kateşin (412,9  $\mu$ g/g) artmış, klorogenik asit (1951,1  $\mu$ g/g) ve rutin (23793,8  $\mu$ g/g) azalmış, kafeik asit (1658,5  $\mu$ g/g) ve epikateşin (666,4  $\mu$ g/g) ortaya çıkmıştır. *E. cicutarium*'un kimyasal kompozisyonu ile ilgili yapılan başka bir çalışmada, gallik asit, protokateşuik asit, 5-O-Cafeoylquinic asit, p-Hydroxybenzoik asit, kafeik asit, vanilik asit, rutin, p-coumaric asit, quercetin 3-O-galactoside, narcissin, ferulik asit, quersitrin, isorhamnetin 3-O-glucoside, kaempferol, astragalın, quercetin ve isorhamnetinin varlığı ortaya konulmuştur. Bu çalışmada metanol özütlerinin su özütlerine göre bileşik miktarlarında istatistiksel açıdan farklılık tespit edildiği rapor edilmiştir (Bilić ve ark., 2020). Uçan Türkmen ve ark.(2023) çalışmasında fenolik bileşikler 4-Hidroksibenzoik asit (682,51 mg/kg), kafeik asit (293,16 mg/kg), p-kumarik asit (934,30), 3-Hidroksinamik asit (673,38 mg/kg), rosmarinik asit (33,87 mg/kg), salisilik asit (1134 mg/kg), narinjin 1143,89 mg/kg), rutin (957,29 mg/kg), kuersetin (63,04 mg/kg), krisin (907,30 mg/kg), flavonlar (16,83 mg/kg), resveratrol (186,40 mg/kg) şeklinde açıklanmıştır. Yaptığımız bu çalışmanın sonucu olarak *E. cicutarium* bitkisi çiğ olarak tüketildiğinde gerek antioksidan aktivite açısından gerek toplam fenolik ve flavonoid madde bakımından daha yüksek etkiye sahiptir diyebiliriz.

Bu bitkinin iyi bir gıda kaynağı olmasının yanında özellikle çiğ özütünde yüksek oranda rutin bulunması nedeniyle sentetik antioksidanlar yerine doğal gıda koruyucu olarak kullanılmasını önerebiliriz. İçerisinde bulunan gallik asit miktarı haşlanan bitki özütünde çiğ özüte göre % 125,5 oranında artış göstermiştir. Yine rutin miktarı haşlanan özütte biraz azalsa da yüksek seviyededir. Bu nedenlerle haşlanan özütte yükselen fenolik maddeler saflaştırılarak gıda sektöründe kullanılabilir. Etnobotanik açıdan baktığımızda çeşitli hastalıkların tedavisinde yaygın olarak bitkinin toprak üstü kısımlarının infüzyonu ve dekoksasyonu kullanılmaktadır. *E. cicutarium* bitkisinin çiğ halinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve flavonoit madde miktarının daha yüksek olması sebebiyle daha faydalı olabileceğini söyleyebiliriz. Bitkinin gerek gıda olarak tüketilmesi, gerek sağlık alanında kullanımı, gerekse gıdaların raf ömrünün uzatılması konusunda iyi bir kaynak olduğunu düşünebiliriz.

*M. sylvestris* türünün taze yapraklarını kullandığımız çalışmamızda çiğ yaprak özütünün fenolik bileşik kompozisyonu gallik asit (176 µg/g), kateşin (203,6 µg/g), kafeik asit (44,3 µg/g), epikateşin (110,6 µg/g) şeklinde bulunmuştur. Yapraklar haşlandıktan sonra elde edilen özütte gallik asit (116,4 µg/g) ve kateşin (168 µg/g) miktarı azalmış; kafeik asit (297 µg/g) ve epikateşin (183,3 µg/g) miktarı artmış; *p*-kumarik asit (10,8 µg/g) ise sonradan ortaya çıkmıştır. Yapılan bir çalışmada *M. sylvestris* yapraklarının organik asitleri şu şekilde tespit edilmiştir. Oxalic (4170,7 mg/kg), malonic (1284,4 mg/kg), fumaric (6924,8 mg/kg), succinic (644,9 mg/kg), benzoik (60,1 mg/kg), glutaric (37,7 mg/kg), phenylacetic (103,6 mg/kg), salisilik (219,0 mg/kg), malic (3510,0 mg/kg), sitrik (13133,2 mg/kg), vanillic (84,3 mg/kg), ferulic (397,7 mg/kg), *p*-kumarik (65,9 mg/kg) asit şeklindedir (Mousavi ve ark., 2021). Kordalı ve ark. (2021) nın çalışmasında *M. sylvestris* bitkisinde azot, potasyum ve kalsiyum miktarı sırasıyla %2,75, %1,77 ve %1,49 olarak belirlenmiştir. Sodyum, magnezyum ve fosfor miktarı sırasıyla 1591, 2730 ve 2791 mg/kg olarak, demir (162,96 mg/kg), bakır (60,70 mg/kg), mangan (54,31 mg/kg) ve çinko (63,56 mg/kg) olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda *M. sylvestris*' in çiğ özütünde toplam fenolik madde miktarı  $27,48 \pm 0,76$  µg GAE/mg olarak bulunmuş ve haşlandıktan sonra elde edilen özütte bu değer  $11,15 \pm 0,5$  µg GAE/mg'a düşmüştür. Kordalı ve ark. (2021) çalışmalarında *M. sylvestris*'in toplam fenolik madde miktarını 5,34 mg GAE/g olarak ölçmüşlerdir. Mousavi ve ark. (2021) nın çalışmasında *M. sylvestris* yapraklarının toplam fenolik madde miktarı  $1,42 \pm 0,14$  mg GAE/ g taze ağırlık olarak, çiçeklerdeki toplam fenolik miktarının  $6,32 \pm 0,13$  mg GAE/ g taze ağırlık olduğu bildirilmiştir.

Yine bu çalışmada toplam flavonoid miktarının yaprakta  $0,76 \pm 0,19$  mg QE/g taze ağırlık, çiçekte ise  $1,45 \pm 0,21$  mg QE/g taze ağırlık olarak bulunmuştur. Yapılan diğer bir çalışmada *M. sylvestris*'in yaprakları 60 °C de fırında kurutulduktan sonra elde edilen etanolik özütünde toplam fenolik madde miktarı  $24,123 \pm 0,718$  mg GAE/g kuru ağırlık olarak, toplam flavonoid madde miktarını da  $5,694 \pm 0,017$  mg RE/ 100 g kuru ağırlık olarak belirtilmiştir (Beghdad ve ark., 2014). Bizim çalışmamızda toplam flavonoid miktarı çiğ yaprak özütünde  $107,33 \pm 15,28$  µgRE/mg, haşlanan özütte ise  $35,67 \pm 5,77$  µgRE/mg olarak hesaplanmıştır. Yaprakların haşlanması ile toplam flavonoid ve fenolik madde miktarlarının azaldığı görülmektedir. Ancak yaptığımız antioksidan aktivite deneylerine göre haşlanan özütte antioksidan aktivitenin daha yüksek olduğu görülmüştür. DPPH radikali temizleme aktivitesi sonucuna göre çiğ yaprak özütü  $IC_{50} = 7,57 \pm 0,30$  mg/mL iken haşlanan bitki özütü  $IC_{50} = 1,1 \pm 0,015$  mg/mL olarak hesaplanmıştır. CUPRAC yöntemine göre çiğ yaprak özütünde aktivite  $43,95 \pm 6,95$  µgTE/mg iken haşlanan yaprak özütünde  $54,27 \pm 9,53$  µgTE/mg olarak hesaplanmıştır. ABTS yöntemi sonuçlarına göre çiğ yaprak özütünün aktivitesi  $103,5 \pm 22,35$  µgTE/mg iken, haşlanan yaprak özütünde aktivitenin  $110,79 \pm 17,3$  µgTE/mg a yükseldiği görülmüştür. *M. sylvestris*'in yaprak, gövde ve çiçek özütleri gıda takviyesi olarak, kozmetik ürünlerde ve farmakoloji alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yaptığımız çalışmaya göre bitkinin çiğ yaprak özütlerinde toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı daha yüksek bulunmuştur. Buna karşın haşlanan yaprak özütünde antioksidan aktivitenin biraz daha yüksek olduğu görülmüştür. Haşlama özütte epikateşinin % 65,7 ve kafeik asitin % 570,4 oranında yükseldiği ayrıca *p*-kumarik asitin ortaya çıktığı görülmüştür.

Çalıştığımız türlerden birisi olan *O. pimpinelloides* ile ilgili yapılan bir çalışmada meyvelerinin petroselinik asit ve oleik asit ayrıca fenil propan türevi olan apiol ve miristisin içerdiği bildirilmiştir (Kleiman ve Spencer 1982; Harborne ve ark. 1969). Başka bir çalışmada *O. pimpinelloides*'in yapraklarında izoramnetin 3-sülfat ve flavonol glikoziti olan kuersetin 3-rutinosit bulunduğu belirtilmiştir (Harborne ve King 1976). Çalışmamızda bitkinin yapraklarının çiğ özütünde gallik asit (160,9 µg/g), kateşin (376,4 µg/g), klorogenik asit (15016,5 µg/g), kafeik asit (47 µg/g), rutin (7306,4 µg/g) ve rosmarinik asitin (140,96 µg/g) olduğu tespit edilmiştir. Bitkinin yaprakları haşlandıktan sonra elde edilen özütte gallik asit (127,9 µg/g), kateşin (276,9 µg/g), klorogenik asit (32249,5 µg/g), kafeik asit (1407 µg/g), epikateşin (457,5 µg/g), *p*-kumarik asit (9,9 µg/g), rutin (5963 µg/g) ve rosmarinik asit (120,17 µg/g) tespit edilmiştir.

Bu bitkide ağırlıklı olarak klorogenik asitin varlığı görülmektedir. Haşlanan bitki özütünde klorogenik asit % 114 oranında artarak 32249,5 µg/g değerine yükselmiştir. Çiğ özütte daha yüksek olan rutin ise haşlandığında azalarak 5963 µg/g a düşmüştür. Diğer tespit edilen bileşiklerde de azalma ya da artma gözlenmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada *O. pimpinelloides*'in topraküstü kısımlarından elde edilen uçucu yağında monoterenler, seskiterpenler, hidrokarbonlar [(E)- ve (Z)-osimen], non terpenik aldehytler ve fenilpropanoit türevi olan metilöjenol içerdiği de belirtilmiştir (Baldini ve ark. 2009). Yapılan bir çalışmada *O. pimpinelloides* bitkisinin toprak üstü kısmında klorofil ( $14,88 \pm 0,14$  mg/100 g) toplam karotenoid ( $13,45 \pm 0,04$  mg/100 g),  $\beta$ -karoten ( $427,34 \pm 9,27$  µg/100 g) likopen ( $459,64 \pm 4,89$  µg/100 g), antosiyanin ( $15,14 \pm 0,04$  mg/100 g) bulunduğu rapor edilmiştir (Demir ve ark. 2020). Yaptığımız çalışmada *O. pimpinelloides*'in toplam fenolik bileşik miktarı çiğ özütte  $27,39 \pm 4,77$  µg GAE/mg iken haşlanan özütte  $37,82 \pm 2,57$  µg GAE/mg olarak hesaplanmıştır. Haşlama işlemi ile toplam fenolik madde miktarının artmış olduğu görülmektedir. Meriç ve ark. (2024)'nın çalışmalarında *O. pimpinelloides*'in topraküstü kısmındaki toplam fenolik madde miktarını  $0.126 \pm 0.002$  mg GAE mg/özüt olarak tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada *O. pimpinelloides*'in yapraklarındaki flavonoid miktarını  $30,28 \pm 0,80a$  mg/100g kuru ağırlık olarak bildirilmiştir (Demir ve ark., 2020). Çalışmamızda toplam flavonoid madde miktarı ise çiğ özütte  $97,33 \pm 12,58$  µgRE/mg iken haşlama olan özütte bu değer  $100,67 \pm 15,28$  µgRE/mg'a yükseldiği görülmüştür. Çalışmamızda DPPH giderme aktivitesi olarak çiğ özütte  $IC_{50}$  değeri  $1,59 \pm 0,03$  mg/mL iken, haşlama özütte bu değer  $IC_{50} = 2,07 \pm 0,03$  mg/mL olarak hesaplanmıştır. Meriç ve ark. (2024)'nin çalışmasında *O. pimpinelloides*'in DPPH giderme aktivitesi  $IC_{50} = 0,391 \pm 0,005$  mg/mL olarak belirtmişlerdir. Aynı çalışmada CUPRAC yöntemine göre antioksidan aktivitesi  $0.078 \pm 0.004$  mM Askorbik asit eşdeğeri olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise CUPRAC yöntemine göre çiğ özütte  $53,36 \pm 8,1$  µgTE/mg iken, haşlanan özütte  $27,68 \pm 9,94$  µgTE/mg olarak hesaplanmıştır. ABTS yöntemine göre de çiğ özütte  $66 \pm 12,83$  µgTE/mg iken haşlanan özütte  $68,02 \pm 11,3$  µgTE/mg olarak hesaplanmıştır. Yaptığımız tüm deneyleri değerlendirecek olursak DPPH ve CUPRAC yöntemlerine göre antioksidan aktivite sonuçları çiğ özütte daha yüksek iken haşlandığında aktivitenin düştüğü görülmüştür. Toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı haşlama işleminden olumlu yönde etkilenmiş olup değerlerde artış görülmüştür. ABTS yöntemine göre de haşlanmış özütte aktivitenin az oranda artmış olduğu görülmüştür.



*O. pimpinelloides* türünde bizim araştırmamızda tespit edilen klorojenik asit haşlama özütünde iki katından fazla artmıştır. Bu bitki üzerinde daha fazla araştırma yapılması gerektiğini söylemek mümkündür.

