



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇAKIRLI (BURSA - ORHANGAZİ) YÖRESİNDE YENEBİLEN
BAZI YABANI BİTKİLERİN ANTİOKSİDAN
AKTİVİTELERİNİN İNCELENMESİ**

TURGUT TAŞKIN
YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARMAKOGNOZİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Leyla BİTİŞ

İSTANBUL - 2011



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇAKIRLI (BURSA - ORHANGAZI) YÖRESİNDE YENEBİLEN
BAZI YABANI BİTKİLERİN ANTİOKSİDAN
AKTİVİTELERİNİN İNCELENMESİ**

TURGUT TAŞKIN
YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARMAKOGNOZİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Leyla BİTİŞ

İSTANBUL - 2011

TEZ ONAYI**ÖRNEK**

Kurum : Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Programın seviyesi : Yüksek Lisans (X) Doktora ()

Anabilim Dalı : Farmakognazi

Tez Sahibi : Turgut TAŞKIN

Tez Başlığı : Gakırlı (Bursa - Orhangazi) yöresinde yerebilen Bazı Yabani Bitkilerin Antiseptik aktivitelerinin incelenmesi

Sınav Yeri : Prof. Mustafa Nevzat Piskin Konferans Salonu

Sınav Tarihi : 28.6.11

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans/Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman (Unvan, Adı, Soyadı)

Yrd. Doç. Dr. Zeyla Bitiş

Sınav Jüri Üyeleri (Unvan, Adı, Soyadı)

Prof. Dr. Ali Hikmet Mericali

Prof. Dr. Ertan Tuzlaci

Kurumu

M.Ü. Eczacılık Fakültesi

İ.Ü. Eczacılık Fakültesi

M.Ü. Eczacılık Fakültesi

İmza





Yukarıdaki jüri kararı Enstitü yönetim Kurulu'nun 14.7.2011 tarih ve 15 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Gülden Z. OMURTAG

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

08.06.2011

Turgut TAŞKIN

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında ilgi ve desteğini gördüğüm, samimiyetini her an hissettiğim, değerli tecrübeleri ile bana ışık tutan, çalışmalarımı titizlik ve özenle yönlendiren danışmanım, sevgili hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Leyla BİTİŞ'e en içten teşekkür borç bilir, en derin saygılarımı sunarım.

Bitkilerimin teşhisini yapan ve botanik kısımlarının yazılmasında yardımlarını esirgemeyen Sayın hocam Prof. Dr. Ertan TUZLACI'ya teşekkür ederim.

Tezimin laboratuvar aşamasında bana zaman ayırarak yardımcı ve destek olan sevgili arkadaşlarım Ali ŞEN ve Zehra İlke MERİÇ'e teşekkür ederim.

Bitkilerimi toplama sırasında benimle birlikte olan ve desteklerini esirgemeyen Yusuf KANDİL, Murat ŞAHİN, Duygu ÇAM, Serhat USLUBAŞ ve yöre halkı ile iletişim kurmamı sağlayan Çakırlı Belediye Başkanlığı'na çok teşekkür ederim.

Son olarak Lisans ve Yüksek Lisans eğitimim boyunca desteklerini her zaman arkamda hissettiğim sevgili annem, babam ve ağabeyim başta olmak üzere tüm aileme şükranlarımı sunarken, bu çalışmanın konu ile ilgili olarak yapılacak olan yeni çalışmalara yararlı olmasını dilerim.

BEYAN	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
KISALTMALAR ve SİMGELER	vii
TABLoların LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiv
1. ÖZET	1
2. SUMMARY	2
3. GİRİŞ ve AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER	6
4.1. Serbest Radikal Kavramı.....	7
4.2. Radikallerin Oluşma Mekanizmaları	10
4.2.1. Mitokondri.....	10
4.2.2. Katekolaminler	10
4.2.3. Ksantin oksidaz.....	10
4.2.4. Nötrofiller	11
4.2.5. Araşidonik asit kaskadı	11
4.3. Reaktif Oksijen Türleri.....	12
4.3.1. Singlet oksijen (O_2^1).....	12
4.3.2. Süperoksit radikali ($O_2^{\cdot -}$)	12
4.3.3. Hidroksil radikali ($HO^{\cdot}$)	14
4.3.4. Hidrojen peroksit (H_2O_2)	17
4.3.5. Nitrik oksit radikali ($NO^{\cdot}$).....	18
4.3.6. Hipoklorik asit ($HOCl$).....	19
4.4. Oksijen Türevi Olmayan Serbest Radikaller	20
4.5. Serbest Radikallerin Zararlı Etkileri	21
4.5.1. Membran lipitlerine etki (Lipit peroksidasyonu)	21
4.5.2. DNA üzerindeki etkileri	22
4.5.3. Proteinler üzerindeki etkileri	23
4.5.4. Karbonhidratlar üzerine etkileri	24
4.6. Serbest Radikallerin Etkilerine Karşı Savunma Mekanizmaları.....	26
4.6.1. Antioksidanlar	26

4.7. Çakırlı Yöresinde Yenen Bitkiler Hakkında Genel Bilgiler.....	35
5. MATERYAL ve METOD	57
5.1. Materyal	57
5.1.1. Bitki örnekleri.....	57
5.1.2. Kimyasal maddeler ve ekipmanlar	58
5.1.3. Kullanılan kimyasal çözeltiler	58
5.2. Metod.....	59
5.2.1. Ekstraktların hazırlanışı	59
5.2.2. Toplam fenolik madde (TPC) tayini	61
5.2.3. Gallik asit standart eğri denkleminin elde edilmesi	61
5.2.4. DPPH radikali giderme aktivitesinin tayini	62
5.2.5. Metal şelatı oluşturma aktivitesi	63
5.2.6. EDTA standart eğri denkleminin elde edilmesi.....	64
5.2.7. TEAC (Trolox ekivalenti antioksidan kapasite) metodu	65
5.2.8. Troloks standart eğri denkleminin elde edilmesi	66
5.2.9. İstatiksel Değerlendirme	66
6. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	67
6.1. FCR ile Toplam Fenolik Bileşik Tayini	67
6.2. DPPH Radikali Giderme Aktivitesi	72
6.3. Metal Şelatı Oluşturma Aktivitesi	80
6.4. Troloks Ekivalan Antioksidan Kapasitesi (TEAC).....	90
7. TARTIŞMA ve SONUÇ	98
8. KAYNAKLAR.....	105
9. ÖZGEÇMİŞ.....	112

KISALTMALAR ve SİMGELER

A.A	: Taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan <i>Asparagus acutifolius</i> bitkisi
A.A.Ç	: Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan <i>Asparagus acutifolius</i> bitkisi
ABTS	: 2,2-Azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)
A.U	: Taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan <i>Anchusa undulata</i> subsp. <i>hybrida</i> bitkisi
A.U.Ç	: Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan <i>Anchusa undulata</i> subsp. <i>hybrida</i> bitkisi
ATP	: Adenozin trifosfat
BHT	: Butillenmiş hidroksi toluen
C.L	: Taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan <i>Campanula lyrata</i> bitkisi
C.L.Ç	: Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan <i>Campanula lyrata</i> bitkisi
DPPH [•]	: DPPH radikali (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil)
EC ₅₀	: DPPH radikalinin % 50'sinin inhibisyonunu sağlayan ekstrakt ve standart madde konsantrasyonu
EDTA	: Etilendiamin tetraasetik asit
ETS	: Elektron taşıma sistemi (solunum zinciri)
FCR	: Folin-Ciocalteu reaktifi
F.V	: Taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan <i>Foeniculum vulgare</i> bitkisi
F.V.Ç	: Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan <i>Foeniculum vulgare</i> bitkisi
G.P	: Taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan <i>Galium aparine</i> bitkisi
G.P.Ç	: Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan <i>Galium aparine</i> bitkisi
GPx	: Glutatyon peroksidaz

GR	: Glutasyon redüktaz
GSH	: İndirgenmiş glutasyon
GST	: Glutasyon-s-transferaz
GSH-P _x	: Glutasyon peroksidaz
GSSH	: Okside glutasyon
KAT	: Katalaz enzimi
8-OhdG	: 8- Hidroksi-2'-deoksiguanozin
MARE	: Marmara Üniversitesi- Eczacılık Fakültesi Herbaryumu
MDA	: Malondialdehit
NADH	: Nikotinamid adenin dinukleotit
P.R	: Taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan <i>Papaver rhoeas</i> bitkisi
P.R.Ç	: Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan <i>Papaver rhoeas</i> bitkisi
R.P	: Taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan <i>Rumex pulcher</i> bitkisi
R.P.Ç	: Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan <i>Rumex pulcher</i> bitkisi
ROT	: Radikal oksijen türleri
S.A	: Taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan <i>Sinapis arvensis</i> bitkisi
S.A.Ç	: Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan <i>Sinapis arvensis</i> bitkisi
S.L	: Taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan <i>Silene alba</i> subsp. <i>divaricata</i> bitkisi
S.L.Ç	: Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan <i>Silene alba</i> subsp. <i>divaricata</i> bitkisi
S.M	: Taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan <i>Stellaria media</i> subsp. <i>media</i> bitkisi
S.M.Ç	: Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan <i>Stellaria media</i> subsp. <i>media</i> bitkisi
SR	: Serbest radikal

SOD	: Süperoksit dismutaz
Subsp	: Alttür
TEAC	: Trolox ekivalenti antioksidan kapasite
TPC	: Total Fenolik Bileşikleri
Troloks	: 6-Hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit
UV	: Ultraviyole

TABLoların LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. Çeşitli Serbest Radikaller.....	9
Tablo 2. Serbest Radikallerin Sebep Olduğu Hastalıklar.....	25
Tablo 3. Enzimatik ve Nonenzimatik Antioksidanlar.....	29
Tablo 4. Araştırmada Kullanılan Bitki Türleri.....	57
Tablo 5. Taze Sebze Şeklinde Tüketildikleri Dönemde Toplanan Numunelerden Elde Edilen Etanol Ekstre Miktarları ve Yüzdeleri.....	60
Tablo 6. Çiçekli Dönemde (Tüketilmedikleri) Toplanan Numunelerden Elde Edilen Etanol Ekstre Miktarları ve Yüzdeleri.....	60
Tablo 7. Taze Sebze Olarak Tüketildiği Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin Total Ekstre Bileşikleri (EB) ve Total Fenolik Bileşikleri (FB) (gallik asit ekivalanı olarak).....	68
Tablo 8. Çiçekli (Tüketilmedikleri) Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin Total Ekstre Bileşikleri (EB) ve Total Fenolik Bileşikleri (FB) (gallik asit ekivalanı olarak).....	69
Tablo 9. Bitki Türlerinin Total Fenolik Bileşikleri Bakımından Karşılaştırılması.....	70
Tablo 10. Bitki Türlerinin DPPH Radikali Süpürücü Aktivite Yüzdeleri.....	73
Tablo 11. Bitki Türlerinin EC ₅₀ Değerleri.....	76
Tablo 12. Bitki Türlerinin Ferröz iyonları (Fe ⁺²) Şelatlama Etkisi (%).....	81
Tablo 13. Bitki Türlerinin Metal Şelatlama Aktivitesi (mMol EDTAE/g ekstrakt).....	86
Tablo 14. Bitki Türlerinin ABTS Radikal Katyonu Giderici Aktivitesi (%).....	90
Tablo 15. Bitki Türlerinin TEAC Değeri Olarak Antioksidan Aktivitesi.....	94
Tablo 16. <i>Foeniculum vulgare</i> Miller Bitkisinin Farklı Kısımlarının Vitamin (Askorbik asit ve Tokoferoller) İçerikleri (µg/g kuru ağırlık).....	99
Tablo 17. <i>Foeniculum vulgare</i> Miller Bitkisinin Farklı Kısımlarının EC ₅₀ Değerleri (mg/ml).....	99
Tablo 18. <i>Rumex pulcher</i> L. Bitkisinin Sulu ve Etanol Ekstraktlarının Total Fenolik İçerikleri (mg/g kuru ekstrakt).....	100

Tablo 19. <i>Rumex pulcher</i> L. Bitkisinin Sulu ve Etanol Ekstraktlarının EC ₅₀ Değerleri (mg/ml).....	100
Tablo 20. <i>Asparagus acutifolius</i> L. Bitkisinin Sürgünlerinden Hazırlanan Metanol Ekstraktının EC ₅₀ Değerleri.....	102
Tablo 21. <i>Papaver rhoeas</i> L. Bitkisinin Farklı Ekstrelerinin Total Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan aktiviteleri.....	103

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. Gallik Asit Standart Eğrisi ve Regresyon Denklemi.....	62
Şekil 2. EDTA Standart Eğrisi ve Regresyon Denklemi.....	64
Şekil 3. Troloks Standart Eğrisi ve Regresyon Denklemi.....	66
Şekil 4. Taze Sebze Şeklinde Tüketildikleri Dönemde Toplanan Bitkilerin Fenolik Madde İçerikleri	67
Şekil 5. Çiçekli (Tüketilmedikleri) Dönemde Toplanan Bitkilerin Fenolik Madde İçerikleri.....	67
Şekil 6. Bitki Türlerinin Total Fenolik Madde Miktarı Bakımında Karşılaştırılması.....	71
Şekil 7. Taze Sebze Olarak Tüketildiği Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin DPPH Radikali Süpürücü Aktivite Yüzdeleri	74
Şekil 8. Çiçekli(tüketilmedikleri) Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin DPPH Radikali Süpürücü Aktivite Yüzdeleri.....	74
Şekil 9. Bitki Türlerinin DPPH Radikali Süpürücü Aktivite Yüzdeleri Bakımından Karşılaştırılması.....	75
Şekil 10. Taze Sebze Olarak Tüketildiği Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin EC ₅₀ Değerleri.....	78
Şekil 11. Çiçekli (tüketilmedikleri) Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin EC ₅₀ Değerleri.....	78
Şekil 12. Bitki Türlerinin EC ₅₀ Değerleri Bakımından Karşılaştırılması.....	79
Şekil 13. Taze Sebze Olarak Tüketildiği Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin Ferröz iyonları (Fe ⁺²) Şelatlama Etkisi (%).....	84
Şekil 14. Çiçekli (tüketilmedikleri) Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin Ferröz iyonları (Fe ⁺² Şelatlama Etkisi (%)).....	84
Şekil 15. Bitki Türlerinin Şelatlama Aktivite Yüzdeleri Bakımından Karşılaştırılması.....	85
Şekil 16. Taze Sebze Olarak Tüketildiği Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin Metal Şelatlama Aktivitesi (mMol EDTAE/g ekstrakt).....	88
Şekil 17. Çiçekli (tüketilmedikleri) Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin Metal Şelatlama Aktivitesi (mMol EDTAE/g ekstrakt).....	88

Şekil 18. Bitki Türlerinin Metal Şelatlama Aktivitelerinin EDTA Eşdeğeri Olarak Karşılaştırılması.....	89
Şekil 19. Taze Sebze Olarak Tüketildiği Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin ABTS Radikal Katyonu Giderici Aktivitesi.....	92
Şekil 20. Çiçekli (tüketilmedikleri) Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin ABTS Radikal Katyonu Giderici Aktivitesi.....	92
Şekil 21. Bitki Türlerinin ABTS Radikal Katyonu Giderici Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması.....	93
Şekil 22. Taze Sebze Olarak Tüketildiği Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin TEAC Değerleri.....	96
Şekil 23. Çiçekli (tüketilmedikleri) Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin TEAC Değerleri.....	96
Şekil 24. Bitki Türlerinin TEAC Değerleri Bakımından Karşılaştırılması.....	97

RESİMLERİN LİSTESİ

Sayfa

Resim 1,2. <i>Foeniculum vulgare</i>	36
Resim 3. <i>Anchusa undulata</i> subsp. <i>hybrida</i>	38
Resim 4. <i>Sinapis arvensis</i>	40
Resim 5. <i>Campanula lyrata</i>	42
Resim 6. <i>Silene alba</i> subsp. <i>divaricata</i>	44
Resim 7. <i>Stellaria media</i> subsp. <i>media</i>	46
Resim 8,9. <i>Asparagus acutifolius</i>	48
Resim 10. <i>Papaver rhoeas</i>	50
Resim 11,12. <i>Rumex pulcher</i>	53
Resim 13. <i>Galium aparine</i>	55

1. ÖZET

Bu çalışma *Foeniculum vulgare* Miller, *Anchusa undulata* L. subsp. *hybrida* (Ten.) Coutinho, *Sinapis arvensis* L., *Campanula lyrata* Lam., *Silene alba* (Miller) Krause subsp. *divaricata* (Reichb.) Walters, *Stellaria media* (L.) Vill. subsp. *media*, *Asparagus acutifolius* L., *Papaver rhoeas* L., *Rumex pulcher* L., *Galium aparine* L. bitkilerinin hem taze sebze olarak tüketilen hem de çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki antioksidan aktivitelerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla bitkilerin etanol çözücüsü kullanılarak ekstraksiyonları yapıldı. Her bir ekstraktın Folin-Ciocalteu ayırıcı ile toplam fenolik madde içeriği, DPPH serbest radikali giderme aktivitesi, metal iyonlarını şelatlama kapasitesi ve ABTS radikal katyonu giderme aktivitesi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar askorbik asit, BHT ve EDTA standart maddeleriyle kıyaslanarak değerlendirilmiştir. Toplam fenolik madde tayini sonucu, taze sebze olarak tüketilen dönemde toplanan bitkilerin toplam fenolik madde miktarlarının gallik asit eşdeğeri olarak 4.44-68.67 mg/g aralığında değiştiği belirlendi. En yüksek miktar *Campanula lyrata* bitkisinin ekstraktında tespit edildi. Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan bitkilerin toplam fenolik madde miktarının gallik asit eşdeğeri olarak 8.00–59.33 mg/g aralığında değiştiği belirlendi. En yüksek miktar *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* bitkisinin ekstraktında saptandı. DPPH radikalini giderme aktivitesinden elde edilen verilere göre *Rumex pulcher* bitkisinin etanol ekstraktının her iki dönemdeki EC₅₀ değerlerinin standart maddelerle (BHT, Askorbik asit) karşılaştırılabilir düzeyde olduğu tespit edildi. Metal şelatlama aktivitesi tayininde sonuçlar mMol EDTAE/g ekstre olarak belirlendi. Her iki dönemde toplanan *Asparagus acutifolius* bitkisinin etanol ekstraktının diğer bitki ekstraktlarına göre yüksek metal şelatlama aktivite gösterdiği belirlendi. Bitki ekstrelerinin total antioksidan kapasitesi TEAC (Troluks Ekvivalenti Antioksidan Kapasite) değeri olarak değerlendirildi. En yüksek değer her iki dönemde toplanan *Campanula lyrata* bitki ekstraktlarında tespit edildi.

Anahtar Sözcükler: Antioksidan aktivite, ABTS, DPPH, Fenolik madde, Metal şelatlama

2. SUMMARY

Determination of Antioxidant Activity of Some Wild Edible Plants in Çakırlı (Bursa-Orhangazi).

The aim of this study is to reveal antioxidant activities of *Foeniculum vulgare* Miller, *Anchusa undulata* L. subsp. *hybrida* (Ten.) Coutinho, *Sinapis arvensis* L., *Campanula lyrata* Lam., *Silene alba* (Miller) Krause subsp. *divaricata* (Reichb.) Walters, *Stellaria media* (L.) Vill. subsp. *media*, *Asparagus acutifolius* L., *Papaver rhoeas* L., *Rumex pulcher* L., *Galium aparine* L. in both fresh edible as vegetable and flowering (unedible) periods. For this purpose, their extractions were made with ethanol.

The antioxidant activities of all extracts were assayed with various methods, including total phenolic compound contents by Folin – Ciocalteu reagent (FCR), DPPH free radical scavenging activity, metal chelating capacity and ABTS cation radical scavenging. Obtained results were compared with standard antioxidants like Ascorbic acid, BHT and EDTA. Total phenolic compound amounts of plant extracts, which were collected in the period, in which the plant is fresh edible as vegetable were determined between the range of 4.44- 68.67 mg/g as gallic acid equivalent, in the total phenolic compound assay. The highest amount was found in the *Campanula lyrata* extract. Total phenolic compound amounts of plant extracts, which were collected in flowering (unedible) period were determined between the range of 8.00– 59.33mg/g as equivalent to gallic acid. The highest amount was found in the *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* extract. According to the results obtained from the assay of DPPH free radical scavenging activity, the ethanol extract of *Rumex pulcher*, which was collected in both periods were determined IC₅₀ values, which was comparable with standard compounds (BHT, Ascorbic acid) . Metal chelating effect of samples results were determined as mMol EDTAE/g extract. The ethanol extract of *Anchusa undulata* subsp. *hybrida*, which was collected in both periods showed higher metal chelating activity than the other extracts. Total antioxidant capacity of plant extracts were determined as TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) values. The highest amount was found in the *Campanula lyrata* extract, which was collected in both periods.

Key words: Antioxidant activity, ABTS, DPPH, Phenolic compound, Metal chelating

3. GİRİŞ ve AMAÇ

Tüm diğer aerobik canlılar gibi, yaşamak için oksijene ihtiyaç duyan insanlar da, enerji gereksinimini, oksidatif metabolizma yani aerobik metabolizma tarafından kontrol edilen reaksiyonlar sonucu elde eder. Aerobik organizmalarda normal metabolik yolların işleyişi sırasında veya çevresel ajanlar (pestisidler, aromatik hidrokarbonlar, toksinler, çözücüler vb.), stres, radyasyon gibi çeşitli dış faktörlerin etkisiyle serbest radikaller meydana gelmektedir. Serbest radikaller dış orbitallerinde ortaklanmamış elektron bulunduran, kısa ömürlü, reaktif moleküllerdir. Serbest radikallerin en önemlileri süperoksit radikali ($O_2^{\bullet-}$), hidroksil radikali ($OH^{\bullet}$), singlet oksijen (1O_2) ve radikalik olmayan hidrojen peroksit (H_2O_2) ve peroksinitrit ($ONOO^{\bullet}$) olup “reaktif oksijen türleri (ROT)” olarak bilinirler (1,2).

ROT’lar organizmada lipidler, nükleik asitler, proteinler ve karbonhidratlar gibi biyolojik moleküllerle kolayca reaksiyona girebilirler. Bu yüzden yaşlanma, kanser, kardiyovasküler hastalıklar, immün sistem hastalıkları, katarakt, diyabet, böbrek ve karaciğer hastalıkları gibi pekçok hastalıktan sorumlu tutulurlar (2).

DNA ve hücre membranlarının başlıca bileşenleri olan yağ asitleri serbest radikal hasarına karşı en hassas yapılardır. Lipit peroksidasyonu, serbest radikaller tarafından başlatılan, membran fosfolipitlerindeki çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonuna neden olan ve böylece membran lipid yapısını değiştirerek hücre yapı ve fonksiyonlarını bozan ve **oksidatif stres** olarak adlandırılan kimyasal bir olaydır (1).

Endüstri ve gıda teknolojisi açısından bakıldığında; özellikle birden fazla doymamış bağ içeren yağ asitleri ve yağca zengin ürünler oksidasyona oldukça açıktır. Bu yüzden gıdaların korunması ve depolanması sırasında meydana gelen en büyük problemlerden biri lipid peroksidasyonudur. Lipid peroksidasyonu sıvı ve katı yağlarda acılaşmaya (ransidleşme), yağ içeren diğer gıdalarda ise renk, tat, aroma, kıvamda bozulmalara ve besinsel kalitenin azalmasına neden olmaktadır (2).

Bu nedenle oksidasyon kararlılığını arttırmak için yağlarda uzun süredir bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA), bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT), t-bütıl hidrokinon (TBHQ) ve propil gallat (PG) gibi sentetik antioksidanlar gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (2).

Serbest radikallerin oluşumunu ve meydana getireceği hasarı önlemek için vücutta bir çok savunma mekanizmaları gelişmiştir. Antioksidatif savunma mekanizmaları; A vitamini, E vitamini (α -tokoferol), C vitamini (askorbik asit), β -karoten (Provitamin A), indirgenmiş glutatyon (GSH), doğal flavonoidler gibi nonenzimatik antioksidanlar ve çeşitli antioksidan enzimlerden oluşur (1) .

En önemli antioksidan enzimler; süperoksit anyonunu hidrojen perokside dönüştüren süperoksit dismutaz (SOD), hidrojen peroksiti suya indirgeyen katalaz (CAT) ve organik peroksitleri detoksifiye eden glutatyon peroksidaz (GSH-Px veya GPx)'dır. SOD, CAT ve GSH-Px, serbest oksijen radikallerine karşı önemli hücre içi enzimatik savunma sistemleridir (1).

İnsan vücudunu serbest oksijen radikallerine karşı korumada doğal ve fenolik bileşiklerce zengin meyve ve sebzelerin yararlı olduğu bilinmektedir. Yapılan epidemiyolojik çalışmalarla reaktif oksijen türlerine karşı bitkisel kaynaklardaki fitonutrientlerin yararlı olduğu; meyve ve sebzelerin koruyucu etkilerinin içerdikleri askorbik asit (C vitamini), α -tokoferol (E vitamini), karotenoidler, glutatyon, flavonoidler ve fenolik asitler gibi doğal bileşiklerden dolayı olduğu bildirilmiştir (2).

Vücudun endojen savunma sisteminin düzenli ve dengeli bir diyetle alınacak antioksidan bileşikler ile desteklenmesi gerekmektedir. Bu yüzden diyetle antioksidan alımında artma veya antioksidanlarla zenginleştirilmiş gıdalar giderek önem kazanmaktadır (2).

Gıda sanayinde yağların ve yağ içeren diğer ürünlerin korunması ve raf ömrünün uzatılması için genellikle bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT) ve bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA) kullanılmaktadır. Ancak yapılan araştırmalar bu bileşiklerin toksiditesinden bahsederek, onların karsinojenik olma riskini ortaya koyar niteliktedir (2).

Bu sebeple, tüketiciler tercihlerini doğal tarımsal ürünlere yöneltmiş ve işlenmiş gıdalarda da sağlık, kalite ve güvenlik arayışlarını ön plana çıkarmıştır. Doğal biyoaktif bileşiklerle ilgilenen özellikle farmasötik ve gıda endüstrilerinden gelen talep üzerine, doğal bileşiklerin antioksidan aktiviteleri araştırmacılar tarafından yoğun şekilde çalışılmaktadır. Geniş bir çeşitlilik ve dağılım gösteren bitkisel kaynaklar hem vücutta, hem de işlenmiş gıdalarda meydana gelen oksidatif hasara karşı koruma sağlayabilecek daha güvenilir ve daha sağlıklı antioksidanlar sunabilir. Bu yüzden de araştırmacılar doğal kaynaklardan elde edilebilen yüksek antioksidan aktiviteli ekstraktları sentetik antioksidanların yerine kullanmayı hedeflemektedirler (2).

Çalışmamızda Çakırlı (Bursa- Orhangazi) yöresinde yenebilen bazı yabancı bitkilerin [*Foeniculum vulgare* Miller, *Anchusa undulata* L. subsp. *hybrida* (Ten.) Coutinho, *Sinapis arvensis* L., *Campanula lyrata* Lam., *Silene alba* (Miller) Krause subsp. *divaricata* (Reichb.) Walters, *Stellaria media* (L.) Vill. subsp. *media*, *Asparagus acutifolius* L., *Papaver rhoeas* L., *Rumex pulcher* L., *Galium aparine* L.] taze sebze şeklinde tüketildikleri dönemde ve ayrıca çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki antioksidan aktiviteleri çeşitli metodlarla incelenerek bu bitki ekstraktlarının sentetik antioksidanlara alternatif olabilecek doğal antioksidan kaynağı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

Bitkilerin her iki dönemde toplanmış olan yenebilen kısımları taze halde iken EtOH ile maserasyona bırakılarak ekstraktları hazırlanmıştır. Her bir ekstraktın toplam fenolik madde miktarı, metal iyonlarını şelatlama kapasitesi, troloks ekivalan antioksidan kapasitesi (TEAC) ve DPPH serbest radikali giderme aktivitesi tayin edilmiştir. Sonuçlar EDTA, askorbik asit ve BHT standartı ile kıyaslanarak değerlendirilmiştir.

4. GENEL BİLGİLER

Oksijen yaklaşık 2,2 milyar yıl önce atmosferimizde, fotosentetik canlıların faaliyeti sonucunda oluşmaya başlamıştır. Atmosferdeki oksijen birikiminin artması ile insanları UV radyasyonundan koruyan ozon tabakası oluşmuştur. Aerobik canlılar yaşamları için mutlaka moleküler oksijene gereksinim duyarlar. Total oksijen tüketimimizin % 90'ından fazlası elektron taşıma sistemi (ETS), % 5-10' undan da diğer oksijen gerektiren reaksiyonlar sorumludur. Aerobik hücrelerin mitokondrilerinde meydana gelen moleküler oksijen, yakıtlardan (glukoz, yağ asidi ve amino asitlerin karbon iskeleti) türeyen NADH ve FADH₂'den elektronları alarak suya indirgenir. Bu yolda oksijen molekülünün kuvvetli oksitleyici gücü, ATP'nin yüksek enerjili fosfat bağı haline dönüştürülür (1).

Anaerobik canlılar ise büyüme ve çoğalmaları için oksijene bağımlı değildirler, sadece oksijensiz ortamda yaşayabilirler. Anaerobik canlılardaki oksijenin toksik etkisinin nedeni, oksijenden kaynaklanan bazı reaktif türlerin biyolojik molekülleri oksitlemesi ve bu reaktif türlere karşı anaerobik türlerde savunma sisteminin bulunmamasıdır. Oksijen sadece anaerobik türlerde değil, yaşamları için mutlaka moleküler oksijene bağımlı olan yüksek yapıli canlılarda da toksik etkilidir. İlk kez 1954 yılında, oksijenin biyolojik sistemlerde görülen toksik etkilerinin oksijenin bazı reaktif türlerinden kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür (1).

Bugün, oksijenin canlılardaki toksik etkisinin **oksijen radikalleri** olarak adlandırılan ve oksijenin vücuttaki metabolizması sırasında oluşan reaktif türlerden kaynaklandığı bilinmektedir (1).

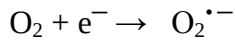
4.1. Serbest Radikal Kavramı

Atom veya moleküllerdeki elektronlar çekirdeğin etrafında orbital olarak tanımlanan bölgelerde hareket ederler. Her yörüngede birbirine zıt yönde hareket eden en fazla iki elektron bulunur. Bir atom veya molekül dış orbitallerinde bir veya daha fazla ortaklanmamış (eşleşmemiş) elektron bulunduruyorsa “serbest radikal (SR)” olarak tanımlanır. Bu tip moleküller, ortaklanmamış elektronlarından dolayı oldukça reaktiftirler. En basit serbest radikal bir elektron ve bir protonu olan hidrojen atomudur (3).

