

T.C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI HABİTATLARDA (SERPANTİN, JİPS, KİREÇTAŞI)
YETİŞEN BİTKİ TÜRLERİNİN ANTİOKSİDAN
AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Tuğçe VAROL

Danışman: Doç. Dr. Etem OSMA

BİYOLOJİ
ANABİLİM DALI

ERZİNCAN
2023
Her Hakkı Saklıdır.

Kabul ve Onay Sayfası

Doç. Dr. Etem OSMA danışmanlığında, Tuğçe VAROL tarafından hazırlanan bu çalışma 14/07/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul oybirliği/oy çokluğu (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Murat ÇANKAYA

İmza:

Üye: Doç. Dr. Etem OSMA

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Müjgan ELVEREN

İmza:

Yukarıdaki sonuç Enstitü Yönetim Kurulunun 14/07/2023 tarih ve/..... Sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Bülent ÇAĞLAR
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, şekil ve tabloların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

Bilimsel Etięe Uygunluk Sayfası

“Farklı habitatlarda (serpantin, jips, kireçtaşı) yetişen bitki türlerinin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi” isimli “Yüksek Lisans” tezim tarafımca intihal tespit programı ile incelenmiştir. Buna göre tezimde bilimsel etik ihlali ve intihal olarak nitelendirilebilecek herhangi bir durum olmadığını taahhüt ederim.

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir biçimde elde edildiğini; aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiğı gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi beyan ederim. 14/07/2023

(İmza)

Tuğçe VAROL

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI HABİTATLARDA (SERPANTİN, ALÇITAŞI, KİREÇTAŞI) YETİŞEN BİTKİ TÜRLERİNİN ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Tuğçe VAROL

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Etem OSMA

Bu çalışmada, Erzincan il sınırları içerisinde farklı habitatlarda (jips, kalker, serpantin) yetişen 13 endemik bitki türü Jips (*Gypsophila lepidioides* Boiss., *Psephellus recepii* Wagenitz & Kandemir, *Tanacetum heterotomum* (Bornm.) Grierson, *Verbascum alyssifolium* Boiss.), kalker (*Chrysophthalmum montanum* (DC.) Boiss, *Cyclotrichium niveum* (Boiss.) Manden. & Scheng, *Phlomis oppositiflora* Boiss. & Hausskn, *Teucrium leucophyllum* Montbret & Aucher ex Benth) serpantin (*Convolvulus pseudoscammania* C. Koch., *Fumana aciphylla* Boiss., *Gladiolus halophilus* Boiss. & Heldr., *Hypericum thymbrifolium* Boiss & Noé, *Salvia indica* L.) ile çalışılmıştır. Bitkiler yaprak, dal ve kök olmak üzere farklı organlara ayrılarak bu organlarda fenolik (TPC) ve flavonoid (TPF) içerik ile antioksidan aktivite (DPPH, FRAP) analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları, SPSS 22 İstatistik Paket Programında değerlendirilmiş olup habitatlarda yetişen bitkiler arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Bitkilerin fenolik, flavonoidlerin içerikleri ile antioksidan aktiviteleri arasında güçlü yönde korelasyon bulunmuştur. Sonuç olarak farklı ekolojik koşullarda yetişen bitkilerin fenolik, flavonoid içeriği ile antioksidan aktivitelerinin önemli ölçüde değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir.

2023, 63 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite, Jips, Kalker, Serpantin.

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF PLANT SPECIES GROWING IN (SERPENTINE, GYPSUM, LIMESTONE) DIFFERENT HABITATS

Tuğçe VAROL

Erzincan Binali Yıldırım University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Etem OSMA

In this study, 13 endemic plant species growing in different habitats (gypsum, limestone, serpentine) within the borders of Erzincan were studied with gypsum (*Gypsophila lepidioides* Boiss., *Psephellus recepii* Wagenitz & Kandemir, *Tanacetum heterotomum* (Bornm.) Grierson, *Verbascum alyssifolium* Boiss.), limestone (*Chrysophthalmum montanum* (DC.) Boiss, *Cyclotrichium niveum* (Boiss.) Manden. & Scheng, *Phlomis oppositiflora* Boiss. & Hausskn, *Teucrium leucophyllum* Montbret & Aucher ex Benth) serpentine (*Convolvulus pseudoscammania* C. Koch., *Fumana aciphylla* Boiss., *Gladiolus halophilus* Boiss. & Heldr., *Hypericum thymbrifolium* Boiss & Noé, *Salvia indica* L.). The plants were divided into different organs as leaves, branches and roots, and phenolic (TPC) and flavonoid (TPF) content and antioxidant activity (DPPH, FRAP) analyzes were performed in these organs. Analysis results were processed in SPSS 22 Statistical Package Program and differences were found between plants growing in habitats. A strong correlation was found between the phenolic and flavonoid contents of plants and their antioxidant activities. As a result, it was pointed out that the phenolic, flavonoid content and antioxidant activities of plants grown in different ecological conditions showed significant variability.

2023, 63 Pages

Keywords: Antioxidant activities, Gypsum, Limestone, Serpentine

TEŞEKKÜR

“Yoluna Hayırlı İnsanlar Çıksın” kelimesinin karşılığını, zor bir yola çıktığınızda veya zor bir işe başladığınız zaman ne kadar kıymetli olduğunu anlıyorsunuz. Çıktığım bu yolda zorluklarla karşılaşacağımı ve hatta pes etme noktasına gelebileceğimi biliyordum ama bilmediğim bir şey vardı, bu noktalara gelirsem ne yapacağımdı? Aslında olay o kadar basitti ki; bunu yola çıkmadan öğrenemezdim. Bir an bile düşünmeden yaptığım bir yüksek lisans başvurusu, boyumdan büyük hayallerim ve içimde ki engel olamadığım o başarıya ulaşma hırsının verdiği tarifsiz tutku... derken bir yola girmiş bulundum. Ve bu yolda ilk teşekkürümü, kesinlikle onurlu bir üslup kelimesi olan “saygıdeğer” sözcüğünden daha fazlasını hak eden sevgili danışmanım Doç. Dr. Etem Osma’ ya ithaf etmek istiyorum.

Henüz daha hiçbir şey bilmiyorken, o içindeki annelik iç güdüsü ile elimden tutarak bana bu yolu gösteren, bildiklerini hiç sakınmadan bana öğreten ve onu rol model almamda etkili olan “dik duruşlu kadın” profilinin sahibi, saygı ve sevgi değer hocam Dr. Öğr. Üyesi Müjgan Elveren’ e teşekkürlerimi sunarım.

İşte tamda o noktada, en dibe vurduğum vakit, olmayacak dediğimde bıraktığımda, arkamı dönüp ağlamaya başladığımda, karşımda bana inanan birinin olduğunu gördüğüm zaman pes etme lüksümün olmadığını bana hatırlatan, göz yaşlarına kelimeleriyle verdiği moral ve motivasyonla eşlik eden ve düştüğüm her çukurdan cümlelerini dayanak yaparak çıktığım ve “iyiler iyi ki var” sözünün sahibi hocam; Öğr. Gör. Dr. Samed Şimşek’ e teşekkür ederim.

Sadece bu yolla sınırlı kalmayıp 11 yıldır derdime ortak olan ve derdine ortak olduğum, bütün yollara birlikte çıktığımız, bütün savaşları birbirimize yaslanarak verdiğimiz, ağladığımız, güldüğümüz, zorlandığımız ya da birlikte bir şeyleri kolayladığımız... can dostum, yol arkadaşım, saygı ve sevgi değer kelimelerine bürünenim; Şifanur Uğurlu’ya teşekkürlerimi hiçbir zaman ödeyemeyecek borcum olarak bilirim. Teşekkür ederim dünyada ki en büyük iyikim.

Bu yolu tamamlarken en ufak bir sorumda dahi kapılarını her zaman rahatlıkla çalabildiğim ve her seferinde bana kapılarını sonuna kadar açan ve bu tez çalışması için

toplanılan bitkilerin arazi ve teşhis aşamasında engin bilgi ve becerilerini benden esirgemeyen, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, biyoloji bölümü hocalarından başta Prof. Dr. Ali Kandemir ve Ar. Gör. Halil İbrahim Türkoğlu hocalarımın nezdinde bütün bölüm hocalarıma teşekkür ederim.

Son olarak şu an ayakta dimdik durabiliyorsam benim yapı taşlarımı oluşturan babam; Necati Varol ve vücudumuzun enerji santrali olarak nitelendirdiğimiz Mitokondrisini bana aktararak bedenimde ki canlılığın sebebi olan annem; Filiz Varol’a şükranlarımı sunarım.

İki kişi ile çıktığımız bu yolda büyük bir aileye sahip olmanın verdiği o güvenle yaşamamanın gururunu, her sabah Fen-Edebiyat Fakültesinin kapısından dua ederek girmenin verdiği mutluluğu ve her gün 12,7 kilometrekarelik yolu acımasızca kat edebilecek güce sahip olduğum için kendime de teşekkür ederim. Bundan sonraki bütün yollarıma akademisyen genç bir kadın olarak başlayabilmek ümidiyle.

Tuğçe VAROL

Temmuz, 2023

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	15
3.1. Materyal	15
3.1.1. <i>Convolvulus pseudoscammonia</i> K. Koch (Sarıyayılganı).....	15
3.1.2. <i>Chrysophthalmum montanum</i> (DC.) Boiss. (Tutça).....	16
3.1.3. <i>Cyclotrichium niveum</i> (Boiss.) Manden & Scheng. (Külotu)	17
3.1.4. <i>Fumana aciphylla</i> Boiss. (Kırgüneşotu)	18
3.1.5. <i>Gladiolus halophilus</i> Boiss. & Heldr. (Çorakkılıçotu)	19
3.1.6. <i>Gypsophila lepidioides</i> Boiss. (İpekçöveni)	20
3.1.7. <i>Hypericum thymbrifolium</i> Boiss. & Noë (Bozkırkantaronu)	21
3.1.8. <i>Phlomis oppositiflora</i> Boiss. & Hausskn. (Haşçalba)	22
3.1.9. <i>Psephellus recepii</i> Wagenitz & Kandemir (Şahtülübaş).....	23
3.1.10. <i>Salvia indica</i> L. (Sultanşalba).....	24
3.1.11. <i>Tanacetum heterotomum</i> (Bornm.) Grierson (Solukpireotu)	25
3.1.12. <i>Teucrium leucophyllum</i> Montbret & Aucher ex Benth. (Buldumcuk)	26
3.1.13. <i>Verbascum alyssifolium</i> Boiss. (Kuduzkuyruk).....	27
3.1.14. Kullanılan kimyasal malzemeler	28
3.1.15. Kullanılan cihazlar	28
3.2. Yöntem.....	29
3.2.1. Arazi ve laboratuvar çalışmaları	29
3.2.2. Toplam flavonoid miktarı.....	33
3.2.3. Folin-Ciocalteu yöntemi ayıracı (FCR) ile toplam fenolik yöntemi	35
3.2.4. Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan güç yöntemi (FRAP).....	36

3.2.5. 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürme kapasitesi Yöntemi	38
3.2.6. İstatistiksel analiz	39
4. BULGULAR	40
4.1. Toplam Flavonoid Verileri	40
4.1.1. Yaprak	40
4.1.2. Gövde	40
4.1.3. Kök	41
4.2. Toplam Fenolik (FCR) Yöntemi Verileri	45
4.2.1. Yaprak	45
4.2.2. Gövde	45
4.2.3. Kök	46
4.3. Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) Yöntemi Verileri	47
4.3.1. Yaprak	47
4.3.2. Gövde	47
4.3.3. Kök	48
4.4. 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) Radikal Süpürme Kapasitesi Yöntemi Verileri	48
4.4.1. Yaprak	48
4.4.2. Gövde	49
4.4.3. Kök	50
5. SONUÇ ve TARTIŞMA	51
6. ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR	59