Yapılan bir çalışmada *P. rhoeas*'ın kurutulmuş yaprakları üzerinde üç farklı özüt oluşturularak toplam fenolik madde miktarları verilmiştir. Buna göre kaynatılmış su özütünde  $100,05 \pm 4,38$  mg GAE/g özüt, etanol özütünde  $100,88 \pm 8,65$  mg GAE/g özüt ve aseton özütünde  $78,79 \pm 5,90$  mg GAE/g özüt olarak bulunmuştur (İşbilir ve Sağıroğlu, 2012). Bizim çalışmamızda *P. rhoeas*'ın toplam fenolik madde miktarı toprak üstü kısmının çiğ etanol özütünde  $10,48 \pm 0,29$  µg GAE/mg özüt, haşlanan bitkinin etanol özütünde ise  $17,48 \pm 0,29$  µg GAE/mg olarak hesaplanmıştır. Hmamou ve ark. (2022)'nin yaptığı çalışmada *P. rhoeas*'ın farklı organlarının (kök, gövde, yaprak ve çiçek) % 70 etanollü özütlerinde toplam fenolik madde miktarı yaprak özütünün  $24,240 \pm 4,960$  mg GAE/g kuru ağırlık, çiçek özütünün  $22,100 \pm 2,220$  mg GAE/g kuru ağırlık, toplam flavonoid madde miktarı ise yaprakta  $4,391 \pm 0,075$  mg QE/g kuru ağırlık ve çiçekte  $4,500 \pm 0,072$  mg QE/g kuru ağırlık olarak bildirilmiştir. Çalışmamızda toplam flavonoid miktarı çiğ bitkinin özütünde  $29 \pm 1,0$  µg RE/mg iken haşlanan bitkinin özütünde  $79 \pm 1,0$  µg RE/mg olarak hesaplanmıştır. DPPH radikali giderme aktivitesi deneylerinde haşlanmış özüt daha yüksek aktivite gösterirken DPPH radikalinin %50 sinin giderimi konusunda çiğ bitki özütünde  $IC_{50} = 1,68 \pm 0,024$  mg/mL iken, haşlanan bitki özütünde  $IC_{50} = 3,38 \pm 0,09$  mg/mL olarak hesaplanmıştır. Standart olarak kullandığımız trolox için  $IC_{50}$  değeri 0,083 mg/mL olarak bulduk. İşbilir ve Sağıroğlu (2012) çalışmalarında su özütünü  $IC_{50}$  değeri  $1,39 \pm 0,54$  mg/mL, aseton özütünü  $IC_{50} = 5,49 \pm 1,35$  mg/mL ve etanol özütünü  $IC_{50}$  değeri  $3,11 \pm 1,42$  mg/mL olarak vermişlerdir. Standart olarak kullandıkları BHA için  $IC_{50}$  değeri  $0,71 \pm 0,06$  mg/mL ve α-tokoferol için  $IC_{50}$  değeri  $0,56 \pm 0,09$  mg/mL olarak belirtmişlerdir. Hmamou ve ark. (2022) nin DPPH radikal giderme aktivitesi sonuçlarına göre yaprak özütünün  $IC_{50}$  değeri  $0,50 \pm 0,007$  mg/mL ve çiçek özütünün  $IC_{50}$  değeri  $0,52 \pm 0,005$  mg/mL olarak ölçülmüştür. Yaptığımız çalışmada CUPRAC deneylerine göre çiğ bitkide  $49,86 \pm 8,34$  µgTE/mg özüt bulunurken haşlanan bitki özütünde  $60,80 \pm 10,56$  µgTE/mg özüt bulunduğu hesaplanmıştır. ABTS deneylerine göre çiğ özütte  $65,10 \pm 18,40$  µgTE/mg iken, haşlanan özütte  $155,83 \pm 14,74$  µgTE/mg olarak hesaplanmıştır. *P. rhoeas*'ın fenolik bileşik kompozisyonuna baktığımızda çiğ özütte gallik asit 156,1 µg/g, kateşin 1317,7 µg/g, klorojenik asit 1254,9 µg/g, kafeik asit 51,8 µg/g, epikateşin 1395,4 µg/g, p-kumarik asit 46,8 µg/g, rosmarinik asit 129,25 µg/g olarak bulunmuştur.

Haşlanan özütte gallik asit 173,2 µg/g, kateşin 1513 µg/g, klorogenik asit 2275,6 µg/g, kafeik asit 55,3 µg/g, epikateşin 2328,1 µg/g, *p*-kumarik asit 94,3 µg/g, rosmarinik asit 169,8 µg/g olarak bulunmuştur. Bitkinin haşlanması ile gallik asit, kateşin, klorogenik asit, kafeik asit, epikateşin, *p*-kumarik asit ve rosmarinik asit miktarlarının arttığı gözlenmektedir. *P. rhoeas* için yaptığımız deneylerin genel sonucu olarak bitkinin haşlanarak tüketilmesi hem içerdiği fenolik ve flavonoid madde miktarları için hem de antioksidan aktivite için daha faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Yaptığımız bu çalışmada *R. raphanistrum*'un topraküstü kısımlarının çiğ özütünde gallik asit 270,9 µg/g, kateşin 85,4 µg/g, klorogenik asit 2133,4 µg/g, kafeik asit 69,7 µg/g, epikateşin 275,9 µg/g, rosmarinik asit 141,15 µg/g olarak bulunmuştur. Bitkinin haşlandıktan sonra elde edilen özütünde gallik asitin 248,6 µg/g, kateşinin 113,1 µg/g, klorogenik asitin 1947,2 µg/g, kafeik asitin 76,7 µg/g, epikateşinin 851,8 µg/g ve rosmarinik asitin 161,74 µg/g olarak değişmiş olduğu görülmüştür. Yapılan bir çalışmada *R. raphanistrum*'un içerdiği organik asitlerden (g/100 g taze ağırlık) oksalik asit 0,706 ± 0,001 g/100 g, quinic asit 0,62 ± 0,01 g/100 g, malik asit 0,58 ± 0,01 g/100 g, askorbik asit 0,008 ± 0,001 g/100 g, sitrik asit 0,613 ± 0,005 g/100 g, fumarik asit 0,005 ± 0,001 g/100 g, toplam organik asitler 2,54 ± 0,01 g/100 g olarak verilmiştir (Iyda ve ark., 2019). Küçükboyacı ve ark. (2012) nın çalışmasında *R. raphanistrum*'un kurutulmuş yapraklarının su ile elde edilen özütünde toplam fenolik bileşik miktarı 43,32 ± 0,87 mg GAE/g özüt ağırlığı olarak belirtilmiştir. DPPH radikali giderme aktivitesi IC<sub>50</sub> değeri 8,78 ± 0,75 mg/mL olarak verilmiştir. Bizim çalışmamızda toplam fenolik madde miktarı çiğ bitki özütünde 7,15 ± 0,5 µg GAE/mg, bitkinin haşlanan özütünde 12,15 ± 0,5 µg GAE/mg olarak bulunmuştur. Toplam flavonoid madde miktarı çiğ bitki özütünde 4 ± 0,01 µg RE/mg iken haşlanan bitkinin özütünde 53,5 ± 2,88 µg RE/mg olarak hesaplanmıştır. Iyda ve ark. (2019) çalışmalarında *R. raphanistrum*'un kurutulmuş yapraklarının dekoksasyon ve hidroalkolik (% 80 etanol: % 20 su) özütleri olarak iki şekilde özütlerle karşılaştırma yapmışlar ve toplam fenolik bileşikleri dekoksasyon özütünde 24,76 ± 0,4 mg/g, hidroalkolik özütte 33,59 ± 0,5 mg/g; toplam flavonoid miktarını dekoksasyon özütünde 24,02 ± 0,4 mg/g, hidroalkolik özütte 33,26 ± 0,5 mg/g olarak vermişlerdir. DPPH radikali giderme aktivitesi olarak IC<sub>50</sub> değerini dekoksasyon özütünde 4,0 ± 0,1 mg/mL, hidroalkolik özütte 3,12 ± 0,07 mg/mL olarak hesaplamışlardır. Çalışmamızda DPPH radikali giderme aktivitesi haşlanmış bitki özütünde daha yüksek bulunmuştur. IC<sub>50</sub> değeri çiğ özüt için 4,88 ± 0,14 mg/mL iken haşlanmış özütte 2,16 ± 0,03 mg/mL olarak hesaplanmıştır.

CUPRAC metoduna göre antioksidan aktivite çiğ özütte  $51,32 \pm 9,72$  µg TE/mg, haşlanan özütte ise  $68,90 \pm 4,80$  µg TE/mg olarak hesaplanmıştır. ABTS yöntemine göre çiğ özütte  $101 \pm 19,10$  µg RE/mg iken haşlanan özütte  $154,96 \pm 11,50$  µg RE/mg olarak hesaplanmıştır. Yaptığımız deney sonuçlarına göre haşlama işlemi *R. raphanistrum*'un antioksidan aktivitesinde artışa yol açmıştır. Halk arasında daha çok haşlanarak tüketilen bitkinin haşlamasının antioksidan aktivitesi bakımından daha faydalı olacağı düşünülmektedir.

Yaptığımız bu çalışmada *S. americanum*'un fenolik bileşenleri arasında çiğ özütte gallik asit  $550,7$  µg/g, kateşin  $201,5$  µg/g, klorojenik asit  $3443,9$  µg/g, kafeik asit  $119,2$  µg/g, rosmarinik asit  $21,93$  µg/g olarak tespit edilmiştir. Bitkinin haşlandıktan sonra elde edilen özütünde gallik asit  $142,4$  µg/g, kateşin  $285,9$  µg/g, klorojenik asit  $7876,0$  µg/g, kafeik asit  $164,4$  µg/g, *p*-kumarik asit  $14,5$  µg/g, rosmarinik asit  $35,17$  µg/g olarak bulunmuştur. Haşlama işlemi ile gallik asitte azalma meydana gelmiştir. *p*-kumarik asit ortaya çıkmış, klorojenik asit miktarı iki kat artmış diğer üç bileşikte de daha az oranda artış meydana gelmiştir. Ayrıca yapılan bir çalışmada *S. americanum*'un tümünden altı steroidal saponin, solanigrosit A (1) ve solanigrosit B, solanigrosit C-H, inunigrosit A ve degalaktotigenin izole edildiği belirtilmiştir (Cai ve ark., 2010; Bui ve ark., 2018). *S. americanum* yapraklarının luteolin, apigenin, kaempferol ve *m*-kumarik asit ile en yüksek konsantrasyonda gentsik asit içerdiği de Rajani ve ark. (2012) tarafından rapor edilmiştir. Çalışmamızda toplam fenolik madde miktarı çiğ özütte  $14,32 \pm 0,29$  µg GAE/mg, haşlama özütte ise  $19,48 \pm 1,53$  µg GAE/mg olarak hesaplanmıştır. Yapılan bir çalışmada *S. americanum*'un toplam fenolik madde içeriğini  $26,47$  mg GAE/100 mg kuru bitki ağırlığı şeklinde bildirilmiştir. ABTS yöntemine göre *S. americanum*'un antioksidan aktivitesi  $25,69$  mM/100 g kuru bitki ağırlığı olarak verilmiştir (Mohyuddin ve ark., 2022). Çalışmamızda toplam flavonoid miktarını çiğ özütte  $92,33 \pm 7,64$  µg RE/ mg, haşlanmış özütte  $69 \pm 5,0$  µg RE/ mg olarak ölçüldü. DPPH radikali giderme aktivitesi olarak IC<sub>50</sub> değeri çiğ özütte  $1,81 \pm 0,03$  mg/mL iken haşlanmış özütte  $1,41 \pm 0,024$  mg/mL olarak ölçüldü. ABTS yöntemine göre antioksidan aktivite çiğ özütte  $57,94 \pm 22,30$  µgTE/mg iken haşlanmış özütte  $102,65 \pm 6,55$  µgTE/mg olarak ölçüldü. CUPRAC yöntemine göre çiğ özütün antioksidan kapasitesi  $50,77 \pm 3,72$  µgTE/mg iken haşlanmış özütünki  $59,7 \pm 8,58$  µgTE/mg olarak ölçülmüştür. *S. americanum* türüne yönelik yaptığımız deneyleri genel olarak değerlendirecek olursak haşlama işlemi ile bitkinin yalnız toplam flavonoid madde miktarında azalma olmuştur.

Toplam fenolik madde miktarı artmış ve antioksidan aktivitede de artış gözlenmiştir. Bitkinin gıda olarak tüketimi söz konusu olduğunda pişirilerek tüketilmesi daha uygun görülmektedir. Bitkinin tıbbi amaçlarla kullanımının da oldukça yaygın olduğu görülmüştür. Gerek tıbbi amaçlı gerek doğal antioksidan kaynağı olarak kullanımı söz konusu olduğunda bitkinin 5 dakika haşlanması önerilebilir. Bitkinin haşlama süreleri üzerine daha farklı çalışmalar yapılabilir.