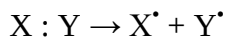
Serbest radikallerde eşleşmemiş elektron, atom veya molekülün üst kısmına konulan bir nokta ile belirtilir (2). Serbest radikaller anyon, katyon ve nötral durumda bulunabilirler. Reaktiviteleri nedeniyle serbest radikallerin yarı ömürleri kısadır. Bu reaktivlik radikallerin stabil olmayan konfigürasyonundan kaynaklanır. Bu moleküller kolaylıkla diğer moleküllerden elektronları kopararak radikal bir moleküle dönüşür (3).

Serbest radikaller başlıca dört temel mekanizma ile oluşurlar.

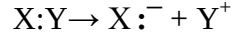
A. Radikal özelliği taşımayan bir moleküle tek elektron transferi ile dış orbitalinde paylaşılmamış elektron oluşması. Örneğin moleküler oksijenin tek elektron ile indirgenmesi sonucu süperoksit radikali oluşur. Bazı araştırmacılara göre oksijen toksisitesi süperoksit radikalin oluşumuna bağlıdır (1,4).



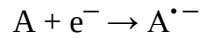
B. Yüksek enerjili elektromanyetik dalgalar ve yüksek sıcaklık (450-600°C) şartlarında kovalent bağların kırılması sırasında bağ yapısındaki iki elektronun her biri ayrı ayrı atomlar üzerinde kalıyorsa, bu tür yıkılmaya homolitik kırılma denir (1,4).



C. Yüksek enerjili elektromanyetik dalgalar ve yüksek sıcaklık (450-600 °C) şartlarında organik moleküllerdeki bağların heterolitik kırılması durumunda zıt yüklü iyon çiftleri oluşur ve bu türler reaktiftirler (1,4).



D. Radikal özelliği bulunmayan bir molekülden elektron kaybı sırasında dış orbitalinde paylaşılmamış elektron kalıyorsa, radikal formu oluşur. Örneğin askorbik asit, glutatyon ve tokoferoller gibi hücrel antioksidanlar, radikal türlere tek elektron verip radikalleri indirgerken, kendilerinin radikal formları oluşur. Glutatyon radikalleri indirgerken, kendisinin tiyil radikali (GS[•]) oluşur. İki tiyil radikalinin birbiriyle tepkimesi sonucu oluşan tür ise glutatyonun oksitlenmiş (GSSG) formudur. Normal bir moleküle tek bir elektronun eklenmesi veya transferi (Elektron transferi ile radikal oluşumu) (1,4).



Ayrıca çevresel faktörlerden kaynaklanan toksik maddelerle etkileşim sonucu serbest oksijen radikalleri kaçınılmaz bir şekilde oluşmaktadır (5).

Tablo 1. Çeşitli Serbest Radikaller

Serbest Radikaller	Radikal Olmayan Reaktif Türleri
Singlet oksijen (O_2^1)	Ozon (O_3)
Süperoksit radikali ($O_2^{\cdot-}$)	Hidrojen peroksit (H_2O_2)
Hidroksil radikali ($HO^{\cdot}$)	Organik peroksitler ($ROOH$)
Alkoksil radikali ($RO^{\cdot}$)	Peroksinitrit ($ONOO^-$)
Peroksil radikali ($ROO^{\cdot}$)	Peroksinitrik asit ($ONOOH$)
Hidroperoksil radikali ($HO_2^{\cdot}$)	Peroksonitrat (O_2NOO^-)
Karbonat radikali ($CO_3^{\cdot-}$)	Peroksomonokarbonat ($HOOCO_2^-$)
Karbon dioksit radikali ($CO_2^{\cdot-}$)	Hipobromik asit ($HOBr$)
	Hipoklorik asit ($HOCl$)
Klor radikali ($Cl^{\cdot}$)	Hipoklorik asit ($HOCl$)
	Nitril klorit (NO_2Cl)
	Kloraminler
	Klor gazı (Cl_2)
	Brom klorür ($BrCl$)
	Klor dioksit (ClO_2)
Brom radikali ($Br^{\cdot}$)	Hipobromik asit ($HOBr$)
	Brom gazı (Br_2)
	Brom klorür ($BrCl$)
Azot dioksit ($NO_2^{\cdot}$)	Nitrik asit (HNO_2)
Diazo trioksit ($N_2O_3^{\cdot}$)	Nitrosil katyonu (NO^+)
Nitrat radikali ($NO_3^{\cdot}$)	Nitrosil anyonu (NO^-)
Nitrik oksit ($NO^{\cdot}$)	Dinitrojen tetra oksit (N_2O_4)
	Dinitrojen trioksit (N_2O_3)
	Peroksinitrit ($ONOO^{\cdot}$)
	Peroksinitrat ($O_2NOO^{\cdot}$)
	Peroksinitrik asit ($ONOOH$)
	Nitronyum katyonu (NO_2^+)

Halliwell (2006)'dan (1).

4.2. Radikallerin Oluşma Mekanizmaları

Aerobik hücrelerde oksijen radikallerinin oluşumuna neden olan çeşitli yollar vardır (4,6).

4.2.1. Mitokondri

Oksijen serbest radikallerinin oluşumunda mitokondri intraselüler bir kaynaktır, selüler oksidasyonun ana yeridir ve moleküler oksijenin suya tetravalan indirgenmesini etkin bir şekilde artırır. Oksijenin suya mitokondriyal sitokrom C oksidazla indirgenmesinde 4 elektron transferi gerçekleşir ve bu arada serbest radikal ara ürünleri oluşmaz. Bununla beraber, normal mitokondriyal respirasyonda elektron akımının yaklaşık % 1'i süperoksit ürününe dönüşür. Bu süperoksit, süperoksit dismutaz ve glutatyon ile etkin bir şekilde zararsız hale getirilir (4,6).

4.2.2. Katekolaminler

Katekolaminlerin oto- oksidasyonu, özellikle in- vitro şartlarda, oksijen serbest radikallerin önemli bir kaynağını oluşturur. İskemi, iskemik zondaki sempatik sinir uçlarından norepinefrin ve dopamin- Beta-hidroksilaz'ın bölgesel serbestlemesi ile karakterizedir. Bu katekolamin, monoamin oksidaz enzimi ile yıkılır, bu esnada aşırı elektron üretimi gerçekleşir. Moleküler oksijen elektron alıcı gibi davranabilir ve hidrojen peroksit ve hidroksil radikalleri oluşur (4,6).

4.2.3. Ksantin oksidaz

Oksijen serbest radikallerin potansiyel bir kaynağıdır. Hipoksantin ve ksantin ürik aside ksantin oksidazla oksidasyonu, moleküler oksijenin süperoksit redüksiyonunu artırır. Bu yöntem deneysel serbest radikal oluşturmada yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu enzim, kapiller endotelial hücrelerde, araştırılan diğer hücrelerden 1000-10000 kat fazla bulunur (4,6).

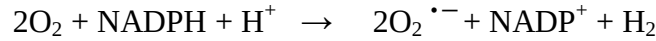
Beyin kapillerinin diğer dokuların kapiller endotelial hücreleri gibi ksantin oksidaz enzimini içerdiğini ve beyin kapillerinin serbest radikallerin aracılık ettiği hasara hassas olduğunu bildirmiştir (4,6).

4.2.4. Nötrofiller

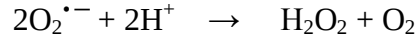
Fagositik hücreler (nötrofiller, monositler, makrofajlar ve eozinofiller), çeşitli biyolojik hedeflerin parçalanmasına sebep olan ve enfeksiyona karşı hücresel cevabı başlatan hücrelerdir. Solunumsal patlama esnasında fagositik hücrelerde diğer reaktif oksijen ürünleriyle beraber süperoksit radikali de oluşmaktadır. Serbest oksijen radikallerinin diğer bir potansiyel kaynağı nötrofillerdir. Nötrofilin yüzeyinde, süperoksit radikal oluşumundan sorumlu indirgenmiş nikotinamid-adenin dinükleotid fosfat (NADPH) oksidaz bulunur (4,6).

Uygun bir uyarı ile fagositik hücre uyarıldıktan sonra NADPH oksidaz aktive olur. NADPH'tan iki elektron alınarak iki molekül oksijene aktarılır. Böylece iki molekül $O_2^{\bullet-}$ oluşur (4,6).

NADPH oksidaz



SOD



4.2.5. Araşidonik asit kaskadı

Araşidonik asit, siklooksijenaz veya lipooksijenazla metabolize olabilir ve prostaglandinler, prostasiklin, tromboksan ve lökotrienler gibi bazı vazoaktif maddeler oluşturur. Prostaglandinler, tromboksan ve prostasiklin, siklooksijenaz enziminin ürünleridir. Siklooksijenaz, doymamış yağ asidine iki molekül oksijen eklenmesini katalizler. Bu prostaglandin G'yi (PGG) oluşturur, PGG hızla prostaglandin H'ya (PGH) perokside olur, bu esnada süperoksit radikalleri ortaya çıkar. PGG oluşumu sırasında serbestleyen süperoksit radikali ferritinden demiri ayırır ve lipid peroksidasyonuna yol açar. Lökotrienler, lipooksijenaz ürünleridir. Lipooksijenaz yoluyla hidroksil radikaller oluşabilir (6).

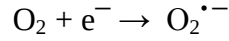
4.3. Reaktif Oksijen Türleri

4.3.1. Singlet oksijen (O_2^1)

Paralel spin durumlu iki eşleşmemiş elektronu bulunan moleküler oksijen serbest radikal tanımına göre, bir biradikal olarak değerlendirilir. Biradikal oksijenin elektronlarından birisinin enerji alarak spini değişmesi ile **singlet oksijen** oluşur. Zıt spinli elektronlar aynı orbitalde (delta formu) veya ayrı ayrı orbitallerde (sigma formu) bulunabilirler. Singlet oksijen, paylaşılmamış elektronu olmadığı için radikal olmayan reaktif oksijen molekülüdür. Enerji verilmek suretiyle meydana gelebilen oksijenin oldukça reaktif şekli olan singlet oksijen serbest radikal reaksiyonlarının başlamasına neden olması açısından önem taşımaktadır (1).

4.3.2. Süperoksit radikali ($O_2^{\bullet -}$)

Süperoksit radikali hemen hemen tüm aerobik hücrelerde moleküler oksijenin bir elektron alarak indirgenmesi sonucunda oluşur (4).



O_2 : 16 Proton, 16 elektron, yüksüz, diradikal

$O_2^{\bullet -}$: 16 Proton, 17 elektron, negatif yüklü, süperoksit (serbest radikal)

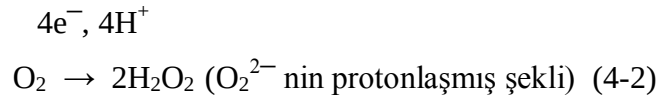
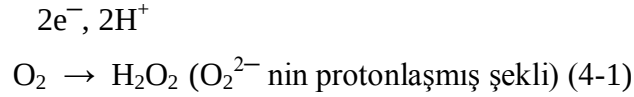
Süperoksit radikali başlıca şu mekanizmalarla üretilmektedir:

A. Çeşitli çevresel etkilerle (fiziksel ve kimyasal) süperoksit radikali oluşabilir. Örneğin yüksek enerjili ışıklardan beta, gama ve X ışınları süperoksit radikalleri yanında diğer radikallerin oluşumunu da gerçekleştirirler (4).

B. İndirgeyici özellikteki biyomoleküller oksijene tek elektron verip kendileri oksitlenirken süperoksit radikali oluşur. Hidrokinonlar, flavinler, tiyoller, katekolaminler, indirgenmiş nükleotidler gibi yüzlerce biyolojik molekül aerobik ortamda oksitlenirken süperoksit yapımına neden olurlar (1,4,7).

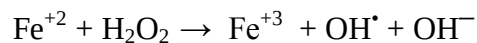
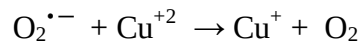
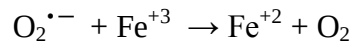
C. Başta çeşitli dehidrojenazlar ve oksidazlar olmak üzere, yüzlerce enzimin katalitik etkisi sırasında süperoksit radikali bir ürün olarak oluşabilir (1,4,7).

D. Memeliler, hücrelerindeki ATP üretiminin büyük bir kısmını mitokondriyal elektron taşıma sisteminde, oksijenin dört elektronunun su (H₂O) oluşturmak üzere indirgenmesiyle elde ederler (4-1; 4-2).



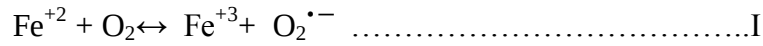
Mitokondrideki enerji metabolizması sırasında oksijenin % 95'i suya indirgenirken % 1-5 kadarı süperoksit yapımı ile sonlanır. Buradaki radikal yapımının nedeni NADH dehidrojenaz ve koenzim Q (ubikinon) gibi elektron taşıyıcılardan oksijene elektron kaçığının olmasıdır (1,4,7).

Süperoksit radikali doğada genellikle redüktiftir ve belirgin özelliği hidrojen peroksit kaynağı olması ve geçiş metal iyonlarının redüktanı olmasıdır. Süperoksit radikali ferrik demiri ferröz hale getirerek geçiş metal iyonu aracılı hidrosil radikali meydana gelmesine katkıda bulunur (1,4,7).



Süperoksit radikali düşük pH'larda daha etkili bir radikal olan HO₂ (perhidroksil) radikali meydana getirir. O₂^{•-} ile HO₂ reaksiyona girince, biri okside olurken diğeri indirgenir. Bu dismutasyon reaksiyonunda O₂ ve H₂O₂ meydana gelir. O₂^{•-} ayrıca geçiş metallerinin otooksidasyonu sonucunda da meydana gelebilir (1,4,7).

Bu reaksiyonlar redoks reaksiyonları olduğu için tersine de dönebilir.



Süperoksit anyonu hem orta derecede oksitleyici hem de iyi derecede redükleyici özelliğe sahiptir. Ferrositokrom C, kinonlar, geçiş metal iyonları gibi maddeleri redüklerken, askorbik asit, tetraپیroller, hemoprotein ve tioller gibi maddelerin oksidasyonuna neden olur (1,4,7).

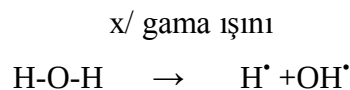
Süperoksit anyonu uzun bir yarı ömre sahip olup, lipofilik özellik gösterir. Bu özelliğinden dolayı da olduğu yerden uzak bölgelere difüzyonla yayılabilmektedir. Ancak doğrudan doğruya hasar yapıcı etkisi çok fazla değildir. En çok mitokondri, endoplazmik retikulum ve kloroplast gibi hücresel organellerde, elektron transport zincirinin çeşitli komponentlerinden O₂'e elektron sızması ile oluşur (1,4,7).

Aerobik organizmalar reaktif oksijen türlerinin sebep olduğu toksisiteye karşı hem kimyasal hem de enzimatik korunma sistemlerine sahiptir. Süperoksit radikalleri, sulu ortamda önemli ölçüde birikmezler ve kendiliğinden dismutasyon ile ortamdan temizlenirler (1,4,7).

4.3.3. Hidroksil radikali (HO[•])

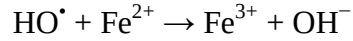
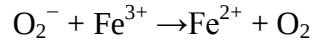
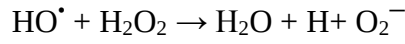
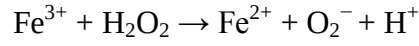
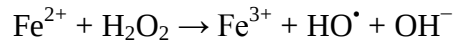
Hidroksil radikali, hidrojen peroksidin geçiş metalleri varlığında indirgenmesiyle (Fenton reaksiyonu) meydana gelir (8,9).

Yaşayan canlı hücrelerinin başlıca bileşeni su olduğu için bu hücrelerin X-ışını veya gama ışınları gibi iyonize edici radyasyona maruz kalmaları su molekülünden hidrojen radikali ve hidroksil radikali meydana getirir (8,9).



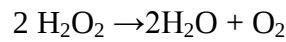
Fenton reaksiyonu: Fenton tepkimesini katalizleyen en aktif metal iyonları demir ve bakırdır. Mangan ve kobalt da bu bakımdan aktif olsalar da, vücuttaki derişimlerinin düşüklüğü nedeniyle demir ile kıyaslandıklarında çok daha az etkindirler. Serbest metal iyonlarının vücut sıvılarındaki derişimi pratik olarak sıfır kabul edilir, ölçülemeyecek kadar azdır (1).

Hidrojen peroksitteki kovalent bağların homolitik kırılması sonucunda hidroksil radikali oluşur. Demir tuzları ve hidrojen peroksit varlığında aşağıdaki reaksiyonlar meydana gelebilir (1).

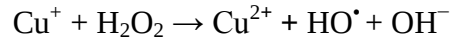


Bu reaksiyonların sonucunda demir tuzları varlığında hidrojen peroksit, su ve oksijene dönüşmektedir (1).

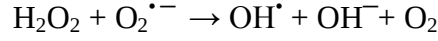
Demir Tuzları



Bakır (I) tuzları da hidrojen peroksit ile reaksiyona girerek hidroksil radikali oluşturmaktadır (1).



Haber-Weiss reaksiyonu: $O_2^{\bullet -}$ ve H_2O_2 'in demir iyonu varlığında hidroksil radikali oluşturulur (4,6).



Oksijen radikalleri arasında en reaktif olanı, bu nedenle de toksik etkili olanı hidroksil radikalidir. Hidroksil radikali üretildiği yerde hemen her molekülle tepkimeye girebilir ve radikal tepkimelerini başlatabilir. Yarılanma ömürleri çok kısadır (8).

Hidroksil radikali, hemen hemen tüm hücrel moleküllerle reaksiyon verebilir, fakat başlıca ve en önemli etkileri lipidler, proteinler, sitokromlar ve nükleik asitler (DNA ve RNA) üzerine olan etkileridir. $HO^{\bullet}$, DNA'da bulunan deoksiriboz gibi şeker moleküllerine atak yaparak çok çeşitli ürünler oluşturduğu ve bunların bazılarının da bakteriyel test sistemlerinde mutajen olduğu gösterilmiştir (9).

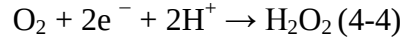
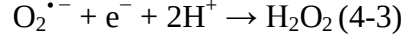
Hidroksil radikali aromatik halkaya katılma özelliği gösterir, DNA ve RNA'da bulunan pürin ve pirimidin bazlarına katılarak radikal oluşturur. Örneğin timine katılarak timin radikali oluşturur ve bu radikal de oksijenle reaksiyona girerek son derece reaktif timin peroksil radikali oluşumu gibi bir dizi reaksiyona katılabilir (9).

Böylece hidroksil radikali, DNA'nın bazıları ve şekerine ciddi zararlar verir ve aynı zamanda DNA zincir kırılmasını indükler. Hasar çok kapsamlı olursa hücrel koruyucu sistemler tarafından tamir edilemeyebilir ve hücre ölür. Hücre yaşamına devam ederse bu sefer de mutasyon görülebilir. Hidroksil radikali'nin reaktivitesi o kadar yüksektir ki, canlı hücrede meydana geldiği anda derhal değişik ikincil radikaller oluşturarak yakınındaki her biyolojik molekülle reaksiyon verir. Örneğin, karbonat iyonu (CO_3^{2-}) reaksiyona girerek güçlü bir okside edici ajan olan karbonat radikalini ($CO_3^{\bullet -}$) verir (9).

Bir hidroksil radikali, yüzlerce yağ asidini ve yan zincirini lipid hidroperokside çevirebilir. Bu oluşan hidroperoksitler birikerek membran bütünlüğünü bozar. Ayrıca bu hidroperoksitlerden son ürün olarak toksik ve reaktif olan aldehitler de oluşabilir. Bunlardan en önemlilerden biri de MDA'dır (4).

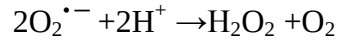
4.3.4 Hidrojen peroksit (H₂O₂)

Hidrojen peroksit, süperoksidin çevresindeki moleküllerden bir elektron alması (4-3) veya moleküler oksijenin çevresindeki moleküllerden iki elektron alması (4-4) sonucu oluşan peroksidin iki proton ile birleşmesi sonucu meydana gelir (1).

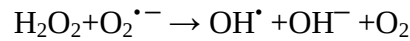


Ancak biyolojik sistemlerde hidrojen peroksidin asıl üretimi süperoksidin dismutasyon ile olur. Bir antioksidan enzim olan süperoksit dismutaz (SOD), dismutasyon hızını 10⁴ kat artırır. Süperoksit radikalının bu enzim ile dismutasyonu, hidrojen peroksit için en önemli oluşum yoludur (3,8).

İki süperoksit molekülü iki proton alarak hidrojen peroksit ve moleküler oksijen oluştururlar. Reaksiyon sonucu radikal olmayan ürünler meydana geldiğinden bu bir dismutasyon reaksiyonu olarak bilinir (3,8).



Hidrojen peroksit serbest bir radikal olmadığı halde reaktif oksijen türleri içine girer ve serbest radikal biyokimyasında önemli rol oynar. Çünkü süperoksit ile reaksiyona girerek, en reaktif ve zarar verici serbest oksijen radikali olan hidroksil radikali oluşturmak üzere kolaylıkla yıkılabilir. Hücre membranlarının hidrojen perokside geçirgenliği suya olduğu gibidir. Böylece hücre membranlarından diğerlerine göre çok daha kolay difüze olabilir (3,8).



Bu reaksiyona Haber-Weiss reaksiyonu adı verilir. Haber-Weiss reaksiyonu ya katalizör varlığında ya da katalizörsüz meydana gelir (3,8).

Tiroid hücrelerinin apikal plazma membranları üzerinde bulunan NADPH-oksidad tarafından direkt olarak H_2O_2 üretilir. H_2O_2 üretimi, birçok bakteri türünde, fagositik hücrelerde, spermatozooda olduğu gibi hücrelerde de mitokondride, mikrozomlarda ve kloroplastlarda olur (4).

Peroksizomlar çok önemli hücre içi H_2O_2 kaynağıdır. Bu organeldeki D-amino asid oksidaz, urat oksidaz, L-hidroksil asid oksidaz ve yağ asidi açıl- CoA oksidaz gibi oksidazlar süperoksit üretmeden, bol miktarda H_2O_2 üretimine sebep olurlar (4).

4.3.5. Nitrik oksit radikali ($NO^\bullet$)

NO , bir atom azot ile bir atom oksijenin çiftleşmemiş elektron vererek birleşmesinden meydana gelmiştir, bu yüzden radikal tanıma uymaktadır. Bu lipofilik serbest radikal gazı, damar endotel hücrelerinde nitrik oksid sentaz (NOS) enzimi aracılığıyla L-argininden sentezlenir. Kolayca düz kasa geçerek çözünebilen guanilat siklaz (GC) enziminin hem demirine bağlanır ve siklik guanozin monofosfat (cGMP) sentezini uyarıp damar gevşemesini stimüle eder. Sentezlenen NO , aynı zamanda tiyol gruplarını S- nitrozilasyona uğratarak protein ve reseptör fonksiyonlarını da değiştirir (9).

Nitrik oksit, bağışıklık sisteminin düzenlenmesi, düz kasların gevşemesi, vazodilatasyon ve nörotransmisyonu içeren çeşitli fizyolojik süreçlerde görev alan önemli bir sinyal molekülü olduğu gibi aynı zamanda çok reaktif bir radikaldır (1).

Radikal olarak reaktivitesi düşük olan NO , metal içeren merkezler ve radikaller ile büyük bir hızla tepkimeye girer. Özellikle lipit radikaller ($L^\bullet$) ile (örneğin hücre zarında) tepkimeye girmesi NO 'ya antioksidan bir etki kazandırır. Nitrik oksidin süperoksit dismutaz enzimiyle yarışmaya girmesi ve süperoksit radikaliyle etkileşmesi sonucu peroksinitrit oluşur. Böylece nitrik oksidin fizyolojik etkisi inhibe edilir, oksidatif etkisi ortaya çıkar. Nitrik oksidin toksisitesinden sorumlu olan peroksinitrit, hidroksil radikalının potansiyeline sahiptir ve azot dioksit ($NO_2^\bullet$), hidroksil radikali, nitronyum katyonu gibi toksik ürünlere dönüşebilir (1).

Nitrik oksit radikalının stabil son ürünleri nitrit (NO_2^-) ve nitrat (NO_3^-)'tır. Fizyolojik (düşük) derişimde üretilen NO esas olarak oksihemoglobin tarafından nitrata oksitlenerek aktivitesi sonlandırılır. Oksijen radikallerindeki durumun aksine, nitrik oksiti ortamdanda temizleyen herhangi bir özel enzim yoktur. Plazma gibi çoğu vücut sıvısında nitritin çoğu nitrata dönüşmüştür (1).

Nitrik oksit Fe-S proteinlerindeki demirin yerine kendisini bağlayarak Fenton reaksiyonunu stimüle eder ve bu mekanizma ile karsinogeneizde rol oynar (1).

4.3.6. Hipoklorik asit (HOCl)

Bir hemoprotein olan miyeloperoksidaz, fagositlerde en çok bulunan proteinlerden biridir. Miyeloperoksidazın, nötrofil proteinlerinin %5'ini ve monosit proteinlerinin %1'ini temsil ettiği bilinmektedir. Nötrofiller aktive olduğunda, miyeloperoksidaz hücre dışına salgılanır ve H_2O_2 'yi potansiyel oksitleyici hipoklorik aside (HOCl) dönüştürür (I) (10).

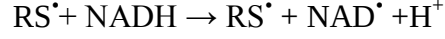
Miyeloperoksidaz



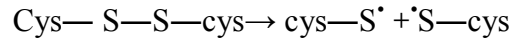
Hücre içinde çok sayıda biyokimyasal hedefi bulunan HOCl'nin $\text{O}_2^{\bullet -}$ veya H_2O_2 'den yaklaşık olarak 100-1000 kat daha toksik olduğu tahmin edilmektedir. Örneğin, plazma zarındaki tiyol gruplarını (SH) oksitleyebilir, belirli proteinlerin fonksiyonlarını etkileyebilir ve bazı hücre dışı matriks yapıtaşlarının bağlanma özelliklerini azaltabilir. Bunlara ek olarak, HOCl'nin, hücreSEL Zn^{+2} iyonlarının hareketi aracılığıyla endotelial iletkenliği arttırdığı gözlenmiştir. HOCl'yi nötralize eden bir enzim bilinmemektedir. Bu molekül albumin ve askorbik asit ile reaksiyona girerek hücreden uzaklaştırılmaktadır (10).

4.4. Oksijen Türevi Olmayan Serbest Radikaller

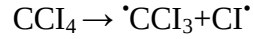
Oksijen ve ksenobiyotik radikalinden başka radikaller de oluşmaktadır. Örneğin tiyol (R-SH) bileşikleri geçiş metalleri varlığında oksitlenerek til (thiyl) radikalini (RS) oluşturur (9).



Til radikalleri proteinlerdeki disülfür bağlarının homolitik fizyonu ile da oluşabilir;



İnsan tırnakları çok miktarda disülfürce zengin α -keratin içerir ve kükürt merkezli radikaller oluşabilmektedir. Karbon merkezli radikaller birçok biyolojik sistemlerde oluşabilmektedir. Örneğin karaciğer mikrozomları tarafından karbon tetraklorürün sitokrom P-450 ile metabolizması sırasında triklorometil ($^{\bullet}CCl_3$) radikali oluşur (9).



Karbon merkezli radikaller sıklıkla oksijenle reaksiyona girerek peroksil radikali verirler.



Azot merkezli radikaller de oluşmaktadır. Örneğin eritrositlerde fenilhidrazin metabolizması sırasında fenildiazin radikali ($C_6H_5N=N^{\bullet}$) oluşur (9).

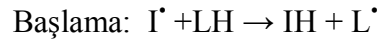
4.5. Serbest Radikallerin Zararlı Etkileri

4.5.1. Membran lipitlerine etki (Lipit peroksidasyonu)

Lipit peroksidasyonu, serbest radikaller tarafından başlatılan ve zar yapısındaki çok doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu içeren kimyasal bir olay olarak tanımlanmaktadır. Lipid peroksidasyonu üç fazdan oluşur (2,11):

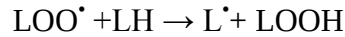
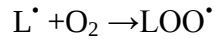
A. Başlangıç

Hidrojen atomu tek bir proton ve tek bir elektrona sahiptir. Biyolojik molekülden bir hidrojen atomunun çıkarılması, molekülde hidrojenin daha önceden bağlanmış olduğu eşleşmemiş bir elektron bırakır. Hidroksil radikali gibi yüksek reaktivite gösteren radikaller, bir hidrojen kopararak, biyolojik moleküllere saldırırlar. Bu durum lipit peroksidasyonu başlatan ilk basamaktır (2,11).



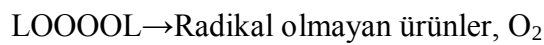
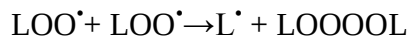
B. Çoğalma (Yayılma)

Hidrojen atomunun uzaklaştırılmasıyla yağ asidi lipit radikali ($L^{\bullet}$) halini alır. Ardından moleküler oksijenle etkileşim sonucunda lipit peroksil radikali ($LOO^{\bullet}$) ortaya çıkar. Bunlar da yeni lipit radikallerinin oluşumuna yol açarken, kendileri de lipit hidroksiperoksitlerine ($LOOH$) dönüşmektedir (2,11).



Lipit hidroksiperoksitleri yıkılarak biyolojik olarak aktif yapılar olan aldehit ve karbonil bileşiklerine dönüşürler (2,11).

C. Sonlanma



Üç veya daha fazla çift bağ içeren yağ asitlerinin peroksidasyonu sonucu; lipid peroksidasyon seviyesinin indikatörü olarak kabul edilen malondialdehit (MDA) oluşur. Lipid peroksidasyonu, membran yapısına direk ve oluşturduğu reaktif aldehitlerle diğer hücre bileşenlerine indirek olarak zarar veren geri dönüşümsüz bir olaydır (2,11).

4.5.2. DNA üzerindeki etkileri

Bir canlıya ait tüm genetik bilgiyi taşıyan DNA molekülü doğal olarak veya çevresel faktörlerin etkisiyle sürekli hasara maruz kalmaktadır. İyonize radyasyon, yüksek oksijen konsantrasyonu, otooksidasyona uğrayan kimyasallar (dihidroksifumarat, dopamin, L-DOPA, noradrenalin, adrenalin), ksantin oksidaz ve substratları sonucunda insan vücudunun her hücresinde DNA'nın günde 10^3 kez kimyasal oksidatif hasara maruz kaldığı öne sürülmektedir (2).