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Çiçekli bir bitki ve kısımları (Reece vd., 2013, s. 739)	2
Şekil 1.2. Oksidatif stres (Özcan vd., 2015)	5
Şekil 1.3. Oksijen kaynaklı serbest radikal oluşumu	6
Şekil 1.4. Serbest radikal toksisitesi.....	6
Şekil 1.5. Kristal haldeki jipsin ($\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) görünümü.....	7
Şekil 1.6. Kireçtaşı çıkıntısı	8
Şekil 1.7. Serpantin ana kayası genel görüntüsü (Özdeniz vd., 2017, s. 23)	8
Şekil 1.8. Çalışma alanı.....	9
Şekil 3.1. <i>Convolvulus pseudoscammonia</i> (Sarıyayılğanı)	15
Şekil 3.2. <i>Chrysophthalmum montanum</i> (Tutça)	16
Şekil 3.3. <i>Cyclotrichium niveum</i> (Külotu)	17
Şekil 3.4. <i>Fumana aciphylla</i> (Kırgüneşotu)	18
Şekil 3.5. <i>Gladiolus halophilus</i> (Çorakkılıçotu)	19
Şekil 3.6. <i>Gypsophila lepidioides</i> (İpekçöveni)	20
Şekil 3.7. <i>Hypericum thymbrifolium</i> (bozkırkantarunu)	21
Şekil 3.8. <i>Phlomis oppositiflora</i> (Haşçalba)	22
Şekil 3.9. <i>Psephellus recepii</i> (Şahtülübaş)	23
Şekil 3.10. <i>Salvia indica</i> (Sultanşalba)	24
Şekil 3.11. <i>Tanacetum heterotomum</i> (Solukpireotu)	25
Şekil 3.12. <i>Teucrium leucophyllum</i> (Buldumcuk)	26
Şekil 3.13. <i>Verbascum alyssifolium</i> (Kuduzkuyruk).....	27
Şekil 3.14. Teşhisi yapılan bitki ve bitki organlarına ayırma işlemi.....	30
Şekil 3.15. (a) bitki numunesi olan filakonlara metanol dolumu (b) metanol dolumu tamamlanmış aşama (c) 24 saat bekletilmiş numuneler.....	31
Şekil 3.16. (a) süzdürme işlemi (b) evaporasyon aşaması	31
Şekil 3.17. Liyaflizatör aşaması	32
Şekil 3.18. Kuru maddesi elde edilen numune örneği	33
Şekil 3.19. Kuarsetin kalibrasyonu eğrisi	34
Şekil 3.20. Flavonoid yöntemine ait bir mikropate örneği	34
Şekil 3.21. Gallik asit standart eğrisi	35

Şekil 3.22. Fenolik yöntemine ait bir mikropate örneği	36
Şekil 3.23. Troloks standart eğrisi grafiği.....	37
Şekil 3.24. FRAP yöntemine ait bir mikropate örneği.....	37
Şekil 3.25. DPPH· Radikal söndürücü yöntemine ait bir mikropate örneği.....	38



TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1. Bitki Yaprağında, Toplam Fenolik, Flavanoid İçerikleri ve Antioksidan Aktivite.....	42
Tablo 4.2. Bitki Gövdesinde, Toplam Fenolik, Flavonoid İçerikleri ve Antioksidan Aktivite.....	43
Tablo 4.3. Bitki kökünde, Toplam Fenolik, Flavonoid İçerikleri ve Antioksidan Aktivite	44
Tablo 5.1. Habitatlar arasında istatistiksel farklılıklar	52
Tablo 5.2. Kireçtaşı habitatında yetiştirilen bitkilerin toplam fenolik içeriği (TPC), toplam flavonoid içeriği (TFC), DPPH ve FRAP arasındaki korelasyon.	53
Tablo 5.3. Serpantin habitatında yetiştirilen bitkilerin toplam fenolik içeriği (TPC), toplam flavonoid içeriği (TFC), DPPH ve FRAP arasındaki korelasyon. ...	53
Tablo 5.4. Alçı habitatında yetiştirilen bitkilerin toplam fenolik içeriği (TPC), toplam flavonoid içeriği (TFC), DPPH ve FRAP arasındaki korelasyon.	54
Tablo 5.5. Yetiştirilen bitkilerin toplam fenolik içeriği (TPC), toplam flavonoid içeriği (TFC), DPPH ve FRAP arasındaki korelasyon.	54

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

%	Yüzde
+	Toplam
±	Eksiği Veya Fazlası
>	Büyüktür; Dil Bilgisinde Çıkma
⁰ C	Santigrat derece
g	Gram
Kg	Kilogram
M	Mol
mA	Moleküler Ağırlık
mg	Miligram
ml	Mililitre
L	Litre
μl	Mikrolitre
IC ₅₀	Yarı Maksimal İnhibe Edici Konsantrasyon Değeri

Kısaltmalar

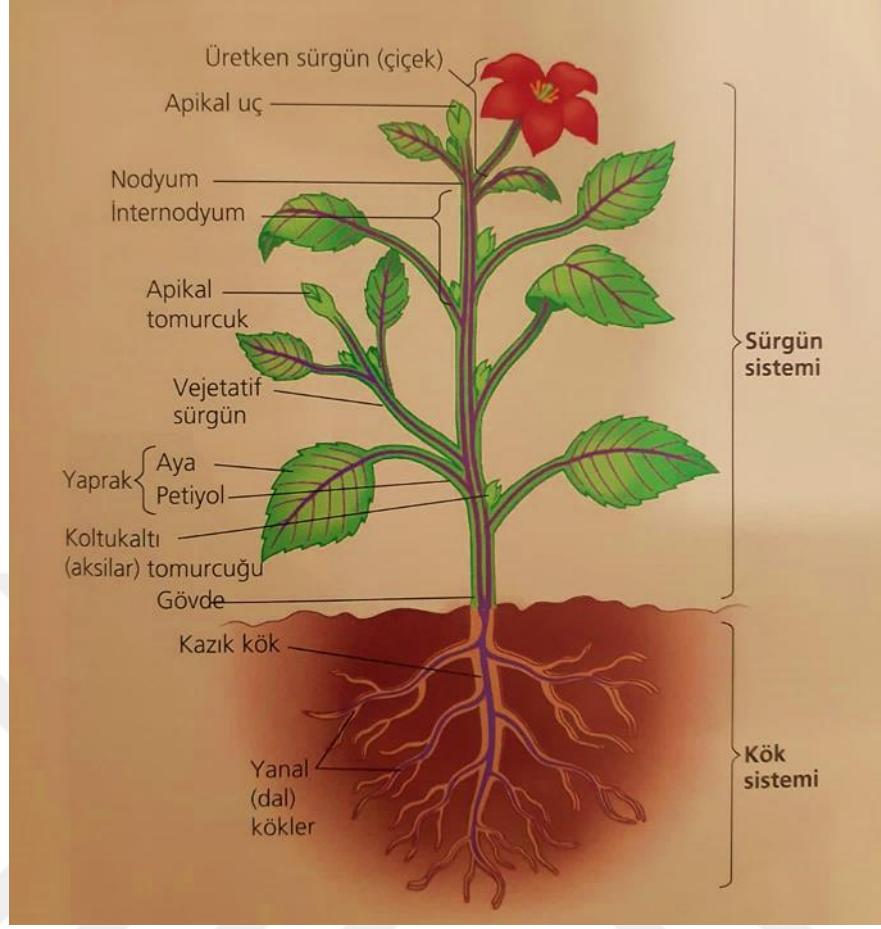
AlCl ₃	Alüminyum Klorür
ANOVA	Varyans Analizi
Ca	Kalsiyum
CaCO ₃	Kalsiyum Karbonat
CaSO ₄	Kalsiyum Sülfat
Ca ₂ SO ₄ .2H ₂ O	Kalsiyum Sülfat Dihidrat
Co	Kobalt
CO ₂	Karbondioksit
Cr	Krom
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
DPPH	2,2 -Difenil-1-Pikrihidrazil Radikali
ETZ	Elektron Transport Zinciri

FCR	Folin-Ciocalteu Reaktifi
Fe	Demir
Fe ⁺³	Demir (III) İyonu
FeCl ₃	Demir Klorür
FRAP	Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü
K	Potasyum
K ₃ Fe(CN) ₆	Potasyum Ferrik Siyanür
KH ₂ PO ₄	Potasyum Dihidrojen Fosfat
Mg	Magnezyum
Na ₂ CO ₃	Sodyum Karbonat
NADPH	Nikotinamid Adenin Dinükleotit Fosfat
NH ₄ CH ₃ COO	Amonyum Asetat
Ni	Nikel
P	Fosfor
pH	Hidrojen Potansiyeli
SiO ₂	Silika
SPSS	Statistical Package For The Social Sciences
TCA	Trikloroasetik Asit

1. GİRİŞ

Dünyanın geçmişine; 3 milyar yıllık tarihine, belki de daha fazlasına gözlerimizi çevirdiğimiz vakit yeryüzünde yaşamın bulunmayışını büyük oranla söylemek mümkündür. Fakat Jeokimyasal veriler kanıt olarak göz önünde bulundurulduğunda, 1,2 milyar yıl öncesinde kara parçalarında ince bir örtü gibi siyanobakterilerin varlığından söz edilebilir. Bundan yaklaşık 500 milyon yıl içinde fungus ve hayvanların yanında küçük bitkilerin de deniz kıyılarına yakın bölgelerde siyanobakterilerle yeryüzüne katılmışlardır. Sonunda ise neredeyse 385 milyon yıl öncesinde uzun boylu bitkilerin ortaya çıkışı ile ilk orman örtüleri oluşmaya başlamıştır. Bitkiler kara tabanına oturmalarından bu yana türevlenmiş ve günümüzde 290.000'den fazla çeşidi ile dünyada kendi bitki topluluğunu oluşturmuşlardır. Bitkiler zirveler, çöller ve kutup bölgeleri gibi zorlu habitatlar dışında her alanda varlıklarını görebilmek mümkündür. Kara parçalarında var olan bitkilerin hayvanlar ile diğer canlı formlarının kara parçalarında yaşayabilmelerini sağlamaktadırlar. Bitkiler oksijenin yanında kara hayvanları tarafından tüketilen besin maddesinin de büyük çoğunluğunu oluşturmaktadırlar. Bütün bunlara ek olarak bitkiler; kumullar ve diğer çoğu ortamda kararlı hale getirdiği toprağı da diğer organizmalar için habitat haline getirmektedir. (Reece vd., 2013).

Bitkiler de hayvanlar gibi farklı hücre türlerinin oluşturduğu, farklı dokulardan oluşmaktadır. Dokular; birlikte kendine özgü bir görev yapan bir veya daha fazla türdeki hücreden var olmuş, hücre toplulukları olarak bilinirler. Organ ise, birlikte kendine özgü görevi olan bazı doku türlerinden oluşmaktadır. Bitki var olan görüntüsünün doğal seleksiyon sonucunda ortaya çıktığını ve bu görüntünün tüm organizasyon seviyelerinde bitki fonksiyonları ile uygunluk göstermektedir. İletim demeti mevcut bitkilerde belli başlı morfolojisi iki kısımdan oluşmakta ve bu kısımlar; toprak altı ve toprak üstü olarak isimlendirilip bu kısımların kaynakları bizlere kara parçası organizmaların evrimsel tarihini yansıtmaktadır. İletim demetine sahip bitkilerin toprak altı kısmında mineral ve suları, toprak üstü kısmında ise ışığı ve CO₂ absorblamaları ile bilinmektedir. Bitkilerin belirtilen bu kaynakları etkin şekilde alabildiklerinin göstergesi, yaprak, gövde ve köklerden var olan üç ana organdan oluşmasıdır. Bu organlar sürgün ve kök sistemlerini oluşturmaktadırlar (Reece vd., 2013) (Şekil 1.1).