Mierre (Groza) ve ark.(2021) nın yaptığı bir çalışmada *S. media* bitkisinin % 70 etanol özütünün antioksidan kapasitesi çalışılmış ve toplam fenolik madde miktarını  $17,19 \pm 1,32$  mg GAE/g kuru ağırlık, toplam flavonoid miktarını  $7,28 \pm 1,180$  mg QE/g kuru ağırlık olarak belirtmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada *S. media* 'nın % 70 etanollü özütünde toplam fenolik madde  $21,45 \pm 2,5897$  mg GAE/g kuru ağırlık olarak ölçmüşlerdir. DPPH radikal temizleme aktivitesini  $\% 76,58 \pm 2,3347$  olarak ve TEAC antioksidan aktivite kapasitesini  $1.5871 \pm 0.5874$   $\mu\text{molTE/g}$  kuru ağırlık olarak belirtmişlerdir (Mierre ve ark., 2023). Bizim çalışmamızda toplam fenolik madde çiğ özütte  $23,82 \pm 0,76$   $\mu\text{gGAE/mg}$ , haşladığımız özütte  $19,32 \pm 0,76$   $\mu\text{g GAE/mg}$  olarak ölçülmüştür. Toplam flavonoid madde çiğ olan özütte  $93,67 \pm 0,58$   $\mu\text{g RE/mg}$  iken haşlanmış özütte  $67,33 \pm 14,4$   $\mu\text{g RE/mg}$  olarak ölçülmüştür. DPPH radikali temizleme aktivitesi haşlanmış özütte daha yüksek olup  $\text{IC}_{50}$  değeri çiğ özütte  $3,3$  mg/mL iken haşlanmış olan özütte  $\text{IC}_{50}$  değeri  $2,97$  mg/mL olarak belirlenmiştir. CUPRAC yöntemi antioksidan aktivite çiğ özütte  $47,58 \pm 0,62$   $\mu\text{g TE/mg}$  iken haşlanmış olan özütte  $58,67 \pm 2,92$   $\mu\text{g TE/mg}$  olarak ölçülmüştür. ABTS yöntemine göre çiğ özütte  $60,39 \pm 4,67$   $\mu\text{g TE/mg}$  iken haşlanmış olan özütte  $145,09 \pm 20,72$   $\mu\text{g TE/mg}$  olarak hesaplanmıştır. *S. media* bitkisi haşlandıktan sonra antioksidan aktivite olarak üç deneyde de artış göstermiş ancak toplam fenolik ve flavonoid madde miktarlarında düşüş görülmüştür. Mierre ve ark. (2023) çalışmalarında *S. media*'da dihidroksibenzoik asit, chrysoeriol-apiosyl-glukosid, luteolin-rutinosid, apigenin-apiosyl-glucoside, apigenin-diglucoside, apigenin-apiosyl-glucosyl-glucoside, luteolin-rhamnoside, luteolin-malonyl-glukosid, apigenin-glukosid, luteolin-glukuronid apigenin-glukuronid bileşiklerini tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda fenolik bileşiklerden çiğ özütte gallik asit  $190,5$   $\mu\text{g/g}$ , kafeik asit  $388,1$   $\mu\text{g/g}$ , epikateşin  $279,5$   $\mu\text{g/g}$ , rutin  $2130,0$   $\mu\text{g/g}$ , rosmarinik asit  $49,86$   $\mu\text{g/g}$  olarak tespit edilmiştir. Bitkinin haşlama özütünde gallik asit  $269,2$   $\mu\text{g/g}$ , kateşin  $172,8$   $\mu\text{g/g}$ , kafeik asit  $297,7$   $\mu\text{g/g}$ , epikateşin  $307,3$   $\mu\text{g/g}$ , rutin  $2813,0$   $\mu\text{g/g}$  ve rosmarinik asit  $65,36$   $\mu\text{g/g}$  olarak tespit edilmiştir.

Haşlamanın etkisiyle gallik asit, epikateşin, rutin ve rosmarinik asit miktarları artmış, kafeik asit azalmış, kateşin ortaya çıkmıştır. Rakhimzhanova ve ark. (2018)'nin yaptıkları bir çalışmada Denizli'de çiçeklenme zamanında toplanan *S. media* bitkisinin kurutulmuş yapraklarının etanolik ve su özütlerini elde ederek antioksidan aktivite tayini ve HPLC analizlerini gerçekleştirmişlerdir. HPLC analiz sonuçlarına göre etanolik özütlerinde gallik asit, 3,4-dihidroksi benzoik asit, 4-hidroksi benzoik asit, klorojenik asit, vanilik asit, kafeik asit, *p*-kumarik asit, ferulik asit, sinnamik asit, 2,5-dihidroksi benzoik asit, epikateşin, rutin, elajik asit, narinjin, kuersetin varlığı bildirilmiştir (Rakhimzhanova ve ark. 2018). *S. media* üzerine yapılan kapsamlı literatür değerlendirmesine göre, geleneksel tıpta *S. media* obezite, diyabet, dermal enfeksiyonlar, inflamasyon, mide ülseri ve mide kramplarının tedavisinde kullanılmaktadır. İçerdiği alkaloidler, tanenler, fenolik bileşikler, fenolik asitler, saponinler, triterpenoidler, flavonoidler gibi biyoaktif metabolitlerden dolayı pek çok hastalığın tedavisinde etkili olmasını sağlayabilir (Oladeji ve Oyemabiji, 2020). Bizim çalışmamızda da *S. media* türünün çiğ özütünün gallik asit 190,5 µg/g, kafeik asit 388,1 µg/g, epikateşin 279,5 µg/g, rutin 2130 µg/g, rosmarinik asit 49,86 µg/g içerdiği tespit edilmiştir. Haşlama özütünde gallik asit 269,2 µg/g, kateşin 172,8 µg/g, kafeik asit 297,7 µg/g, epikateşin 307,3 µg/g, rutin 2813 µg/g ve rosmarinik asit 65,36 µg/g olarak değişim göstermiştir. *S. media*'nın gıda olarak haşlanarak tüketilmesi antioksidan aktivitenin daha yüksek olmasından dolayı daha uygun olduğu düşünülmektedir. Bitkideki rutin önemli bir flavonoid olup haşlandığında artış göstermiştir. Gıdalarda doğal koruyucu antioksidan madde olarak haşlanmış şeklinin kullanılabileceği önerilebilir. Rutinin saflaştırılarak farmakoloji ve gıda alanında da kullanılması için de miktarı arttığından dolayı haşlanarak kullanılması daha uygun görülebilir.

Mzid ve ark. (2017) nin çalışmasında *U. urens*'in yapraklarından % 70 etanolik özütlerinde karotenoit ( $0,68 \pm 0,03$  mg/g kuru ağırlık), antosiyanin ( $4,21 \pm 0,13$  mg/g taze yaprak), kalsiyum (19700 mg/100 g kuru ağırlık), fosfor (143,35 mg/100 g kuru ağırlık) demir (403 mg/100 g kuru ağırlık), manganez (72 mg/100 g kuru ağırlık), magnezyum (143 mg/100 g kuru ağırlık), çinko (84 mg/100 g kuru ağırlık), bakır (19 mg/100 g kuru ağırlık) tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda *U.urens*'in taze yaprak özütünde gallik asit 731,8 µg/g, kateşin 243,9 µg/g, klorojenik asit 51804,7 µg/g, kafeik asit 72,4 µg/g ve rosmarinik asit 29,19 µg/g olarak belirlenmiştir. Yaprakların haşlandıktan sonra elde edilen özütünde gallik asit 119,6 µg/g, kateşin 131,4 µg/g, klorojenik asit 25577,6 µg/g ve kafeik asit 67,3 µg/g'a düşmüştür.

Rosmarinik asit 32,39 µg/g'a yükselmiş ve *p*-kumarik asit 5,4 µg/g olarak sonradan ortaya çıkmıştır. *U. urens* yapraklarında yoğun olarak klorogenik asit bulunduğu ve haşlama ile yarıya düştüğü görülmüştür. Terzioğlu (2014)'nin yaptığı bir diğer çalışmada *U. urens* (küçük ısırgan otu) bitkisinin hekzan ve etil asetat özütleri hazırlanmıştır. Bu özütlerin GC/MS ve LC/MS analizleri hekzan özütünün doymamış yağ asidi bakımından ve etil asetat özütünün ise fenolik bileşiklerce zengin olduğunu göstermiştir. Bu fenolikler 4-Hidroksibenzaldehit, 4-Hidroksibenzoik asit, salisilik asit, kafeik asit, klorojenik asit, *p*-kumarik asit, gallik asit, gentisik asit, ferulik asit, naringenin eser miktarda, kamferol eser miktarda, rosmarinik asit, hesperidin eser miktarda, protokateşuik asit, protokateşuik asit etil ester eser miktarda saptanmıştır. *U. urens* bitkisinin pek çok hastalığın tedavisinde etkili olması kısmen yapısındaki klorogenik asitten kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmanın sonucu olarak *U. urens*'in anti-inflamatuar aktiviteye sahip olduğu ve steroidal olmayan bir anti-inflamatuar ilaç gibi davranacağı sonucuna varmıştır. Ana bileşen olan klorojenik asitin bu faaliyetten kısmen sorumlu olabileceği bildirilmiştir (Mzid ve ark., 2017). Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz HPLC analiz sonuçlarına göre klorojenik asit miktarı 51804,7 µg/g olarak bulunmuş olup pek çok hastalığın tedavisinde etkili olduğu fikrini desteklemektedir. Çalışmamızda *U. urens*'in toplam fenolik madde miktarı çiğ özütünde  $20,15 \pm 0,5$  µg GAE/mg, haşlanan özütte  $15,98 \pm 0,29$  µg GAE/mg olarak ölçülmüştür. Toplam flavonoid miktarı çiğ özütte  $64 \pm 5$  µg RE/mg, haşlanan özütte ise  $80,67 \pm 5,77$  µg RE/mg olarak ölçülmüştür. Yapılan bir çalışmada *U. urens*'in fenolik madde miktarını etanolik özütte  $6,81 \pm 1,72$  mg GAEs/g kuru ağırlık, su özütünde  $5,34 \pm 0,21$  mg GAEs/g kuru ağırlık olarak bildirilmiştir. Flavonoidleri etanolik özütte  $31,41 \pm 0,31$  mg QEs/g kuru ağırlık, su özütü ise  $29,56 \pm 1,56$  mg QEs/g kuru ağırlık olarak belirtilmiştir (Mzid ve ark., 2017). Yaptığımız antioksidan aktivite deneylerinden DPPH radikali temizleme yöntemine göre çiğ özütte  $IC_{50}$  değeri  $2,78 \pm 0,41$  mg/mL iken haşlanan özütte  $1,9 \pm 0,15$  mg/mL olarak ölçülmüştür. CUPRAC yöntemine göre çalışmamızda çiğ özütte  $46,56 \pm 5,24$  µg TE/mg, haşlanan özütte  $50,88 \pm 4,49$  µg TE/mg olarak ölçülmüştür. ABTS yöntemine göre çiğ özütte  $49,49 \pm 11,76$  µg TE/mg iken haşlanan özütte  $114,58 \pm 19,10$  µg TE/mg olarak ölçülmüştür. Üç antioksidan aktivite deneyinin sonucuna göre bitkinin haşlandıktan sonra aktivitesinin arttığı gözlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı haşlandığında düşüş göstermiş ancak toplam flavonoid miktarında haşlama ile yükselme meydana gelmiştir. Yapılan bu çalışmaya göre ve bizim çalışmamıza göre *U. urens* bitkisinde ağırlıklı olarak klorojenik asitin bulunduğu ve antiinflamatuar, antioksidan, antiviral gibi özelliklerinin olduğu yukarıdaki bölümlerde belirtilmiştir.

Bunlara ek olarak haşlama işlemi ile klorojenik asit (51804,7 µg/g dan 25577,6 µg/g'a) miktarı yarıya düşmüş durumdadır. Ancak haşlandığında toplam flavonoid miktarı artmış ve antioksidan kapasite de artmış durumda olduğu için gıda olarak haşlanmış yaprak özütlerinin kullanılması daha etkili olabilir kanaatindeyim. Yaptığımız çalışmaya göre klorojenik asitin saflaştırılarak farmakoloji ve gıda teknolojisi alanlarında kullanılması durumunda çiğ özütün daha verimli olduğunu söyleyebiliriz.

Çalışmamızda tespit edilebilen bileşiklerden gallik asit miktarı haşlama işlemi ile *A. acutifolius* (% 54,3), *C. bursa-pastoris* (% 27,1), *M. sylvestris* (% 33,9), *O. pimpinelloides* (% 20,5), *R. raphanistrum* (% 91,8), *S. americanum* (% 74,1) ve *U. urens* (% 83,6) türlerinde değişen oranlarda düşüş göstermiştir. *E. cicutarium* (% 125,5), *P. rhoeas* (% 10,9) ve *S. media* (% 41,3) türlerinde de değişen oranlarda yükselmiş durumdadır. En çok gallik asit *E. cicutarium*'un haşlanmış özütünde (2166,1 µg/g) tespit edilmiştir. Bilić ve ark. (2020) çalışmalarında Hırvatistan'ın dört farklı bölgesinden toplanan *E. cicutarium* bitkisinin kurutulmuş yapraklarından elde ettikleri su ve metanol özütlerindeki en yüksek gallik asit miktarını 2,310 mg/g kuru ağırlık (Trešnjevka'dan toplanan bitkinin su özütünde) olarak belirtmişlerdir. Diğer üç bölgeden toplanan bitkilerin de metanol özütlerine göre su özütlerinde daha yüksek miktarda gallik asit bulunduğunu bildirmişlerdir. Hamdi ve ark. (2021)'nin çalışmasında gallik asit miktarı *A. acutifolius*'un yaprak özütünde  $36.63 \pm 0.54$  mg/kg kuru ağırlık, perikarp özütünde  $36.24 \pm 0.07$  mg/kg kuru ağırlık, rizom özütünde  $36.81 \pm 0.73$  mg/kg kuru ağırlık olarak belirtilmiştir. Çalışmamızda *A. acutifolius*'un çiğ özütünde gallik asit miktarı 283,4 µg/g, haşlanan özütünde ise 129,4 µg/g olarak bulunmuştur. Yapılan bir projede *U. urens*'in etil asetat özütündeki gallik asit miktarını 39,99 ppb (bir milyarda) kloroform özütünde 48,12 ppb (bir milyarda) olarak gösterilmiştir (Deligöz, 2016). Bizim çalışmamızda *U. urens*'in çiğ özütünde gallik asit miktarı 731,8 µg/g iken haşlandıktan sonra 119,6 µg/g'a düşmüştür. Bir çalışmada *S. media*'nın etanolik özütünde gallik asit miktarı 12,28 µg/g olarak bulunmuştur (Rakhimzhanova ve ark., 2018). Çalışmamızda *S. media* türünün çiğ özütündeki gallik asit miktarı 190,5 µg/g iken haşlandıktan sonra bunun 269,2 µg/g'a yükseldiği görülmüştür.

