



T. C.

**ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

***Sambucus ebulus* L. BİTKİSİNİN FARKLI KISIMLARININ
BİYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN İNCELENMESİ**

MERVE YAĞCIOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI**

ORDU 2024

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

MERVE YAĞCIOĞLU

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünün B-2309 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Sambucus ebulus L. BİTKİSİNİN FARKLI KISIMLARININ BİYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN İNCELENMESİ

MERVE YAĞCIOĞLU

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 105 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. TUĞBA BAYRAK ÖZBUCAK)

Bu çalışmada antropojenik faktörlerden ve çevresel kirleticilerden uzak bir ormanlık alandan, antropojenik faktörlerin etkisinde olan alan şehir içinden ve elektromanyetik radyasyona maruz olan baz istasyonu (radyasyon) yakınından çiçeklenme döneminde toplanan *Sambucus ebulus* örneklerinin yaprak/çiçek/meyve kısımlarında enzimatik olmayan (toplam fenolik madde içeriği, DPPH radikalini giderme aktivitesi, Fe²⁺ ile şelat oluşturma ve demir indirgeme gücü aktivitesi), enzimatik antioksidan aktivite (süperoksit dismutaz, katalaz ve askorbat peroksidaz aktivitelerinin ölçümü) ile enzim inhibisyon potansiyelleri (asetilkolinesteraz, butirilkolinesteraz, tirozinaz enzim inhibisyonları ve lipid peroksidasyon inhibisyonu) belirlenmiştir. Ayrıca bitkinin yaprak, çiçek ve meyve kısımlarındaki protein içerikleri ile habitatların toprak özellikleri belirlenerek karşılaştırılmıştır.

Yapılan iki yönlü Anova testleri sonucunda bölge ve bitki kısmı ortak etkisi açısından toplam fenolik madde, DPPH radikalini giderme aktivitesi, Fe²⁺ ile şelat oluşturma ve protein içeriği değerleri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bununla beraber, süperoksit dismutaz aktivitesi ile tirozinaz enzim inhibisyonunun bitki kısmı değişkeni, askorbat peroksidaz aktivitesinin ise bölge değişkeni açısından istatistiki olarak anlamlı bir fark gösterdiği tespit edilmiştir. Toprak analiz sonuçlarına göre her üç habitat, miktarları değişmekle birlikte, hafif alkali, az tuzlu, potasyum (K), fosfor (P) kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg), bakır (Cu) açısından benzer özelliklere sahiptir. Organik madde ve kireç açısından en zengin bölge şehir içi bölgesidir.

Anahtar Kelimeler: Baz İstasyonu, Enzimatik Antioksidan, Enzimatik Olmayan Antioksidan, Enzim İnhibisyonu, Orman, Protein, *S. ebulus*

ABSTRACT

INVESTIGATION OF BIOLOGICAL ACTIVITIES OF DIFFERENT PARTS OF SAMBUCUS EBULUS L PLANT

MERVE YAĞCIOĞLU

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES

DEPARTMENT OF MOLECULAR BILOGY AND GENETICS

MASTER THESIS, 105 PAGES

(SUPERVISOR: PROF. DR. TUĞBA BAYRAK ÖZBUCAK)

In this study, the non-enzymatic (total phenolic matter content) in the leaf/flower/fruit parts of *Sambucus ebulus* samples collected during the flowering period from a forest area away from anthropogenic factors and environmental pollutants, from an area under the influence of anthropogenic factors in the city and from near a base station (radiation) exposed to electromagnetic radiation, DPPH radical scavenging activity, Fe²⁺ chelating and iron reducing power activity), enzymatic antioxidant activity (measurement of superoxide dismutase, catalase and ascorbate peroxidase activities) and enzyme inhibition potentials (acetylcholinesterase, butyrylcholinesterase, tyrosinase enzyme inhibition and lipid peroxidation inhibition) were determined. In addition, protein contents in leaves, flowers and fruits of the plant and soil properties of the habitats were determined and compared.

As a result of two-way ANOVA tests, total phenolic matter, DPPH radical scavenging activity, chelating with Fe²⁺ and protein content values were found to be statistically significant in terms of the joint effect of region and plant part. However, superoxide dismutase activity and tyrosinase enzyme inhibition showed a statistically significant difference in terms of plant part variable and ascorbate peroxidase activity showed a statistically significant difference in terms of region variable. According to the soil analysis results, all three habitats have similar characteristics in terms of slightly alkaline, slightly saline, potassium (K), phosphorus (P), calcium (Ca) and magnesium (Mg), copper (Cu), although the amounts vary. The richest region in terms of organic matter and lime is the inner-city region.

Keywords: Base Station, Forest, Enzymatic Antioxidant, Enzyme Inhibition, Non-Enzymatic Antioxidant, Protein, *S. ebulus*

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans dönemim ve tez çalışmam boyunca her zaman güleryüzü ve samimiyetiyle destek ve yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübeleriyle beni her zaman yönlendiren, emeğini asla ödeyemeyeceğim çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Tuğba BAYRAK ÖZBUCAK' a,

Tezde yer alan kimyasal çalışmaların yapılmasındaki katkılarından ve her zaman güleryüzü ile çalışan Kimya bölümü öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Melek ÇOL AYVAZ'a, laboratuvar çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma Görevlisi Sayın Dr. Sezen KULAÇ'a, tezimin istatistiki analizlerinin gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesindeki yardımlarından dolayı Ordu Üniversitesi Matematik bölümü Araştırma Görevlisi Sayın Davut CANLI'ya, teşekkür ederim.

Ayrıca tüm hayatım boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, her zaman yanımda olan canım annem Salime YAĞCIOĞLU'na ve artık bedenen yanımda olamayacak olsa da benimle her zaman gurur duyduğuna inandığım canım babam Cemal YAĞCIOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VII
ÇİZELGE LİSTESİ	IX
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	XI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	12
2.1 <i>Sambucus ebulus</i> L. Bitkisi ile İlgili Çalışmalar	12
2.2 Elektromanyetik Radyasyon ile İlgili Çalışmalar	16
3. MATERYAL ve YÖNTEM	19
3.1 Materyal	19
3.1.1 Bitki	19
3.2 Yöntem.....	20
3.2.1 Örneklerin Toplanması.....	20
3.2.2 Çalışma Alanının Genel Özellikleri	21
3.2.3 Çalışma Alanının İklimsel Özellikleri	23
3.2.4 Örneklerin Kurutulması ve Ögütülmesi	24
3.2.5 Örneklerin Dondurulması ve Ögütülmesi	25
3.2.6 Laboratuvar Çalışmaları.....	27
3.2.6.1 Bitki Ekstraktlarının Hazırlanışı	27
3.2.6.2 Protein Analizi	28
3.2.6.3 Toplam Fenolik Madde Tayini.....	29
3.2.6.4 DPPH Radikali Giderme Aktivitesinin Tayini.....	30
3.2.6.5 Demir (III) İndirgeme (FRAP) Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Tayini....	31
3.2.6.6 Fe ⁺² ile Şelat Oluşturma Aktivitelerinin Belirlenmesi	32
3.2.6.7 Askorbat Peroksidaz (APX) Aktivitesinin Belirlenmesi	33
3.2.6.8 Katalaz Aktivitesinin Belirlenmesi	33
3.2.6.9 Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesinin Belirlenmesi	33
3.2.6.10 Ekstraktların Lipid Peroksidasyonu Üzerindeki İnhibisyon Potansiyelinin İncelenmesi	34
3.2.6.11 Ekstraktların Asetilkolinesteraz ve Butirilkinesteraz İnhibitör Potansiyelleri	34
3.2.6.12 Ekstraktların Tirosinaz İnhibitör Potansiyelleri	35
3.2.6.13 Toprak Analizi	35
3.2.6.14 İstatistiksel Analizler.....	35
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	36
4.1 Enzimatik Olmayan Antioksidan Aktivite	36
4.1.1 Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g numune)	36
4.1.2 DPPH Radikali Giderme Aktivitesi	40
4.1.3 Fe ⁺² ile Şelat Oluşturma Aktivitesi	42
4.1.4 Fe ⁺²⁺³ İndirgeme Gücü Aktivitesi (µmol TXE/g)	45
4.2 Enzimatik Antioksidan Aktivite.....	48

4.2.1 Süperoksit Dismutaz Aktivitesi	49
4.2.2 Askorbat Peroksidaz Aktivitesi	51
4.2.3 Katalaz Aktivitesi	53
4.3 Enzim İnhibisyon Potansiyelleri	56
4.3.1 Asetilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%)	57
4.3.2 Butirilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%)	59
4.3.3 Tirosinaz Enzim İnhibisyonu (%)	61
4.3.4 Lipid Peroksidasyonu İnhibisyonu (%).....	63
4.4 Azot İçeriği (%).....	65
4.5 Protein İçeriği (%).....	68
4.6 Toprak Analizi Sonuçları	71
4.7 Tartışma	72
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	85
6. KAYNAKLAR	88
ÖZGEÇMİŞ	105

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 <i>Sambucus ebulus</i> L. Bitkisinin a- Genel Görünüşü, b- Ülkemizdeki Dağılışı	20
Şekil 3.2 Toplanan <i>S. ebulus</i> L. Yaprakları	20
Şekil 3.3 Toplanan <i>S. ebulus</i> Çiçekleri	20
Şekil 3.4 Toplanan <i>S. ebulus</i> Meyveleri	21
Şekil 3.5 Ordu İli Haritası	21
Şekil 3.6 Ulubey Haritası	21
Şekil 3.7 Ormanlık Alan	22
Şekil 3.8 Şehir İçi	22
Şekil 3.9 Radyasyon (Baz İstasyonu) Alanı	23
Şekil 3.10 Kurutulan <i>S. ebulus</i> Bitki Kısımları	24
Şekil 3.11 Öğütülen <i>S. ebulus</i> Bitki Kısımları	25
Şekil 3.12 Dondurulan <i>S. ebulus</i> Yaprakları	25
Şekil 3.13 Öğütülen <i>S. ebulus</i> Yaprakları	25
Şekil 3.14 Dondurulan <i>S. ebulus</i> Çiçekleri	26
Şekil 3.15 Öğütülen <i>S. ebulus</i> Çiçekleri	26
Şekil 3.16 Dondurulan <i>S. ebulus</i> Meyveleri	26
Şekil 3.17 Öğütülen <i>S. Ebulus</i> Meyveleri	26
Şekil 3.18 Öğütülen Bitki Kısımlarının Santrifüjlenmesi	27
Şekil 3.19 Çalkalamalı Su Banyosunda Ekstrakte Edilen Bitki Örnekleri	28
Şekil 3.20 Evaporatör Yardımıyla Çözücünün Uzaklaştırılması	28
Şekil 3.21 Kjeldahl Yöntemi ile Bitki Örneklerinin Azot Konsantrasyonlarının Belirlenmesi (a; Yakma Ünitesi, b; Distilasyon Ünitesi, c; Titrasyon Aşaması)	29
Şekil 3.22 Fenolik Madde Tayini İşleminde Absorbans Okuması Öncesi Tüp İçeriklerinin Görüntüsü	29
Şekil 4.1 Örneklerin Toplam Fenolik İçerik Miktarlarının Hesaplanması İçin Çizilen Gallik Asit Kalibrasyon Grafiği	39
Şekil 4.2 Fenolik (mg GAE/g) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği	39
Şekil 4.3 DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği	42
Şekil 4.4 Fe ⁺² İle Şelat Oluşturma (%) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği	45
Şekil 4.5 Troloks Kalibrasyon Grafiği	47
Şekil 4.6 Fe ⁺³ İndirgeme Gücü Aktivitesi (µmol TXE/g) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği	48
Şekil 4.7 Süperoksit Dismutaz Aktivitesi Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği	51
Şekil 4.8 Askorbat Peroksidaz Aktivitesi Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği	53
Şekil 4.9 Katalaz Aktivitesi Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği	56
Şekil 4.10 Asetilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği	59
Şekil 4.11 Bütirilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği	60

Şekil 4.12 Tirozinaz Enzim İnhibisyonu (%) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği	63
Şekil 4.13 Lipid Peroksidasyonu İnhibisyonu (%) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği	65
Şekil 4.14 Azot İçeriği % (N/g) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği	67
Şekil 4.15 Protein İçeriği % (N/g) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği.....	70

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1	Ulubey İlçesine Ait İklim Diyagramı	24
Çizelge 3.2	Toplam Fenolik Madde Tayininde Yapılan Pipetlemeler	30
Çizelge 3.3	DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesinin Tayininde Yapılan Pipetlemeler.....	30
Çizelge 3.4	FRAP Metodu ile Antioksidan Aktivite Tayini İçin Yapılan Pipetlemeler	31
Çizelge 3.5	Fe ⁺² ile Şelat Oluşturma Aktivite Tayini İçin Yapılan Pipetlemeler.....	32
Çizelge 3.6	Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesinin Tayini İçin Yapılan Pipetlemeler.....	34
Çizelge 4.1	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/g) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları	37
Çizelge 4.2	Toplam Fenolik Madde İçeriği (mg GAE/g) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları.....	38
Çizelge 4.3	DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları	40
Çizelge 4.4	DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi (IC ₅₀ ; mg/mL) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları.....	41
Çizelge 4.5	Fe ⁺² ile Şelat Oluşturma (%) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları ..	43
Çizelge 4.6	Fe ⁺² İle Şelat Oluşturma (%) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları	44
Çizelge 4.7	Fe ³ İndirgeme Gücü Aktivitesi (µmol TXE/g) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları	46
Çizelge 4.8	Fe ⁺³ İndirgeme Gücü Aktivitesi (µmol TXE/g) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları.....	47
Çizelge 4.9	Süperoksit Dismutaz Aktivitesi İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları	49
Çizelge 4.10	Süperoksit Dismutaz Aktivitesi (Ünite) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları	50
Çizelge 4.11	Askorbat Peroksidaz Aktivitesi İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları	52
Çizelge 4.12	Askorbat Peroksidaz Aktivitesi İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları	53
Çizelge 4.13	Katalaz Aktivitesi İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları.....	54
Çizelge 4.14	Katalaz Aktivitesi İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları.....	55
Çizelge 4.15	Asetilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları	58
Çizelge 4.16	Asetilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları.....	58
Çizelge 4.17	Butirilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları	59
Çizelge 4.18	Butirilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları.....	60
Çizelge 4.19	Tirosinaz Enzim İnhibisyonu (%) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları	62

Çizelge 4.20 Tirosinaz Enzim İnhibisyonu (%) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları	62
Çizelge 4.21 Lipid Peroksidasyonu İnhibisyonu (%) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları	64
Çizelge 4.22 Lipid Peroksidasyonu İnhibisyonu (%) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları	65
Çizelge 4.23 Azot İçeriği %(N/g) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları.....	66
Çizelge 4.24 Azot İçeriği %(N/g) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve İkili Karşılaştırma Analiz Sonuçları.....	67
Çizelge 4.25 Protein İçeriği %(N/g) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları.....	68
Çizelge 4.26 Protein İçeriği %(N/g) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve İkili Karşılaştırma Analiz Sonuçları.....	70
Çizelge 4.27 Toprak Analizine Yönelik Bulgular	71

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

%	:	Yüzde
%I	:	Yüzde İnhibisyon Değeri
<	:	Küçüktür
>	:	Büyüktür
µg	:	Mikrogram
µL/µl	:	Mikrolitre
µmol	:	Mikromol
ABAP	:	Advanced Business Application Programming
Ach	:	Asetilkolin
AChE	:	Asetilkolin Esteraz
AD/AH	:	Alzheimer Hastalığı
ALS	:	Amyotrofik Lateral Skleroz
ANOVA	:	Varyans Analizi
APX	:	Askorbat Peroksidaz
BCh	:	Bütirilkolin
BChE	:	Bütirilkolin Esteraz
Bq	:	Becquerel (Radyasyon Birimi)
CAT	:	Katalaz
CENELEC	:	Avrupa Elektrik Standardizasyon Kuruluşu
ChE	:	Kolinesteraz
Cm	:	Santimetre
CNS	:	Merkezi Sinir Sistemi
Cu	:	Bakır
Da/da	:	Dekar
Dk	:	Dakika
DPHH	:	1,1-difenil 2-pikril hidrazil
DTPA-ICP	:	İndüksiyonla Birleştirilmiş Dietilentriamin Penta Asetik Asit
EDTA	:	Etilendiamin Tetraasetik Asit
EMF	:	Elektromanyetik Alan
EMF-r	:	Yüksek Elektromanyetik İndüksiyon
EMR	:	Elektromanyetik Radyasyon
F	:	İstatistiksel Fark
FAO	:	Gıda ve Tarım Örgütü
FCR	:	Folin Ciocalteu Reaktifi
Fe	:	Demir
FeCl₂	:	Demir (II) Klorür
FRAP	:	Demir (III) İndirgeme Antioksidan Kapasitesi
G	:	Gram
GA	:	Gallik Asit
GAE	:	Gallik Asit Eşdeğeri
GHz	:	Gigahertz
GPX	:	Glutasyon Peroksidaz

H₂O	:	Dihidrojen Monooksit
H₂O₂	:	Hidrojen Peroksit
HCl	:	Hidroklorik Asit
HSV-1	:	Herpes Simpleks Virüs
IC50	:	Enzim Aktivitesini Yarıya Düşüren İnhibitör Konsantrasyonu
ICNIRP	:	Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon Koruması Komisyonu
ICRP	:	Uluslararası Radyasyon Koruması Komisyonu
ITU	:	Uluslararası Telekomünikasyon Birliği
K	:	Potasyum
kg	:	Kilogram
KO	:	Kareler Ortalaması
KT	:	Kareler Toplamı
L.	:	Carl Linnaeus
L-DOPA	:	Levodopa
LOO-	:	Lipid Peroksitleri
m	:	Metre
MDA	:	Malondialdehit
mg	:	Miligram
Mg	:	Magnezyum
MHz	:	Megahertz
mL/ml	:	Mililitre
mm	:	Milimetre
mM	:	Milimolar
mmol	:	Milimol
Mn	:	Mangan
N	:	Azot
Na₂CO₃	:	Sodyum Karbonat
NBT	:	Nitrotetrazolium Blue Chloride
nm	:	Nanometre
O₂	:	Oksijen
°C	:	Derece Celcius
P	:	Fosfor
PD	:	Parkinson Hastalığı
pH	:	Power of Hydrogen
PIH	:	Postinflamatuar Hiperpigmentasyon
POD	:	İndüksiyonla Birleştirilmiş Dietilentriamin Penta Asetik Asit
ppm	:	Milyonda bir birim (parts per million)
PrxR	:	Peroksiedoksin
RF	:	Radyo Frekansı
ROS	:	Serbest Oksijen Radikalleri
ROT	:	Reaktif Oksijen Türleri
rpm	:	Revolutions per minute (Dakikadaki Devir Sayısı)
SAR	:	Özgül Soğurma Değeri
SC₅₀	:	DPPH radikalinin % 50 temizlenmesine neden olan numune konsantrasyonu

sd	:	Serbestlik Derecesi
sig	:	Significance (Anlamlılık)
SJ6	:	Basmati Pirinç
SOD	:	Süperoksit Dismutaz
SPSS	:	Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı
T2DM	:	Tip 2 Diabetes Mellitus
TE	:	Troloks Eşdeğeri
TPTZ	:	Tripiridiltriazin
TXE	:	Troloks Eşdeğeri
UAEA	:	Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu
UV	:	Ultraviyole
WHO	:	Dünya Sağlık Örgütü
WLAN	:	Kablosuz Yerel Alan Ağı
Zn	:	Çinko

1. GİRİŞ

Canlılar aleminin önemli bir kısmını oluşturan bitkiler ekosistemin primer üreticileridir. Azot, fosfor, potasyum, kalsiyum vb. maddeleri yaşadıkları ortamdan alırlar. Besin maddeleri ve karbondioksit gibi hammaddeleri kullanarak kendileri ve diğer canlılar için besin sentezleyen yeşil bitkiler, yalnızca birincil üreticiler değil, aynı zamanda oksijen ve karbondioksit depolama gibi önemli işlevleri de yerine getiren canlılardır. Ekosistemin dengesini sağladıklarından dolayısıyla dünyanın sıcaklığını da düzenlenlerler. Bunların yanında ekosistemin sürdürülebilir olması için üstlendikleri pek çok ekolojik işlevleri de bulunmaktadır. Canlılar buldukları ortamda fiziksel, kimyasal, edafik ve iklimsel faktörlerin etkilerine maruz kalmaktadırlar. Canlıları hayat devrelerinin en az bir fazında direkt ya da indirekt olarak etkileyen ortamın her elemanına ekolojik faktör denir. Bu faktörler bitkilerin yeryüzüne dağılışlarını, fizyolojilerini, morfolojilerini, anatomilerini ve bunlar gibi birçok özelliklerini etkilemektedirler (Kılınç ve Kutbay, 2008). Ekolojik faktörler biyotik ve abiyotik olmak üzere 2 grupta toplanmaktadır. Abiyotik faktörleri; edafik faktörler, iklimsel faktörler (ışık, sıcaklık, su, atmosfer nemi) ve topografik faktörler (yükseklik, topografya, yön ve eğim) oluşturmaktadır (Anonim, 2018). Bir yerde doğal bitki örtüsünün yayılışında toprak, iklim ve topografik özellikler önemli rol oynamaktadır (Gül ve ark., 2012).

İnsanoğlu bu kadar çok özelliği olan bitkilerden ilk çağlardan itibaren beslenme, barınma, ısınma ve hastalıkların tedavisi gibi farklı amaçlar için faydalanmışlardır (Anonim, 2005). Bitkilerin özellikle tıbbi olarak kullanılması ile insanlık tarihi boyunca birçok hastalık tedavi edilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), dünya nüfusunun %80'ine yakın bir kısmının geleneksel tedavi yollarını kullanarak sağlık problemlerini öncelikle bitkisel droglarla gidermeye çalıştıklarını bildirmektedir (Kumar, 2009). Bitkilerin tıbbi amaçlı kullanımı ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre değişmektedir. Gelişmekte olan ülkelerdeki insanların büyük kısmı bitki kökenli ürünlerle tedavi edilmektedir. Bununla beraber gelişmiş ülkelerde bu pay daha düşüktür. Gelişmiş ülkelerde reçeteli ilaçların tahminen %25'i bitkiseldir (Farnsworth ve ark., 1985). Günümüzde şifalı bitki pazarının yıllık yaklaşık 60 milyar dolar değerinde olduğu düşünülmektedir (Kumar, 2009). Tıbbi ve bitki kullanım

alanlarının gelişmesi, organik ürünlere ilginin artması ve suni ilaçların ciddi yan etkileri bu bitkilerin kullanımını her geçen gün artırmıştır. Refah düzeyi arttıkça ve modern insanın yaşam tarzı değişikçe tıbbi ve aromatik bitkilerin farklı sektörlerde kullanımını da giderek artmaktadır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011). Dünyada bulunduğu tahmin edilen bitki tür sayısının yarısı kadarı yaklaşık beş yüz bini isimlendirilmiş ve gruplandırılmıştır. Tıbbi amaçlarla kullanılan bitkilerin sayısı eski çağlardan beri giderek artmaktadır. WHO'nun bazı yayınlara dayanarak hazırladığı araştırmaya göre 20.000'e yakın bitkinin bu amaçlarla kullanıldığı gösterilmiştir. Anadolu coğrafi, iklimsel ve topografik çeşitlilikten kaynaklanan yaşam ortamlarının çeşitliliği ve Anadolu kıtasının jeolojik dönemlerdeki gelişimi sayesinde bitki türü ve endemik bitki zenginliği açısından dünyadaki sayılı ülkelerden biridir.

Türkiye Florası türce zengin cinsler ve cins açısından zengin familyalardan oluşmuştur (Güner ve ark., 2012). Ülkemizde tıbbi amaçlı kullanılan bitkilerin tam sayısı bilinmemekle birlikte, tıbbi amaçlı kullanılan bitki sayısı 500, ihracat potansiyeli ise 200 civarında tıbbi ve baharat bitkisi olduğu tahmin edilmektedir (Baytop, 1999). Türkiye tıbbi ve aromatik bitkiler bakımından dünyanın en zengin ülkelerinden birisidir. Sahip olduğu iklimsel ve ekolojik özellikleri ile zengin florası nedeniyle özellikle tıbbi ve aromatik bitkiler açısından büyük bir ekonomik potansiyele sahiptir (Bayramoğlu ve ark., 2009). Ülkemizde doğadan toplanıp değerlendirilen 347 türün bulunduğu ve bunların %30'unun yurt dışına satıldığı bilinmektedir (Özhatay ve Koyuncu, 1998). Son yıllarda nüfus artışına bağlı olarak gıda ihtiyacının artışı ve gelişen teknolojiyle birlikte, insanlar bitkilerin farklı kısımlarını (kök, sap, yaprak, çiçek) incelemekte ve çeşitli alanlarda hammadde olarak değerlendirmektedir (Yücel, 2010). Tıbbi ve aromatik bitkiler yönüyle çok zengin bir biyoçeşitlilik gösteren Türkiye florası ilaç, aroma, parfüm, kozmetik, gıda ve boya preparatlarında yer alacak çok sayıda biyoaktif moleküllere sahip olmakla birlikte bu zenginlikten ekonomik anlamda yeterince faydalanılmamaktadır (Baydar, 2019). Bu noktada tıbbi ve aromatik bitkilerin aktif moleküllerinin ekonomik fayda sağlayacak şekilde çalışmalar yapılarak bitkisel ilaç geliştirme yöntem ve teknikleri geliştirilmelidir.

Bitkilerin yetiştiği iklim koşullarına ve yapılan agronomik uygulamalara göre bitkilerdeki etken maddelerin niteliği ve miktarı değişmektedir (Yaldız ve ark., 2017).

Bitkiler savunma, korunma, ortama uyum ve hayatta kalabilmek için etkin bir şekilde sekonder metabolitler üretirler. En önemli sekonder metabolit grupları alkaloidler, terpenoidler, fenolik bileşikler, antosiyaninler, taninler, saponinler ve uçucu yağlardır. Çoğu bitki ekonomik açıdan önemli organik kimyasalları (alkaloidler, terpenler, fenolik bileşikler, bitki aminleri ve glikozitler vb.) biriktirir ve farklı uygulamalar için hammadde oluşturur (Oskay ve Oskay, 2009). Bitkisel besinlerin tamamı farklı miktarlarda ve özelliklerde farklı fenolik bileşikler içerir (Belitz ve Grosch, 1995). Bitkilerde en yaygın olarak bulunan sekonder metabolit grubu fenolik bileşiklerdir. Bugüne kadar yapısı belirlenen binlerce fenolik bileşik bulunmaktadır ve sürekli yenileri keşfedilmektedir (Cemeroğlu, 2004; Kafkas ve ark., 2006). Bitkilerde yaklaşık 8.000 çeşit fenolik bileşik bulunduğu tahmin edilmektedir. Fenolik bileşikler bitkilerin meyve, sebze, tohum, çiçek, yaprak, dal ve gövde gibi çeşitli kısımlarında bulunmaktadır (Bilaloğlu ve Harmandar, 1999; Coşkun, 2006; Aydın ve Üstün, 2007).

Bitki fenolik bileşikleri bir ya da daha fazla sayıda hidroksil grubuna sahip aromatik yapılar olup iki gruba ayrılırlar. Bunlar fenolik asitler ve flavonoidlerdir (Ardağ, 2008). Flavonoidler bitkisel çaylarda, sebze ve meyvelerde doğal olarak bulunan polifenolik antioksidanlardır. Fenolik asitler ise meyve ve sebzelerin lezzetinin şekillenmesinde, özellikle iki önemli lezzet unsuru olan acılık ve burukluğun oluşmasında etkilidir. Bazıları da meyve ve sebzelere sarı, sarı-kahverengi ve kırmızımsı-mavi renk verir (Bilaloğlu, 1999; Anonim 2006; Zor, 2007; Güngör, 2007).

Serbest radikaller oldukça aktif bileşikler olup hayati faaliyetler esnasında ya da solunum, otooksidasyon reaksiyonları gibi endojen kaynakların ve çeşitli hava kirliliği, UV, ksenobiyotikler gibi çevresel kaynakların bir sonucu olarak ortaya çıkabilir (Young ve Woodside, 2001; Eken, 2007). Serbest radikaller ve diğer reaktif oksijen türleri insan vücudunda sürekli olarak mevcuttur. Serbest radikaller etkisiz hale getirilmediği takdirde vücuttaki hücre zarı proteinlerini yok ederek hücreleri öldürür, zar lipitlerini ve proteinlerini yok ederek hücre zarını sertleştirir ve hücre fonksiyonuna müdahale eder, nükleer zarı kırar ve DNA'yı parçalayarak çekirdekteki genetik materyali etkiler. Mutasyonlara açık hale getirir, bağışıklık hücrelerini yok eder ve bağışıklık sistemine zarar vererek bağışıklığın azalması gibi ciddi zararlara neden olabilirler (Serteser ve Gök, 2003). Bu dengesiz serbest radikal saldırısına ve

hücre zarlarının tahrip olmasına "oksidatif stres" denir. Oksidatif stres, reaktif oksijen ve reaktif nitrojen bileşiklerinin (çoğunlukla serbest radikaller) aşırı üretimi ile tetiklenir ve bu durum oksidatif hasara, doku hasarına, mutasyonlara ve hücre ölümüne neden olabilir (Ardağ, 2008).

Serbest radikalleri bağlayıp onların neden olduğu oksidayonu önleyen stabilize etme özelliğine sahip maddelere "antioksidanlar" denir. Antioksidanlar, radikal oluşumunu sınırlamak, radikal reaksiyonları durdurmak, oluşan radikalleri nötralize etmek ve hasarlı molekülleri uzaklaştırmaktan sorumlu moleküllerdir. Serbest radikalleri bağlayarak veya nötralize ederek olası vücut hasarını en aza indirir, bu da yaşlanmayı yavaşlatır (Anti-aging). Günümüzde en çok kullanılan antioksidanlar arasında koenzim Q-10, Beta-karoten, likopen, C, E vitaminleri, çinko, selenyum ve manganez gibi organik ve inorganik maddeler bulunmaktadır (Koca ve Karadeniz, 2003; Çelik, 2009). Bitkiler ikincil metabolitler, özellikle flavonoidler nedeniyle yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir (Yashin ve ark., 2017). Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen doğal antioksidan ürünlere ilginin son yıllarda arttığı görülmektedir. Günümüzde zararlı etkileri nedeniyle birçok ülkede sentetik antioksidanların kullanımları kısıtlanmıştır. Bu nedenle doğal antioksidanların önemi giderek artmış ve araştırmacıların araştırma konusu haline gelmiştir (Mejia ve diğerleri, 1988; Chanda ve Dave, 2009; Sentkowska ve diğerleri, 2014; Stankovic ve diğerleri, 2016). Serbest oksijen radikallerinin zararlarına karşı insan vücudunu korumada doğal ve fenolik bileşiklerce zengin sebze ve meyvelerin faydalı olduğu bilinmektedir. Vücudun savunma sisteminin düzenli ve dengeli bir şekilde alınacak antioksidan bileşikler ile desteklenmesi gerekmektedir. Bu nedenle antioksidan alımında veya antioksidanlarla zenginleştirilmiş gıda alımları giderek önem kazanmaktadır. Farmasötik ve gıda gibi farklı sektörlerden gelen talep doğrultusunda doğal bileşiklerin antioksidan aktiviteleri üzerinde yapılan bilimsel çalışmalar yoğun bir şekilde artmaktadır. Bitkisel kaynakların zengin çeşitliliği oksidatif hasara karşı koruma sağlayabilecek daha güvenilir ve daha sağlıklı antioksidanlar sunabilir. Bu nedenle araştırmacılar doğal kaynaklardan elde edilebilen yüksek antioksidan aktiviteli ekstraktları sentetik antioksidanların yerine kullanmayı hedeflemektedirler (İşbilir, 2008). Bitkiler; antioksidan sistemleri sayesinde çevresel stresin olumsuz etkilerine karşı mücadele edebilirler. Antioksidan sistem Süperoksit dismutaz,

Katalaz, Askorbat peroksidaz, Glutasyon peroksidaz, Glutasyon redüktaz, Dehidroaskorbat redüktaz, Monodehidroaskorbat redüktaz ve Guaiakol peroksidaz gibi enzimler ile Askorbik asit, Glutasyon, α –Tokoferol, Karotenoid ve Fenolik bileşikler gibi enzimatik olmayan antioksidanlardan oluşur (Kireççi, 2018).

Süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) enzimatik antioksidanlardır ve enzim savunma hattını oluştururlar (Valko ve ark., 2007; Pham-Hyu ve ark., 2008; Sen ve ark., 2010; Sen, 2011;). Süperoksit dismutaz (SOD), reaktif oksijen türlerine karşı ilk savunma hattıdır (Sen, 2010; Sen, 2011). Süperoksit dismutaz, süperoksit radikalini (O_2^-) hidrojen peroksit (H_2O_2) ve moleküler oksijene (O_2) katalize eden bir enzimatik antioksidandır. Hidrojen peroksit daha sonra ortamdan katalaz ile uzaklaştırılır (Young, 2001). Biyolojik sistemlerde hidrojen peroksit, süperoksitin (O_2^-) dismutasyonu ile üretilir. Bu reaksiyonda iki süperoksit molekülü iki proton alarak hidrojen peroksit ve moleküler oksijeni oluşturur. Bu reaksiyon süperoksit dismutaz enzimi tarafından katalize edilir veya kendiliğinden meydana gelir (Miao, 2009; Aslankoç ve ark., 2019). SOD'un üç farklı izoformu vardır. SOD enzim eksikliği yaygındır. SOD seviyelerindeki azalma serbest radikallerin oluşumunu hızlandırır. SOD seviyeleri yaşla birlikte azalır. Günlük SOD desteği bağışıklık sistemini koruyarak hastalık riskini ve yaşlanma sürecini azaltır. SOD kaynakları arasında lahanası, brüksel lahanası, buğday çimi, arpa çimi ve brokoli bulunur (Ighodaro, 2018).

Katalaz (CAT), her polipeptit alt birim yapısında bir ferriprotoporfirin içeren bir hemoproteindir. H_2O_2 moleküllerini sürekli takip eder ve yoğunlukları artar. CAT milyonlarca H_2O_2 molekülünü bir saniyede parçalayabilir (Ighodaro, 2018). CAT enziminin eksikliği veya mutasyonu çeşitli hastalık durumları ve anormalliklerle ilişkilidir. Çalışmalar, CAT gen aktivitesinde değişiklik ve genetik polimorfizm olan bireylerde oksidatif DNA hasarı ve kansere yatkınlığın arttığını, CAT'ı kodlayan gendeki polimorfizmler sonucu psikiyatrik bozuklukların geliştiğini göstermiştir (Zámocký ve Koller 1999; Khan ve ark., 2010). Yapılan başka çalışmalarda, düşük CAT düzeylerine sahip kişilerin tip 2 diyabete, hipertansiyona ve bazen ateroskleroz ve neoplaziye daha yatkın olduğu belirlenmiştir. CAT bu anlamda en çok çalışılan enzim sınıflarından birisidir ve birçok farklı organizmada antioksidan çalışmalarının temelini oluşturur (Chelikani, 2004; Góth ve ark., 2004).

Askorbat peroksidaz (APX) ise askorbat-glutasyon döngüsü sayesinde gerçekleşen hidrojen peroksit detoksifikasyonu işlemindeki diğer etkili enzimdir (Yaşar ve ark., 2008). Askorbat peroksidaz (APX) enzimi (EC 1.11.1.11, APX), büyük oranda bitki hücrelerinde üretilen H₂O₂'yi, H₂O ve O₂'ye katalize ederek H₂O₂'nin toksik düzeylerde birikmesini önler ve bitkilerde reaktif oksijen türlerinin homeostazisinde önemli rol oynar. Yüksek bitkilerde APX sitozolik, stromal, glikozomal ve tilakoid membrana bağlı olmak üzere dört izoformda bulunur ve bu izoformlar farklı stres koşullarına tepkiyi artırır (Bakır ve Yıldırım, 2022).