Şekil 1. 1. Çiçekli bir bitki ve kısımları (Reece vd., 2013, s. 739)

Kök, iletim demetine sahip bitkileri toprağa bağlayarak, suyu ve mineralleri absorblayan ve genellikle depolama görevi görerek karbonhidratları biriktiren organdır. Kök sisteminin tümü bir bitkinin toprağa tutunmasına yardım etmesinin yanında genellikle bütün bitkilerde mineral ve suyu absorbe ettiği bölgeler, temel olarak kök ucuna yakın bölgelerdir (Reece vd., 2013).

Gövde, taşıma görevini üstlenerek bitkinin yapraklarını yüklenerek onları birbirinden ayıran ve bitkinin yapraklarının güneş ışığı almasını yardımcı olan organdır. Ayrıca gövdeler meyve ve polenin yayılmasına yardımcı olarak üremeye katılır ve taşıma görevi görerek üreme yapılarını da bünyesinde taşırlar (Reece vd., 2013).

Yapraklar, fotosentezde görevli başlıca organ olarak bilinirler. Neredeyse bütün yapraklar fotosentez için kendilerine has yapı oluşturmuşlardır. Buna ek olarak, bazı bitki türlerinde ise yapraklar, koruma, üreme, depolama ve destek gibi ek görevler görmelerini yardımcı olan uyumlara da adaptasyon yetenekleri vardır.

Bir bitkinin morfolojik olarak belirtilen yapıları dışında bir de fizyolojik olarak ele almamız gereken yapıları da mevcuttur. Bunlardan, primer metabolitler olarak adlandırdığımız, organik asitler, nükleotitler ve amino asitler bitkinin büyümesi ve gelişmesi gibi yaşamsal fonksiyonlarında direk rol oynarken diğer yandan bu faktörlerle doğrudan etkisi olmayan bitki sekonder metabolit olarak adlandırdığımız bileşikler de mevcuttur. Sekonder metabolitlerin geçmişine bakıldığında ise onların “atık maddeler” olabileceği her zaman tartışma konusu olmuştur (Paech, 1950; Mothes, 1955). Zaman geçtikçe sekonder metabolit bileşiklerinin bitkiler için savunma sisteminde önemli rol oynadığı ortaya çıkmıştır (Fraenkel, 1959; Levin, 1976; Levinson, 1976; Schildknecht, 1977; Rosenthal ve Janzen, 1979). Bitkilerin kötü çevre şartlarından ötürü aldığı abiyotik ve biyotik zararlar ile hastalıklar gibi etmenler karşısında dayanıklılık göstermesi ve bunun yanında allelopatik yani yabancı otlara karşı göstermiş olduğu savunma mekanizmasından ötürü, günümüzde de artık sekonder metabolitler bitkiler açısından önemli bir konuma sahiptir (Seigler, 1998). Sekonder metabolitler birbirleri ile benzeri olmayan karbon iskeleti yapılarından ötürü biyosentetik olarak, fenolik, terpenler ve alkaloidler olarak üç farklı gruba ayrılırlar (Verpoorte ve Alfermann, 2000).

Üç gruba ayırdığımız sekonder metabolitlerden olan fenolik bileşikler, bitkilerin evrimsel süreçlerinde toprağa adaptasyon konusunda çok önemli role sahip olduğu bilinmektedir. Fenolik bileşikler aromatik halka bünyesinde bir veya birden fazla hidroksil grubu barındıran yapılardır (Shahidi ve Nacz, 1995). Proteinler ile karmaşık bir yapı oluşturarak enzim aktivitesini inhibasyon görevi görecektür ürünler üretirler ve bu bileşikler, dölleme, büyüme, savunma ve gelişme gibi bitkilerde önemli rollere sahiptir. Antioksidan görevi ile zengin fenolik bileşik içeriğine sahip bitkilerde; diyabet, kalp hastalıkları, kanser ve iltihaplanma gibi hastalıkların engellenmesinde ve en önemlisi mutasyona uğrayan insan hücrelerinin azalması bakımından önemli rol oynar (Karakaya, 2004). Bitkilerde ise böcek ve patojenlere karşı, yaralanma ve UV radyasyonu gibi fizyolojik ve ekolojik tehditlere karşı önlem olarak sentezlenmektedirler.

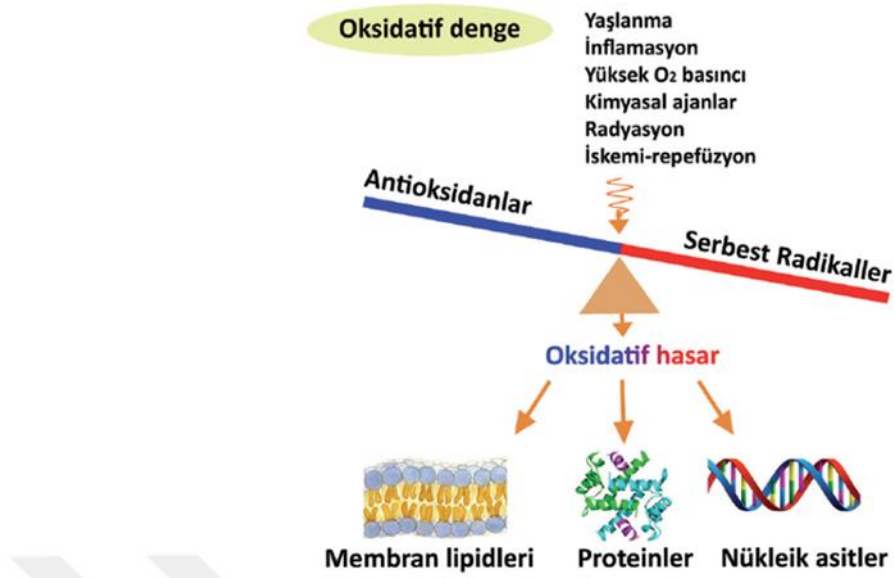
Fenolik bileşiğin içerdiği karbon sayısına göre isimlendirme yaptığımızda 15 karbon sayısı ile ortaya çıkan flavonoidler ise; bitkilerde pigmentasyon gibi, mavi, kırmızı ve pembe renklerin pigmentlerini ihtiva ederken, savunma gibi birçok farklı görevi de vardır.

Ayrıca flavonoidler de kendi içerisinde alt gruplara ayrılarak UV-B radyasyonuna karşı koruma görevi üstlenmektedir (Lake vd., 2009; Lake vd., 2010).

Fenolik ve flavonoid gibi enzimatik olmayan ve enzimatik olarak ikiye ayırdığımız antioksidanlar ise; canlı hücrelerde var olan karbonhidrat, protein, DNA ve lipid benzeri oksidasyona uğrayabilecek yapıların, oksidasyonunu engelleyen ya da geciktiren maddeler olarak adlandırılırken, antioksidanların sistemsel olarak yaptıkları olaya ise antioksidan savunma sistemi denir (Mates vd., 1999). Antioksidan savunma sistemi 4 farklı mekanizma ile savunma görevini görür ki bu mekanizmalar;

- Hücrelerde oluşan serbest haldeki radikalleri toplayarak, onların kararlı hale gelmesine yardımcı olmak.
- Zincir kırma etkisi ile serbest radikal üretmeye sebep olan kimyasal reaksiyonları durdurmak.
- Baskılayıcı etkisi sayesinde reaksiyonun hızını düşürmek.
- Onarıcı etkisi sayesinde, hasar meydana gelmiş biyolojik molekülleri onararak, organizmada ki enzimatik ve nonenzimatik antioksidanların sentezini yükseltmek (Dündar ve Aslan, 2000).

Antioksidan savunma sistemi, oksidatif stres varlığında görev yapar ki bu durumda şunu açıklar; Canlı hücrelerde reaktif oksijen türlerinin varlığı ile biyolojik sistemlerin oluşturduğu reaktif ara maddelerini detoksifiyesi sonucu ya da var olacak hasarın tamir yeteneği arasındaki dengesizliğini yansıtır (Özcan vd., 2015) (Şekil 1.2).

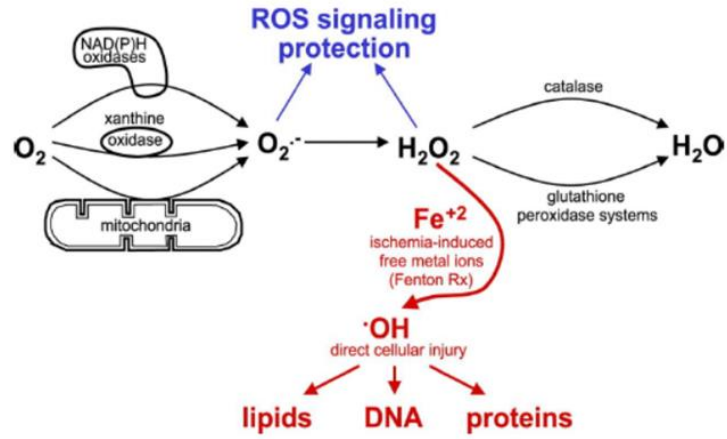


Şekil 1. 2. Oksidatif stres (Özcan vd., 2015)

Oksidatif strese sebep olan serbest radikaller, molekül ya da atomların dış orbitallerinde ortaklanmamış (tek sayıda) elektron bulundurması halidir (Şekil 1.3). Serbest radikaller kısa ömürlü ve reaktif olmalarından ötürü canlı hücreler için oldukça tehlikeli yapılardır ve bir molekül ya da atomun serbest radikal oluşturması için 3 farklı yolu vardır (Kılınç, 2002). Bunlar;

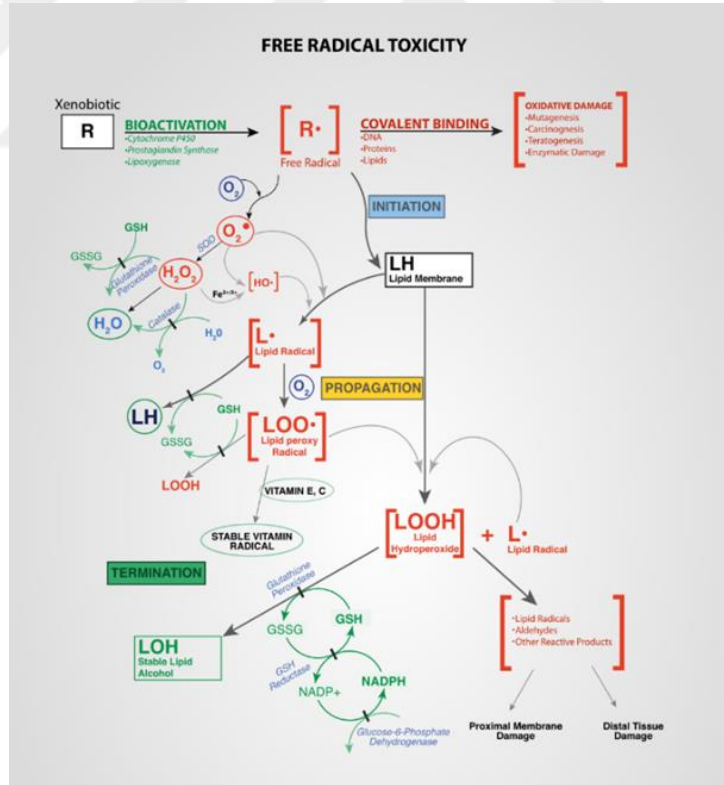
- Kovalent bağlı normal bir molekülün, her bir parçasında ortak elektronlardan birisinin kalarak homolitik bölünmesi ($X : Y \rightarrow X\bullet + Y\bullet$)
- Normal bir molekülün bir elektronun kaybına uğraması ($A - e^- \rightarrow A\bullet + e^-$)
- Normal bir moleküle tek bir elektronun eklenmesi ($A + e^- \rightarrow A\bullet^-$) (Özcan vd., 2015).