Bu etkenler, DNA'nın yapısını ve dahası diğer nesillere aktarılan genetik bilgiyi değiştirebilirler (1). DNA serbest radikallerden kolay etkilenen bir hedeftir. İyonize edici radyasyonla oluşan radikaller, DNA'yı etkileyerek hücre mutasyonuna ve ölümüne yol açabilirler. Aktive olmuş nötrofillerden salınan H_2O_2 membranlardan kolayca geçebildiği için hücre çekirdeğine kadar ulaşır burada oluşan hidroksil radikali dört DNA bazıyla kolayca reaksiyona girerek baz modifikasyonlarına yol açar. DNA hasarı onarılmazsa hücre disfonksiyonuna ve hatta hücre ölümüne yol açabilir (2).

Reaktif oksijen türleri hemen hemen tüm hücresel yapılara ve moleküllere saldırabilir. DNA moleküllerine saldırıları sonucu yaşlanma ve kanser gibi hücresel harabiyetler oluşur. Deoksiriboz, fosfat omurgasına saldırarak DNA zincirlerine zarar verdiği gibi pürin ve pirimidin bazlarda da modifikasyonlar oluştururlar. Sonuçta mutasyonlar, translasyonel hatalar hatta protein sentezi inhibisyonu ortaya çıkar (12).

Son yıllarda yapılan araştırmalarda oksidatif DNA hasarının göstergesi olarak sıklıkla baz hasarları analizlenmiştir. Cu^{2+} iyonları DNA'da G-C'den zengin bölgelerde yüksek oranda bulunduğundan oksidatif hasara en fazla maruz kalan baz guanindir. Bu nedenle en yaygın olarak ölçülen baz hasarı 8-hidroksi-2'-deoksiguanozindir (8-OHdG). 8-OHdG oksidatif DNA baz hasarının bir "biomarker"ı olarak kabul edilmektedir (1).

4.5.3. Proteinler üzerindeki etkileri

Proteinlerin serbest radikal harabiyetinden etkilenme dereceleri amino asit kompozisyonuna bağlıdır. Doymamış bağ ve sülfür ihtiva eden moleküllerin serbest radikallerle reaktivitesi yüksek olduğundan triptofan, tirozin, fenil alanin, histidin, metionin, sistein gibi aminoasitlere sahip proteinler serbest radikallerden kolaylıkla etkilenirler. Özellikle sülfür radikalleri ve karbon merkezli radikaller meydana gelir. Bu reaksiyonlar sonucunda IgG ve albümin gibi fazla sayıda disülfid bağı içeren proteinlerin üç boyutlu yapıları bozulur. Böylece normal fonksiyonlarını yerine getiremezler (13).

Proteinler üzerine olan serbest radikal hasarları birikmişse ya da belirgin proteinlerin spesifik bölgesi üzerinde yoğunlaşmışsa hücrenin canlılığı tehlike altına girer (13).

Enzimlerde protein yapısında oldukları için fonksiyonlarını bozabilir. Örneğin hücredeki iyon transportunu bozarak hücrenin iyon dengesini bozabilir (12).

4.5.4. Karbonhidratlar üzerine etkileri

Serbest radikallerin karbonhidratlar üzerine de önemli etkileri vardır. Glukoz, mannoz ve deoksi şekerler fizyolojik şartlarda otooksidasyona uğrayarak, süperoksit ve hidrojen peroksiti meydana getirirler. Monosakkaritlerin otooksidasyonunun, protein çapraz bağlanmalarına yol açarak agrega olmalarına sebep olduğu gibi bazal membran kalınlaşmasına ve sonuçta katarakt, mikroanjiopati gelişimine de sebep oldukları ileri sürülmektedir (4).

Serbest radikaller çok çeşitli hastalıkların patogenezinde önemli rol oynarlar. Diabet komplikasyonlarının gelişimi, koroner kalp hastalığı, hipertansiyon, psoriasis, romatoid artrit, behçet hastalığı, çeşitli deri, kas ve göz hastalıkları, kanser ve yaşlılık gibi birçok hastalıkta serbest radikal üretiminin arttığı ve antioksidan savunma mekanizmalarının yetersiz olduğu gösterilmiştir (4).

Monosakkaritlerin otooksidasyonu sonucu hidrojen peroksit, peroksitler ve oksoaldehitler meydana gelir. Bunlar diabet ve sigara kullanımına bağlantılı kronik hastalıklarda önemli etkileri vardır (13).

Oksoaldehitler DNA, RNA ve proteinlere bağlanabilme ve aralarında çapraz bağlar oluşturma özelliklerinden dolayı antimitotik etki gösterirler. Böylece yaşlanma olaylarında rol oynarlar (13).

Serbest radikallerin sebep olduğu bazı hastalıkların listesi tablo 2’de ayrıntılı olarak verilmiştir (12).

Tablo 2. Serbest Radikallerin Sebep Olduğu Hastalıklar

Kardiyovasküler Sistem Patolojisi	
Aterosklerozis (Damar sertliği)	Savunma Sistemindeki aşırı yüklenme veya hatalar
Anoksia	Kandaki oksijen azlığı
Nöral lipofuskinosis	Hücrelerdeki yapısal bozulmalar
Parkinson hastalığı	Hücrelerdeki yapısal bozulmalar
Alzheimer hastalığı	Aktifleşmiş fagositik hücrelerin aşırı $O_2^{\bullet-}$, H_2O_2 ve $HClO$ üretimi
Down Sendromu	Savunma Sistemindeki aşırı yüklenme veya hatalar
Multiple sclerosis	Hücrelerdeki yapısal bozulmalar
Kronik granümatöz hastalık	Antioksidan sistemdeki gen hasarı
Diabetes Mellitus	Anormal substrat oksidasyonu veya oksijen konsantrasyonundaki değişim
Ateşli Düzensizlikler	
Astım	Aktifleşmiş fagositik hücrelerin aşırı $O_2^{\bullet-}$, H_2O_2 Üretimi
Romatizmal artirit	Aktifleşmiş fagositik hücrelerin aşırı $O_2^{\bullet-}$, H_2O_2 Üretimi
Demir Yüklenmesi	
İdoyopatik hemokromatozis	Geçiş metallere oksijene elektron transferi sonucu
Talasemia	Geçiş metallere oksijene elektron transferi
Akciğer düzensizlikleri	
Asbestosis	Aktifleşmiş fagositik hücrelerin aşırı $O_2^{\bullet-}$, H_2O_2 Üretimi
Yetişkin solunum stresi sendromu	Aktifleşmiş fagositik hücrelerin aşırı $O_2^{\bullet-}$, H_2O_2 Üretimi
Radyasyon Hasarları	
Zedelenme (reperfüzyon)	Anormal substrat oksidasyonu veya oksijen konsantrasyonundaki değişim
Deri Bozuklukları	
Solar radyasyon zehirlenmesi	Yüksek veya düşük radyasyon enerjisi ile doku hasarı
Bloom sendromu	Savunma sistemindeki aşırı yüklenme veya hatalar
Olaşan Zararlı (toksik) Maddeler	
Zenobiyotikler	İlaç ve toksin kullanımında
Metal iyonları (Hg, Fe, Cu, etc.)	Geçiş metallerinden oksijene elektron transferi
Kanser	Mesane, Bağırsak, Göğüs, Kolorektal, Karaciğer, Akciğer, Lösemi, Deri, Prostat

4.6. Serbest Radikallerin Etkilerine Karşı Savunma Mekanizmaları

Hücreler oksidatif hasarı engelleyen, sınırlayan ya da tamir eden bazı sistemlere sahiptir. Aerobik canlılarda oksidatif hasar üç şekilde engellenir (13):

- Detoksifikasyon mekanizmasıyla oluşan radikallerin uzaklaştırılması.
- Serbest radikal oluşturan reaksiyonların sonlandırılması.
- Serbest radikal oluşumunun sınırlandırılması.

Oksidatif hasara karşı savunmada öncelikli olarak enzim sistemleri ön plana çıkmaktadır. Serbest radikallerin sentez ve yıkım hızı ve bazı eser elementlerin besin yoluyla alınımı bu enzimlerin aktivitelerini etkilemektedir (13).

Enzim savunmanın yanı sıra E vitamini ve β - karoten gibi lipid içinde çözünen antioksidant vitaminler ve sitoplazmada bulunan glutatyon, ürik asit, bilüribin ve askorbik asit gibi antioksidant etkili maddeler serbest radikallerin etkilerini ortadan kaldırırlar (13).

4.6.1. Antioksidanlar

Serbest radikallerin zararlı etkilerine karşı organizmada koruyucu mekanizmalar vardır. Bu mekanizmalardan bir kısmı serbest radikal oluşumunu, bir kısmı ise oluşmuş serbest radikallerin zararlı etkilerini önler. Bu işlevleri yapan maddelerin tümüne birden genel olarak **antioksidanlar** denir (4).

4.6.1.1. Antioksidanların sınıflandırılması

1. Fonksiyonlarına göre antioksidanlar

Antioksidanlar, reaksiyon mekanizmalarına göre birincil ve ikincil antioksidanlar olarak ikiye ayrılırlar. Bazı antioksidanlar ise birden fazla aktivite mekanizması gösterirler ve bunlar çok fonksiyonlu antioksidanlar olarak adlandırılırlar (4).

A. Birincil antioksidanlar

Birincil antioksidanlar (tip-1 veya zincir kırıcı antioksidanlar) otooksidasyonun başlangıç aşamasını erteleyen veya engelleyen ya da otooksidasyonun ileri aşamasını yarıda kesen serbest radikal alıcılarıdır (4).

Radikal gidermeye ilaveten birincil antioksidanlar, hidroperoksitleri hidroksi bileşiklerine indirgeyebilirler. Bununla beraber birincil antioksidanların esas antioksidatif mekanizması radikal gidermedir (4).

Birincil antioksidanlar, çeşitli halka süstitüsyonlarına sahip mono veya polihidroksi fenollerdir. Sentetik birincil antioksidanlara örnek olarak bütillenmiş hidroksianisol, bütillenmiş hidroksitoluen, propil gallat ve *t*-bütıl hidrokinon verilebilir. Tokoferoller ve karotenoitler doğal kaynaklı birincil antioksidanlardır (4).

B. İkincil antioksidanlar

İkincil (tip-2 veya koruyucu antioksidanlar) antioksidanlar çok çeşitli reaksiyon mekanizmalarına sahiptirler. Bu antioksidanlar oksidasyon hızını yavaşlatırlar, fakat serbest radikalleri daha kararlı ürünlere dönüştürmezler (4).

İkincil antioksidanlar prooksidan metallerle kelat yapabilirler ve onları deaktive edebilirler, hidroksiperoksitlerin radikal olmayan türlere parçalanmasını sağlayabilirler, singlet oksijeni deaktive edebilirler, ultraviyole radyasyonu absorbe edebilirler veya oksijen giderici olarak davranabilirler (4).

Bu antioksidanlar, genellikle birincil antioksidanların aktivitesini arttıırırlar. Sitrik asit, askorbik asit, askorbil palmitat, lesitin, tartarik asit, EDTA ve β -karoten ikincil antioksidanlara örnek olarak verilebilir (4).

İkincil antioksidanlar en önemli etki mekanizmalarına göre başlıca üç gruba ayrılabilirler (4).

- **Kelat yapıcılar:** Sitrik asit, fosforik asit, etilendiamintetraasetik asit (EDTA), tartarik asit (4).

- **Oksijen gidericiler ve indirgeme ajanları:** Askorbik asit, askorbil palmitat, eritorbik asit, sodyum eritorbat, sülfidler (4).
- **Singlet oksijen gidericiler:** Karotenoitler (β -Karoten, likopen ve lutein) (4).

2. İntrasellüler ve ekstrasellüler antioksidanlar

Lokal oksijen konsantrasyonunu azaltarak, hidroksil radikallerini temizleyip LPO'nun başlamasını önleyerek, geçiş metal iyonlarını bağlayıp etkisizleştirerek, peroksitlerin alkol gibi nonradikal ürünlere dönüşümünde etkin rol oynayarak ve zincir reaksiyonlarına neden olan tüm radikallerle reaksiyona girip zinciri kıran antioksidanlardır (4).

3. Enzimatik ve nonenzimatik antioksidanlar

Normal fizyolojik koşullarda, hücreler oluşan serbest radikal ürünleri ve peroksitler gibi moleküllerin neden olabileceği oksidatif hasara karşı antioksidan savunma sistemleri tarafından korunur. Genel olarak enzimatik antioksidanlar hücre içinde, enzimatik olmayan antioksidanlar ise hücre dışında daha fazla etkilidir. Bu sistemler tablo 3'de gösterilmiştir (4,12,13).

Tablo 3. Enzimatik ve Nonenzimatik Antioksidanlar

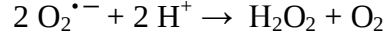
Enzimatik Antioksidanlar	Nonenzimatik Antioksidanlar
Süperoksit dismutaz (SOD)	Vitamin C
Selenyum bağımlı glutatyon peroksidaz (GPx)	Flavonoidler
Katalaz (KAT)	Melatonin
Glutatyon redüktaz (GR)	Albümin
Glutatyon-S-transferaz (GST)	Sistein
Fosfolipid hidroperoksit glutatyon Peroksidaz (PLGSH-Px)	Transferrin ve Laktoferrin
Glutatyon redüktaz (GSSG-R)	Oksipurinol
Hidroperoksidaz	Bilirubin
Mitokondriyal sitokrom oksidaz sistemi	Lipoik asit
	Vitamin E
	Vitamin A
	Ürik Asit
	Haptoglobulin
	Seruloplazmin
	Ferritin
	Ubikinon
	Mannitol
	Hemopeksin

A. Enzimatik antioksidanlar

- **Süperoksit dismutaz**

Süperoksiti hidrojen peroksit ve moleküler oksijene çeviren reaksiyonu katalizleyen bir enzimdir (12).

SOD



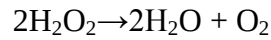
Bu reaksiyon “oksidatif strese karşı ilk savunma” olarak da adlandırılır. Çünkü, süperoksit zincirleme radikal reaksiyonlarının güçlü bir başlatıcısıdır. Bu sistem sayesinde hücresel kompartmanlardaki $O_2^{\bullet -}$ düzeyleri kontrol altında tutulur (12).

SOD aerobik hücrelerde oksijen radikalinin zararına karşı intrasellüler savunmada büyük rol oynar. SOD’un aktivitesinde yaşlanmaya bağlı olarak bir azalma olmaktadır (4). Süperoksit dismutaz aktivitesi bakımından dokular arasında fark vardır. Karaciğer, adrenal bez, böbrek ve dalakta en yüksek düzeydedir (3).

- **Katalaz**

Katalaz (KAT), tüm hücre tiplerinde değişik konsantrasyonlarda bulunan bir hemoproteindir. Hidrojen peroksidi moleküler oksijen ve suya katalizler (4).

KAT



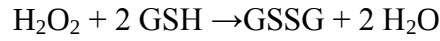
Karaciğer ve eritrositlerde en yüksek aktiviteye sahiptir. SOD aracılığıyla oluşmuş olan hidrojen peroksit bir radikal olmamasına karşın en reaktif ROT (Radikal oksijen türleri) olan $HO^{\bullet}$ radikalinin öncüsüdür. Bu nedenle birçok ROT’inden daha fazla oksidatif hasara neden olur. Katalazın aynı zamanda, fenoller ve alkoller gibi farklı substratları detoksifiye etme işlevi de vardır (10,12).

- **Glutasyon peroksidaz (GPx)**

Hücrelerde oluşan hidroperoksitlerin uzaklaştırılmasından sorumlu olan bir enzimdir. Enzim aktivitesinin % 60-75'i ökaryot hücrelerin sitoplazmasında bulunur. % 25-40'ı ise mitokondridedir. Enzim aktivitesinin en fazla olduğu dokular ise eritrositler ve karaciğerdir (4).

GPx, aşırı hidrojen peroksit varlığında glutasyonun (GSH) okside glutatyon (GSSG, glutasyon disülfid) oksidasyonunu katalize eder; bu arada H₂O₂ de suya dönüştürülerek detoksifiye edilmiş olur (12).

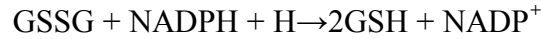
GPx



- **Glutasyon redüktaz (GR)**

Hidroperoksitlerin redükte olması esnasında meydana gelen okside glutasyon (GSSG), GSSG-R'ın katalizlediği reaksiyonla tekrar redükte hale (GSH) dönüşür. Reaksiyonun gerçekleşmesi için NADPH'a ihtiyaç vardır (4).

GSSG-R

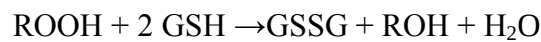


- **Glutasyon-s-transferaz (GST)**

GST'lar iki protein alt biriminden oluşan bir enzim ailesidir. Organizmaya giren ksenobiyotiklerin biyotransformasyonunda önemli rol oynamaktadırlar (12).

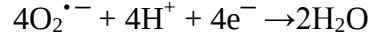
Başta araşidonik asit ve linoleat hidroperoksitleri olmak üzere lipid hidroperoksitlere (ROOH) karşı GST'lar bağımsız glutasyon peroksidaz aktivitesi gösterirler (12).

GST



- **Mitokondriyal sitokrom oksidaz**

Solunum zincirinin son enzimi olan sitokrom oksidaz, aşağıdaki reaksiyonla süperoksidi detoksifiye eden enzimdir (4).



Bu reaksiyon, fizyolojik şartlarda sürekli cereyan eden normal bir reaksiyon olup, bu yolla yakıt maddelerinin oksidasyonu tamamlanır ve bol miktarda enerji üretimi sağlanır (4).

B. Nonenzimatik antioksidanlar

- **Glutasyon (GSH)**

Organizmanın tüm hücrelerinde bulunan glutamiasitsistein – glisinden oluşan bir tripeptittir. Aminoasitlerin hücre içine taşınması görevinden başka, çeşitli metabolik fonksiyonları vardır (2).

Suda çözünen önemli bir antioksidandır. H_2O_2 , disülfidler, askorbat ve serbest radikalleri indirgeyebilir ve böylece hücreleri oksidatif hasara karşı korur. Özellikle eritrosit membranını H_2O_2 'den, lökositleri fagositozda üretilen oksidan maddelerden ve lens proteinlerini oksidatif hasardan korur (2).

Glutasyon eritrositlerde hemoglobinin ve diğer proteinlerin tiyol gruplarını (-SH) indirgenmiş halde tutarak onları oksidasyona karşı korur. Böylece hemoglobinin methemoglobine dönüşümünü, fonksiyonel protein ve enzimlerin de inaktivasyonunu engeller (2).

Hücre içindeki derişimi milimolar düzeyinde olan glutasyonun, reaktif oksijen türlerinin ve ksenobiyotiklerin detoksifikasyonundaki rolleri çok iyi bilinmektedir. Ayrıca oksidatif strese karşı önemli koruyucu etkiye sahip olan glutasyon peroksidaz gibi çeşitli enzimlerin de koenzimi olarak görev yapar (10).

Demirin Fe^{+2} (ferröz) halde tutulmasını sağlar. Böylece, protein ve enzimlerin inaktivasyonunu engeller, hatta rejenere olmalarını sağlar (12).

- **Ürik asit**

Pürin metabolizmasının son ürünü olan ürat plazmada bulunan ve suda çözünen bir maddedir. Normal plazma konsantrasyonlarında bulunan ürat (160-450 $\mu\text{M/L}$) hidroksil, süperoksit, peroksit radikalleri ve singlet oksijeni giderir. Fakat lipid radikalleri üzerinde etkisizdir. Ayrıca C vitamini oksidasyonunu da engeller (2,4).

- **Bilirubin**

Protein yıkım ürünü olan bilirubin aynı zamanda çok etkili bir lipid antioksidandır. Bilirubinin mikromolar konsantrasyonlarda dahi peroksil radikalini yakaladığı ve zincir kıran antioksidan olarak davrandığı gösterilmiştir. Suda çözünen peroksitlere karşı koruma sağlamada askorbat kadar etkilidir. In vitro koşullarda düşük konsantrasyonlarda lipid peroksidasyonunu inhibe ettiği gösterilmiştir (2,4).

- **Albümin**

Plazmanın zincir kırıcı antioksidan aktivitesine yol açan plazma sülfidril gruplarının major komponentidir. Plazmada hipokloröz asitin güçlü bir temizleyicisidir (4).

- **Seruloplazmin**

Hem doku homojenatları, hem de basit lipid emülsiyonlarında güçlü bir serbest radikal inhibitörüdür. Demirin trans-ferrine bağlanmasını kolaylaştırır ve ekstrasellüler SOD gibi davranır. Ayrıca ferrik demiri ferro demire yükseltgeyerek fenton reaksiyonunu önler (4).

- **Melatonin**

Melatonin immünite, uyku, üreme ve sirkadien ritmin (yaz-kış, uzun gün-kısa gün, aydınlık-karanlık döngüsünün) düzenlenmesi gibi birçok biyolojik fonksiyonda rol oynayan bir hormondur. Lipofilik özelliğe sahiptir. Böylece hücrenin bütün organellerine ve hücre çekirdeğine ulaşılabilirdiği gibi kan-beyin bariyerini de kolayca geçer. DNA hasarını da çok etkili bir şekilde inhibe ettiği gösterilmiştir. Yaş artımı ile birlikte melatonin üretimi de azalmaktadır. Bu durumun yaşlanma ve yaşlanmaya bağılı hastalıkların patogeneğinde önemli olabileceği düşünölmüştür (2,4).

Melatonin, hidroksil radikaliyle reaksiyona girdikten sonra bir indolil katyon radikaliine dönüşür. Sonra oluşan bu radikal süperoksit radikalini tutarak antioksidan aktivite gösterir (7).

Melatoninin diğeri antioksidanlara göre çok güçlü bir antioksidan olmasının nedenleri (12):

1. Lipofilik olması nedeniyle hücrenin hemen tüm organellerine, birçok dokuya rahatça girerek geniş bir alanda aktivite gösterir.
2. Hücre çekirdeğine girebilmesi nedeniyle DNA'yı oksidatif hasara karşı korur.
3. Çok yüksek dozlarda ve uzun süreli kullanımında bile toksik bir etkisi yoktur.
4. Prooksidan aktiviteye sahip değildir.

- **Sistein**

Süperoksit ve hidroksil radikallerinin toplayıcısıdır (4).

- **α -Lipoik Asit**

Kükürt içeren, endojen bir antioksidandır. OH[•] radikali ve H₂O₂'i nötrale eder. Hem lipid hem sulu fazda serbest radikalleri giderir. Prooksidan metalleri şelatlayarak da antioksidan etki gösterebilir (2).

4.7. akırlı Yöresinde Yenen Bitkiler Hakkında Genel Bilgiler

Bu araştırmada kullanılan bitkilerin botanik özellikleri, yöresel adları, etki ve kullanılışları, kimyasal içerikleri ve yayılışları hakkında bilgiler topluca sunulmuş ve bitkiler familyalarına göre alfabetik olarak sıralanmıştır.

APIACEAE (Umbelliferae)

Foeniculum vulgare Miller



Resim 1,2. *Foeniculum vulgare* (www.henriettesherbal.com, Erişim Tarihi: 9 Mayıs 2011).

1-1.8 m'ye kadar uzunlukta, dik, çıplak, donuk mavimsi-yeşil, belirgin anason veya meyan kökü kokulu çok yıllık bitkiler. Gövdeler yuvarlak, ince çıkıntılı, dallanmış. Taban yaprakları dıştan üçgenimsi veya üçgenimsi-ovat, 3-4 pennat, 30 x 15 cm'ye kadar (veya daha fazla) uzunlukta; segmentler filiform, 40 x 0,5 mm'ye kadar uzunlukta; petioller geniş; gövde yaprakları az sayıda, tabandakilere benzer fakat daha küçük. Işınlar 8-15, eşit değil, 10-40 mm. Brakteler ve brakteoller yok. Pediseller 1-7 mm. Çiçekler her bir umbellada 18-25 adet; petaller sarı. Meyve ovoid-oblong, 4-4.5 x 0.5 mm boyutlarında, çıplak, belirgin çıkıntılı (14).

Yöresel adı: Kokar ot

Yöresel kullanılışı: Bitkinin yapraklı genç gövdeleri yemeklere koku vermek için ve gıda olarak kullanılmaktadır.

Literatür Bilgileri

Etki ve kullanılış

1. Yapraklı genç sürgünleri yağda soğanla birlikte kavrularak (yumurta da katılabilir) yemek yapılır (15).
2. Bitkinin meyvaları kullanılır. Midevi, gaz söktürücü ve süt arttırıcı etkilere sahiptir. Yaprığı yara iyi edici; kökü ise idrar arttırıcı olarak kullanılmaktadır (16).
3. Bitkinin yapraklı genç gövdeleri bilhassa Ege bölgesinde gıda olarak kullanılmaktadır (17).
4. Toprak üstü kısımları çay olarak kullanılır (18).
5. Kuru fasulye yemeğine koku ve tat verici olarak katılır (18).
6. Yapraklarından hazırlanan infüzyon, dahilen, tansiyon düşürücü olarak kullanılır (18).
7. Topraküstü kısımlarından hazırlanan infüzyon, dahilen, kanser tedavisinde kullanılır (18).
8. Yapraklı genç sürgünleri ekmek ve pide hamuruna lezzet verici olarak katılır (18).

Diğer yöresel adları: Erezene, Arapsacı, Bokluk otu, Cumhuri, Çumra, Erezene, Ezertere, Isıra, İrezdene, Mayana, Meletüre, Meyana, Muyana, Raziyan, Rezdene, Rezene, Sıra, Sırta, Sincibil, Sincilip, Yabani rezene (15).

Kimyasal içeriği: Sabit yağ (palmitik, oleik, linoleik asit), uçucu yağ (anetol, trans-anetol, östragol, fenkon), stilben trimer diglikozitleri (foeniculosides X, foeniculosides XI), monoterpen glikozitleri (foeniculosides V, VI, VII, VIII, IX), benzoisofuran türevi [(3' R)-5-Hydroxy-3-(3' -hydroxybutyl)-isobenzofuran-1(3H)-one], Flavonoit bileşikleri (myricetin, quercetin, kaempferol, isorhamnetin, luteolin, apigenin) (17,19,20,21,22, 23).

Yayılışı: Antalya, Artvin, Bursa, Çanakkale, Hatay, İstanbul, İzmit, Kastamonu, Kırklareli, Manisa, Muğla, Samsun, Sinop, Trabzon, Zonguldak (14).

Anchusa undulata L. subsp. *hybrida* (Ten.) Coutinho



Resim 3. *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* (www.yabanicicek.com, Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2011).

Tabanda tüberküllü-sert tüylü iki yıllık veya çok yıllık bitkiler. Gövdeler yayık veya dik, 15-40 cm. Yapraklar lanseolattan eliptiğe kadar değişen şekillerde, 30-70 x 5-15 mm boyutlarında, az çok derince dalgalı-dişli. Tüy örtüsü iki çeşit, kısa yumuşak ve uzun sert, tüberküllü tüylü. Çiçek kurulu meyve zamanında belirgin olarak uzamış; brakteler küçük, ovat-lanseolat. Kaliks çiçek zamanında 5-10 mm, meyve zamanında 15-20 mm'ye kadar büyür, genişliğinin yarısına kadar obtus veya az çok akut loblu. Korolla menekşe renginden koyu mora kadar değişen renklere, nadiren beyaz, tüp 6-10 mm, loblar 2-3 mm. Stamenler çoğunlukla tüpün yaklaşık orta kısmına bağlı ve pulları örtmez. Merikarp yaklaşık 2 x 3-4 mm boyutlarında, eğikçe ovoid (14).

Yöresel adı : Koyun dili

Yöresel kullanılışı: Bitkinin genç topraküstü kısımları yağda soğanla birlikte kavrulup yemeği yapılır.

Literatür Bilgileri

Etki ve kullanılışı

1. Çocuklar tarafından çiçeklerin nektarı emilir (15).
2. Dekoksiyon halinde günde 2-3 kez bir bardak içilir (16).
3. Terletici, idrar söktürücü olarak kullanılır (16).
4. Çiçekleri çorbalara ve salatalara konur (18).
5. Bitkiden hazırlanan dekoksiyon dahilen prostat hastalıkları tedavisinde kullanılır (24).
6. Bitkiden hazırlanan dekoksiyon dahilen diüretik olarak kullanılır (24).

Diğer yöresel adları: Sığırdili, bal çiçeği, arıçiçeği, arı otu, görek, ispit (16,18).

Kimyasal içeriği: Saponin glikozitleri (Undulatoside, Anchusoside-3, Anchusoside-4, Anchusoside-5, Anchusoside-8, Anchusoside-9, Anchusoside-11, Viscoside A), Flavonol glikoziti (Rutin) (25).

Yayılışı: Afyon, Ankara, Antalya, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Denizli, Hatay, İçel, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Konya, Muğla, Samsun, Sinop, Yozgat (14).

BRASSICACEAE (Cruciferae)

Sinapis arvensis L.



Resim 4. *Sinapis arvensis* (www.kuleuven-kortrijk.be, Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2011).

20-60 cm uzunlukta, genellikle hispid bazen çıplak tek yıllık bitkiler. Alt yapraklar lirat, bazen az çok basit, düzensiz dişli; üst yapraklar sapsız, basit, dişli. Petaller 10 x 5-6 mm. Meyve sapları yayık, 3-5 mm. Meyve tepesindeki düz konik 10-12 mm boyundaki gaga dahil 23-35 x 2.5-4 mm; valvler çıplak veya kısa hispid, 5-12 tohumlu, tohumlar arasında hafifçe daralmış; gaga çıplak veya değil, 1 tohumlu veya tohumuz (14).

Yöresel adı: Yenen Hardal

Yöresel kullanılışı: Bitkinin genç yaprakları pişirilip yemek yapılır.

Literatür Bilgileri

Etki ve kullanılış

Tohumları tedaviden ziyade sofrada hardalı yapımında kullanılmaktadır (17).

Diğer yöresel adları: Yabani hardal (17).

Kimyasal içeriği: Flavonol bileşikleri (kaempferol, quercetin, isorhamnetin), sinalbin (kükürt glikoziti) ve doymamış yağ asitleri [cis-Vaccenic acid, C20:1 (n-7) ve C22:1 (n-7) izomerleri] (26,27,28).

Yayılışı: Ankara, Antalya, Çanakkale, Diyarbakır, Gaziantep, Gümüşhane, İçel, İstanbul, Kars, Konya, Kütahya, Muş, Tekirdağ (14).