Sambucus yetiştirme alanı olarak kuzey yarımküreyle sınırlı bir bitkidir. Bu cinsin üyeleri gıda olarak, tıbbi bitki ve süs bitkisi olarak insanoğluna birçok fayda sağlamıştır (Valles ve ark., 2004). 2007 yılında Charlebois, bazılarını birinci yüzyıl civarında Yunan hekim Pedanius Dioscorides'in el yazması şeklinde yazmış olduğu Dioscorides'Materia Media kitabında bahsedilen mürverin tıbbi kullanımlarını incelemiştir (Charlebois, 2007). Birçok ülkede artan ticari ilgiye rağmen, mürverin gıda ve tıbbi yönden özelliklerine çok az dikkat edilmiştir. Ancak araştırmalar sonucunda antioksidan açısından zenginliği sayesinde hastalıkları önlediği arasında bir bağlantı kurulmuştur. Böylece mürverlere olan ilgi yeniden artmıştır (Willcox ve ark., 2004; Zafra-Stone ve ark., 2007). Sınıflandırmadaki yeri önceleri tartışmalı olsa da bu tartışmalar hafiflemiştir. Başlarda *Aaprifoliaceae* familyası içinde yer alan *Sambucus*, *Adoxaceae* familyası içinde yeniden sınıflandırılmıştır (Kaya ve ark., 2019). *Sambucus canadensis* L, *Sambucus palmensis* L, *Sambucus rasemosa* L, *Sambucus nigra* L, *Sambucus africana* L ve *Sambucus ebulus* L bu cinsin önemli türleridir (Shokrzadeh ve ark., 2009). *Sambucus canadensis* L. tatlı mürver olarak bilinir ve Kuzey Amerika'nın doğu kıyısında, özellikle Kanada'da yayılış gösterir. *Sambucus nigra* L. kara mürver adıyla bilinir ve Avrupa'da yayılış gösterdiğinden dolayı Avrupa mürveri olarak da bilinir. Mürverin en önemli türlerinden biri olup hem meyveleri hem de çiçekleri tıbbi ve gıda olarak kullanılır (Kaya ve ark., 2019). *S. nigra* L. (ağaç mürveri) ve *S. ebulus* (mürver otu) ülkemiz florasında bulunan türlerdir (Güner ve ark., 2014). *Sambucus ebulus* L. (*Adoxaceae*), sambucus (mürver) cinsinin 1-2 metre boylanabilen otsu bir türüdür. Yapraklar karşılıklı dizilişli ve teleksidir. Uzun, sürünücü ve dallanan rizomu ile karakterize edilen çok yıllık bir bitkidir. Zıt pinnat yaprakları ve 15-30 cm yaprak uzunlukları ile 5-9 yaprakçıkları ile karakterizedir. Çok sayıda beyaz (bazen

pembe) çiçek görülür (Rechinger, 1963; Tutin et al., 1964-1980). Nisan sonunda çiçeklenmeye başlar ve çiçeklenme dönemi Temmuz sonuna kadar devam eder bu dönemden sonra meyve oluşumu başlar sonbaharın sonunda olgunlaşan meyveler dökülür (Kozhuharov, 1992). Hem dişi hem erkek organlara sahip hermafrodit bir bitki olup böcekler ile tozlaşır. Gövde ve yapraklar sonbaharda kırmızıya döner. Kireçli topraklar dahil birçok toprak türünü tolere eder. Ancak en iyi nemli ve tınlı topraklarda gelişim gösterir. Güneşli bölgeleri tercih etse de hafif gölgeli alanlarda da yetişebilir. İlave olarak, alkali olmayan, nötr ve asidik olmayan koşullarda da büyüyebilir. Bitki çevre kirliliğine ve rüzgâra dayanıklı iken, deniz maruziyetine duyarlıdır (Rechinger, 1963; Tutin, 1980). Güçlü bir istilacıdır ve sürgünleri yoluyla yayılır. *S. ebulus* en önemli mürver türlerinden olup çiçek ve meyveleri gıda olarak kullanılmasının yanında Avrupa ve Batı Asya'da tıbbi olarak da kullanılmaktadır. Diğer türlere göre daha kısa boylu olduğu için (1-1.5 m) cüce mürver olarak da bilinir. *S. ebulus* beyaz renkli çiçeklere sahip olup diğer mürverlere göre gıda olarak daha az kullanılır. Ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren bu tür yaprak, çiçek, meyve gibi kısımlarıyla halk tıbbında oldukça yaygın olarak bilinmekte ve çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Ülkemizde, cüce mürver, bodur mürver, azıotu ve yabani mürver olarak adlandırılmaktadır. Ana vatanı Avrupa ve Batı Asya olup hemen hemen bütün Anadolu'da özellikle nemli çayırarda ve orman kenarlarında yetiştiği bilinmektedir. Bununla beraber, şehirler, yollar, demiryolları yakını, çalı içleri ile orman ve nehir yakınları gibi farklı habitatlarda yayılış göstermektedir. Yaprak, çiçek ve meyveleri tıp, gıda, eczacılık ve kimya alanında kullanılmaktadır. *Sambucus ebulus* L., yapraklarında uçucu yağ, şeker ve bazı organik asitler barındırmaktadır. Yapraklar ve meyveler müşhil şeklinde geleneksel olarak kullanılmakta, çiçekler ise terletici ve hafif yatıştırıcı bir etki göstermektedir. Meyvelerinde ise acılık hissi veren bir madde, tanen, şeker ve valerian asidinden başka bol miktarda renk maddesi bulundurmaktadır. Bitkinin meyvesinde bulunan doğal boya olarak kullanılabilen kromofor grubun antosiyaninlerin türevi olan sambusiyanin olduğu bilinmektedir. Bu bitkinin meyvelerinden mavi bir boya ve mürekkep elde edilir, kök suyu saçları boyamak için kullanılır. Aynı zamanda yaprakların fareleri ve köstebekleri kovduğu söylenir (Duke, 2002). Eski doğu tıbbında yaprakları arı ve ısırğan ısırıkları, artrit ve boğaz ağrısı tedavisinde uygulanmıştır (Ognyanov ve ark., 1979; Samsamshariat ve ark., 1981;

Zargari, 1981; Petkov, 1986; Mirhaydar, 1994; Guarrera, 1999; Yesilada ve ark., 1999; Tuzlacı ve Tolon, 2000; Ebrahimzadeh ve ark., 2007; Saravi ve Shokrzadeh, 2008). *S. ebulus* L. (cüce mürver) tıbbi bir bitkidir ve toksisitesi nedeniyle gıda olarak kullanım alanı sınırlıdır. Tümü olmasa da bazı *Sambucus* türlerinin yaprakları ve gövdeleri zehirlidir. Yapraklar kontakt dermatite neden olur. Bu türün meyvesinin bazı kişilerde mide rahatsızlığına neden olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, meyvenin içerebileceği herhangi bir toksin, çok düşük toksisiteye sahiptir ve meyve pişerek bozulduğunda yok edilir (Shokrzadeh ve Saravi, 2009). *S. ebulus* antioksidan, antikanser, antidiyabetik ve antidepresan özelliklere sahiptir (Cvetanović, 2020). Hem kökleri hem meyveleri hem de yapraklarının hücrede farklı tümörler üzerine antikanserojen etkileri vardır (Shokrzadeh ve ark., 2009). *Sambucus ebulus* meyveleri ayrıca α -amilaz ve α -glukosidazın inhibisyonu yoluyla antidiyabetik etkiler gösterir (Cvetanović, 2020). Diz osteoartriti olan hastalarda *S. ebulus* jelin klinik bulguları azalttığı bildirilmiştir (Jabbari ve ark., 2016; Mohammadghasemi ve ark., 2021). *S. ebulus*, tirozinaz enzimini inhibe eder ve bu nedenle melanin hiperpigmentasyonu ile ilgili cilt hastalıklarında kullanılabilir (Shokrzadeh, 2009; Mohammadghasemi ve ark., 2021). Doğal güzelliğe sahip olmanın yanı sıra geçmiş zamanlarda bazı toplumlarda sınıf ayrımına bile sebep olabilen cilt renginin olumsuz değişimi önemli bir deri problemidir. Tirozinaz veya polifenol oksidaz, bitki ve hayvan krallığında yaygın olan çok işlevli, bakır içeren, melanositlerde melanojenez sürecini büyük ölçüde etkileyen önemli bir düzenleyici enzimdir. Farklı biyopolimerlerin karışımı olan melanin, cildin ve saçın rengini belirler ve ayrıca zararlı UV radyasyonundan koruma sağlar. Tirozinaz katalizli standart kinon öncüsü, melanin pigmentinin sentezi için ayrıca kullanılır. Deride melanin pigmentinin aşırı üretimi ve birikmesi, güneş lekeleri, melazma, post inflamatuvar hiperpigmentasyon (PIH) gibi klinik durumlarda kendini belli eden dermatolojik "hiperpigmentasyon" gelişimine neden olur. Ayrıca vücuttaki hormonal dengesizlikten, yani Cushing hastalığı, Addison hastalığı ve Nelson sendromundan kaynaklanabilir. Arbutin ve kojik asit, cilt beyazlatmada kozmetik ürünlerde yaygın olarak kullanılan bilinen tirozinaz inhibitörleridir. Klinik olarak, bu de-pigmentleme ajanları, hiperpigmentasyon tedavisi için uygulanır. Bununla birlikte, kojik asit terapötik bir konsantrasyonda dermal duyarlılığa neden olurken, arbutin potansiyel sitotoksositeye sahiptir (Sarkar ve ark., 2013; Burnett ve ark., 2010; Zhu ve Gao, 2008).

Tirosinaz inhibitörleri aynı zamanda kozmetik alanda açıklık arttırıcılar olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Dünya nüfusunun yaklaşık %15'i cilt beyazlatma ajanlarını kullanır. Bitki özlerinin ve bunların türetilmiş fito-bileşenlerinin kullanılması, hiperpigmentasyonun kontrol edilmesi için muhtemel bir geleceğe sahiptir (Mukherjee ve Wahile, 2006; Zhu ve Gao, 2008; Sarkar ve ark., 2013). Tirosinaz inhibitörleri ROT'ni temizlemekte ve UV radyasyonuna bağlı deri kanserinden, örneğin melanomdan koruma sağlamada eşit derecede değerlidir (Mukherjee ve ark., 2011; Rao ve ark., 2013). Kimyasal olarak melaninler değişken yapılara sahiptir, ancak ana yapısı fenolik öncüllerin oksidasyonundan türetilir. L-tirozin ve L-Dopa'nın oksidasyonu, tirosinaz tarafından katalize edilen melanojenezin ilk basamağıdır. Bu ilk adım, melanin sentezinde hız sınırlayıcı adımdır (Chang, 2009). Böylece, tirosinaz inhibitörleri, melanin sentezinin inhibitörleri olarak ortaya çıkmış ve melanojenezini inhibe etmiştir. UV maruziyeti ve / veya çevresel uyarılmalar da melanojenezde kilit bir rol oynar (Solano, 2014; Sardana ve Ghunawat, 2015). Bununla beraber, Oszmianski ve ark., (2020) *S. ebulus* yapraklarının sahip olduğu metabolitler sayesinde nöroprotektif etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle bitkinin potansiyel asetil kolin esteraz ve butil kolin esteraz inhibisyon aktivitesi göstermesi beklenmektedir. Son birkaç yılda *S. ebulus*'un hem kimyasal içerikleri hem de farmakolojisi araştırılmıştır. Birçok kaynakta belirtildiği gibi, *S. ebulus*'un hem geleneksel hem de modern tıbbi kullanımları vardır. Çoğu araştırmalar bu bitkinin farmakolojik ve klinik uygulamaları üzerine çalışmış olmalarına rağmen doku kültürü gibi biyoteknolojik yönleri tam olarak araştırılmamıştır. Başka bir durum da bu bitkinin yabani bir tür olarak bulunması ve dağılmasıdır. Bu da kendi agro-ekolojik alanı üzerinde yoğun bir şekilde ekilmediği anlamına gelir. Bu nedenle, yabani bir tür olduğundan genetik çeşitlilik, genetik iyileştirme çalışmaları çok önemlidir. Tıbbi bitkilerin yetiştirme programları için düşük maliyetli, kolay ve hızlı uygulamalı moleküler belirteçler şüphesiz değerli araçlardır. *S. ebulus*'un üreme çalışmalarının da moleküler belirteç tekniklerine dayandırılması gerekmektedir. *S. ebulus* bitkisi ile ilgili gelecekte doku kültürü çalışmaları ve doku kültürü protokolünün geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Türlerin toksisite düzeyinin en aza indirilmesi için biyoteknolojik yöntemlerin kullanıldığı araştırmaların yapılması, bitkinin

yetiştirilmesi veya kültüre alınması için hem genetik koruma hem de başka uygulamalara ihtiyaç bulunduğu ifade edilmektedir (Oszmianski ve ark., 2020).

Dünya, iletişim baz istasyonlarının yakınında yetişen bitkiler de dahil olmak üzere tüm canlıları etkileyen iyonlaştırıcı olmayan radyasyonun çevrede artmasına neden olan telekomünikasyon alanının gelişmesine doğru ilerlemektedir. Dünya genelinde artan mobil iletişim abonelerinin ihtiyacını karşılamak için tarım arazileri de dahil düzenli olarak baz istasyonları kurulmaktadır (Upadhyaya ve ark., 2022). Dünya Sağlık Örgütü (2006) ve Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) (2012) raporlarına göre, mobil kullanıcı ve baz istasyonu sayısında giderek artan artış, çevrede radyo frekansının elektromanyetik alanının yükselmesine neden olmuştur. ITU, deneysel kanıtlara dayanarak elektromanyetik maruziyeti insan kanserojen grubu 2B olarak ilan etmiştir. Araştırmaya dayalı kanıtlar oldukça tartışmalıdır çünkü literatürün bir kısmı glioma ve beyin kanseri gibi daha yüksek malignite riskinin uzun süreli cep telefonu kullanımıyla ilişkili olduğunu gösterirken (Hardell ve ark., 2006), cep telefonu kullanımının yetişkinler için güvenli olduğunu öne süren raporlar da (Swerdlow ve ark., 2011) bulunmaktadır. Radyo dalgaları atomların iyonlaşmasını yönetmeyen iyonlaştırıcı olmayan radyasyondur. Bu tür dalgalar canlı madde içinde etkileşime girdiğinde emilmektedir ve bu da enerji transferi çarpışma sıklığının artışına bağlı olarak ısının artmasına neden olmaktadır (Cleveland ve Ulcek, 1999). Termal olmayan etkiler geniş çapta araştırılmamış olsa da bu tür iyonlaştırıcı olmayan radyasyonun etkileri, maruz kalma sınırlarına ilişkin kılavuzlar ve tavsiyeler yayımlayan CENELEC (Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi, 1995), ICNIRP (Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu, 1998) gibi farklı kurum ve kuruluşlar tarafından değerlendirilen başlıca termal ve termal olmayan etkiler olarak kategorize edilmektedir. Maruz kalma limitleri temel olarak Radyo frekansı -Elektromanyetik alanlara (RF-EMF'ler) maruz kalındığında doku tarafından emilen enerjinin büyüklüğü olan biyolojik dokuların özgül emilim oranı (SAR) değerlendirilmektedir.

Değişken elektromanyetik alanların dokuya özgü SAR değerlerini ölçen formüller kullanılmaktadır (Barnes ve Greenebaum, 2018). Yapılan birçok araştırma, radyasyonun frekans, mesafe, güç seviyesi ve elektromanyetik sinyal modülasyonları gibi çeşitli parametrelerinin biyolojik sonuçları olduğunu ortaya koymuştur. Cep

telefonlarının uzun süreli kullanımının özellikle hayvan dokuları ve hücreleri üzerindeki zararlı etkilerini gösteren birçok belge bulunmaktadır. Bitki dokuları üzerindeki bu tür etkilere ilişkin bilgiler sınırlı olmasına rağmen çok az sayıda araştırma RF-EMF'lerin çeşitli bitkiler üzerindeki önemli bozucu etkilerini ortaya koymuştur. Bu da bitki dokularının hücresel düzeyinde fizyolojik değişikliklerin kesin olduğunu göstermiştir. Buna rağmen bitkilerin çok uyumlu canlılar olmasından dolayı fizyolojik koşulları ayarlayarak çevresel strese potansiyel olarak dirençli olmaları göz ardı edilmemeli ve iyice araştırılmalıdır.

Bu çalışmada *Sambucus ebulus* bitkisinin farklı özellik gösteren habitatlardan alınan örneklerinin yaprak/çiçek/meyve kısımlarındaki antioksidan içerikleri, toplam fenolik içerik, DPPH radikalini giderme, Fe²⁺ ile şelat oluşturma, demir indirgeme ve lipid peroksidasyonunun önlenmesi aktivitelerinin ölçümü ile enzimatik olmayan ve süperoksit dismutaz, katalaz ve askorbat peroksidaz aktivitelerinin ölçümü ile de enzimatik antioksidan aktiviteleri ile protein içeriği belirlenmiştir. Ayrıca bitkinin farklı kısımlarından hazırlanmış olan ekstraktların asetil ve butiril kolinesteraz ile tirozinaz enzimi üzerindeki inhibisyon yetenekleri de araştırılarak bitkisel kaynağın nörodejenaratif hastalıklarda olduğu kadar cilt problemlerinde de kullanılabilme potansiyelleri araştırılmıştır. Şehir içi, ormanlık alan ve baz istasyonuna yakın olarak belirlenen üç farklı lokaliteden alınan örneklerin farklı kısımlarındaki bazı kimyasal bileşenler karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışma, kurgusu ile özgün bir hipotez niteliğindedir. Değişen koşullara maruz kalan yabancı bitkiler için hayatta kalma tolerans sınırları, özellikle bitkilerin savunma tepkisi açısından yetersiz çalışılmıştır. Bu çalışmanın farklı alanlarda kullanılabilme potansiyeli bulunan bitkinin farklı habitatlardaki örneklerinin bazı ekolojik ve biyokimyasal özelliklerinin ortaya konmasının önemli olacağı ve daha sonra yapılacak çalışmalara ışık tutacağı kanaatindeyiz.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 *Sambucus ebulus* L. Bitkisi ile İlgili Çalışmalar

Ahmadiani ve ark., (1998) *S. ebulus*'un rizom ekstraktlarının farelerde önemli antinoseptif ve antiinflamatuvar etkilere neden olabildiğini belirtmişlerdir.

Ebrahimzadeh ve ark., (2006) *S. ebulus*'un heksan ekstraktlarının antiinflamatuvar aktivitesini inceledikleri çalışmalarında en yüksek aktivitenin çiçekli bitkilerde ve köklerde gözleendiği ve bunun da enflamasyonu %78 oranında inhibe edebildiğini bildirmişlerdir.

Ebrahimzadeh ve ark., (2009) *S. ebulus elburensis* meyvelerini incelediklerinde su ve metanol ile hazırlanan ekstraktlarda antioksidan oranının yüksek olduğunu böylece bu bitkinin meyvelerinin iyi bir antioksidan kaynağı olduğunu bildirmişlerdir.

Shokrzadeh ve Saravi (2010) *S. ebulus*'un kimyasını inceledikleri çalışmalarında *S. ebulus*'un fitoterapi açısından önemini ve terapötik bir ajan olarak potansiyelini göstermiş, ayrıca bu bitkinin anti-inflamatuvar, antinoseptif, anti-kanser, anti-anjiyojenik ve anti-oksidatif etkileri içeren farmakolojik işlevlere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Süntar ve ark., (2010) yaptıkları çalışmada *S. ebulus*'un ham metanol ekstraktlarının yara iyileştirme konusunda iyi bir aktiviteye sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Schwaiger ve ark., (2011) ursolik asit açısından zengin *S. ebulus* yaprak ekstraktlarının antiinflamatuvar etkiye neden olduğunu bildirmişlerdir.

Ebadi ve Hisoriev (2011) *Sambucus ebulus*'un Kuzey İran'daki dağılımını inceledikleri çalışmalarında iklim koşulları, sıcaklık ve yağışın bitki popülasyonunun yayılışı ve büyüme hızında etki oluşturabildiğini bildirmişlerdir.

Tasinov ve ark., (2013) geleneksel tıptaki kullanımını inceledikleri çalışmalarında *S. ebulus*'un kanıtlanmış antiinflamatuvar özellikleri ile yüksek antioksidan aktivite değeri, bitkinin oksidatif stres ve inflamasyonu içeren çeşitli patolojik durumlarda kullanımını ima ettiğini, bilimsel veriler ise, bitkinin protein

sentezi inhibisyonu yoluyla kanser hücre hatlarının yaşayabilirliğini etkili bir şekilde azaltma potansiyeli gösterdiğini bildirmişlerdir.

Gholami ve ark., (2013) çalışmalarında *S. ebulus* meyvelerinin metanol ekstraktının skolisidal ajan (antimikrobiyal ve antikarsinojenik özelliği kanıtlanmış madde) olduğu bu nedenle hidatik kist cerrahisinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Saravi ve ark., (2013) *S. ebulus*'un etil asetat ekstraktlarının oksidatif etkilerinin önlenmesi için C ve E vitamini kullanılmasının etkili olabileceğini bildirmişlerdir.

Meriç ve ark., (2014) çalışmalarında *S. ebulus* L. çiçek, meyve ve yapraklarının antioksidan, antimikrobiyal ve antikarsinojenik aktivitelerini inceledikleri çalışmalarında meyve, çiçek ve yaprak ekstraktlarının antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceğini açıkça göstermiş ayrıca 10µg/ml konsantrasyondaki yaprak ekstraktı için maksimum büyüme inhibisyonunu %33.81 bularak antikanserojen etkilerinin de olduğunu bildirmişlerdir.

Mahmoudi ve ark., (2014) *S. ebulus*'un antidepresan etkilerini farelerde incelemişler ve hem *S. ebulus*'un hem de *S. nigra*'nın iyi birer antidepresan aktivite gösterdiğini ayrıca en önemli aktivitenin *S. ebulus* meyvelerinde gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Zahmanov ve ark., (2015) *S. ebulus*'un çeşitli biyoaktif bileşenlerini izole etmişler; bazılarının (quercetin-3-O-laminaribioside ve isorhamnetin-3-O-laminaribioside) *Sambucus* cinsinde ilk kez rapor edildiğini görmüşler ve isorhamnetin-3-O-glucoside ve isorhamnetin-3-O-laminaribiosidin radikal temizleyiciler olarak ve radikal oluşumunu önlemede etkili olduğu ve dolayısıyla potansiyel olarak çekici antioksidanlar olduğunu kanıtlamışlardır. Tek adımlı kromatografik ayırma uygulayarak elde ettikleri flavonoidle zenginleştirilmiş fraksiyonların aynı zamanda güçlü antioksidan aktivite sergilerken, ham metanolik ekstraktın anti-herpes simpleks virüsü (HSV-1) aktivitesi sergilediğini belirtmiş bu nedenle *Sambucus ebulus*'un, çeşitli amaçlar için güçlü biyoaktif moleküllerin çekici madenleri olarak hizmet edebileceğini bildirmişlerdir.

Rodino ve ark., (2015) *S. ebulus*'un antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında *S. ebulus*'un kurutulmuş meyvelerinden elde edilen

ekstraktın, test edilen suşların çoğuna karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiğini ve sonuç olarak yabancı ot olarak kabul edilen bu yabancı bitkinin antibakteriyel ve antifungal potansiyele sahip olduğunu ve bu nedenle doğal bileşiklere dayalı bir antimikrobiyal ürünün geliştirilmesinde pratik uygulamalara sahip olabileceğini bildirmişlerdir.

Jiménez ve ark., (2015) yaptıkları çalışmada *S. ebulus*' un meyvelerinden izole edilen alerjen bir proteinle ebulin proteinindeki lektinlerin amino asit dizilişlerini kıyaslamış ve bazı alanların aynı olduğunu böylece ebulinin de alerji yapabilme potansiyeli olduğunu bildirmişlerdir.

Topuzović ve ark., (2016) *S. ebulus*' un toplam fenolik içeriğini, fenolik bileşik konsantrasyonunu ve antioksidatif aktivitesini karşılaştırmışlar ve sekonder metabolitlerin en yüksek konsantrasyonlarına sahip ekstraktların aynı zamanda güçlü antioksidatif aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Jabbari ve ark., (2017) *S. ebulus*' un biyolojik etkilerini inceledikleri çalışmalarında uygun şekilde ve dozda kullanıldığında kansere ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu bir madde olduğunun düşünüldüğünü bildirmişlerdir.

Kaya ve ark., (2019) *S. ebulus* ile ilgili yapılan ıslah çalışmalarında moleküler marker tekniklerinin kullanılmasıyla bu türün genetik yapısının iyileştirileceği ve böylece toksisite değerinin en aza indirilebileceğini bildirmişlerdir.

Alamdari ve ark., (2020) *S. ebulus* yaprak ekstraktı kullanarak yeşil sentez yöntemiyle çinko oksit nanopartiküllerini başarıyla hazırlamışlardır. Hazırlanan çinko oksit nanopartiküllerin etkili antibakteriyel ve antioksidan aktiviteler gösterdiğini belirtmişlerdir. Ekstraktın yüzey değiştirici reaktif molekülleri, daha iyi antibakteriyel aktivite ile sonuçlanmış ve bu, Zn^{2+} iyonlarının salınımındaki ve reaktif oksijen türlerinin üretimindeki farklılıklara bağlı olabildiğini ayrıca biyosentezlenmiş çinko oksit nanopartiküllerin tıbbi bakım, gıda paketlenme ve endüstriyel uygulamalarda kimyasal bileşiklere alternatif olarak umut verici bir potansiyele sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Cumhur ve ark., (2022) çalışmalarında *Sambucus ebulus* gövdelerinin doğal antiinflamatuvar bileşen kaynağı olarak kullanılabileceğini gözlemlemiş, aynı zamanda

S. ebulus'un saplarından hazırlanan ekstraktın antioksidan bileşen kaynağı olarak kullanılabilmesini de gözlemlemişlerdir.

Güven ve ark., (2023) topikal antifungal tedavi için *S. ebulus* içeren in situ jeller hazırlamış ve dermal kullanım için kabul edilebilir bir jelleşme sıcaklığı sergilediğini gözlemlemişler ve geliştirilen formülasyonlarla *Sambucus* ekstraktının antifungal aktivitesini daha uzun bir süre uzatabileceğini bildirmişlerdir.

Kiselova-Kaneva ve ark., (2023) *S. ebulus* meyvelerinin pro-inflamatuar etkisi olduğu böylece mürver meyvelerinin enfeksiyon durumunda önleyici ve iyileştirici bir ilaç olarak kullanılabilme potansiyeli olduğunu bildirmişlerdir.

Kaya ve ark., (2023) *S. ebulus* ile tedavinin kolon kanserine etkisini 28 fare üzerinde araştırmışlar ve *S. ebulus* tedavisinin sağlıklı kolonu oksidatif stres ve apoptozdan koruduğu ancak kolondaki kanser üzerinde olumsuz etki yaptığını gözlemlemişlerdir.

Paşa (2023) *S. ebulus*'un halk tıbbındaki yeri ile ilgili yaptığı çalışmada birçok hastalığın tedavisinde ve önlenmesinde kullanıldığını gözlemlemiştir, ayrıca alternatif tıpta ısırık, yanık, enfeksiyonlu yara, ödem, egzama, ürtiker, artrit ve boğaz ağrısı tedavisinde kullanıldığını bildirmiştir.

Areses-Huete ve ark., (2024) *S. ebulus* olgun meyvelerinin bitkisel ekstraktını içeren mikroemülsiyonun, toplam fenolik bileşikler ve toplam antioksidan kapasite açısından 12 aylık depolamadan sonra korunan iyi bir antioksidan kapasite gösterdiğini belirtmişler, ayrıca hem hidrofilik hem de lipofilik maddeler için bir ilaç taşıyıcısı olarak doğal avantajları nedeniyle, diğer formülasyon türleriyle karşılaştırıldığında yüksek stabilite ve basitliğe sahip olması nedeniyle umut verici bir galenik alternatif olduğunu bildirmişlerdir.

Pourgholamali ve ark., (2024) *S. ebulus* meyve ekstraktının apoptozu indükleyerek ve inflammatuar sitokinleri azaltarak nazal polipler üzerinde olumlu etkileri olabileceğini gözlemlemiş; bu nedenle, *S. ebulus* meyve özütünün muhtemelen proapoptotik genleri aktive ederek nazosinüsal polipozisin çoğalmasını azaltmak için uygun bir seçim olduğunu bildirmişlerdir.

2.2 Elektromanyetik Radyasyon ile İlgili Çalışmalar

Pulhani ve ark., (2005) tarım alanlarında yetiştirilen buğday taneleri yoluyla uranyum, toryum, radyum ve potasyum alımına bağlı olarak hesaplanan yıllık radyoaktivite dozunun, rapor edilen küresel yıllık alım dozunun küçük bir kısmı olduğunu belirlemişlerdir.

Ribeiro ve ark., (2007) Wistar sıçanlarından alınan kan örneklerini radyoaktif olarak işaretlenmiş mürver ekstraktları ile inkübe ederek inflamatuvar ve romatizmal hastalıkların tedavisinde kullanmışlardır.

Geras'kin ve ark., (2007) Rusya'da yaptıkları çalışmada radyoaktivitenin doğal konsantrasyonunun arttığı bölgelerde bu doz aralığındaki bitki ve hayvan türlerinde olumsuz somatik etkilerin olduğunu belirlemişlerdir

Nain ve ark., (2008) tütün bitkisinin içeriğindeki radyoaktif elementlerin farklı gübre türleri kullanılarak değiştiğini belirlemişlerdir.

Barescut ve ark., (2009) Rusya'da insan eliyle gerçekleştirilen radyoaktif kirlenmeye maruz kalan popülasyonlardaki genetik süreçler fenotipik çeşitliliğin artışına neden olabileceğini belirlemişlerdir.

Nain ve ark., (2010) tütünde yaptıkları radyoaktivite çalışmalarında tütün yapraklarının alt yüzeylerindeki alfa izi yoğunluğunun üst yüzeylerine kıyasla daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Salamon ve ark., (2013) Slovak Cumhuriyeti'nde yetiştirilen ve toplanan tıbbi bitki türleri açısından farklı bitki türleri üzerine inceleme yaptıklarında, mürverin kuru çiçeklerinin, 1,00 ile 1,50 Bq/kg arasında değişen ortalama radyonüklit aktiviteye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Geras'kin ve ark., (2013) bitki popülasyonlarının uzun süre radyoaktiviteye maruz kalmasının aşırı derecede kirlenen bölgelerde yaşayan bitkilerdeki sitogenetik hasarın üreme yeteneğinde azalmaya eşlik ettiğini belirlemişlerdir.

Tetty-Larbi ve ark., (2013) Gana'da yaygın olarak kullanılan bazı şifalı bitkilerin radyolojik tehlike açısından güvenli olduğunu belirlemişlerdir.

Chauhan ve Chauhan (2014) alfa radyoaktivite yoğunluklarının toprağa eklenen gübrenin doğasına göre değiştiği fosfatlı gübrelerin radyasyon güvenliğini karşıladığı belirlenmiştir.

Ganievich ve Kasimov (2020) radyoaktif kaynak olarak gama ışınları kullanıldığında bitkilerin nemli topraklarda daha fazla gama ışını emdiğini belirlemişlerdir.

Kandić ve ark., (2020) Sırbistan’da belirlenen 250 lokasyondan toplanan 15 şifalı bitkinin içerdiği radyoaktif elementlerden dolayı yıllık 2 fincandan fazla günlük tüketiminin önerilen dozu aştığını ve bireysel radyasyon riskini arttıracığını belirlemişlerdir.

Turfan ve ark., (2021) Kastamonu’daki hava kirliliğinin bazı ağaç türlerindeki radyoaktif bileşiklerin üzerine etkilerini incelediklerinde en düşük radyoaktivite içeriğinin çınar ağacında olduğunu belirlemişlerdir.

Eshkaraev ve ark., (2021) pestisitlerin topraktaki radyoaktivite üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında pestisit içeriği yüksek olan topraklarda pestisitlerin toprağın gözenekli kısımlarına girerek ince bir film oluşturduğu suda çözünmeyen organik besinlerin, minerallerin, suyun ve radyoaktif maddelerin yeraltı suyu katmanına nüfuz etmesini engellediği; böylece topraktaki pestisit, radyoaktif madde ve diğer toksik maddelerin toprağın verimli kısmında birikerek toprak yoluyla bitkilere, hayvanlara ve insanlara nüfuz etmesi sonucunda hayvanlarda ve insanlarda çeşitli kanserlere neden olabileceğini belirlemişlerdir.

Cao ve ark., (2022) Qinshan Nükleer Enerjisi çevresindeki çevresel radyoaktivite seviyelerinin halk sağlığına etkilerini araştırdıkları çalışmalarında 2012’den 2020’ye kadar nükleer santral civarındaki insanlardaki kanser vakalarını ve içme suyu örneklerini incelemişler ve içme suyundaki radyoaktivite değerlerinin tüm şehirdeki radyoaktivite değerinden daha az olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca Çin nüfusunun tamamındaki tiroid kanseri artışının nükleer santral civarındaki artışla aynı eğilimde olduğu ve bu bölgede artan kanser vakalarının radyasyona maruz kalma durumuyla açıklanma konusunda yetersiz olduğunu bildirmişlerdir.

Ma ve ark., (2023) radyoaktif atık suların arıtılmasıyla ilgili çalışmalarında çevre koruma, toksik olmama, düşük maliyet, istikrarlı performans ve ikincil kirlilik

olmaması avantajlarından dolayı ve UAEA'nın (Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu) nükleer atıkların arıtılması ve imha edilme potansiyelinin en aza indirilmesine yönelik tasarım ilkelerine de uygunluğundan katalitik teknolojinin atık arıtımı için ideal olduğunu belirlemişlerdir.

Abdelfadeel ve ark., (2023) bazı şifalı bitkilerdeki radyoaktivite ile toksisite arasındaki ilişkiyi incelemiş ve incelenen şifalı bitkilerdeki ortalama radyum değerleri, önerilen eşikten biraz daha yüksek olduğu, ancak yaprak numunelerindeki ortalama uranyum değerlerinin, tipik dünya ortalama değerinden biraz daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Aynı zamanda, radon konsantrasyonlarının önerilen daha düşük ICRP (Uluslararası Radyolojik Koruma Komisyonu) seviyesinden çok daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Moniakowska ve Struminska-Parulska (2024) polonyum ve kurşunun bitkilerde birikmesiyle bitki tüketimi çok tehlikeli olduğundan şifalı bitkilerde polonyum ve kurşun içeriğinin istatistiksel analizi, analiz edilen tüm yabancı ot materyalleri arasında en yüksek polonyum ve kurşun seviyelerinin yapraklarda, en düşük seviyelerinin ise meyvelerde ölçüldüğünü göstermiş ve araştırma bulgularına göre, Polonya şifalı bitkilerinin tüketiminden kaynaklanan yıllık etkili radyasyon dozunun nispeten düşük; radyolojik açıdan bakıldığında, incelenen tıbbi bitki materyallerinin tüketilmesi güvenli kabul edilmiş ve kanser riski tahminleri, kanser oluşumunda yüksek bir potansiyele yol açmaması gerektiğini belirlemişlerdir.