Serbest radikaller canlı hücrelerinde oksidatif strese sebep olsa bile hücreler arası sinyal iletimi ve apoptazis (programlı hücre ölümü) gibi mekanizmalarda görev alarak faydasından bahsetmekte mümkündür (Önal, 2016).



Şekil 1. 3. Oksijen kaynaklı serbest radikal oluşumu
(<http://cardiovascres.oxfordjournals.org/content/61/3/461/F1.large.jpg>)

Serbest radikallerin sebep olduğu ve bundan ötürü oluşan oksidatif stres ve antioksidan savunma sistemi olarak adlandırdığımız bu olayların tümünü serbest radikal toksisitesi olarak adlandırmak mümkündür (Şekil 1.4) (Önal, 2016).



Şekil 1. 4. Serbest radikal toksisitesi
(https://en.wikipedia.org/wiki/Oxidative_stress#/media/File:Free_Radical_Toxicity.svg)

Antioksidan kaynaklar endojen olabildiği gibi ekzojen kaynaklı da olması mümkündür. Ekzojen olarak yani dışarıdan aldığımız antioksidanlar vitamin kaynaklı oldukları için bunların çoğunluğunu bitkilerden karşılarız. Ülkemizin bulunduğu coğrafik konumu, jeomorfolojik ve topoğrafik yapısı itibari ile sahip olduğu birbirinden farklı toprak gruplarının varlığı ve iklimsel değişikliklerinde ötürü, ayrıca 3 ayrı coğrafik bölge olan İran-turan, Avrupa-Sibirya ve Akdeniz elementlerinin etkisi ile bitki tür çeşitliliği açısından oldukça zengindir. (Güner vd., 2012). Erzincan ili ise ülkemizin bitki çeşitliliği açısından değerli bir konuma sahiptir. Çalışma alanı olan Erzincan ilinde bulunan farklı toprak yapıları sayesinde jips, kalker ve serpantin alanlarda çalışma fırsatı mümkündür (Şekil 1.8).

Jipsli alanlar olarak nitelendirdiğimiz topraklar kristal şekilde su içeren kalsiyum sülfat ($\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) veya su içermeyen anhidrit (CaSO_4) formlarında bulunan bir çeşit ana kayadır (FAO, 1990; Herrero ve Porta, 2000; Van Alphen ve Romero, 1971) (Şekil 1.5).



Şekil 1. 5. Kristal haldeki jipsin ($\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) görünümü (Özdeniz vd., 2016, s. 58)

Kalkerli bölgeler, kalsiyum karbonatın (CaCO_3) farklı kristal formlarından oluşan ve diğer söylemle kireçtaşı yapılar olarak bilinen ana kaya türüdür (Şekil 1.6).



Şekil 1. 6. Kireçtaşı çıkıntısı

(<https://tr.wikipedia.org/wiki/Kire%C3%A7ta%C5%9F%C4%B1#/media/Dosya:Torcaldeantequera.jpg>)

Son olarak, serpantin yapılar; ferromagnezyen silikat içeren ultramafik kayalar dizisinin bir ürünü olan ana kayadır (Rajakaruna ve Boyd, 2014) (Şekil 1.7).



Şekil 1. 7. Serpantin ana kayası genel görüntüsü (Özdeniz vd., 2017, s. 23)

Bu çalışmada, Erzincan il sınırları içinde yer alan 3 farklı habitat olan (Şekil 1.8), jips, kalker ve serpantin alanlar da yetişen bitkilerin bazıları göz önünde bulundurularak habitatlar ve bitki organları parametreleri ile antioksidan aktiviteleri belirlenmiş ve bu amaç doğrultusunda enzimatik olmayan, flavonoid (TPF) içerikleri ile antioksidan aktivite yöntemlerinden olan folin-ciocalteu yöntemi ayıracı (FCR) ile toplam fenolik içeriği, 2,2 -Difenil-1-pikrihidrazil (DPPH) radikal söndürücü kapasite yöntemi ve demir

(III) iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) yöntemi kullanılmıştır. Bitkilerde ki antioksidan aktivitenin, habitat ve bitki organları gibi farklı parametrelerde etkisinin olup olmadığı belirlenmiştir. Çıkan sonuçlar SPSS analiz yöntemi ile anlamlandırılmaya çalışılmıştır.



Şekil 1. 8. Çalışma alanı

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Büyüktuncel (2013) antioksidan aktivitede kullanılan spektrofotometrik yöntemler ile ilgili bilgi vermiştir ve birbirinden ayrı antioksidanlar ile oksidan reaksiyonları arasında antioksidan kapasitesinin farklı olduğunu hız sabitlerine bağlayarak değiştiğini bildirmiştir.

Albayrak vd. (2010) reaktif oksijen türlerini değerlendirmek için kullanılan antioksidan yöntemlerin bazı gereksinimleri karşılaması gerekmektedir bu gereksinimler ise fizyolojik durumlarının birbirine yakın olması gerekir ve reaktif oksijen türlerinin biyolojik sisteme uygun olması gerekmektedir ancak bu gereksinimleri tek bir yöntemde karşılamak mümkün olmadığı için farklı yöntemleri bir arada değerlendirmenin daha uygun olduğunu bildirmiştir.

Özcan vd. (2015) oksidatif dengesizlik ve antioksidan sistemlerin etki ve oluşum mekanizmaları hakkında ve bunların hücre içi yapılarına olan etkisi ile biyokimyasal açıdan değerlendirilmesi hakkında bilgi sunmuştur.

Deveci vd. (2016) günlük hayatta sıklıkla tercih edilen Aloe vera, Kekik, Sarı kantaron gibi bitkisel ürünlerin fenolik bileşiklerce zengin olduğunu, etken maddelerinden ve antioksidan etkilerinden bahsederek, bunların fazlaca tüketimi sonucunda hastalıkların oluşmasına engel olabileceğini belirtmiştir.

Özel vd. (2014) ekzojen antioksidanların önemini vurgulayarak, flavonlar, tiol ve likopen gibi eser elementlerin önemli oranda arttırdığını ve serbest radikallerle mücadele de önemli olduğunu vurgulamıştır.

Tiring vd. (2021) sekonder metabolitlerin öneminden bahsederken, COVID-19 virüsünün tedavisinde kullanılan ilaç içeriklerinde sekonder metabolit bileşenlerinin olduğunu vurgulamıştır.

Bakır (2020) sekonder metabolitlerin, ekolojik uyumu ve savunma mekanizmaları hakkında bilgileri derlemiştir.

Meral vd. (2012) fonksiyonel gıda bileşenlerinden olan fenolik madde gibi bileşenlerin antioksidanlar olarak kullanılması hakkında bazı özelliklerine değinmiştir.

Murathan vd. (2018) bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal yapılarının ekolojik şartlara göre değiştiğini, Elâzığ ve Ardahan illerinden toplanan *A. azurea* Miller var. *Azurea* bitkisinde denediği antioksidan kapasite ve biyoaktif bileşenleri ile ortaya çıkarmıştır.

Özdeniz vd. (2016) ülkemizde var olan jipsli toprakların, gen merkezi ve endemizm açısından önemli olduğunu, biyomas açısından fakirken, floristik açıdan zengin ve özellikle nadir bitkiler açısından değerli olduğunu vurgulamıştır.

Özdeniz vd. (2017) serpantin alanların ekstrem koşullara sahip olduğunu ve bu koşullar sayesinde edafik endemizm faktörünün yüksek olduğunu hatta serpantin alanlara özgü takson sayısının 248 olduğu ve yapılabilecek çalışmalarla bu sayısının daha da artabileceğini bildirmiştir.

Karadağ (2019) tıbbi ve aromatik bitkilerde (ıhlamur, anason, adaçayı, çemen, melisa, nane, defne yaprağı, sinameki, reyhan ve rezene) fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesi ile fenolik kompozisyonları çalışmıştır. Fenolik madde miktarı bakımından en zengin bitkilerin ıhlamur, melisa, adaçayı ve defne olduğunu (16.89-21.12 mg GAE/g) bulmuştur. En düşük fenolik madde içeriğine sahip olan bitkilerin ise çemen, anason ve rezene yaprağı (3.47-3.77 mg GAE/g) olduğunu saptamıştır. ABTS, FRAP, DPPH[·] ve CUPRAC yöntemlerini kullanarak en yüksek antioksidan içeriğinin de fenolik madde miktarı ile doğru orantılı olduğunu belirtmiştir. Fenolik madde ve antioksidan aktivite arasında ki korelasyonun ise yüksek olduğunu ($R^2=0.87-0.89$) gözlemlemiştir. IC₅₀ değeri bakımından DPPH[·] ve ABTS yöntemlerinde en yüksek aktivite veren bitkinin ıhlamur (5.93 ± 0.53 ve 1.05 ± 0.03 mg bitki/mL) ve en düşük bitkinin ise anason (82.13 ± 12.08 ve 12.08 ± 0.79 mg bitki/mL) olduğunu belirlemiştir.

Malayoğlu (2010) biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinde in vitro ve in vivo antioksidan aktivite çalışmaları yapılmıştır. Çalışma sonunda bitkinin antioksidan aktivitesinin bitkinin hasat zamanı, fenolik yapı ve konsantrasyonu, yetiştiği bölge, bitki organı, oksidasyon ve ürün, ekstraksiyon yöntemi, hayvan türü ve analitik yöntemlere göre farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur.

Çelik ve Ayrar (2020) yaptıkları çalışmada tıbbi bitkilerde en yüksek antioksidan aktivitenin bulunduğu bitkilerin Lamiaceae familyasında olduğunu belirtmişlerdir. Antioksidan içeriğin zengin olmasının sebebinin fenolik madde miktarı ile doğru orantılı olduğunu ifade etmişlerdir. En yüksek antioksidan aktiviteye sahip bitkilerinden bazılarının kekik, çörekotu ve adaçayı olduğunu, en yüksek antosiyanin içeriğe sahip tıbbi bitkilerin ise, kıvılcık, böğürtlen, maviyemiş, alıç, dereotu, melisa, çay, nane ve adaçayı olduğunu ifade etmişlerdir.

Rumbaoa vd. (2009) Filipinler’de yetişen 5 patates (*Ipomoea batatas*) çeşitinde toplam fenolik ve antioksidan içerikleri hakkında araştırma yapmışlardır.

Ghafari vd. (2010) Malezya’da bulunan dört farklı *C. hystrix* (yabani ıhlamur), *C. microcarpa* (misk ıhlamur), *C. aurantifolia* (adi ıhlamur) ve *C. sinensis* (portakal) narenciye türünde antioksidan aktivite, flavanoid, toplam fenolik madde miktarı ve hesperidin çalışmışlardır. Çalışma sonucunda en yüksek antioksidan, fenolik ve flavonoid içeriğe sahip olan bitkinin *C. hystrix* (yabani ıhlamur) olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca FRAP ve DPPH· arasında korelasyon yapılmış ve $R^2 = 0$ arasında pozitif yönde güçlü ilişki olduğunu ifade etmişlerdir.

Singanusong vd. (2015) Mandalina (*Citrus reticulata*) ve misket limonu (*Citrus aurantifolia*) kabuklarından antioksidan ve fenolik bileşikleri üzerinde çalışılmış ve bu çalışmada DPPH·, FRAP ve ABTS· yöntemlerini kullanarak ölçümler yapılmış ve antioksidan ile toplam fenolik madde miktarı arasında güçlü ilişki olduğunu ifade etmişlerdir.

Indradi vd. (2017) 4 farklı Asteraceae familyası bitkisi ile toplam fenolik, flavanoid ve DPPH· Yöntemleri uygulanmış ve bu üç yöntemde de en yüksek aktiviteyi veren bitki *Pluchea indica* olmuştur. Ayrıca fenolik içerik ve DPPH· Yöntemleri arasında negatif yönde korelasyon olduğunu ifade etmişlerdir.