Kateşin miktarı bitkiler haşlandıktan sonra *C. bursa-pastoris* (% 49,7), *E. cicutarium* (% 14,5), *P. rhoeas* (% 14,9), *R. raphanistrum* (% 32,4), *S. americanum* (% 41,9)'da değişen oranlarda yükselmiş, *S. media*'da sonradan ortaya çıkmıştır.

*U. urens* (% 46,1), *O. pimpinelloides* (% 26,4), *M. sylvestris* (% 17,5) 'te değişen oranlarda düşüş göstermiştir. Çalışmamızda kateşin miktarı en çok *P. rhoeas*'ın haşlanmış özütünde (1513,9 µg/g) görülmüştür. Yapılan bir çalışmada *U. urens*'in toprak üstü kısımlarından elde edilen etil asetat özütünde kateşin miktarı 0,69 mg/g, metanol özütünde 0,25 mg/g olarak belirtilmiştir (Gaaffar ve ark. 2020). Çalışmamızda *U. urens*'in çiğ özütünde kateşin miktarı 243,9 µg/g ve haşlama özütünde ise 131,4 µg/g olarak ölçülmüştür.

Klorogenik asit haşlamanın etkisiyle *C. bursa-pastoris*'te % 8,2, *E. cicutarium*'da % 15,9, *R. raphanistrum*'da % 8,7 ve *U. urens*'de % 50,6 oranında düşüş görülmüştür. *O. pimpinelloides*'te % 114 ve *S. americanum* türünde % 128,7 oranında yükselme meydana gelmiştir. *P. rhoeas*'ta iki kata yakın olarak artış göstermiştir. Klorogenik asit miktarı en çok *U. urens* bitkisinin çiğ özütünde bulunmuş olup miktarı 51804,7 µg/g olarak ölçülmüştür. Bu bitkiyi haşladıktan sonra klorogenik asit miktarı 25577,6 µg/g seviyesine düşmüştür. Yapılan bir projede *U. urens*'in etil asetat özütünde klorogenik asit miktarı 99,59 ppb (bir milyarda), kloroform özütünde ise eser miktarda bulunmuştur (Deligöz, 2016). Çalışmamızda *O. pimpinelloides*' çiğ özütünde klorogenik asit miktarı 15016,5 µg/g iken haşlama işleminden sonra artarak 32249,5 µg/g'a yükselmiştir. Yapılan bir çalışmada *S. media*'nın etanolik özütünde klorogenik asit miktarı 34,51 µg/g olarak verilmiştir (Rakhimzhanova ve ark., 2018). Çalışmamızda *S. media*'nın çiğ ve haşlama özütünde klorogenik asit tespit edilmemiştir. Bunun nedeni bitkinin yetiştirme ortamı veya deneysel yöntemdeki farklılık olabilir.

Kafeik asitin, *A. acutifolius* (% 41,3), *C. bursa-pastoris* (% 23,1), *S. media* (% 23,3) ve *U. urens* (% 7) türlerinde haşlama sonucu değişen oranlarda azaldığı görülmüştür. *E. cicutarium* türünde haşlama sonucu kafeik asit ortaya çıkmıştır. *M. sylvestris* (% 570,4), *O. pimpinelloides* (%2893), *P. rhoeas* (% 6,7), *R. raphanistrum* (% 10), *S. americanum* (% 37,9) türlerinde haşlama işlemi ile değişen oranlarda artmıştır. Bu türlerin arasında en yüksek kafeik asit miktarı *E. cicutarium*'un haşlanmış özütünde (1658,5 µg/g) tespit edilmiştir. Bilić ve ark.(2020) nın çalışmasında Hırvatistan (Trešnjevka)'dan toplanan *E. cicutarium* bitkisinin su özütünde kafeik asit miktarını 0,069 mg/g kuru ağırlık olarak belirtmişlerdir. Hamdi ve ark. (2021) nın çalışmasında *A. acutifolius*' farklı kısımlarında kafeik asit miktarının yaprakta  $39,42 \pm 0,11$ ; gövdede  $297,05 \pm 5,89$ ; perikarpta  $67,78 \pm 0,33$ ; rizomda  $48,82 \pm 0,26$  mg/kg kuru ağırlık olarak bulmuşlardır.



Çalışmamızda da *A. acutifolius*'un çiğ özütünde kafeik asit tespit edilmiş olup miktarı 47,4 µg/g iken haşlanan özütte 27,8 µg/g olarak bulunmuştur. Ayrıca *U. urens*'in çiğ özütünde kafeik asit miktarı 72,4 µg/g iken haşlanan özütte 67,3 µg/g olarak bulunmuştur. Yapılan bir projede *U. urens*'in etil asetat özütünde kafeik asit miktarı 45,85 ppb, kloroform özütünde ise 20,11 ppb olarak verilmiştir (Deligöz, 2016). Başka bir çalışmada *U. urens*'in etil asetat özütünde kafeik asit miktarı 0,04 mg/g, metanol özütünde ise 0,02 mg/g olarak bulunmuştur (Gaafar ve ark. 2020). Çalışmamızda *O. pimpinelloides* 'in çiğ özütünde kafeik asit miktarı 47,0 µg/g iken haşlanan özütte bu miktar 1407,0 µg/g'a yükselmiştir. Burada yaklaşık 30 kata yakın bir şekilde yükselişin meydana geldiği görülmektedir. Yapılan bir çalışmada *S. media*'nın etanolik özütünde kafeik asit miktarı 5,59 µg/g olarak verilmiştir (Rakhimzhanova ve ark., 2018).

Epikateşinin bulunduğu bitkilerde haşlama işlemi sonucu *C. bursa-pastoris*'te % 77,2 oranında azalmıştır. *E. cicutarium* ve *O. pimpinelloides* türlerinde haşlama sonucu epikateşin ortaya çıkmıştır. *M. sylvestris* (% 65,7), *P. rhoeas* (% 66,8), *R. raphanistrum* (% 208) ve *S. media* (% 9,9) türlerinde ise epikateşin miktarı değişen oranlarda artış göstermiştir. En yüksek epikateşin *P. rhoeas*'ın haşlanmış özütünde (2328,1 µg/g) bulunmuştur. Bir çalışmada *S. media*'nın etanolik özütünde epikateşin miktarı 1210,99 µg/g olarak bulunmuştur (Rakhimzhanova ve ark., 2018). Çalışmamızda *S. media*'nın çiğ özütünde epikateşin miktarı 279,5 µg/g iken haşlama özütte bu 307,3 µg/g olarak bulunmuştur.

*p*-kumarik asit, bitkilerinden yalnız *C. bursa-pastoris* (% 59,7)'te haşlama ile azalmıştır. *P. rhoeas* (% 101)'ta yaklaşık iki katı kadar artış göstermiştir. *A. acutifolius*, *M. sylvestris*, *S. americanum* ve *U. urens* türlerinin haşlanmış özütlerinde sonradan ortaya çıkmıştır. Genellikle *p*-kumarik asit miktarları diğer tespit edilenlere göre oldukça azdır. En yüksek değer *P. rhoeas*'ın haşlanmış özütünde (94,3 µg/g) mevcuttur. *A. acutifolius*'un çiğ özütünde *p*-kumarik asit bulunmazken haşlama özütte miktarı 72,0 µg/g olarak tespit edilmiştir. Hamdi ve ark. (2021) çalışmalarında *A. acutifolius*'un farklı kısımlarından elde ettikleri özütlerden yaprakta  $2,95 \pm 0,24$ , gövdede  $6,79 \pm 0,13$ , perikarpta  $13,58 \pm 0,10$  ve rizomda  $15,34 \pm 0,12$  mg/kg kuru ağırlık olarak belirtmişlerdir. Bilić ve ark.(2020), Hırvatistan'da dört bölgeden topladıkları (Podvinje, Plitvice, Trešnjevka, Buzin) *E. cicutarium*'un su ve metanolik özütlerinde fenolik bileşenleri araştırmışlardır.

*p*-kumarik asit miktarını en yüksek olarak Trešnjevka bölgesinden elde edilen bitkinin su özütlerinde 0,083 mg/g olarak bulmuşlardır. Aynı bölgeden toplanan bitkinin metanol özütünde *p*-kumarik asit miktarı 0,057 mg/g kuru ağırlık olarak verilmiştir. Uçan Türkmen ve ark. (2023)'nin yaptığı çalışmada gölgede kurutulmuş *E. cicutarium*'un metanol özütünde *p*-kumarik asit miktarını 934,30 mg/kg olarak verilmiştir. Çalışmamızda *E. cicutarium*'un etanolik çiğ ve haşlama özütlerinde *p*-kumarik asit tespit edilememiştir. Mousavi ve ark. (2021) nin çalışmasında *M. sylvestris* bitkisinin yapraklarından elde edilen özütlerde *p*-kumarik asit miktarı 65,9 mg/kg olarak ölçülmüştür. Çalışmamızda *M. Sylvestris*'in haşlanan özütünde *p*-kumarik asit 10,8 µg/g olarak ölçülmüş olup çiğ özütte olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan proje kapsamında *U. urens*'in etil asetat özütünde *p*-kumarik asit miktarı 45,69 ppb, kloroform özütünde ise bu eser miktarda bulunmuştur (Deligöz, 2016). Bizim çalışmada *U. urens*'in çiğ özütünde *p*-kumarik asit bulunmazken haşlama özütte miktarı 5,4 µg/g olarak ölçülmüştür. Bir çalışmada *S. media*'nın etanolik özütünde *p*-kumarik asit miktarı 506,99 µg/g olarak belirtilmiştir (Rakhimzhanova ve ark., 2018). Çalışmamızda *S. media*'nın çiğ özütünde ve haşlama özütünde *p*-kumarik asit bulunamamıştır. Burada deneysel yöntem farklılığından dolayı *p*-kumarik asit tespit edilememiş olabilir. Bitkinin taze veya kurutulmuş olması, yetiştirme ortamı, ekstraksiyon işlemlerindeki farklılıklardan dolayı deney sonuçları farklı çıkabilmektedir.

Rutin *A. acutifolius* (%135,7) ve *S. media* (%132,1) türlerinde haşlandıktan sonra artmış durumdadır. *C. bursa-pastoris* (%57,6), *E. cicutarium* (%2,1) ve *O. pimpinelloides* (%18,4) türlerinde ise haşlandıktan sonra azalmıştır. *E. cicutarium* türünün çiğ özütünde en yüksek değerde bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada rutin metal şelatlama ve antioksidan özelliğini ortaya koymuşlardır. Bu özelliği ile çinko ve bakır gibi metallerin vücutta fazla miktarda birikmesi sonucu oluşan bazı nörodejeneratif hastalıklardan korunma sağlanabileceği belirtilmiştir (Cordeiro ve ark., 2023). Barros ve ark. (2011) çalışmalarında Portekiz'deki *A. acutifolius*'un genç gövdelerinde ana flavonoidlerden biri olarak rutin bulunduğunu söylemişlerdir. Hamdi ve ark. (2021) çalışmalarında *A. acutifolius*'un farklı kısımlarından yalnız gövdede rutin bulunduğunu (316,27 ± 31,63 mg/kg kuru özüt) belirtmişlerdir. Çalışmamıza göre ise *A. acutifolius*'un genç gövdelerindeki rutin miktarı çiğ özütte 5248,0 µg/g olarak; haşlama özütte ise 7120,4 µg/g olarak tespit edilmiştir. Uçan Türkmen ve ark. (2023) *E. cicutarium*'un kurutulmuş yapraklarından elde edilen % 85 metanol özütünde rutin miktarını 957,29 mg/kg olarak bulmuşlardır.

Çalışmamızda ise *E. cicutarium*'un çiğ özütünde rutin miktarı 24310,1 µg/g, haşlama özütünde ise rutin miktarı 23793,8 µg/g olarak bulundu. Haşlama işlemi ile rutin miktarında % 2,1 oranında azalma meydana gelmiştir. Çalışmamızda çözücü olarak etanol kullanmış olmamız ve yaprakların kurutulmadan kullanılması durumunda elde edilen rutin miktarının farklı olduğu görülmüştür. Bitkinin yetiştirme ortamı da bu konuda farklılığın bir nedeni olabilir. Mikšátková ve ark. (2014) çalışmalarında *S. media* bitkisindeki rutin miktarının  $12,07 \pm 0,21$  µg/g kuru ağırlık olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmada *S. media*'nın çiğ özütünde rutin miktarı 2130,0 µg/g iken haşlama özütünde 2813,0 µg/g olarak tespit edilmiştir. Burada haşlama ile % 32,1 lik bir artış meydana gelmiştir. Yapılan bir çalışmada *S. media*'nın etanolik özütünde rutin miktarı 219,15 µg/g olarak verilmiştir (Rakhimzhanova ve ark., 2018).