CAMPANULACEAE

Campanula lyrata Lam.



Resim 5. *Campanula lyrata* (www.agacler.net, Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2011).

İki veya çok yıllık, skabrit veya az çok hispit tüylü bitkiler. Gövde tek ve dik, 15-50(-70) cm, veya çok gövdeli. Taban yaprakları lirat veya oblong-ovat, serratkrenat uzun loplu. Çiçekler saplı veya az çok sapsız, rasemler veya panikulalar halinde. Kaliks lobları korolla tüpünün yarısı kadar. Apendiksler ovat, sıkça ve kabaca hirsut veya az çok hispit, tümüyle ovaryumu sarmış. Korolla silindirikten darça huni şekline kadar değişen şekillerde, tüp 20 mm kadar uzunlukta, menekşemavi renginde (14).

Yöresel adı: Gelin mancarı

Yöresel kullanılışı : Bitkinin genç yaprakları sebze olarak yenir.

Literatür Bilgileri

Etki ve kullanılış

Kökleri soyulup yenir (15).

Diğer yöresel adları: İnekmemesi, Çan çiçeği, Çingirak otu (15,29).

Kimyasal içeriği: Flavonol glikoziti (Kaempferol-3-*O*- β -D-glucuronopyranoside, Quercetin-3-*O*- β -D-glucuronopyranoside), Fenolik asit (25).

Yayılışı: Ankara, Balıkesir, Burdur, Bursa, Çanakkale, Çorum, Denizli, Eskişehir, Isparta, İstanbul, İzmir, Konya, Muğla, Yalova, Zonguldak (14).

CARYOPHYLLACEAE

Silene alba (Miller) Krause subsp. *divaricata* (Reichb.) Walters



Resim 6. *Silene alba* subsp. *divaricata* (www.plant-identification.co.uk, Erişim Tarihi: 12 Mayıs 2011).

Bir yıllık, iki yıllık veya çok yıllık dioik bitkiler. Gövde dik 30-85 cm, geri kıvrık pupeset tüylü, az salgı tüylü ve üste yapışkan. Yapraklar oblanseolat, eliptik veya ovat-lanseolat, akut veya akuminat. Alt yaprakları saplı, üstteki yaprakları sapsız. Bütün yapraklar gvdedekine benzer şekilde tüylü. iek kurulu gevşek, birleşik dikasyum şeklinde. Çiçekler tek eşeylidir. Erkek ieklerdeki kaliks 9-16 mm, dişi çiçeklerde kaliks 18-23 mm, meyve zamanında büyür, 20 damarlı ve salgı tüylü. Petaller beyaz, dudakları derince iki parçalı. Stilus 5 adet. Antofor 2-2,5 mm. Kapsula ovoit, kaliksin içinde, yayık veya geri kıvrık 10 dişle açılır (14).

Yöresel adı : Nine mancar otu

Yöresel kullanılışı : Bitkinin genç topraküstü kısmından yemek yapılır.

Literatür Bilgileri

Etki ve kullanılış

1. Yaprakları hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (30).
2. Yaprakları ve kökleri pişirilerek yenilir (31).

Diğer yöresel adları: Sığır biciği (30).

Kimyasal içeriği: Lilac aldehit, Lilac alkol (32).

Yayılışı: Ağrı, Bilecik, Bolu, Doğubayazıt, Hakkari, Iğdır, Kars, Muş, Niğde, Tunceli, Trabzon (14).

Stellaria media (L.) Vill. subsp. *media*



Resim 7. *Stellaria media* subsp. *media* (www.luirig.altervista.org, Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2011).

Tek yıllık, yaygın yapıda veya hafifçe dik otlar. Gövde üzerinde tek sıra halinde tüylü veya çıplak. Alt yapraklar saplı, kordat veya ovat; üst yapraklar kısa saplı veya sapsız, çoğunlukla alt yapraklardan daha büyük. Çiçek kurulu çoğunlukla sık dallı, bazen umbella görünüşünde veya nadiren gevşek ve çok dallanmış. Sepaller 3-7 mm, akut, çıplak veya tüylü. Petaller genellikle 5 adet, en azından kaliksin yarısı kadar. Stamenler 5-7 adet. Stilus 3 adet. Kapsula valvleri genellikle kaliksi hafifçe aşmış ve hemen hemen tabana kadar yarık (14).

Yöresel adı : Böreklik Otu

Yöresel kullanılışı

1. Topraküstü kısımlarından börek yapılır.
2. Topraküstü kısımları yağda soğanla birlikte kavrulup yemek yapılır.

Literatür Bilgileri

Etki ve kullanılış

1. Toprak üstü kısımları doğranır içine un ve su katılıp tavada pişirilerek “çırpma” (bir çeşit krep) yapılır (15).
2. İdrar arttırıcı ve balgam söktürücü etkilere sahiptir (17).
3. İlkbaharda pazarlarda satılmakta ve sebze olarak kullanılmaktadır (17).
4. Bitkinin topraküstü kısımları yağ ile kavrulduktan sonra dahilen besin kaynağı ve kuvvet verici olarak kullanılır (33).
5. Dahilen infüzyon (%5) halinde kullanılır. Haricen yara iyi edici olarak tanınmıştır (17).

Diğer yöresel adları: Kuş otu, Beyazzulzula, Cam otu, Gündegüzel, Kuşmak, Kuşulak, Kuşyüreği, Kuş otu, Serçedili, Serçe otu, Tavuk otu (15).

Kimyasal içeriği: Karbonhidratlar [raffinose, lychnose (Gal- α (1 $\rightarrow$ 6)-Glc- α (1 $\rightarrow$ 2) β -Fru- α (1 $\rightarrow$ 1)-Gal) ve stellariose (Gal- α (1 $\rightarrow$ 6)-[Gal- α (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc- α (1 $\rightarrow$ 2) β -Fru- α (1 $\rightarrow$ 1)-Gal)], potasyum tuzları, organik asitler, lipit bileşenleri (hentriacontane, hexacosanyl palmitate, methyl stearate, pentacosanol, triacontanol, triacontanoic acid, sitosterol, 6,7-dimethylheptacosane, 3-methyl-6-hydroxyheptacos-3-enyl acetate ve 5-acetoxypentacos-3-en-1-ol) ve saponinler taşır (17,34,35).

Yayılışı: Ankara, Artvin, Bolu, Bursa, Gaziantep, Gümüşhane, İzmir, Muğla, Samsun, Trabzon, Zonguldak (14).

Asparagus acutifolius L.**Resim 8,9.** *Asparagus acutifolius*

Odunsu, uzun, sürünücü veya tırmanıcı, çizgili-çukıntılı gövdeli, yeşilimsi, gençken en azından çıkıntılar papilli, yaşlandıkça az çok morumsu kırmızı-kahverenginde olan bitkiler. Mahmuz 2-4 mm. Kladotlar her demette 5-10(-12) adet, hemen hemen birbirine eşit, yayık, az çok silindirik, yeşil, 3-8(-10) x 0,2-0,4 mm, çıplak, ucu dikenli. Her demet çoğunlukla 1 çiçekli. Pediseller bir grup brakteoller tarafından sarılmış. Erkek çiçeklerin periantı 3-4(-5) mm, sarımsı veya yeşilimsi; anterler 1 mm. Meyve bakka şeklinde, siyah, 4.5-7(-10) mm; tohum 1-2 adet (14).

Yöresel adı: Kuşkonmaz

Yöresel kullanılışı : Bitkinin genç sürgünleri sebze olarak yenir.

Literatür Bilgileri

Etki ve kullanılış

1. Kökleri idrar söktürücü ve kabız olarak dekoksiyon veya infüzyon (%5) halinde kullanılır (17).
2. Bu türün genç sürgünleri Batı Anadolu pazarlarında demetler halinde satılır ve sebze olarak yenir (17).
3. Genç filizleri zeytinyağında kavrulup dahilen mide ülserine karşı kullanılır (24).
4. Genç sürgünleri az suda hafifçe pişirildikten sonra yağda yumurta, peynir ile birlikte kavrularak yemek yapılır (24).
5. Genç sürgünleri kora sokulup, ateşte kebabı yapılarak yenir (24).
6. Genç sürgünleri acıotla birlikte, yumurta (ve peynir) katılarak yemek yapılır (24).

Diğer yöresel adları: Yabani kuşkonmaz, tilkişen, acıot (17).

Kimyasal içeriği: Protein, lipit, folik asit, askorbik asit, riboz, fruktoz, galaktoz, linoleik, palmitik asit ve steroidal saponinler [(25S)-3 β ,5 β ,22 α -22Methoxyfurostane-3,26-diol 3-O- β -D-xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-[β -D-xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)]- β -D-glucopyranosyl 26-O- β -D-glucopyranoside; (25S)-3 β ,5 β ,22 α -Furostane-3,22,26-triol 3-O- β -D-xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-[β -D-xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)]- β -D-glucopyranosyl 26-O- β -D-glucopyranoside; (25S)-3 β ,5 β ,22 α - 22-Methoxyfurostane-3,26-diol 3-O- β -D-xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- β -D-glucopyranosyl 26-O- β -D-glucopyranoside; (25S)-5 β -Spirostane-3 β ,17 α -diol 3-O- β -D-xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-[β -D-xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)]- β -D-glucopyranoside; (25S)-5 β -Spirostane-3 β -ol 3-O- β -D-xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-[β -D-xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)]- β -D-glucopyranoside; (25S)-5 β -Spirostane-3 β ,17 α -diol 3-O- β -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-[β -D xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)]- β -D-glucopyranoside] (36,37).

Yayılışı: Antalya, Çanakkale, Denizli, Edirne, Hatay, İçel, İstanbul (14).

***Papaver rhoeas* L.**



Resim 10. *Papaver rhoeas* (Fotoğraf: Ertan Tuzlacı).

Gövdeler dik, 90 cm'ye kadar uzunlukta. Yapraklar değişken, genellikle pinnatifit veya pinnatisekt, segmentler dentat, terminal segment lanseolat, yan segmentlerden çok daha uzun. Pedunkuller yayık-hispid, nadiren basık setoz. Petaller kırmızı, nadiren beyaz, tabanda lekeli veya lekesiz, boyutları çok değişken. Kapsula çıplak, küresel veya az çok küresel, tabanda yuvarlak, yaklaşık genişliğinin iki katı uzunlukta. Disk düz yapılı, üzerinde 18'e kadar stigma ışını bulunur (14).

Yöresel adı: Gelincik

Yöresel kullanılışı : Bitkinin genç yapraklarından köfte yapılır.

Literatür Bilgileri

Etki ve kullanılış

1. Genç meyvelerinden hazırlanan dekoksion, dahilen öksürüğe karşı kullanılır (15).
2. Bitkinin genç sürgünleri yağda soğanla birlikte kavrulduktan sonra, dahilen yatıştırıcı olarak kullanılır (15).
3. Bitkinin körpe topraküstü kısımları yağda soğanla birlikte kavrulup yemek yapılır (15).
4. Bitkinin körpe topraküstü kısımlarından börek yapılır (15).
5. Petallere veya çiçeklere özel şekil verilerek çocuklar tarafından oyuncak bebek yapılır (15).
6. Yatıştırıcı, öksürük kesici, göğüs yumuşatıcı ve hafif uyutucu etkilere sahiptir (17).
7. Rozet yaprakları pazarlarda sebze olarak satılmaktadır (17).
8. Çiçeklerinden hazırlanan infüzyon, dahilen ateş düşürücü olarak kullanılır (38).
9. Çiçeklerinden hazırlanan dekoksion buharı, inhalasyon yoluyla astım tedavisinde kullanılır (38).
10. Çiçeklerinden hazırlanan dekoksion, dahilen gece yatmadan önce uykusuzluğa karşı kullanılır (38).
11. Çiçeklerinden hazırlanan infüzyon, dahilen antidiyareik olarak kullanılır (38).
12. Çiçeklerinden hazırlanan infüzyon, dahilen çocukların gece işemelerinin giderilmesinde kullanılır (39).
13. Çiçeklerinden hazırlanan infüzyon, dahilen antispazmotik ve antiaritmik olarak kullanılır (39).
14. Çiçeklerinden hazırlanan infüzyon, dahilen kadınlarda menstruasyon düzenleyici olarak kullanılır (39).
15. Çiçeklerinden hazırlanan dekoksion, dahilen çocukların ağız içi yaralarının tedavisinde kullanılır (40).
16. Yapraklarından hazırlanan yemek kuvvet verici olarak kullanılır (40).
17. Yapraklarından kavrularak hazırlanan yemek sarılık tedavisinde kullanılır (40).

Diğer yöresel adları: Gelincik, Alvala, Borcanka, Gangılız, Gelin çiçeği, Gelinalı, Gelincik, Gelincik otu, Gelineli, Gül otu, Kapçık, Kara gelincik, Kellinar, Lale, Lele, Zemperlik (15).

Kimyasal içeriği: Antosiyan glikozitleri (siyanidin, mekosiyanin, siyanin), alkaloidler (rheoadine, isorheoadine, rheagenine), Flavonoid bileşikleri (myricetin, quercetin, kaempferol, isorhamnetin, luteolin, apigenin) (17, 23, 41,42).

Yayılışı: Adana, Amasya, Antalya, Aydın, Balıkesir, Bolu, Bursa, Çanakkale, Elazığ, Erzurum, Eskişehir, Gaziantep, Isparta, İçel, İstanbul, Kırklareli, Muğla, Samsun, Tekirdağ, Trabzon (14).

POLYGONACEAE

Rumex pulcher L.



Resim 11,12. *Rumex pulcher* (Fotoğraf: İsmail Şenkardeş)

60 cm'ye kadar uzunlukta çok yıllık bitkiler. Taban yaprakları yaklaşık genişliğinin 2 katı kadar uzunlukta, etli, çoğunlukla panduriform. Çiçek kurulunun çiçek kümeleri aralıklı. Pediseller kalın, sert, iç periant segmentlerinden daha kısa veya onlara eşit uzunlukta, ortaya yakın yerlerden eklemli. İç periant segmentleri çoğunlukla dişli, nadiren hemen hemen tam, 2.5-4.5 mm genişliğinde, hepsi tüberküllü (14).

Yöresel adı: Kertilce

Yöresel kullanılışı : Bitkinin genç yaprakları pişirilip yemek yapılır.

Literatür Bilgileri

Etki ve kullanılış

1. Yapraklar pişirilip yemek yapılır (15).
2. Yapraklar dolma yapımında kullanılır (15).
3. Yaprakları kan şekerini düşürmek amacıyla doğrudan yenir (43).
4. Suda kaynatılan kökleri dövülür, haricen bir hafta boyunca her gün uygulanarak, egzama tedavisinde kullanılır (38).
5. Yaprakları ezildikten sonra su buharında yumuşatılıp, haricen çıban tedavisinde kullanılır (38).
6. Bu bitkinin kökleri kan temizleyici, hazmettirici ve müshil olarak dekoksasyon veya toz halinde dahilen kullanılmaktadır (17).
7. Taze yaprakları sebze olarak yenilir (17).
8. Genç sürgünlerinden çay yapılır (24).
9. Meyvelerinden halı ve kilim ipliklerinin boyanmasında yararlanılır (24).

Diğer yöresel adları: İlabada, Ekşi kulak, Ekşi ot , Kızıldibi, Kertlice, Labada, Ilıbıdağ, İlabada, Oğlak kulağı, Pancar, Tırşo, Tirşo (15).

Kimyasal içeriği: Sülfat antrakinonlar [Emodin-1(veya 8)- monoglukozit sülfat ve emodin diantron diglukozit sülfat] (44).

Yayılışı: Adana, Ankara, Antalya, Aydın, Çanakkale, Denizli, Diyarbakır, Gaziantep, İçel, İstanbul, İzmir, Kocaeli, Kütahya, Muğla, Trabzon (14).

Galium aparine L.



Resim 13. *Galium aparine*

Sarılcı, tırmanıcı tek yıllık bitkiler. Gövdeler 180 cm'ye kadar uzunlukta, sert ve noduslarda tüylü. Yapraklar 30-60(-90) x 3-8 mm, darça veya geniş oblanseolat, tepede az çok mukronat. Korolla 1.5-2 mm çapında, beyazımsı. Merikarplar 3-5 mm, tabanda tüberküllü, tepede çengelli hispit tüylü (14).

Yöresel adı: Yapışkan Ot

Yöresel Kullanılışı

1. Mideyi rahatlatmak için bitkinin topraküstü kısımları kaynatılarak suyu içilir.
2. Bitkinin topraküstü kısımları kabızlığa karşı kullanılır.

Literatür Bilgileri

Etki ve kullanılışı: Bitki iştah açıcı, idrar arttırıcı (17).

Diğer yöresel adları: Yoğurtotu, Çobansüzeği, Sünnetliceotu (17).

Kimyasal içeriği: İridoit monoterpen (asperuloside), Benzil izokinolin alkaloiti (protopine), Beta-karbolin alkaloiti (harmine), Kinazolin alkaloitleri (1-hydroxydesoxypeganin; 8-hydroxy-2,3-dehydrodesoxypeganin), flavonoitler (quercetin, luteolin ve glikozitleri), kumarin, tanen, polifenolik asitler (45,46).

Yayılışı: Ankara, Antalya, Bolu, Çanakkale, Giresun, İstanbul, Samsun, Yozgat (14).

5. MATERİYAL ve METOD

5.1. Materyal

5.1.1. Bitki örnekleri

Bu araştırmada toplam 10 bitki türü kullanılmıştır. Bitkiler Çakırlı (Bursa-Orhangazi) yöresinden taze sebze şeklinde tüketildikleri dönemde (23 Mart 2010) ve çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde (04 Mayıs 2010) toplanmıştır. Bitkilerin teşhisleri Prof. Dr. Ertan Tuzlacı tarafından yapılmıştır. Teşhis edilen türlerin örnekleri Marmara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbariumu'nda (MARE) bulunmaktadır.

Araştırmada kullanılan bitkilerin ait oldukları familyaları, yöresel adları, yenilen kısımları ve herbarium numaralarına ilişkin bilgiler Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Araştırmada Kullanılan Bitki Türleri

Bitki Adı	Familya	Yöresel Adı	Yenilen Kısım	MARE No
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	Apiaceae	Kokar ot	Topraküstü	13224
<i>Anchusa undulata</i> L. subsp. <i>hybrida</i> (Ten.) Coutinho	Boraginaceae	Koyun dili	Topraküstü	13218
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Brassicaceae	Yenen Hardal	Yaprak	13221
<i>Campanula lyrata</i> Lam.	Campanulaceae	Gelin mancarı	Yaprak	13219
<i>Silene alba</i> (Miller) Krause subsp. <i>divaricata</i> (Reichb.) Walters	Caryophyllaceae	Nine mancar Otu	Yaprak	13217
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. subsp. <i>media</i>	Caryophyllaceae	Böreklik Otu	Topraküstü	13220
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Liliaceae	Kuşkonmaz	Sürgünleri	13227
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Papaveraceae	Gelincik	Yaprak	13226
<i>Rumex pulcher</i> L.	Polygonaceae	Kertilce	Yaprak	13216
<i>Galium aparine</i> L.	Rubiaceae	Yapışkan Ot	Topraküstü	13215

5.1.2. Kimyasal maddeler ve ekipmanlar

Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler analitik saflıkta olup, Sigma, Aldrich ve Tekkim'den satın alındı.

Çalışmada rondo (Premier), çalkalamalı su banyosu (Memmert WB 14 termostatlı), vortex (Mixer-Uzusio-VTX-3000L), rotary evaporatör (Heidolph VV 2000), spektrofotometre (Shimadzu UV-1601), pH-metre (Mettler Toledo-Mp220), analitik teraziler (Precise 125A scs, Scaltec SPB54) ve mikro pipetler (Transferpette, Biohit) kullanılan başlıca ekipmanlardır.

5.1.3. Kullanılan kimyasal çözeltiler

Folin-Ciocalteu Reaktifi

Ticari olarak satın alındığı şekilde kullanıldı.

0.1 mM DPPH çözeltisi

0.0098 gr DPPH tartılarak metanolde çözüldü ve balon jojede 250 mL'ye tamamlandı.

2 mM FeCl₂ çözeltisi

0.014 gr FeCl₂.3/4H₂O tartılarak distile suda çözüldü ve balon jojede 50 mL'ye tamamlandı.

5 mM Ferrozin çözeltisi

0.123 gr ferrozin tartılarak distile suda çözüldü ve balon jojede 50 mL'ye tamamlandı.

% 2'lik Na₂CO₃ çözeltisi

2 gr Na₂CO₃ tartılarak distile suda çözüldü ve balon jojede 100 mL'ye tamamlandı.

7 mM ABTS amonyum tuzu

0.3841 gr 2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit) amonyum tuzu tartılarak distile suda çözüldü ve balon jojede 100 mL'ye tamamlandı.

2.45 mM Potasyum peroksodisülfat (K₂S₂O₈)

0.0662 gr potasyum peroksodisülfat tartılarak distile suda çözüldü ve balon jojede 100 mL'ye tamamlandı.

ABTS ^{•+} Stok Çözeltisi

7 mM ABTS amonyum tuzu 2.45 mM potasyum peroksodisülfatla reaksiyona sokularak oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda 16 saat bekletildi.

75 mM Fosfat Tamponu (pH 7,4)

2,04135 g KH₂PO₄ ve 8,5176 g Na₂HPO₄ 600 ml distile suda çözüldü. pH'sı N HCl ve N NaOH ile 7,4'e ayarlandı. Hacim distile su ile 1000 ml'ye tamamlandı.

5.2. Metod

5.2.1. Ekstraktların hazırlanışı

Halkın tükettiği kısımlar (yaprak, sürgün ve topraküstü) kurutulmadan aşağıdaki tablolarda (5-6) belirtilen miktarlarda alınarak soğuk suyun altında hafif bir yıkamadan sonra bir bıçak yardımıyla küçük parçalara ayrılarak EtOH ile maserasyona bırakıldı. Numuneler belirli aralıklarla çözücüleri değiştirilerek renksiz oluncaya kadar maserasyon işlemine tabi tutuldu.

Çözücüsü rotary evaporatörde 50°C'yi aşmayan ısıda uçurulup elde edilen ekstreler analizlerde kullanılmak üzere buzdolabında muhafaza edildi.

Tablo 5. Taze Sebze Şeklinde Tüketildikleri Dönemde Toplanan Numunelerden Elde Edilen Etanol Ekstre Miktarları ve Yüzdeleri

Bitki Adı	Kullanılan Kısım	Bitkinin Miktarı (gr)	Etanol Eks. Miktarı (gr)	% Verim
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	Topraküstü	150	8.6132	5.74
<i>Anchusa undulata</i> L. subsp. <i>hybrida</i> (Ten.) Coutinho	Topraküstü	150	7.0025	4.67
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Yaprak	150	1.4408	0.96
<i>Campanula lyrata</i> Lam.	Yaprak	43	3.3775	7.86
<i>Silene alba</i> (Miller) Krause subsp. <i>divaricata</i> (Reichb.) Walters	Yaprak	150	7.1143	4.74
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. subsp. <i>media</i>	Topraküstü	150	2.2412	1.49
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Sürgünleri	50	4.4822	8.96
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Yaprak	50	4.4745	8.95
<i>Rumex pulcher</i> L.	Yaprak	132	9.1865	6.96
<i>Galium aparine</i> L.	Topraküstü	150	1.2629	0.84

Tablo 6. Çiçekli Dönemde (Tüketilmedikleri) Toplanan Numunelerden Elde Edilen Etanol Ekstre Miktarları ve Yüzdeleri

Bitki Adı	Kullanılan Kısım	Bitkinin Miktarı (gr)	Etanol Eks. Miktarı (gr)	% Verim
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	Topraküstü	150	12.7449	8.50
<i>Anchusa undulata</i> L. subsp. <i>hybrida</i> (Ten.) Coutinho	Topraküstü	40	2.0331	5.08
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Yaprak	75	5.6857	7.58
<i>Campanula lyrata</i> Lam.	Yaprak	12	1.2443	10.37
<i>Silene alba</i> (Miller) Krause subsp. <i>divaricata</i> (Reichb.) Walters	Yaprak	150	6.3525	4.24
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. subsp. <i>media</i>	Topraküstü	150	8.9442	5.96
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Sürgünleri	18	2.1324	11.85
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Yaprak	23	3.0984	13.47
<i>Rumex pulcher</i> L.	Yaprak	80	5.2088	6.51
<i>Galium aparine</i> L.	Topraküstü	150	17.801	11.87

5.2.2. Toplam fenolik madde (TPC) tayini

Ekstrelerdeki total fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu ayırıcı (FCR) kullanılarak tayin edildi (1).

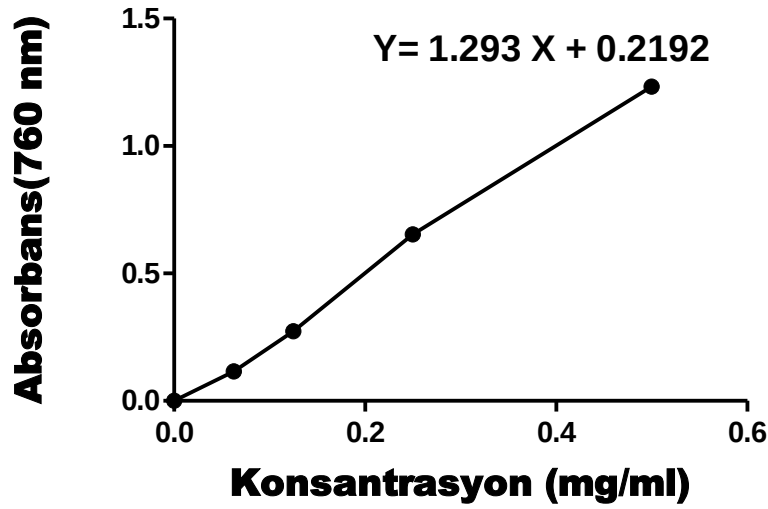
Değişik konsantrasyonlarda (0.3125 - 30 mg/ml) hazırlanan ekstrelerden 0.1'er ml tüplere alındı ve hacimleri 4.6 ml olacak şekilde distile su ilave edildi. 0.1 ml Folin-Ciocalteu ayırıcı (distile su ile 1/3 oranında seyreltildi) ve 0.3 ml % 2 sodyum karbonat çözeltisinden ilave edildi, tüpler vorteks mikserde karıştırıldı ve oda koşullarında 2 saat çalkantılı su banyosunda tutulduktan sonra meydana gelen mavi rengin absorbansı ekstrenin yerine 0.1 ml distile su içeren köre karşı 760 nm'de ölçüldü. Deney üç kez tekrarlandı ve ortalaması alındı.

Değişik konsantrasyonlarda (0.0625-1 mg/ml) hazırlanan gallik asit çözeltilerine FCR ile toplam fenolik madde tayini uygulandı. Okunan absorbanslar ile konsantrasyonlar arasında çizilen gallik asit standart grafik denkleminde, örneklerin toplam fenolik madde miktarları mg gallik asit (mg GAE/g ekstre) eşdeğeri şeklinde hesaplandı.

5.2.3. Gallik asit standart eğri denkleminin elde edilmesi

Gallik asit standart eğri denkleminin elde edilmesi için önce gallik asidin 1mg/ml'lik çözeltisi hazırlandı. Bu çözeltinin distile su ile seyreltilmesiyle konsantrasyonları 0.5 mg/ml, 0.25 mg/ml, 0.125 mg/ml ve 0.0625 mg/ml olan çözeltiler elde edildi. Çözeltilere Folin-Ciocalteu metodu uygulandıktan sonra oluşan renklerin absorbansları 760 nm'de ölçüldü.

Deney beş kez tekrarlandı ve bulunan değerlerden, en küçük kareler yönteminin uygulanmasıyla gallik asit standart eğrisi çizildi ve regresyon denklemi elde edildi (Şekil 1).



Şekil 1. Gallik Asit Standart Eğrisi ve Regresyon Denklemi

5.2.4. DPPH radikali giderme aktivitesinin tayini

Ekstrelerin serbest radikal yakalama etkinliği 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikali kullanılarak tayin edildi (47). Metod ekstraktların bir proton veya elektron verebilme yeteneğinin, mor renkli DPPH çözeltisinin rengini açması esasına dayanır. Reaksiyon karışımının absorbansının düşmesi yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin göstergesidir.

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan ekstraktlardan (0.3125 - 30 mg/ml) ve standart çözeltilerden (Askorbik asit: 0.031-0.125 mg/mL ve BHT: 0.093-0.375 mg/ml) 0.1'er mL alınarak, 3.9 mL 0.1 mM DPPH (metanolde) çözeltisi ilave edildi. DPPH çözeltisi ilave edilen ekstraktlar ve standart çözeltiler vortekslelendikten sonra oda koşullarında ve karanlıkta 30 dakika bekletildi. Absorbansları 517 nm'de spektrofotometrede metanole karşı okundu. Örnek ve standart madde yerine 0.1 mL metanol kullanılarak aynı şartlarda kontrol hazırlandı. Kontrolün absorbansı günlük ölçüldü. Deney üç kez tekrarlandı ve ortalaması alındı.

EC₅₀ değeri hesaplanmadan önce % DPPH radikali giderme aktivitesi aşağıda verilen formül ile hesaplandı:

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

A₀ : Kontrol reaksiyonunun absorbansı,

A₁ : Bitki ekstraktları ve standart çözeltilerin absorbansı

DPPH'in % 50'sinin inhibisyonunu sağlayan ekstrakt ve standart madde konsantrasyonu EC₅₀ olarak tanımlanır. Bu değer çalışılan konsantrasyonlara karşı % serbest radikal giderme aktivite değerlerinin yerleştirilmesi ile elde edilen grafik kullanılarak hesaplandı ve sonuçlar EC₅₀ = mg/mL olarak verildi.

5.2.5. Metal şelatı oluşturma aktivitesi

Bitki ekstraktlarının demir iyonları üzerine şelat etkisi Dinis ve çalışma grubunun metodunda bazı değişiklikler yapılarak incelendi (48). Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan ekstraktlardan (0.3125 - 30 mg/ml) ve standart çözeltilerden (EDTA: 1.25-10 mg/mL) 200 'er µl alınarak, 50 µl FeCl₂ (2 mM) çözeltisi ilave edildi. Daha sonra 200 µl Ferrozin (5 mM) çözeltisi eklenerek reaksiyonun başlaması için 5 dk. bekletildi. Toplam hacim 4 ml oluncaya kadar metanol ilave edilerek oda sıcaklığında 10 dk. bekletildi.