Sakauchi ve Otaki (2024) radyonüklidlerin toprakta birikmesinin topraktaki mikroorganizmaların sayı, bileşim ve tür çeşitliliğinde değişikliğe neden olduğu, bitkiyle ilişkili mikroorganizmaların da radyoaktiviteye tepki verdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca bitkilerin radyasyon seviyesine bağlı olarak aktif veya pasif olarak tepki verdiği, bitkilerin savunma sisteminin düşük seviyeli radyasyon maruziyetinde güçlendiği ve bu durumun da tarladaki otçul böceklerin yok olmasına neden olabildiği; orta düzeyde radyasyon maruziyetinde ise bitkilerin savunma sisteminin tehlikeye girdiğini böylece tarladaki otçul böcek sayısında artış olabildiğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

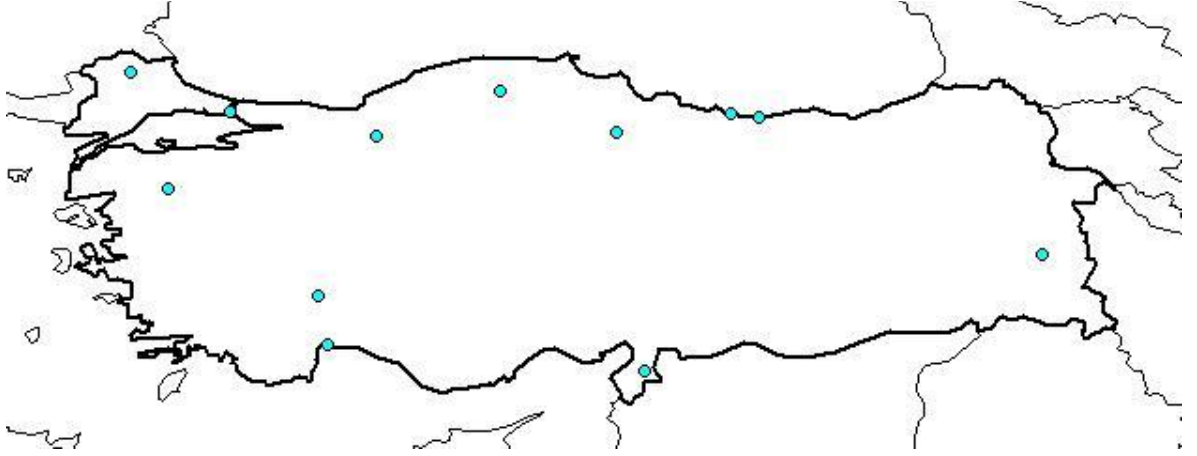
3.1 Materyal

3.1.1 Bitki

Bu tez çalışmasında farklı yörelerde cüce mürver, mürverotu, purlak, sultanotu, şahmelek, yabani mürver, yer mürveri, yivdim gibi farklı isimlerle bilinen *Sambucus ebulus* L. bitkisi kullanılmıştır (Özkan, 2021). *Sambucus ebulus* L. Adoxaceae familyasından otsu bir bitkidir. Ortalama uzunluğu 1-2 m boyundadır ve ülkemizde doğal olarak yayılış göstermektedir (Özkan, 2021) (Şekil 3.1). Avrupa ve Batı Asya'da çeşitli hastalıkları tedavi etmek için yerel halk hekimliğinde kullanılmaktadır. Bitkinin çeşitli kısımları uzun zamandır geleneksel tıpta gıda, tıbbi ve süs amaçlı kullanılmaktadır. Bununla beraber bitkinin özellikleriyle ilgili yapılan bilimsel araştırmalar hala tamamlanmamıştır. Bitki ekstraktlarının ve ürünlerinin özellikle antimikrobiyal özelliklerinin tedavide kullanımına ilişkin bilimsel araştırmalar bulunmaktadır. Çok yüksek bir antioksidan aktiviteye sahip *S. ebulus* düşük konsantrasyonlarda mutajenik etki göstermez (Kaya ve ark., 2019).



a



b

Şekil 3.1 *Sambucus ebulus* L. Bitkisinin a- Genel Görünüşü, b- Ülkemizdeki Dağılışı

3.2 Yöntem

3.2.1 Örneklerin Toplanması

Yapılan çalışmada Ordu ili Ulubey ilçesinde belirlenen 3 farklı lokaliteden (temiz, kirlı ve radyasyon bölgesi) çiçeklenme döneminde (Temmuz) toplanan *S. ebulus* L. bitkisinin yaprak ve çiçek kısımları kullanılmıştır (Şekil 3.2, 3.3). Lokaliteler içerisinde en az üç örnek parselden en az 15'er birey alınmıştır. Toplanan örneklerin bir kısmı oda sıcaklığında gölgede kurumaya bırakılırken bir kısmı da -18°C'de saklanmıştır. Daha sonra meyvelerin olgunlaşmaya başlamasıyla birlikte (Ağustos) olgunlaşan meyveler de toplanarak aynı şekilde hem kuru hem de taze olacak şekilde muhafaza edilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.2 Toplanan *S. ebulus* L. Yaprakları



Şekil 3.3 Toplanan *S. ebulus* Çiçekleri



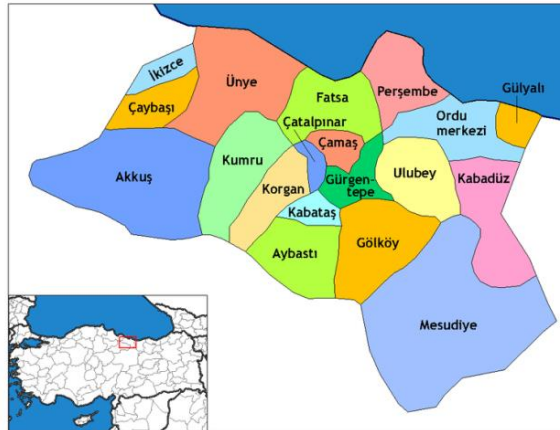
Şekil 3.4 Toplanan *S. ebulus* Meyveleri

3.2.2 Çalışma Alanının Genel Özellikleri

Çalışma materyallerinin toplandığı bölge olan Ordu ilinin Ulubey ilçesi; 602 m rakıma sahip, 40°87'29.54" kuzey paralelleri ile 37°75'85.36" doğu meridyenleri arasında bulunan bir coğrafi konumda yer almaktadır.



Şekil 3.5 Ordu İli Haritası



Şekil 3.6 Ulubey Haritası

Çalışma lokaliteleri belirlenirken öncelikle *S. ebulus* örneklerinin seçilen alanlarda yaygın olarak bulunmasına dikkat edilmiştir. Örnekler, antropojenik faktörlerden ve çevresel kirleticilerden uzak bir **ormanlık** alandan (Şekil 3.7), antropojenik faktörlerin etkisinde olan alan **şehir** içinden (Şekil 3.8) ve elektromanyetik radyasyona maruz olan baz istasyonu (**radyasyon**) yakınından (Şekil 3.9) toplanmıştır.



Şekil 3.7 Ormanlık Alan



Şekil 3.8 Şehir İçi



Şekil 3.9 Radyasyon (Baz İstasyonu) Alanı

Her üç bölgede de *S. ebulus* örneklerinin çevresinde ısırgan otu (*Urtica* spp.), eğrelti otu (*Nephrolepis exaltata* L.) ve kırmızı kançiçeği (*Lythrum salicaria* L.) yaygın olarak bulunmaktadır.

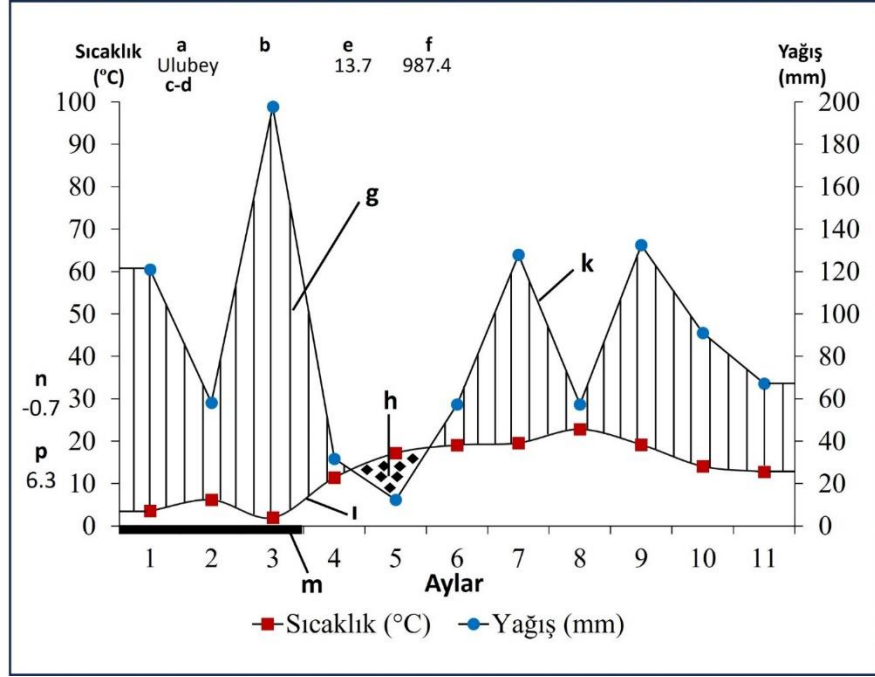
3.2.3 Çalışma Alanının İklimsel Özellikleri

Ordu İli kıyı kesimlerinde bol yağış ile karakterize olan Karadeniz iklimi görülmektedir. Bölgede görülen bol yağışlar bitki örtüsünün zengin olmasına neden olmuştur. Buna karşılık ilin güney tarafı Orta Anadolu bölgesine olan yakınlık nedeniyle karasal iklim özelliklerini gösterebilmektedir. Dağların konumu da iklimsel özellikler üzerinde etkili olabilmektedir (Polat, 2015).

Çalışma alanlarına ait iklim verileri Ordu İli Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınmıştır. İl, kurak mevsimin olmaması ile karakterize olan, SKYİ (Sonbahar, Kış, Yaz, İlkbahar) Doğu Karadeniz Oseyanik yağış rejiminin 1.tipine girmektedir. Bu iklim kurak mevsimin olmaması ile karakterize edilir (Akman, 2011).

Meteoroloji Müdürlüğü'nün Ulubey ilçesine ait 2022 yılı iklimsel verilerine göre hazırlanan iklim diyagramı sırasıyla Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Ulubey İlçesine Ait İklim Diyagramı



a: Meteoroloji istasyonunun yeri, **b:** İstasyonun deniz seviyesinden yüksekliği, **c:** Sıcaklık için ölçüm süresi (yıl), **d:** Yağış için ölçüm süresi (yıl), **e:** Yıllık ortalama sıcaklık (°C), **f:** Yıllık toplam yağış (mm), **g:** Yağışlı devre, **h:** Kurak devre, **i:** Sıcaklık eğrisi, **k:** Yağış eğrisi, **m:** Muhtemel donlu aylar, **n:** En soğuk ayın ortalama minimum sıcaklığı, **p:** Mutlak minimum sıcaklık

3.2.4 Örneklerin Kurutulması ve Öğütülmesi

Toplanan *Sambucus ebulus* L. bitkileri havadar, gölge bir alanda kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan örnekler öğütücü yardımıyla toz haline getirilmiş ve analizlerinin yapılacağı süreye kadar hava almayacak şekilde paketlenerek muhafaza edilmiştir (Şekil 3.10, 3.11).



Şekil 3.10 Kurutulan *S. ebulus* Bitki Kısımları



Şekil 3.11 Öğütülen *S. ebulus* Bitki Kısımları

3.2.5 Örneklerin Dondurulması ve Öğütülmesi

Enzimatik antioksidan aktivite tayininin belirlenmesi amacıyla kullanılacak bitki örnekleri taze örnekler olması gerektiği için toplanan *S. ebulus* L. bitki kısımları taze olarak -18°C 'de muhafaza edilmiştir. Çalışma sırasında yaprak (Şekil 3.12), çiçek (Şekil 3.13) ve meyve örnekleri (Şekil 3.14) buzluktan alınıp yeteri miktarda 50 mM fosfat tamponu (pH 7 ve %1 oranında polivinil polipirrolidon içerecek şekilde hazırlanan) ilave edildikten sonra bir havan yardımıyla ezilmesi sağlanmıştır (Şekil 3.15, Şekil 3.16 ve Şekil 3.17). Oluşan karışım $+4^{\circ}\text{C}$ 'de soğutmalı santrifüj yardımıyla 9000 rpm'de 30 dk santrifüj edilmiştir (Şekil 3.18). Daha sonra süpernatant kısımları ependorf tüplerine alınarak analizi yapılincaya kadar tekrar -18°C 'ye kaldırılmıştır.



Şekil 3.12 Dondurulan *S. ebulus* Yaprakları Şekil 3.13 Öğütülen *S. ebulus* Yaprakları



Şekil 3.14 Dondurulan *S. ebulus* Çiçekleri

Şekil 3.15 Öğütülen *S. ebulus* Çiçekleri



Şekil 3.16 Dondurulan *S. ebulus* Meyveleri

Şekil 3.17 Öğütülen *S. Ebulus* Meyveleri



Şekil 3.18 Öğütülen Bitki Kısımlarının Santrifüjlenmesi

3.2.6 Laboratuvar Çalışmaları

3.2.6.1 Bitki Ekstraktlarının Hazırlanışı

Kurutulan bitki örneklerinden, yaprak, çiçek ve meyve kısımlarından metanol ile ekstraktlar hazırlanmıştır. Metanol ekstraksiyonu için bitki örnekleri %80'lik metanol ile oda koşullarında, çalkalamalı su banyosunda 24 saat ekstrakte edilmiştir (Şekil 3.19). Ardından süzgeç kâğıdı yardımıyla bir erlene süzölmüştür. Bu işlem 4-5 defa tekrarlanmıştır. Toplanan süzöntöler evaporatör yardımıyla çözücüsünden uzaklaştırılmıştır (Şekil 3.20). Sonuçta kalan madde tartılıp üzerine çözücü eklenerek analize hazır stok numune haline getirilmiştir. Konsantrasyonu bilinen stok numuneler analiz yapılmıncaya kadar +4°C'de renkli şişelerde saklanmıştır.



Şekil 3.19 Çalkalamalı Su Banyosunda Ekstrakte Edilen Bitki Örnekleri

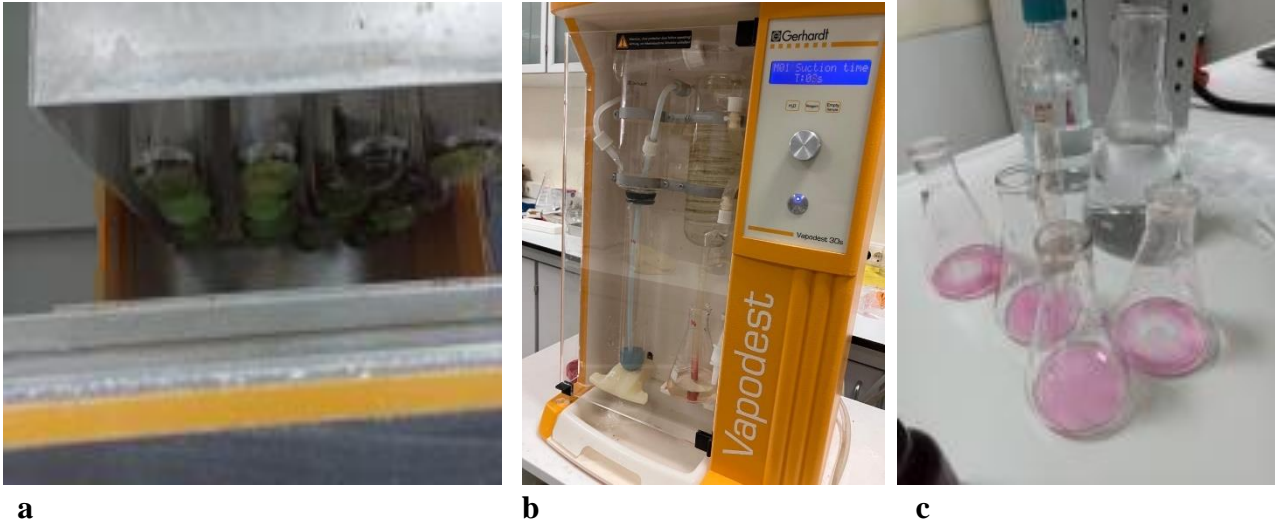


Şekil 3.20 Evaporatör Yardımıyla Çözücünün Uzaklaştırılması

3.2.6.2 Protein Analizi

Yapılan çalışmada bitki kısımlarının azot (N) konsantrasyonlarının belirlenmesinde mikro Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır (Kaçar, 1984) (Şekil 3.21). Örneklerin HCl asit ile yüksek sıcaklıkta parçalanması esasına dayanan metotta en son titrasyon aşamasında harcanan HCl miktarı aşağıdaki denkleme konularak %N konsantrasyonları tespit edilmiştir.

$$\%N/1 \text{ gr Bitki Örneği} = \frac{\text{Harcanan HCl miktarı} \times 0.14}{0.25}$$



Şekil 3.21 Kjeldahl Yöntemi ile Bitki Örneklerinin Azot Konsantrasyonlarının Belirlenmesi (**a**; Yakma Ünitesi, **b**; Distilasyon Ünitesi, **c**; Titrasyon Aşaması)

Çalışmada elde edilen N analiz değerleri aşağıdaki formüle konularak %Protein değerleri belirlenmiştir:

$$\% \text{Protein} = \% \text{N} \times 6.25$$

3.2.6.3 Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu metoduna göre yapılmıştır (Singleton ve Rossi, 1965) (Şekil 3.22). Metodun esas fenolik bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu reaktifini (FCR) indirgeyip kendilerinin oksit forma dönüştüğü bir redoks reaksiyonuna dayanmaktadır. Çalışılan örneklerin toplam fenolik içerikleri Gallik asit kullanılarak hazırlanan standart kalibrasyon grafiğinden yararlanarak belirlenmiş ve mg GAE (Gallik asit eşdeğeri)/g kuru bitki olarak hesaplanmıştır (Öztürk, 2023). Fenolik madde tayininde yapılan pipetlemeler Çizelge 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.22 Fenolik Madde Tayini İşleminde Absorbans Okuması Öncesi Tüp İçeriklerinin Görüntüsü

Çizelge 3.2 Toplam Fenolik Madde Tayininde Yapılan Pipetlemeler

	Numune Körü	Standart	Numune
Ekstrakt	25	-	25
0.125 mg/ml GA Çözeltisi	-	0-100	-
FCR	-	600	600
%2'lik Na₂CO₃ Çözeltisi	500	500	500
Su	675	100-0	75

**Kullanılan hacim birimi mikrolitredir.*

3.2.6.4 DPPH Radikali Giderme Aktivitesinin Tayini

DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) analizi, antioksidan aktiviteyi değerlendirmek için kullanılan hızlı bir spektroskopik metottur. Yapılan çalışmada DPPH analizi 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikali kullanılarak Blois (1958)'e göre yapılmıştır. Yöntem mor rengi ile kararlı bir serbest radikal olan DPPH'ın antioksidan madde ile reaksiyona girdiğinde indirgenme derecesine bağlı olarak mor rengin açılması esasına dayanır. Reaksiyon sırasındaki düşük absorbans serbest radikal giderme aktivitesinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.3 DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesinin Tayininde Yapılan Pipetlemeler

	Numune Körü	Kör	Standart	Numune
DPPH Çözeltisi	-	1200	1200	1200
Metanol	1290-1250	100	98-90	90-50
Ekstrakt	10-50	-	-	10-50
2.5 mg/ml Askorbik Asit	-	-	2-10	-

**Kullanılan hacim birimi mikrolitredir.*

Ekstraktların ve standart antioksidan olarak kullanılan askorbik asidin değişen miktarlarının bir seri halinde metanolde hazırlanmış olan DPPH çözeltisinin aynı miktarı ile bir araya getirilmesi sağlanmıştır. Hazırlanan karışımlar vortekslelendikten

sonra oda sıcaklığında ve karanlık ortamda 30 dakika bekletilip 517 nm'deki absorbanslar okunmuştur. Aşağıda verilen formül kullanılarak her bir ekstrakt/ askorbik asit konsantrasyonu için süpürme aktivitesi hesaplanmıştır. Her bir konsantrasyon için hesaplanan % süpürme aktivitesi değerlerinin konsantrasyona karşı grafiğe geçirilmesi sonrasında, grafiğin doğru denkleminde yararlanılarak ortamdaki radikalin %50 sini süpüren numune konsantrasyonu (SC₅₀) hesaplanmıştır. SC₅₀ değeri ile antioksidan kapasite arasında zıt bir ilişki vardır. DPPH radikali giderme aktivitesinin tayini için yapılan pipetlemeler Çizelge 3.3'de verilmiştir.

$$\text{Süpürme Aktivitesi (\%)} = [A(\text{kör}) - A(n)] / A(\text{kör}) \times 100$$

A_{kör}: DPPH çözeltisi ile metanol karışımının absorbansı

A_n: Numunenin absorbansı

3.2.6.5 Demir (III) İndirgeme (FRAP) Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Tayini

Kolay tekrarlanabilir, ucuz ve basit bir antioksidan aktivite analiz metodu olan FRAP metodu, Fe(III)-TPTZ (2,4,6-tris (2-piridil)-S-triazin) kompleksinin antioksidanlar varlığında indirgenmesiyle mavi renkli kompleks Fe(II)-TPTZ oluşturması ile bu kompleksin 595 nm'de maksimum absorbans vermesi esasına dayanmaktadır (Benzie ve Strain, 1999). 1.2 mL FRAP reaktifi (Öztürk, 2023) daha önce hazırlanmış olan ekstraktların uygun miktarları ile karıştırılmış ve 37 °C'de 30 dakika inkübe edilmiştir (Çizelge 3.4). Daha sonra spektrofotometrede 595 nm dalga boyunda absorbans suya karşı okunmuştur. Troloks'un farklı konsantrasyonları kullanılarak kalibrasyon eğrisi hazırlanmıştır. Bu standart kalibrasyon grafiğinden yararlanılarak sonuçlar troloks eşdeğeri (µmol TE/ g numune) olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.4 FRAP Metodu ile Antioksidan Aktivite Tayini İçin Yapılan Pipetlemeler

	Numune Körü	Standart	Numune
FRAP Reaktifi	-	1200	1200
Etanol	90-50	100-0	90-50
Asetat Tamponu	1200	-	-
Numune	10-50	-	10-50
0.0625mg/ml Troloks	-	0-100	-

*Kullanılan hacim birimi mikrolitredir

3.2.6.6 Fe⁺² ile Şelat Oluşturma Aktivitelerinin Belirlenmesi

Sambucus ebulus L. bitkisinin yaprak, çiçek ve meyve kısımlarından hazırlanan ekstraktların çözeltideki demir (II) iyonlarıyla şelat oluşturmada ferrozinle yarışma kabiliyetleri Dinis ve ark., (1994) tarafından geliştirilen metoda göre test edilmiştir. Bu amaçla ekstraktın yeterli miktarının üzerine 32 µL 2 mM FeCl₂.4H₂O çözeltisi eklenmiştir. Karıştırmanın ardından 30 dakika bekletilmiş ve reaksiyon 5 mM ferrozinden 64 µL ilave edilip vorteksle karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 10 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası gelişen renkli tüp içeriklerinin absorbansları spektrofotometrede 562 nm dalga boyunda okunmuştur EDTA içeren örnek pozitif, EDTA içermeyen örnek ise negatif kontrol olarak kullanılmıştır. Ferrozin-Fe⁺² kompleks oluşumunun inhibisyon yüzdesi aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır. Fe⁺² ile şelat oluşturma aktivitesinin belirlenmesi için yapılan pipetlemeler Çizelge 3.5'te verilmiştir.

$$\text{Şelat oluşturma aktivitesi (\%)} = [A (\text{kör}) - A (\text{numune})] / A (\text{kör}) \times 100$$

Çizelge 3.5 Fe⁺² ile Şelat Oluşturma Aktivite Tayini İçin Yapılan Pipetlemeler

	Kör	Numune Körü	EDTA	Numune
FeCl₂ Çözeltisi	32	-	32	32
Bitki Ekstraktı	-	2.5-100	-	2.5-100
Su	1300	1297.5-1200	1297.5-1200	1297.5-1200
Ferrozin Çözeltisi	64	-	64	64
EDTA	-	-	2.5-100	-

*Kullanılan hacim birimi mikrolitredir

3.2.6.7 Askorbat Peroksidaz (APX) Aktivitesinin Belirlenmesi

APX aktivitesi spektrofotometrik olarak Nakano ve Asada (1981)'in tanımladığı metod takip edilerek test edilmiştir. Aktivite, pH'sı 7 (0.05 M) olan fosfat salin tamponu içerisinde 0.1 mM EDTA, 0.5 mM L-Askorbik asit ve 0.1 mM H₂O₂ içeren reaksiyon karışımında askorbat konsantrasyonunun azalmasının 290 nm dalga boyunda izlenmesi yoluyla belirlenmiştir. Enzim aktivitesi dakikada 1 mg protein başına 1 µmol askorbik asidin ayrışması şeklinde tanımlanmaktadır. Bu hesaplama için askorbik asit için molar ekstinksiyon katsayısı olarak 2.8 (mmol/L)⁻¹cm⁻¹ değeri kullanılmıştır.

3.2.6.8 Katalaz Aktivitesinin Belirlenmesi

Katalaz aktivitesi hidrojen peroksitin yeterli miktarının 50 mM fosfat tamponu (pH 7.0) içerisinde test edilecek örneğin ilavesiyle dekompozisyonunun spektrofotometrede 240 nm dalga boyunda takip edilmesiyle belirlenmiştir. Bir ünite katalaz 25°C'de dakikada 1 µmol H₂O₂'yi parçalayan enzim olarak tanımlanmaktadır (Aebi, 1984).

3.2.6.9 Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesinin Belirlenmesi

SOD aktivitesinin belirlenmesi amacıyla Beauchamp ve Fridovich (1971) tarafından geliştirilen nitro mavisi tetrazolyum (NBT) indirgeme metodu kullanılmıştır. O₂'nin miktarı ve baskılanma oranı 560 nm'deki absorbans ölçülerek belirlenmiştir. Bu amaçla süperoksit radikalleri, 0.1 mM EDTA, 2 µM riboflavin, 13 mM L-metiyonin ve 75 µM NBT içeren 50 mM fosfat tamponundan (pH 7.8) oluşan sistem ile üretilmiştir. Radikal üreten bu çözeltiye bitki kısımlarından hazırlanan ekstrakt eklenip, nihai karışım 5 dakika süreyle floresan ışığında inkübe edildikten sonra örneklerin absorbansı 560 nm'de ölçülmüştür. Test edilen örneği içermeyen karışımın absorbansı kör olarak değerlendirilmiş ve NBT indirgenmesinin yüzde inhibisyonu (%I) aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır. Aktivite tayini için yapılan pipetlemeler Çizelge. 3.6'da verilmiştir.

$$\%I = [(A_{\text{kör}} - A_{\text{örnek}})100 / A_{\text{kör}}]$$

A_{örnek}: Numuneyi içeren tüpün absorbansı

A_{kör}: Numune yerine numune çözücüsünü içeren tüpün absorbansı

Bir Ünite SOD, %50'lik NBT inhibisyonu meydana getiren enzim miktarı olarak değerlendirilmiştir (Çiğremiş ve ark., 2003).

Çizelge 3.6 Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesinin Tayini İçin Yapılan Pipetlemeler

	Kör	Numune	Numune Körü
Bitki Ekstraktı	-	10-60	10-60
Riboflavin	50	50	-
EDTA	50	50	-
NBT	50	50	-
Metiyonin	50	50	-
Tampon	1200	1190-1140	1390-1340

**Kullanılan hacim birimi mikrolitredir*

3.2.6.10 Ekstraktların Lipid Peroksidasyonu Üzerindeki İnhibisyon Potansiyelinin İncelenmesi

Hazırlanan bitki ekstraktlarının lipid peroksidasyonu inhibisyon potansiyeli Pryor ve ark., (1993)'e göre belirlenmiştir. Bu amaçla reaksiyon karışımları (0.25 mM linoleik asit, 2 mM 2,2-azobis- (2-amidinopropan)-dihidroklorid (ABAP) ile 0.1 mg/ml bitki ekstraktı) metanol içerisinde hazırlanarak son hacim 1.2 ml'ye ayarlanmıştır. Vorteksle karıştırılma işleminden sonra 10 dakika süreyle oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Bu sürenin sonunda absorbanstaki değişiklikler 234 nm'de metanole karşı ölçülmüştür.

3.2.6.11 Ekstraktların Asetilkolinesteraz ve Butirilkolinesteraz İnhibitör Potansiyelleri

Çalışılan bitki ekstraktlarının asetilkolinesteraz ve butirilkolinesteraz inhibitör potansiyelleri Ellman ve ark., (1961)'in spektrofotometrik metoduna göre belirlenmiştir. Reaksiyon karışımında enzim kaynağı olarak yılan balığı asetilkolinesterazı (EC 3.1.1.7) ve at serum butirilkolinesterazı (EC 3.1.1.8), substrat olarak ise asetil tiyokolin iyodür ve butiril tiyokolin klorid kullanılmıştır. Reaksiyon karışımı nihai konsantrasyonu 0.25 mg/mL bitkisel ekstrakt içerecek şekilde hazırlanıp Aksu (2018)'nin takip ettiği yol izlenerek örneklerin kolinesteraz enzimleri üzerindeki

inhibisyon potansiyelleri % olarak hesaplanmıştır. Pozitif kontrol olarak antikolinesteraz ilacı galantamin (0.025 mg/ml nihai konsantaryonda olacak şekilde) kullanılmıştır (Senol ve ark., 2010).

3.2.6.12 Ekstraktların Tirosinaz İnhibitör Potansiyelleri

Bitki ekstraktlarının tirosinaz inhibisyon potansiyelleri standart tirosinaz inhibitörü kojik asitle karşılaştırılarak Liu ve ark., (2008) tarafından geliştirilen metoda göre Aksu (2018)'nin izlediği prosedür takip edilerek araştırılmıştır.

3.2.6.13 Toprak Analizi

Bitkileri toplamak için belirlediğimiz üç ayrı lokasyondan 30-50 cm derinlikten alınan toprak örnekleri kimyasal ve fiziksel özellikleri için analiz edilmiştir. Toprak örnekleri oda sıcaklığında, gölgede kurutularak elenmiştir. Walkey- Black metodu kullanılarak organik madde (%), saturasyon yöntemi ile pH ve EC (%), Kjeldahl metoduyla toplam azot tespit edilmiştir. Potasyum, kalsiyum ve magnezyum Amonyum Asetat-ICP yöntemiyle belirlenmiştir. Fosfor, spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Demir, bakır, çinko, mangan, sodyum DTPA-ICP yöntemiyle belirlenmiştir. Toprak tekstür analizi Bouyoucus hidrometre metodu ile belirlenmiştir (Kaçar, 1984).

3.2.6.14 İstatistiksel Analizler

Çalışmada elde edilen veriler için, her bir değişkene karşılık alt grup ortalamaları arasındaki farklar, iki-yönlü Anova modeli kullanılarak ortaya konmuştur. Ortak (interaction) etkinin anlamlı bulunduğu durumlarda Bonferroni düzeltmesi altında basit etki (simple effects) analizleri sürdürülmüş, ortalamalar arası farklar harflendirme yöntemi kullanılarak raporlanmıştır. Analizler SPSS v24 programı üzerinden yürütülmüş ve sonuçların tamamı $\alpha=0.05$ önem düzeyi dikkate alınarak yorumlanmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı özellik gösteren habitatlardan (radyasyon, şehir, orman) toplanan *Sambucus ebulus* L. türüne ait örneklerin farklı bitki kısımlarında (çiçek, yaprak, meyve) incelenen parametrelerin istatistiksel sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.1 Enzimatik Olmayan Antioksidan Aktivite

4.1.1 Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g numune)

Metanol ile hazırlanan bitkisel ekstraktların toplam fenolik içeriklerini tayin etmek için öncelikle 0.125 mg/ml konsantrasyondaki gallik asit çözeltisinden farklı hacimlerde alınarak bir seri gallik asit çözeltisi oluşturulmuş ve uygun miktarda Folin reaktifi ve Na₂CO₃ ilavesini takiben yeterli süre beklenildikten sonra absorbans okumaları yapılmış ve elde edilen absorbans değerleri her bir tüp içindeki nihai gallik asit konsantrasyonuna karşı grafiğe geçirilerek gallik asit kalibrasyon eğrisi oluşturulmuş (Şekil 4.1) ve aynı şartlarda yürütülen işlemler ile tüm örneklerin fenolik içerikleri bu eğrinin grafik denkleminde yararlanarak 1 g kuru ekstrakt başına gallik asit eşdeğeri (mg GAE/g ekstrakt) olarak hesaplanmıştır. Elde edilen değerlerin istatistiksel analizinin yapılmasıyla aşağıdaki bulgular ortaya konmuştur.

Toplam fenolik içeriğin farklı bölge ve bitki kısımlarına göre değişimi 2-yönlü ANOVA ile incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Elde edilen ilk sonuçlara göre “*bölge*bitki kısmı*” ortak etkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir ($F_{(4,18)}=5.10$, $p<0.01$). Öte yandan tek başına “*bölge*” değişkeni için toplam fenolik içeriği ortalamalarında fark gözlenmemişken ($p>0.05$), “*bitki kısmı*” değişkeni için fenolik içeriği toplam ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($F_{(2,18)}=9.03$, $p<.01$).

Çizelge 4.1 Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/g) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	sd	KO	F	Sig.
Bölge	28.22	2	14.11	0.83	0.45
Bitki Kısmı	306.07	2	153.04	9.03	0.00
Bölge * Bitki Kısmı	345.34	4	86.34	5.10	0.01
Hata	305.04	18	16.95		
Genel Toplam	16085.91	27			

sd: serbestlik derecesi, KT: Kareler toplamı, KO: Kareler ortalaması,

Ortak etkinin anlamlı bulunması ile basit etki analizlerine geçilmiş ve her bir gruba karşılık gelen ortalama ve standart sapmalar ile ortalamalar arasında gözlenen olası farklar harflendirme altında Çizelge 4.2' de sunulmuştur.

Bu sonuçlara göre radyasyon bölgesinden elde edilen bitkilerden çiçek kısmının en yüksek fenolik içerik miktarına ($M=30.17 \pm 2.61$) sahip olduğu gözlenmişken, en düşük fenolik içeriğine meyve kısmında ($M=14.44 \pm 1.27$) rastlanmış ve bu iki bitki kısmına yönelik ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu gözlenmiştir ($p<.05$). Ayrıca yaprak kısmındaki fenolik içeriğinin ($M=23.8 \pm 2.06$) ortalaması ile çiçek ve meyve kısımlarına ait fenolik içerik ortalamaları kıyaslandığında bu ortalamalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir ($p>.05$).

Şehir bölgesinden elde edilen bitkiler içinse durum biraz daha farklı ve bu kez bitkilerin yaprak kısmına ait fenolik içeriğinin ($M=31.84 \pm 2.63$) ortalaması, çiçek ve meyve kısımlarının ortalamalarına (sırasıyla $M=22.31 \pm 1.43$ ve 21.12 ± 1.72) göre istatistiksel olarak anlamlı farklı ve daha yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<.05$).

Orman bölgesinde yetişen bitkilerin tüm kısımlarında fenolik içeriklerinin benzer olduğu yani ortalamalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmediği bulunmuştur ($p>.05$).

Bölgelerden bağımsız olarak toplam fenolik içerikleri incelendiğinde ise en yüksek fenolik içeriğinin bitkinin yaprak kısmında ($M=27.47 \pm 6.78$) ve en düşük fenolik içeriğininse ($M=19.28 \pm 3.87$) ortalaması ile bitkinin meyve kısmında olduğu gözlenmiş ve bu iki ortalama değer arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu

belirlenmiştir ($p < 0.05$). Çiçek kısmından elde edilen ortalama fenolik içeriğininse ($M = 24.21 \pm 4.89$) hem yaprak hem de meyve kısımlarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklı olmadığı gözlenmiştir ($p > 0.05$).

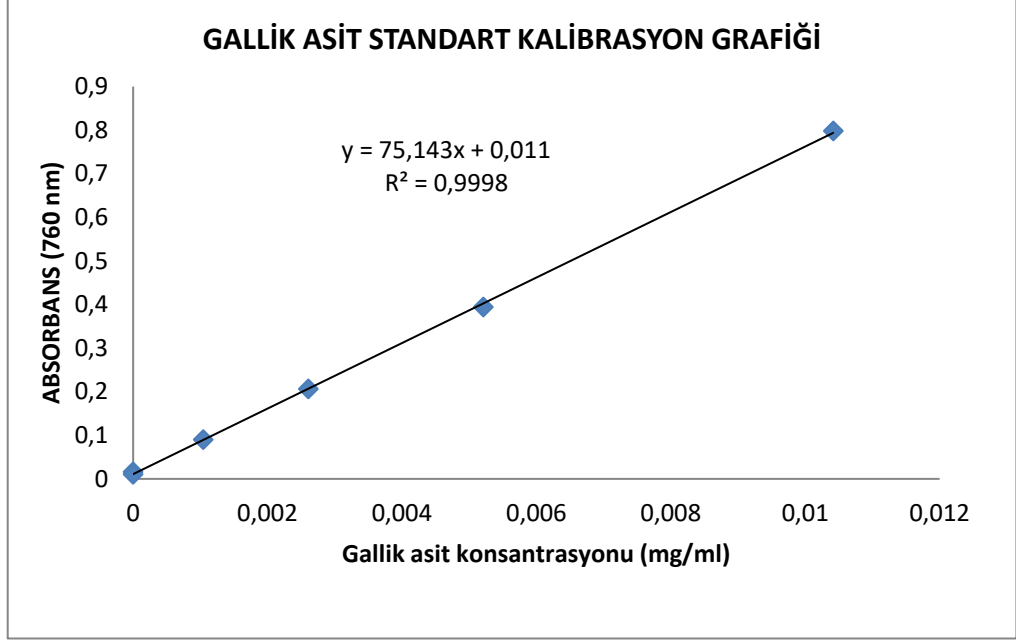
Diğer taraftan, fenolik içeriğinin bitki çiçek kısmı altında bölgelere göre incelemesi yapılmış ve sadece bitkinin çiçek kısmı için en yüksek fenolik miktarına ($M = 30.17 \pm 2.61$) radyasyon bölgesindeki bitkilerde, en düşük fenolik miktarına ($M = 20.14 \pm 1.75$) ise orman bölgesi bitkilerinde olduğu tespit edilmiştir ve bu iki bölge arasında elde edilen toplam fenolik içeriği ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı ve farklı bulunmuştur. Yine çiçek kısmı için şehir bitkisinde gözlenen fenolik içeriğinin ($M = 22.31 \pm 1.43$), radyasyon ve orman bölgesindeki bitkilerin fenolik miktarı ortalamalarına kıyasla istatistiksel olarak farklı olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$).

Son olarak, bitkinin tüm bitki kısımları için ayrı ayrı hesaplanan ortalamalar için bölgeler bazında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$) (Şekil 4.2).