Rosmarinik asit içeren bitkilerden *O. pimpinelloides* (% 14,7)'te haşlandıktan sonra azalmıştır. *P. rhoeas* (% 31,4), *R. raphanistrum* (% 14,6), *S. americanum* (% 60,4), *S. media* (% 31,1) ve *U. urens* (% 10,9) türlerinde haşlama işlemi sonucu rosmarinik asit miktarları değişen oranlarda artmış durumdadır. Bir projede *U. urens*'in etil asetat özütünde rosmarinik asit miktarı 15,23 ppb (bir milyarda) olarak bulunmuş olup kloroform özütünde ise hiç bulunmamaktadır (Deligöz, 2016). Burada rosmarinik asitin kloroformda çözünemediği görülmektedir. Çalışmamızda *U. urens*'in çiğ özütünde rosmarinik asit miktarı 29,19 µg/g iken haşlanan özütünde 32,39 µg/g olarak ölçülmüştür. Rosmarinik asit çalıştığımız türlerden *P. rhoeas*'ta haşlama özütünde en yüksek değerde (169,8 µg/g) bulunmuştur. Çiğ özütünde bu değer 129,25 µg/g olarak bulunmuştur. Uçan Türkmen ve ark. (2023) nın çalışmasında *E. cicutarium* türünün yapraklarından elde edilen % 85 lik metanol özütünde rosmarinik asit miktarı 33,87 mg/kg olarak bulunmuştur. Çalışmamızda *E. cicutarium*'un çiğ özütünde ve haşlama özütünde rosmarinik asit tespit edilememiştir.

Sinnamik asit yalnız *A. acutifolius* türünde bulunmuştur. Bu türün çiğ özütünde sinnamik asit miktarı 17,47 µg/g iken haşlama işleminden sonra bu değer % 67,6 azalarak 5,66 µg/g olarak bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada *S. media*'nın etanolik özütünde sinnamik asit miktarı 35,22 µg/g olarak bulunmuştur (Rakhimzhanova ve ark., 2018).

Volden ve ark. (2008), haşlama işlemi sonrasında kırmızı lahananın antosiyanin içeriğinde % 59 oranında azalma olduğunu ortaya koymuşlardır.

Mazzeo ve ark. (2011), haşlama ve buğulama işleminin havuç ve karnabaharda bulunan kafeik, sinapik, *p*-kumarik, klorogenik ve ferulik asit gibi fenolik bileşenler üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada haşlama işleminin, havuçtaki *p*-kumarik asit dışındaki fenolikler üzerine negatif etkisi olduğu belirlenmiştir.

Bütün bunlardan çıkarabileceğimiz sonuç ise çalıştığımız her bitkide fenolik bileşiklerin ısı işlem ile farklı davrandığı görülmüştür. Haşlama işlemi ile fenolik ve flavonoid madde içerikleri değişime uğramıştır. Genel olarak değerlendirdiğimizde, haşlama işlemi ile antioksidan aktivitede artışlar gözlemlenmiştir. Bazı türlerin toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı çığ özütlerde daha yüksek olmasına rağmen, haşlanmış özütlerin antioksidan aktiviteleri daha yüksektir. Bunun nedenleri arasında haşlama işlemi sonrası hücre duvarının parçalanması ile daha çok antioksidan bileşiğin aktif hale gelmesi, antioksidan aktiviteyi engelleyen oksidatif enzimlerin haşlama işlemi ile inaktivasyonu, haşlama işlemi ile yeni antioksidan bileşiklerin oluşması sayılabilir (Pinelo ve ark., 2005). Ancak, farklı pişirme yöntemlerinin etkileri konusunda daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir. Bu bitkilerden *E. cicutarium* ve *O. pimpinelloides* türleri dışında diğer sekiz türün haşlanarak tüketilmesi, antioksidan aktivitelerinin artışı nedeniyle daha faydalı görünmektedir. *E. cicutarium* türünün çığ özütü, çalıştığımız 10 bitki arasında en yüksek antioksidan aktiviteye ve en yüksek fenolik ve flavonoid madde miktarına sahiptir. Bu nedenle, doğal antioksidan olarak gıda endüstrisinde, gıda takviyesi olarak farmakoloji alanında kullanılabilir. Ayrıca, içeriğinde yüksek oranda bulunan rutin ve klorogenik asidin saflaştırılması için çığ özütler daha elverişli, ancak haşlandığında miktarı artan gallik asitin saflaştırılması için haşlanarak kullanılması daha uygun görülmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Abotaleb, M., Liskova, A., Kubatka, P., Büsselberg, D. (2020). Therapeutic potential of plant phenolic acids in the treatment of cancer, *Biomolecules* 10, 221; doi:10.3390/biom10020221.
- Adachi, T., Wang, X. L. (1998). Association of extracellular-superoxide dismutase phenotype with the endothelial constitutive nitric oxide synthase polymorphism, *Federation of European Biochemical Societies Letters*, 433, 166-168.
- Akkuş, I. (1995). *Serbest radikaller ve fizyopatolojik etkileri*, Mimoza Yayınları, 5.Sağlık Dizisi.
- Albayrak, S., Sağdıç, O. Aksoy, A. (2010). Bitkisel Ürünlerin ve Gıdaların Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(4), 401-409.
- Al-douri, N. A. (2000). A survey of medicinal plants and their traditional uses in Iraq. *Pharmaceutical Biology*, 38(1), 74–79.
- Alonso-Castro, A.J., Miranda-Torres, A.C., Gonza'lez-Cha'vez M.M., Salazar-Olivo L.A. (2008). *Cecropia obtusifolia* and its active compounds, chlorogenic acid, stimulate 2-NBDglucose uptake in both insülin-sensitive and insulin-resistant 3T3 adipocytes. *Journal of Ethnopharmacology*, 120(3), 458–64.
- Al-Turk, W.A, Stohs, S.J., El-Rashidy, F.H., Othman, S., Shahen, O. (1987). Changes in glutathione, glutathione reductase and glutathione-S-transferase as a function of cell concentration and age. *Pharmacology*, 34(1), 1-8.
- Ames, B. N., Cathcart, R., Schwiers, E. ve Hochstein, P. (1981). Uric acid provides an antioxidant defense in humans against oxidant-and radical-caused aging and cancer: a hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 78 (11), 6858-6862.
- Amin, I., Lee, W. Y. (2005). Effect of different blanching times on antioxidant properties in selected cruciferous vegetables. *Journal of Science Food and Agriculture*, 85(13), 2314-2320.
- Anderson, R. (2007). Prescribing antioxidants. *Integrative Medicine (Second edition)*. Elsevier, chapter 103, 1083-1094.
- Antmen, E. (2005). Beta talasemide oksidatif stres. Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Adana.

- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S. E. (2004). Novel antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamin C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 7970-7981.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S. E., Erçag, E. (2006). The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 57(5/6), 292-304.
- Apak, R., Özyürek, M., Güçlü, K., Çapanoğlu, E. (2016). Antioxidant activity/capacity measurement. 2. Hydrogen atom transfer (HAT)-based, mixed-mode (electron transfer (ET)/HAT), and lipid peroxidation assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(5), 1028-1045.
- Arkan, T. (2011). *Daphne oleoides* subsp. *oleoides* ve *Daphne sericea*' nın farklı çözücülerle antioksidan özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Konya.
- Arts, I.C., Hollman, P.C., Kromhout, D. (1999). Chocolate as a source of tea flavonoids. *The Lancet*, 354 (9177), 488.
- Ashok, B., Ali, R. (1999). The aging paradox: Free radical theory of aging, *Experimental Gerontology*, 34, 293-303.
- Aydemir, B., Karadağ Sarı, E. (2009). Antioksidanlar ve büyüme faktörleri ile ilişkisi. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 2 (2), 56-60.
- Badshah, S. L., Faisal, S., Muhammad, A., Poulson, B. G., Emwas, A. H., & Jaremko, M. (2021). Antiviral activities of flavonoids. *Biomedicine & Pharmacotherapy = Biomedecine & Pharmacotherapie*, 140, 111596. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.111596>
- Baldini, R., Maccioni, S., Bedini, G., Flamini, G., Cioni, P.L. (2009). Essential oil composition of *Melittis melissophyllum* L. and *Oenanthe pimpinelloides* L. (Liguria, Italy). *Atti della Societa Toscana di Scienze Naturali, Memorie Serie B*, 116, 61-66.
- Barros, L., Dueñas, M., Ferreira, I.C.F.R., Carvalho, A.M., Santos-Buelga, C. (2011). Use of HPLC-DAD ESI/MS to profile phenolic compounds in edible wild greens from Portugal. *Food Chemistry*, 127, 169–173.
- Battin, E. E. ve Brumaghim, J. L. (2009). Antioxidant activity of sulfur and selenium: A review of reactive oxygen species scavenging, glutathione peroxidases, and metal-binding antioxidant mechanisms, *Cell Biochemistry and Biophysics*, 55, 1-23.

- Bayrak, B. B. (2013). Çirişin (*Eremurus spectabilis* Bieb.) ve bazı kükürtlü bileşiklerin antioksidan aktiviteleri.. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Biyokimya Programı. İstanbul.
- Baytop, A. (1978). *Solanum* L., In: Davis PH (ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh University Press, Edinburgh, 6, 438.
- Baytop, T. (1999). Türkiye’de Bitkilerle Tedavi; Geçmişte ve Bugün, Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul.
- Beghdad, M.C., Benammar, C., Bensalah, F., Sabri, F.Z., Belarbi, M., Chemat, F. (2014). Antioxidant activity, phenolic and flavonoid content in leaves, flowers, stems and seeds of mallow (*Malva sylvestris* L.) from North Western of Algeria. *African Journal of Biotechnology*, 13 (3), 486-491.
- Benov, L., Fridovich, I. (1998). Growth an iron enriched medium partially compensates *Escherichia coli* for the lack of manganese and iron superoxide dismutase, *The Journal of Biological Chemistry*, 273, 10313-10316.
- Benzie, I. F. F. (2000). Evaluation of antioxidant defense mechanisms, *European Journal of Nutrition*, 39, 53-61.
- Beyer, R. E. (1988). Inhibition by coenzyme Q of ethanol-and carbon tetrachloride-stimulated lipid peroxidation in vivo and catalyzed by microsomal and mitochondrial systems, *Free Radical Biology and Medicine*, 5 (5-6), 297-303.
- Beyer, R. E. (1992). An analysis of the role of coenzyme Q in free radical generation and as an antioxidant, *Biochemistry and Cell Biology*, 70 (6), 390-403.
- Beyer, R. E. (1994). The role of ascorbate in antioxidant protection of biomembranes: interaction with vitamin E and coenzyme Q, *Journal of Bioenergetics and Biomembranes*, 26 (4), 349-358.
- Bilić, V.L., Gašić, U., Milojković-Opsenica, D., Nemet, I., Rončević, S., Kosalec, I., Rodriguez, J. V. (2020). First Extensive Polyphenolic Profile of *E. cicutarium* with Novel Insights to Elemental Composition and Antioxidant Activity. *Chemistry and Biodiversity*, 17, e2000280.
- Birnboim, H. C., Kanabus-Kaminska, M. (1985). The production of DNA strand breaks in human leukocytes by superoxide anion may involve a metabolic process, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 82, 6820-6824.

- Black Nightshade (2017). (*Solanum nigrum* [americanum])  
<http://www.iloveindia.com/indian-herbs/solanum-nigrum.html>. Accessed  
September, 22, 2023.
- Blois, M.S. (1958). Antioxidant determinations by use of a stable free radical. *Nature*, 181,  
1199-1200.
- Bouayed, J., Bohn, T. (2012). Dietary derived antioxidants: Implications on health. Intech  
Open Access Publisher.
- Boz, H. (2015). *p*-coumaric acid in cereals: presence, antioxidant and antimicrobial effects,  
*Institute of Journal Food Science Technology*, 50 (11), 2323–2328.
- Brand-Williams, W., Cavalier, M. E. ve Berset, C. (1995). Use of free radical method to  
evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Brockman, Jr, J.A., Stokstad, E.L.R., Patterson, E.L., Pierce, J.V., Macchi, M.E. (1954).  
Proposed structures for protogen-A and protogen-B. *Journal of the American  
Chemical Society*, 76(7), 1827-1828.
- Bui, H.T., Doana, V. V., Yena, P.H., Nhiema, N.X., Cuca, N.T., Tranga, D. T., Hanga,  
D.T.T., Dunga, D.T., Yena, D.T.H., Quanga, T.H., Danga, N.H., Maic, N.T.,  
Minha, C.V. ve Kiema, P.V. (2018). Two New Steroidal Alkaloid Saponins from  
the whole plants of *Solanum nigrum*. *Natural Product Communications* 13 (11),  
1457-1460.
- Burak, M., ve Çimen, Y. (1999). Flavonoidler ve antioksidan özellikleri. *Türkiye Klinikleri  
Journal of Medical Sciences*, 19(5), 296-304.
- Burton, G.W., Traber, M.G. (1990). Vitamin E: antioxidant activity, biokinetics, and  
bioavailability. *Annual Review of Nutrition*, 10, 357-382.
- Bussmann, R. W., ve Sharon, D. (2006). Traditional medicinal plant use in Northern Peru:  
Tracking two thousand years of healing culture. *Journal of Ethnobiology and  
Ethnomedicine*, 2(47), 60–70.
- Büyüktünel, E. (2013). Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan  
başlıca spektrofotometrik yöntemler. *Marmara Pharmaceutical Journal* 17, 93-  
103.
- Cadenas, E. ve Packer, L. (1996). *Handbook of antioxidants*. Marcel Dekker Inc.
- Cai, X-F., Chin, Y.W., Oh, S.R., Kwon, O.K., Ahn, K.S., Lee, H.K. (2010). Anti-  
inflammatory Constituents from *Solanum nigrum*. *Korean Chemical Society*, 31(1),  
199.