Kör çözeltisi olarak her bir bitki ekstresi için ayrı bir kör hazırlandı. Bu körler; 200 µl bitki ekstresi üzerine 50 µl FeCl₂ (2 mM) ve 3.75 ml metanol konularak hazırlandı. Kontrol çözeltisi olarak, bitki ekstresi eklenmeden 200 µl ferrozin (5 mM) üzerine 50 µl FeCl₂ (2 mM) ve 3.75 ml metanol ilave edildi. Daha sonra çözeltilerin absorbansları 562 nm'de spektrofotometrik olarak ölçüldü.

Ferrozin – Fe²⁺ kompleksi oluşumunu engelleme yüzdeleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

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

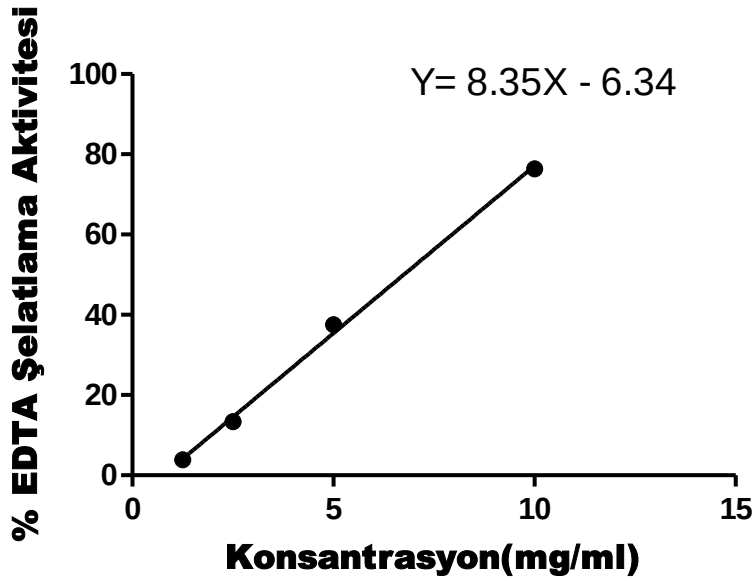
A₀ : Kontrol reaksiyonunun absorbansı,

A₁ : Bitki ekstraktları ve standart çözeltilerin absorbansı

5.2.6. EDTA standart eğri denkleminin elde edilmesi

EDTA standart eğri denkleminin elde edilmesi için önce EDTA'nın 10 mg/ml'lik çözeltisi hazırlandı. Bu çözeltinin MeOH ile seyreltilmesiyle konsantrasyonları 5 mg/ml, 2.5 mg/ml ve 1.25 mg/ml olan çözeltiler elde edildi. EDTA'nın demir iyonları üzerine şelat etkisi Dinis ve çalışma grubunun metodunda bazı değişiklikler yapılarak incelendi (48). Deney üç kez tekrarlandı ve bulunan değerlerden, en küçük kareler yönteminin uygulanmasıyla EDTA standart eğrisi çizildi ve regresyon denklemini elde edildi (Şekil 2).

Bu standart grafik kullanılarak örneklerin metal şelatlama aktivitesi mMol EDTA (mMol EDTAE/g ekstrakt) eşdeğeri şeklinde hesaplandı.



Şekil 2. EDTA Standart Eğrisi ve Regresyon Denklemini

5.2.7. TEAC (Trolaks ekivalenti antioksidan kapasite) metodu

Bitki ekstralarının total antioksidan potansiyeli tayini TEAC metoduna göre yapıldı (1). Bu metod, mavi - yeşil renkli dayanıklı bir bileşik olan ABTS radikal katyonu ($ABTS^{•+}$)'nın giderilmesi sonucunda, renkte meydana gelen azalmanın spektrofotometrik olarak ölçülmesi esasına dayanmaktadır.

$ABTS^{•+}$, 2,2-azinobis-(3-etilbenzotiozin-6-sulfonik asit) amonyum tuzu ($ABTS^{2-}$) nun peroksodisülfatla oksidasyonu sonucu meydana gelir. 7 mM ABTS amonyum tuzu suda çözüldü ve 2.45 mM potasyum peroksodisülfatla reaksiyona sokularak hazırlanan $ABTS^{•+}$ stok çözeltisi oda sıcaklığında koyu mavi bir renk meydana gelmesini sağlamak için 12 - 16 saat bekletildi. Deney gününde, $ABTS^{•+}$ stok çözeltisi, 734 nm'de absorbansı 0.70 (± 0.02) olacak şekilde % 96'lık etanol ile seyreltilerek $ABTS^{•+}$ çalışma çözeltisi hazırlandı.

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan ekstraktlardan (0.3125 - 30 mg/ml) ve standart çözeltiden (BHT : 3 mg/mL) 40 µl alınarak, 3960 µl $ABTS^{•+}$ çalışma çözeltisi ilave edildi ve renkte meydana gelen azalma spektrofotometrik olarak 734 nm'de etanole karşı 6. dakikada ölçüldü.

Örnek ve standart madde yerine 40 µl etanol (%96) kullanılarak aynı şartlarda kontrol hazırlandı. Kontrolün absorbansı günlük ölçüldü. Deney üç kez tekrarlandı ve ortalaması alındı. % ABTS radikal katyonu giderici aktivitesi aşağıda verilen formül ile hesaplandı.

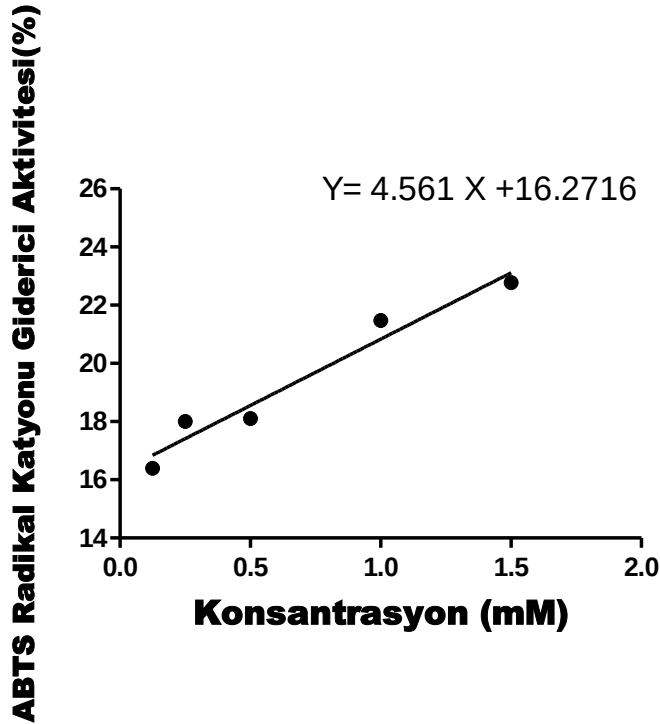
$$\% \text{ ABTS radikal katyonu giderici aktivitesi} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100]$$

A_0 : Kontrol reaksiyonunun absorbansı,

A_1 : Bitki ekstraları ve standart çözeltilerin absorbansı

5.2.8. Troloks standart eğri denkleminin elde edilmesi

Troloks standart eğri denkleminin elde edilmesi için önce Troloks'un 10 mM'lık çözeltisi hazırlandı. Bu çözeltinin 75 mM'lık fosfat tamponu (pH 7.4) ile seyreltilmesiyle konsantrasyonları, 1.5 mM, 1 mM, 0.5 mM, 0.25 mM ve 0.125 mM olan çözeltiler elde edildi. Çözeltilere TEAC deneyi uygulandıktan sonra renkte meydana gelen azalma spektrofotometrik olarak 734 nm'de 6. dakikada ölçüldü ve Troloks'un ABTS radikal katyonu giderici aktivitesi yüzdeleri hesaplandı. Deney beş kez tekrarlandı ve bulunan değerlerden, en küçük kareler yönteminin uygulanmasıyla Troloks standart eğrisi çizildi ve regresyon denklemi elde edildi (Şekil 3).



Şekil 3. Troloks Standart Eğrisi ve Regresyon Denklemi

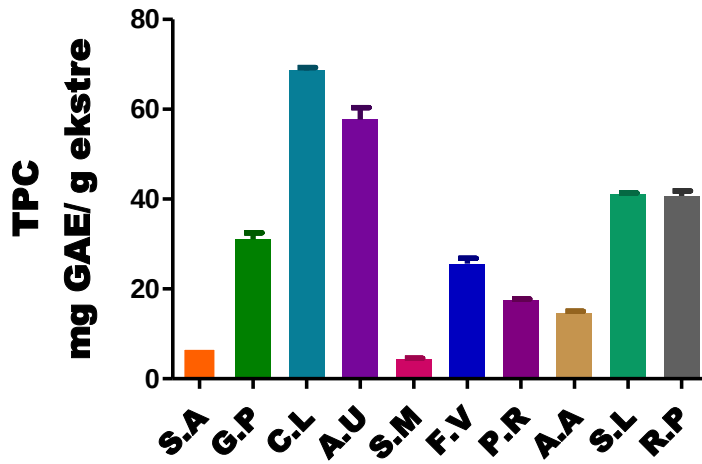
5.2.9. İstatiksel Değerlendirme

Çalışma sonucunda elde edilen veriler ortalama $\pm$ standart sapma olarak verildi. Test edilen maddelerin arasındaki farkın değerlendirilmesinde Graphpad Prism 5 Demo programından yararlanıldı. Anlamlılık sınırı olarak $P < 0.05$ kabul edildi. Değişkenler arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile değerlendirildi.

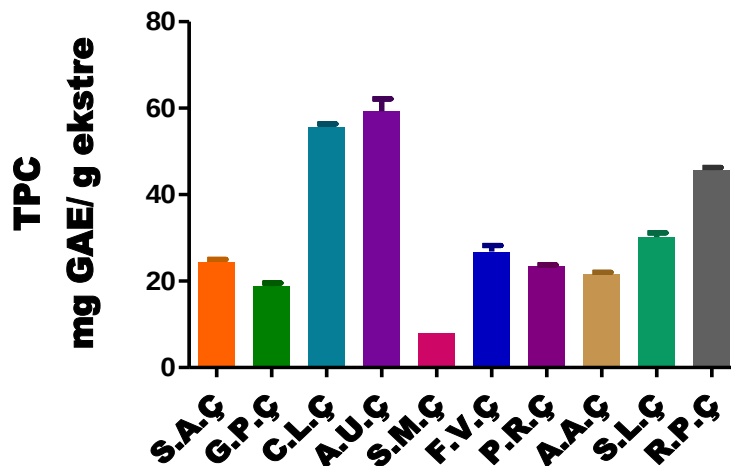
6. ARAŞTIRMA BULGULARI

6.1. FCR ile Toplam Fenolik Bileşik Tayini

Tüm bitkilerin etanol ekstraktlarındaki toplam çözünebilen fenolik maddeler Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) ile tayin edildi. Gallik asit kullanılarak standart grafik hazırlandı. Bu standart grafik kullanılarak örneklerin toplam fenolik madde miktarları mg gallik asit (mg GAE/g ekstrakt) eşdeğeri şeklinde hesaplandı.



Şekil 4. Taze Sebze Şeklinde Tüketildikleri Dönemde Toplanan Bitkilerin Fenolik Madde İçerikleri



Şekil 5. Çiçekli (Tüketilmedikleri) Dönemde Toplanan Bitkilerin Fenolik Madde İçerikleri

Tablo 7. Taze Sebze Olarak Tüketildiği Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin Total Ekstre Bileşikleri (EB) ve Total Fenolik Bileşikleri (FB) (gallik asit ekivalanı olarak)

EKSTRE	EB (mg /g Eks.)	FB (mg /g Eks.)	FB/EB (%)
<i>Foeniculum vulgare</i> (F.V)	57.42	25.67 ± 2.02 ^{t,b}	44.71
<i>Anchusa undulata</i> subsp. <i>hybrida</i> (A.U)	46.68	57.67 ± 4.73 ^d	123.54
<i>Sinapis arvensis</i> (S.A)	9.61	7.00 ± 0.0 ^a	72.84
<i>Campanula lyrata</i> (C.L)	78.55	68.67 ± 1.16 ^c	87.42
<i>Silene alba</i> subsp. <i>divaricata</i> (S.L)	47.43	41.17 ± 0.29 ¹	86.80
<i>Stellaria media</i> subsp. <i>media</i> (S.M)	14.94	4.44 ± 0.19 ^{e,a}	29.71
<i>Asparagus acutifolius</i> (A.A)	89.64	14.67 ± 0.58 ^{h,g}	16.37
<i>Papaver rhoeas</i> (P.R)	89.49	17,50 ± 0,50 ^g	19.56
<i>Rumex pulcher</i> (R.P)	69.60	40.67 ± 2.02 ^{1,1}	58.43
<i>Galium aparine</i> (G.P)	8.42	31.00 ± 2.65 ^b	368.17

Aynı sütundaki değerler üzerindeki üst karakter olarak belirtilmiş farklı harfler, ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir (P < 0.05).

Taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan bitkilerin etanol ekstraktlarındaki toplam fenolik madde miktarı FCR reaktifi kullanılarak mg gallik asit (mg GAE/g ekstrakt) eşdeğeri olarak hesaplandı.

Bu bitki türlerinden toplam fenolik madde miktarı en fazla *Campanula lyrata* (68.67 ± 1.16) ve *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* (57.67 ± 4.73), en az *Stellaria media* subsp. *media* (4.44 ± 0.19) ve *Sinapis arvensis* (7.00 ± 0.0) bitkisinde tespit edildi (Tablo 7).

Tablo 8. Çiçekli (Tüketilmedikleri) Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin Total Ekstre Bileşikleri (EB) ve Total Fenolik Bileşikleri (FB) (gallik asit ekivalanı olarak)

EKSTRE	EB (mg /g Eks.)	FB (mg /g Eks.)	FB/EB (%)
<i>Foeniculum vulgare</i> (F.V.Ç)	84.97	26.83 ± 2.5 ^{t,a}	31.58
<i>Anchusa undulata</i> subsp. <i>hybrida</i> (A.U.Ç)	50.83	59.33 ± 4.9 ^{d,c}	116.72
<i>Sinapis arvensis</i> (S.A.Ç)	75.81	24.50 ± 0.89 ^a	32.32
<i>Campanula lyrata</i> (C.L.Ç)	103.69	55.67 ± 1.16 ^c	53.69
<i>Silene alba</i> subsp. <i>divaricata</i> (S.L.Ç)	42.35	30.17 ± 1.76 ^{t,a,f}	71.24
<i>Stellaria media</i> subsp. <i>media</i> (S.M.Ç)	59.63	8.00 ± 0.0 ^e	13.42
<i>Asparagus acutifolius</i> (A.A.Ç)	118.47	21.67 ± 0.5 ^{h,a,b,g,f}	18.29
<i>Papaver rhoeas</i> (P.R.Ç)	134.71	23.50 ± 0.5 ^{g,a,b,f}	17.45
<i>Rumex pulcher</i> (R.P.Ç)	65.11	45.67 ± 1.04 ⁱ	70.14
<i>Galium aparine</i> (G.P.Ç)	118.67	18.83 ± 1.26 ^{b,a}	15.87

Aynı sütundaki değerler üzerindeki üst karakter olarak belirtilmiş farklı harfler, ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir (P < 0.05).

Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan bitkilerin etanol ekstraktlarındaki toplam fenolik madde miktarı FCR reaktifi kullanılarak mg gallik asit (mg GAE/g ekstrakt) eşdeğeri olarak hesaplandı.

Bu bitki türlerinden toplam fenolik madde miktarı en fazla *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* (59.33 ± 4.9) ve *Campanula lyrata* (55.67 ± 1.16), en az *Stellaria media* subsp. *media* (8.00 ± 0.0) ve *Galium aparine* (18.83 ± 1.26) türünde gözlemlendi (Tablo 8).

Tablo 9. Bitki Türlerinin Total Fenolik Bileşikleri Bakımından Karşılaştırılması

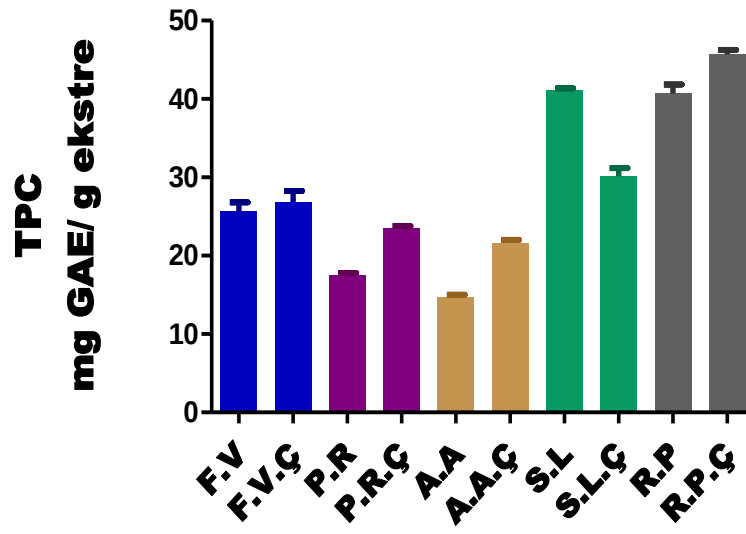
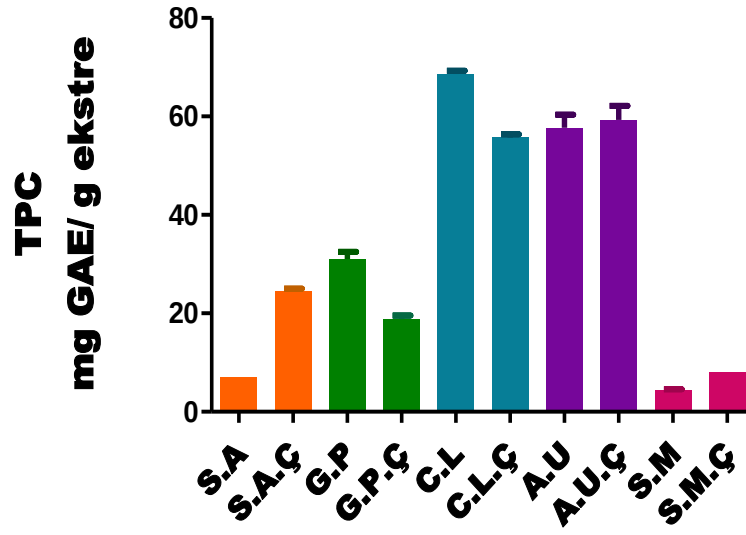
Total Fenolik Bileşikler (mg /g Eks.)		
Ekstre	Taze Numune (tüketilen)	Çiçekli Numune (tüetilmeyen)
<i>Foeniculum vulgare</i>	25.67 ± 2.02 ^{t,b}	26.83 ± 2.5 ^{t,a}
<i>Anchusa undulata</i> subsp. <i>hybrida</i>	57.67 ± 4.73 ^d	59.33 ± 4.9 ^{d,c}
<i>Sinapis arvensis</i>	7.00 ± 0.0 ^a	24.50 ± 0.89 ^a
<i>Campanula lyrata</i>	68.67 ± 1.16 ^c	55.67 ± 1.16 ^c
<i>Silene alba</i> subsp. <i>divaricata</i>	41.17 ± 0.29 ⁱ	30.17 ± 1.76 ^{i,a,i}
<i>Stellaria media</i> subsp. <i>media</i>	4.44 ± 0.19 ^{e,a}	8.00 ± 0.0 ^e
<i>Asparagus acutifolius</i>	14.67 ± 0.58 ^{h,g}	21.67 ± 0.5 ^{h,a,b,g,f}
<i>Papaver rhoeas</i>	17.50 ± 0.50 ^g	23.50 ± 0.5 ^{g,a,b,f}
<i>Rumex pulcher</i>	40.67 ± 2.02 ^{i,i}	45.67 ± 1.04 ⁱ
<i>Galium aparine</i>	31.00 ± 2.65 ^b	18.83 ± 1.26 ^{b,a}

Aynı sütundaki değerler üzerindeki üst karakter olarak belirtilmiş farklı harfler, ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir (P < 0.05).

Araştırmada kullanılan bitki türlerinin taze sebze olarak tüketilen ve çiçekli (tüetilmedikleri) dönemdeki toplam fenolik madde miktarları karşılaştırıldığında, *Sinapis arvensis*, *Anchusa undulata* subsp. *hybrida*, *Stellaria media* subsp. *media*, *Foeniculum vulgare*, *Papaver rhoeas*, *Asparagus acutifolius* ve *Rumex pulcher* türlerinin çiçekli (tüetilmedikleri) dönemdeki fenolik madde miktarları taze sebze olarak tüketilen dönemdekilerine göre daha fazla olduğu saptandı.

Galium aparine, *Campanula lyrata* ve *Silene alba* subsp. *divaricata* bitkisinin taze sebze olarak tüketilen dönemdeki toplam fenolik madde miktarı çiçekli (tüetilmedikleri) dönemdeki numunelere göre daha fazla olduğu belirlendi.

Taze sebze olarak tüketilen ve çiçekli (tüetilmedikleri) dönemdeki numuneler arasında en fazla fenolik madde içeren *Campanula lyrata* ve *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* olmasına rağmen en az fenolik madde içeren ise *Stellaria media* subsp. *media* bitkisidir (Tablo 9).



Şekil 6. Bitki Türlerinin Total Fenolik Madde Miktarı Bakımında Karşılaştırılması

6.2. DPPH Radikalı Giderme Aktivitesi

DPPH radikalı doğal antioksidanların serbest radikal yakalama aktivitesini değerlendirmek için kullanılır. Çalışmada kullanılan her bir bitkiye ait ekstraktların serbest radikal giderici etkileri DPPH radikalı üzerinden tayin edildi. Standart madde olarak BHT ve Askorbik asit kullanıldı.

Bitki ekstrelerinin DPPH radikalı süpürücü aktiviteleri 2.5 mg/ml ve 1.25 mg/ml olmak üzere iki konsantrasyonda belirlenmiş ve Tablo 10'da verilmiştir. Ayrıca taze sebze olarak tüketilen ve çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan bitki türlerinin bu konsantrasyonlardaki radikal süpürücü aktiviteleri şekil 7-8'de ayrı ayrı olarak gösterilmiştir.

Taze sebze olarak tüketilen ve çiçekli dönemde toplanan bitki türlerinin DPPH radikalını süpürücü aktiviteleri yalnızca 2.5 mg/ml konsantrasyonda karşılaştırılmış ve şekil 9'da gösterilmiştir.

Sinapis arvensis, *Stellaria media* subsp. *media*, *Papaver rhoeas* ve *Rumex pulcher* türlerinin her iki konsantrasyonda (2.5-1.25 mg/ml) DPPH radikalını süpürücü aktivite yüzdeleri, çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan numunelerin, taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplananlardan daha fazla olduğu belirlendi.

Galium aparine, *Campanula lyrata*, *Foeniculum vulgare*, *Silene alba* subsp. *divaricata* türlerinin her iki konsantrasyonda (2.5-1.25 mg/ml) DPPH radikalı süpürücü aktivite yüzdeleri, taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan numunelerin, çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplananlardan daha fazla olduğu tespit edildi.

Anchusa undulata subsp. *hybrida* bitkisinin 2.5 mg/ml konsantrasyonda, çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan numunenin DPPH radikalını süpürücü aktivite yüzdesi taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanandan daha fazla olduğu belirlendi. Ancak 1.25 mg/ml konsantrasyonda ise taze sebze olarak tüketilen dönemdeki numunenin DPPH radikalını süpürücü aktivite yüzdesi çiçekli (tüketilmedikleri) numuneye göre daha fazla olduğu gözlemlendi.

Asparagus acutifolius bitkisinin 2.5 mg/ml konsantrasyonda her iki dönemdeki DPPH radikalini süpürücü aktivite yüzdelerinin aynı olmasına rağmen, 1.25 mg/ml konsantrasyonda çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki numunenin taze sebze olarak tüketilen dönemdeki numuneye göre DPPH radikali süpürücü aktivitesinin daha yüksek olduğu saptandı.

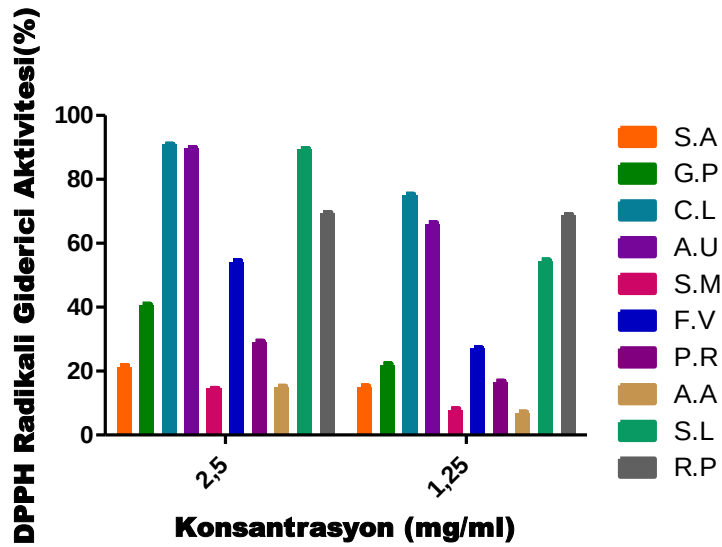
Tablo 10. Bitki Türlerinin DPPH Radikali Süpürücü Aktivite Yüzdeleri

Bitki Türü	DPPH Süpürücü Etki (%)			
	2.5 mg/ml		1.25 mg/ml	
	Taze Numune	Çiçekli Numune	Taze Numune	Çiçekli Numune
<i>Foeniculum vulgare</i>	53.98 ± 0.94 ^f	47.18 ± 0.61 ^f	27.03 ± 0.40 ^f	24.34 ± 0.46 ^f
<i>Anchusa undulata</i> subsp. <i>hybrida</i>	89.79 ± 0.34 ^{d, c}	91.57 ± 0.50 ^d	66.06 ± 0.65 ^d	56.07 ± 0.61 ^d
<i>Sinapis arvensis</i>	21.27 ± 0.95 ^a	30.09 ± 0.62 ^a	14.91 ± 0.75 ^a	18.31 ± 0.42 ^a
<i>Campanula lyrata</i>	90.89 ± 0.29 ^c	86.39 ± 0.12 ^c	74.90 ± 0.80 ^c	52.57 ± 0.54 ^c
<i>Silene alba</i> subsp. <i>divaricata</i>	89.3 ± 0.59 ^{i, c, d}	70.24 ± 0.72 ⁱ	54.36 ± 0.74 ⁱ	39.78 ± 0.26 ⁱ
<i>Stellaria media</i> subsp. <i>media</i>	14.44 ± 0.31 ^e	17.38 ± 0.45 ^e	7.724 ± 0.83 ^e	10.65 ± 0.62 ^e
<i>Asparagus acutifolius</i>	14.95 ± 0.67 ^{h, e}	14.55 ± 0.46 ^h	6.64 ± 0.94 ^{h, e}	8.81 ± 0.25 ^h
<i>Papaver rhoeas</i>	29.02 ± 0.61 ^g	41.76 ± 0.90 ^g	16.55 ± 0.56 ^{g, a}	23.99 ± 0.36 ^{g, f}
<i>Rumex pulcher</i>	69.27 ± 0.55 ⁱ	91.29 ± 0.84 ^{i, d}	68.6 ± 0.61 ⁱ	91.96 ± 0.34 ⁱ
<i>Galium aparine</i>	40.48 ± 0.78 ^b	30.69 ± 0.65 ^{b, a}	21.81 ± 0.87 ^b	20.08 ± 0.60 ^b

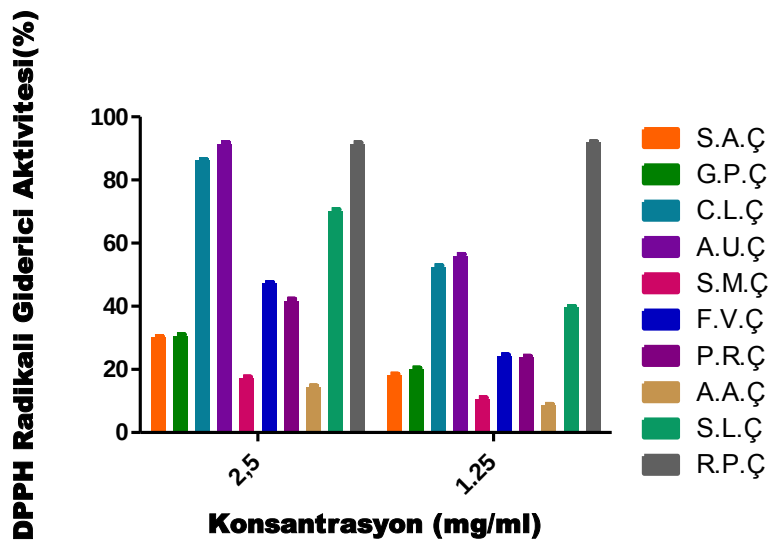
Aynı sütundaki değerler üzerindeki üst karakter olarak belirtilmiş farklı harfler, ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir (P < 0.05).

Taze sebze olarak tüketilen dönemde toplanan numunelerden 2.5 mg/ml konsantrasyonda DPPH radikalini süpürücü yüzdesi en fazla *Campanula lyrata* (90.89 ± 0.29), *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* (89.79 ± 0.34) ve *Silene alba* subsp. *divaricata* (89.3 ± 0.59) bitkisinde bulundu. Aynı konsantrasyonda fakat çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan numuneler arasında DPPH radikalini süpürücü yüzdesi en fazla *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* (91.57 ± 0.50), *Rumex pulcher* (91.29 ± 0.84) ve *Campanula lyrata* (86.39 ± 0.12) türünde tespit edildi. Taze sebze olarak tüketildiği ($r^2 = 0.8688$) ve çiçekli ($r^2 = 0.8392$) dönemde (tüketilmedikleri) toplanan bitki ekstrelerinin DPPH radikalini giderici aktiviteleri ile toplam fenolik madde miktarı arasında korelasyon gözlemlendi.