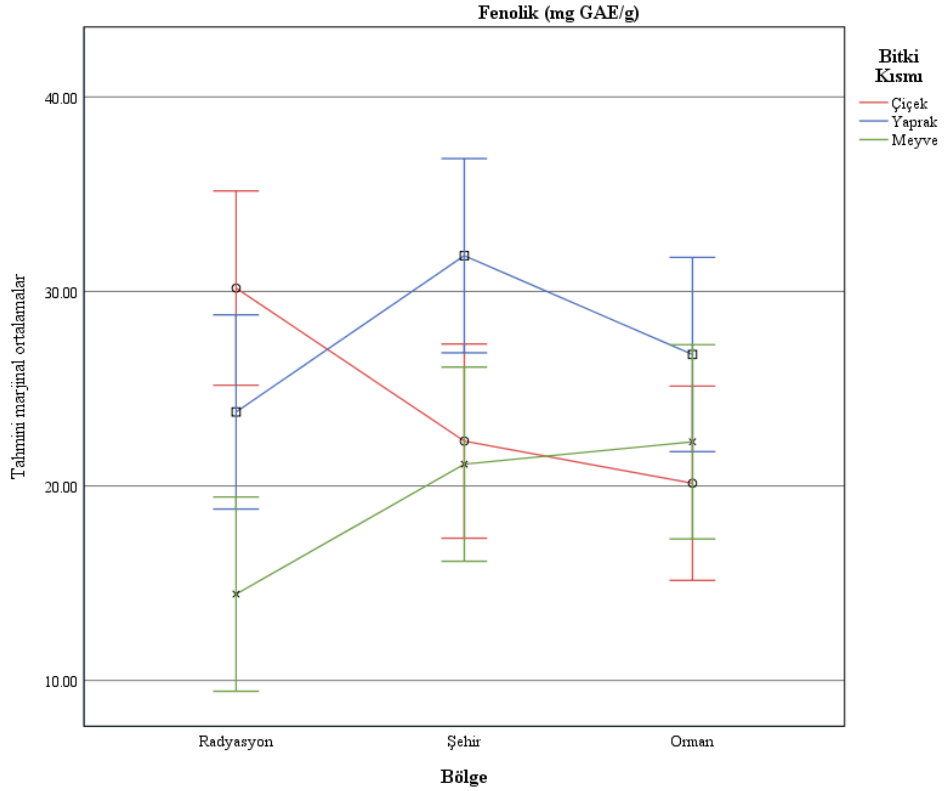
Çizelge 4.2 Toplam Fenolik Madde İçeriği (mg GAE/g) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları

Bitki Kısım	Bölge			
	Radyasyon	Şehir	Orman	Toplam
	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD
Çiçek	30.17 \pm 2.61Aa	22.31 \pm 1.43ABa	20.14 \pm 1.75Ba	24.21 \pm 4.89ab
Yaprak	23.8 \pm 2.06Aab	31.84 \pm 2.63Ab	26.76 \pm 11.10Aa	27.47 \pm 6.78a
Meyve	14.44 \pm 1.27Ab	21.12 \pm 1.72Aa	22.27 \pm 1.33Aa	19.28 \pm 3.87b
Toplam	22.81 \pm 7.08A	25.09 \pm 5.37A	23.05 \pm 6.37A	23.65 \pm 6.15

Aynı bölge altında ortak küçük harf içermeyen bitki kısmı ortalamaları arasında fark vardır. ($p < 0.05$), Aynı bitki kısmı altında ortak büyük harf içermeyen bölge ortalamaları arasında fark vardır ($p < 0.05$)



Şekil 4.1 Örneklerin Toplam Fenolik İçerik Miktarlarının Hesaplanması İçin Çizilen Gallik Asit Kalibrasyon Grafiği



Şekil 4.2 Fenolik (mg GAE/g) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği

4.1.2 DPPH Radikali Giderme Aktivitesi

Toplam fenolik içerik değerleri saptanan bitki kısımlarının bu fenolik içeriğin antioksidan aktivitede rol oynayacağı düşüncesiyle antioksidan aktivitesi ilk olarak ticari bir serbest radikal olan DPPH'ı süpürme etkinliğine dayanılarak incelendi. Bu amaçla metanolik DPPH çözeltisi ile ekstraktların farklı konsantrasyonlarının bir araya getirilmesi sağlandı ve yöntem kısmında izah edilen prosedür sonrasında bitkinin her bir kısmından hazırlanan ekstraktların seçilen konsantrasyon değerleri için ortamdaki DPPH radikalinin % süpürme aktiviteleri hesaplandı ve konsantrasyona karşı süpürme aktivitesi grafiğinin çizilmesinden sonra ortamdaki radikalın %50 sini süpüren ekstrakt konsantrasyonu anlamına gelen IC₅₀ değerleri hesaplandı. IC₅₀ değerinin küçük olması DPPH radikali süpürme etkinliğinin büyük, IC₅₀ değerinin büyük olması ise DPPH radikali süpürme etkinliğinin küçük olduğunun göstergesidir. Bu bağlamda yapılan istatistiksel değerlendirmeler şöyledir:

Mevcut verilerin bölge ve bitki kısmı gruplamaları altında ortalamalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı 2- yönlü ANOVA testi ile incelenmiş ve “bölge, bitki kısmı” ve “bölge * bitki kısmı” ortak etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir (sırasıyla $F_{(2,18)}=6.37$, $F_{(2,18)}=17.88$, $F_{(4,18)}=13.27$, $p<.01$) (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	Sd	KO	F	Sig.
Bölge	0.09	2	0.04	6.37	0.01
Bitki Kısmı	0.24	2	0.12	17.88	0.00
Bölge * Bitki Kısmı	0.36	4	0.09	13.27	0.00
Hata	0.12	18	0.01		
Genel Toplam	4.58	27			

sd: serbestlik derecesi, KT: Kareler toplamı, KO: Kareler ortalaması

Ortak etkinin anlamlı bulunması ile basit etki analizlerine geçilmiş ve her bir gruba karşılık gelen ortalama ve standart sapmalar ile ortalamalar arasında gözlenen olası farklar harflendirme altında Çizelge 4.4' te sunulmuştur. Bu sonuçlara göre radyasyon bölgesinden elde edilen bitkilerin meyve kısmının en düşük ($M=0.72 \pm 0.13$) DPPH radikali süpürme aktivitesine sahip olduğu gözlenmişken, en yüksek

DPPH radikali süpürme aktivitesine bitkinin çiçek kısmında ($M=0.26 \pm 0.03$) rastlanmış ve bu iki bitki kısmına yönelik ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$).

Orman bölgesinden elde edilen bitkilerin çiçek kısmının en düşük ($M=0.57 \pm 0.17$) DPPH radikali süpürme aktivitesine sahip olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$).

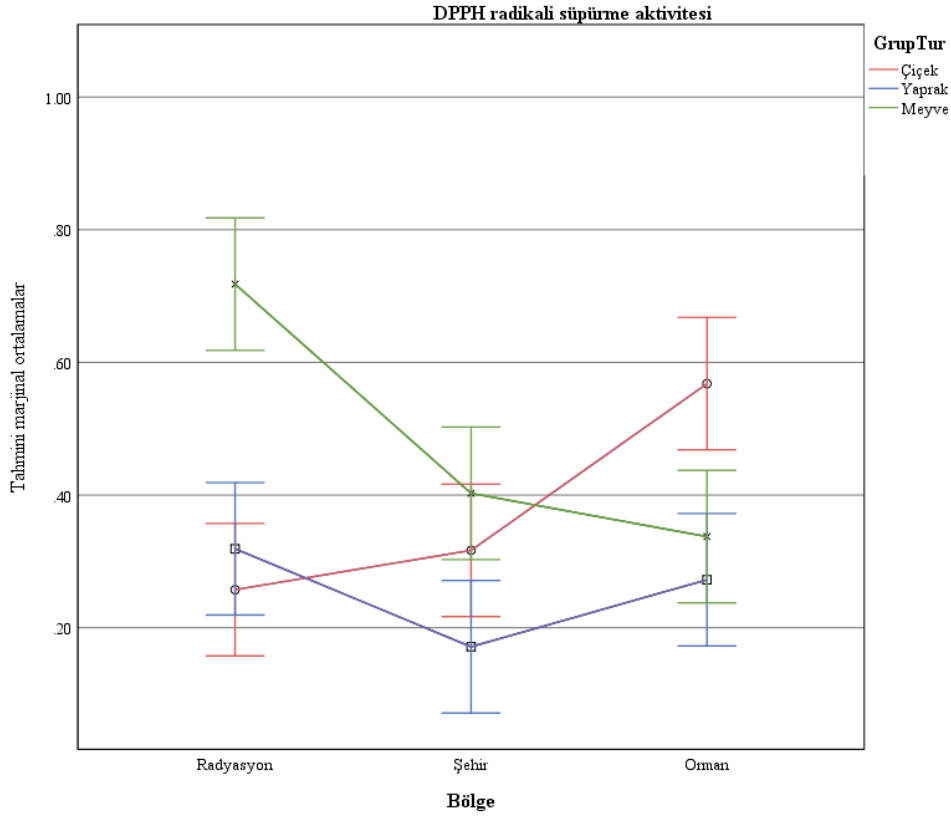
Diğer taraftan, DPPH radikali süpürme aktivitesinin bitkinin çiçek kısmı altında bölgelere göre incelemesi yapılmış ve sadece bitkinin çiçek kısmı için en düşük DPPH radikali süpürme aktivitesine ($M=0.57 \pm 0.17$) orman bölgesindeki bitkilerde, en yüksek DPPH radikali süpürme aktivitesine ($M=0.26 \pm 0.03$) radyasyon bölgesindeki bitkilerde olduğu tespit edilmiştir ve bu iki bölge arasında elde edilen toplam DPPH radikali süpürme aktivitesi istatistiksel olarak anlamlı ve farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

Bitkinin meyve kısmının bölgelere göre incelemesi yapıldığında en düşük DPPH radikali süpürme aktivitesine ($M=0.72 \pm 0.13$) radyasyon bölgesindeki bitkilerde, en yüksek DPPH radikali süpürme aktivitesine ($M=0.34 \pm 0.03$) orman bölgesindeki bitkilerde olduğu ve bu bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.3).

Çizelge 4.4 DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi (IC_{50} ; mg/mL) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları

Bitki Kısmı	Bölge			
	Radyasyon	Şehir	Orman	Toplam
	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD
Çiçek	0.26 \pm 0.03Aa	0.32 \pm 0.06Aab	0.57 \pm 0.17Ba	0.38 \pm 0.17A
Yaprak	0.32 \pm 0.01Aa	0.17 \pm 0.02Aa	0.27 \pm 0.07Ab	0.25 \pm 0.07B
Meyve	0.72 \pm 0.13Ab	0.40 \pm 0.08Bb	0.34 \pm 0.03Bb	0.49 \pm 0.19C
Toplam	0.43 \pm 0.23A	0.30 \pm 0.11B	0.39 \pm 0.16AB	0.37 \pm 0.18

Aynı bölge altında ortak küçük harf içermeyen bitki kısmı ortalamaları arasında fark vardır. ($p<0.05$)
Aynı bitki kısmı altında ortak büyük harf içermeyen bölge ortalamaları arasında fark vardır ($p<0.05$)



Şekil 4.3 DPPH Radikali Süpürme Aktivitesi Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği

4.1.3 Fe²⁺ ile Şelat Oluşturma Aktivitesi

Demir biyolojik olarak gerekli olmasına rağmen, aşırı yüklenmesi oksidatif hasar da dahil olmak üzere potansiyel toksisiteye neden olmaktadır (He ve ark., 2021). Şelatlama aktivitesi, bitki ekstraktlarında bulunan bileşenlerin in vivo ve in vitro sistemlerde Fenton reaksiyonu yoluyla yüksek derecede reaktif hidroksil radikallerinin üretimi için önemli katalizörler olarak etki edebilecek serbest metal iyonlarını tutma kapasitesini belirlemek için değerlendirilmektedir (Pereira ve ark., 2022). Bu amaçla öncelikle Fe²⁺ ihtiva eden çözelti ile muamele edilen ekstraktların 0.5 mg/ml'lik kısımlarının, Fe²⁺ ile şelat oluşturarak 562 nm de maksimum absorbans veren ferrozin ilavesini takiben ekstrakt içermeyen kör tüpte gelişen renge göre renklerindenki azalma spektrofotometrik olarak ölçülmüştür ve absorbans değerlerinden her bir ekstrakt için ortamdaki demirin % kaçını şelatlayabildiği hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerlerin istatistiksel değerlendirilmesi şu şekildedir:

Mevcut verilerin bölge ve bitki kısmı gruplamaları altında ortalamalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı 2- yönlü ANOVA testi ile incelenmiş, bunun sonucunda “bölge” ve “bitki kısmı” değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir (sırasıyla $F_{(2,18)}=19.77$, $F_{(2,18)}=32.48$, $p<.01$) (Çizelge 4.5). Ortak etkinin istatistiksel olarak anlamlı bulunması nedeniyle basit etki ve çoklu karşılaştırma analizlerine geçilmiştir.

Çizelge 4.5 Fe^{+2} ile Şelat Oluşturma (%) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	sd	KO	F	Sig.
Bölge	4011.38	2	2005.69	19.77	0.00
Bitki Kısmı	6591.14	2	3295.57	32.48	0.00
Bölge * Bitki Kısmı	713.20	4	178.30	1.76	0.19
Hata	1623.22	16	101.45		
Genel Toplam	55359.30	25			

sd: serbestlik derecesi, KT: Kareler toplamı, KO: Kareler ortalaması

Ortak etkinin anlamlı bulunması ile basit etki analizlerine geçilmiş ve her bir gruba karşılık gelen ortalama ve standart sapmalar ile ortalamalar arasında gözlenen olası farklar harflendirme altında Çizelge 4.6’ da sunulmuştur. Bu sonuçlara göre radyasyon bölgesinden toplanan bitkilerin meyve kısımlarının Fe^{+2} ile şelat oluşturma potansiyelinin (%) en yüksek ($M=74.04 \pm 3.72$), yaprak kısımlarının ise en düşük ($M=43.57 \pm 4.86$) olduğu tespit edilmiş ve bu iki değer arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir ($p<.05$).

Şehir bölgesinin yaprak kısmı için elde edilen değer çiçek ve meyve için elde edilen değere göre istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Ayrıca orman bölgesinde meyve kısmı için hesaplanan değer diğer iki kısım için hesaplanan değere göre istatistiksel olarak farklıdır.

Diğer taraftan, Fe^{+2} ile şelat oluşturma yüzdesi bitkinin çiçek kısmı altında bölgelere göre incelendiğinde en yüksek ($M=52.47 \pm 4.06$) şelat oluşturma yüzdesinin radyasyon bölgesinden toplanan bitkilerin çiçek kısmında, en düşük ($M=17.97 \pm 20.21$) şelat oluşturma yüzdesinin ise orman bölgesindeki bitkilerin çiçek kısmında olduğu gözlenmiş ve bu iki bölge arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Bitkinin yaprak kısmı bölgelere göre incelendiğinde en yüksek ($M=43.57 \pm 4.86$) şelat oluşturma yüzdesinin radyasyon bölgesinden toplanan bitkilerin yaprak kısmında, en düşük ($M=4.55 \pm 6.79$) şelat oluşturma yüzdesinin ise şehir bölgesindeki bitkilerin yaprak kısmında olduğu gözlenmiş ve bu iki bölge arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<.05$).

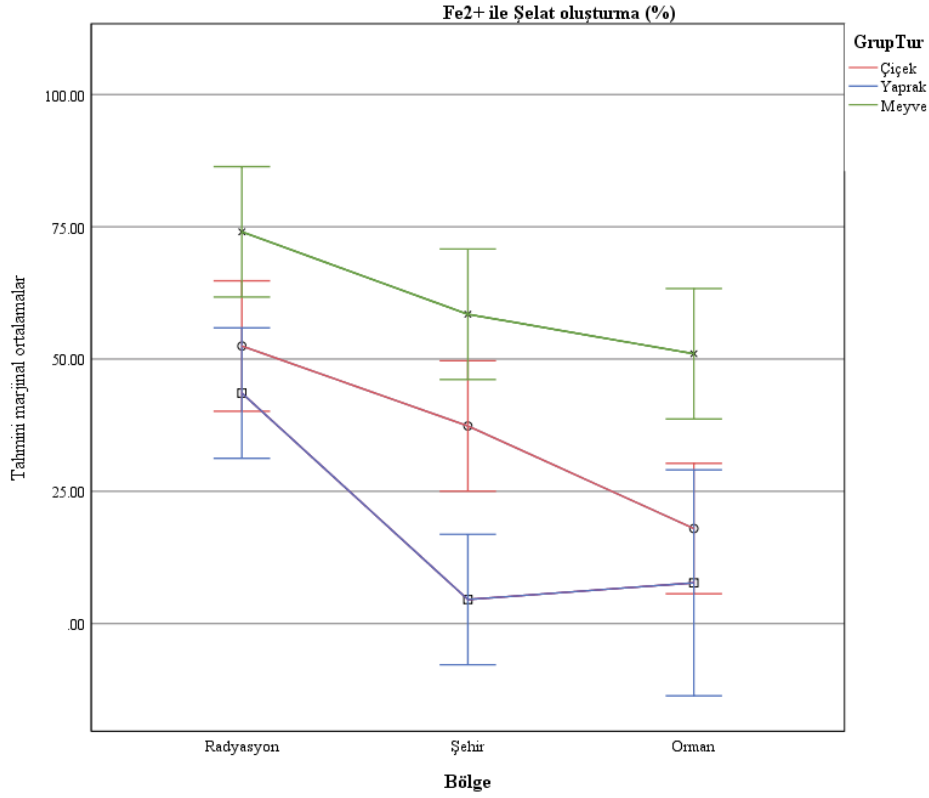
Son olarak bitkinin meyve kısmı bölgelere göre incelendiğinde en yüksek ($M=74.04 \pm 3.72$) şelat oluşturma yüzdesinin radyasyon bölgesinden toplanan bitkilerin meyve kısmında, en düşük ($M=51.00 \pm 6.99$) şelat oluşturma yüzdesinin ise orman bölgesindeki bitkilerin meyve kısmında olduğu gözlenmiş ve bu iki bölge arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<.05$).

Bitkinin yaprak kısmı, meyve kısmı ve çiçek kısımlardan elde edilen ortalamalar için bölgeler bazında radyasyon bölgesinde ($M=56.69 \pm 14.06$) istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir ($p<.05$) (Şekil 4.4).

Çizelge 4.6 Fe^{+2} İle Şelat Oluşturma (%) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları

Bitki Kısmı	Bölge			
	Radyasyon	Şehir	Orman	Toplam
	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
Çiçek	52.47 ± 4.06Aab	37.35 ± 11.27ABa	17.97 ± 20.21Ba	35.93 ± 19.03a
Yaprak	43.57 ± 4.86Aa	4.55 ± 6.79Bb	7.71 ± 0.00Ba	21.72 ± 21.02b
Meyve	74.04 ± 3.72Ab	58.47 ± 11.27ABa	51.00 ± 6.99Bb	61.17 ± 12.29c
Toplam	56.69 ± 14.06A	33.46 ± 25.07B	30.66 ± 22.97B	41.04 ± 23.50

Aynı bölge altında ortak küçük harf içermeyen bitki kısmı ortalamaları arasında fark vardır. ($p<.05$)
Aynı bitki kısmı altında ortak büyük harf içermeyen bölge ortalamaları arasında fark vardır ($p<.05$)



Şekil 4.4 Fe²⁺ İle Şelat Oluşturma (%) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği

4.1.4 Fe²⁺+³ İndirgeme Gücü Aktivitesi (µmol TXE/g)

Farklı analizler kullanılarak toplam antioksidan aktivitenin tahmini, herhangi bir bitkisel kaynağın genel antioksidan potansiyelini elde etmek için önemlidir (Sethi ve ark., 2020). Bu sebeple bitkisel ekstraktların antioksidan aktivitesi FRAP yöntemine göre de değerlendirilmiştir. FRAP tahlili, çalışma solüsyonunun kimyasallarının hazırlanması açısından zaman alıcı olmasına rağmen basit ve ucuz bir yöntemdir ve herhangi bir özel kimyasalın kullanılmasını gerektirmez. Thaipong ve ark., tarafından 2006 yılında guava meyve özlerinden antioksidan aktiviteyi tahmin etmek için yapılan bir çalışmada, FRAP testinin yüksek tekrarlanabilirlik gösterdiği, basit olduğu ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilebileceği sonucuna vardılar (Shah ve Modi, 2015). Elektron transfer mekanizmasına dayanan bir antioksidan aktivite yöntemidir.

Örneklerin demir iyonunu indirgeme gücü aynı koşullarda farklı konsantrasyonları ile denemeye tabii tutulan troloks için elde edilen değerlerin kullanılması için oluşturulan kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak troloks eşdeğeri

olarak belirlenmiştir. Troloks, bileşiklerin antioksidan kapasitesinin karşılaştırıldığı biyokimyasal çalışmalarda standart bir antioksidan olarak kullanılmaktadır. FRAP tetisi pH'nın Fe³⁺'yi Fe²⁺'ya indirgeme yeteneğine dayanmaktadır. FRAP reaksiyonu, demir çözünürlüğünü korumak için asidik pH 3,6'da gerçekleştirilir, böylece düşük pH'taki reaksiyon, hidrojen atomu transferini yönlendiren iyonizasyon potansiyelini azaltır ve baskın reaksiyon mekanizması olan redoks potansiyelini artırır. 2,4,6-tripiridil-s-triazinin varlığında Fe³⁺'nin Fe²⁺'ya indirgenmesi meydana geldiğinde, reaksiyona Fe²⁺ ile renkli bir kompleksin oluşumu eşlik eder (593 nm'de absorpsiyon). İndirgeme gücünün pH'daki hidroksilasyonun derecesi ve konjugasyonun derecesi ile ilişkili olduğu görülmektedir.

Fe⁺²⁺³ indirgeme gücü aktivitesi (µmol TXE/g) verisi için sürdürülen 2-yönlü ANOVA testi sonuçlarına göre sadece “bitki kısmı” değişkeni için genel ortalamalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlenmiş (F_(2,18)= 8.01, p<.01) ve ortalamalarda gerek “bölge” değişkeni gerekse “bölge*bitki kısmı” ortak etkisi bazında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (p>.05) (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 Fe³ İndirgeme Gücü Aktivitesi (µmol TXE/g) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	sd	KO	F	Sig.
Bölge	7423.21	2	3711.61	1.92	0.18
Bitki Kısmı	31017.88	2	15508.94	8.01	0.00
Bölge * Bitki Kısmı	14972.32	4	3743.08	1.93	0.15
Hata	34866.08	18	1937.00		
Genel Toplam	364147.02	27			

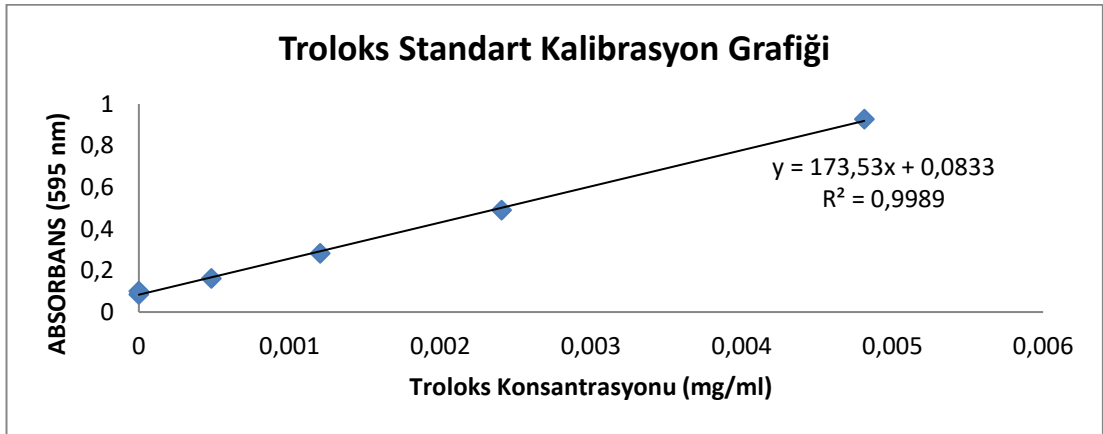
sd: serbestlik derecesi, KT: Kareler toplamı, KO: Kareler ortalaması

Bu veriler doğrultusunda basit etki analizleri yapılmış ve söz konusu analizlerin çıktıları Çizelge 4.8 altında sunulmuştur. Bu sonuçlara göre Fe⁺³indirgeme gücü aktivitesi en yüksek olan (M=148.78 ± 76.26) bitki kısmının yaprak olduğu belirlenmiş ve bu ortalama değer bitkinin çiçek ve meyve kısımlarına oranla istatistiksel açıdan anlamlı ve yüksek olduğu bulunmuştur (p<.05) (Şekil 4.6).

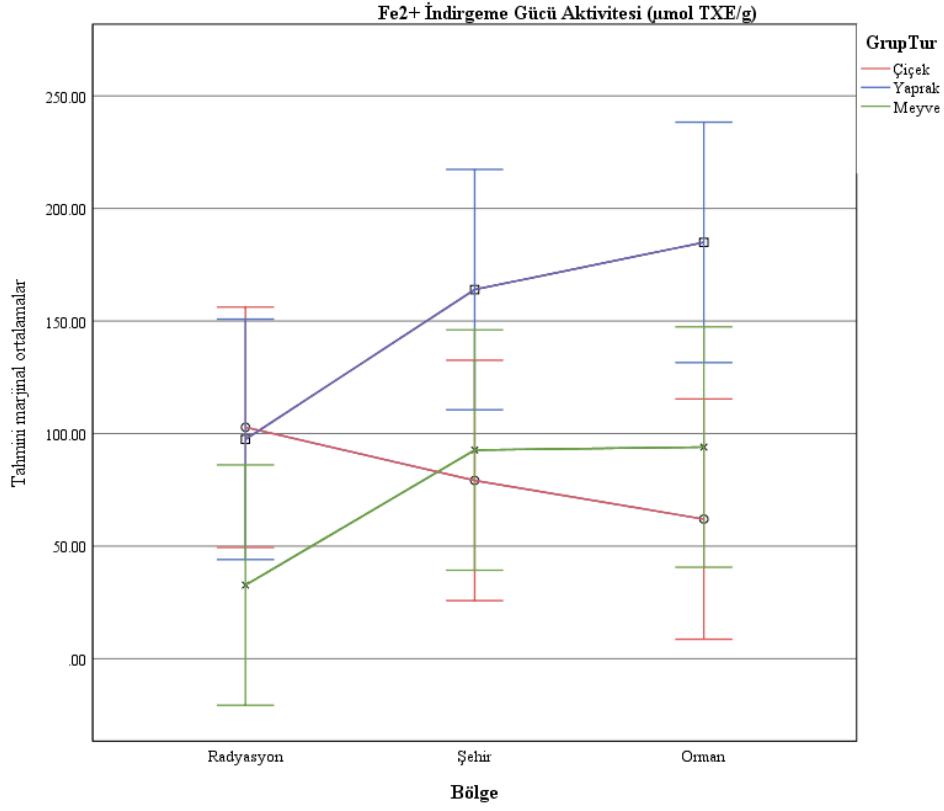
Çizelge 4.8 Fe⁺³ İndirgeme Gücü Aktivitesi (µmol TXE/g) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları

Bitki Kısım	Bölge			
	Radyasyon	Şehir	Orman	Toplam
	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
Çiçek	102.81 ± 4.64Aa	79.18 ± 10.42Aa	62.00 ± 8.93Aa	81.33 ± 19.16a
Yaprak	97.45 ± 13.09Aa	163.96 ± 61.41Aa	184.93 ± 114.28Ab	148.78 ± 76.26b
Meyve	32.70 ± 7.93Aa	92.69 ± 11.8Aa	94.01 ± 4.31Aab	73.13 ± 31.23a
Toplam	77.65 ± 34.73A	111.94 ± 50.61A	113.65 ± 79.62A	101.08 ± 58.27

Aynı bölge altında ortak küçük harf içermeyen bitki kısmı ortalamaları arasında fark vardır. (p<.05)
Aynı bitki kısmı altında ortak büyük harf içermeyen bölge ortalamaları arasında fark vardır (p<.05)



Şekil 4.5 Troloks Kalibrasyon Grafiği



Şekil 4.6 Fe⁺³ İndirgeme Gücü Aktivitesi (µmol TXE/g) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği

4.2 Enzimatik Antioksidan Aktivite

Bitkiler, homeostazı korumak ve oksidatif stresi önlemek için katalaz (CAT), peroksidaz (POD), askorbat peroksidaz (APX) ve guaiacol peroksidaz (GPX) gibi bazı enzimleri içeren bir temizleme sistemi kullanır. Bu enzimler farklı abiyotik stresler altında hücrel hasarları en aza indirebilmektedir (Goharrizi ve ark., 2020). Bitkilerin toplandığı özellikle radyasyona maruz olan ve yaşam aktivitelerinin yoğun olduğu şehir bölgelerinden toplanılan örneklerde olası bir stress durumunda bu tür enzimatik antioksidan aktivite değerlerindeki değişim incelenmiştir.

Oksidatif stres sıklıkla eksojen kirleticilerin sitotoksitesini yansıtmak ve/veya değerlendirmek için kullanılır. SOD (süperoksit dismutaz) ve CAT (katalaz), antioksidan aktivitelerde çok önemlidir ve genellikle redoks durumunu belirtmek için oksidatif stres biyobelirteçleri olarak kullanılır. SOD, O₂'yi H₂O₂'ye katalize ederek oksidatif strese karşı ilk savunma görevi görür. Bundan sonra CAT, H₂O₂'yi O₂'ye ve H₂O'yu H₂O₂'den koruyan hücrelere katalize eder. Çok sayıda araştırma, hücrelerde

ksenobiyotiklerin aracılık ettiği oksidatif stresteki SOD'un yanı sıra CAT aktivitelerindeki değişiklikleri incelemiştir. Yabancı maddeler bir organizmaya girdiğinde SOD ve CAT gibi biyomakromoleküllerle doğrudan etkileşime girebilir. Dolayısıyla hücrelerdeki antioksidan aktivite etiklenebilir veya engellenebilir (He ve ark., 2021).

4.2.1 Süperoksit Dismutaz Aktivitesi

Süperoksit dismutaz (SOD), enzimatik ürünlerinin farklı bitkilerin organellerindeki süperoksit radikallerini (O_2^-) aktif olarak dismutaz ayabildiği bir gen ailesidir. Çok sayıda bilimsel rapora göre SOD ailesi, magnezyum-SOD (Mn-SOD), bakır/çinko-SOD (Cu/Zn-SOD) ve demir-SOD (Fe-SOD) olmak üzere üç ana üyeden oluşur. Birçok çalışma, farklı bitki türlerinde ve hatta bir tür içindeki farklı genotiplerde değişen koşullar ve stresler altında her bir SOD izoziminin ekspresyon oranlarının değiştiğini doğrulamıştır. Dondurulmuş taze örneklerin hücre içi SOD enzim aktiviteleri NBT indirgenmesine dayanılan yöntemle belirlenmiş ve sonuçlar %50 inhibisyona sebep olan enzim miktarı 1 Ünite olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler üzerinde yapılan istatistiksel çalışmalara göre;

Mevcut verilerin bölge ve bitki kısmı gruplamaları altında ortalamalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı 2- yönlü ANOVA testi ile incelenmiş ve “bölge”, “bitki kısmı” ve “bölge*bitki kısmı” ortak etkisinden yalnızca “bitki kısmı” değişkeni için istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir ($F_{(2,18)}=2.66$, $p<.01$) (Çizelge 4.9). Böylece basit etki ve çoklu karşılaştırma analizlerine geçilmiştir.

Çizelge 4.9 Süperoksit Dismutaz Aktivitesi İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	sd	KO	F	Sig.
Bölge	0.44	2	0.22	2.99	0.08
Bitki Kısmı	0.39	2	0.20	2.66	0.10
Bölge * Bitki Kısmı	1.00	4	0.25	3.38	0.03
Hata	1.33	18	0.07		
Genel Toplam	4.02	27			

sd: serbestlik derecesi, KT: Kareler toplamı, KO: Kareler ortalaması

Bölgelerden bağımsız bitki kısımlarının süperoksit dismutaz aktivitesi ortalamaları incelendiğinde ortalamalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>.05$).

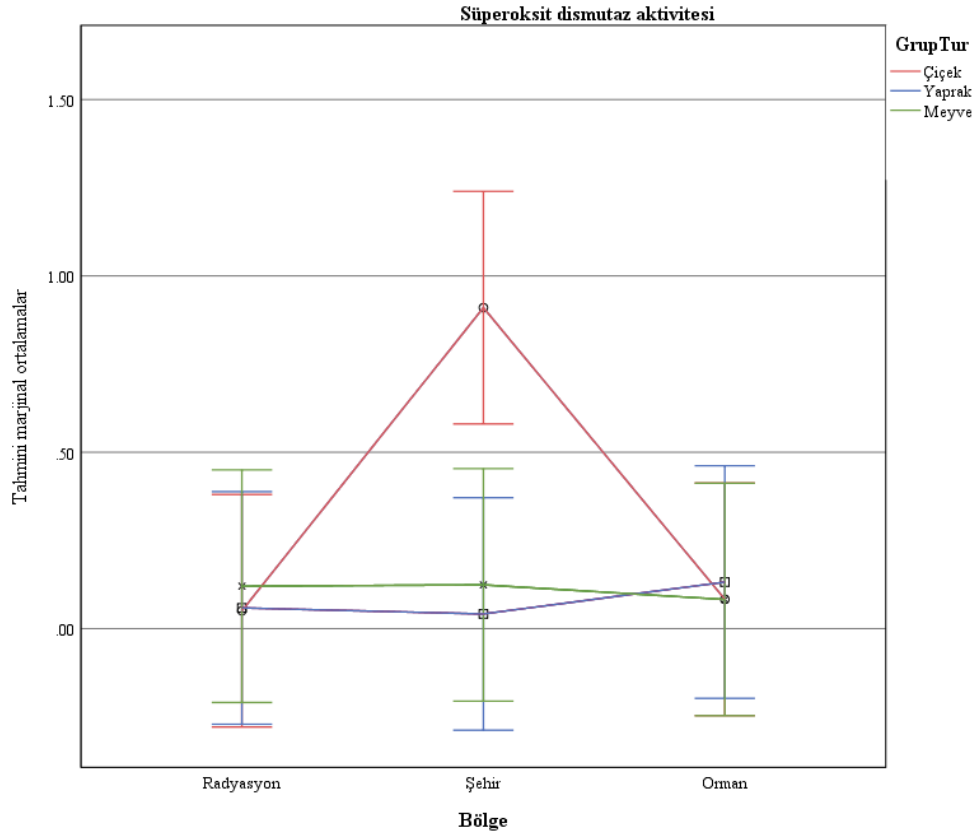
Bitki kısım gruplaması altında, bitkilerin çiçek kısımları için süperoksit dismutaz aktivitesinin şehir bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek olduğu ($M=0.91 \pm 0.80$) gözlenmiştir ($p<.05$) (Çizelge 4.10).

Genel anlamda bitki kısımlarından bağımsız, bölgelerin toplam süperoksit dismutaz aktivitesi ortalamaları kıyaslandığında, şehir bölgesi bitkilerinin ortalama süperoksit dismutaz aktivitesi ($M= 0.36 \pm 0.58$), orman ve radyasyon bölgesi bitkilerinin ortalama süperoksit dismutaz aktivitelere (sırasıyla $M= 0.10 \pm 0.06$ ve $M= 0.08 \pm 0.05$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<.05$) (Şekil 4.7).

Çizelge 4.10 Süperoksit Dismutaz Aktivitesi (Ünite) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları

Bitki Kısım	Bölge			
	Radyasyon	Şehir	Orman	Toplam
	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD
Çiçek	0.05 \pm 0.00Aa	0.91 \pm 0.80Ba	0.08 \pm 0.04Aa	0.35 \pm 0.58a
Yaprak	0.06 \pm 0.01Aa	0.04 \pm 0.01Ab	0.13 \pm 0.11Aa	0.08 \pm 0.07a
Meyve	0.12 \pm 0.08Aa	0.12 \pm 0.08Ab	0.08 \pm 0.00Aa	0.11 \pm 0.06a
Toplam	0.08 \pm 0.05A	0.36 \pm 0.58A	0.10 \pm 0.06A	0.18 \pm 0.35

Aynı bölge altında ortak küçük harf içermeyen bitki kısmı ortalamaları arasında fark vardır. ($p<.05$)
Aynı bitki kısmı altında ortak büyük harf içermeyen bölge ortalamaları arasında fark vardır ($p<.05$)



Şekil 4.7 Süperoksit Dismutaz Aktivitesi Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği

4.2.2 Askorbat Peroksidaz Aktivitesi

Askorbat peroksidaz (APX, E.C. 1.11.1.11), esas olarak H_2O_2 'nin hücredeki olumsuz etkisini detoksifiye eden, Askorbat-Glutatyon yolunda yer alan önemli bir antioksidan enzimdir (Saxena ve ark., 2020). Test edilen hücre içi özütlerin uygun ortamda askorbat peroksidaz etkinliği göstermesinin 290 nm' de askorbik asitteki azalmanın takip edilmesiyle izlenmesinin ardından hesaplanan enzim aktivitesi değerleri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Buna göre;

Bölge ve bitki kısmı gruplamaları altında ortalamalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı 2- yönlü ANOVA testi ile incelenmiş ve "bölge", "bitki kısmı" ve "bölge*bitki kısmı" ortak etkisinden yalnızca "bölge" değişkeni için istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir ($F(2,17)=18.32$, $p<.01$) (Çizelge 4.11). Böylece basit etki ve çoklu karşılaştırma analizlerine geçilmiştir.