Çolak vd. (2020) Kahramanmaraş’ın farklı bölgelerinde ki *Achillea aleppica* D.C. subsp. *aleppica* bitkisinin farklı organlarında antioksidan, toplam flavanoid ve fenolik içerikleri ile antimikrobiyal yöntemleri çalışılmıştır.

Saral vd. (2015) Artvin bölgesinde yetiştirilen yaban mersini (*Vaccinium corymbosum* L.) ve yabani yaban mersinleri (*Vaccinium arctostaphylos* L. ve *Vaccinium myrtillus* L.) arasında antioksidan aktivitesi kıyaslaması yapılmış ve yabani türlerde aktivitenin daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Çömlekçioğlu (2020) *Isatis* L. Türüne ait bitkisinin kök ve gövde kısmında yapılan fenolik, flavanoid ve antioksidan aktivite yöntemleri uygulanmış ve kök kısmında gövdeye nazaran daha yüksek aktivite olduğunu belirtmiştir.

Yıldız vd. (2019) *Viscum album* ve *Usnea filipendula* bitkileri ile çalışılmış ve bu çalışmada Toplam flavanoid ve fenolik içerikleri ile FRAP yöntemleri uygulanmıştır. Fenolik ve FRAP yöntemlerinde en yüksek aktiviteyi veren bitki *Usnea filipendula* olurken flavanoid içeriği bakımından en yüksek aktivite *Viscum album* bitkisinde olduğunu rapor etmiştir.

Bayan ve Genç (2016) *Salvia verticillata* subsp. *amasiaca* bitkisi ile metanol ekstraktı yapılmış ve DPPH, FRAP, CUPRAC, TEAC, TP ve TF miktarı analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda *Salvia verticillata* subsp. *amasiaca* bitkisinde metanol ekstraktında antioksidan aktivitenin yüksek olduğu görülmüştür.

Chepel vd. (2020) *Calluna vulgaris* (L.) Hull bitkisi ile çalışılmış ve bitki büyüme aşamaları ile bitki organları gibi parametreleri baz alarak fenolik içerik ve DPPH ve FRAP yöntemleri uygulanmıştır. En yüksek fenolik içerik bitkinin çiçeklenme zamanı hariç diğer tüm aşamaları ile yaprak ve kök kısmında olduğunu rapor etmiştir.

Saffaryazdi vd. (2020) Semizotu (*Portulaca oleracea* L.) bitkisinde farklı gelişim aşamalarında toplam fenolik, flavanoid ve yağ aitleri ile antioksidan aktivitelerine bakılmıştır. En yüksek aktivite bitkinin yaprak kısmında ve çiçeklenme zamanında olduğu tespit edilmiştir.

Karataş vd. (2019) nane (*Mentha piperita*), hatmi (*Althea officinalis*), yeşil çay (*Camellia sinensis*), limon otu (*Mellissa officinalis*), papatya (*Matricaria chamomilla*) ve adaçayı (*Salvia officinalis*) bitkileri ile sıcak su ekstraktlarında, antioksidan aktivite, flavanoid ve fenolik içerikleri çalışılmıştır. Fenolik ve antioksidan içerik bakımından en yüksek değere sahip bitki yeşil çay iken, flavanoid içeriği bakımından en yüksek aktivite adaçayında

görülmüştür. En düşük aktivite ise bütün yöntemlerde hatmi ve papatya bitkilerinde olduğunu gözlemlemişler.

Feduraev vd. (2019) *R. obtusifolius*'un ve *R. crispus* bitkilerinde meyve ve çiçek aşamalarında toplayıp onları yaprak, kök, gövde ve çiçek gibi 4 organına ayırarak antioksidan aktivite ve fenolik bileşiklerin içeriklerine bakılmış. Sekonder metabolitlerin en fazla olduğu organ çiçek kısmında kaydedilmiştir.

Acet vd. (2021) *Corydalis oppositifolia* ve *Senecio cilicius* bitkileri için metanol, etanol ve etil asetat çözücülerini kullanılarak fenolik ve biyolojik aktivitelerine bakılmıştır. En iyi aktiviteyi etanol çözücüsünde kaydedilmiştir.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu tez çalışmasının materyalini oluşturan bitkiler aşağıda verilmiştir. Ayrıca bu tez çalışmasında kullanılan bitki fotoğrafları Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen-Edebiyat fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ali KANDEMİR' e aittir.

3.1.1. *Convolvulus pseudoscammonia* K. Koch (Sarıyayılğanı)

Çok yıllık otsu bir bitkidir. Haziran ve temmuz aylarında çiçek açar. Genellikle taşlı yamaçlar, serpantin alanda hareketli kayalıklar ve aşınmış şistli killi tepelerde yayılış gösterir. 450-1450 m yüksekliklerde yetişir. Endemik bir bitkidir. Ülkemizde KD. Anadolu bölgesinde yayılış gösterip, Artvin, Erzincan, Erzurum, Gümüşhane ve Sivas'ta yaygındır. İran-Turan elementine sahiptir (Davis, 1967; Güner vd., 2012).

- Alem: Plantae (Bitkiler Alemi)
- Bölüm: Magnoliophyta (Tohumlu bitkiler)
- Altsınıf: Magnoliidae (Manolya)
- Familya: Convolvulaceae (Tarlasarmaşığgiller)
- Cins: *Convolvulus* (Tarlasarmaşığı)
- Tür: *Convolvulus pseudoscammonia* (Sarıyayılğanı)



Şekil 3. 1. *Convolvulus pseudoscammonia* (Sarıyayılğanı)

3.1.2. *Chrysophthalmum montanum* (DC.) Boiss. (Tuta)

Çok yıllık otsu formunda bir bitkidir. Temmuz-Eylül ayları arasında iek açar. Yetiřme ortamı, kaya yarıkları ve kireç taşı uurumlarıdır. 750-2200 m yüksekliklerde yetişir. İran-Turan elementine sahiptir. Ülkemizde G. ve D. Anadolu bölgelerinde yayılış gösterirken dünyada K. Irak'ta da dağılışı görülür (Davis, 1967; Güner vd., 2012).

- Alem: Plantae (Bitkiler Alemi)
- Bölüm: Magnoliophyta (Tohumlu bitkiler)
- Altsınıf: Magnoliidae (Manolya)
- Familya: Asteraceae (Papatyagiller)
- Cins: *Chrysophthalmum* (Tuta)
- Tr: *Chrysophthalmum montanum* (Tuta)



şekil 3. 2. *Chrysophthalmum montanum* (Tuta)

3.1.3. *Cyclotrichium niveum* (Boiss.) Manden & Scheng. (Külotu)

Çok yıllık, odunsu ot formunda bir bitkidir. Yetiştirme ortamı kayalık ve tebeşirli yamaçlar (step) ile çalılıklardır. 1200-1830 m yükseltilerde yetişir. Ülkemizde D. Anadolu bölgesinde yayılış gösterirken Adıyaman, Erzincan, Malatya ve Sivas'ta görülür. İran-Turan elementine sahip ve endemik bir bitkidir (Davis, 1967; Güner vd., 2012).

- Alem: Plantae (Bitkiler Alemi)
- Bölüm: Magnoliophyta (Tohumlu bitkiler)
- Altsınıf: Magnoliidae (Manolya altsınıfı)
- Familya: Lamiaceae (Ballıbabagiller)
- Cins: *Cyclotrichium* (Dağnanesi)
- Tür: *Cyclotrichium niveum* (Külotu)



Şekil 3. 3. *Cyclotrichium niveum* (Külotu)

3.1.4. *Fumana aciphylla* Boiss. (Kırgüneşotu)

Çok yıllık, otsu ve sürünücü bir bitkidir. Yetiştirme ortamı kurak kalker tepeler ve step alanlardır. Mayıs-Haziran aylarında çiçek açar. 800-2100 m yüksekliklerde yetişir. Türkiye karasal Anadolu da yayılış gösterir. İran-Turan elementindendir (Davis, 1967; Güner vd., 2012).

- Alem: Plantae (Bitkiler Alemi)
- Bölüm: Magnoliophyta (Tohumlu bitkiler)
- Altsınıf: Magnoliidae (Manolya)
- Familya: Cistaceae (Ladengiller)
- Cins: *Fumana* (Kırgüneşotu)
- Tür: *Fumana aciphylla* (kırgüneşotu)



Şekil 3. 1. *Fumana aciphylla* (Kırgüneşotu)

3.1.5. *Gladiolus halophilus* Boiss. & Heldr. (Çorakkılıçotu)

Çok yıllık, otsu bir bitkidir. Yetiştirme ortamı küçük topraklar ve tuzlu bataklıklardır. 900-1200 m yükseltilerde yetişir. Haziran-temmuz aylarında çiçek açar. Türkiye de Konya, Niğde ve Erzincan da yayılış gösterir. İran-Turan elementidir. Endemik bir bitkidir (Davis, 1967; Güner vd., 2012).

- Alem: Plantae (Bitkiler Alemi)
- Bölüm: Magnoliophyta (Tohumlu bitkiler)
- Altsınıf: Magnoliidae (Manolya)
- Familya: Iridaceae (Süsengiller)
- Cins: *Gladiolus* (Kılıçotu)
- Tür: *Gladiolus halophilus* (Çorakkılıçotu)



Şekil 3. 2. *Gladiolus halophilus* (Çorakkılıçotu)

3.1.6. *Gypsophila lepidioides* Boiss. (İpekçöveni)

Çok Yıllık, otsu formunda bir bitkidir. Yeti me ortamı kuru al ıta ı tepelerdir. Temmuz ayında  i ek açar. 1000 m yükseklikte ya ar. Erzincan'da yayılı  gösterir. İran-Turan elementine sahiptir. Endemiktir (Davis, 1967; Güner vd., 2012).

- Alem: Plantae (Bitkiler Alemi)
- Bölüm: Magnoliophyta (Tohumlu bitkiler)
- Altsınıf: Magnoliidae (Manolya)
- Familya: Caryophyllaceae (Karanfilgiller)
- Cins: *Gypsophila* (  ven)
- T r: *Gypsophila lepidioides* (İpekçöveni)



Şekil 3. 3. *Gypsophila lepidioides* (İpekçöveni)

3.1.7. *Hypericum thymbrifolium* Boiss. & Noë (Bozkırkantaronu)

Çok Yıllık, otsu bir bitkidir. Yetiştirme ortamı kalkerli alanlar olup, yetiştirme yüksekliği 920-1500 m'dir. Haziran ayında çiçek açar. D. Anadolu bölgesinde dağılışı gösterir. İran-Turan elementidir. Endemiktir (Davis, 1967; Güner vd., 2012).

- Alem: Plantae (Bitkiler Alemi)
- Bölüm: Magnoliophyta (Tohumlu bitkiler)
- Altsınıf: Magnoliidae (Manolya)
- Familya: Hypericaceae (Kantarongiller)
- Cins: *Hypericum* (Kantaron)
- Tür: *Hypericum thymbrifolium* (bozkırkantaronu)



Şekil 3. 4. *Hypericum thymbrifolium* (bozkırkantaronu)

3.1.8. *Phlomis oppositiflora* Boiss. & Hausskn. (Hasçalba)

Çok yıllık, otsu bir bitkidir. Yetiştirme ortamı kalkerli yamaçlar ve bozkırlar olup, yetiştirme yüksekliği 910-1500 m yükseltilerdir. Haziran-temmuz aylarında çiçek açar. Türkiye’de Diyarbakır, Elâzığ, Erzincan, Malatya, Kahramanmaraş, Sivas ve Tunceli’de yayılış gösterir. İran-Turan elementine sahiptir. Endemiktir (Davis, 1967; Güner vd., 2012).