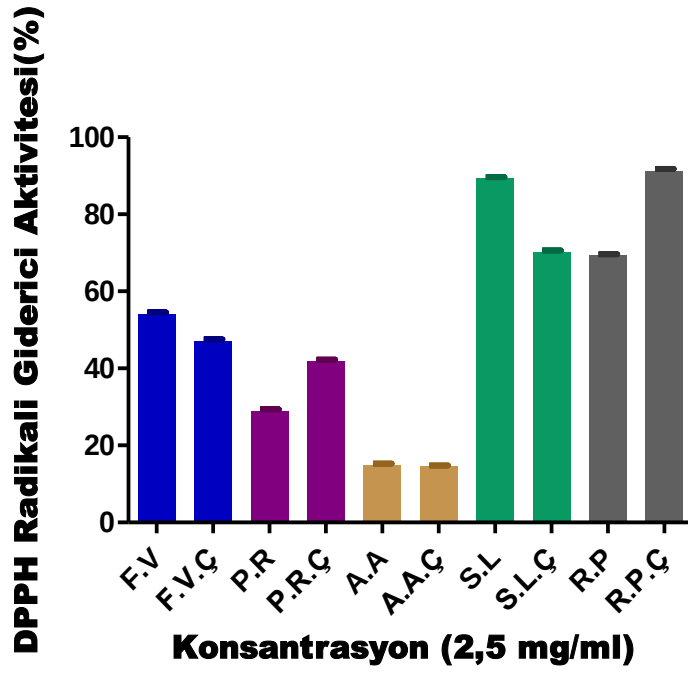
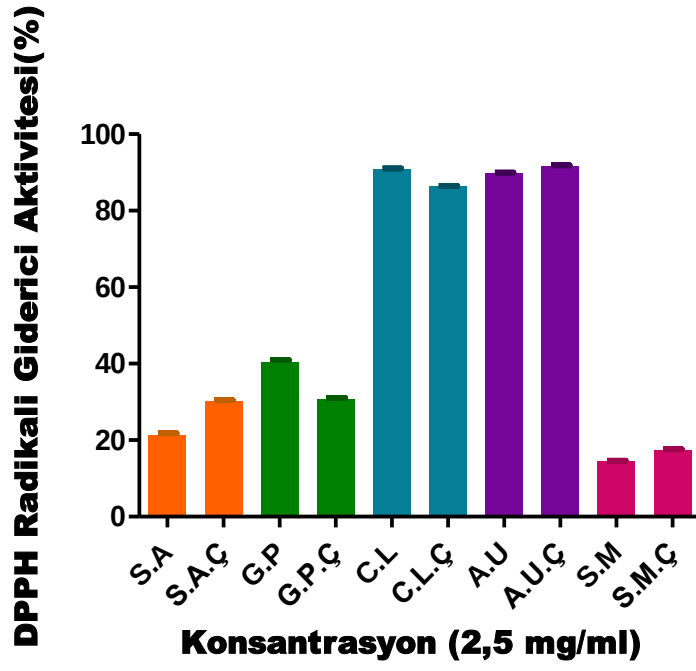
Taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan bitki türlerinden 1.25 mg/ml konsantrasyonda DPPH radikalini süpürücü yüzdesi en fazla *Campanula lyrata* (74.90 ± 0.80), *Rumex pulcher* (68.6 ± 0.61) ve *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* (66.06 ± 0.65) bitkisinde gözlemlendi. Aynı konsantrasyonda fakat çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan numunelerden DPPH radikalini süpürücü yüzdesi en fazla *Rumex pulcher* (91.96 ± 0.34), *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* (56.07 ± 0.61) ve *Campanula lyrata* (52.57 ± 0.54) bitkisinde saptandı.



Şekil 7. Taze Sebze Olarak Tüketildiği Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin DPPH Radikalı Süpürücü Aktivite Yüzdeleri



Şekil 8. Çiçekli (tüketilmedikleri) Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin DPPH Radikalı Süpürücü Aktivite Yüzdeleri



Şekil 9. Bitki Türlerinin DPPH Radikalı Süpürücü Aktivite Yüzdeleri Bakımından Karşılaştırılması

Tablo 11. Bitki Türlerinin EC₅₀ Değerleri

EC ₅₀ Değerleri (mg/ml)		
Bitki Türü	Taze Numune (tüketilen)	Çiçekli Numune (tüketilmeyen)
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	2.57 ± 0.04 ^f	2.88 ± 0.04 ^f
<i>Anchusa undulata</i> L. subsp. <i>hybrida</i> (Ten.) Coutinho	0.98±0.02 ^{d,c}	1.18 ± 0.02 ^{d, c}
<i>Sinapis arvensis</i> L.	9.78 ± 0.14 ^a	7.27 ± 0.06 ^a
<i>Campanula lyrata</i> Lam.	1.07 ± 0.01 ^c	1.18 ± 0.03 ^c
<i>Silene alba</i> (Miller) Krause subsp. <i>divaricata</i> (Reichb.) Walters	1.26 ± 0.02 ^{1,c}	1.57 ± 0.02 ¹
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. subsp. <i>media</i>	20.74 ± 0.19 ^e	14.07 ± 0.24 ^e
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	5.71 ± 0.21 ^h	11.00 ± 0.25 ^h
<i>Papaver rhoeas</i> L.	5.24 ± 0.01 ^g	3.67 ± 0.05 ^g
<i>Rumex pulcher</i> L.	0.86±0.01 ^{1,c,d}	0.57 ± 0.01 ¹
<i>Galium aparine</i> L.	4.39 ± 0.05 ^b	5.93 ± 0.01 ^b
BHT	0.22 ± 0.01 ^j	
Askorbik asit	0.02 ± 0.0 ^j	

Aynı sütundaki değerler üzerindeki üst karakter olarak belirtilmiş farklı harfler, ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir (P < 0.05).

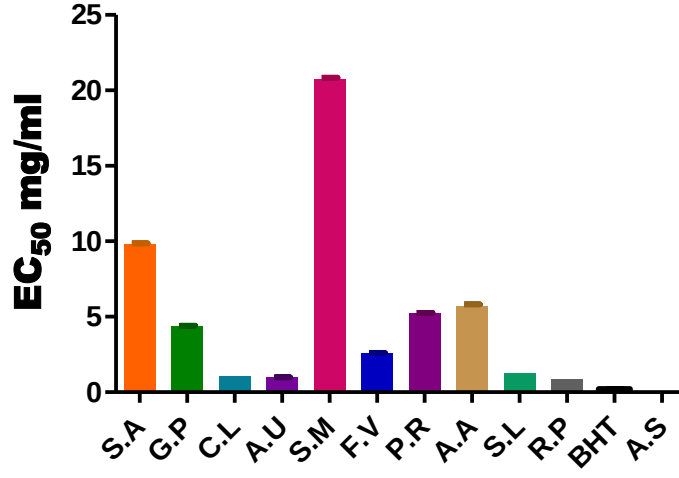
DPPH'in % 50'sinin inhibisyonunu sağlayan ekstrakt konsantrasyonu EC₅₀ olarak tanımlanır. Araştırmada kullanılan bitki türlerinin EC₅₀ değerleri taze sebze olarak tüketilen ve çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde olmak üzere karşılaştırıldı ve standart madde olarak BHT ve Askorbik asit kullanıldı.

Sinapis arvensis, *Stellaria media* subsp. *media*, *Papaver rhoeas* ve *Rumex pulcher* türlerinin taze sebze olarak tüketilen dönemdeki EC₅₀ değerlerinin çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdekilerine göre daha yüksek olduğu gözlemlendi. EC₅₀ değeri ile antioksidan aktivite arasında ters bir orantının olduğu göz önüne alındığı takdirde bu bitki türlerinin çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki antioksidan aktivitelerinin taze sebze olarak tüketilen dönemdekilerine göre daha fazla olduğu gözlemlendi.

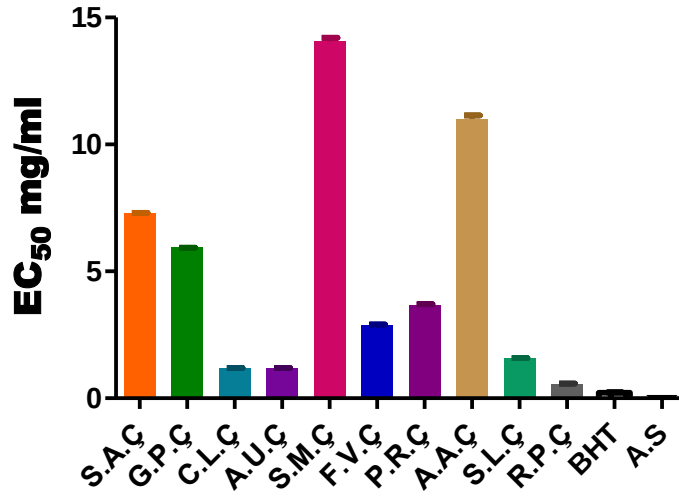
Galium aparine, *Campanula lyrata*, *Anchusa undulata* subsp. *hybrida*, *Foeniculum vulgare*, *Asparagus acutifolius*, *Silene alba* subsp. *divaricata* türlerinin taze sebze olarak tüketilen dönemdeki EC₅₀ değerlerinin çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdekilerine göre daha düşük olduğu tespit edildi. EC₅₀ değerleri ile antioksidan arasındaki ilişki göz alındığında bu bitki türlerinin taze sebze olarak tüketilen dönemde daha güçlü antioksidan aktivite gösterdiği belirlendi.

Bitki türlerinin taze sebze olarak tüketilen dönemdeki EC₅₀ değerleri standartlar [BHT (0.22 ± 0.01), Askorbik asit (0.02 ± 0.0)] ile karşılaştırıldığında *Rumex pulcher* (0.86 ± 0.01) ve *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* (0.98 ± 0.02) türlerinin diğerlerine göre daha güçlü antioksidan aktivite gösterdiği saptandı. Bitkilerin çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki EC₅₀ değerleri standartlar ile karşılaştırıldığında *Rumex pulcher* (0.57 ± 0.01), *Campanula lyrata* (1.18 ± 0.03) ve *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* (1.18 ± 0.02) bitkisinin diğer türlere göre daha güçlü antioksidan aktivite gösterdiği belirlendi.

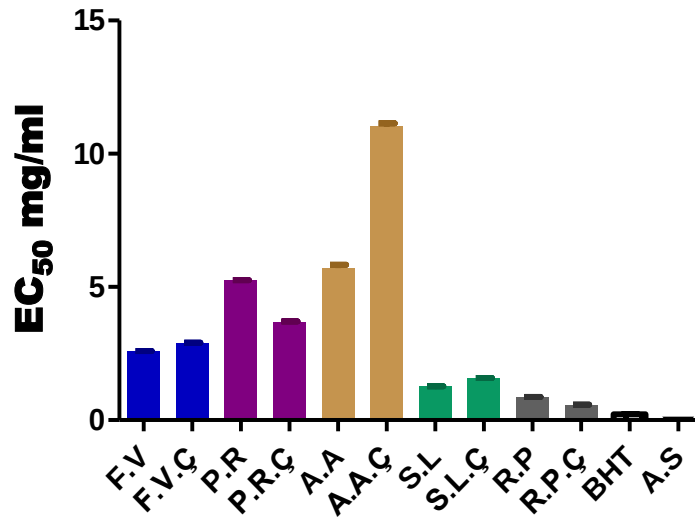
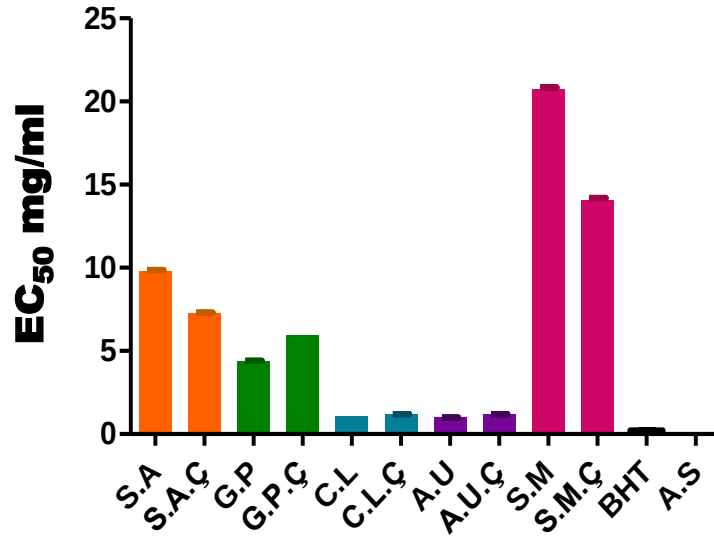
Araştırmada kullanılan bütün bitki türleri içerisinde her iki dönemde en güçlü antioksidan aktiviteyi *Rumex pulcher*, *Anchusa undulata* subsp. *hybrida*, *Campanula lyrata*; en düşük antioksidan aktiviteyi ise *Stellaria media* subsp. *media*, *Sinapis arvensis* ve *Asparagus acutifolius* bitkisi gösterdi (Tablo11, Şekil 10,11,12).



Şekil 10. Taze Sebze Olarak Tüketildiği Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin EC₅₀ Değerleri



Şekil 11. Çiçekli (tüketilmedikleri) Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin EC₅₀ Değerleri



Şekil 12. Bitki Türlerinin EC₅₀ Değerleri Bakımından Karşılaştırılması

6.3. Metal Şelatı Oluşturma Aktivitesi

Metal iyonları şelatlama aktivitesi metallerin katalizlediği oksidasyon reaksiyonlarını engellemek veya geciktirmek için sıklıkla kullanılan önemli bir antioksidan metottur (49).

Geçiş metalleri arasında demir, yüksek reaktivitesinden dolayı lipitleri oksitleyen en önemli oksitleyici metal olarak bilinir. Metal iyonları arasında, ferröz iyonları (Fe^{2+}) bilinen en önemli pro-oksidan iyonlardır. Fenton tipi reaksiyonlarda peroksitlerin ortamda bulunmaları esnasında ferrik iyonlar (Fe^{3+}) da meydana gelebilir, fakat ferröz iyonlarının (Fe^{2+}), ferrik iyonlarından (Fe^{3+}) on kat daha fazla reaktif oldukları bilinmektedir (49).

Bu reaksiyonlar sonucu peroksitlerden daha reaktif olan OH radikalleri de oluşabilmektedir. Böylece ferröz iyonları (Fe^{2+}) şelatlama kapasitesi Fe^{2+} konsantrasyonlarını minimuma indirme ve dolayısıyla oksidatif hasara sebep olan serbest radikal oluşumunun inhibisyonu ile yakından ilgilidir (49).

Ferrozin, ferröz iyonları (Fe^{2+}) gibi 2+ değerlikli metal iyonları ile kantitatif miktarda bile kompleks oluşturmaktadır. Oluşan renkli ferrozin-metal kompleksi ise 562 nm’de maksimum absorbanı sergilemektedir. Metal şelatlayıcı ajanların varlığında ferrozin-metal kompleksi oluşmaz. Dolayısıyla metal şelatlama aktivitesinde 562 nm’de absorbanı meydana gelen azalma metal şelasyonunun göstergesidir (49).

Çalışmada kullanılan her bir bitkiye ait ekstraktların iki farklı konsantrasyonda (10 mg/ml ve 5 mg/ml) Ferröz iyonları (Fe^{2+}) şelatlama etkisi tayin edildi. Standart madde olarak EDTA kullanıldı.

Tablo 12. Bitki Türlerinin Ferröz iyonları (Fe^{+2}) Şelatlama Etkisi (%)

% Şelatlama Aktivitesi				
Bitki Türü	10 mg/ml		5 mg/ml	
	Taze Numune	Çiçekli Numune	Taze Numune	Çiçekli Numune
<i>Foeniculum vulgare</i>	9.62 ± 1.77 ^f	5.55 ± 5.6 ^{f,a,b,c,d}	5.59 ± 1.98 ^f	5.02 ± 3.1 ^{f,a,b,c,d}
<i>Anchusa undulata</i> subsp. <i>hybrida</i>	62.32 ± 1.5 ^{d,a,b,c}	11.2 ± 3.09 ^{d,a,b,c}	36.37 ± 1.56 ^{d,a,c}	5.37 ± 1.59 ^{d,a,b,c}
<i>Sinapis arvensis</i>	56.71 ± 1.94 ^a	9.66 ± 1.82 ^a	36.35 ± 2.22 ^a	5.13 ± 0.41 ^a
<i>Campanula lyrata</i>	63.35 ± 3.83 ^{c,a,b}	7.08 ± 1.88 ^{c,a,b}	32.15 ± 0.81 ^{c,a}	6.28 ± 1.20 ^{c,a,b}
<i>Silene alba</i> subsp. <i>divaricata</i>	96.42 ± 0.56 ^{1,e}	72.11 ± 3.24 ¹	89.22 ± 1.26 ¹	36.37 ± 0.66 ¹
<i>Stellaria media</i> subsp. <i>media</i>	98.94 ± 0.3 ^e	51.28 ± 2.58 ^e	95.16 ± 1.71 ^e	20.88 ± 3.49 ^e
<i>Asparagus acutifolius</i>	81.5 ± 4.65 ^h	61.05 ± 3.06 ^h	32.18 ± 1.6 ^{h,a,c,d,g}	27.77 ± 4.01 ^{h,e}
<i>Papaver rhoeas</i>	55.04 ± 3.3 ^{g,a,c,d}	1.98 ± 0.6 ^{g,a,b,c,f}	30.15 ± 3.19 ^{g,c}	0.6 ± 0.2 ^{g,a,b,c,d,f}
<i>Rumex pulcher</i>	92.24 ± 3.56 ^{i,e,1}	84.27 ± 0.45 ¹	76.46 ± 0.42 ¹	50.36 ± 4.25 ¹
<i>Galium aparine</i>	65.73 ± 0.65 ^b	9.95 ± 1.19 ^{b,a}	42.11 ± 2.42 ^b	5.87 ± 0.43 ^{b,a}
EDTA	76.38 ± 4.83 ^{j,h}		37.51 ± 2.34 ^{j,a,b,c,d,h}	

Aynı sütundaki değerler üzerindeki üst karakter olarak belirtilmiş farklı harfler, ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir ($P < 0.05$).

Bitki ekstrelerinin Ferröz iyonları (Fe^{+2}) şelatlama etkisi (%) 10 mg/ml ve 5 mg/ml olmak üzere iki konsantrasyonda belirlenmiş ve tablo 12’de verilmiştir. Ayrıca Taze sebze olarak tüketilen ve çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan bitki türlerinin bu konsantrasyonlardaki Ferröz iyonları (Fe^{+2}) şelatlama etkisi (%) şekil 13-14’de ayrı ayrı olarak gösterilmiştir.

Taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan numunelerin 10 mg/ml konsantrasyonda Ferröz iyonları (Fe^{+2}) şelatlama etkisi (%) standart ile karşılaştırıldığında (EDTA: 76.38 ± 4.83) en fazla *Stellaria media* subsp. *media* (98.94 ± 0.3), *Silene alba* subsp. *divaricata* (96.42 ± 0.56), *Rumex pulcher* (92.24 ± 3.56), *Asparagus acutifolius* (81.5 ± 4.65); en az ise *Foeniculum vulgare* (9.62 ± 1.77) bitkisinde gözlemlendi.

Çiçekli dönemde (tüketilmedikleri) toplanan numunelerin 10 mg/ml konsantrasyonda Ferröz iyonları (Fe^{+2}) şelatlama etkisi (%) standart ile karşılaştırıldığında (EDTA: 76.38 ± 4.83) en fazla *Rumex pulcher* (84.27 ± 0.45), *Silene alba* subsp. *divaricata* (72.11 ± 3.24), *Asparagus acutifolius* (61.05 ± 3.06), *Stellaria media* subsp. *media* (51.28 ± 2.58); en az ise *Papaver rhoeas* (1.98 ± 0.6) bitkisinde bulundu. Ayrıca aynı konsantrasyonda *Sinapis arvensis* (9.66 ± 1.82) ve *Galium aparine* (9.95 ± 1.19) bitkilerinin Ferröz iyonları (Fe^{+2}) şelatlama etkilerinin (%) birbirine çok yakın olduğu tespit edildi.

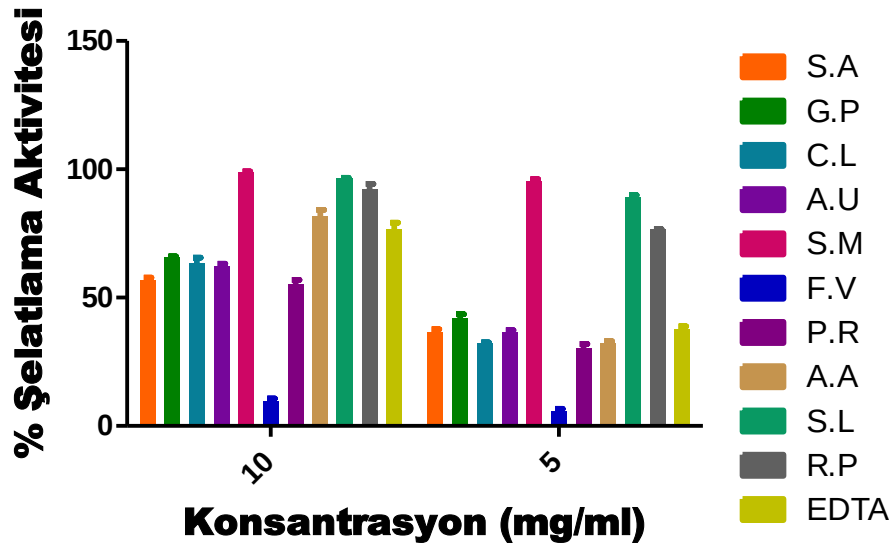
Taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan numunelerin 5 mg/ml konsantrasyonda Ferröz iyonları (Fe^{+2}) şelatlama etkisi (%) standart ile karşılaştırıldığında (EDTA: 37.51 ± 2.34) en fazla *Stellaria media* subsp. *media* (95.16 ± 1.71), *Silene alba* subsp. *divaricata* (89.22 ± 1.26), *Rumex pulcher* (76.46 ± 0.42); en az ise *Foeniculum vulgare* (5.59 ± 1.98) bitkisinde gözlemlendi. Ayrıca aynı konsantrasyonda *Sinapis arvensis* (36.35 ± 2.22) ile *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* (36.37 ± 1.56) ve *Campanula lyrata* (32.15 ± 0.81) ile *Asparagus acutifolius* (32.18 ± 1.6) bitkilerinin Ferröz iyonları (Fe^{+2}) şelatlama etkilerinin (%) birbirine çok yakın olduğu tespit edildi.

Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan numunelerin 5 mg/ml konsantrasyonda Ferröz iyonları (Fe^{+2}) şelatlama etkisi (%) standart ile karşılaştırıldığında (EDTA: 37.51 ± 2.34) en fazla *Rumex pulcher* (50.36 ± 4.25), *Silene alba* subsp. *divaricata* (36.37 ± 0.66), *Asparagus acutifolius* (27.77 ± 4.01), *Stellaria media* subsp. *media* (20.88 ± 3.49); en az ise *Papaver rhoeas* (0.6 ± 0.2) bitkisinde bulundu. Ayrıca aynı konsantrasyonda *Sinapis arvensis* (5.13 ± 0.41), *Galium aparine* (5.87 ± 0.43), *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* (5.37 ± 1.59) ve *Foeniculum vulgare* (5.02 ± 3.1) bitkilerinin Ferröz iyonları (Fe^{+2}) şelatlama etkilerinin (%) birbirine yakın olduğu gözlemlendi.

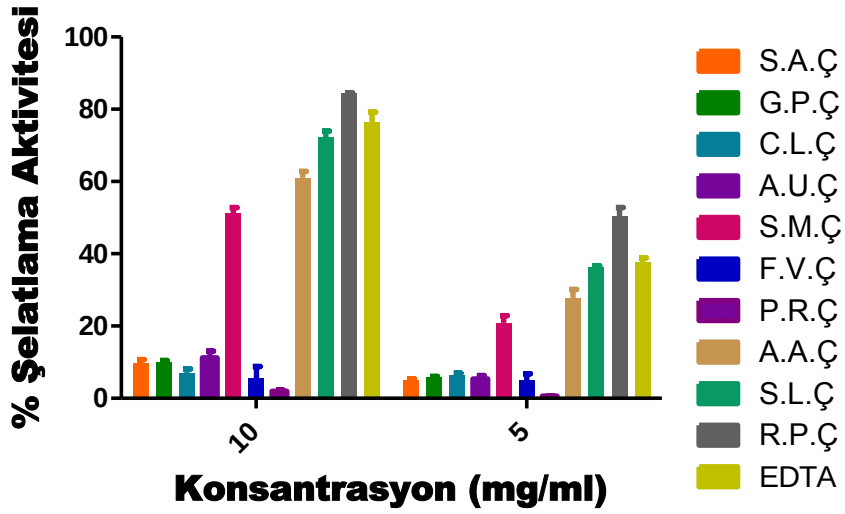
Taze sebze olarak tüketilen ve çiçekli dönemde (tüketilmedikleri) toplanan bitki türlerinin Ferröz iyonları (Fe^{+2}) şelatlama etkisi (%) 10 mg/ml konsantrasyonda karşılaştırılmış ve şekil 15’de gösterilmiştir.

Bütün bitki türlerinin 10 mg/ml konsantrasyonda taze sebze olarak tüketilen dönemdeki Ferröz iyonları (Fe^{+2}) şelatlama etkisinin (%) çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdekilerine göre daha yüksek olduğu gözlemlendi.

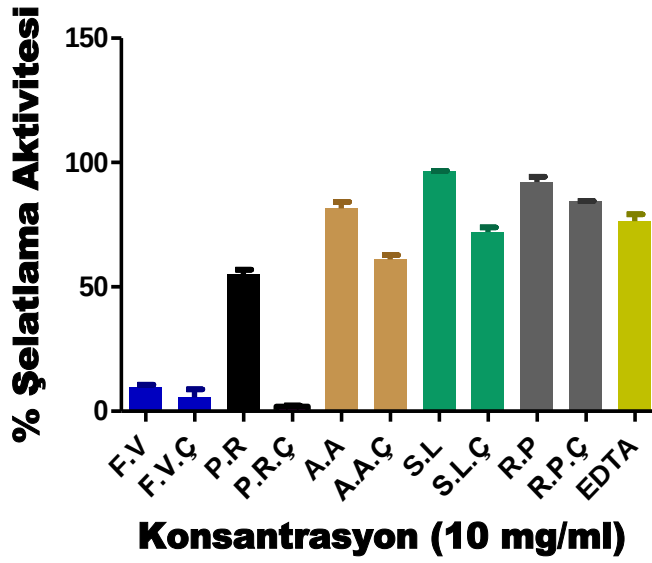
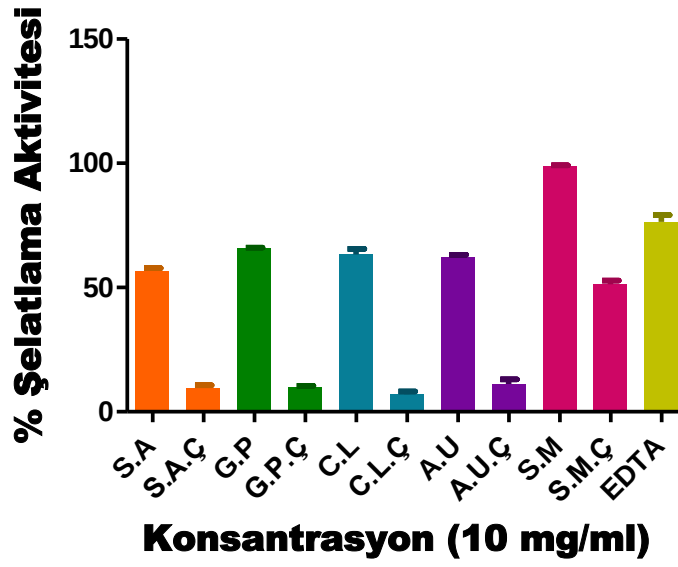
Stellaria media subsp. *media* , *Silene alba* subsp. *divaricata* , *Rumex pulcher* ve *Asparagus acutifolius* bitki türlerinin her iki dönemde en yüksek Ferröz iyonları (Fe^{+2}) şelatlama etkisi (%) gösterdiği tespit edildi. *Foeniculum vulgare* bitkisinin 10 mg/ml konsantrasyonda her iki dönemde de diğer bitki türleri arasında en düşük şelatlama etkisi (%) gösterdiği gözlemlendi.



Şekil 13. Taze Sebze Olarak Tüketildiği Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin Ferröz iyonları (Fe^{+2}) Şelatlama Etkisi (%)



Şekil 14. Çiçekli (tütilmedikleri) Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin Ferröz iyonları (Fe^{+2}) Şelatlama Etkisi (%)



Şekil 15. Bitki Türlerinin Şelatlama Aktivite Yüzdeleri Bakımından Karşılaştırılması

Tablo 13. Bitki Türlerinin Metal Şelatlama Aktivitesi (mMol EDTAE/g ekstrakt)

Bitki Türü	Taze Numune (tüketilen)	Çiçekli Numune (tüketilmeyen)
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	0.49 ± 0.04 ^f	0.49 ± 0.23 ^{a,d,f}
<i>Anchusa undulata</i> L. subsp. <i>hybrida</i> (Ten.) Coutinho	2.82 ± 0.06 ^{a,b,c,d}	0.72 ± 0.13 ^{a,b,c,d}
<i>Sinapis arvensis</i> L.	2.59 ± 0.08 ^a	0.69 ± 0.06 ^a
<i>Campanula lyrata</i> Lam.	2.86 ± 0.16 ^{b,c}	1.08 ± 0.07 ^{b,c}
<i>Silene alba</i> (Miller) Krause subsp. <i>divaricata</i> (Reichb.) Walters	2.15 ± 0.03 ⁱ	2.07 ± 0.02 ⁱ
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. subsp. <i>media</i>	2.88 ± 0.01 ^{b,c,d,e}	2.02 ± 0.01 ^e
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	3.6 ± 0.19 ^h	2.76 ± 0.13 ^{h,e}
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1.41 ± 0.05 ^g	0.34 ± 0.03 ^{g,f}
<i>Rumex pulcher</i> L.	2.14 ± 0.01 ^{i,i}	1.84 ± 0.03 ^{e,i,i}
<i>Galium aparine</i> L.	2.96 ± 0.03 ^b	0.99 ± 0.04 ^{a,b}

Aynı sütundaki değerler üzerindeki üst karakter olarak belirtilmiş farklı harfler, ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir ($P < 0.05$).