- Cakılcıoğlu, U. ve Türkoğlu, I. (2010). An ethnobotanical survey of medicinal plants in Sivrice (Elazığ-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 132(1), 165–175.
- Cao, G., Alessio, H. M., Cutler, R. G. (1993). Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants. *Free Radical Biology & Medicine*, 14, 303-311.
- Caponioa, F., Alloggioa, V., Gomes, T. (1999). Phenolic compounds of virgin olive oil: influence of paste preparation techniques. *Food Chemistry*, 64, 203-209.
- Carocho, M. ve Ferreira, I. C. (2013). A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and chemical toxicology*, 51, 15-25.
- Cassidy, AC., Hanley, B., Lamuela-Raventos, R.M. (2000). Isoflavones, lignans and stilbenes-origins, metabolism and potential importance to human health. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 80, 1044-1062.
- Castro, L., Freeman, B. A. (2001). Reactive oxygen species in human health and disease. *Nutrition*, 17, 161-165.
- Chapado, L., Linares-Palomino, P.J., Salido, S., Altarejos, J., Rosado, J.A., Salido, G.M. (2010). Synthesis and evaluation of the platelet antiaggregant properties of phenolic antioxidants structurally related to rosmarinic acid. *Bioorganic Chemistry* 38, 108–114.
- Coode, M. J. E. (1967). *Stellaria* L. *Flora of Turkey and East Aegean Islands*, 2, 69-72.
- Cordeiro, L.M., Soares, M.V., Franzen da Silva, A., Venturini dos Santos, L., Ilha de Souza, L., Limana da Silveira, T., Baptista, F.B.O., Vitoria ´ de Oliveira, G., Pappis, C., Dressler, V.L., Arantes, L.P., Zheng, F., Soares, F.A.A. (2023). Toxicity of copper and zinc alone and in combination in *Caenorhabditis elegans* model of Huntington’s disease and protective effects of rutin. *NeuroToxicology*, 97, 120-132.
- Cremoninia, E., Fraga, C.G., Oteiza, P.I. (2019). (–)-Epicatechin in the control of glucose homeostasis: Involvement of redox-regulated mechanisms. *Free Radical Biology and Medicine*, 130, 478-488.
- Cullen, J. (1965). *Papaver* L., in P.H. Davis "Flora of Turkey and the East Aegean Islands", vol. 1, 219-236, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Cuvelier, M.-E., Richard, H., Berset, C. (1992). Comparison of the antioxidative activity of some acid-phenols: structure-activity relationship. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 56(2), 324-325.

- Çavdar, C., Sifil, A., Çamsarı, T. (1997). Reaktif oksijen partikülleri ve antioksidan savunma, *Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi*, 6(3-4), 92-95.
- Çaylak, E. 2011. Hayvan ve bitkilerde oksidatif stres ile antioksidanlar. *Tıp Araştırmaları Dergisi*, 9 (1), 73-83.
- Çubukçu, B., Sarıyar, G., Meriçli, A.H., Sütlüpinar, N., Mat, A., Meriçli, F. (2002). *Fitoterapi Yardımcı Ders Kitabı*. İstanbul: İ.Ü. Basım ve Yayınevi Müdürlüğü.
- Davis, P.H. (Ed.). (1965-1985). *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*, Vols.1-9, Edinburgh.
- Davis, P. H., Mill, R.R., Tan, K. (1988). *Flora of Turkey and the east Aegean Islands*. Edinburgh. 10, 60-61.
- de Mello, F. A. C., Meneghini, R. (1985). Protection of mammalian cells by o-phenanthroline from lethal and DNA-damaging effects produced by active oxygen species. *Biochimica et Biophysica Acta*, 847(1), 82-89.
- Deligöz, H. (2016). Küçük ısırgan otunun (*Urtica urens*'in) potansiyel anti-karsinojenik etkisinin moleküler mekanizmalarının aydınlatılması. Program Kodu: 3501 Proje No: 111T515.
- Demir, E., Turfan, N., Özer, H., Üstün, N.Ş., Pekşen, A. (2020). Nutrient and bioactive substance contents of edible plants grown naturally in Salıpazarı (Samsun). *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 19(1), 151–160.
- Dias, M. C., Pinto, D. C. G. A., Silva, A. M. S. (2021). Plant Flavonoids: Chemical Characteristics and Biological Activity. *Molecules* (Basel, Switzerland), 26(17), 5377. <https://doi.org/10.3390/molecules26175377>
- Dizdaroğlu, M. (1993). Chemistry of free radical damage to DNA and nucleoproteins. *DNA and free radicals*, 19-39.
- Do, Q.D., Angkawijaya, A.E., Tran-Nguyen, P.L., Huynh, L.H., Soetaredjo, F.E., Ismadji, S., Ju, Y.H. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content total flavonoid content and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *J. Food Drug Anal.* 22, 296–302.
- dos Santos, M.D., Almeida, M.C., Lopes, N.P., de Souza, G.E. (2006). Evaluation of the anti-inflammatory, analgesic and antipyretic activities of the natural polyphenol chlorogenic acid. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 29, 2236–40.
- Dutta, D., Chaudhuri, U. R., Chakraborty, R. (2005). Structure, health benefits, antioxidant property and processing and storage of carotenoids, *African Journal of Biotechnology*, 4, 1510-1520.

- Epe, B., Pflaum, M., Häring, M., Hegler, J., Rüdiger, H. (1993). Use of repair endonucleases to characterize DNA damage induced by reactive oxygen species in cellular and cell-free systems. *Toxicology letters*, 67(1), 57-72.
- Ergin, M. (2015). Toplam antioksidan kapasiteyi ölçen yöntemlerin karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi. Sağlık Bakanlığı Türkiye Kamu Hastaneleri Kurumu Ankara İli 3. Bölge Kamu Hastaneleri Birliği Genel Sekreterliği. Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi. Ankara.
- Ergün, F. (2021). The effects of drying methods on total phenolic and flavonoid substances and antioxidant capacity of redstem filaree (*E. cicutarium*). *Applied Ecology and Environmental Research* 20(1), 499-509.
- Erkan, N., Ayranci, G., Ayranci, E. (2008). Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food Chemistry*, 110(1), 76–82.
- ESCOP. (2003). Escop Monographs, 2nd edition, Thieme, New York.
- Estomba, D., Ladio, A., Lozada, M. (2006). Medicinal wild plant knowledge and gathering patterns in a Mapuche community from North-western Patagonia. *Journal of Ethnopharmacology*, 103(1), 109–119
- Eşen, B. (2008). Aydınlar Köyü ve Çevresinin (Erdemli/Mersin) Etnobotanik Özellikleri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Eşiyok, D., Ötles, S., Akçiçek, E. (2004). Herbs as a Food Source in Turkey. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 5, 335-339.
- Fecka, I. ve Cisowski, W. (2005). Tannins and flavonoids from the *Erodium cicutarium* Herb. *Verlag der Zeitschrift für Naturforschung*, 60b, 555 – 560.
- Feierabend, J. ve Engel, S. (1986). Photoinactivation of catalase in vitro and in leaves. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 251(2), 567-576.
- Ferreri, C., Kratzsch, S., Landi, L., Brede, O. (2005). Thiyl radicals in biosystems: effects on lipid structures and metabolisms, *Cellular and Molecular Life Sciences*, 62, 834-847.
- Filippini, T., Malavolti, M., Borrelli, F., Izzo, A.A., Fairweather-Tait, S.J., Horneber, M., Vinceti, M. (2020). Green tea (*Camellia sinensis*) for the prevention of cancer. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 3, <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005004.pub3>.

- Frei, B. (1995). Cardiovascular disease and nutrient antioxidants: role of low density lipoprotein oxidation, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35, 83-98.
- Gaaffar, A.A., Ali, S.I., Kutkat, O., Kandeil, A.M., El-Hallouty, S.M. (2020). Bioactive Ingredients and Anti-influenza (H5N1), Anticancer, and Antioxidant Properties of *U. urens* L. *Jordan Journal of Biological Sciences*. 13, 647-657.
- Gibson, D.D., Hawrylko, J., McCay, P.B. (1985). GSH-dependent inhibition of lipid peroxidation: properties of a potent cytosolic system which protects cell membranes. *Lipids*, 20(10), 704-711.
- Godic, A., Poljšak, B., Adamic, M., Dahmane, R. (2014). The role of antioxidants in skin cancer prevention and treatment, *Oxidative medicine and cellular longevity*. 860479, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/860479>
- Gönder, M. ve Şanlıer, N. (2014). Kahve Tüketimi ve Nörodejeneratif Hastalıklarla İlişkisi. *Türkiye Klinikleri Journal of Neurology*, 9(2), 67-72.
- Grice, H. C. (1986). Safety evaluation of butylated hydroxytoluene (BHT) in the liver, lung and gastrointestinal tract. *Food and Chemical Toxicology*, 24, 1127-1130.
- Grosso, C., Vinholes, J., Silva, L.R., Guedes de Pinho, P., Gonçalves, R. F., Valentão, P., Jäger, A. K., Andrade, P. B. (2011). Chemical composition and biological screening of *C. bursa-pastoris*. *Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy* 21(4), 635-644.
- Gruhlke, M. C. H., Slusarenko, A. J. (2012). The biology of reactive sulfur species (RSS), *Plant Physiology and Biochemistry*, 59, 98-107.
- Guan, Y., Hickey, M. J., Borgstahl, G. E., Halliwell, R. A., Lepock, J. R., O'connor, D., Hsieh, Y., Nick, H. S., Silverman, D. N., Tainer, J. A. (1998). Crystal structure of Y734F mutant human mitochondrial manganese superoxide dismutase and the functional role of tyrosine 34. *Biochemistry*, 37, 4722-4730.
- Gutteridge, J. (1995). Lipid peroxidation and antioxidants as biomarkers of tissue damage. *Clinical chemistry*, 41(12), 1819-1828.
- Gülçin, İ. (2012). Antioxidant activity of food constituents: an overview. *Archives of Toxicology*, 86, 345-391.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M.T. (edlr.). (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul

- Gürdal, B. (2010). Marmaris (Muğla) İlçesinde etnobotanik bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Farmasötik Botanik Anabilim Dalı Farmasötik Botanik Programı. İstanbul.
- Güvenç, A. (1996). 'Türkiye'de yetişen *Asparagus* (Kuşkonmaz) türleri üzerinde farmasötik botanik yönünden araştırmalar'. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Güvenç, A. (1997). *Asparagus* L. türlerinin taşıdığı etken bileşikler ve kullanılışları. Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi. 26(1), 52-75.
- Haber, F. ve Weiss, J. (1934). The catalytic decomposition of hydrogen peroxide by iron salts. *Journal of Biological Chemistry*. 91, 343.
- Halliwell, B. (1987). Oxidants and human disease: some new concepts. *The Federation of American Societies for Experimental Biology Journal*, 1(5), 358-364.
- Halliwell, B. ve Gutteridge, J. (1990). Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview. *Methods in Enzymology*, 186, 1-85.
- Halliwell, B. (1991). DNA damage by oxygen-derived species. *FEBS Letters*, 281,9-19.
- Halliwell, B. ve Aruoma, O.I. (1993). DNA and free radicals. Ellis Horwood Limited.
- Halliwell, B. (1994). Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence? *The Lancet*, 344(8924), 721-724.
- Halliwell, B., Gutteridge, J. M. C. (2001). Free radicals in biology and medicine, 3rd ed., *Oxford Science Publications*, Oxford, 978-0198500452.
- Halliwell, B. (2006). Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. *Plant Physiology*, 141, 312-322.
- Halvorsen, B.L., Holte, K., Myhrstad, M.C.W., Barıgmo, I., Hvattum, E., Remberg, S.F., Wold, A.B., Haffner, K., Baugerod, H., Andersen, L.F., Jacobs Jr., D.R., Blomhoff, R. (2002). "A systematic screening of total antioxidants in dietary plants." *The Journal of Nutrition*, 132(3), 461-471.
- Hamdi, A., Jaramillo-Carmona, S., Rodríguez-Arcos, R., Jiménez-Araujo, A., Lachaal, M., Karray-Bouraoui, N., Guillén-Bejarano, R. (2021). Phytochemical characterization and bioactivity of *Asparagus acutifolius*: A focus on antioxidant, cytotoxic, lipase inhibitory and antimicrobial activities. *Molecules*, 26, 3328.
- Harborne, J.B., Heywood, V.H., Williams, C.A. (1969). Distribution of Myristicin in seeds of the Umbelliferae. *Phytochemistry*, 8, 1729-1732.
- Harborne, J.B. ve King, L. (1976). Flavonoid sulphates in the Umbelliferae. *Biochemical Systematics and Ecology*, 4, 111-115.