- Alem: Plantae (Bitkiler Alemi)
- Bölüm: Magnoliophyta (Tohumlu bitkiler)
- Altsınıf: Magnoliidae (Manolya)
- Familya: Lamiaceae (Ballıbabagiller)
- Cins: *Phlomis* (Çalba)
- Tür: *Phlomis oppositiflora* (Hasçalba)



Şekil 3. 5. *Phlomis oppositiflora* (Hasçalba)

3.1.9. *Psephellus recepii* Wagenitz & Kandemir (Şahtülübaş)

Çok yıllık otsu bir bitkidir. Jipsli alanlarda yaşar. Haziran ayında çiçek açar. Dünyadaki tek yaşam alanı Kemah-İliç arasındaki jipslerdir. Bölgede küçük topluluklar halinde bulunur. Yaşam alanları tarlaya dönüştürülmeye başlanmıştır. Bitkiye Merhum Erzincan Valisi Sayın Recepoğlu'nun adı verilmiştir. Endemiktir. İran-Turan elementidir (Güner vd., 2012).

- Alem: Plantae (Bitkiler Alemi)
- Bölüm: Magnoliophyta (Tohumlu bitkiler)
- Altsınıf: Magnoliidae (Manolya)
- Familya: Asteraceae (Papatyagiller)
- Cins: *Psephellus* (Tülübaş)
- Tür: *Psephellus recepii* (Şahtülübaş)



Şekil 3. 6. *Psephellus recepii* (Şahtülübaş)

3.1.10. *Salvia indica* L. (Sultanşalba)

Çok yıllık otsu bir bitkidir. Yetiştirme ortamı kayalık kireçtaşı yamaçlar olup, 100-1500 m yüksekliklerde dağılışı gösterir. Nisan-mayıs aylarında çiçek açar. Ülkemizde Yukarı Fırat, Hakkâri ve Adana bölümlerinde yayılışı görülürken Dünyada Filistin, K. Irak ve B. İran'da da görülür. İran-Turan elementidir (Davis, 1967; Güner vd., 2012).

- Alem: Plantae (Bitkiler Alemi)
- Bölüm: Magnoliophyta (Tohumlu bitkiler)
- Altsınıf: Magnoliidae (Manolya)
- Familya: Lamiaceae (Ballıbabagiller)
- Cins: *Salvia* (Adaçayı)
- Tür: *Salvia indica* (Sultanşalba)



Şekil 3. 7. *Salvia indica* (Sultanşalba)

3.1.11. *Tanacetum heterotomum* (Bornm.) Grierson (Solukpireotu)

Çok yıllık otsu formda bir bitkidir. Mayıs-haziran aylarında çiçek açar. 1800 m yükseklikte yayılış gösterir. Ülkemizde Elâzığ, Erzincan ve Sivas'ta dağılış gösterir. İran-Turan elementindendir. Endemik bir bitkidir (Davis, 1967; Güner vd., 2012).

- Alem: Plantae (Bitkiler Alemi)
- Bölüm: Magnoliophyta (Tohumlu bitkiler)
- Altsınıf: Magnoliidae (Manolya)
- Familya: Asteraceae (Papatyagiller)
- Cins: *Tanacetum* (Pireotu)
- Tür: *Tanacetum heterotomum* (Solukpireotu)



Şekil 3. 8. *Tanacetum heterotomum* (Solukpireotu)

3.1.12. *Teucrium leucophyllum* Montbret & Aucher ex Benth. (Buldumcuk)

Çok yıllık odunsu ot formunda bir bitkidir. Ülkemizde Yukarı Fırat bölümünde yayılış gösterir. İran-Turan elementidir. Endemiktir (Davis, 1967; Güner vd., 2012).

- Alem: Plantae (Bitkiler Alemi)
- Bölüm: Magnoliophyta (Tohumlu bitkiler)
- Altsınıf: Magnoliidae (Manolya)
- Familya: Lamiaceae (Ballıbabagiller)
- Cins: *Teucrium* (Kısamahmut)
- Tür: *Teucrium leucophyllum* (Buldumcuk)



Şekil 3. 9. *Teucrium leucophyllum* (Buldumcuk)

3.1.13. *Verbascum alyssifolium* Boiss. (Kuduzkuyruk)

Çok yıllık otsu formda bir bitkidir. Haziran ayında çiçek açar. Erzincan'a özgü bir bitkidir. İran-Turan elementidir. Endemiktir (Davis, 1967; Güner vd., 2012).

- Alem: Plantae (Bitkiler Alemi)
- Bölüm: Magnoliophyta (Tohumlu bitkiler)
- Altsınıf: Magnoliidae (Manolya)
- Familya: Scrophulariaceae (Sıracotugiller)
- Cins: *Verbascum* (Sığırkuyruğu)
- Tür: *Verbascum alyssifolium* (Kuduzkuyruk)



Şekil 3. 10. *Verbascum alyssifolium* (Kuduzkuyruk)

3.1.14. Kullanılan kimyasal malzemeler

- Alüminyum klorür (AlCl_3)
- Amonyum asetat ($\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$)
- Demir (III) klorür (FeCl_3)
- 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH)
- Ferrisiyanid [$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$]
- Folin-Ciocalteu (FCR)
- Metanol (CH_3OH)
- Monopotasyum fosfat (KH_2PO_4)
- Saf su (H_2O)
- Sodyum hidroksit (NaOH)
- Sodyum karbonat (Na_2CO_3)
- Trikloroasetik Asit (TCA)

3.1.15. Kullanılan cihazlar

- ELİSA: EPOCH
- Etüv: FN 500
- Evaporatör: Heidolph (Heizbad Hei-VAP)
- Hassas terazi: Shimadzu ATX224
- ICP-OES cihazı: SPECTROBLUE
- İnkübatör: CO_2 Water-jacketed (Nuaire US Autoflow)

- Liyoflizatör: Scanvac (Coolsafe 110-4 pro)
- Manyetik karıştırıcı: IKAMAG RH
- Otomatik pipet: ISOLAB
- pH metre: Seven Compact
- Steril kabin: (Esco class II type A2)
- Ultrasonik: Isolab laborgeräte GmbH (621.05.006)
- Vortex: WiseMix VM-10
- -80 °C dondurucu: Haier ultra low temperature (ULT) freezer

3.2. Yöntem

3.2.1. Arazi ve laboratuvar çalışmaları

Bu çalışmada farklı habitatlarda yetişen bitkilerin yaprak, dal ve köklerinde DPPH, fenolik bileşikler, flavonoidler ve FRAP konsantrasyonları belirlenmiştir. Kemah-İliç karayolunun Yahşiler Köyü istikametinde 3. km'deki tamamen beyaz ve kristalize alanlar ile jips (37S 484606 E, 4381349 N, 1320 m), Kocaçimen Köyü (Kemaliye) (37S 459829 E, 4349479 N, 1334 m) ve Eriç Köyü (Kemah) (37S 489450 E, 4373384 N, 1336 m) kalker kayaları ve Yücebelen Köyü (Kemah) (37S 492090 E, 4372902 N, 1461 m) çevresindeki serpantin bölgeleri örnekleme olarak belirlenmiştir. Bu araştırmada serpantin, jips ve kalker habitatlarına özgü bitki türleri seçilmiştir. Jips (*Gypsophila lepidioides* Boiss., *Psephellus recepii* Wagenitz & Kandemir, *Tanacetum heterotomum* (Bornm.) Grierson, *Verbascum alyssifolium* Boiss.), kalker (*Chrysophthalmum montanum* (DC.) Boiss, *Cyclotrichium niveum* (Boiss.) Manden. & Scheng, *Phlomis oppositiflora* Boiss. & Hausskn, *Teucrium leucophyllum* Montbret & Aucher ex Benth) serpantin (*Convolvulus pseudoscammania* C. Koch., *Fumana aciphylla* Boiss., *Gladiolus halophilus* Boiss. & Heldr., *Hypericum thymbrifolium* Boiss & Noé, *Salvia indica* L.) çiçek açtıkları bölgeyi temsil edecek miktarda toplanmıştır.

Toplanan bitkisel materyaller okulumuzun bitki biyolojisi laboratuvarına getirilerek teşhis işlemleri yapıldı ve organ kısımlarına ayrılmıştır (Şekil 3.14). Organlarına ayrılan bitkiler 60 °C ve 2 gün süreyle etüvde kurutulmuştur.



Şekil 3. 14. Teşhisi yapılan bitki ve bitki organlarına ayırma işlemi

Beklenilen süre sonunda bitkisel materyaller blender yardımı ile toz haline getirilmiş ve kese kağıtlarına alınmıştır. Bu işlem 13 farklı bitkisel materyali için uygulanmış ve toplamda 39 farklı materyal elde edilmiştir (Bu aşamaya kadar olan çalışmalar fakültenin bitki biyolojisi laboratuvarında gerçekleştirilmiş olup bu aşamadan sonra ki antioksidan çalışmaları ise üniversitemizin merkezi araştırma laboratuvarında sürdürülmüştür).

Merkezi araştırma laboratuvarına alınan, toz haline getirilmiş bitkisel materyaller filakon şişelere aktarılaraq üzerlerine yaklaşık 100 ml metanol (CH_3OH) çözeltisi eklenmiş ve ağızları kapatılarak, 24 saat beklemesi için bırakılmıştır (Şekil 3.15) (Şimşek, 2016).



Şekil 3.15. (a) bitki numunesi olan filakonlara metanol dolumu **(b)** metanol dolumu tamamlanmış aşama **(c)** 24 saat bekletilmiş numuneler

24 saat sonunda filakon şişelerdeki sıvı (metanol çözeltisi) kısmının ayırma işlemi huni ve filtre kâğıdı kullanılarak süzüldü. Süzme işlemi bittikten sonra Evaporatör yardımı ile çözücü (metanol) uzaklaştırılmıştır (3.16) (Şimşek, 2016).



Şekil 3.16. (a) süzdürme işlemi **(b)** evaporasyon aşaması

(Metanol çözücüsünde 1 gün bekletilme işlemi ve ardından yapılan süzme ve evaporasyon yöntemleri 3 kez tekrarlanmıştır ki şöyle; şişelerden süzülen sıvı maddenin ardından şişe dibinde kalan posa kısmının üzerine tekrar metanol çözeltisi konularak işlem tekrar edilmiştir).

Evaporasyon işlemi yapıldıktan sonra hiç sıvı madde kalmaması için 3 farklı aşama uygulanmıştır ki onların ilki, çeker ocak içerisinde 24 saat ağzı açık bir şekilde filakon şişeler bırakılmıştır. İkinci aşamada, filakon şişelerinin ağzı plastik kapaklarla kapatılarak, -80°C lik dolaba konulmuş ve 7 saat bekletilerek donması sağlanmıştır. Son olarak üçüncü aşamada ise -80°C dolaptan çıkarılan örneklerimiz 24 saat liyaflizatör de bekletilerek sıvı kısmın tamamen çekilmesi sağlanmıştır (Şekil 3.17) (Şimşek, 2016).



Şekil 3.17. Liyaflizatör aşaması

Bütün bu işlemlerden sonra 39 numune de istenilen kuru madde tamamıyla elde edilmiştir (Şekil 3.18). Elde edilen kuru madde numuneleri enzimatik olmayan antioksidan kısımlarından, toplam flavonoid içeriğine ve antioksidan analiz yöntemlerinden, elektron transfer yöntemine dayanan; folin-ciocalteu yöntemi ayıracı (FCR) ile toplam fenolik içeriği, 2,2.-difenil-1-pikrihidrazil (DPPH) radikal söndürücü kapasite yöntemi ve demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) yöntemlerinin uygulanabilmesi için; 1 mg/ml derişiminde olacak şekilde kullanılan çözücü ile (metanol) stok çözeltisi hazırlanmıştır (Şimşek, 2016).