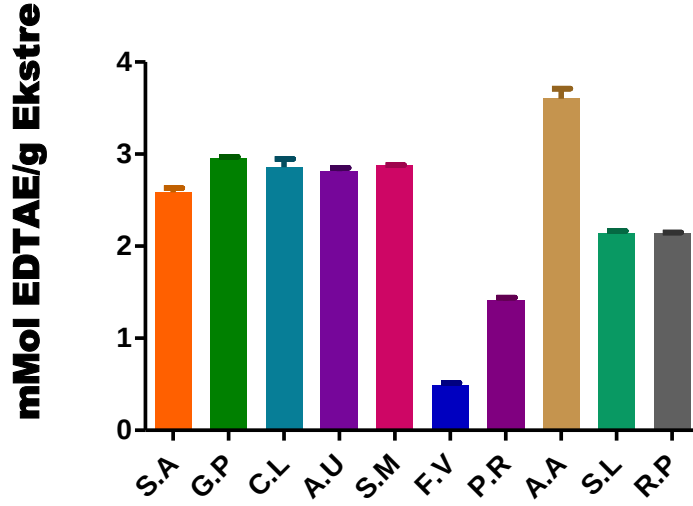
Bitki türlerinin metal şelatlama aktivitesi mMol EDTA (mMol EDTAE/g ekstrakt) eşdeğeri şeklinde hesaplandı. Taze sebze olarak tüketilen dönemde toplanan numunelerden mMol EDTA değeri en yüksek *Asparagus acutifolius* (3.6 ± 0.19) ve *Galium aparine* (2.96 ± 0.03) bitkisinde gözlemlendi. *Campanula lyrata* (2.86 ± 0.16) ve *Stellaria media* subsp. *media* (2.88 ± 0.01) bitkisinin mMol EDTA değerlerinin birbirine yakın olduğu gözlemlendi. Ayrıca *Silene alba* subsp. *divaricata* (2.15 ± 0.03) ve *Rumex pulcher* (2.14 ± 0.01) bitkisinin de birbirine çok yakın değerlere sahip olduğu tespit edildi. Taze sebze olarak tüketilen dönemde toplanan numuneler içerisinde mMol EDTA değeri en düşük *Foeniculum vulgare* (0.49 ± 0.04) bitkisinde saptandı (Tablo 13, Şekil 16).

Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan numunelerden mMol EDTA değeri en yüksek *Asparagus acutifolius* (2.76 ± 0.13), *Silene alba* subsp. *divaricata* (2.07 ± 0.02), *Stellaria media* subsp. *media* (2.02 ± 0.01) ve *Rumex pulcher* (1.84 ± 0.03) bitkisinde bulundu.

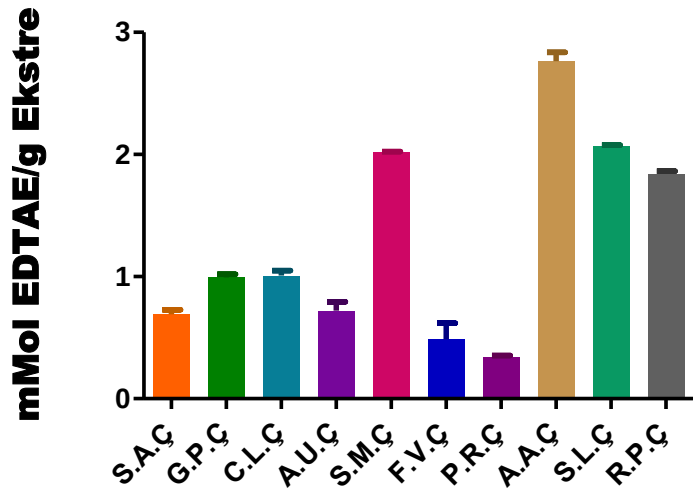
Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan numunelerden mMol EDTA değeri en düşük *Foeniculum vulgare* (0.49 ± 0.23) ve *Papaver rhoeas* (0.34 ± 0.03) bitkisinde gözlemlendi. Ayrıca *Galium aparine* (0.99 ± 0.04) ve *Campanula lyrata* (1.08 ± 0.07) bitkisinin mMol EDTA değerlerinin çok yakın olduğu gözlemlendi (Tablo 13, Şekil 17).

Taze sebze olarak tüketilen dönemde toplanan bitki türlerinden *Foeniculum vulgare* [her iki dönemde de aynı mMol EDTA (0.49 ± 0.04) değeri gösterdiği saptandı.] türü hariç diğer bitkilerin mMol EDTA değerlerinin çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan numunelere göre daha yüksek olduğu tespit edildi.

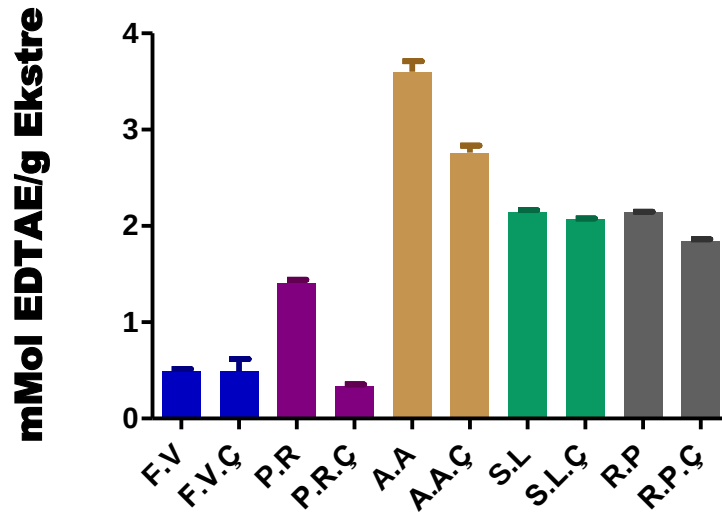
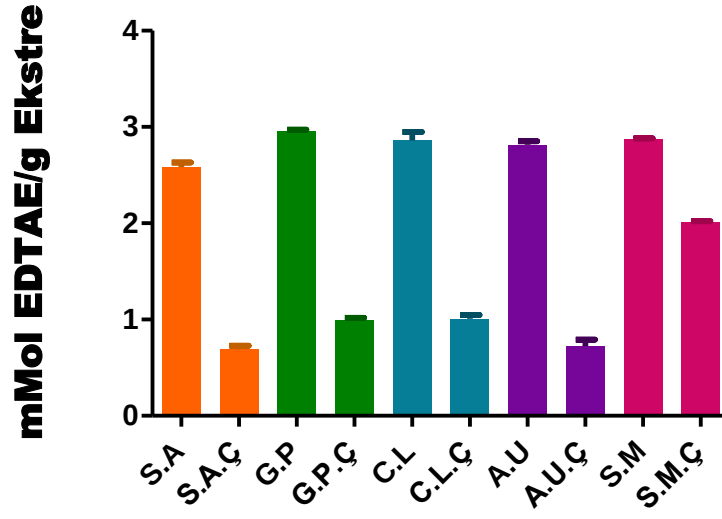
mMol EDTA değerinin metal şelatlama aktivitesi ile doğrusal ilişkisi göz alındığında *Asparagus acutifolius* bitkisinin hem çiçekli (tüketilmedikleri) (2.76 ± 0.13), hem de taze sebze olarak tüketilen dönemde (3.6 ± 0.19) en yüksek aktiviteyi gösterdiği gözlemlendi (Tablo 13, Şekil 18).



Şekil 16. Taze Sebze Olarak Tüketildiği Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin Metal Şelatlama Aktivitesi (mMol EDTAE/g ekstrakt)



Şekil 17. Çiçekli (tüketilmedikleri) Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin Metal Şelatlama Aktivitesi (mMol EDTAE/g ekstrakt)



Şekil 18. Bitki Türlerinin Metal Şelatlama Aktivitelerinin EDTA Eşdeğeri Olarak Karşılaştırılması

6.4. Troloks Ekvivalan Antioksidan Kapasitesi (TEAC)

Bitki ekstralarının total antioksidan potansiyeli tayini TEAC metoduna göre yapıldı (1). Bu metod, mavi - yeşil renkli dayanıklı bir bileşik olan ABTS radikal katyonu ($ABTS^{•+}$)'nın giderilmesi sonucunda, renkte meydana gelen azalmanın spektrofotometrik olarak ölçülmesi esasına dayanmaktadır.

($ABTS^{•+}$) radikalının İnhibisyon yüzdeleri Troloks standart eğrisine ait değerlerle karşılaştırılmasıyla, 1 mM Troloks'un gösterdiği inhibisyon yüzdesine eşdeğer inhibisyon yüzdesi göstermesi için gerekli olan bitki ekstralarının konsantrasyonu hesaplandı ve TEAC değeri olarak ifade edildi. TEAC değeri antioksidan aktivitesinin kantitatif tayini olduğu için yüksek TEAC değeri yüksek antioksidan aktivitesinin göstergesidir (1).

Tablo 14. Bitki Türlerinin ABTS Radikal Katyonu Giderici Aktivitesi (%)

ABTS Radikal Katyonu Giderici Aktivitesi (%)		
10 mg/ml		
Bitki Türü	Taze Numune (tüketilen)	Çiçekli Numune (tüketilmeyen)
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	32.79 ± 2.07 ^f	34.2 ± 2.77 ^{b,f,e}
<i>Anchusa undulata</i> L. subsp. <i>hybrida</i> (Ten.) Coutinho	86.7 ± 0.38 ^d	83.26 ± 4.52 ^{c,d}
<i>Sinapis arvensis</i> L.	40.05 ± 4.69 ^a	48.03 ± 5.28 ^a
<i>Campanula lyrata</i> Lam.	99.69 ± 0.27 ^c	89.69 ± 3.84 ^c
<i>Silene alba</i> (Miller) Krause subsp. <i>divaricata</i> (Reichb.) Walters	71.78 ± 2.48 ⁱ	71.88 ± 5.26 ⁱ
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. subsp. <i>media</i>	47.02 ± 2.10 ^{b,e}	33.56 ± 2.88 ^{b,e}
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	49.38 ± 3.44 ^{b,e,h}	50.6 ± 3.35 ^{a,b,h,g}
<i>Papaver rhoeas</i> L.	32.87 ± 1.23 ^{f,g}	50.31 ± 2.92 ^{a,b,g}
<i>Rumex pulcher</i> L.	99.75 ± 0.14 ^{c,i}	78.58 ± 4.35 ^{c,d,i,i}
<i>Galium aparine</i> L.	48.38 ± 2.44 ^b	39.68 ± 1.90 ^{a,b}
BHT (3 mg/ml)	98.92 ± 0.30	

Aynı sütundaki değerler üzerindeki üst karakter olarak belirtilmiş farklı harfler, ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir ($P < 0.05$).

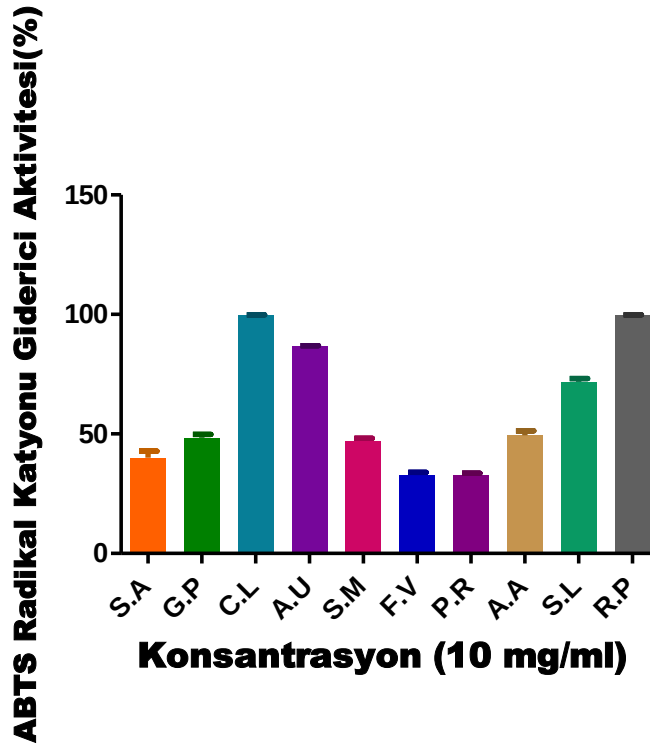
Bitki türlerinin ABTS radikal katyonu giderici aktiviteleri (%) 10 mg/ml konsantrasyonda standart (BHT 3 mg/ml: 98.92 ± 0.30) ile karşılaştırıldı. Taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan bitki türleri arasında en yüksek aktiviteyi *Rumex pulcher* (99.75 ± 0.14), *Campanula lyrata* (99.69 ± 0.27), *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* (86.7 ± 0.38) ve *Silene alba* subsp. *divaricata* (71.78 ± 2.48) bitkisinin gösterdiği bulundu. Aynı konsantrasyonda en düşük aktivite *Foeniculum vulgare* (32.79 ± 2.07) ve *Papaver rhoeas* (32.87 ± 1.23) bitkisinde tespit edildi (Tablo 14, Şekil 19).

Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan bitki türlerinin 10 mg/ml konsantrasyonda ABTS radikal katyonu giderici aktiviteleri (%) standart (BHT 3 mg/ml: 98.92 ± 0.30) ile karşılaştırıldığında en yüksek aktivite değeri *Campanula lyrata* (89.69 ± 3.84), *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* (83.26 ± 4.52), *Rumex pulcher* (78.58 ± 4.35) ve *Silene alba* subsp. *divaricata* (71.88 ± 5.26) bitkisinde bulundu. Aynı konsantrasyonda en düşük ABTS radikal katyonu giderici aktivite (%) değeri *Foeniculum vulgare* (34.2 ± 2.77) ve *Stellaria media* subsp. *media* (33.56 ± 2.88) bitkisinde gözlemlendi. Ayrıca aynı konsantrasyonda *Papaver rhoeas* (50.31 ± 2.92) ve *Asparagus acutifolius* (50.6 ± 3.35) bitkilerinin aktivite değerlerinin çok yakın olduğu saptandı (Tablo 14, Şekil 20).

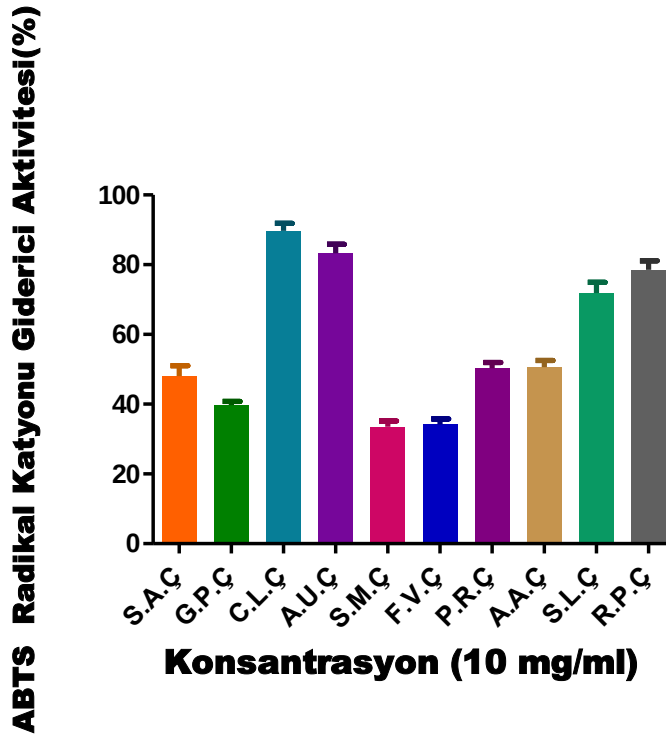
Sinapis arvensis, *Foeniculum vulgare*, *Papaver rhoeas* ve *Asparagus acutifolius* bitkisinin çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki numunelerin ABTS radikal katyonu giderici aktivitesi taze sebze olarak tüketilen dönemde toplanan numunelerden daha yüksek olduğu gözlemlendi.

Galium aparine, *Campanula lyrata*, *Anchusa undulata* subsp. *hybrida*, *Stellaria media* subsp. *media* ve *Rumex pulcher* bitkilerinin taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan numunelerin ABTS radikal katyonu giderici aktivitesi çiçekli dönemde (tüketilmedikleri) toplanan numunelerden daha yüksek olduğu tespit edildi.

Silene alba subsp. *divaricata* bitkisinin her iki dönemdeki ABTS radikal katyonu giderici aktivitesinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlendi (Tablo 14, Şekil 21).

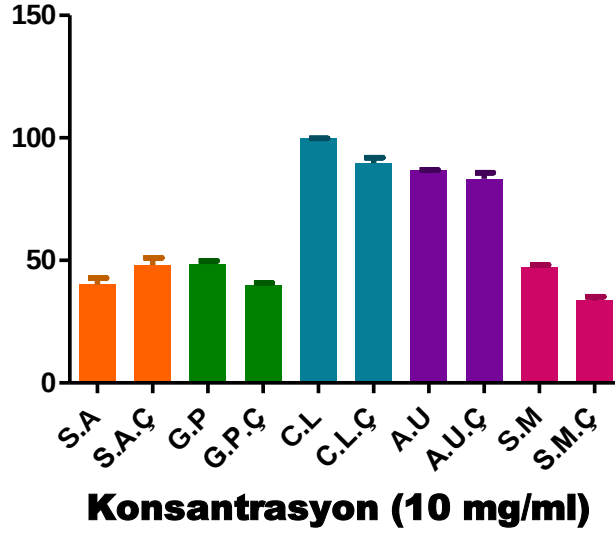


Şekil 19. Taze Sebze Olarak Tüketildiği Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin ABTS Radikal Katyonu Giderici Aktivitesi

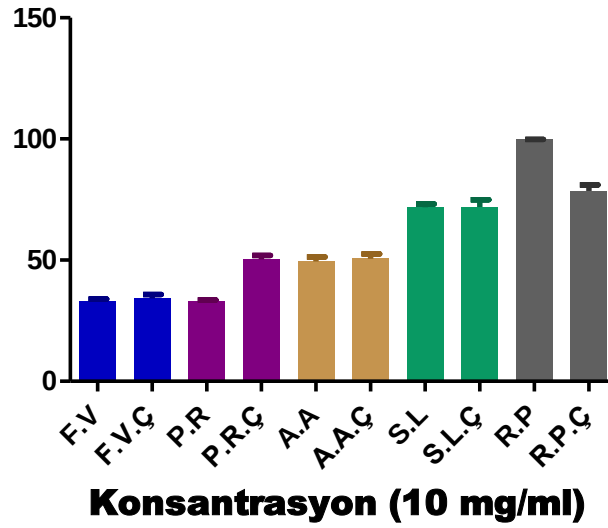


Şekil 20. Çiçekli (tüketilmedikleri) Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin ABTS Radikal Katyonu Giderici Aktivitesi

ABTS Radikal Katyonu Giderici Aktivitesi(%)



ABTS Radikal Katyonu Giderici Aktivitesi(%)



Şekil 21. Bitki Türlerinin ABTS Radikal Katyonu Giderici Aktivitesi Bakımından Karşılaştırılması

Tablo 15. Bitki Türlerinin TEAC Değeri Olarak Antioksidan Aktivitesi

ABTS Radikal Katyonu Giderici Aktivitesi		
mM TEAC / mg Ekstre		
Bitki Türü	Taze Numune (tüketilen)	Çiçekli Numune (tüketilmeyen)
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	0.36 ± 0.05 ^f	0.39 ± 0.06 ^{b,e,f}
<i>Anchusa undulata</i> L. subsp. <i>hybrida</i> (Ten.) Coutinho	1.54 ± 0.008 ^d	1.47 ± 0.1 ^{c,d}
<i>Sinapis arvensis</i> L.	0.52 ± 0.10 ^a	0.69 ± 0.12 ^a
<i>Campanula lyrata</i> Lam.	1.83 ± 0.006 ^c	1.61 ± 0.08 ^c
<i>Silene alba</i> (Miller) Krause subsp. <i>divaricata</i> (Reichb.) Walters	1.22 ± 0.05 ¹	1.2 ± 0.12 ¹
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. subsp. <i>media</i>	0.67 ± 0.05 ^{b,e}	0.38 ± 0.06 ^{b,e}
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	0.73 ± 0.07 ^{b,h,e}	0.75 ± 0.07 ^{a,b,g,h}
<i>Papaver rhoeas</i> L.	0.36 ± 0.03 ^{f,g}	0.75 ± 0.06 ^{a,b,g}
<i>Rumex pulcher</i> L.	1.83 ± 0.003 ^{c,i}	1.37 ± 0.1 ^{c,d,i,1}
<i>Galium aparine</i> L.	0.7 ± 0.05 ^b	0.51 ± 0.04 ^{a,b}
BHT	6.04 ± 0.02 ¹	

Aynı sütundaki değerler üzerindeki üst karakter olarak belirtilmiş farklı harfler, ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir (P < 0.05).

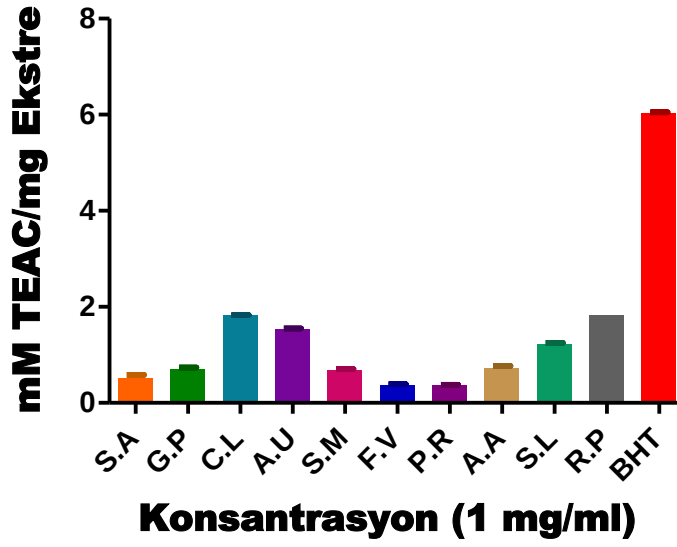
Bitki ekstraktlarının total antioksidan kapasitesi TEAC değeri (Troluks Ekvivalan Antioksidan Kapasite) olarak değerlendirildi. 1 TEAC 1mM / mg ekstre troluks ekvivalan test edilen ekstre veya standartın konsantrasyonu olarak ifade edildi. TEAC değeri antioksidan aktivitesinin kantitatif tayini olduğu için yüksek TEAC değeri yüksek antioksidan aktivitesinin göstergesidir (1).

Taze sebze olarak tüketildiği dönemde toplanan numunelerin standart (BHT: 6.04 ± 0.02 mM TEAC/ mg ekstre) ile karşılaştırıldığında en yüksek antioksidan aktivite *Campanula lyrata* (1.83 ± 0.006 mM TEAC/ mg ekstre), *Rumex pulcher* (1.83 ± 0.003 mM TEAC/ mg ekstre), *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* (1.54 ± 0.008 mM TEAC/ mg ekstre) ve *Silene alba* subsp. *divaricata* (1.22 ± 0.05 mM TEAC/ mg ekstre) bitkisinde saptandı. Taze sebze olarak tüketilen numuneler arasında en düşük antioksidan aktivite *Foeniculum vulgare* (0.36 ± 0.05 mM TEAC/ mg ekstre) ve *Papaver rhoeas* (0.36 ± 0.03 mM TEAC/ mg ekstre) bitkisinde gözlemlendi (Tablo 15, Şekil 22).

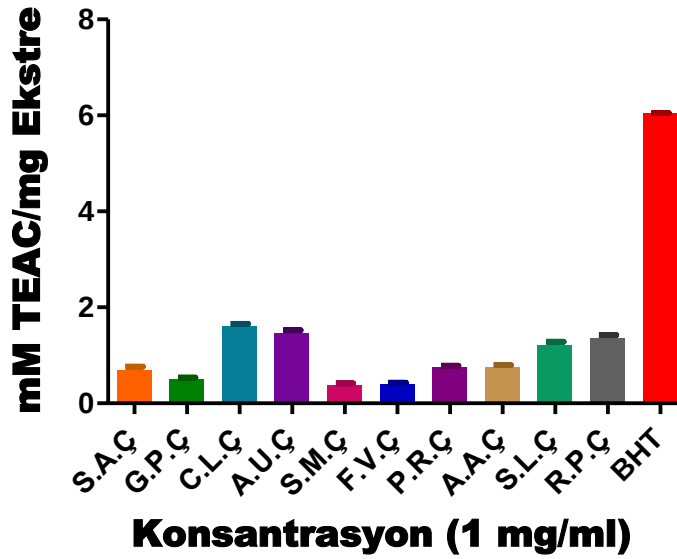
Çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan numunelerin standart (BHT: 6.04 ± 0.02 mM TEAC/ mg ekstre) ile karşılaştırıldığında en yüksek antioksidan aktivite *Campanula lyrata* (1.61 ± 0.08 mM TEAC/ mg ekstre), *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* (1.47 ± 0.1 mM TEAC/ mg ekstre), *Rumex pulcher* (1.37 ± 0.1 mM TEAC/ mg ekstre) ve *Silene alba* subsp. *divaricata* (1.2 ± 0.12 mM TEAC/ mg ekstre) bitkisinde saptandı. Çiçekli (tüketilmedikleri) numuneler arasında en düşük antioksidan aktivite *Stellaria media* subsp. *media* (0.38 ± 0.06 mM TEAC/ mg ekstre) ve *Foeniculum vulgare* (0.39 ± 0.06 mM TEAC/ mg ekstre) bitkisinde tespit edildi. Ayrıca *Papaver rhoeas* (0.75 ± 0.06 mM TEAC/ mg ekstre) ve *Asparagus acutifolius* (0.75 ± 0.07 mM TEAC/ mg ekstre) bitkilerinin antioksidan kapasitelerinin aynı olduğu gözlemlendi (Tablo 15, Şekil 23).

Sinapis arvensis, *Foeniculum vulgare*, *Papaver rhoeas* ve *Asparagus acutifolius* bitkisinin çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki antioksidan aktivitelerinin taze sebze olarak tüketilen dönemde toplanan numunelerden daha yüksek olduğu saptandı.

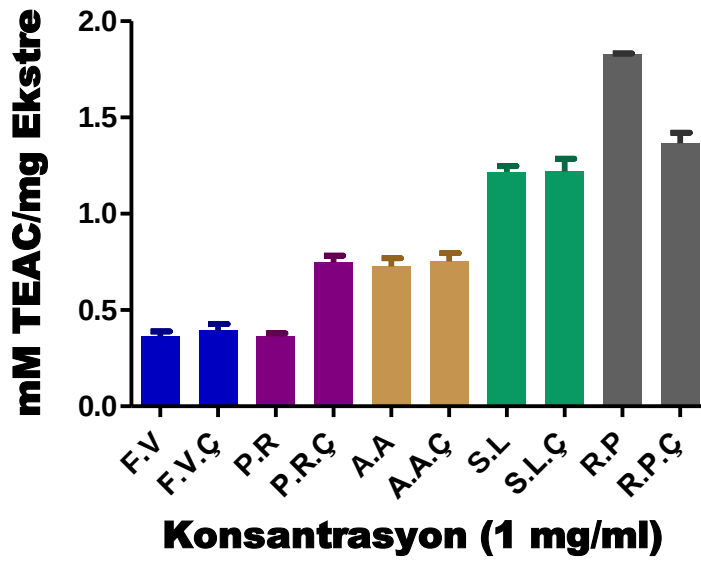
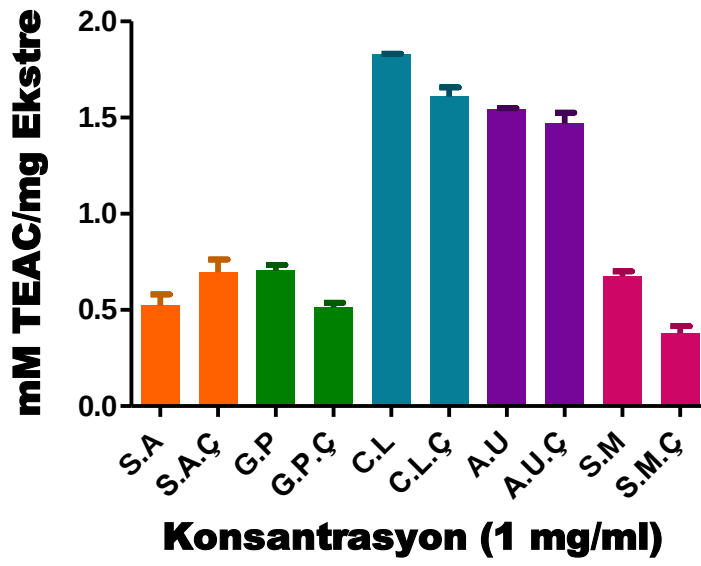
Galium aparine, *Campanula lyrata*, *Anchusa undulata* subsp. *hybrida*, *Stellaria media* subsp. *media*, *Silene alba* subsp. *divaricata* ve *Rumex pulcher* bitkisinin taze sebze olarak tüketildiği dönemdeki antioksidan kapasitelerinin çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki numunelerden daha yüksek olduğu gözlemlendi (Tablo 15, Şekil 24).



Şekil 22. Taze Sebze Olarak Tüketildiği Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin TEAC Değerleri



Şekil 23. Çiçekli (tüketilmedikleri) Dönemde Toplanan Bitki Türlerinin TEAC Değerleri



Şekil 24. Bitki Türlerinin TEAC Değerleri Bakımından Karşılaştırılması

7. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bitkilerin çeşitli biyokimyasal ve farmakolojik etkilerinin antioksidanlarla ilgili olduğu son yıllarda tartışılmaya başlanmıştır. Fenolik maddeler doğal antioksidanların en önemli gruplarını oluştururlar. Bu bileşikler içerisinde en fazla bulunanları flavonoidler ve fenolik asitlerdir. Fenol ve flavonoidler yaygın olarak tanınan ve biyolojik membranlardaki lipid peroksidasyonunu inhibe eden doğal antioksidan yapılardır. Fenolik bileşiklerin antioksidan etkisinin, serbest radikalleri giderme, metal iyonlarla bileşik oluşturma (metal şelatlama) ve singlet oksijen oluşumunu engelleme veya azaltma gibi özelliklerinden kaynaklandığı öne sürülmüştür. Antioksidanlar hidrojen atomu vericisi olarak etki gösterirler ve zincir oluşturan radikalleri daha az reaktif türlere dönüştürürler. Bu şekilde oluşan antioksidan radikali, oksijen atomu ile aromatik halka üzerindeki çiftleşmemiş elektronun yer değiştirmesiyle stabilize olur. Bu nedenle antioksidan moleküller yapılarında genellikle fenolik fonksiyon taşırlar (1).

Antioksidan aktivite ile toplam fenolik madde miktarı arasında genellikle doğrusal bir ilişkinin olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle çalışmamızda Çakırlı yöresinde sebze olarak tüketilen 10 bitkinin toplam fenolik madde miktarına ve bu bitkilerin antioksidan aktivitelerine bakılmış ancak her zaman doğrusal bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir.

Yapılan literatür taramaları sonucunda; çalıştığımız *Asparagus acutifolius* L., *Foeniculum vulgare* Miller, *Galium aparine* L., *Rumex pulcher* L., *Papaver rhoeas* L. ve *Stellaria media* (L.) Vill. subsp. *media* bitkileri üzerinde az sayıda antioksidan aktivite çalışmalarına rastlanılmıştır.