Çizelge 4.11 Askorbat Peroksidaz Aktivitesi İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	sd	KO	F	Sig.
Bölge	0.03	2	0.02	18.32	0.00
Bitki Kısmı	0.00	2	0.00	1.21	0.32
Bölge * Bitki Kısmı	0.01	4	0.00	1.29	0.31
Hata	0.02	17	0.00		
Genel Toplam	0.22	26			

sd: serbestlik derecesi, KT: Kareler toplamı, KO: Kareler ortalaması

Bu sonuçlara göre bitki kısımları arasında istatistiksel açıdan bitkilerin çiçek, yaprak ve meyve kısımlarında askorbat peroksidaz aktivitesi açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Genel olarak, bölgeden bağımsız bitki kısımların askorbat peroksidaz aktivitesi ortalamaları incelendiğinde ortalamalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > .05$) (Çizelge 4.12).

Bitki kısım gruplaması altında, bitkilerin çiçek kısımları için bölgeler arasında askorbat peroksidaz aktivitesi istatistiksel olarak anlamlı bir değişkenlik göstermemiştir. Ancak spesifik olarak bitkinin yaprak kısmı incelendiğinde şehir bölgesinden toplanan bitkilerin yaprak kısımlarının askorbat peroksidaz aktivitesinin radyasyon ve orman bölgesindekilere göre anlamlı ve yüksek olduğu ($M = 0.16 \pm 0.03$) gözlenmiştir ($p < .05$).

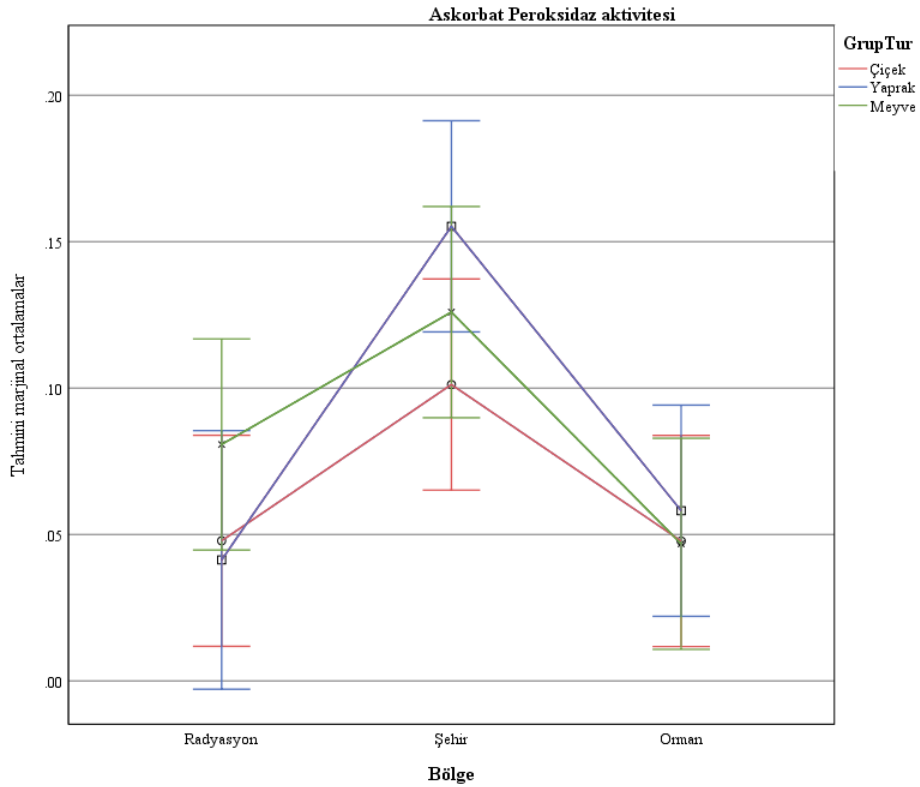
Bitkilerin meyve kısımları incelendiğinde radyasyon bölgesinden toplanan bitki meyvelerinin şehir ve orman bölgelerinden toplanan bitki meyvelerine göre askorbat peroksidaz aktivitesi açısından istatistiksel olarak anlamsız olduğu gözlenmiştir ($p > .05$). Şehir ve orman bölgesinden toplanan bitki meyvelerinden şehir bölgesinden toplanan bitki meyvelerinin askorbat peroksidaz aktivitesi istatistiksel olarak orman bölgesinden toplanan bitki meyvelerine göre anlamlı ve yüksek olduğu ($M = 0.13 \pm 0.05$) tespit edilmiştir ($p < .05$).

Genel anlamda bitki kısımlarından bağımsız, bölgelerin toplam askorbat peroksidaz aktivitesi ortalamaları kıyaslandığında, şehir bölgesi bitkilerinin askorbat peroksidaz aktivitesi ($M = 0.13 \pm 0.04$), radyasyon ve orman bölgesi bitkilerinin ortalama askorbat peroksidaz aktivitesi (sırasıyla $M = 0.06 \pm 0.03$ ve $M = 0.05 \pm 0.01$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek olduğu gözlenmiştir ($p < .05$) (Şekil 4.8).

Çizelge 4.12 Askorbat Peroksidaz Aktivitesi İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları

Bitki Kısım	Bölge			
	Radyasyon	Şehir	Orman	Toplam
	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
Çiçek	0.05 ± 0.02Aa	0.10 ± 0.04Aa	0.05 ± 0.01Aa	0.07 ± 0.03a
Yaprak	0.04 ± 0.00Aa	0.16 ± 0.03Ba	0.06 ± 0.02Aa	0.09 ± 0.06a
Meyve	0.08 ± 0.04ABa	0.13 ± 0.05Aa	0.05 ± 0.01Ba	0.08 ± 0.05a
Toplam	0.06 ± 0.03A	0.13 ± 0.04B	0.05 ± 0.01A	0.08 ± 0.05

Aynı bölge altında ortak küçük harf içermeyen bitki kısmı ortalamaları arasında fark vardır. (p<.05)
Aynı bitki kısmı altında ortak büyük harf içermeyen bölge ortalamaları arasında fark vardır (p<.05)



Şekil 4.8 Askorbat Peroksidaz Aktivitesi Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği

4.2.3 Katalaz Aktivitesi

Katalaz (CAT), atom kütlesi yaklaşık 250 kDa olan hem içeren bir enzimdir. Katalaz öncelikle kloroplastlarda, peroksisomlarda, mitokondride ve sitoplazmada bulunmaktadır. CAT'ın birincil işlevi, hücre içi enerji kullanımı olmadan zararlı hücre içi hidrojen peroksiti su ve oksijene indirgeyerek bitki peroksidasyonunu önlemektir. Katalaz multigen ailesidir ve CAT1, CAT2 ve CAT3 gibi birkaç izoformu vardır. CAT

enzimi olmayan bitkilerin yabancı bitkilere göre tuzluluğa ve ozon stresine karşı daha hassas olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca kuraklığa duyarlı pirinç çeşidi SJ6'da kuraklık stresi altında CAT aktivitesinin azaldığı ve bunun hidrojen peroksit birikimini tetiklediği rapor edilmiştir (Zhanassova ve ark., 2021). Bu bilgiler ışığında yetiştirme koşulları farklı olan bitkisel kaynağımızın farklı kısımlarına ait hazırlanan özütlerin katalaz aktiviteleri hidrojen peroksidin ayrışmasının 240 nm' de takip edilmesiyle ortaya konulmuştur.

Mevcut değerlerin farklı bölge ve bitki kısımlarına göre değişimi 2-yönlü ANOVA modeli altında değerlendirilmiş ve ilgili sonuçlar çizelgede sunulmuştur. Elde edilen ilk bulgulara göre “bölge”, “bitki kısmı” ve “bölge*bitki kısmı” ortak etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir ($p>.05$) (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13 Katalaz Aktivitesi İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	sd	KO	F	Sig.
Bölge	21.27	2	10.64	1.42	0.27
Bitki Kısım	24.58	2	12.29	1.64	0.22
Bölge * Bitki Kısım	71.64	4	17.91	2.38	0.09
Hata	127.72	17	7.51		
Genel Toplam	614.83	26			

sd: serbestlik derecesi, KT: Kareler toplamı, KO: Kareler ortalaması

Daha sonra basit etki analizleri yapılmış ve söz konusu analizlerin çıktıları çizelge 4.14 altında sunulmuştur. Bu sonuçlara göre bölgeler ayrı ayrı baz alındığında, bitkilerin çiçek, yaprak ve meyve kısımlarında gözlemlenen katalaz aktivitelerinin tümünde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>.05$).

Genel olarak, bölgeden bağımsız bitki kısımlarının katalaz aktivitesi ortalamaları incelendiğinde ortalamaların en düşük yaprakta ($M=2.57 \pm 1.92$) daha sonra çiçekte ($M=3.88 \pm 3.37$) ve en yüksek meyvede ($M=4.98 \pm 3.81$) olduğu gözlenmiş ve tüm ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($p<.05$) (Çizelge 4.14).

Bitki kısım gruplaması altında, bitkilerin çiçek kısımları için radyasyon ve şehir bölgesinden elde edilen bitkilerde katalaz aktivitesi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmiş ve şehir bölgesinden toplanan çiçeklerde katalaz

aktivitesi daha yüksek ($M=8.07 \pm 0.96$) gözlenmiştir ($p<.05$). Orman bölgesinden toplanan bitki çiçeklerinde ise diğer bölgelere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir.

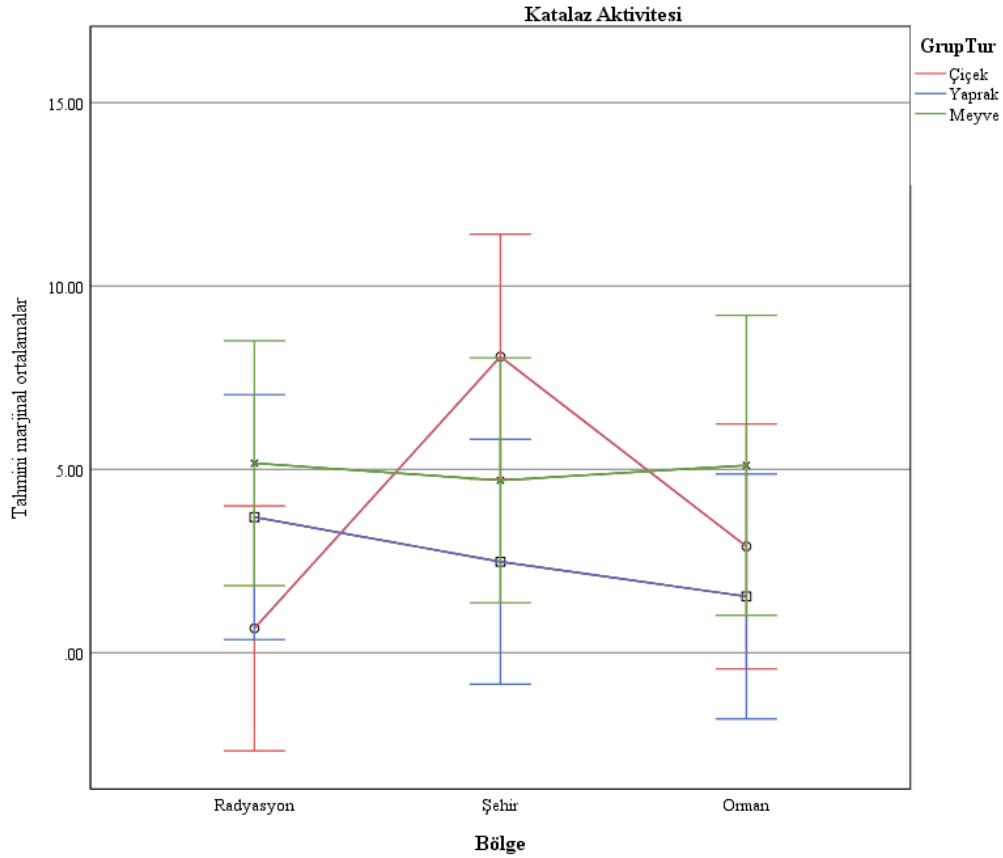
Öte yandan, bitkinin yaprak ve meyve kısımları üzerinden bölgeler incelendiğinde ise ortalamalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>.05$).

Genel anlamda bitki kısımlarından bağımsız, bölgelerin toplam katalaz aktivitesi ortalamaları kıyaslandığında, şehir bölgesindeki bitkilerin katalaz aktivitesi ($M=5.08 \pm 3.97$), radyasyon ve orman bölgesi bitkilerinin ortalama katalaz aktivitesine (sırasıyla $M= 3.18 \pm 2.61$ ve $M=2.94 \pm 2.45$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<.05$) (Şekil 4.9).

Çizelge 4.14 Katalaz Aktivitesi İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları

Bitki Kısım	Bölge			
	Radyasyon	Şehir	Orman	Toplam
	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD
Çiçek	0.66 \pm 0.60Aa	8.07 \pm 0.96Ba	2.90 \pm 0.89ABa	3.88 \pm 3.37a
Yaprak	3.70 \pm 2.68Aa	2.48 \pm 1.90Aa	1.53 \pm 0.61Aa	2.57 \pm 1.92a
Meyve	5.17 \pm 1.94Aa	4.70 \pm 5.89Aa	5.11 \pm 4.92Aa	4.98 \pm 3.81a
Toplam	3.18 \pm 2.61A	5.08 \pm 3.97A	2.94 \pm 2.45A	3.76 \pm 3.14

Aynı bölge altında ortak küçük harf içermeyen bitki kısmı ortalamaları arasında fark vardır. ($p<.05$)
Aynı bitki kısmı altında ortak büyük harf içermeyen bölge ortalamaları arasında fark vardır ($p<.05$)



Şekil 4.9 Katalaz Aktivitesi Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği

4.3 Enzim İnhibisyon Potansiyelleri

Tez çalışmasının bu kısma kadar olan kısmında bitkisel örneğimizin hem enzimatik hem de enzimatik olmayan antioksidan aktivitesinin bitkinin toplandığı yerin özelliklerine göre ve bitkinin farklı kısımlarına göre değişimi incelendi. Bilindiği gibi antioksidanlar, vücudun çevresel ve diğer streslere tepki olarak ürettiği kararsız moleküller olan reaktif oksijen türleri ve serbest radikallerin hücrelere verdiği zararı yavaşlatabilen veya önleyebilen moleküllerdir. Metabolizmayı ROS ve oksidatif streslerin tehlikeli etkilerinden koruyabilirler. Ayrıca kanser, Parkinson hastalığı (PD), katarakt, tip 2 diyabet (T2DM), kardiyovasküler hastalık ve Alzheimer hastalıkları (AD) gibi kronik bozuklukların önlenmesinde olumlu etkileri vardır (Durmaz ve ark., 2022). Farklı değişkenlere göre hazırlanmış olan her bir özütte toplam fenolik içeriği ve farklı mekanizmalara dayanan yöntemlerle ortaya konulan antioksidan aktivite değerleri değişkenlik göstermekle beraber tespit edilen bu aktivitelerin kronik hastalıkların önlenmesinde etkili olup olmayacağını anlayabilmek amacıyla birkaç

kronik hastalığın ilişkili olduğu bilinen enzimler üzerindeki inhibisyon potansiyelleri değerlendirilmiştir.

Asetilkolinesteraz (AChE) ve bütirilkolinesteraz (BChE), karboksilesteraz enzim sınıfına aittir. Her iki kolinerjik enzim de nörotransmitterleri asetilkolin (ACh) ve bütirilkolini (BCh) sırasıyla kolin ve asetat/bütirata hidrolize eder. Ayrıca AChE, insan vücudunun her yerinde, özellikle kan serumunda, pankreasta, karaciğerde ve merkezi sinir sisteminde (CNS) çeşitli ChE türlerini hidrolize eder. Eritrosit zarlarında, sinirlerde, kaslarda, CNS’ de, motor ve duyu liflerinde, periferik dokularda, kolinerjik ve kolinerjik olmayan liflerde bulunur. BChE esas olarak beyin hücrelerindeki endotelial ve glial hücrelerle ilişkilidir. AChE inhibitörleri, kolinesteraz enziminin ACh’ yi parçalamasını önleyerek nörotransmitter ACh’ nin hem etkisini hem de süresini arttırır. Ancak BChE’ nin fizyolojik rolü tam olarak bilinmemektedir. Bu nedenle, her iki kolinerjik enzimin seçici inhibitörleri, yaygın nörodejeneratif hastalıklara karşı ilaç tasarımında büyük öneme sahiptir. Özellikle AH tedavisinde önemli rol oynadıkları bilinmektedir (Durmaz ve ark., 2022).

Bu nedenle çalışma kapsamında hazırlanan metanolik ekstraktların hem AChE hem de BChE üzerindeki inhibisyon potansiyelleri değerlendirilmiştir.

4.3.1 Asetilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%)

Numunelerin 0.25 mg/ml’lik kısımlarının reaksiyon ortamındaki asetilkolinesteraz enzimini inhibe edebilme gücü % olarak hesaplanmış ve elde edilen değerlerin farklı bölge ve bitki kısımlarına göre değişimi 2-yönlü ANOVA modeli altında değerlendirilmiş ve ilgili sonuçlar çizelge 4.15’te sunulmuştur. Elde edilen ilk bulgulara göre “bölge”, “bitki kısmı” ve “bölge*bitki kısmı” ortak etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir ($p>.05$) (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 Asetilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	Sd	KO	F	Sig.
Bölge	70.94	2	35.47	2.05	0.16
Bitki Kısım	131.65	2	65.82	3.81	0.04
Bölge * Bitki Kısım	226.16	4	56.54	3.27	0.04
Hata	293.81	17	17.28		
Genel Toplam	3546.14	26			

sd: serbestlik derecesi, KT: Kareler toplamı, KO: Kareler ortalaması

Bu veriler doğrultusunda basit etki analizleri yapılmış ve söz konusu analizlerin çıktıları Çizelge 4.16 altında sunulmuştur. Bu sonuçlara göre spesifik olarak radyasyon bölgesi ele alındığında bitkinin meyve kısımlarında asetilkolinesteraz enzim inhibisyonunun (%) istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek olduğu ($M= 7.31 \pm 1.75$) tespit edilmiştir ($p<.05$).

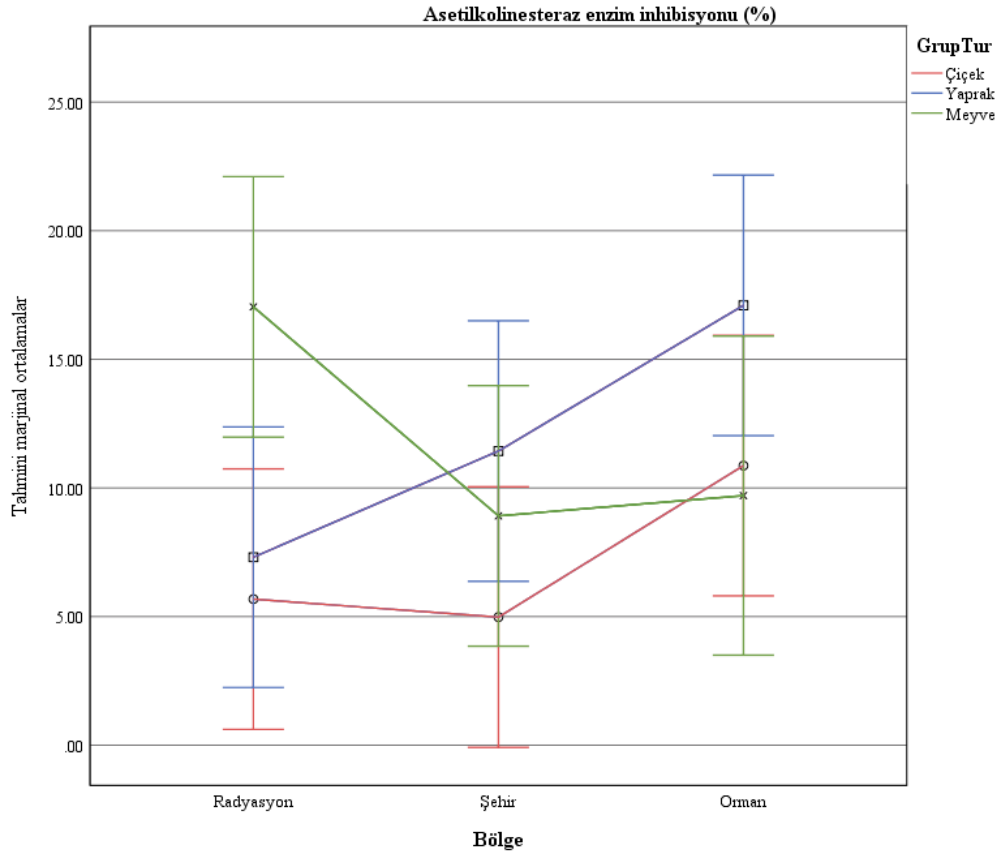
Bitki kısım gruplaması altında, bitkilerin toplam ortalama asetilkolinesteraz enzim inhibisyonunda (%) istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>.05$) (Çizelge 4.16).

Genel anlamda bitki kısımlarından bağımsız, bölgelerin toplam asetilkolinesteraz enzim inhibisyonu (%) ortalamaları kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>.05$) (Şekil 4.10).

Çizelge 4.16 Asetilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları

Bitki Kısım	Bölge			
	Radyasyon	Şehir	Orman	Toplam
	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
Çiçek	5.68 ± 1.70Aa	4.98 ± 4.26Aa	10.87 ± 4.04Aa	7.17 ± 4.14a
Yaprak	7.31 ± 1.75Aa	11.43 ± 1.76ABa	17.10 ± 7.05Ba	11.95 ± 5.66a
Meyve	17.04 ± 4.37Ab	8.91 ± 2.89Aa	9.70 ± 7.24Aa	12.16 ± 5.64a
Toplam	10.01 ± 5.88A	8.44 ± 3.92A	12.91 ± 6.21A	10.36 ± 5.5

Aynı bölge altında ortak küçük harf içermeyen bitki kısmı ortalamaları arasında fark vardır. ($p<.05$)
Aynı bitki kısmı altında ortak büyük harf içermeyen bölge ortalamaları arasında fark vardır ($p<.05$)



Şekil 4.10 Asetilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği

4.3.2 Butirilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%)

Butirilkolinesteraz enzim inhibisyonu değerinin farklı bölge ve bitki kısımlarına göre değişimi 2-yönlü ANOVA modeli altında değerlendirilmiş ve ilgili sonuçlar Çizelge 4.17’de sunulmuştur. Elde edilen ilk bulgulara göre “bölge”, “bitki kısmı” ve “bölge*bitki kısmı” ortak etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir ($p>.05$) (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 Butirilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	sd	KO	F	Sig.
Bölge	9.00	2	4.50	0.72	0.51
Bitki Kısım	32.69	2	16.35	2.61	0.12
Bölge * Bitki Kısım	11.35	1	11.35	1.81	0.21
Hata	62.72	10	6.27		
Genel Toplam	295.20	16			

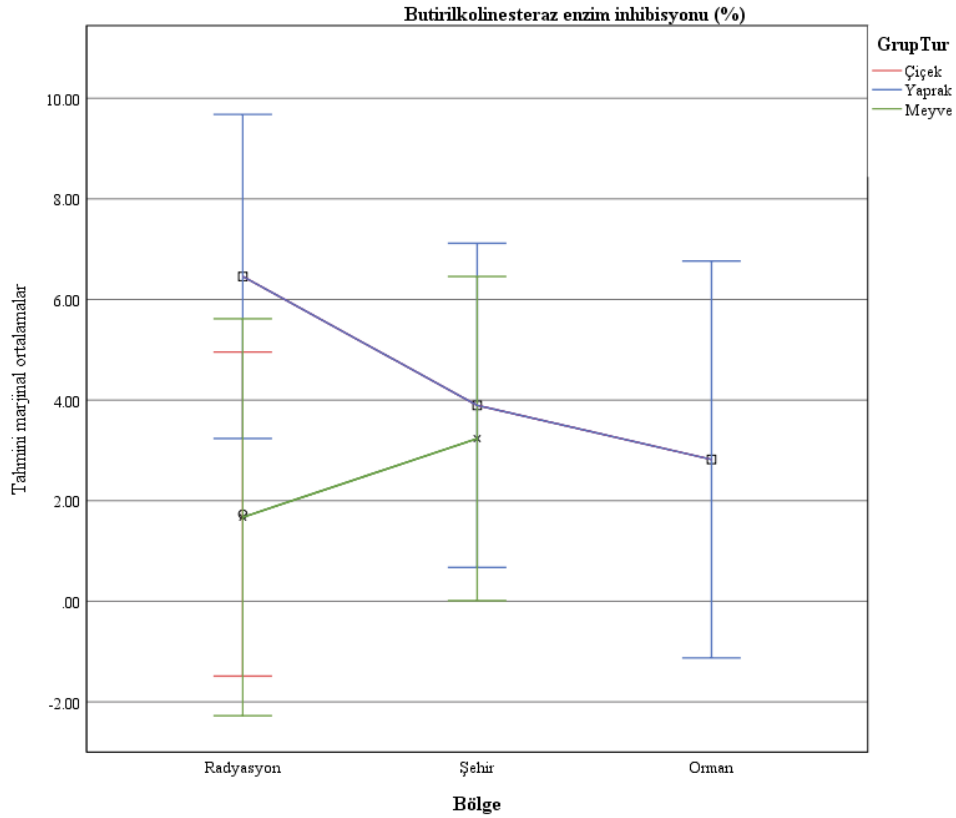
sd: serbestlik derecesi, KT: Kareler toplamı, KO: Kareler ortalaması

Bitkinin yaprak kısmındaki standart sapma değerinin yüksekliğinden dolayı (± 3.96) istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.18) (Şekil 4.11).

Çizelge 4.18 Butirilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları

Bitki Kısım	Bölge			
	Radyasyon	Şehir	Orman	Toplam
	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD
Çiçek	1.73 \pm 1.65a	-	-	1.73 \pm 1.65a
Yaprak	6.46 \pm 3.96Aa	3.9 \pm 2.37Aa	2.82 \pm 0.90A	4.59 \pm 2.97a
Meyve	1.67 \pm 0.33Aa	3.23 \pm 2.62Aa	-	2.61 \pm 2.04a
Toplam	3.49 \pm 3.37A	3.56 \pm 2.26A	2.82 \pm 0.90A	3.43 \pm 2.67

Aynı bölge altında ortak küçük harf içermeyen bitki kısmı ortalamaları arasında fark vardır. ($p < .05$)
Aynı bitki kısmı altında ortak büyük harf içermeyen bölge ortalamaları arasında fark vardır ($p < .05$)



Şekil 4.11 Butirilkolinesteraz Enzim İnhibisyonu (%) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği

4.3.3 Tirosinaz Enzim İnhibisyonu (%)

Antioksidan aktivite çok önemli bir farmakolojik özelliktir. Antiaging, antimutajenite, antikarsinojenite ve cilt beyazlatma gibi birçok farmakolojik fonksiyon bu özellikten kaynaklanmaktadır (Klomsakul ve ark., 2022). Melanin üretiminde tirosinaz (E.C. 1.14.18.1), hem monofenolaz hem de difenolaz aktivitelerini katalize eden bir bakır enzimidir. Tirosinaz ilk önce L-tirozinin L-3,4-dihidroksifenilalanine (L-DOPA) hidroksilasyonunu katalize eder. İkincisi, L-DOPA' nın L-DOPA-kinona oksidasyonu katalize edilir. Kinon çok reaktif bir bileşendir. Bir dizi enzimatik olmayan süreç yoluyla melanine dönüştürülebilir. Tirosinaz blokerlerinin üretilmesi, yalnızca cilt beyazlatıcı ilaçlara olan ihtiyacı gidermekle kalmayacak, aynı zamanda renk değişikliğini tedavi edecek ilaçlara da temel oluşturacaktır. Ayrıca tirosinazın parkinson hastalığına bağlı dopamin nörotoksitesine ve nörodejenerasyona katkıda bulunabileceği de rapor edilmiştir. Tıbbi bitki özlerinin çağdaş tıbbi ve kozmetik ürünlerin geliştirilmesinde kullanılması son yıllarda artan bir ilgi görmüştür. Çok sayıda araştırmacı, bitki bazlı doğal tıbbi ürünlerin daha fazla kullanılmasını savunmuştur. Beyazlatıcı maddeler olarak melanin fazlalığını engellemek için kozmetik ve ilaç olarak çeşitli bitki kökenli bileşikler araştırılmıştır. Çeşitli değişkenler cilt beyazlatmayı etkileyebilir. Antioksidan yeteneklerin melanin üretimini baskılamada önemli bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir (Klomsakul ve ark., 2022). Bu nedenle antioksidan aktivitesi ortaya konulan örneklerimizin tirosinaz enzimini inhibe edebilme potansiyelleri de incelenmiştir.

Mevcut verilerin bölge ve bitki kısmı gruplamaları altında ortalamalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı 2- yönlü ANOVA testi ile incelenmiş ve “bölge”, “bitki kısmı” ve “bölge*bitki kısmı” ortak etkisinden yalnızca “bitki kısmı” değişkeni için istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir ($F_{(2,18)}=6.90$, $p<.01$) (Çizelge 4.19). Böylece basit etki ve çoklu karşılaştırma analizlerine geçilmiştir.

Çizelge 4.19 Tirosinaz Enzim İnhibisyonu (%) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	sd	KO	F	Sig.
Bölge	23.64	2	11.82	0.37	0.70
Bitki Kısmı	443.40	2	221.70	6.90	0.01
Bölge * Bitki Kısmı	132.24	4	33.06	1.03	0.42
Hata	578.42	18	32.13		
Genel Toplam	24269.92	27			

sd: serbestlik derecesi, KT: Kareler toplamı, KO: Kareler ortalaması

Bu sonuçlar doğrultusunda spesifik olarak bölgeler ayrı ayrı baz alındığında, şehir ve orman bölgelerinde bitkilerin çiçek, yaprak ve meyve kısımlarında gözlemlenen tirosinaz enzim inhibisyonunda (%) istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > .05$). Radyasyon bölgesinde ise bitkilerin çiçek kısımlarında yaprak ve meyve kısımlarına istatistiksel olarak benzer olduğu gözlenmiştir. Genel olarak, bitki kısımlarından bağımsız bölgelerin toplam tirosinaz enzim inhibisyonu (%) incelendiğinde ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p > .05$) (Çizelge 4.20).

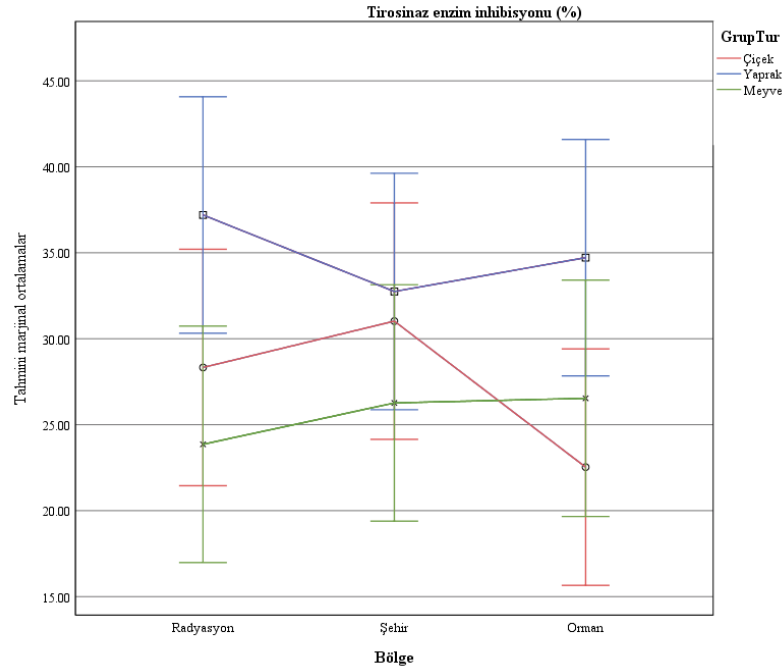
Bölgelerden bağımsız, bitki kısımlarının toplam tirosinaz enzim inhibisyonu (%) ortalamaları kıyaslandığında, bitkinin yaprak kısmında tirosinaz enzim inhibisyonu (%) ($M = 34.89 \pm 5.31$), çiçek ve meyve kısımlarının ortalama tirosinaz enzim inhibisyonuna (%) (sırasıyla $M \pm SD = 27.29 \pm 6.76$ ve $M \pm SD = 25.55 \pm 4.23$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek olduğu gözlenmiştir ($p < .05$) (Şekil 4.12).

Çizelge 4.20 Tirosinaz Enzim İnhibisyonu (%) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları

Bitki Kısmı	Bölge			
	Radyasyon	Şehir	Orman	Toplam
	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
Çiçek	28.33 ± 5.30Aab	31.02 ± 5.81Aa	22.53 ± 8.02Aa	27.29 ± 6.76a
Yaprak	37.2 ± 6.54Aa	32.75 ± 5.13Aa	34.72 ± 5.36Aa	34.89 ± 5.31b
Meyve	23.86 ± 3.39Ab	26.27 ± 6.06Aa	26.54 ± 4.10Aa	25.55 ± 4.23a
Toplam	29.8 ± 7.43A	30.01 ± 5.72A	27.93 ± 7.51A	29.25 ± 6.73

Aynı bölge altında ortak küçük harf içermeyen bitki kısmı ortalamaları arasında fark vardır. ($p < .05$)

Aynı bitki kısmı altında ortak büyük harf içermeyen bölge ortalamaları arasında fark vardır ($p < .05$)



Şekil 4.12 Tirozinaz Enzim İnhibisyonu (%) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği

4.3.4 Lipid Peroksidasyonu İnhibisyonu (%)

Serbest radikallerin aşırı oluşumu oksidatif strese katkıda bulunarak moleküler ve hücresel düzeyde hasara neden olur. Reaktif oksijen türleri in vitro kimyasal modifikasyonların yanı sıra proteinlerde (agregasyon, denatürasyon), lipitlerde (peroksidasyon), karbonhidratlarda ve nükleotidlerde (DNA yapısında değişiklikler) hasar verici etkilere neden olur. Bu değişiklikler birçok serbest radikal aracılı hastalığın gelişimine katkıda bulunur (Jakubczyk ve ark., 2020). Aşırı lipit peroksidasyonu, Alzheimer hastalığı, parkinson hastalığı, amyotrofik lateral skleroz (ALS) ve diğer birçok nörolojik durum dahil olmak üzere çoğu nörodejeneratif bozukluğun ayırt edici özelliğidir. Lipid peroksidasyon ürünlerinin nekrotik, apoptotik ve daha spesifik olarak oksidatif strese bağlı ferroptoz ve nöronal hücre ölümü için tetikleyici olduğu gösterilmiştir (Angelova ve ark., 2021). Lipid oksidasyonu ayrıca gıdalarda da kalite bozulmasına neden olur. Reaksiyon mekanizmalarına ve ilgili faktörlere bağlı olarak, lipit oksidasyonu otoksidasyon, foto-oksidasyon ve enzim katalizli oksidasyona bölünebilir. Otoksidasyon, gıdalarda lipit oksidasyonunun en yaygın sürecidir ve başlangıç, yayılma ve sonlanma aşamalarına ayrılır. Başlatma adımı sırasında serbest radikaller, çoklu doymamış yağ asitlerinin metilen grubundan sorumlu hidrojen atomlarını ayırır. Daha sonra, yağ asidi yeniden düzenlenmesi (dien

konjugasyonu), yağ asidi radikalini stabilize eder. Oksijen varlığında konjuge dienler yüksek reaktiviteye sahip peroksil (lipit) radikaline dönüşür. Toplam bis-allilik karbon, bir yağ asidi molekülünde peroksil radikali oluşum hızını belirler. Reaktif oksijen türleri (ROS), lipit moleküllerinden serbest bir hidrojen atomunu çıkaran en yaygın reaktif bileşiklerdir. Yayılma sırasında konjuge dien, O₂ varlığında oldukça reaktif bir lipit radikali (LOO•) haline gelir ve bitişikteki çoklu doymamış yağ asidinden bir hidrojen atomu çıkarır. Bu yayılma süreci bir kez başladıktan sonra kararsız peroksil radikallerinin radikal olmayan kararlı hale geldiği sonlandırma aşamasına kadar devam edecektir (Abeyrathne ve ark., 2021). Tüm bu nedenlerden dolayı lipid peroksidasyonunun doğal ajanlarla inhibe edilebilmesi önemlidir.