Şekil 3. 18. Kuru maddesi elde edilen numune örneği

3.2.2. Toplam flavonoid miktarı

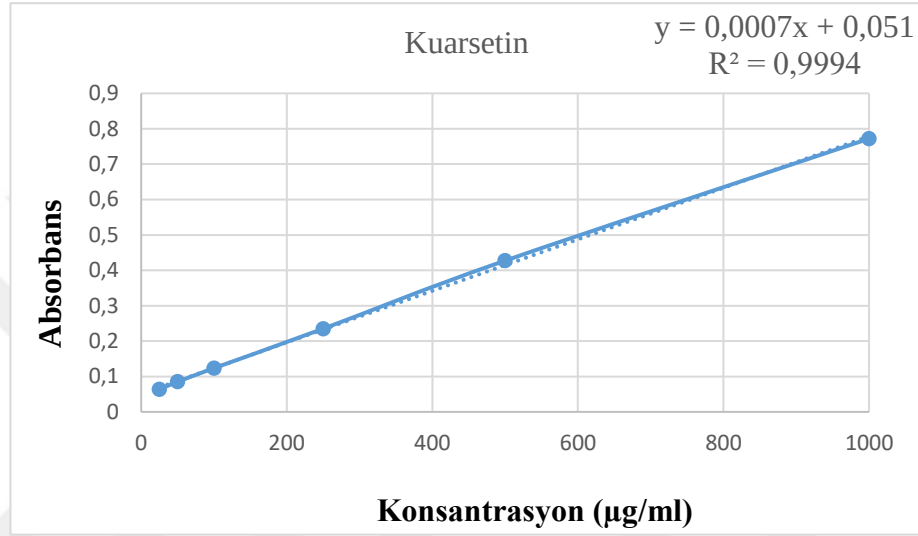
Toplam flavonoid madde miktarına bakmadan önce yapılması gereken ön hazırlıklarda ihtiyaç olan birkaç çözeltinin hazırlanması aşaması yapılmıştır. Bu aşamalar;

%10' luk $AlCl_3$ çözeltisi (mA : 133,34 g/mol): $AlCl_3$ ' ün %10'luk çözeltisini hazırlamak için 10 g $AlCl_3$ hassas terazi de tartılır. Tartım sonrasında beherde bir miktar saf suda çözüldükten sonra son hacmi saf su ile 100 ml tamamlanır.

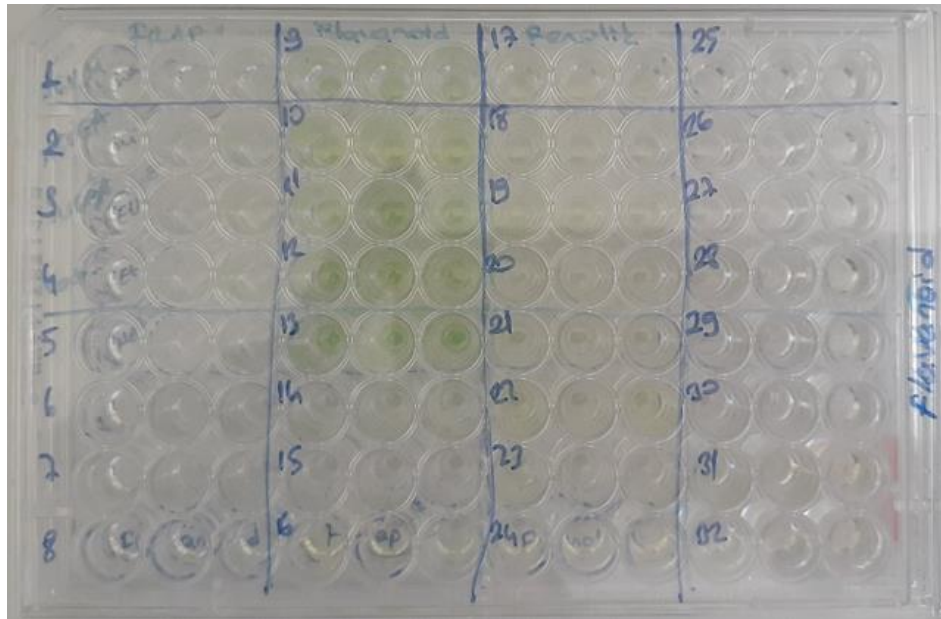
1 M NH_4CH_3COO çözeltisi (mA : 77,08 g/mol): NH_4CH_3COO maddesinden 7,79 g tartılır ve bir beher içine alınarak bir miktar saf suda çözdürülerek son hacmi saf su ile 100 ml tamamlanır.

Çözelti hazırlama işlemi bittikten sonra deney yapım aşamalarına başlanmıştır. İlk olarak 1mg/ml derişiminde ki stok çözeltiden otomatik pipet yardımı ile 100 μ l alınarak tüpe aktarıldı ve üzerine 4,7 ml metanol eklenildi. Daha sonra hazırlamış olduğum 1M NH_4CH_3COO çözeltisinden 100 μ l ve $AlCl_3$ çözeltisinden de 100 μ l alınarak karışıma eklendi ve vorteksten geçirilerek son karışım oda koşullarında 45 dakika inkübe

edilmiştir. Süre sonunda nihai karışımdan 200 µl alınarak mikropate'ylere aktarılmış ve absorbansları 415 nm' ye ayarlanmış, elisa cihazına okunması için konmuştur. Sonuçlar ise Standart olarak kullanılan kuarsetinin farklı derişimleri ile kalibrasyon eğrisi (Şekil 3.19) oluşturuldu ve ekstrelerin flavonoid madde içeriği mg kuarsetin eşdeğeri/g ekstre olarak verildi. (Bu yöntem de mikropate de beyaz renkten sarı renge doğru bir değışim görmemiz lazım.) (Şekil 3.19) (Şimşek 2022).



Şekil 3.19. Kuarsetin kalibrasyonu eğrisi



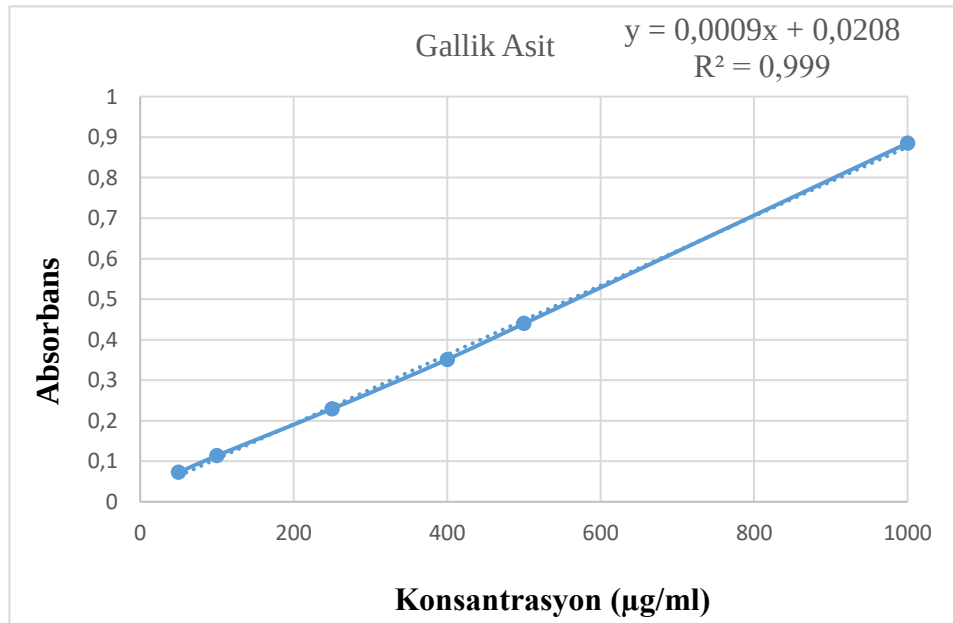
Şekil 3.20. Flavonoid yöntemine ait bir mikropate örneğı

3.2.3. Folin-Ciocalteu yöntemi ayıracı (FCR) ile toplam fenolik yöntemi

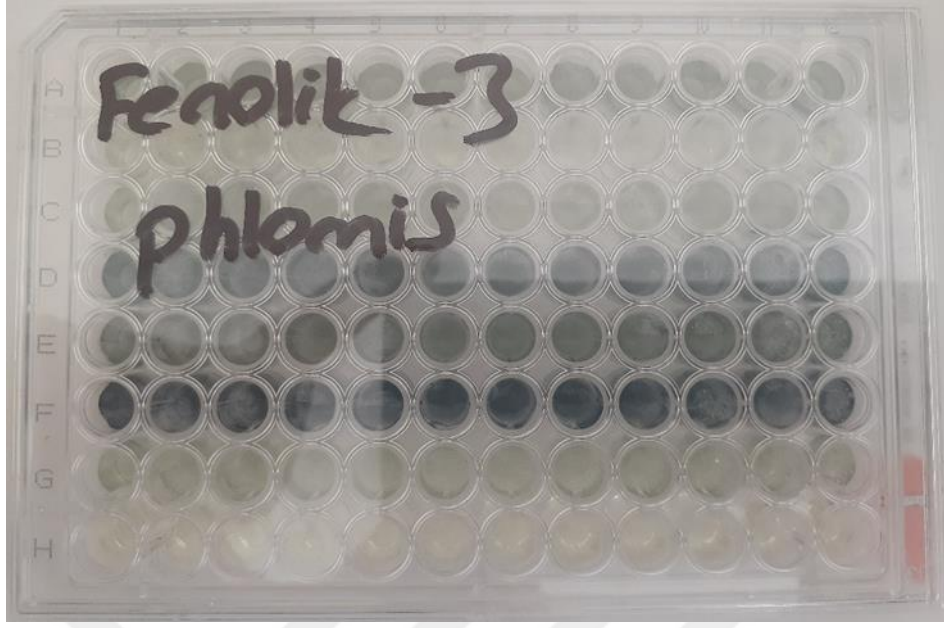
Çözeltilerin hazırlanması;

%2' lik Na_2CO_3 çözeltisi ($M_A: 105,988 \text{ g/mol}$): Na_2CO_3 bileşiğinden 2 g alınarak hassas terazide tartılır. Bir miktar saf suda çözünmesi sağlanarak, son hacmi 100 ml ye tamamlanır.

Çözelti hazırlama işlemi tamamlandıktan sonra yöntem aşamalarına başlanmıştır. İlk olarak 1 mg/ml derişime sahip olan stok çözeltisinden 100 μl alınarak tüpe aktarılır ve üzerine 4,5 ml distile su ilave edilmiştir. Daha sonra hazır olarak bulunan Folin-Ciocalteu reaktifinden 100 μl eklenmiş ve karışım vortekslenmiştir. 10 dakika oda koşullarında bekletildikten sonra %2 lik Na_2CO_3 çözeltisinden 300 μl ilave edilmiştir. Elde edilen son karışım vortekslenerek oda koşullarında 2 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda karışımın absorbansı 760 nm elisa cihazında ölçülmüştür. Sonuçlar standart olarak kullanılan gallik asitin farklı derişimleri ile kalibrasyon eğrisi (Şekil 3.21) oluşturuldu ve ekstrelerin fenolik madde içeriği mg gallik aside eşdeğer fenolik madde/g ekstre olarak verildi (bu yöntem de mikropatelere de grimsi-yeşilimsi bir renk oluşumunun görülmesi lazım) (Şekil 3.22) (Şimşek 2022).