- Harnly, J.M., Doherty, R.F., Beecher, G.R., Holden, J.M., Haytowitz, D.B., Bhagwat, S., Gebhardt, S. (2006). Flavonoid content of U.S. fruits, vegetables, and nuts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 9966–9977.
- Headlam, H.A., Davies, M.J. (2004). Markers of protein oxidation: different oxidants give rise to variable yields of bound and released carbonyl products. *Free Radical Biology and Medicine*, 36(9), 1175-1184.
- Hedge, I.C. (1965). *Raphanus* L. In: Davis PH (ed). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol 1: 269-270, Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Hedge, I.C. (1965). *Capsella* Medik. In: Flora of Turkey and Aegean Islands 1. Ed.: Davis PH Edinburgh, 341-342.
- Hedge, I.C. ve Lamond, J.M. (1972). *Oenanthe* L., In: Davis PH (Ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh University Press, Edinburgh, 4, 372.
- Hileman, E.A., Achanta, G., Huang, P. (2001). Superoxide dismutase: an emerging target for cancer therapeutics. *Expert Opinion on Therapeutic Targets*. 5(6), 697-710.
- Hmamou, A., Eloutassi, N., Alshawwa, S.Z., Al kamaly, O., Kara, M., Bendaoud, A., El-Assri, E.-M., Tlemcani, S., El Khomsi, M., Lahkimi, A. (2022). Total phenolic content and antioxidant and antimicrobial activities of *Papaver rhoeas* L. organ extracts growing in Taounate Region, Morocco. *Molecules* 27, 854.
- Huang, D., Ou, B. ve Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (6), 1841-1856.
- Isemura, M. (2019). Catechin in human health and disease. *Molecules*, 24, 528.
- Ito, N., Hirose, M., Fukushima, S., Tsuda, H., Shirai, T. ve Tatematsu, M. (1986). Studies on antioxidants: their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis. *Food and Chemical Toxicology*, 24 (10-11), 1071-1082.
- Iyda, J. H., Fernandes, A., Ferreira, F. D., Alves, M. J., Pires, T. C.S.P., Barros, L., Amaral, J. S., Ferreira, I. C.F.F. (2019). Chemical composition and bioactive properties of the wild edible plant *Raphanus raphanistrum* L. *Food Research International*, 121, 714-722.
- İnci Aladı, H., Satıl, F., Selvi, S. (2022). Yenilebilir doğal bitkilerin etnobotanik ve gastronomik açıdan değerlendirilmesi: Edremit Körfezi (Balıkesir) örneği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(3), 1375-1385.
- İşbilir, Ş. (2008). Yaprakları salata-baharat olarak tüketilen bazı bitkilerin antioksidan aktivitelerinin incelenmesi. Doktora Tezi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kimya Anabilim Dalı. Edirne

- İşbilir, S.Ş. ve Sağıroğlu, A. (2012). An assessment of in vitro antioxidant activities of different extracts from *Papaver rhoeas* L. leaves. *International Journal of Food Properties*, 15, 1300–1308.
- Janga, A., Srinivasan, P., Leec, N.Y., Song, H. P., Lee, J. W., Lee, M., Jo, C. (2008). Comparison of hypolipidemic activity of synthetic gallic acid–linoleic acid ester with mixture of gallic acid and linoleic acid, gallic acid, and linoleic acid on high-fat diet induced obesity in C57BL/6 Cr Slc mice. *Chemico-Biological Interactions* 174, 109–117.
- Jialal, I., Vega, G.L., Grundy, S.M. (1990). Physiologic levels of ascorbate inhibit the oxidative modification of low density lipoprotein. *Atherosclerosis*, 82(3), 185-191.
- Jo, C., Jeong, I.Y., Lee, N.Y., Kim, K.S., Byun, M.W. (2006). Synthesis of a novel compound from gallic acid linoleic acid and its biological functions. *Food Science and Biotechnology*, 15, 317–320.
- Kahl, R. (1984). Synthetic antioxidants: Biochemical actions and interference with radiation, toxic compounds, chemical mutagens and chemical carcinogens. *Toxicology*, 33, 185-228.
- Kahraman, S. (2009). Labada (*Rumex cristatus* DC)'nın antioksidan aktivitesi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı. Biyokimya Programı. İstanbul.
- Kashanian, S. ve Dolatabadi, J. E. N. (2009). DNA binding studies of 2-tert-butylhydroquinone (TBHQ) food additive, *Food Chemistry*, 116 (3), 743-747.
- Kaska, A., Deniz, N., Mammadov, R. (2018). Biological activities of wild *Asparagus (A. acutifolius* L.). *International Journal of Secondary Metabolite*, 5(3), 243-251.
- Khan, M. A. ve Shahidi, F. (2001). Effects of natural and synthetic antioxidants on the oxidative stability of borage and evening primrose triacylglycerols. *Food Chemistry*, 75 (4), 431-437.
- Kılıç, İ. ve Yeşiloğlu, Y. (2013). Spectroscopic studies on the antioxidant activity of p-coumaric acid. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 115, 719-724.
- Kılınç, K., Kılınç, A. (2002). Oksijen toksisitesinin aracı molekülleri olarak oksijen radikalleri. *Hacettepe Tıp Dergisi*; 33, 110-118.
- Kinnula, V. L., Paakko, P., Soini, Y. (2004). Antioxidant enzymes and redox regulating thiol proteins in malignancies of human lung. *FEBS Letters*, 569, 1-6.

- Kinnula, V. L., Crapo, J. D. (2004). Superoxide dismutases in malignant cells and human tumors. *Free Radical Biology and Medicine*, 36, 718-744.
- Kleiman, R. ve Spencer, G.F. (1982). Search for new industrial oils: XVI. Umbelliferae-seed oils rich in petroselinic acid. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 59(1), 29-38.
- Koç, H. (2002). *Doğrudan, Doğadan Bitkilerle Sağlıklı Yaşama*. Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü, Baskı: Ümit Ofset, Tokat.
- Kopustinskiene, D. M., Jakstas, V., Savickas, A., Bernatoniene, J. (2020). Flavonoids as anticancer agents. *Nutrients*, 12(2), 457. <https://doi.org/10.3390/nu12020457>.
- Kordalı, Ş., Usanmaz Bozhüyük, A., Beyzi, E., Güneş, A., Turan, M. (2021). Tıbbi bitki olarak kullanılan *Malva sylvestris* L. ve *Alcea rosea* L. türlerinin antioksidant enzim, fenolik madde ve bitki besin element içerikleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 786-794.
- Kot, B., Wicha, J., Piechota, M., Wolska, K., Gruzewska, A. (2015). Antibiofilm activity of transcinamaldehyde, *p*-coumaric, and ferulic acids on uropathogenic *Escherichia coli*. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 45(4), 919-924.
- Krinsky, N.I. (1979). Carotenoid protection against oxidation. *Pure and Applied Chemistry*, 51(3), 649-660.
- Krinsky, N. I. (1998). Overview of lycopene, carotenoids, and disease prevention, *Proceeding of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 218, 95-97.
- Kulmann, A., Roehl, C. (2006). Phenolic antioxidant compounds produced by in vitro . cultures of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and their anti-inflammatory effect on lipopolysaccharide-activated microglia. *Pharmaceutical Biology*, 44(6), 401-410.
- Kumar, S., Pandey, A. K. (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. *The Scientific World Journal*, 2013, 162750. <https://doi.org/10.1155/2013/162750>
- Kumaran, A., Karunakaran, J.R. (2007). In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five Phyllanthus species from India. *LWT-Food Science and Technology*, 40, 344-352.
- Kurtulmuş, H. (2016). Edremit Körfezi zeytin yapraklarının antioksidan özellikleri ile mineral bileşimleri üzerine mevsim ve yükselti faktörlerinin etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı. Balıkesir.



- Kurzak, B., Kozlowski, H., Farkas, E. (1992). Hydroxamic and aminohydroxamic acids and their complexes with metal ions. *Coordination Chemistry Reviews*, 114(2), 169-200.
- Küçükboyacı, N., Güvenç, A., Turan, N. N., Aydın, A. (2012). Antioksidant activity and total phenolic content of aqueous extract from *Raphanus raphanistrum* L. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 9 (1), 93-100.
- Kültür, Ş. (2007). Medicinal plants used in Kırklareli Province (Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 111, 341-364.
- Lee, J. H., Özçelik, B., Min, D. B. (2003). Electron donation mechanisms of  $\beta$ -carotene as a free radical scavenger, *Journal of Food Science*, 68, 861-865.
- Lee, J., Koo, N., Min, D. B. (2004). Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals, *Comprehensive Reviews in Food Science and Safety*, 3, 21-33.
- Li, J.-K., Liu, X.-D., Shen, L., Zeng, W.-M. ve Qiu, G.-Z. (2016). Natural plant polyphenols for alleviating oxidative damage in man: Current status and future perspectives. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 15 (5), 1089-1098.
- Lledias, F., Rangel, P., Hansberg, W. (1998). Oxidation of catalase by singlet oxygen. *The Journal of Biological Chemistry*, 273, 10630-10637.
- Lü, J. M., Lin, P. H., Yao, Q. ve Chen, C. (2010). Chemical and molecular mechanisms of antioxidants: experimental approaches and model systems. *Journal of cellular and molecular medicine*, 14 (4), 840-860.
- Ma, L., Lin, X. M. (2010). Effects of lutein and zeaxanthin on aspects of eye health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90, 2-12.
- Makahleh, A., Saad, B. ve Bari, M. (2015). Synthetic phenolics as antioxidants for food preservation. *Handbook of antioxidants for food preservation*, 51-78.
- Mazzeo, T., N'Dri, D., Chiavaro, E., Visconti, A., Fogliano, V. (2011). Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidant capacity and colour of selected frozen vegetables. *Food Chemistry*, 128, 627-633.
- McCord, J.M. ve Fridovich, I. (1968). The reduction of cytochrome c by milk xanthine oxidase. *Journal of Biological Chemistry*, 243(21), 5753-5760.
- Memişoğulları, R. (2006). Diyabette serbest radikallerin rolü ve antioksidanların etkisi, *Düzce Tıp Fakültesi Dergisi*, 3, 30-39.
- Meriç, Z. İ., Özdemir Nath, E., Doğan, A., Bitiş, L. (2024). Antioxidant, anti-tyrosinase activities and characterization of phenolic compounds for some plants from the Marmara Region, Türkiye. *Journal of Research in Pharmacy*, 28(2), 396-408.

- Miere (Groza), F., Ganea, M., Teodorescu, A.G., Horvath, T., Hanga-Farcas, A., Csaba, N., Zdinca, M., Zdinca, M., Dobjanschi, L. (2023). Characterization in terms of phytochemical content and medicinal potential of the *Stellaria media* plant extract. *Pharmacophore*, 14(1), 45-55.
- Mikšátková, P., Ancheeva, E., Hejtmánková, K., Teslov, L., Lapčík, O. (2014). Determination of flavonoids in *Stellaria* by High-Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. *Analytical Letters*, 47, 2317–2331.
- Mohyuddin, A., Kurniawan, T.A., Khan, Z., Nadeem, S., Javed, M., Dera, A.A., Iqbal, S., Awwad, N.S., Ibrahim, H.A., Abourehab, M.A.S., Rabea, S., Eslam B. Elkaeed, E.B., Asghar, M.N., ve Shagufta Saeedet, S. (2022). Comparative insights into the antimicrobial, antioxidant, and nutritional potential of the *Solanum nigrum* complex. *Processes*, 10, 1455.
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal of Science and Technology*, 26(2), 211-219.
- Molares, S. ve Ladio, A. (2009). Ethnobotanical review of the Mapuche medicinal flora: Use patterns on a regional scale. *Journal of Ethnopharmacology*, 122(2), 251–260.
- Morehouse, L., C. Thomas, C., Aust, S. (1984). Superoxide generation by NADPH-cytochrome P-450 reductase: the effect of iron chelators and the role of superoxide in microsomal lipid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 232(1), 366-377.
- Mousavi, S. M., Hashemi, S. A., Behbudi, G., Mazraedoost, S., Omidifar, N., Gholami, A., Chiang, W. H., Babapoor, A., Rumjit, N. P. (2021). A Review on health benefits of *Malva sylvestris* L. nutritional compounds for metabolites, antioxidants, and anti-inflammatory, anticancer, and antimicrobial applications. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. <https://doi.org/10.1155/2021/5548404>.
- Murray, R. K., Granner, D. K., Mayes, P. A., Rodwell, V. W. (1996). *Harper'in Biyokimyası*. 24. baskı, Dikmen, N., Özgünen, T. (çev.), Barış Kitabevi, İstanbul.
- Mzid, M., Khedir, S.B., Bardaa, S., Sahnoun, Z., ve Rebai, T. (2017). Chemical composition, phytochemical constituents, antioxidant and antiinflammatory activities of *Urtica urens* L. Leaves. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 123(2), 93-104.

- Nakagawa, Y., Nakajima, K., Tayama, S. ve Moldeus, P. (1995). Metabolism and cytotoxicity of propyl gallate in isolated rat hepatocytes: effects of a thiol reductant and an esterase inhibitör. *Molecular Pharmacology*, 47 (5), 1021-1027.
- Oboh, G. (2005). Effect of blanching on the antioxidant properties of some tropical green leafy vegetables. *LWT-Food Science and Technology* 38 (5), 513–517.
- Okan, O.T., Varlıbaş, H., Öz, M., Deniz, İ. (2013). Antioksidan analiz yöntemleri ve Doğu Karadeniz Bölgesinde antioksidan kaynağı olarak kullanılabilir odun dışı bazı bitkisel ürünler. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 48-59.
- Oladeji, O.S. ve Oyebamiji, A.K. (2020). *Stellaria media* (L.) Vill.- A plant with immense therapeutic potentials: phytochemistry and pharmacology. *Heliyon*, 6, e04150.
- Omoni, A. O., Aluko, R, E. (2005). The anti-carcinogenic and anti-atherogenic effects of lycopene: a review. *Trends in Food Science and Technology*, 16, 344-350.
- Onat, K.A., Sezer Kürkçü, M., Çöl, B. (2021). Fenolik bileşiklerden sinamik asit, kafeik asit ve *p*-kumarik asit'in bazı biyolojik aktiviteleri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(4), 2587-2598.
- Özçelik, B., Lee, J. ve Min, D. (2003). Effects of Light, Oxygen, and pH on the Absorbance of 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl. *Journal of Food Science*. 68(2), 487-490.
- Özen, T. (2003). Bazı bitkilerin antioksidan aktivitesinin in vitro ve in vivo araştırılması. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı. Samun.
- Palfi, M.; Jurković, Z.; Cosić, J.; Tomić-Obrdalj, H.; Jurković, V.; Knežević, N.; Vrandečić, K. (2017). Total polyphenol content and antioxidant activity of wild and cultivated asparagus in Croatia. *Poljoprivreda*, 23, 56–62.
- Pandey, K.B., Rizvi, S.I. (2009). Plant polyphenolis as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2, 270-278.
- Patra, K., Bose, S., Sarkar, S., Rakshit, J., Jana, S., Mukherjee, A., Roy, A., Mandal, D.P. (2012). Chemico-biological interactions amelioration of cyclophosphamide induced myelosuppression and oxidative stress by cinnamic acid. *Chemico-Biological Interactions*, 195(3), 231–239, <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2012.01.001>.
- Percival, M. (1998). Antioxidants.