Lipid peroksidasyonu inhibisyonu (%) değerinin farklı bölge ve bitki kısımlarına göre değişimi 2-yönlü ANOVA modeli altında değerlendirilmiş ve ilgili sonuçlar Çizelge 4.21’de sunulmuştur. Elde edilen ilk bulgulara göre “*bölge*”, “*bitki kısmı*” ve “*bölge*bitki kısmı*” ortak etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir (p>.01).

Çizelge 4.21 Lipid Peroksidasyonu İnhibisyonu (%) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	Sd	KO	F	Sig.
Bölge	9.99	2	5.00	0.64	0.54
Bitki Kısım	2.35	2	1.18	0.15	0.86
Bölge * Bitki Kısım	41.93	4	10.48	1.34	0.30
Hata	133.46	17	7.85		
Genel Toplam	681.00	26			

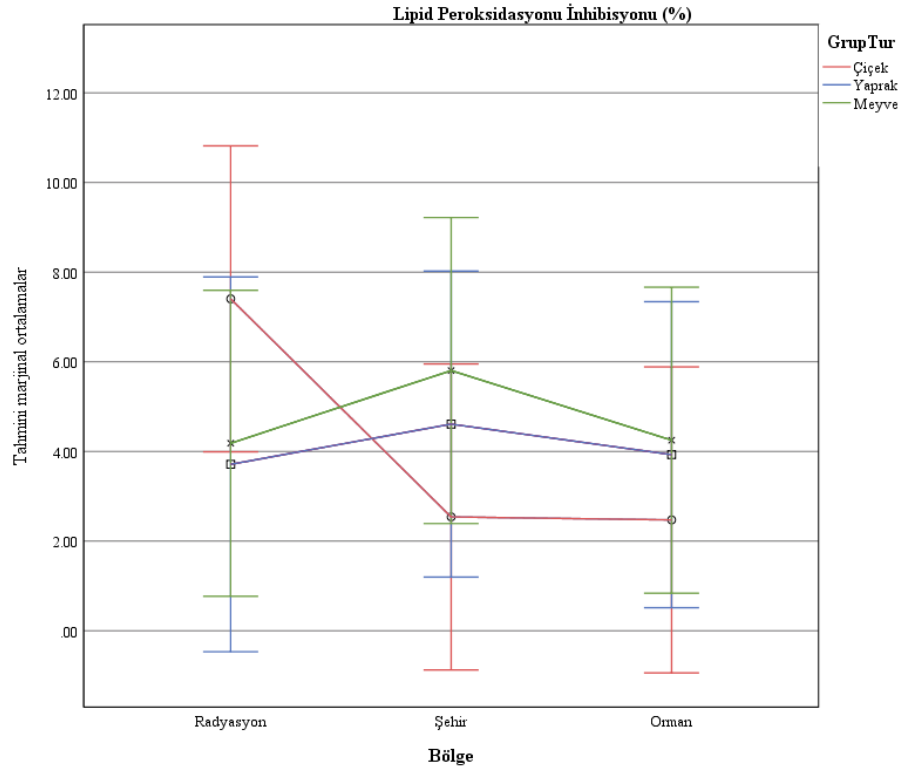
sd: serbestlik derecesi, KT: Kareler toplamı, KO: Kareler ortalaması

Bu veriler doğrultusunda basit etki analizleri yapılmış ve söz konusu analizlerin çıktıları Çizelge 4.22 altında sunulmuştur. Bu sonuçlara göre hem bölgeler hem de bitki kısımları spesifik olarak incelenmiş olup veriler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p>.05) (Şekil 4.13).

Çizelge 4.22 Lipid Peroksidasyonu İnhibisyonu (%) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve Çoklu Karşılaştırma Analiz Sonuçları

Bitki Kısmı	Bölge			
	Radyasyon	Şehir	Orman	Toplam
	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
Çiçek	7.40 ± 4.20Aa	2.54 ± 4.03Aa	2.47 ± 2.15Aa	4.14 ± 3.95a
Yaprak	3.71 ± 2.77Aa	4.61 ± 1.26Aa	3.93 ± 1.89Aa	4.13 ± 1.65a
Meyve	4.18 ± 2.80Aa	5.80 ± 2.32Aa	4.25 ± 2.47Aa	4.75 ± 2.34a
Toplam	5.27 ± 3.39A	4.32 ± 2.80A	3.55 ± 2.06A	4.35 ± 2.76

Aynı bölge altında ortak küçük harf içermeyen bitki kısmı ortalamaları arasında fark vardır. (p<.05)
Aynı bitki kısmı altında ortak büyük harf içermeyen bölge ortalamaları arasında fark vardır (p<.05)



Şekil 4.13 Lipid Peroksidasyonu İnhibisyonu (%) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği

4.4 Azot İçeriği (%)

Mevcut verilerin bölge ve bitki kısmı gruplamaları altında ortalamalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı 2- yönlü ANOVA testi ile incelenmiş ve “bölge”, “bitki kısmı” ve “bölge*bitki kısmı” ortak etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir ($F_{(2,18)}=23.30$, $F_{(2,18)}=140.79$, $F_{(4,18)}=3.32$; $p<.01$) (Çizelge

4.23). Ortak etkinin istatistiksel olarak anlamlı bulunması nedeniyle basit etki ve çoklu karşılaştırma analizlerine geçilmiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.23 Azot İçeriği %(N/g) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	sd	KO	F	Sig.
Bölge	2.74	2	1.37	23.30	0.00
Bitki Kısım	16.56	2	8.28	140.79	0.00
Bölge * Bitki Kısım	0.78	4	0.20	3.32	0.03
Hata	1.06	18	0.06		
Genel Toplam	236.87	27			

sd: serbestlik derecesi, KT: Kareler toplamı, KO: Kareler ortalaması

Radyasyon bölgesi incelendiğinde, bitkilerin çiçek, yaprak ve meyve kısımlarında gözlemlenen azot içeriklerinin tümünde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir. Bitkinin yaprak kısmı ($M=3.32 \pm 0.13$) ortalama azot içeriği ile en yüksek bulunmuşken, meyve kısmının azot içeriği ($M=1.68 \pm 0.06$) ortalaması ile en düşük olduğu belirlenmiştir ($p<.05$).

Şehir ve orman bölgesinden elde edilen bitkiler için azot içerik ortalamaları benzer sonuçlar vermiş ve söz konusu sonuçlar incelendiğinde ise çiçek ve yaprak kısımların azot içeriği benzer bulunmuşken ($p>.05$), meyve kısmının azot içeriği bu iki bitki kısmına nazaran istatistiksel olarak anlamlı ve düşük çıkmıştır ($p<.05$).

Genel olarak, bölgeden bağımsız bitki kısımların azot içerik ortalamaları incelendiğinde ortalamaların en düşük meyvede ($M=1.76 \pm 0.25$) daha sonra çiçekte ($M=3.10 \pm 0.62$) ve en yüksek yaprak kısmında ($M=3.62 \pm 0.35$) olduğu gözlenmiş ve tüm ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($p<.05$).

Bitki kısım gruplaması altında, bitkilerin çiçek ve yaprak kısımları için radyasyon ve şehir bölgesinden elde edilen bitkilerde azot içeriği istatistiksel olarak anlamlı bir değişkenlik göstermezken, orman bölgesinden elde edilen bitkilerde azot içeriği ortalaması radyasyon ve şehir bölgelerine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek bulunmuştur (sırasıyla $M=3.80 \pm 0.17$ ve $M=4.03 \pm 0.11$, $p<.05$).

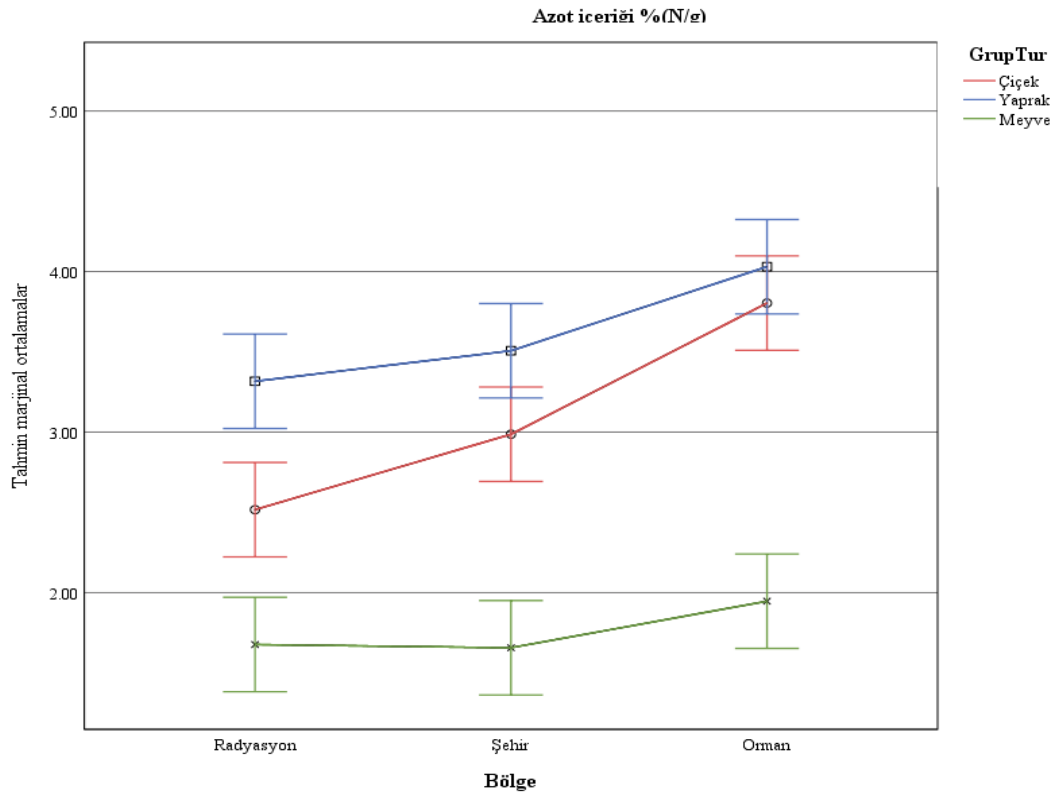
Öte yandan, bitkinin meyve kısmı üzerinden bölgeler incelendiğinde ise ortalamalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>.05$).

Genel anlamda bitki kısımlarından bağımsız, bölgelerin toplam azot içeriği ortalamaları kıyaslandığında, orman bölgesi bitkilerin azot miktarı ($M=3.26 \pm 1.01$), radyasyon ve şehir bölgesi bitkileri ortalama azot miktarlarına (sırasıyla $M= 2.50 \pm 0.74$ ve $M=2.72 \pm 0.85$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek olduğu gözlenmiştir ($p.<05$) (Şekil 4.14).

Çizelge 4.24 Azot İçeriği %(N/g) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve İkili Karşılaştırma Analiz Sonuçları

Bitki Kısmı	Bölge			
	Radyasyon	Şehir	Orman	Toplam
	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
Çiçek	2.52 ± 0.39Aa	2.99 ± 0.32Aa	3.80 ± 0.17Ba	3.10 ± 0.62a
Yaprak	3.32 ± 0.13Ab	3.51 ± 0.23Aa	4.03 ± 0.11Ba	3.62 ± 0.35b
Meyve	1.68 ± 0.06Ac	1.66 ± 0.13Ab	1.95 ± 0.38Ab	1.76 ± 0.25c
Toplam	2.50 ± 0.74A	2.72 ± 0.85A	3.26 ± 1.01B	2.83 ± 0.90

Aynı bölge altında ortak küçük harf içermeyen bitki kısmı ortalamaları arasında fark vardır. ($p.<05$)
Aynı bitki kısmı altında ortak büyük harf içermeyen bölge ortalamaları arasında fark vardır ($p.<05$)



Şekil 4.14 Azot İçeriği % (N/g) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği

4.5 Protein İÇeriği (%)

Mevcut verilerin bölge ve bitki kısmı gruplamaları altında ortalamalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı 2- yönlü ANOVA testi ile incelenmiş ve “bölge”, “bitki kısmı” ve “bölge*bitki kısmı” ortak etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir ($F_{(2,18)}=140.67$, $F_{(2,18)}=23.28$, $F_{(4,18)}=3.32$; $p<.01$) (Çizelge 4.25). Ortak etkinin istatistiksel olarak anlamlı bulunması nedeniyle basit etki ve çoklu karşılaştırma analizlerine geçilmiştir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.25 Protein İçeriği %(N/g) İçin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	KT	sd	KO	F	Sig.
Bölge	646.69	2	323.35	140.67	0.00
Bitki Kısmı	107.02	2	53.51	23.28	0.00
Bölge * Bitki Kısmı	30.49	4	7.62	3.32	0.03
Hata	41.37	18	2.30		
Genel Toplam	9249.75	27			

sd: serbestlik derecesi, KT: Kareler toplamı, KO: Kareler ortalaması

Radyasyon bölgesi incelendiğinde, bitkilerin çiçek, yaprak ve meyve kısımlarında gözlemlenen protein içeriklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Radyasyon bölgesindeki bitkinin meyve kısmı ($M= 12.16 \pm 2.37$) ortalama protein içeriği ile en yüksek bulunmuşken, çiçek kısmının protein içeriği ($M=10.35 \pm 0.80$) ortalaması ile en düşük olduğu belirlenmiştir ($p<.05$).

Şehir bölgesinden elde edilen bitkilerin protein içerik ortalamaları incelendiğinde çiçek ve yaprak kısımlarının protein içeriği istatistiksel olarak anlamlı bir farka sahip olmadığı ($p>.05$), meyve kısmının protein içeriğinin ise diğer iki bitki kısmına nazaran istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek olduğu ($M= 25.18 \pm 0.69$) belirlenmiştir ($p<.05$).

Orman bölgesinden elde edilen bitkilerin protein içerik ortalamaları incelendiğinde çiçek ve yaprak kısımlarının protein içeriği istatistiksel olarak anlamlı bir farka sahip olmadığı ($p>.05$), meyve kısmının protein içeriğinin ise diğer iki bitki kısmına nazaran istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek olduğu ($M= 23.77 \pm 1.03$) belirlenmiştir ($p<.05$).

Genel olarak, bölgeden bağımsız bitki kısımların protein içerik ortalamaları incelendiğinde ortalamaların en düşük yaprakta ($M=15.64 \pm 4.63$) daha sonra çiçekte ($M=16.98 \pm 5.32$) ve en yüksek meyve kısmında ($M=20.37 \pm 6.33$) olduğu gözlenmiş ve tüm ortalamalar arasında bitkinin meyve kısmında diğer kısımlara göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($p<.05$)

Bitki kısım gruplaması altında, bitkilerin yaprak, çiçek ve meyve kısımlarının toplam azot içeriği tüm bölgelerde istatistiksel olarak anlamlı ve toplam protein içeriğinin en yüksek şehir bölgesinde ($M=22.61 \pm 2.19$), daha sonra sırasıyla orman ve radyasyon bölgesindeki bitkilerde olduğu belirlenmiştir (sırasıyla $M=19.39 \pm 3.90$ ve $M=11.00 \pm 1.54$), ($p<.05$).

Bitkinin çiçek kısmı üzerinden bölgeler incelendiğinde radyasyon bölgesindeki bitkilerin çiçeklerinin protein içeriğinin şehir ve orman bölgesindeki bitki çiçeklerinin protein içeriğine göre anlamlı ve düşük çıkmıştır ($p<.05$).

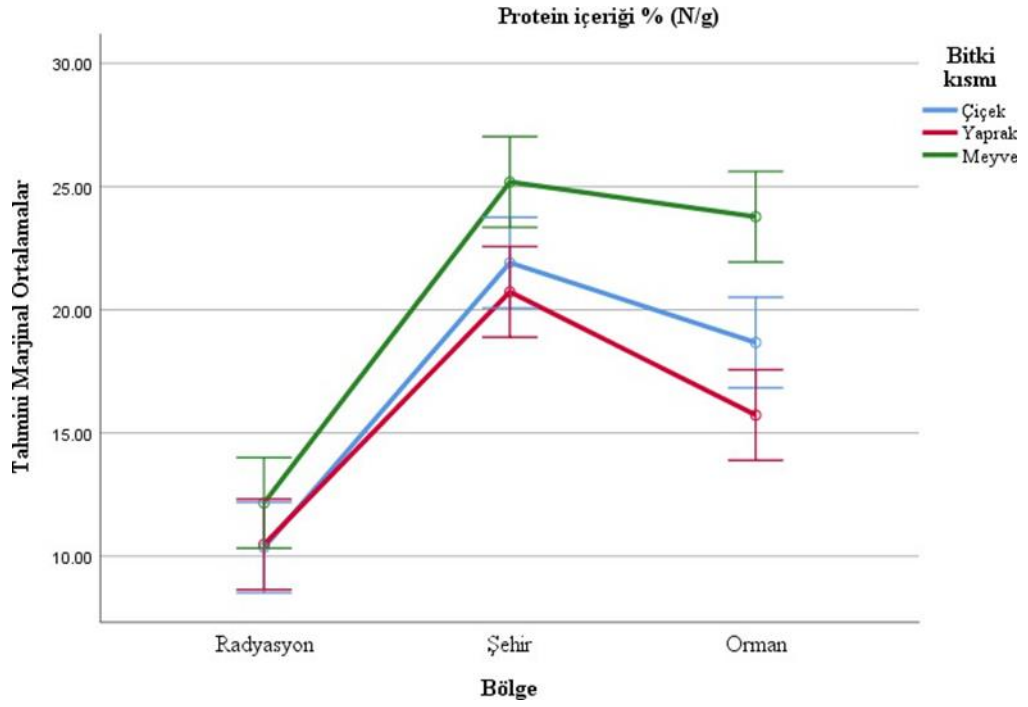
Bitkinin yaprak kısmı üzerinden bölgeler incelendiğinde tüm bölgelerdeki bitki yapraklarının protein içeriği istatistiksel olarak anlamlı ve farklı bulunmuş; en yüksek protein içeriğinin şehir bölgesinden toplanan bitki yapraklarında, daha sonra ise sırasıyla orman ve radyasyon bölgesinden toplanan bitki yapraklarında olduğu belirlenmiştir (sırasıyla $M=20.73 \pm 0.83$, $M=15.73 \pm 2.45$, $M=10.48 \pm 0.35$). Meyve kısmı üzerinden bölgeler incelendiğinde ise radyasyon bölgesinden toplanan bitki meyvelerinin protein içeriği diğer bölgelerden toplanan bitki meyvelerinin protein içeriğine göre istatistiksel olarak anlamlı ve düşük ($M=12.16 \pm 2.37$) çıkmıştır ($p<.05$).

Protein içeriği için tahmini ortalamalar grafik olarak aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.15).

Çizelge 4.26 Protein İçeriği %(N/g) İçin Tanımlayıcı İstatistikler ve İkili Karşılaştırma Analiz Sonuçları

Bitki Kısım	Bölge			
	Radyasyon	Şehir	Orman	Toplam
	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
Çiçek	10.35 ± 0.80Aa	21.91 ± 1.42Ba	18.67 ± 2.02Ba	16.98 ± 5.32a
Yaprak	10.48 ± 0.35Aa	20.73 ± 0.83Ba	15.73 ± 2.45Ca	15.64 ± 4.63a
Meyve	12.16 ± 2.37Aa	25.18 ± 0.69Bb	23.77 ± 1.03Bb	20.37 ± 6.33b
Toplam	11.00 ± 1.54A	22.61 ± 2.19B	19.39 ± 3.90C	17.66 ± 5.63

Aynı bölge altında ortak küçük harf içermeyen bitki kısmı ortalamaları arasında fark vardır. (p<.05)
Aynı bitki kısmı altında ortak büyük harf içermeyen bölge ortalamaları arasında fark vardır (p<.05)



Şekil 4.15 Protein İçeriği % (N/g) Değişkeni İçin Tahmini Ortalamalar Grafiği

4.6 Toprak Analizi Sonuçları

Çalışma alanlarından alınan toprak örneklerinin pH, kireç, tuz, organik madde, fosfor, kalsiyum, magnezyum, su ile doymunluk, bünye, çinko, demir, mangan ve bakır analizlerine ait sonuçlar Çizelge 4.27’ de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre her üç lokalitenin hafif alkali, killi-tınlı, az tuzlu, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, mangan ve açısından yeterli, çinko açısından yetersiz olduğu görülmektedir. Şehir içi lokalitesi organik madde açısından iyi, orman ve radyasyon bölgesi ise orta değerdedir. Orman bölgesinin toprağının fosfor açısından da yetersiz olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.27 Toprak Analizine Yönelik Bulgular

Lokaliteler	Radyasyonlu Alan		Şehir İçi		Orman		Sınır
	Sonuç	Değerlendirme	Sonuç	Değerlendirme	Sonuç	Değerlendirme	Değeri
pH	7.18	Hafif Alkali	7.51	Hafif Alkali	7.4	Hafif Alkali	6.5-7.5
% Kireç	2.50	Az Kireçli	6.57	Çok Kireçli	1.17	Az Kireçli	5.0-15.0
% Tuz	0.057	Az Tuzlu	0.015	Az Tuzlu	0.045	Az Tuzlu	0.0-0.15
% Organik Madde	2.01	Orta	3.54	İyi	1.93	Orta	3-4
Potasyum (kg/da)	34.63	Yeterli	80.64	Yeterli	44.42	Yeterli	>30
Fosfor (kg/da)	12.00	Yeterli	15.48	Yeterli	6.00	Yetersiz	>13
Kalsiyum (mg/kg)	6727	Yüksek	5477	Yüksek	6079	Yüksek	1150-3500
Magnezyum (mg/kg)	522	Yüksek	215	Yeterli	534	Yüksek	160-480
% Suyla Dolgunluk	68.52		55.69		67.98		30-50
Bünye Sınıfı		Killi Tınlı		Killi Tınlı		Killi Tınlı	
Çinko	0.685	Yetersiz	0.795	Yetersiz	0.587	Yetersiz	>1
Demir	8.545	Yeterli	8.154	Yeterli	7.965	Yeterli	>4.5
Mangan	3.265	Yeterli	3.198	Yeterli	3.096	Yeterli	>1
Bakır	0.421	Yeterli	0.402	Yeterli	0.392	Yeterli	>0.2

4.7 Tartışma

Yapılan çalışmada Ordu İli Ulubey ilçesinin orman, şehir ve radyasyon olarak tanımladığımız farklı lokalitelerinden toplanan *S. ebulus* bitkisinin yaprak, meyve ve çiçek kısımlarındaki azot/protein içerikleri karşılaştırıldığında en düşük azot içeriği meyvede en yüksek azot içeriği ise yaprakta tespit edilmiştir. Bununla beraber, radyasyon bölgesi bitkilerinin çiçek, yaprak ve meyve kısımlarındaki azot içerikleri diğer bölgelere göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Azot (N), karasal ekosistemlerde bitkilerde büyümeyi sınırlayan başlıca elementlerden birisi (Li ve ark., 2013) olmakla beraber, protein, nükleik asit gibi önemli organik bileşiklerin esas elementidir (Erbaş ve Şenates, 2020). Bitkinin yaprakları besin elementi konsantrasyonunun belirlenmesinde en yaygın kullanılan bitki kısmıdır. Yaprığın yüksek fotosentez kapasitesi yüksek yaprak azot içeriği ile ilişkilidir. Düşük azot içeriği ise fotosentetik kapasitenin azalmasına yol açar (Niinemets ve ark., 2002; Yalçın, 2018). Bitkilerin azot içeriği bitkinin yaşına, çevre koşullarına ve bitki kısmına göre değişmektedir. Azotun bitkide protein ve klorofilin yapısında yer aldığı bilinmektedir. Dolayısıyla özellikle bitkinin yaprak kısmında azot birikimi daha fazla olmaktadır (Karahasan ve Özbucak, 2015).

Çalışmamızda bitkinin toplandığı dönem çiçeklenme (Temmuz) yani olgun dönemdir. Bu dönemin yaprak döken türlerde yaz ortası olduğu ifade edilmektedir (Díaz ve Cabido, 1997). Bu dönem klorofil miktarının ve fotosentez hızının en yüksek olduğu dönemdir. Bu dönemde yapraklarda bulunan yüksek miktardaki besin elementlerinin hidrolize edilebilir formda olduğu belirtilmektedir (Mayor ve Roda, 1992). Güzel (2017) tarafından yapılan çalışmada *Carpinus betulus*, *Castanea sativa*, *Quercus pontica* ve *Betula medwediewii* taksonlarında da bizim çalışmamıza benzer şekilde olgun dönemde yaprak azot içeriğinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda meyve örneklerinde azot içeriği düşük bulunmuştur. Bitkide azot içeriğinin yüksek olması vejetatif periyodun uzamasına ve çiçeklenmenin gecikmesine neden olur. Aynı zamanda şekerin sentezini de azaltarak meyvelerin geç olgunlaşmasına neden olan bir durumdur. Dolayısıyla meyvede azot içeriğinin düşük olması literatür ile uyumludur (Bolat ve Kara, 2017).

Yapılan çalışmada baz istasyonuna yakın olarak tanımladığımız radyasyon bölgesi bitkilerinin çiçek, yaprak ve meyve kısımlarındaki azot içerikleri diğer

bölgelere göre istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Elektromanyetik radyasyon, hemen hemen her yerde bulunan canlıların çoğunun mevcut teknoloji nedeniyle sürekli olarak maruz kaldığı önemli bir kirlilik faktörüdür. Özellikle son on yılda, kablosuz cihazların kullanımındaki muazzam artış elektromanyetik maruziyetin artmasına neden olmuştur (Özel ve ark., 2021). Elektromanyetik radyasyonun canlı sistemler üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır (Taye ve ark., 2018; Batool ve ark., 2019). Bitkilerin sabit yaşayan organizmalar olması onların elektromanyetik radyasyona maruziyetlerini arttırmakta bu da belirli genlerin aktivasyonunu teşvik etmektedir. Yapılan çalışmada elektromanyetik radyasyon maruziyeti olduğu düşünülen bölgedeki bitki örneklerinin azot/protein içeriği diğer bölgelere göre düşüktür. Bu sonuçlar literatür ile benzerlik göstermektedir. Afzal ve Mansoor (2012), hem monokotiledon (buğday) hem de dikotiledon (maş fasulyesi) bitkilerinin tohumlarının cep telefonuna (900MHz) 72 saat maruz kalmanın etkisini araştırdıkları çalışmanın sonucunda, çimlenmenin etkilenmediğini, ancak her iki türün fideleri için bir büyüme inhibisyonu, protein içeriğinde azalma ve ROS metabolizmasının enzimatik aktivitelerinde güçlü bir artış olduğunu göstermişlerdir (Vian ve ark., 2016). 4 saatlik cep telefonu maruziyetine bağlı olarak *Phaseolus vulgaris* (Sharma ve ark., 2009), *Vigna radiata* (Sharma ve ark., 2010) ve *Triticum aestivum* (Afzal ve Mansoor, 2012)'un protein içeriklerinde düşüş olduğu bildirilmiştir.

Mısır bitkisinde elektromanyetik radyasyona maruziyetin fotosentetik pigmentlerde özellikle klorofil-a ve klorofil-b miktarlarında düşüğe dolayısıyla fotosentetik potansiyelin azalmasına neden olduğu belirtilmiştir (Racuciu ve ark., 2015; Ursache ve ark., 2009; Hamada, 2007). Singh ve ar. (2013) buğday bitkisinde yaptıkları bir çalışmada, düşük doz radyasyonun çoğu fizyolojik ve biyokimyasal özellik için önemli avantajlar sağladığını ancak doz artışına bağlı olarak, yaprağın membran stabilitesinde, fotosentez kapasitesinde, N, K, P, Mg gibi besin elementlerinin alımını olumsuz etkilediğini, bitki sağlığının önemli göstergeleri karbon ve azot asimilasyon verimliliğinin zayıfladığını bildirmişlerdir.

Bölgeler açısından değerlendirildiğinde ise orman bölgesindeki azot değerleri diğer bölgelere göre yüksek ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Bitkilerin azot içeriği bulunduğu habitatın ekolojik faktörlerine göre değişiklik gösterebilmektedir.

Bunun nedeni bitkinin bulunduğu ortamdan alacağı besin elementi miktarının farklı olması olabilir (Özbucak ve Sağlam, 2021). Azot içeriğinin farklı habitat koşullarının yanında hava sıcaklığı ve nemine göre de değiştiği düşünülmektedir. Örneğin, nitrat ve su alım hızı sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Düşük sıcaklıklarda nitrat alım hızının düştüğü belirlenmiştir (Karaşahin, 2014).

Yapılan çalışmada ormanlık alandan alınan *S. ebulus* bitkisinin farklı kısımlarında azot içeriğinin yüksek çıktığı görülmektedir. Bununla beraber toprak analiz sonuçlarına bakıldığında orman bölgesinin özellikle organik madde miktarının diğer lokalitelere göre daha düşük olduğu görülmektedir. Özbucak ve ark., (2008) bitkilerin düşük toprak verimliliği gibi olumsuz şartlara yüksek azot ve fosfor gibi makroelement içeriği ile uyum sağladığını bildirmiştir. Ayrıca toprak azotunun kullanılabilirliği mikrobiyal aktiviteye yani organik maddenin mineralize olmasına bağlıdır (Güzel, 2017). Bitki besin elementi konsantrasyonu toprağın kökleri ile alınabilen miktara, floem ile transfer olabilme gibi faktörlere göre de değişiklik göstermektedir (Yan ve ark., 2016). Bitkilerin N içeriklerinin önemli mevsimsel varyasyonlar gösterebileceği bildirilmiştir (Bilgin ve Güzel, 2017). Bununla beraber, toprak azotunun düşük olduğu ortam koşullarında azotun alınımı kök morfolojisi ve fizyolojisine bağlı olabilir (Karaşahin, 2014).

Fenolik içerik miktarının bitkisel kaynağın farklı kısımlarına göre değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Bu nedenle tedavi amacıyla bitkisel kaynaklardan yararlanan kişilerin bitkinin belirli bir bölümünü belirli hastalık ve hastalıkları tedavi etmek için kullanmasını açıklayabilir ve destekleyebilir (El Falleh ve ark., 2012). *S. ebulus*'un köklerinden veya toprak üstü kısımlarından hazırlanan ekstraktların, iltihabi eklem hastalıkları, romatizmal ağrılar ve boğaz ağrısı gibi iltihabi hastalıkların tedavisinde, yapraklarının halk hekimliğinde yüksek ateş, romatizmal ağrılar, yılan ve böcek ısırıkları, ürtiker, ödem ve açık yaralara karşı kullanıldığı rapor edilmiştir (Rodino ve ark., 2015). Öte yandan *S. ebulus*'un farklı kısımlarından elde edilen ekstraktların sitotoksik, antiinflamatuvar, antibakteriyel, antiviral, antinosiseptif, antiülser ve *Helicobacter pylori* inhibisyonu etkilerini gösterdiği de ortaya konulmuştur (Rodino ve ark., 2015).

Mevcut tez çalışmasında da yaprak, çiçek ve meyve kısımları ayrı ayrı incelendiğinde bitki kısımları için hesaplanan değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur. Fenolik içerik değeri için hesaplanan ortalama değerlere bakıldığında yaprak kısmı için hesaplanan değer en yüksek olduğu görülmektedir.

Topuzovic ve ark., (2016) daha önce yapmış oldukları çalışmada Sırbistan'ın merkezinden topladıkları *S. ebulus*'un metanolik ekstraktlarında yaprak, meyve, gövde ve kök kısımlarının toplam fenolik içerik değerlerini incelemişler ve en yüksek değeri (104.70 mg GAE/g) yaprak örnekleri durumunda elde ettiklerini rapor etmişlerdir.

Antioksidan aktiviteden esas olarak fenolik bileşikler sorumludur ancak oksidatif reaksiyonlar çok karmaşıktır ve bu durum, tek bir analiz uygulandığında antioksidan kapasitesinin tahmininin yetersiz görünmesine neden olabilir; bu nedenle deneyin güvenilirliğini arttırmak için en az iki yöntemin kullanılması önerilmektedir. Fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesi, hidrojen atomları, elektronlar veya metalik kationlar vererek serbest radikalleri ortadan kaldırma kapasitelerine atfedilir; Serbest radikallerle etkileşim dereceleri (özellikle hidroksil gruplarının sayısı ve aromatik halkalardaki konumlarından dolayı, ayrıca bu bileşiklerin organik asitlere ve şekerlere bağlanma farklılıklarına göre) yapılarına bağlı olarak değişmektedir (Becerril-Sánchez ve ark., 2021).

Toplam fenolik ve flavonoid içerik yaygın olarak bulunan bitki maddeleridir ve esas olarak benzersiz redoks özelliklerinden dolayı antioksidan aktiviteye önemli katkıda bulunanlar olarak kabul edilmektedir. Bitkinin fenolik içeriği türlerine/genetiğine ve çevre koşullarına bağlıdır (Muflihah ve ark., 2021).

Mevcut çalışmada en düşük toplam fenolik içerik değeri radyasyona maruz kalan bitkilerin meyve kısımları için hesaplanırken aynı ekstraktın DPPH radikalini süpürme aktivitesi de en düşük değeri verecek şekilde hesaplanmıştır. En yüksek değer her iki parametrede de şehir bölgesinden seçilen örnekler de hesaplanmış olmakla birlikte toplam fenolik içerik yaprak kısmında, DPPH radikalini süpürme aktivitesi ise meyve kısmında daha etkindir. Hem bitkinin kısımlarına hem de bölgesel değişikliklere göre hesaplanan ortalamalar dikkate alındığında fenolik içerik değerleri ile DPPH radikalini süpürme aktivitesi değerleri birbirini destekler niteliktedir. İki parametre arasındaki korelasyon değerleri bitkinin kısımlarına göre yapılan

değerlendirmede 0.89 iken bölgesel farklılığa göre yapılan değerlendirmede 0.98 olarak hesaplanmaktadır.

Kuzey İran'ın Sarı İlçesi bölgeleri (Merkez, Şurab Bölgesi, Galehkolahsofla ve Kordkhail)'nden temin edilen *S. ebulus*'un meyve ve yaprak kısımları biyolojik aktivite açısından araştırıldığında toplam fenolik içerik açısından yaprak, toplam flavonoid içeriği açısından hemen hemen eşit olmakla birlikte çok küçük bir farkla meyve kısmının daha etkin olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca DPPH radikalini süpürme aktivitesi açısından ise yaprak kısmının daha yüksek aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur (Motevalli-Haghi ve ark., 2020).

Polifenoller aynı zamanda hidrojen peroksitin hidroksil radikallerine dönüşümünde ve lipit peroksidasyonunun uyarılmasında rol oynayan geçiş metali iyonları Fe^{2+} , Fe^{3+} ve Cu^{2+} için şelatörler olarak da görev yapabilirler. Bitki ekstraktlarının Fe^{2+} şelatlama aktivitesi büyük önem taşımaktadır çünkü geçiş metali iyonlarının Alzheimer ve Parkinson hastalıkları gibi nörodejeneratif hastalıklarda oksidatif hasara katkıda bulunduğu öne sürülmüştür. Polifenollerin metali şelatlama yeteneği, bu bileşiklerin benzersiz yapısına ve hidroksil gruplarının sayısına bağlıdır. Fe^{2+} şelasyonundan yalnızca belirli bir yapıya sahip kimyasal bileşikler sorumludur. Kuersetin gibi yapılarında tanımlanan “demir bağlama motiflerini” içeren bileşiklerin güçlü demir bağlama özellikleri doğrulanmıştır (Ostolski ve ark., 2021).

Demir, doğada ferröz veya ferrik iyon olarak bulunabilir; ferrik iyonun ikinci şekli gıdalarda baskındır. Demir iyonları (Fe^{2+}) şelasyonu, metal katalizli oksidasyonu geciktirerek önemli antioksidatif etkiler sağlayabilir (Gülçin ve ark., 2010). Orak ve ark., (2012) yapmış oldukları çalışmada biyoaktif bileşikler ile metal şelasyon kapasitesi arasındaki ilişkileri araştırmışlar ve meyvenin kabuk kısmında metal şelatlama kapasitesinin çok yüksek olduğu ve toplam fenolik, flavonoid ve tannin içeriklerinin metal şelatlama kapasitesine önemli ölçüde katkıda bulunduğunu, ancak tohum ve meyve suyunda şelatlaşmaya flavonoidlerin önemli katkı sağladığını belirlemişlerdir.