Yapılan bir çalışmada *Foeniculum vulgare* Miller bitkisinin yaprak, gövde, sürgün ve çiçeklerinin vitamin içerikleri tablo 16'da verilmiştir (50).

Tablo 16. *Foeniculum vulgare* Miller Bitkisinin Farklı Kısımlarının Vitamin (Askorbik asit ve Tokoferoller) İçerikleri (µg/g kuru ağırlık)

Bitki Kısımları	Askorbik asit	α-Tokoferol	β-Tokoferol	Total Tokoferol
Sürgün	570.89 ± 0.01 ^a	28.37 ± 1.25 ^b	0.10 ± 0.02 ^c	34.54 ± 1.28 ^b
Yaprak	360.41 ± 0.23 ^b	50.22 ± 1.44 ^a	0.76 ± 0.07 ^b	55.68 ± 1.77 ^a
Gövde	181.77 ± 0.53 ^d	1.10 ± 0.18 ^c	1.52 ± 0.18 ^a	2.89 ± 0.44 ^c
Çiçek	311.40 ± 0.13 ^c	4.72 ± 0.44 ^c	1.71 ± 0.21 ^a	9.32 ± 0.35 ^c

Aynı sütundaki değerler üzerindeki üst karakter olarak belirtilmiş farklı harfler, ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir (P < 0.05).

Foeniculum vulgare Miller bitkisinin sürgünlerinin (65.85±0.74 mg/g ekstrakt) fenolik madde miktarı, yaprak (39.49±0.62 mg/g ekstrakt), gövde (8.61±0.09 mg/g ekstrakt) ve çiçeklerinden (34.68±0.74 mg/g ekstrakt) daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve bu kısımlarının DPPH radikali süpürücü aktivitesi, Reducing power, β-Karotenin beyazlaşmasını inhibe edici etki ve Lipit peroksidasyon inhibisyonunun EC₅₀ değerleri (mg/ml) tablo 17’de verilmiştir (50).

Tablo 17. *Foeniculum vulgare* Miller Bitkisinin Farklı Kısımlarının EC₅₀ Değerleri (mg/ml)

Bitki Kısımları	DPPH radikali süpürücü aktivitesi	Lipit peroksidasyon inhibisyonu	Reducing power	β-Karotenin beyazlaşmasını inhibe edici etki
Sürgün	1.34 ± 0.07 ^d	0.13 ± 0.03 ^d	0.48 ± 0.02 ^d	0.49 ± 0.03 ^d
Yaprak	6.88 ± 0.70 ^c	0.22 ± 0.02 ^c	1.17 ± 0.07 ^b	1.14 ± 0.03 ^c
Gövde	12.16 ± 0.94 ^a	0.27 ± 0.01 ^a	2.82 ± 0.04 ^a	2.38 ± 0.12 ^a
Çiçek	7.72 ± 0.87 ^b	0.25 ± 0.01 ^b	1.02 ± 0.02 ^c	1.29 ± 0.03 ^b

Aynı sütundaki değerler üzerindeki üst karakter olarak belirtilmiş farklı harfler, ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir (P < 0.05).

A.T. Mata ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada *Foeniculum vulgare* Miller bitkisinin β-Karoten/linoleik asit deneyinde sulu (407±0.9), etanol (68.7±0.1) ekstraktının ve uçucu yağının (86.9±0.1) 1µg/ml konsantrasyondaki EC₅₀ değerleri saptanmıştır. Ayrıca DPPH radikalini giderme aktivitesi deneyinde sulu (48.0±0.1) ve etanol (12.0±0) ekstraktının 1µg/ml konsantrasyondaki EC₅₀ değerleri tespit edilmiştir (51).

Foeniculum vulgare Miller bitkisi (gövde,yaprak,tohum) üzerine yapılan başka bir çalışmada ise metanol/su (8:2, v/v) ekstraktının 1 mg/ml konsantrasyondaki toplam fenolik madde miktarı (7.74 ± 0.58 mg/g ekstre), DPPH radikali giderme yüzdesi (69.65 ± 0.70), 100 µg/ml konsantrasyondaki ksantin oksidaz enziminin inhibisyon yüzdesi (14.36 ± 1.35) ve 200 µg/ml konsantrasyondaki lipid peroksidasyon inhibisyon etkisinin yüzdesi (82.52 ± 0.7) tespit edilmiştir (52).

Tezimizde bu çalışmalardan farklı olarak *Foeniculum vulgare* Miller bitkisinin topraküstü kısmının taze sebze olarak tüketildiği (25.67 ± 2.02 mg/g Eks.) ve çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki (26.83 ± 2.5 mg/g Eks.) toplam fenolik madde miktarları tespit edildi. Ayrıca bitkinin topraküstü kısmının taze sebze olarak tüketildiği (2.57 ± 0.04 mg/ml) ve çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki (2.88 ± 0.04 mg/ml) EC_{50} değerleri saptandı.

Rumex pulcher L. bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada, yapraklarından hazırlanan sulu ve etanol ekstraktlarının total fenolik içerikleri ve DPPH radikali süpürücü aktivitesinin EC_{50} değerleri tablo 18 ve 19’da verilmiştir (53).

Tablo 18. *Rumex pulcher* L. Bitkisinin Sulu ve Etanol Ekstraktlarının Total Fenolik İçerikleri (mg/g kuru ekstrakt)

Bitki	Sulu Ekstrakt	Etanol Ekstrakt
<i>Rumex pulcher</i> L.	5 ± 0.6	10 ± 0.7

Tablo 19. *Rumex pulcher* L. Bitkisinin Sulu ve Etanol Ekstraktlarının EC_{50} Değerleri (mg/ml)

Bitki	Sulu Ekstrakt	Etanol Ekstrakt
<i>Rumex pulcher</i> L.	3.6	2.9

Tezimizde bu çalışmadan farklı olarak *Rumex pulcher* L. bitkisinin yapraklarından hazırlanan etanol ekstraktının taze sebze olarak tüketildiği (40.67 ± 2.02 mg/g Eks.) ve çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki (45.67 ± 1.04 mg/g Eks.) toplam fenolik madde miktarları tespit edildi. Ayrıca yapraklarından hazırlanan etanol ekstraktının taze sebze olarak tüketildiği (0.86 ± 0.01 mg/ml) ve çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki (0.57 ± 0.01 mg/ml) EC_{50} değerleri saptandı.

Galium aparine L. bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada, bitkiden soğuk su, kaynar su, etanol ve hekzan kullanılarak hazırlanan çayın lipid peroksidasyon yüzdeleri karşılaştırılmıştır. Soğuk su ile hazırlanan çayın herhangi bir aktivite göstermediği fakat hekzan (90 ± 9), kaynar su ve etanol (100) ile hazırlanan çayın lipid peroksidasyon yüzdesinin çok güçlü olduğu tespit edilmiştir (54).

Galium aparine L. bitkisi üzerine yapılan başka bir çalışmada ise $25 \mu\text{g/ml}$ konsantrasyondaki sulu ekstraktının TEAC deneyinde $8.66 \mu\text{M}$ Trolox değeri gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca toplam fenolik madde miktarı yaklaşık 0.1 mgGAE/mL olarak bulunmuştur (55).

Tezimizde bu çalışmalardan farklı olarak *Galium aparine* L. bitkisinin topraküstü kısmının etanol ekstraktının taze sebze olarak tüketildiği ($31.00 \pm 2.65 \text{ mg/g Eks.}$) ve çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki ($18.83 \pm 1.26 \text{ mg/g Eks.}$) toplam fenolik madde miktarları tespit edildi. Taze sebze olarak tüketildiği ($0.7 \pm 0.05 \text{ mM TEAC / mg Ekstre}$) ve çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki ($0.51 \pm 0.04 \text{ mM TEAC / mg Ekstre}$) TEAC değerleri saptandı. Ayrıca DPPH ve metal şelatlama metotlarıyla antioksidan aktivitesi incelendi.

Stellaria media (L.) Vill. subsp. *media* bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada, tohumlarının DPPH yöntemiyle antioksidan aktivitesi incelenmiş ve değeri $4.915 \mu\text{M}$ Trolox/100g ekivalan olarak belirtilmiştir. Ayrıca bitkinin topraküstü kısmından hazırlanan ekstraktın ksantin oksidaz inhibisyonunda çok etkili olduğu bulunmuştur (56,57).

Tezimizde bu çalışmadan farklı olarak *Stellaria media* (L.) Vill. subsp. *media* bitkisinin topraküstü kısmının etanol ekstraktının taze sebze olarak tüketildiği ve çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki toplam fenolik madde miktarları tespit edildi. Ayrıca DPPH, metal şelatlama ve TEAC metotlarıyla antioksidan aktivitesi incelendi.

Asparagus acutifolius L. bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada, sürgünlerinin fenolik madde miktarı (41.97 ± 1.95 mg/100g), Folik asit miktarı (47.5 ± 2.37 µg/100g) ve askorbik asit miktarı (117.0 ± 5.85) bulunmuştur. Ayrıca sürgünlerinden hazırlanan metanol ekstraktının DPPH, H₂O₂ ve NO radikalini süpürücü aktivitesinin EC₅₀ değerleri tablo 20’de verilmiştir (36).

Tablo 20. *Asparagus acutifolius* L. Bitkisinin Sürgünlerinden Hazırlanan Metanol Ekstraktının EC₅₀ Değerleri

Bitki	EC ₅₀ DPPH (µg/mL)	EC ₅₀ H ₂ O ₂ (µg/mL)	EC ₅₀ NO (µg/mL)
<i>A. acutifolius</i>	72.4	> 2000	56.7

Asparagus acutifolius L. bitkisi üzerine yapılan başka bir çalışmada ise bitkinin gövdesi kullanılarak hazırlanan sulu etanol (%70) ekstraktının DPPH (>1000 µg/mL) ve nitrik oksit (251 ± 1.8 µg/mL) radikalini inhibisyonun EC₅₀ değerleri tespit edilmiştir (58).

Tezimizde bu çalışmalardan farklı olarak *Asparagus acutifolius* L. bitkisinin sürgünlerinden hazırlanan etanol ekstraktının taze sebze olarak tüketildiği (14.67 ± 0.58 mg/g Eks.) ve çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki (21.67 ± 0.5 mg/g Eks.) toplam fenolik madde miktarları tespit edildi. Taze sebze olarak tüketildiği (5.71 ± 0.21 mg/ml) ve çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki (11.00 ± 0.25 mg/ml) DPPH radikalini giderme aktivitesinin EC₅₀ değerleri saptandı. Ayrıca metal şelatlama ve TEAC metotlarıyla antioksidan aktivitesi incelendi.

Papaver rhoeas L. bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada, taze petallarından hazırlanan farklı ekstrelerin fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri ile elde edilen sonuçlar tablo 21’de verilmiştir (59).

Tablo 21. *Papaver rhoeas* L. Bitkisinin Farklı Ekstrelerinin Total Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan aktiviteleri

Ekstre	Total Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/g taze petal)	DPPH Radikali Giderme Aktivitesi (%)
Etanol ekstresi	13.127 ± 1.553	84.91 ± 0.94
Etanol-Su ekstresi (1:1)	14.307 ± 0.255	86.1 ± 1.58
Metanol ekstresi	12.404 ± 0.911	83.11 ± 1.16
Metanol-Su ekstresi (1:1)	9.734 ± 0.425	81.47 ± 1.22
Su ekstresi	19.912 ± 0.442	89.71 ± 0.85

Tezimizde bu çalışmadan farklı olarak *Papaver rhoeas* L. bitkisinin yapraklarından hazırlanan etanol ekstraktının taze sebze olarak tüketildiği (17.50±0.50 mg/g Eks.) ve çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki (23.50±0.5 mg/g Eks.) toplam fenolik madde miktarları tespit edildi. Ayrıca bitkinin yapraklarından hazırlanan etanol ekstraktının taze sebze olarak tüketildiği ve çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdeki DPPH radikali giderme aktivitesi 2.5 mg/ml ve 1.25 mg/ml olmak üzere iki konsantrasyonda karşılaştırıldı.

Yukarıda bahsedilen literatür verilerinden farklı olarak, tezimizde bitkilerin belirli bir kısmının değil yenilen kısımlarının, tüketildiği ve çiçekli (tüketilmediği) dönemde toplam fenolik madde miktarındaki değişim ile antioksidan aktivitelerinin karşılaştırmalı olarak incelemeleri yapıldı.

Sinapis arvensis L., *Anchusa undulata* L. subsp. *hybrida* (Ten.) Coutinho, *Silene alba* (Miller) Krause subsp. *divaricata* (Reichb.) Walters ve *Campanula lyrata* Lam. bitkilerinin antioksidan aktiviteleriyle ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu bitkilerin antioksidan aktiviteleri ilk defa tarafımızdan incelenmiştir.

Bu çalışmada Çakırlı (Bursa- Orhangazi) yöresinde taze sebze olarak tüketildiği ve çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan *Foeniculum vulgare* Miller, *Anchusa undulata* L. subsp. *hybrida* (Ten.) Coutinho, *Sinapis arvensis* L., *Campanula lyrata* Lam., *Silene alba* (Miller) Krause subsp. *divaricata* (Reichb.) Walters, *Stellaria media* (L.) Vill. subsp. *media*, *Asparagus acutifolius* L., *Papaver rhoeas* L., *Rumex pulcher* L. ve *Galium aparine* L. bitkilerinin etanol ekstraktlarının total fenolik madde miktarı ve 3 adet antioksidan deneyi kullanılarak antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. Taze sebze olarak tüketilen dönemde toplanan bitki türlerinden toplam fenolik madde miktarı en fazla *Campanula lyrata*, çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan bitki türlerinden ise *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* bitkisinde tespit edildi. Her iki dönemde toplanan bitkiler toplam fenolik madde miktarı bakımından karşılaştırıldığında genellikle çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan bitkilerin toplam fenolik madde miktarı taze sebze olarak tüketilen dönemde toplananlardan daha fazla olduğu gözlemlendi. EC₅₀ değeri ile antioksidan aktivite arasındaki ters orantı göz önüne alındığında her iki dönemde toplanan bitki türlerinin referans maddelere (Askorbik asit, BHT) göre daha düşük antioksidan aktivite gösterdiği saptandı. Bütün bitki türlerinin 10 mg/ml konsantrasyonda taze sebze olarak tüketildiği dönemdeki Ferröz iyonları (Fe⁺²) şelatlama etkisinin (%) çiçekli (tüketilmedikleri) dönemdekilerine göre daha yüksek olduğu gözlemlendi. Hem taze sebze olarak tüketilen hem de çiçekli (tüketilmedikleri) dönemde toplanan *Rumex pulcher* bitkisi standart olarak kullanılan EDTA'ya göre daha güçlü Ferröz iyonları (Fe⁺²) şelatlama etkisi (%) gösterdiği gözlemlendi.

Bitki ekstraktlarının total antioksidan kapasitesi TEAC değeri (Troluks Ekvivalan Antioksidan Kapasite) olarak değerlendirildi. Her iki dönemde toplanan bitki ekstraktlarının TEAC değerlerinin referans maddesine (BHT) göre daha düşük olduğu tespit edildi.

Saf maddelerin (Askorbik asit, BHT, EDTA vb.) bitki ekstraktları ile aynı aktiviteyi gösteremeyeceği dikkate alındığında; tezimizde kullanılan bitkilerin genellikle standartlara göre daha düşük antioksidan aktivite göstermelerine rağmen halkın bu bitkileri besin olarak kullanmaları faydalıdır.

8. KAYNAKLAR

1. Çandöken E. (2008). *Aloe vera* (L.) Burm. Fil. (Sarısabır) Ekstresinin ve Bu Ekstreden Saflaştırılan Lektinin Antioksidan Aktivitesinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. İ.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (Danışman: Yrd.Doç. Dr. Nurten Özsoy).
2. İşbilir ŞS. (2008). Yaprakları Salata-Baharat Olarak Tüketilen Bazı Bitkilerin Antioksidan Aktivitelerinin İncelenmesi. T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Edirne, (Danışman: Doç. Dr. Ayten Sağıroğlu).
3. Gönenç S. (1995). Çocuklarda 4 Haftalık Yüzme Egzersizinin Antioksidan Enzimler ve Lipid Peroksidasyonuna Etkisi. DEÜ. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Uzmanlık Tezi, İzmir, (Danışman: Doç. Dr. İlgi Şemin).
4. Tekkes Y. (2006). Streptozotosin ile Diabet Oluşturulmuş Farelerde Aspirin ve E Vitaminin Dokularda Lipid Peroksidasyonu ve Antioksidan Sisteme Etkisinin Araştırılması. KSÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, (Danışman: Yrd.Doç.Dr.Naciye Kurtul).
5. Diri HA. (2006). *Salvia candidissima* Vahl. Uçucu Bileşenlerinin Karakterizasyonu ve Antioksidant Aktivitelerinin Belirlenmesi. MÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Muğla, (Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mehmet E. Duru).
6. Kaynar MY. (1993). Deneysel Medulla Spinalis Yaralanmasında Antioksidan Enzimlerin (GPx, SOD, CAT) İncelenmesi. İ.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Uzmanlık Tezi, İstanbul, (Danışman: Prof. Dr. Cengiz Kудay).
7. Avcı A. (2001). Diyabet Oluşturulmuş Ratlarda Böbrek Antioksidan Savunma Sistemi ve E Vitamininin Etkileri. A.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Uzmanlık Tezi, Ankara, (Danışman: Doç. Dr. Orhan Canbolat).
8. Gündüz M. (2002). 7,12-Dimetil Benz(A) Antrasen Verilen Ratların Lipid Bileşenleri Üzerine Trolox ve Hidrokinon'un Etkisi. FÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, (Danışman: Doç. Dr. Sait Çelik).

9. Rehber ZH. (1998). Antioksidanlar ve Hiperlipidemi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. GATA. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Uzmanlık Tezi, Ankara, (Danışman: Prof. Tbp. Kd. Alb. Mustafa Kutlu).
10. Hamad İ. (2007). Oksidatif Stres Uygulanmış *Schizosaccharomyces pombe*'de Protein Oksidasyonuna Karşı Doğal Antioksidanların Koruyucu Etkisi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, (Danışman: Prof. Dr.Nazlı Arda).
11. Akpolat M. (2000). Alkolün Oluşturduğu Serbest Radikaller Üzerine İbuprofen ve Erusik Asidin Etkileri. T.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Edirne, (Danışmanlar: Prof. Dr. Tuncay Altuğ, Yrd. Doç. Dr. Dikmen Dökmeci).
12. Temür N. (2005). Çam, Kavak, Söğüt ve Armut Ağaçları Üzerinde Yetişen Ökse Otu (*Viscum album* L.) Bitkilerinin Antioksidan Aktivitelerinin İncelenmesi. GOÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tokat, (Danışman: Doç. Dr. İsa Gökçe).
13. İnce İA. (2003). Nikotin ve Melatoninin Swiss albino Tipi Laboratuvar Farelerinde Karaciğer Antioksidant Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkileri. OMÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, (Danışman: Prof. Dr. Zafer Eren).
14. Davis PH. (Ed), (1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. 1(9), Edinburgh University Press, Edinburgh.
15. Bulut G. (2008). Bayramiç (Çanakkale) Yöresinde Etnobotanik Araştırmalar. M.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, (Danışman: Prof. Dr. Ertan Tuzlacı).
16. Vural H. (2004). Bilecik İli Bazı Halk İlaçları Üzerine Farmakognozik Araştırmalar. İ.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (Danışman: Prof. Dr. Günay Sarıyar).
17. Baytop T. (1999). Bitkilerle Tedavi Geçmişte ve Bugün. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.
18. Bulut G, Tuzlacı E. (2009). Bozcaada'nın Çiçekleri ve Yararlı Bitkileri. Ebat Matbaası, İstanbul.
19. Tanker M, Tanker N. (2003). Farmakognozi II. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

20. Küçükboyacı N. (2010). *Foeniculum vulgare* (Rezene). İçinde: *FFD Monografları Tedavide Kullanılan Bitkiler*. Ed: Demirezer Ö, 2. Baskı, MN Medikal & Nobel Tıp Kitabevi, Ankara, s. 227-243.
21. Marino SD, Gala F, Borbone N, Zollo F, Vitalini S, Visioli F, Iorizzi M. (2007). Phenolic glycosides from *Foeniculum vulgare* fruit and evaluation of antioxidative activity. *Phytochemistry*, 68 (2007): 1805–1812.
22. Ono M, Ito Y, Ishikawa T, Kıtajıma J, Tanaka Y, Nuho Y, Nohara T. (1996). Five New Monoterpene Glycosides and Other Compounds form *Foeniculi Fructus* (Fruit of *Foeniculum vulgare* MILLER). *Chem. Pharm. Bull.*, 44(2): 337-342.
23. Trichopoulou A, Vasilopoulou E, Hollman P, Chamalides Ch, Foufa E, Kaloudis Tr, Kromhout D, Miskaki Ph, Petrochilou I, Polima E, Stafilakis K, Theophilou D. (2000). Nutritional composition and flavonoid content of edible wild greens and green pies: a potential rich source of antioxidant nutrients in the Mediterranean diet. *Food Chem*, 70(2000): 319-323.
24. Tuzlacı E. (2005). Bodrum’ da Bitkiler ve Yaşam. Güzel Sanatlar Matbaası, İstanbul.
25. Koz Ö. (2007). Isolation, Structural Determination and Biological Activities of Some Natural Products from *Campanula lyrata* subsp. *lyrata* (Campanulaceae) and *Anchusa undulata* subsp. *hybrida* (Boraginaceae). EÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, (Danışman: Prof. Dr. Süheyla Kırmızıgül).
26. Durkeet AB, Harborne JB. (1973). Flavonol glycosides in Brassica and Sinapis. *Phytochemistry*, 5(12): 1085-1089.
27. Agerbirk N, Warwick SI, Hansen PR, Olsen CE. (2008). *Sinapis* phylogeny and evolution of glucosinolates and specific nitrile degrading enzymes. *Phytochemistry*, 69(2008): 2937-2949.
28. Barthet V. (2008). (n-7) and (n-9) cis-monounsaturated fatty acid contents of 12 *Brassica* species. *Phytochemistry*, 69 (2008) 411–417.
29. Tuzlacı E. (2007). Dekoratif Türkiye Bitkileri. Alfa Yayınları, İstanbul.

30. Ertuğ F. (2000). An Ethnobotanical study in central anatolia (Turkey). *Econ Bot*, 54(2) : 155-182.
31. Özbaşaran M, Tanındı O, Boratav A. (Eds), (2003). Wild Plant Gathering in a Greek Village: Misti in Cappadocia. Ege Yayıncılık, İstanbul.
32. Dötterl S, Burkhardt D, WeiBbecker B, Jürgens A, Schütz S, Mosandl A. (2006). Linalool and lilac aldehyde/ alcohol in flower scents electrophysiological detection of lilac aldehyde stereoisomers by a Moth. *J Chromatogr A*, 1113 (2006): 231–238.
33. Yazıcıoğlu A. (1994). Trabzon Yöresinin Geleneksel Halk İlacı Olarak Kullanılan Bitkileri. M.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (Danışman: Prof. Dr. Ertan Tuzlacı).
34. Vanhaecke M, Dyubankova N, Lescrinier E, Ende WVD. (2010). Metabolism of galactosyl-oligosaccharides in *Stellaria media* – Discovery of stellariose synthase, a novel type of galactosyltransferase. *Phytochemistry*, 71 (2010): 1095–1103.
35. Pande A, Shukla YN, Tripathi AK. (2000). Lipid constituents from *stellaria media*. *Phytochemistry*, 39(3): 709-711.
36. Ferrara L, Dosi R, Maro AD, Guida V, Cefarelli G, Pacifico S, Mastellone C, Fiorentino A, Rosati A, Parente A. (2010). Nutritional values; metabolic profile and radical scavenging capacities of wild Asparagus (*A. acutifolius* L.). *J Food Compos Anal*, 1575(10): 00314-5.
37. Sautour M, Miyamoto T, Dubois MAL. (2007). Steroidal saponins from *Asparagus acutifolius*. *Phytochemistry*, 68 (2007) : 2554–2562.
38. Sadıkoğlu E. (2003). Koçarlı (Aydın) Yöresinin Geleneksel Halk İlacı Olarak Kullanılan Bitkileri. M.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (Danışman: Prof. Dr. Ertan Tuzlacı).
39. Alparslan DF. (2003). Babaeski (Kırklareli) Yöresinin Geleneksel Halk İlacı Olarak Kullanılan Bitkileri. M.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (Danışman: Prof. Dr. Ertan Tuzlacı).

40. Eryaşar P. (1998). Gönen (Balıkesir) Yöresinin Geleneksel Halk İlacı Olarak Kullanılan Bitkileri. M.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (Danışman: Prof. Dr. Ertan Tuzlacı).
41. Czygan FC, Hiller K. (2004). Rhoeados flos (Papaveris rhoeados flos). In: *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals*. Ed: Wichtl M, 3th ed, Medpharm scientific publishers, Germany, p. 514-515.
42. Rey JP, Levesque J, Poussel JL, Roblot F. (2001). Analytical studies of isorhoeadine and rhoeagenine in petal extracts of *Papaver rhoeas* L. using high-performance liquid chromatography. *J Chromatogr A*, 596(2): 276-280.
43. Şenkardeş İ. (2010). Ürgüp (Nevşehir) Yöresinin Geleneksel Halk İlacı Olarak Kullanılan Bitkileri. M.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (Danışman: Prof. Dr. Ertan Tuzlacı).
44. Mutanyatta J, Bezabih M, Abegaz BM, Dreyer M, Brun R, Kocher N, Bringmann G. (2005). The first 6'-O-sulfated phenylanthraquinones: Isolation from *Bulbine frutescens*, structural elucidation, enantiomeric purity, and partial synthesis. *Tetrahedron*, 61 (2005): 8475–8484.
45. Gruenwald J, Brendler T, Jaenicke C. (2007). PDR for Herbal Medicines. 4th ed, Thomson Healthcare Inc, Montvale, p. 200.
46. Çubukçu B, Meriçli AH, Mat A, Sarıyar G, Sütülpınar N, Meriçli F. (2002). Fitoterapi Yardımcı Ders Kitabı. Üniversite Yayın, İstanbul.
47. Fu W, Chen J, Cai Y, Lei Y, Chen L, Pei L, Zhou D, Liang X, Ruan J. (2010). Antioxidant, free radical scavenging, anti-inflammatory and hepatoprotective potential of the extract from *Parathelypteris nipponica* (Franch.et.Sav.) Ching. *J Ethnopharmacol*, 130(3):521-8.

48. Dinis TCP, Madeira VMC, Almeida LM. (1994). Action of phenolic derivatives (acetoaminophen, salicylate and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers. *Arch Biochem Biophys*, 315: 161–169.
- İçinde: Çandöken E. (2008). Aloe vera (L.) Burm. Fil. (Sarısabır) Ekstresinin ve Bu Ekstreden Saflaştırılan Lektinin Antioksidan Aktivitesinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. İ.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (Danışman: Yrd.Doç. Dr. Nurten Özsoy).
49. Ak T. (2006). Curcumin'in Antioksidan ve Antiradikal Özelliklerinin İncelenmesi. AÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, (Danışman: Yrd.Doç. Dr. İlhami Gülçin).
50. Barros L, Heleno AS, Carvalho AM, Ferreira ICFR. (2009). Systematic evaluation of the antioxidant potential of different parts of *Foeniculum vulgare* Mill. from Portugal. *Food Chem Toxicol*, 47: 2458–2464.
51. Mata AT, Proença C, Ferreira AR, Serralheiro MLM, Nogueira JMF, Araujo MEM. (2006). Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of five plants used as Portuguese food spices. *Food Chem*, 103 (2007): 778–786.
52. Motamed SM, Naghibi F. (2009). Antioxidant activity of some edible plants of the Turkmen Sahra region in northern Iran. *Food Chem*, 119 (2010): 1637–1642.
53. Ismail KA, Hamdan M, Delaimy KA. (2006). Antioxidant and anti *Bacillus cereus* activities of selected plant extracts. *Jordan J Agr Sci*, 2(2).
54. Lindsey KL, Motsel ML, Jager AK. (2002). Screening of South African food plants for antioxidant activity. *JFS*, 67(6).
55. Thring TSA, Hili P, Naughton DP. (2009). Anti-collagenase, anti-elastase and anti oxidant activities of extracts from 21 plants. *BMC Compl Alternative Med*, 9:27.
56. Borchardt JR, Wyse DL, Sheaffer CC, Kauppi KL, Fulcher RG, Ehlke NJ, Biesboer DD, Bey RF. (2009). Antioxidant and antimicrobial activity of seed from plants of the Mississippi river basin. *J Med Plants Res*, 3(10): 707-718.

57. Pieroni A, Janiak V, Dürr CM, Lüdeke S, Trachsel E, Heinrich M. (2002). *In vitro* antioxidant activity of non-cultivated vegetables of Ethnic Albanians in Southern Italy. *Phytother Res*, 16: 467–473.
58. Conforti F, Marrelli M, Carmela C, Menichini F, Valentina P, Uzunov D, Statti GA, Duez P, Menichini F. (2011). Bioactive phytonutrients (omega fatty acids, tocopherols, polyphenols), *in vitro* inhibition of nitric oxide production and free radical scavenging activity of non-cultivated Mediterranean vegetables. *Food Chem*, Article in Press, DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.05.085.
59. Danijela AK, Snezana SM, Milan NM, Aleksandra RZ, Jasmina MV, Aleksandra SD, Sasa SR. (2010). Phenolic contents, antioxidant and antimicrobial activity of *Papaver rhoeas* L. extracts from Southeast Serbia. *J Med Plants Res*, 4(17): 1727-1732.

9. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Turgut	Soyadı	TAŞKIN
Doğum Yeri	Tuzluca	Doğum Tarihi	26.03.1984
Uyruğu	T.C.	TC Kimlik No	55672660816
E-mail	turguttaskin@marmara.edu.tr	Tel	5063069982

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Marmara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı	2011
Lisans	Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, Biyoloji Bölümü	2007
Lise	Mehmet Akif Ersoy Lisesi	2002

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*
İngilizce	İyi	Orta	Orta

Yabancı Dil Sınav Notu								
KPDS	ÜDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE
	77.50							

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Microsoft Office Word	İyi
Microsoft Office Power Point	İyi
Microsoft Office Picture Manager	İyi
Microsoft Office Excell	İyi
Paint	İyi