- Pereira, P., Tysca, D., Oliveira, P., da Silva Brum, L.F., Picada, J.N., Ardenghi, P. (2005). Neurobehavioral and genotoxic aspects of rosmarinic acid. *Pharmacological Research*, 52(3), 199–203.
- Petersen, M., Simmonds, M.S. (2003). Rosmarinic acid. *Phytochemistry* 62(2), 121–125.
- Pinelo, M., Rubilar, M., Sinerio, J., Nunez, M.J. (2005). A thermal treatment to increase the antioxidant capacity of natural phenols: catechin, resveratrol and grape extract cases. *European Food Research and Technology*, 221. 284-290
- Polat, R. (2010). Havran ve Burhaniye (Balıkesir) çevresinde tarımsal biyoçeşitlilik ve etnobotanik araştırmaları. Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Balıkesir.
- Polat, R. ve Selvi, S. (2011). Edremit Körfezi'nin (Balıkesir) arı bitkileri üzerine bir araştırma. *HR.Ü.Z.F. Dergisi*, 15(2), 27-32.
- Polat, R. ve Satıl, F. (2012). An ethnobotanical survey of medicinal plants in Edremit Gulf (Balıkesir – Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 139, 626–641.
- Polat, R., Cakilcioglu, U., Satıl, F. (2013). Traditional uses of medicinal plants in Solhan (Bingöl—Turkey). *Journal of Ethnopharmacology* 148, 951–963.
- Pourparizi, A., Pourrajab, F., Nadri, H. Moradi, A., Rezaei, N., Moghadamnia, M. (2023). Neuroprotection and NRF2 signaling cascade analysis of new synthetic cinnamic acid-Eugenol hybrids. *Journal of Molecular Structure*. Volume 1292, 15 November 136092.
- Prasad, A. S., Bao, B., Beck, F. W., Kucuk, O., Sarkar, F. H. (2004). Antioxidant effect of zinc in humans. *Free Radical Biology and Medicine*, 37 (8), 1182-1190.
- Prasad, N.R., Karthikeyan, A., Karthikeyan, S., Reddy, B.V. (2011). Inhibitory effect of caffeic acid on cancer cell proliferation by oxidative mechanism in human HT-1080 fibrosarcoma cell line. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 349(1), 11-19.
- Raha, S., Robinson, B. H. (2000). Mitochondria oxygen free radicals, disease, and aging. *Trends in Biochemical Sciences*, 25, 502-508.
- Rakhimzhanova, A., Kılınçarslan, Ö., Mammadov, R. (2018). *Stellaria media* ekstraktlarının antioksidan aktivitesinin belirlenmesi ve fenolik bileşenlerinin karakterizasyonu. *Akgül Ordu Üniversitesi Bilim Teknik Dergisi*, 8(2), 165-173.
- Rajani, C., Ruby, K., Aastha S. ve Jaya, D. (2012). *Solanum nigrum* with dynamic therapeutic role: a review. *Internationale Pharmaceutica Scientia*, 15(1), 65-71.
- Rao, S. R. ve Ravishankar, G. A. (2002). Plant cell cultures: chemical factories of secondary metabolites. *Biotechnology Advances*, 20 (2), 101-153.

- Rao, A. V., Rao, L. G. (2007). Carotenoids and human health. *Pharmacological Research*, 55, 207-216.
- Re, R., Pellegrini, N., Protrggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26, 1231-1237.
- Riaz, I., Bibi, B., Ahmad, N., Nisa, S., Qayyum, A. (2021). Evaluation of nutritional, phytochemical, antioxidant and cytotoxic potential of *Capsella bursa-pastoris*, a wild vegetable from potohar region of Pakistan. *Kuwait Journal of Science*, 48 (3), 1-11.
- Rice-Evans, C. ve Miller, N.J. (1994). Total antioxidant status in plasma and body fluids. *Methods in Enzymology*, 234, 279-293.
- Rice-Evans, C.A., Miller, N.J. Paganga, G. (1996). Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20(7), 933-956.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., Paganga, G. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2, 152-159.
- Roginsky, A.B., Ujiki, M.B., Ding, X.Z., Adrian, T.E. (2005). On the potential use of flavonoids in the treatment and prevention of pancreatic cancer. *In Vivo*, 19(1), 61-67.
- Saad, B., Sing, Y. Y., Nawi, M. A., Hashim, N., Ali, A. S. M., Saleh, M. I., Sulaiman, S. F., Talib, K. M. ve Ahmad, K. (2007). Determination of synthetic phenolic antioxidants in food items using reversed-phase HPLC. *Food Chemistry*, 105 (1), 389-394.
- Sachdev, S., Davies, K. J. (2008). Production, detection, and adaptive responses to free radicals in exercise. *Free Radical Biology and Medicine*, 44(2), 215-223.
- Satıl, F., Tümen, G., Dirmenci, T., Çelik, A., Arı, Y., Malyer, H. (2006b). Kazdağı Milli Parkı ve çevresinde (Balıkesir) etnobotanik envanter çalışması. *TUBA Kültür Envanter Dergisi* 5, 171–203.
- Satıl, F., Akc, ic, ek, E., Selvi, S. (2008a). Madra Dağı (Balıkesir/İzmir) ve çevresinde etnobotanik bir çalışma. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 1, 31–36.
- Satıl, F., Tümen, G., Dirmenci, T., Turan, Y. (2008b). Commercial and ethnic uses of Satureja (Sivri Kekik) species in Turkey. *Ekoloji* 17, 1–7.
- Sautin, Y. Y. ve Johnson, R. J. (2008). Uric acid: the oxidant-antioxidant paradox, *Nucleosides, Nucleotides, and Nucleic Acids*, 27(6-7), 608-619.

- Sen, S., Chakraborty, R., Sridhar, C., Reddy, Y.S.R., De, B. (2010). Free radicals, antioxidants, diseases and phytochemicals: Current status and future prospect. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 3, 91-100.
- Seven, A., Candan, G. (1996). Antioksidan savunma sistemleri. *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*, 27(1), 41-50.
- Shahidi, F. ve Naczk, M. (2004). Phenolic in food and nutraceutical (pp. 1–558), Boca Raton, FL: CRC Press.
- Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Slinkard, K., Singleton, V. L. (1977). Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28, 49-55.
- Stahl, W. ve Sies, H. (1993). Physical quenching of singlet-oxygen and cis-trans isomerization of carotenoids. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 691, 10–19.
- Stief, T. W. (2003). The physiology and pharmacology of singlet oxygen. *Medical Hypotheses*, 60, 567-572.
- Stryer, L. (1995). *Biochemistry*. 4th. Edition. USA.
- Sung, C.-C., Hsu, Y.-C., Chen, C.-C., Lin, Y.-F. ve Wu, C.-C. (2013). Oxidative stress and nucleic acid oxidation in patients with chronic kidney disease. *Oxidative medicine and cellular longevity*. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/301982>.
- Şenkardeş, İ. (2014). Nevşehir'in Güney İlçelerinde (Acıgöl, Derinkuyu, Gülşehir, Nevşehir-Merkez, Ürgüp) Etnobotanik Araştırmalar. Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmasötik Botanik Anabilim Dalı, İstanbul.
- Tabassum, A., Bristow, R. ve Venkateswaran, V. (2010). Ingestion of selenium and other antioxidants during prostate cancer radiotherapy: a good thing?, *Cancer treatment reviews*, 36 (3), 230-234.
- Terzioğlu, G. (2014). Küçük ısırgan otunun (*U. urens*) prostat kanseri üzerine etkisinin moleküler mekanizmalarının araştırılması. Yüksek lisans tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı. Denizli.
- Topdaş, E.F. (2018). Çarşırın (*Ferula orientalis* L.) esansiyel yağı ile farklı ekstraktlarının antioksidan antimikrobiyal ve in vitro nöroprotektif aktivitelerinin araştırılması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Erzurum.

- Townsend, C.C. (1982). *Urtica* L., In: Davis PH (ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh University Press, Edinburgh, 7, 633.
- Türkmen, N. Sari, F., Veliöglu, Y.S. (2005). The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry*, 93, 713-718.
- Uçan Türkmen, F., Koyuncu, G., Sarıgüllü Önalın, F. E., Erol, Ü. H. (2023). Kilis'te sebze olarak tüketilen *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér.'un metanol ekstraktının antioksidan ve antibakteriyel aktiviteleri, fenolik bileşimi ile aroma bileşiklerinin belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 13(4), 1460-1475.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M.T.D., Mazur, M., Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39, 44-84.
- Venkatesh, R., Sood, D. 2011. Review of the physiological implications of antioxidants in food. Bachelor of science interactive qualifying project. Worcester Polytechnic Institute.
- Volden, J., Borge, G. I. A., Bengtsson, G. B., Hansen, M., Thygesen, I. E., Wicklund, T. (2008). Effect of thermal treatment on glucosinolates and antioxidant-related parameters in red cabbage (*Brassica oleracea* L. ssp *capitata* f. *rubra*). *Food Chemistry*, 109, 595–605.
- Wacher, V.J., Bent, L.Z. (2001). Use of gallic acid esters to increase bioavailability of orally administered pharmaceutical compounds, *United States Patent*, 6,180,666 B1.
- Wanasundara, U. N., Amarowicz, R. ve Shahidi, F. (1995). Partial characterization of natural antioxidants in canola meal, *Food Research International*, 28 (6), 525-530.
- Wang, L., Lee, I.M., Zhang, S.M., Blumberg, J.B., Buring, J.E., Sesso, H.D. (2009). Dietary intake of selected flavonols, flavones, and flavonoid-rich foods and risk of cancer in middle-aged and older women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89(3), 905–912.
- Wendel, A. ve Cikryt, P. (1980). The level and half-life of glutathione in human plasma. *FEBS Letters*, 120(2), 209-211.
- Whittaker, M., Whittaker, J. W. (1998). A glutamate bridge is essential for dimer stability and metal selectivity in manganese superoxide dismutase. *The Journal of Biological Chemistry*, 273, 22188-22193.

- Yang, L., Wen, K.-S., Ruan, X., Zhao, Y.-X., Wei, F., Wang, Q. (2018). Response of plant secondary metabolites to environmental factors. *Molecules*, 23, E762.
- Yeşilkaya, A., Yeğın, A., Özdem, S., Aksu, TA. (1998). The effect of bilirubin on lipid peroxidation and antioxidant enzymes in cumene hydroperoxide-treated erythrocytes. *International Journal of Clinical and Laboratory Research*, 28(4), 230-234.
- Yıldırım, E., Dursun, A., Turan, M. (2001). Determination of the nutrition contents of the wild plants used as vegetables in upper Çoruh Valley. *Turkish Journal of Botany*, 25, 367-371.
- Yıldız, L. (2007). Bazı bitki örneklerinde antioksidan kapasitesinin spektrofotometrik ve kromatografik tayini. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kimya Anabilim Dalı. Analitik Kimya Programı. İstanbul.
- Zhang, Y., Marcillat, EY., Giulivi, C., Ernster, L., Davies, KJ. (1990). The oxidative inactivation of mitochondrial electron transport chain components and ATPase. *Journal of Biological Chemistry*. 265(27), 16330-16336.
- Zengin, G. (2015). Türkiye’de yayılış gösteren bazı Asphodeline RCHB. (Liliaceae) taksonlarının antioksidan özelliklerinin incelenmesi. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Biyoloji Anabilim Dalı. Konya.
- Zeybek, U., Zeybek, N. (2002). Farmasötik Botanik (3. baskı), Ege Üniv. Eczacılık Fak. Yayınları, No:3, İzmir.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64, 555-559.
- Zurita, J. L., Jos, Á., del Peso, A., Salguero, M., López-Artíguez, M. ve Repetto, G. (2007). Ecotoxicological effects of the antioxidant additive propyl gallate in five aquatic systems. *Water Research*, 41 (12), 2599-2611.



## 7. ÖZGEÇMİŞ

**Adı-Soyadı:** Hatice İNCİ ALADI

**Doğum Tarihi:** 21.04.1979

**Doğum Yeri:** Sultandağı/AFYON

**Yüksek Öğrenim:** Balıkesir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü 2007-2011

**Yüksek Lisans:** Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı 2012-2016

**Yüksek Lisans Tez Konusu:** Türkiye’de yayılış gösteren *Conringia* Heist. ex Fabt. (Brassicaceae) cinsi üzerinde karşılaştırmalı mikromorfolojik ve anatomik çalışmalar

**Doktora:** Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 2017-2024

**Doktora Tezi Konusu:** Edremit Körfezi (Balıkesir) kıyı bölgesinde yenilebilen bazı doğal bitkilere uygulanan haşlama yönteminin fenolik bileşikler üzerine etkisi.

**Yabancı Dil:** İngilizce

### **Bilimsel Faaliyetler:**

- 1) İnci Aladı, H. ve ark. 2019. Comparative micromorphological and anatomical investigations on *Conringia* Heist. Ex Fabr. Genus in Turkey. *Bangladeş Botanik Dergisi* 48(4), 1153-1162
- 2) İnci Aladı, H. ve ark. 2022. Edremit Körfezi’nin (Balıkesir) Doğal Bitkilerinin Gastronomik Açıdan Değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(3), 1375-1385.
- 3) İnci Aladı, H. ve ark. 2023. Determination of antioksidant activities in raw and boiled extractions of *Raphanus raphanistrum* L. plant naturally growing in Edremit Gulf (Balıkesir). *International Journal of Nature and Life Sciences*, 7 (2), 65-78.