Wang ve ark., (2009) yapmış oldukları çalışmanın sonucuna dayanarak toplam fenolik içerik ile şelatlama kapasitesi arasında net bir korelasyon bulunmadığını ve dolayısıyla fenolik bileşiklerin etkili metal şelatörleri olarak görünmediği sonucuna

varmışlardır. Ancak toplam fenolik içerik ile DPPH radikali süpürme aktivitesi arasında yüksek korelasyon gözlemlenmiştir. Burdan DPPH radikali süpürme aktivitesi ile şelat oluşturma potansiyeli arasında da korelasyon beklenmemesi gerektiği anlaşılmaktadır. Bu beklentiyi karşılar doğrultuda mevcut çalışmada en yüksek şelatlama potansiyeli radyasyon bölgesinden toplanılan bitkinin meyve kısmından hazırlanan ekstrakt durumunda belirlenmiştir. Bahsedilen ekstraktın DPPH radikali temizleme aktivitesinin en düşük olduğuna dikkat çekmek gerekir. Toplam fenolik içeriğin en yüksek olarak belirlendiği örnek olan şehir bölgesinden elde edilen yaprak kısmı için ise hesaplanan şelatlama potansiyeli en düşüktür.

Ayrıca pozitif kontrol olarak kullanılan EDTA'nın örneklerin yüzde biri miktarındaki kısmının (0.005 mg/ml) %29 oranında şelat oluşturma potansiyeli yapabildiği de hesaplanmıştır. Ancak bu yüksek potansiyele rağmen EDTA'nın biyolojik olarak parçalanamayan doğası doğal şelatlayıcı kaynakları önemli hale getirmektedir (Sauvage ve ark., 2021).

EDTA gibi sentetik metal şelatörlerin, çeşitli endüstriyel proseslerde yaygın kullanım ve fayda sağlamasına rağmen, doğası gereği zayıf biyolojik bozunabilirlikten kaynaklanan bir takım zararlı çevresel sonuçları vardır ve bunların, deşarj sonrasında çevredeki ağır metal kirleticilerin yeniden mobilizasyonunu ve biyoyararlılığını artırma potansiyelleri vardır. Diğer taraftan bitkisel ekstraktların Fe^{3+} 'yi indirgeyebilme potansiyeli yani FRAP değeri için elde edilen bulgular değerlendirildiğinde en düşük değerlerin hem toplam fenolik içerik hem de DPPH radikali süpürme aktivitesi açısından elde edilen en düşük değerlerin ait olduğu örnek kısmı olan radyasyon bölgesinden elde edilen bitkinin meyve kısmı olduğu görülmektedir. Literatürde de bu şekilde kayıtlar mevcuttur.

Malezya yağmur ormanlarından elde edilen bitki ekstraktlarının antioksidan aktivitesinin DPPH ve FRAP analizleri ile taranmasının esasen aynı sonuçları verdiği rapor edilmiştir. Bitki ekstraktları için DPPH ve FRAP testlerinin sonuçlarının yüksek derecede korelasyonlu olduğu bulgusu, Huang ve ark., (2005) tarafından önerildiği gibi, bir oksidantı azaltmak için antioksidandan elektronların transferi olmak üzere iki tahlilin benzer bir mekanik temeli paylaştığı görüşüyle tutarlıdır.

Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinin değerlendirildiği testin sonucunda ise elde edilen değerlerin istatistiksel analizi yapıldığında şehir bölgesinden toplanan bitkinin çiçek kısmına ait ekstrakt için hesaplanan değerler hem bitkisel kısım olarak diğer iki kısma göre, hem de bölgesel farklılık olarak diğer bölgeden elde edilen çiçek kısımlarına göre istatistiksel olarak farklı olduğu sonucuna varılmıştır. En yüksek SOD değeri bu bahsedilen örnek durumunda hesaplanırken en düşük SOD değeri ise yine aynı bölgeden toplanılan örneklerin yaprak kısmına ait ekstrakt durumunda hesaplanmıştır.

Bitkisel ekstraktların katalaz aktiviteleri incelendiğinde süperoksit dismutaz ve askorbat peroksidazdan farklı olarak hem bölgesel hem bitki kısmına ait farklılıklardan ayrı ayrı etkilenmesinin yanı sıra her iki değişken durumunda da istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür.

Bitki, DPPH radikalleri ve hidrojen peroksit temizleyicisi olarak görev yapabilen güçlü bir bileşik kaynağıdır; nitrik oksit durumunda ise bu bitkinin ürünleri zayıf aktivite gösterir. Lipid peroksidasyonu sürecinde, *S. ebulus* L. ekstraktları 48 saatlik sürede en yüksek aktiviteyi gösterirken, daha kısa veya daha uzun sürede aktivite daha da düşmektedir. Demir şelatlama yeteneği durumunda, *S. ebulus* L. ekstraktları doza bağlı aktiviteleri ifade eder. Ayrıca bitki oldukça yüksek bir indirgeme gücü kabiliyeti sergilemektedir (Cvetanović, 2020).

Bitkiler sürekli olarak mahsulün gelişmesine ve verimine zarar veren çevresel streslere maruz kalır. FAO (Gıda ve Tarım Örgütü) raporlarına göre, tarım arazilerinin %96.5'i, yetiştirilen ve geliştirilen bitkiyi etkileyen, gen ifadesini ve bazı önemli fizyolojik, biyokimyasal ve süreçleri etkileyen abiyotik stres faktörlerinden etkilenmektedir. Çevresel stres etkenlerine uyum, bireysel streslere bütünleştirici yanıtları ve yeni bir yanıt türünü içermektedir. Aşırı çevresel koşullar reaktif oksijen türlerinin (ROS) miktarını arttırmakta ve oksidatif strese neden olmaktadır. Antioksidan enzim sistemleri ve enzimatik olmayan antioksidanlar, bitkinin oksidatif hasara karşı korunmasında kritik öneme sahiptir. Stresörler farklı genlerin ekspresyonunu değiştirmektedir (Apostolova, 2023).

Günümüz yaşamında insanlar obezite, diyabet, artrit gibi pek çok sağlık sorunuyla ve kanser, alzheimer, parkinson vb. gibi diğer karmaşık hastalıklarla karşı

karşıyadır. Bu hastalıkların, yanlış beslenme alışkanlıkları, daha az fiziksel çalışma ve dijital cihazlara bağımlılık gibi uygunsuz yaşam tarzlarının sonuçları olduğu, dijital cihazların çok fazla radyasyon yaydığı ve sağlığımıza son derece zararlı olduğu görülmektedir. Çeşitli araştırma çalışmaları, reaktif oksijen türlerinin (süperoksit anyonu) bu hastalıkların birincil nedeni olduğunu, eşit olmayan sayıda elektrona sahip oksijen içeren kararsız bir molekül türü olduğunu, DNA, RNA ve proteinler gibi diğer önemli biyomoleküllerle hızlı reaksiyona girdiğini göstermiştir. Süperoksit anyonu hücre ölümüne neden olmakta ve çeşitli korkunç hastalıkların nedeni olan oksidatif stresi üretmektedir. İnsan vücudundaki süperoksit dismutaz (SOD), katalaz ve glutatyon peroksidaz gibi bazı antioksidanlar vücudumuzu bu ROS'tan korur.

SOD; her yerde bulunan bir antioksidan enzimdir, vücudumuzu zararlı oksidasyon reaksiyonlarından korur ve moleküler oksijen ve hidrojen peroksitteki süperoksit anyonlarını katalize eder ve aynı zamanda çeşitli korkunç hastalıkların tedavisi için potansiyel bir parçadır (Saxena ve ark., 2022).

S. ebulus'un süperoksit dismutaz aktivitesine ilişkin literatür bilgilerinden biri erkek farede nikotinin neden olduğu üreme bozukluğunun *Sambucus ebulus* L. meyve ekstraktı ile iyileştirilmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada rapor edilmiştir (Mohammadghasemi ve ark., 2021).

Ayrıca stres altında bitkilerin tüm ROS temizleyici enzimatik sistemlerinin (CAT, APX, SOD, GPX ve PrxR) aktivitesini artırdığı gösterilmiştir. İlginç bir şekilde APX aktivitesindeki bir artış, bitkilerde CAT aktivitesindeki kaybı telafi edebilmekte ve hücre içi ROS birikimini önleyebilmektedir; bu da her iki sistemin fonksiyonel örtüşmesini düşündürmektedir (Škodová-Sveráková ve ark., 2020).

Radyoaktif maddeler, canlı organizmaların fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerini dönüştürebilen, yüksek enerjili (iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan) radyasyon yayan, doğal olarak bulunan nadir elementlerdir. Ancak doğal salınımının boyutu yavaştır ve biyosistemleri etkileyecek kadar da yeterli değildir. Bu radyonüklitlerin elektrik, tıp, tarım, nükleer silahlar ve insan refahına yönelik jeolojik ve bilimsel araştırmalar için kullanılması, doğal ortamda radyasyonun daha fazla salınmasına ve birikmesine yol açarak sonuçta metabolik işleyişi etkilemektedir. En belirgin etki, iyonlaştırıcı olmayan radyasyonla (düşük enerji) karşılaştırıldığında

iyonlaştırıcı radyasyondan (yüksek enerji) kaynaklanır. İyonlaştırıcı radyasyon suyun radyolizine neden olmakta ve hidroksil radikalleri (reaktif oksijen türleri [ROS]) üretmektedir, bu da canlı hücrelerde oksidatif strese neden olmaktadır. Radyasyonun neden olduğu ROS'un biyolojik organik bileşiklerle etkileşimi, kromozomal sapmalara (inversiyonlar/delesyonlar), DNA hasarına, büyümede azalmaya ve gelişimsel anormalliklere neden olmaktadır. İyonlaştırıcı radyasyona yanıt veren bitkiler, antioksidan savunma sistemini tetikleyerek glutatyon ve askorbat gibi antioksidan moleküllerin yanı sıra katalaz (CAT), glutatyon redüktaz (GR), süperoksit dismutaz (SOD) ve askorbat peroksidaz (APOD) gibi antioksidatif enzimler üretmektedir. Antioksidatif biyomoleküller, bitkilerin hücrelerinde oluşan serbest radikallerin temizlemesine destek olmakta ve onları radyasyonun zararlı etkilerinden korumaktadır (Choudhary, 2020).

Aslında tütünde CAT ve APX makineleri (bir noktaya kadar) işlevsel olarak fazlalıktır, çünkü biri diğerinin eksikliğini telafi edebilir.

Yüksek iç mekan radon konsantrasyonuna maruz kalan bir popülasyonda süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksidaz aktivitelerinin araştırıldığı bir çalışmanın sonuçlarına göre yüksek radona maruz kalan popülasyon ile düşük radona maruz kalan popülasyonun enzimatik aktivite değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (Ramadhani ve ark., 2021).

S. ebulus ekstraktlarının süperoksit dismutaz aktivitelerinin bölgesel değişimden ziyade, bitki kısmına ait değişimden daha fazla etkilendiğinin gösterilmesinin ardından aynı örneklerde askorbat peroksidaz aktivitesi sonuçlarının bölgesel farklılıktan istatistiksel olarak daha fazla etkilendiği sonucuna varılmıştır. İran'ın Mazandaran ilinin üç farklı habitatında rakımın şifalı bitkinin (*Sambucus ebulus* L.) bazı ikincil metabolitler üzerine etkisinin incelendiği çalışmanın sonuçlarına göre, yükseltinin artmasıyla birlikte CAT, GPX ve APX enzimlerinin miktarlarının da arttığı gösterilmiştir (Khoshkrodi ve ark., 2023).

Genel olarak bir takım hastalıkların oksidatif stres ve asetilkolinesteraz enziminin etkisi ile ilişkili olabileceği, fenolik bileşiklerin çeşitli patojenlere etki ederek bağışıklık sistemini güçlendirerek alzheimer hastalığının tedavisine katkıda bulunabileceği rapor edilmiştir (Morais ve ark., 2021). Ancak biyopestisit kullanımı

için *Lamiaceae* bitkilerinden elde edilen hidrosollerin antioksidan ve asetilkolinesteraz inhibisyon kapasitesi üzerine yapılan çalışmada asetilkolinesteraz inhibisyon aktivitesinin fenolik içerikle orta derecede flavonoid içeriği ile ise düşük derecede ilişkili olduğu bildirilmiştir (Gaspar-Pintilieşcu ve ark., 2022).

Sambucus ebulus'un kolinesteraz inhibisyonuna ilişkin literatürde mevcut bir veri olmamakla birlikte *Sambucus nigra* meyve ve çiçekleri ile ilgili yapılan bir çalışmada Montenegro'dan temin edilen mürver ekstraktlarının potansiyel kolinesteraz inhibisyonu gösterdiğini ancak Portekiz'den temin edilen mürver örneklerinde kolinesteraz inhibisyonu gözlenmediği rapor edilmiştir (Ferreira ve ark., 2022).

Literatürdeki bir takım çalışmalarda asetilkolinesteraz inhibisyonu ile toplam fenolik ve flavonoid içerik değerleri arasında yüksek bir korelasyon gözlenirken (Vladimir-Knezevic ve ark., 2014), diğer bazı çalışmalarda bunun söz konusu olmadığını belirtilmiştir (Gaspar-Pintilieşcu ve ark., 2022). Mevcut çalışmada da herhangi bir korelasyondan söz edilemez.

Her bir bölgeden temin edilen ve her bir bitki kısmının karşılıklı asetil ve butiril kolinesteraz inhibisyon potansiyelleri değerlendirilirse asetilkolinesteraz üzerinde çok daha etkili inhibitör özelliği gösterdiği kolaylıkla fark edilebilmektedir. İyi bilinen inhibitörler durumunda da genelde asetilkolinesteraz inhibisyonu butirilkolinesteraz inhibisyonuna göre daha yüksektir (örneğin takrin ve huperzine A durumunda), hatta bazen butiril kolinesteraz üzerinde inhibisyon etkisi (örneğin Galantamin ve Donepezil gibi) göstermemektedir. Ancak sarin, soman, tabun, malaoxon gibi inhibitörlerin her iki enzim üzerinde hemen hemen eşit etki gösterdiği de rapor edilenler arasındadır (Pohanka, 2014).

Hazırlanan bitkisel ekstraktların tirozinaz enzimi üzerindeki inhibisyon potansiyeli kolinesteraz enzimi üzerindeki inhibisyon potansiyeli ile kıyaslanacak olursa sadece bitkisel kısımdaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturduğu görülmektedir. Tirozinaz inhibisyon aktivitesi her bölgede yaprak kısmına ait örneklerde en yüksek değerde hesaplanırken, meyve kısmında en düşük değerdedir. Mevcut literatür bilgileri de bu bulguyu destekler niteliktedir.

Ekanayaka ve Silava (2023)'nin raporlarına göre bitki kısımları göz önüne alındığında, yapraklar birçok bitki türünde önemli miktarda tirozinaz inhibitör potansiyeli içermektedir. Bu nedenle yapraklar diğer bitki kısımlarına göre daha yüksek tirozinaz önleyici etki ve cilt beyazlatma özelliği gösterir. Bitki türünün toprak üstü kısımları, ağaç kabuğu sapı, ağaç kabuğu ve meyve kabuğu da birçok cilt beyazlatıcı özellik göstermiştir. Bu göz önüne alındığında, *Sapotaceae*, *Clusiaceae*, *Fabaceae*, *Solanaceae* ve *Malvaceae* familyalarına ait bitkilerin yaprakları orta düzeyde veya hatta yüksek düzeyde tirozinaz önleyici özellikler, dolayısıyla cilt beyazlatıcı özellikler içerebilmektedir.

Marmara bölgesinden temin edilen, aralarında *Sambucus ebulus*'un da olduğu bazı bitkilerin yaprak, çiçek ve meyve kısımlarının biyolojik etkinlikleri incelemiş olup en yüksek antitirozinaz aktivitesi 0.08 mg/mL'lik IC₅₀ değeri ile meyve kısmı için elde edilmiştir (Meriç ve ark., 2024).

Farklı tür bölgelerden temin edilen *Sambucus ebulus* örneklerinin farklı kısımlarının metanolik ekstraktlarına ait 0.1 mg/mL'lik miktarlarının lipid peroksidasyonlarını önleme etkinlikleri incelendiğinde en iyi derece %7.40 değeri ile radyasyona maruz kalan bitkilerin çiçek kısmından elde edilen ekstrakta aittir. Aynı ekstraktın toplam fenolik içerik değeri, DPPH radikalini süpürme aktivitesi ve Fe²⁺ ile şelat oluşturma potansiyeli de belirgin derecede yüksektir.

Nikotinin testis lipid peroksidasyonunu artırdığı, testis antioksidanını azalttığı ve *Sambucus ebulus* meyvesinin sağlıklı gönüllülerde lipid profillerini iyileştirdiği bilgileri doğrultusunda, erkek farede nikotinin neden olduğu üreme bozukluğunun *Sambucus ebulus* L. meyve ekstraktı ile iyileştirilmesinin izlendiği bir çalışmada lipid peroksidasyonunun bir indeksi olarak serum malondialdehit (MDA) düzeyi ölçülmüş ve artan ekstrakt konsantrasyonuna bağlı olarak MDA düzeyinde düşüş olduğu gözlenmiştir (Mohammadghasemi ve ark., 2021).

Teknolojik ilerleme ve kablosuz ve diğer iletişim cihazlarının artan kullanımı, ortamdaki radyofrekans elektromanyetik alan radyasyonunun (EMF-r) düzeyini büyük ölçüde artırmıştır. Bu nedenle canlı organizmaların bu radyasyonlara maruz kalması da kaçınılmazdır. Ancak geçmişteki çalışmaların çoğu hayvan sistemlerine odaklanmış olup, bitkilere nispeten daha az ilgi gösterilmiştir (Kaur ve ark., 2021).

Oysa ki bitkiler, birincil üreticiler olarak, insanlar ve hayvanlar için gıda ve yenilenebilir kaynak olarak, barınma ve üreme alanı sağlayarak ekosistemlerin işleyişinde hayati bir rol oynamaktadır. Çeşitli çalışmalar, bitkilerin çeşitli frekanslardaki çok çeşitli EMF-r'yi algıladığını ve bunlara yanıt verdiğini ortaya çıkarmıştır. Yüksek frekanslı EMF-r'nin düşük genliklerinin bile bitkilerde gelişimsel ve moleküler değişiklikleri tetikleyebildiği rapor edilmiştir. Yaygın EMR'ler biyolojik sistemlerde DNA hasarının yanı sıra oksidatif strese yol açan birçok önemli değişikliğe neden olmaktadır (Sharma ve ark., 2023).

Radyasyon maruziyetlerinin bitkilerle etkileşiminin kesin mekanizması tam olarak anlaşılamamıştır. Bazı tepkiler, EMF-r'nin bitki dokularıyla etkileşime girmesinden sonra üretilen ısıdan (genellikle termal tepkiler olarak anılır), özellikle yüksek güçlü EMF-r ile etkileşimlerden kaynaklanmaktadır. Ancak bazı sonuçlar, EMF-r maruziyetine karşı gözlemlenen metabolik ve fenotipik bitki tepkilerinin çoğunun, bitki dokularında ısı üretmeyen etkileşimlerin sonuçları olduğunu da ortaya koymaktadır. Şu ana kadar, az sayıda çalışma radyasyonların bitkiler üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur. Öte yandan, biyolojik etkilerin tanımlanmasının büyük ölçüde incelenen olgunun doğasına dayandığı ve bazılarının aslında EMF-r'ye maruz kalmaktan etkilenmediği ileri sürülmektedir. EMF-r'nin tetiklediği biyolojik etkiler, çevreciler ve biyologlar da dahil olmak üzere bilim adamlarının ilgisini çekmiş olsa da, EMF-r'nin bitkiler üzerindeki farklı seviyelerde (genetik, moleküler, biyokimyasal, hücresel ve morfolojik) ve farklı büyüme ve gelişme aşamalarında (tohum çimlenmesinden tüm olgunluğa kadar) ilgili değişikliklere ilişkin etkileri açısından mevcut literatürde hala boşluklar bulunmaktadır. Bu, bitkilerin çok çeşitli maruz kalma koşulları ve biyolojik süreçler boyunca EMF-r uyarısına yanıt verebildiğinin göstergesidir. En sık bildirilen yanıtlardan biri, ROS üretiminin, temizleme metabolizmasının ve kalsiyum metabolizmasının aktivasyonudur. Bu ilk tepki, bitkide iki ana tepkiye yol açabilir; bunlardan biri hızlıdır ve DNA anormallikleri veya malondialdehit üretimi gibi hücresel değişikliklerle ilişkilidir, ikincisi ise gecikmiş meristem oluşumunu veya büyüme modifikasyonlarını çağrıştıran moleküler ve biyokimyasal değişiklikleri içermektedir, ancak bu iki tür yanıt birbirini yok saymamaktadır.

Bitkilerin çevreyle ilişkilerine aracılık eden ikincil metabolitlerin bileşimi ve konsantrasyonu çevre koşullarından oldukça etkilenmektedir. Bir bitkide, ikincil metabolitlerin sentezi ile büyüme için karbon kullanımı arasındaki dengeyi korumak amacıyla bir savunma tepkisi olarak bunların üretimi ve içeriği değiştirilmektedir. Aksine, bitki uçucu maddelerinin artan emisyonu, abiyotik strese karşı son derece hassas bir tepki olarak kabul edilmiştir. Soran ve ark., (2014), kablosuz yönlendiriciye (WLAN, 2.412–2.48 GHz) ve mobil cihazlara (GSM; 860–910 MHz) karşılık gelen bant frekans aralığındaki EMF-r'nin, yaprak uçucularının ve terpenoidlerin emisyonunu yukarı doğru düzenlediğini, uçucu yağlar ve ışınlanmış maydanoz, dereotu ve kereviz bitkilerinde hücre duvarlarının incelmesine neden olarak yaprak anatomisini değiştirdiğini rapor etmiştir. Benzer şekilde, 860–910 MHz ve 2.4 GHz'e maruz kalan *Ocimum basilicum*'da yağ veriminde ve yaprak uçucu madde emisyonunda bir artış (kontrolden 21 kat daha fazla) gözlemlenmiştir (Lung ve ark., 2016).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan çalışma farklı özelliklere sahip habitatlardan alınan *S. ebulus* bitkisinin ekolojik ve biyokimyasal özelliklerinin karşılaştırıldığı Biyokimyasal Ekoloji temelli bir çalışmadır.

Bu çalışmada aynı yükseltideki üç farklı habitattan (ormanlık alan, şehir merkezi ve baz istasyonu çevresi) alınan *S. ebulus* bitkisinin yaprak, çiçek, meyve kısımlarının taze ve kuru örneklerindeki biyolojik aktiviteleri belirlenerek karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler çalışılan parametrelere göre bölge ve bitki kısmı açısından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Yapılan çalışmada enzimatik olmayan toplam fenolik içerik, DPPH radikalini giderme, Fe^{2+} ile şelat oluşturma, demir indirgeme, lipid peroksidasyonunu önleme ile enzimatik antioksidan özellik gösteren süperoksit dismutaz, katalaz, askorbat peroksidaz aktiviteleri ile protein içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca bitkinin farklı kısımlarından hazırlanmış olan ekstraktların asetil ve butiril kolinesteraz ile tirozinaz enzimi üzerindeki inhibisyon yetenekleri de araştırılmıştır. Örneklerin alındığı lokalitelerin toprak özellikleri de belirlenmiştir.

Enzimatik olmayan antioksidan aktivite tayininde **toplam fenolik madde** içerikleri karşılaştırıldığında en yüksek fenolik madde içeriğinin **şehir bölgesinden** toplanan **bitki yapraklarında** olduğu tespit edilmiştir.

DPPH radikali süpürme aktivitesi açısından bölgeler ve bitki kısımları incelendiğinde en yüksek oranın yine **şehir bölgesinden** toplanan **bitki yapraklarında** olduğu bulunmuştur.

Çalışmamızda bölgeler ve bitki kısımları açısından en yüksek şelat oluşturma aktivitesinin **radasyon bölgesinden** toplanan **meyve kısımlarında** olduğu belirlenmiştir.

FRAP yöntemine göre yapılan değerlendirmede ise en yüksek Fe^{+3} indirgeme gücü aktivitesinin **orman bölgesi** bitkilerinin **yapraklarında** olduğu bulunmuştur.

Enzimatik antioksidan aktivitesi açısından değerlendirildiğinde, en yüksek **SOD** ve **CAT** aktivitesinin **aktivitesinin şehir bölgesinden** toplanan bitkilerin

çiçeklerinde, en yüksek **APX** aktivitesinin **şehir bölgesinden** toplanan bitkilerin **yapraklarında** olduğu tespit edilmiştir.

Nörodejeneratif hastalıkların önlenmesinde olumlu etkileri olan asetilkolinesteraz (AChE) ve bütirikolinesteraz (BchE) inhibisyon oranları incelenmiş ve en yüksek **AChE inhibisyonun ormanlık** alandan toplanan bitki **yapraklarında** olduğu, en yüksek **BchE inhibisyonunun ise radyasyon** bölgesinden toplanan bitki **yapraklarında** olduğu belirlenmiştir.

Tirosinaz ciltteki renk değişikliğini tedavi edici ilaç üretiminde kullanılmakla beraber, Parkinson hastalığına bağlı dopamin dejenerasyonunu da etkileyebileceği bilinen bir enzimdir. Çalışılan bitkinin **tirosinaz** enzim inhibisyonu incelendiğinde en yüksek oranın **radyasyon** bölgesinden toplanan bitkilerin **yapraklarında** olduğu görülmüştür.

Yüksek lipid peroksidasyonunun Alzheimer, Parkinson, ALS gibi birçok nörolojik hastalığın ayırt edici özelliği olduğu ve ürünlerinin nöral hücre ölümleri için tetikleyici olduğu literatürde belirtilmiştir. Çalışmamızda **lipid peroksidasyonu** inhibisyon potansiyeli için en yüksek oranın **radyasyon bölgesinden** toplanan **çiçek** kısımlarında olduğu bulunmuştur.

Azot ve protein içeriği bakımından bitkiler incelendiğinde ise **azot** oranının en yüksek **orman** bölgesi bitki **yapraklarında**, **protein** içeriğinin ise en yüksek şehir bölgesi **meyve** kısımlarında olduğu tespit edilmiştir.

Son olarak her üç bölgeden alınan toprak örnekleri incelendiğinde şehir merkezinden alınan toprakta suya doygunluk daha az, magnezyum diğer iki bölgeye göre düşük ama yeterli, organik madde içeriği iyi, kireç oranı ise daha yüksek olarak bulunmuştur.

Çalışmanın yukarıda belirttiğimiz sonuçları doğrultusunda farklı ekolojik özelliklere göre bitkinin gösterdiği fitokimyasal varyasyonlara bağlı olarak *S. ebulus* 'un toprak üstü kısımlarının oksidatif hasarı önleyici, Alzheimer, Parkinson gibi önemli nörolojik hastalıklar ile cilt hastalıklarını tedavi edici enzimler açısından yüksek olduğu söylenebilir. Dolayısıyla bitkinin toprak üstü kısımlarının yetişme ortamlarının özelliklerine bağlı olarak gösterdiği biyokimyasal varyasyon tıbbi açıdan çeşitli hastalıkların tedavisinde drog hammaddesi olarak kullanılabilir. Bu da sekonder

metabolitler açısından zengin bitkisel kaynakların farklı varyasyonlarından gerekli talebin karşılanması adına önemlidir. Bu noktada yapılan çalışma literatüre önemli bir katkı sunma niteliği taşımaktadır.

- cannabidiol oil and a hydrophilic extract from *Sambucus ebulus* for topical administration. *Pharmaceutics*, 16(6), 705.
- Asaduzzaman Khan, M., Tania, M., Zhang, DZ. & Chen, HC. (2010). Antioxidant enzymes and cancer. *Chinese Journal of Cancer Research*, 22(2), 87-92.
- Aslankoç, R., Demirci, D., İnan, Ü., Yıldız, M., Öztürk, A., Çetin, M., Savran EŞ. & Yılmaz, B. (2019). Oksidatif stres durumunda antioksidan enzimlerin rolü- Süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPX). *Medical Journal of Süleyman Demirel University*, 26(3), 362-369.
- Aydın, S. & Üstün, F. (2007). Tanenler, kimyasal yapıları, farmakolojik etkileri, analiz yöntemleri.. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 33(1), 21-31.
- Bakır, M. & Yıldırım, C., (2022). Isolation of ascorbate peroxidase (APX) gene in lentil (*Lens culinaris* Medik.) and expression analysis under drought stress conditions. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* , vol.59, no.3, 439-447.
- Barescut, J., Geras' kin, S., Oudalova, A., Dikareva, N., Mozolin, E., Vanina, J., Baykova T. & Dikarev, V. (2009). Effects of radioactive contamination on plant populations and radiological protection of the environment. *Radioprotection*, 44(5), 389-394.
- Barnes, FS. & Greenebaum, B. (Eds.). (2018). Biological and medical aspects of electromagnetic fields. CRC press.
- Baydar, H. & Tuğlu, Ü. (2019). Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nda klon seleksiyonu ile geliştirilmiş b-klonlarının tarımsal ve teknolojik özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(2), 452-456.
- Bayramoğlu, MM., Toksoy, D. & Şen, G. (2009). Türkiye'de tıbbi bitki ticareti. II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 19-20 Şubat, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Baytop, T. (1999). Therapy with medicinal plants in Turkey (past and present). *Publication of the istanbul University*, 312, 2-3.
- Beauchamp, C. & Fridovich, I. (1971). Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. *Analytical biochemistry*, 44(1), 276-287.
- Becerril-Sánchez, AL., Quintero-Salazar, B., Dublán-García, O. & Escalona-Buendía, HB. (2021). Phenolic compounds in honey and their relationship with antioxidant activity, botanical origin, and color. *Antioxidants*, 10(11), 1700.
- Belitz, HD. & Grosch, W. (1995). Food Chemistry. Springer Verlag. Heidelberg, 992s.
- Benzie, IF. & Strain, JJ. (1999). Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. In *Methods in enzymology* (Vol. 299, pp. 15-27). Academic press.
- Bilaloğlu, GV. & Harmandar, M. (1999). Flavonoidler. *Aktif Yayınevi, İstanbul*, 334-354.

- Bilgin, A. & Guzel, S. (2017). Foliar resorption and nutrient changes in leaves and soils of *Tilia rubra* subsp. *caucasica* (linden) along an altitudinal gradient during the growing season. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(2-A), 1607-1621.
- Blois, MS. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.
- Bolat, İ. & Kara, Ö. (2017). Bitki besin elementleri: Kaynakları, işlevleri, eksik ve fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 218-228.
- Burnett, AK., Hills, RK., Green, C., Jenkinson, S., Koo, K., Patel, Y., Guy C., Gilkes A., Milligan DW., Goldstone AH., Prentice AG., Wheatley K., Linch DC. & Gale, RE. (2010). The impact on outcome of the addition of all-trans retinoic acid to intensive chemotherapy in younger patients with nonacute promyelocytic acute myeloid leukemia: overall results and results in genotypic subgroups defined by mutations in NPM1, FLT3, and CEBPA. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*, 115(5), 948-956.
- Cao, Y., Lin, J., Zhai, K., Jiang, W., Zou, H., Ren, H., Wang P., Gao X., Zhang M., Yu S., Zhao Y., Xuan Z., Zhang D., Liu Y. & Lou, X. (2022). Long-term investigation of environmental radioactivity levels and public health around the Qinshan Nuclear Power Plant, China. *Scientific Reports*, 12(1), 4945.
- Çelik, F. (2009). Kızılcığın (*Cornus mas* L.) ekstraksiyonu ve antioksidan bileşenlerinin belirlenmesi.
- Cemeroğlu, B. (2004). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. İkinci Baskı, 2 cilt, Ankara.
- Chanda, S. & Dave, R. (2009). In vitro models for antioxidant activity evaluation and some medicinal plants possessing antioxidant properties: An overview. *African Journal of Microbiology Research*, 3(13), 981-996.
- Chang, ML. (2009). An appraisal perspective of teacher burnout: Examining the emotional work of teachers. *Educational psychology review*, 21, 193-218.
- Charlebois, D. (2007). Elderberry as a medicinal plant. *Issues in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA*, 284-292.
- Chauhan, P. & Chauhan, RP. (2014). Variation in alpha radioactivity of plants with the use of different fertilizers and radon measurement in fertilized soil samples. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 12, 1-8.
- Chelikani, P., Fita, I. & Loewen, PC. (2004). Diversity of structures and properties among catalases. *Cellular and Molecular Life Sciences CMLS*, 61, 192-208.
- Choudhary, KK. (2020). Biochemical and molecular responses of plants exposed to radioactive pollutants. *Plant responses to soil pollution*, 39-57.
- Çiğremiş, Y., Köse, M., Özüğurlu, F., Türköz, Y. & Eğri, M. (2003). Tip II Diabetes Mellitus'lu hastaların eritrosit Cu, ZnSOD, CAT ve GSH-Px antioksidan enzim düzeylerinin araştırılması. *Gazi University Journal of Science*, 16(2), 239-244.
- Cleveland, RF. & Ulcek, JL. (1999). Questions and answers about biological effects and potential hazards of radiofrequency electromagnetic fields. Standards

Development Branch, Allocations and Standards Division, Office of Engineering and Technology, Federal Communications Commission.

- Coşkun, F. (2006). Gıdalarda bulunan doğal koruyucular. *Gıda teknolojileri elektronik dergisi*, 2, 27-33.
- Cumhur, B., Sarıaltın, SY., Gümüşok, S., Çoban, T. & Kılıç, CS. (2022). Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity of Different Parts of *Sambucus ebulus* L. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 46(3), 728-741.
- Cvetanović, A. (2020). *Sambucus ebulus* L., antioxidants and potential in disease. In *Pathology* (pp. 321-333). Academic Press.
- de Moraes, SM., da Silva Lopes, FF., Fontenele, GA., da Silva, MVF., Fernandes, VB. & Alves, DR. (2021). Total phenolic content and antioxidant and anticholinesterase activities of medicinal plants from the State's Cocó Park (Fortaleza-CE, Brazil). *Research, Society and Development*, 10(5), e7510514493-e7510514493.
- Díaz, S. & Cabido, M. (1997). Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. *Journal of vegetation science*, 8(4), 463-474.
- Dinis, TC., Madeira, VM. & Almeida, LM. (1994). Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers. *Archives of biochemistry and biophysics*, 315(1), 161-169.
- Dölarıslan, M. & Gül, E. (2012). Toprak bitki ilişkileri açısından tuzluluk. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (2), 56-59.
- Duke, JA. (2002). *Handbook of medicinal herbs*. CRC press.
- Durmaz, L., Erturk, A., Akyüz, M., Polat Kose, L., Uc, EM., Bingol, Z., Sağlamtaş R., Alwasel S. & Gulcin, İ. (2022). Screening of carbonic anhydrase, acetylcholinesterase, butyrylcholinesterase, and α -glycosidase enzyme inhibition effects and antioxidant activity of coumestrol. *Molecules*, 27(10), 3091.
- Ebadi, AG. & Hisoriev, H. (2011). Review on distribution of *Sambucus ebulus* L. in the North of Iran. *Am Euras J Agric Environ Sci*, 10(3), 351-353.
- Ebrahimzadeh, MA., Mahmoudi, M. & Salimi, E. (2006). Antiinflammatory activity of *Sambucus ebulus* hexane extracts. *Fitoterapia*, 77(2), 146-148.
- Ebrahimzadeh, MA., Mahmoudi, M., Karami, M., Saeedi, S., Ahmadi, AH. & Salimi, E. (2007). Separation of active and toxic portions in *Sambucus ebulus*. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*, 10(22), 4171-4173.
- Ebrahimzadeh, MA., Nabavi, SF. & Nabavi, SM. (2009). Antioxidant activities of methanol extract of *Sambucus ebulus* L. flower. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*, 12(5), 447-450.
- Ekanayaka, EMTA. & De Silva, WS. (2023). A review on tyrosinase inhibition potential of plant extracts for skin whitening.

- Eken, S. (2007). Bazı materyallerde antioksidan tayinleri. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Elfalleh, W., Hannachi, H., Tlili, N., Yahia, Y., Nasri, N. & Ferchichi, A. (2012). Total phenolic contents and antioxidant activities of pomegranate peel, seed, leaf and flower. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(32), 4724-4730.
- Ellman, GL., Courtney, KD., Andres Jr, V. & Featherstone, RM. (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical pharmacology*, 7(2), 88-95.
- Erbaş, S. & Şenates, A. (2020). Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)'nde azot ve kükürt gübrelemesinin verim ve kaliteye etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(1), 217-225.
- Eshkaraev, S., Turaev, K. & Eshkoraev, S. (2021). Influence of Pesticides on Increasing Soil Radioactivity. *World*, 6(4), 49-54.
- Farnsworth NR., Akerele O., Bingel AS., Soejarto DD. & Guo Z. (1985). Medicinal Plants in Therapy. *Bulletin of the World Health Organization*, 63 (6): 965-981.
- Faydaoğlu, E. & Sürücüoğlu, MS. (2011). Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 11(1), 52-67.
- Ferreira, SS., Silva, AM. & Nunes, FM. (2022). *Sambucus nigra* L. fruits and flowers: Chemical composition and related bioactivities. *Food Reviews International*, 38(6), 1237-1265.
- Ganievich, MY., Kasimov, AS. & Toyirovich, TS. (2020). Interdisciplinary study of the influence of radioactive elements and substances on plants. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences Vol*, 8(1).
- Gao, E., Zhu, M., Yin, H., Liu, L., Wu, Q. & Sun, Y. (2008). Synthesis, characterization, interaction with DNA and cytotoxicity in vitro of dinuclear Pd (II) and Pt (II) complexes dibridged by 2, 2'-azanediyldibenzoic acid. *Journal of inorganic biochemistry*, 102(10), 1958-1964.
- Gaspar-Pintiliescu, A., Mihai, E., Ciucan, T., Popescu, AF., Luntraru, C., Tomescu, J. & Craciunescu, O. (2022). Antioxidant and acetylcholinesterase inhibition capacity of hyrosols from lamiaceae plants for biopesticide use: Role of phenolics. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 996-1008.
- Geras' kin, S., Evseeva, T. & Oudalova, A. (2013). Effects of long-term chronic exposure to radionuclides in plant populations. *Journal of Environmental Radioactivity*, 121, 22-32.
- Geras' kin, SA., Evseeva, TI., Belykh, ES., Majstrenko, TA., Michalik, B. & Taskaev, AI. (2007). Effects on non-human species inhabiting areas with enhanced level of natural radioactivity in the north of Russia: a review. *Journal of environmental radioactivity*, 94(3), 151-182.
- Gholami, SH., Rahimi-Esboei, B., Ebrahimzadeh, MA. & Pourhajibagher, M. (2013). In vitro effect of *Sambucus ebulus* on scolices of Hydatid cysts. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 17(13), 1760-1765.

- Góth, L., Rass, P. & Páy, A. (2004). Catalase enzyme mutations and their association with diseases. *Molecular Diagnosis*, 8, 141-149.
- Guarrera, PM. (1999). Traditional antihelmintic, antiparasitic and repellent uses of plants in Central Italy. *Journal of ethnopharmacology*, 68(1-3), 183-192.
- Gülçin, İ., Huyut, Z., Elmastaş, M. & Aboul-Enein, HY. (2010). Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. *Arabian journal of chemistry*, 3(1), 43-53.
- Güner, S., Zengin, G. & Aktümsek, A. (2014). *Acanthus hirsutus* 'un Aseton Özüütünün Antioksidan Özelliklerinin Araştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, (38), 1-9.
- Güner, ŞT., Özkain, K., Çömez, A. & Çelik, N. (2011). İç Anadolu Bölgesi'nde Anadolu Karaçamının (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Verimli Olabileceği Potansiyel Alanların Odunsu Gösterge Türleri. *Ekoloji Dergisi*, 20(80).
- Güngör, N. (2007). Dut pekmezinin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri ile antioksidan aktivitesi üzerine depolamanın etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Güven, UM., Yakut, Y., Çakır, N. & Kayıran, SD. (2023). Thermosensitive in situ gel formulation and characterization studies of *Sambucus ebulus* L. extract. *Istanbul Journal of Pharmacy*, 53(1), 30-38.
- Güzel, Ş. (2017). Fırtına Vadisi'nde bazı odunsu taksonların yüksekliğe bağlı makroelement değişimi ve rezorbsiyon. Doktora Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Hamada, EAM. (2007). Effects of microwave treatment on growth, photosynthetic pigments and some metabolites of wheat," *Biologia Plantarum*, vol. 51, no. 2, pp. 343-345.
- Hardell, L., Mild, KH., Carlberg, M. & Söderqvist, F. (2006). Tumour risk associated with use of cellular telephones or cordless desktop telephones. *World Journal of Surgical Oncology*, 4, 1-10.
- He, F., Liu, Q., Jing, M., Wan, J., Huo, C., Zong, W., Tang J. & Liu, R. (2021). Toxic mechanism on phenanthrene-induced cytotoxicity, oxidative stress and activity changes of superoxide dismutase and catalase in earthworm (*Eisenia foetida*): a combined molecular and cellular study. *Journal of Hazardous Materials*, 418, 126302.
- Hirvonen, J., Roivainen, A., Virta, J., Helin, S., Någren, K. & Rinne, JO. (2010). Human biodistribution and radiation dosimetry of 11 C-(R)-PK11195, the prototypic PET ligand to image inflammation. *European journal of nuclear medicine and molecular imaging*, 37, 606-612.
- Huang, D., Ou, B. & Prior, RL. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(6), 1841-1856.
- Ighodaro, OM. & Akinloye, OA. (2018). First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their

- fundamental role in the entire antioxidant defence grid. *Alexandria journal of medicine*, 54(4), 287-293.
- İşbilir, ŞS. (2008). Yaprakları salata-baharat olarak tüketilen bazı bitkilerin antioksidan aktivitelerinin incelenmesi.
- Jabbari, M., Daneshfard, B., Emtiazy, M., Khiveh, A. & Hashempur, MH. (2017). Biological effects and clinical applications of dwarf elder (*Sambucus ebulus* L): A review. *Journal of evidence-based complementary & alternative medicine*, 22(4), 996-1001.
- Jabbari, M., Hashempur, MH., Razavi, SZE., Shahraki, HR., Kamalinejad, M. & Emtiazy, M. (2016). Efficacy and short-term safety of topical Dwarf Elder (*Sambucus ebulus* L.) versus diclofenac for knee osteoarthritis: A randomized, double-blind, active-controlled trial. *Journal of ethnopharmacology*, 188, 80-86.
- Jakubczyk, K., Dec, K., Kałduńska, J., Kawczuga, D., Kochman, J. & Janda, K. (2020). Reactive oxygen species-sources, functions, oxidative damage. *Polski Merkuriusz Lekarski: Organ Polskiego Towarzystwa Lekarskiego*, 48(284), 124-127.
- Jamshidi Goharrizi, K., Moosavi, SS., Amirmahani, F., Salehi, F. & Nazari, M. (2020). Assessment of changes in growth traits, oxidative stress parameters, and enzymatic and non-enzymatic antioxidant defense mechanisms in *Lepidium draba* plant under osmotic stress induced by polyethylene glycol. *Protoplasma*, 257, 459-473.
- Jiménez, P., Tejero, J., Cordoba-Diaz, D., Quinto, EJ., Garrosa, M., Gayoso, MJ. & Girbés, T. (2015). Ebulin from dwarf elder (*Sambucus ebulus* L.): a mini-review. *Toxins*, 7(3), 648-658.
- Kacar, B. (1984). Bitki besleme uygulama kılavuzu. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 900, 140.
- Kafkas, E., Bozdoğan, A., Burgut, A., Türemiş, N., Kargı, S. & Cabaroğlu, T. (2006). Bazı üzümü meyvelerde toplam fenol ve antosiyanin içerikleri. II. *Ulusal üzümü meyveler sempozyumu, Tokat*, 309-312.
- Kandić, I., Kandić, A., Čeliković, I., Gavrilović, M. & Janačković, P. (2020). Activity concentrations of ¹³⁷Cs, ⁴⁰K, and ²¹⁰Pb radionuclides in selected medicinal herbs from Central Serbia and their effective dose due to ingestion. *Science of the total environment*, 701, 134554.
- Karahasan, F. & Özbucak, TB. (2015). *Typha latifolia* L. türünün farklı kısımlarındaki ağır metal ve makro element miktarlarının karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(2), 151-160.
- Karaşahin, M. (2014). Bitkisel üretimde azot alım etkinliği ve reaktif azotun çevre üzerine olumsuz etkileri. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, 2(3), 15-21.
- Kaur, S., Vian, A., Chandel, S., Singh, HP., Batish, DR. & Kohli, RK. (2021). Sensitivity of plants to high frequency electromagnetic radiation: Cellular

- mechanisms and morphological changes. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 20(1), 55-74.
- Kaya, MM., Kaya, İ. & Nazıroğlu, M. (2023). Transient receptor potential channel stimulation induced oxidative stress and apoptosis in the colon of mice with colitis-associated colon cancer: modulator role of *Sambucus ebulus* L. *Molecular Biology Reports*, 50(3), 2207-2220.
- Kaya, Y., Haji, EK., Arvas, YE. & Aksoy, HM. (2019, September). *Sambucus ebulus* L.: Past, present and future. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2155, No. 1). AIP Publishing.
- Khan, RA., Khan, MR. & Sahreen, S. (2010). Evaluation of *Launaea procumbens* use in renal disorders: A rat model. *Journal of ethnopharmacology*, 128(2), 452-461.
- Kılınç, M. & Kutbay, HG. (2008). *Bitki ekolojisi*. Palme Yayıncılık.
- Kireççi, OA. (2018). Bitkilerde enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 473-483.
- Kiselova-Kaneva, Y., Nashar, M., Roussev, B., Salim, A., Hristova, M., Olczyk, P., Komosinska-Vassev K., Dincheva I., Badjakov I., Galunska I. & Ivanova, D. (2023). *Sambucus ebulus* (Elderberry) fruits modulate inflammation and complement system activity in humans. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(10), 8714.
- Klomsakul, P., Aiumsubtub, A. & Chalopagorn, P. (2022). Evaluation of antioxidant activities and tyrosinase inhibitory effects of *Ginkgo biloba* tea extract. *The Scientific World Journal*, 2022(1), 4806889.
- Koca, N. & Karadeniz, F. (2003). Serbest radikal oluşum mekanizmaları ve vücuttaki antioksidan savunma sistemleri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 16(2), 36-37.
- Kumar, A., Zarychanski, R., Pinto, R., Cook, DJ., Marshall, J., Lacroix, J., Stelfox T., Bagshaw S., Choong K., Lamontagne F., Turgeon AF., Lapinsky S., Ahern SP., Smith O., Siddiqui F., Jouvett P., Khwaja K., McIntyre L., Menon K., Hutchison J., Hornstein D., Joffe A., Lauzier F., Singh J., Karachi T., Wiebe K., Olafson K., Ramsey C., Sharma S., Dodek P., Meade M., Hall R. & Fowler RA. Canadian Critical Care Trials Group H1N1 Collaborative. (2009). Critically ill patients with 2009 influenza A (H1N1) infection in Canada. *Jama*, 302(17), 1872-1879.
- Lau, FC., Bagchi, M., Zafra-Stone, S. & Bagchi, D. (2009). The benefits of antioxidant-rich fruits on skin health. In *Nutritional Cosmetics* (pp. 217-232). William Andrew Publishing.
- Li, H., Li, J., He, Y., Li, S., Liang, Z., Peng, C., Polle A. & Luo, ZB. (2013). Changes in carbon, nutrients and stoichiometric relations under different soil depths, plant tissues and ages in black locust plantations. *Acta physiologiae plantarum*, 35, 2951-2964.
- Liu, J., Yi, W., Wan, Y., Ma, L. & Song, H. (2008). 1-(1-Arylethylidene) thiosemicarbazide derivatives: A new class of tyrosinase inhibitors. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 16(3), 1096-1102.

- Lung, I., Soran, ML., Opriş, O., Truşcă, MRC., Niinemets, Ü. & Copolovici, L. (2016). Induction of stress volatiles and changes in essential oil content and composition upon microwave exposure in the aromatic plant *Ocimum basilicum*. *Science of the Total Environment*, 569, 489-495.
- Ma, H., Shen, M., Tong, Y. & Wang, X. (2023). Radioactive wastewater treatment technologies: a review. *Molecules*, 28(4), 1935.
- Mahmoudi, M., Ebrahimzadeh, MA., Dooshan, A., Arimi, A., Ghasemi, N. & Fathiazad, F. (2014). Antidepressant activities of *Sambucus ebulus* and *Sambucus nigra*. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci*, 18(22), 3350-3353.
- Mangini, F., Frezza, F., Batool, S. & Bibi, A. (2019). Benefits and hazards of electromagnetic waves; telecommunication, physical and biomedical: a review. *European review for medical and pharmacological sciences*.
- Mayor, X. & Roda, F. (1992). Is primary production in holm oak forests nutrient limited? A correlational approach. *Vegetatio*, 99, 209-217.
- Mejia, LA., Hudson, E., Gonzalez de Mejia, E. & Vasquez, F. (1988). Carotenoid content and vitamin A activity of some common cultivars of Mexican peppers (*Capsicum annuum*) as determined by HPLC. *Journal of Food Science* 53: 1448-1451.
- Meriç, Z., Bitiş, L., Tan, SB., Turan, SÖ. & Akbuga, J. (2014). Antioxidant, antimicrobial and anticarcinogenic activities of *Sambucus ebulus* L. flowers, fruits and leaves. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 18(1), 22-25.
- Meriç, Zİ., Özdemir Nath, E., Doğan, A. & Bitiş, L. (2024). Antioxidant, anti-tyrosinase activities and characterization of phenolic compounds for some plants from the Marmara Region, Türkiye. *Journal of Research in Pharmacy*, 28(2).
- Miao, L. & Clair, DKS. (2009). Regulation of superoxide dismutase genes: implications in disease. *Free Radical Biology and Medicine*, 47(4), 344-356.
- Mirhaydar, H. (1994). Plant Information: Plant Usage in Disease Treatment. Islamic Farhang Press, Tehran pp. 303-304.
- Mohammadghasemi, F., Khanaki, K., Moravati, H. & Faghani, M. (2021). The amelioration of nicotine-induced reproductive impairment in male mouse by *Sambucus ebulus* L. fruit extract. *Anatomy & Cell Biology*, 54(2), 232-240.
- Moniakowska, A. & Strumińska-Parulska, D. (2024). Assessment of cancer risk and radiological effects from ²¹⁰Po and ²¹⁰Pb with consumption of wild medicinal herbal plants. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 84, 127452.
- Morais, P., Adachi, H. & Yu, YT. (2021). The critical contribution of pseudouridine to mRNA COVID-19 vaccines. *Frontiers in cell and developmental biology*, 9, 3187.
- Motevalli-Haghi, F., Fathi, H., Ebrahimzadeh, MA., Eslami, S., Karamie, M., Eslamifar, M. & Dehghan, O. (2020). Evaluation of Phytochemical, Total Phenolic and Flavonoid content, Antioxidant Activities, and Repelling Property

- of *Sambucusebulus*. *Journal of Medicinal plants and By-product*, 9(Special), 97-105.
- Muflihah, Y.M., Gollavelli, G. & Ling, Y.C. (2021). Correlation study of antioxidant activity with phenolic and flavonoid compounds in 12 Indonesian indigenous herbs. *Antioxidants*, 10(10), 1530.
- Mukherjee, N., Corcoran, D.L., Nusbaum, J.D., Reid, D.W., Georgiev, S., Hafner, M., & Keene, J.D. (2011). Integrative regulatory mapping indicates that the RNA-binding protein HuR couples pre-mRNA processing and mRNA stability. *Molecular cell*, 43(3), 327-339.
- Mukherjee, P.K. & Wahile, A. (2006). Integrated approaches towards drug development from Ayurveda and other Indian system of medicines. *Journal of ethnopharmacology*, 103(1), 25-35.
- Nain, M., Chauhan, R.P. & Chakarvarti, S.K. (2008). Alpha radioactivity in tobacco leaves: Effect of fertilizers. *Radiation measurements*, 43, S515-S519.
- Nain, M., Gupta, M., Chauhan, R.P., Kant, K., Sonkawade, R.G. & Chakarvarti, S.K. (2010). Estimation of radioactivity in tobacco.
- Nakano, Y. & Asada, K. (1981). Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant and cell physiology*, 22(5), 867-880.
- Niinemets, Ü., Portsmouth, A. & Truus, L. (2002). Leaf structural and photosynthetic characteristics, and biomass allocation to foliage in relation to foliar nitrogen content and tree size in three *Betula* species. *Annals of Botany*, 89(2), 191-204.
- Ognyanov, I., Popov, A., Ivanova, B., Dinkov, D. & Petkov, V. (1979). *Sambucus ebulus* Linnaeus, phytochemical and pharmacological screening. *Rivista Italiana Essenze, Profumi, Piante Officinali, Aromi, Saponi, Cosmetici Aerosol*. 61: 114-118.
- Orak, H.H., Yagar, H. & Isbilir, S.S. (2012). Comparison of antioxidant activities of juice, peel, and seed of pomegranate (*Punica granatum* L.) and inter-relationships with total phenolic, Tannin, anthocyanin, and flavonoid contents. *Food Science and Biotechnology*, 21, 373-387.
- Oskay, D. & Oskay, M. (2009). Bitki sekonder metabolitlerinin biyoteknolojik önemi. *Ecological Life Sciences*, 4(2), 31-41.
- Ostolski, M., Adamczak, M., Brzozowski, B. & Wiczowski, W. (2021). Antioxidant activity and chemical characteristics of supercritical CO₂ and water extracts from willow and poplar. *Molecules*, 26(3), 545.
- Oszmiański, J., Wojdyło, A., Juszczak, P. & Nowicka, P. (2020). Roots and leaf extracts of *Dipsacus fullonum* L. and their biological activities. *Plants*, 9(1), 78.
- Özbucak, T. & Sağlam, A. (2021). *Phytolacca americana* L. Bitkisinin Farklı Habitatlardaki Azot ve Fosfor Makro Element Değerlerinin Karşılaştırılması. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 11(2), 113-123.

- Özbucak, TB., Kutbay, HG., Kilic, D., Korkmaz, H., Bilgin, A., Yalcin, E. & Apaydin, Z. (2008). Foliar resorption of nutrients in selected sympatric tree species in gallery forest (Black Sea region). *Pol. J. Ecol*, 56(2), 227-237.
- Özel, HB., Cetin, M., Sevik, H., Varol, T., Isik, B. & Yaman, B. (2021). The effects of base station as an electromagnetic radiation source on flower and cone yield and germination percentage in *Pinus brutia* Ten. *Biologia Futura*, 72, 359-365.
- Özhatay, N. & Koyuncu, M. (1998). Türkiye'de doğal bitkilerin ticareti, XII. *Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı*, 20-22.
- Özkan, NG. (2021). Düzce yöresinde *Sambucus ebulus* L. türünün yöresel isimleri. *Avrasya Terim Dergisi*, 9(3), 42-50.
- Öztürk, Ş. (2023). Karadeniz bölgesinde yayılış gösteren *Centaurea* L.(*Asteraceae*) cinsine ait bazı türlerin morfolojik, anatomik, mikromorfolojik özelliklerinin ve çeşitli biyokimyasal aktivitelerinin araştırılması.
- Paşa, C. (2023). The use of *Sambucus ebulus* L. in folk medicine and chemical composition. *GSC Advanced Research and Reviews*, 17(3), 081-085.
- Pereira, PRC., Dutra, JCV., Costalonga, S., dos Santos, VS., dos Santos, LE., Trindade, MGP. & Batitucci, MDCP. (2022). *Acacia mangium* Willd (Acácia) Extract Antioxidant and Antiproliferative Activities. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 10, 263-272.
- Petkov, V. (1986). A source of ideas for phytopharmacological investigations. *J. Ethnopharmacol.* 15: 121-132.
- Pham-Huy LA, He H, Pham-Huyc C. (2008). Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health. *Int J Biomed Sci.* 4(2), 89-96.
- Pohanka, M. (2014). Inhibitors of acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase meet immunity. *International journal of molecular sciences*, 15(6), 9809-9825.
- Polaki Khoshkrodi, R., Bagheri, N. & Babaeian Jelodar, N. (2023). Effect of altitude on some secondary metabolites of the medicinal plant (*Sambucus ebulus* L.) in three different habitats of Mazandaran province. *Journal of Plant Process and Function*, 12(56), 1-16.
- Poljšak, B. & Raspor, P. (2008). The antioxidant and pro-oxidant activity of vitamin C and trolox in vitro: a comparative study. *Journal of Applied Toxicology: An International Journal*, 28(2), 183-188.
- Pourgholamali, B., Yosefbeyk, F., Ansar, M., Zaminy, A., Nemati, S., Ramezani, S., Bagheri H. & Faghani, M. (2024). Phytochemical Content, Anti-inflammatory, Anti-apoptotic, and Antioxidant Activities of Dwarf Elder (*Sambucus ebulus*) Against Nasal Polyposis. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 19(1).
- Pryor, WA., Cornicelli, JA., Devall, LJ., Tait, B., Trivedi, BK., Witiak, DT. & Wu, M. (1993). A rapid screening test to determine the antioxidant potencies of natural and synthetic antioxidants. *The Journal of Organic Chemistry*, 58(13), 3521-3532.

- Pulhani, VA., Dafauti, S., Hegde, AG., Sharma, RM. & Mishra, UC. (2005). Uptake and distribution of natural radioactivity in wheat plants from soil. *Journal of environmental radioactivity*, 79(3), 331-346.
- Racuciu, M., Iftode, C. & Miclaus, S. (2015). "Inhibitory effects of low ~ thermal radiofrequency radiation on physiological parameters of *Zea mays* seedlings growth," *Romanian Journal of Physics*, vol. 60, no. 3-4, pp. 603–612.
- Ramadhani, D., Suvifan, VA., Purnami, S., Rahajeng, N., Lusiyanthi, Y., Wanandi, SI., Wibowo H., Miura T. & Syaifudin, M. (2021). Superoxide dismutase and glutathione peroxidase activities in a population exposed to high indoor radon concentration: a preliminary report. *Free Radical Research*, 55(11-12), 1094-1103.
- Rao, AR., Sindhuja, HN., Dharmesh, SM., Sankar, KU., Sarada, R. & Ravishankar, GA. (2013). Effective inhibition of skin cancer, tyrosinase, and antioxidative properties by astaxanthin and astaxanthin esters from the green alga *Haematococcus pluvialis*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(16), 3842-3851.
- Rechinger, KH. (1963). *Flora iranica*.
- Rodino, S., Butu, A., Petrache, PETRUȚA., Butu, M., Dinu-Pirvu, CE. & Cornea, CP. (2015). Evaluation of the antimicrobial and antioxidant activity of *Sambucus ebulus* extract. *Farmacia*, 63(5), 751-754.
- Kozuharov, S. (1992). *Field guide to the vascular plants in Bulgaria*. Naouka & Izkoustvo, Sofia (in Bulgarian), 787.
- Saed-Moucheshi, A., Sohrabi, F., Fasihfar, E., Baniyasi, F., Riasat, M. & Mozafari, AA. (2021). Superoxide dismutase (SOD) as a selection criterion for triticale grain yield under drought stress: a comprehensive study on genomics and expression profiling, bioinformatics, heritability, and phenotypic variability. *BMC plant biology*, 21, 1-19.
- Saeedi Saravi, SS. & Shokrzadeh, M. (2008). Histopathological and biochemical disorders following administration of *Sambucus ebulus* extract on mice and rats and preventive effects of vitamins C and E on renal and hepatic disorders. *Phcog Mag*, 5, 131-5.
- Sakauchi, K. & Otaki, JM. (2024). Soil microbes and plant-associated microbes in response to radioactive pollution may indirectly affect plants and insect herbivores: evidence for indirect field effects from chernobyl and fukushima. *Microorganisms*, 12(2), 364.
- Salamon, I., Labun, P. & Petruska, P. (2013, June). Occurrence of heavy metals, radioactivity, and pesticide residues in raw materials of elderberry and other herbs and fruits in Slovak Republic. *In I International Symposium on Elderberry 1061* (pp. 259-265).
- Samsamshariat, H., Moattar, F. & Afsharypour, S. (1981). *Treatment with Plants*. Marshal Press, Tehran, pp. 61-253.

- Saravi, SS., Shokrzadeh, M. & Shirazi, FH. (2013). Cytotoxicity of *Sambucus ebulus* on cancer cell lines and protective effects of vitamins C and E against its cytotoxicity on normal cell lines. *African Journal of Biotechnology*, 12(21).
- Sardana, K. & Ghunawat, S. (2015). Rationale of using hypopigmenting drugs and their clinical application in melasma. *Expert review of clinical pharmacology*, 8(1), 123-134.
- Sarkar, S., Gupta, S., Variyar, PS., Sharma, A. & Singhal, RS. (2013). Hydrophobic derivatives of guar gum hydrolyzate and gum Arabic as matrices for microencapsulation of mint oil. *Carbohydrate polymers*, 95(1), 177-182.
- Sauvage, J., Wikfors, GH., Sabbe, K., Nevejan, N., Goderis, S., Claeys, P., Li X. & Joyce, A. (2021). Biodegradable, metal-chelating compounds as alternatives to EDTA for cultivation of marine microalgae. *Journal of Applied Phycology*, 33, 3519-3537.
- Saxena, P., Selvaraj, K., Khare, SK. & Chaudhary, N. (2022). Superoxide dismutase as multipotent therapeutic antioxidant enzyme: Role in human diseases. *Biotechnology letters*, 1-22.
- Saxena, SC., Salvi, P., Kamble, NU., Joshi, PK., Majee, M. & Arora, S. (2020). Ectopic overexpression of cytosolic ascorbate peroxidase gene (Apx1) improves salinity stress tolerance in *Brassica juncea* by strengthening antioxidative defense mechanism. *Acta physiologiae plantarum*, 42, 1-14.
- Schwaiger, S., Zeller, I., Pölzelbauer, P., Frotschnig, S., Laufer, G., Messner, B., Pieri V., Stuppner H. & Bernhard, D. (2011). Identification and pharmacological characterization of the anti-inflammatory principal of the leaves of dwarf elder (*Sambucus ebulus* L.). *Journal of ethnopharmacology*, 133(2), 704-709.
- Sen, S. & Chakraborty, R. (2011). The role of antioxidants in human health. In *Oxidative stress: diagnostics, prevention, and therapy* (pp. 1-37). American Chemical Society.
- Sen, S., Chakraborty, R., Sridhar, C., Reddy, YSR. & De, B. (2010). Free radicals, antioxidants, diseases and phytomedicines: current status and future prospect. *Int J Pharm Sci Rev Res*, 3(1), 91-100.
- Şenol, FS., Orhan, İ., Yilmaz, G., Çiçek, M. & Şener, B. (2010). Acetylcholinesterase, butyrylcholinesterase, and tyrosinase inhibition studies and antioxidant activities of 33 *Scutellaria* L. taxa from Turkey. *Food and chemical toxicology*, 48(3), 781-788.
- Sentkowska, A., Biesaga, M. & Pyrzynska, K. (2015). Polyphenolic composition and antioxidative properties of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) extract affected by different brewing processes. *International Journal of Food Properties*, 18(9), 2009-2014.
- Serteser, A. & Gök, V. (2003). Süt pıhtılaştırıcıları olarak bazı doğal bitki türlerinin kullanılması. *Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu*, 22(23), 325-328.
- Sethi, S., Joshi, A., Arora, B., Bhowmik, A., Sharma, RR. & Kumar, P. (2020). Significance of FRAP, DPPH, and CUPRAC assays for antioxidant activity

- determination in apple fruit extracts. *European Food Research and Technology*, 246, 591-598.
- Shah, P. & Modi, HA. (2015). Comparative study of DPPH, ABTS and FRAP assays for determination of antioxidant activity. *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol*, 3(6), 636-641.
- Sharma, S., Bahel, S. & Kaur Katnoria, J. (2023). Evaluation of oxidative stress and genotoxicity of 900 MHz electromagnetic radiations using *Trigonella foenum-graecum* test system. *Protoplasma*, 260(1), 209-224.
- Sharma, VP., Singh, HP. & Kohli, RK. (2009). Effect of mobile phone EMF on biochemical changes in emerging seedlings of *Phaseolus Aureus* Roxb. *The Ecoscan*, 3(3-4), 211-214.
- Sharma, VP., Singh, HP., Batish, DR. & Kohli, RK. (2010). Cell phone radiations affect early growth of *Vigna radiata* (mung bean) through biochemical alterations. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 65(1-2), 66-72.
- Shokrzadeh, M. & Saravi, SS. (2010). The chemistry, pharmacology and clinical properties of *Sambucus ebulus*: A review. *J med plants res*, 4(2), 95-103.
- Shokrzadeh, M., Saravi, SS. & Mirzayi, M. (2009). Cytotoxic effects of ethyl acetate extract of *Sambucus ebulus* compared with etoposide on normal and cancer cell lines. *Pharmacognosy Magazine*, 5(20).
- Singh, B., Ahuja, S., Singhal, RK. & Babu, PV. (2013). Effect of gamma radiation on wheat plant growth due to impact on gas exchange characteristics and mineral nutrient uptake and utilization. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 298, 249-257.
- Singleton, VL. & Rossi, JA. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Škodová-Sveráková, I., Záhonová, K., Bučková, B., Füssy, Z., Yurchenko, V. & Lukeš, J. (2020). Catalase and ascorbate peroxidase in euglenozoan protists. *Pathogens*, 9(4), 317.
- Solano, F. (2014). Melanins: skin pigments and much more—types, structural models, biological functions, and formation routes. *New Journal of Science*, 2014(1), 498276.
- Soran, ML., Stan, M., Niinemets, Ü. & Copolovici, L. (2014). Influence of microwave frequency electromagnetic radiation on terpene emission and content in aromatic plants. *Journal of plant physiology*, 171(15), 1436-1443.
- Stanković, N., Mihajilov-Krstev, T., Zlatković, B., Stankov-Jovanović V., Mitić V., Jović J., Comić L., Kocić B. & Bernstein N. (2016). Antibacterial and antioxidant activity of traditional medicinal plants from the *Balkan peninsula*. *NJAS-Wagening Journal of Life Sciences*, 78:21–28.
- Süntar, IP., Akkol, EK., Yalçın, FN., Koca, U., Keleş, H. & Yesilada, E. (2010). Wound healing potential of *Sambucus ebulus* L. leaves and isolation of an active component, quercetin 3-O-glucoside. *Journal of ethnopharmacology*, 129(1), 106-114.

- Swerdlow, AJ., Feychting, M., Green, AC., Kheifets, L., Savitz, DA. & International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection Standing Committee on Epidemiology. (2011). Mobile phones, brain tumors, and the interphone study: where are we now?. *Environmental health perspectives*, 119(11), 1534-1538.
- Tasinov, O., Kiselova-Kaneva, Y. & Ivanova, D. (2013). *Sambucus ebulus*-from traditional medicine to recent studies. *Scripta Scientifica Medica*, 45(2), 36-42.
- Taye RR., Deka MK., Borkataki S., Panda S. & Gogoi J. (2018) Effect of electromagnetic radiation of cell phone tower on development of Asiatic Honey Bee, *Apis cerana* F. (Hymenoptera: Apidae). *Int J Curr Microbiol Appl Sci* 7:4334–4339.
- Taye, MT., Dyer, E., Hirpa, FA. & Charles, K. (2018). Climate change impact on water resources in the Awash basin, Ethiopia. *Water*, 10(11), 1560.
- Tettey-Larbi, L., Darko, EO., Schandorf, C. & Appiah, AA. (2013). Natural radioactivity levels of some medicinal plants commonly used in Ghana. *SpringerPlus*, 2, 1-9.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L. & Byrne, DH. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of food composition and analysis*, 19(6-7), 669-675.
- Topuzović, MD., Stanković, MS., Jakovljević, DZ. & Bojović, BM. (2016). Plant part variability of *Sambucus ebulus* L. secondary metabolites content and antioxidant activity. *Agro Food Ind Hi Tech*, 27, 60-3.
- Turfan, N., Kurnaz, A. & Sarıyıldız, T. (2021). Effect of air pollution on element profile and radioactive compounds in six tree species. *Ağaç ve Orman*, 2(2), 82-92.
- Tutin TG et al. (1964-1980). *Flora europaea*. (F Eur)
- Tuzlacı, E. & Tolon, E. (2000). Turkish folk medicinal plants, part III: Şile (İstanbul). *Fitoterapia*, 71(6), 673-685.
- Upadhyaya, T., Pandey, R., Patel, U., Pandya, K., Desai, A., Patel, R. & Kosta, Y. (2022). Left-Handed material inspired multi-layer planar antenna design for satellite communication applications. *Progress In Electromagnetics Research M*, 108, 201-211.
- Ursache, M., Mindru, G., Creanga DE., Tufescu FM & Goiceanu, C. (2009). The effects of high frequency electromagnetic waves on the vegetal,” *Romanian Journal of Physics*, vol. 5, no. 1-2, pp. 133–145.
- Valko M., Leibfritz D., Moncol J., Cronin MT., Mazur M. & Telser J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39: 44-84.
- Vallès, J., Bonet, MÀ. & Agelet, A. (2004). Ethnobotany of *Sambucus nigra* L. in catalonia (Iberian Peninsula): The integral exploitation of a natural resource in mountain regions. *Economic botany*, 58(3), 456-469.

- Vian, A., Davies, E., Gendraud, M. & Bonnet, P. (2016). Plant responses to high frequency electromagnetic fields. *BioMed research international*, 2016(1), 1830262.
- Vladimir-Knežević, S., Blažeković, B., Kindl, M., Vladić, J., Lower-Nedza, AD. & Brantner, AH. (2014). Acetylcholinesterase inhibitory, antioxidant and phytochemical properties of selected medicinal plants of the Lamiaceae family. *Molecules*, 19(1), 767-782.
- Wang, T., Jónsdóttir, R. & Ólafsdóttir, G. (2009). Total phenolic compounds, radical scavenging and metal chelation of extracts from Icelandic seaweeds. *Food chemistry*, 116(1), 240-248.
- Willcox, JK., Ash, SL. & Catignani, GL. (2004). Antioxidants and prevention of chronic disease. *Critical reviews in food science and nutrition*, 44(4), 275-295.
- Yalçın, M. (2018). Surface glossiness properties of wood impregnated with some plant extracts. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 68(1), 61-69.
- Yaldız, G., Çamlıca, M., Eratalar, SA. & Kulak, M. (2017). Farklı dozda kıbele gübre uygulamasının fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) verimine Etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(1), 363-369.
- Yan, T., Lü, X., Yang, K. & Zhu, J. (2016). Leaf nutrient dynamics and nutrient resorption: a comparison between larch plantations and adjacent secondary forests in Northeast China. *Journal of Plant Ecology*, 9(2), 165-173.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ş., Özpay, T. & Uzal, Ö. (2008). Tuz stresinin karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) antioksidatif enzim (SOD, CAT, APX ve GR) aktivitesi üzerine etkisi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 18(1), 61-65.
- Yashin, A., Yashin, Y., Xia, X. & Nemzer, B. (2017). Antioxidant activity of spices and their impact on human health: a review. *Antioxidants* 6(70):2-18.
- Yesilada, E., Gurbuz, I. & Shibata, H. (1999). Screening of Turkish antiulcerogenic folk remedies for anti-*Helicobacter pylori* activity. *J. Ethnopharmacol.* 66: 289-293.
- Young, IS. & Woodside, JV. (2001). Antioxidants in health and disease. *Journal of clinical pathology*, 54(3), 176-186.
- Yuanqing, H., Pengyao, Y., Yangyang, D., Min, C., Rui, G., Yuqing, D., Haihui Z. & Haile, M. (2021). The preparation, antioxidant activity evaluation, and iron-deficient anemic improvement of oat (*Avena sativa* L.) peptides–ferrous chelate. *Frontiers in Nutrition*, 8, 687133.
- Yücel, E. (2010). Tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştiriciliği. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları, (2101).
- Zafra-Stone, S., Yasmin, T., Bagchi, M., Chatterjee, A., Vinson, JA. & Bagchi, D. (2007). Berry anthocyanins as novel antioxidants in human health and disease prevention. *Molecular nutrition & food research*, 51(6), 675-683.
- Zahmanov, G., Alipieva, K., Denev, P., Todorov, D., Hinkov, A., Shishkov, S., Simova S. & Georgiev, MI. (2015). Flavonoid glycosides profiling in dwarf

elder fruits (*Sambucus ebulus* L.) and evaluation of their antioxidant and anti-herpes simplex activities. *Industrial Crops and Products*, 63, 58-64.

Zámocký, M. & Koller, F. (1999). Understanding the structure and function of catalases: clues from molecular evolution and in vitro mutagenesis. *Progress in biophysics and molecular biology*, 72(1), 19-66.

Zargari, A. (1981). Medicinal plants. Tehran University Press, Iran, pp. 5- 10.

Zhanassova, K., Kurmanbayeva, A., Gadilgereyeva, B., Yermukhambetova, R., Iksat, N., Amanbayeva, U., Bekturova A., Tleukulova Z., Omarov R. & Masalimov, Z. (2021). ROS status and antioxidant enzyme activities in response to combined temperature and drought stresses in barley. *Acta Physiologiae Plantarum*, 43, 1-12.

Zor, M. (2007). Depolamanın ayva reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan aktivitesi üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Merve YAĞCIOĞLU
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Bartın Üniversitesi
Fakülte	Fen Fakültesi
Bölümü	Moleküler Biyoloji ve Genetik
Mezuniyet Yılı	12.06.2016
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	2024