Şekil 3.21. Gallik asit standart eğrisi



Şekil 3. 22. Fenolik yöntemine ait bir mikropate örneği

3.2.4. Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan güç yöntemi (FRAP)

Çözeltilerin hazırlanması;

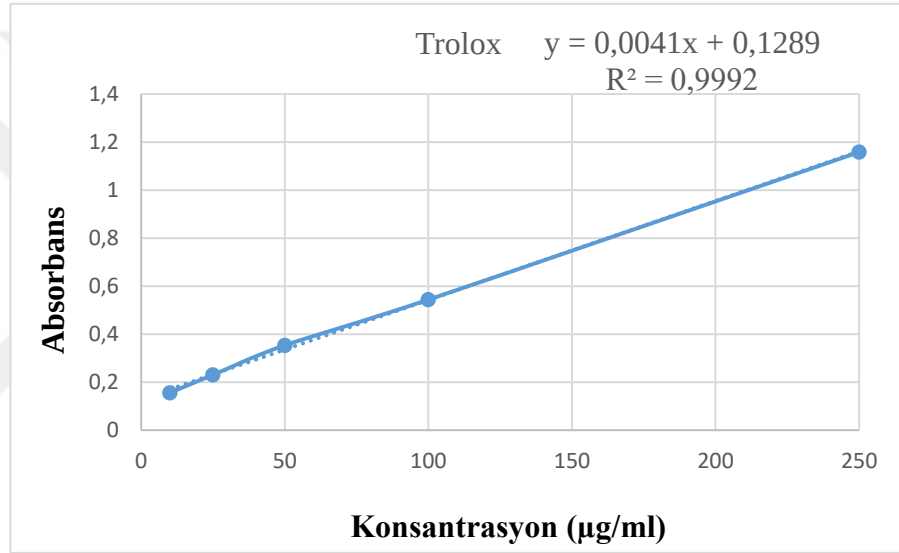
0,2 M /1 L pH: 6.6 Fosfat tamponu: KH_2PO_4 bileşiğinden 27,210 g alınarak hassas terazide tartılır ve 1000 ml behere atılır. Üzerine 800 ml distile su eklenerek manyetik karıştırıcıda çözdürülür. Manyetik karıştırıcı üzerindeyken pH metre ile derişik halde hazır bulunan NaOH çözeltisi yardımı ile pH 6.6 ya ayarlanarak son hacmi 1000 ml tamamlanmıştır.

%1 lik Ferrisiyanid: Hazır halde bulunan Ferrisiyanid'ten $[\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 1 g alınarak hassas terazi de tartılır. Tartım sonunda 100 ml distile suda çözünmesi sağlanmıştır.

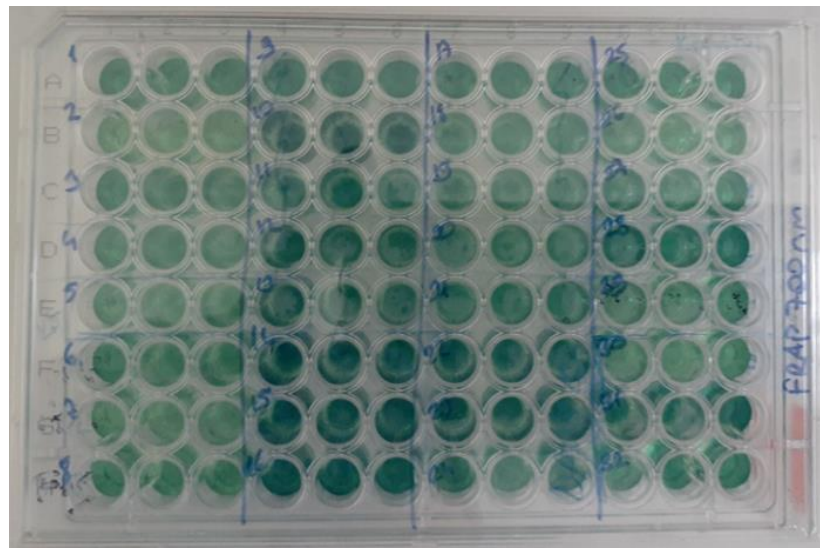
%10 luk TCA (Trikloroasetik Asit): Hazır halde bulunan TCA 10 g alınarak hassas terazi de tartılır. Tartım sonunda içerisinde 100 ml distile suda çözünmesi sağlanmıştır.

%1 lik FeCl_3 (Demir (III) klorür): Hazır halde bulunan FeCl_3 ile 0,1 g alınarak hassas terazi de tartılır. Tartım sonunda 100 ml distile suda, manyetik karıştırıcı yardımı ile çözünmesi sağlanmıştır.

Çözeltileri hazırlanmış olan yöntemimizde ilk olarak 1 mg/ml derişiminde ki stok çözeltimizden 250 µl tüpe alınmış ve üzerine 1 ml fosfat tamponu eklenmiştir. Daha sonra karışıma 1,25 ml Ferrisiyanid $[K_3Fe(CN)_6]$ eklenip karışım vortekslenmiş ve 50 °C’de 20 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda reaksiyona oda sıcaklığında sırasıyla %10’luk TCA’dan 1,25ml ve %0,1 ml’lik $FeCl_3$ çözeltisinden 250 µl eklenerek karışım vortekslenmiştir. Son olarak karışımın absorbansı, 700 nm’de ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar troloks eşdeğeri olarak (Şekil 3.23) mg TE/g ekstrakt olarak verilmiştir. Bu yöntemde mikropate’ylar de görölmesi gereken renk değışimi koyu yeşil yönünde olmalıdır (Şekil 3.24) (Şimşek, 2022).



Şekil 3.23. Trolox standart eğrisi grafiği



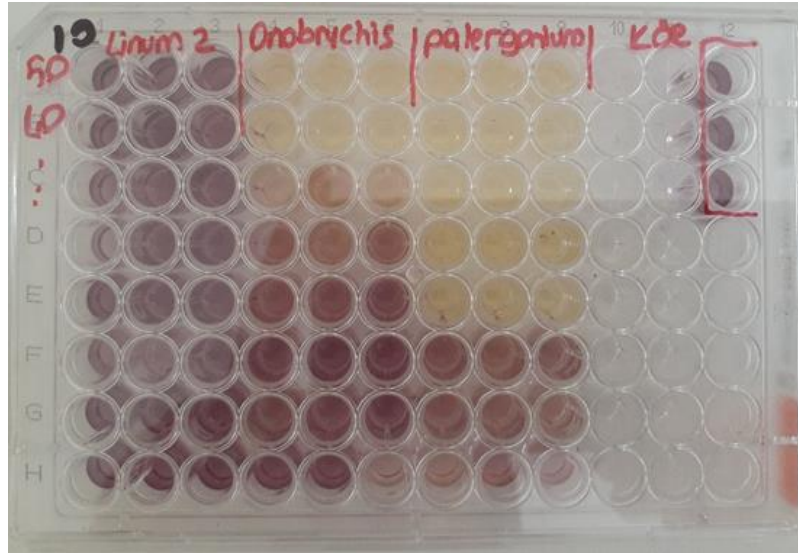
Şekil 3.24. FRAP yöntemine ait bir mikropate örneği

3.2.5. 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH[·]) radikal süpürme kapasitesi Yöntemi

Çözeltilerin hazırlanması;

0.26 mM 100 ml DPPH[·] çözeltisi (mA: 394,32 g/mol): DPPH[·] radikalinde 10,3 mg alınarak hassas terazi de tartılmıştır. Tartılan madde bir solvent şişesine aktararak üzerine 100 ml metanol eklenmiştir. İçerisine balık atılmış ve etrafı alüminyum folyo ile kapatılmıştır. Sonra manyetik karıştırıcıya konularak 12 saat bekletilmiş ve DPPH[·] çözeltisi hazırlanmıştır.

Çözelti hazırlama işlemi bittikten sonra mikropate'ylere 3'er tekrarlı olmak koşuluyla 20, 40, 80, 120, 160, 240, 320 ve 400 µl/ml oranlarla stok çözeltisinden alınmış ve ardından metanol ile hacimleri 3 ml ye tamamlanarak son karışıma 1 ml DPPH[·] çözeltisi ilave edilmiştir. Karışım vortekslenmiş ve 30 dakika oda sıcaklığında, karanlık ortamda inkübe edilmiştir. Süre sonunda karışımın absorbanı 517 nm elisa cihazında okuması yapılmıştır. Elde edilen sonuçların absorbanı değeri % aktiviteye çevrilip her bir ekstre için IC₅₀ (µg/ml) değeri hesaplandı ve standart antioksidan olan troloks ile kıyaslandı. Bu yöntemde görmemiz gereken renk oluşumu koyu menekşe renginde olması gerekmektedir (Şekil 3.25) (Şimşek 2022).



Şekil 3. 25. DPPH[·] Radikal söndürücü yöntemine ait bir mikropate örneği

3.2.6. İstatistiksel analiz

Çalışmada elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildi. İstatistiksel hesaplamalarda ve karşılaştırmalarda $p \leq 0,05$ anlamlı kabul edildi. Veriler SPSS 22 Paket İstatistik Programı, %95 güven aralığında ANOVA testi ile analiz edilmiş ve çoklu karşılaştırmalarda habitatlar arasındaki farklar S-N-K ve Tukey's B ile belirlenmiştir. Antioksidan aktiviteler ile fenolik bileşikler arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı (r) kullanılarak yapılmıştır. Aynı programda $P < 0.05$ 'teki farklılıklar anlamlı kabul edildi. (Elveren ve Osma, 2022).

4. BULGULAR

4.1. Toplam Flavonoid Verileri

Jips, kalker ve serpantin olarak seçilen 3 farklı habitatlarda 13 farklı bitki türü için, 3 bitki organına ayırma işlemi uygulayarak; bir bitkiyi hem kendi organları içinde hem bulunduğu farklı habitatlar ile uygulanan 4 farklı antioksidan yöntemleri arasında kıyaslamalar yapılmıştır. Bu kıyaslamalar doğrultusunda;

4.1.1. Yaprak

Jips: Bu alanda bulunan 4 farklı bitki arasından flavonoid içeriği en yüksek 15.14 ± 0.57 mg QE g⁻¹ ekstre değeri ile sahip olan bitki *Psephellus recepii* olurken, en düşük 1.90 ± 0.44 mg QE g⁻¹ ekstre değeri ile *Tanacetum heterotomum* olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.1).

Kalker: Bu alanda bulunan 4 farklı bitki arasından flavonoid içeriği en yüksek 12.95 ± 0.72 mg QE g⁻¹ ekstre değere sahip *Cyclotrichium niveum* bitki ile en düşük 3.33 ± 0.44 mg QE g⁻¹ ekstre değere sahip *Chrysophthalmum montanum* bitkisi olduğu saptanmıştır (Tablo 4.1).

Serpantin: Bu alanda bulunan 5 farklı bitki arasından flavonoid içeriği en yüksek 29.71 ± 0.57 mg QE g⁻¹ ekstre değeri ile *Salvia indica* ve en düşük 7.14 ± 3.97 mg QE g⁻¹ ekstre değeri ile *Convolvulus pseudoscammania* olduğu bulunmuştur (Tablo 4.1).

Bu bağlamda elde edilen veriler 3 farklı alan arasında, bitki yaprak kısmında en yüksek flavonoid içeriğe sahip olan bitkimiz *Salvia indica* olup, en düşük değere sahip olan bitkimiz ise *Tanacetum heterotomum* olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

4.1.2. Gövde

Jips: Bu alanda bulunan 4 farklı bitki arasından flavonoid içeriği bakımından en yüksek değere sahip 9.90 ± 0.16 mg QE g⁻¹ ekstre olan *Psephellus recepii* bitkisi ile en düşük değere sahip olan bitki 0.76 ± 0.44 mg QE g⁻¹ ekstre değeri ile *Tanacetum heterotomum* olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.2).

Kalker: Bu alanda bulunan 4 farklı bitki arasından flavonoid içeriği bakımından en yüksek değeri 1.90 ± 0.44 mg QE g⁻¹ ekstre ile *Cyclotrichium niveum* sahipken en düşük değere sahip olan bitki ise 0.95 ± 0.16 mg QE g⁻¹ ekstre değeri ile *Teucrium leucophyllum* olduğu bulunmuştur (Tablo 4.2).

Serpantin: Bu alanda bulunan 5 farklı bitki arasından flavonoid içeriği en yüksek değere sahip olan bitki 26.86 ± 0.86 mg QE g⁻¹ ekstre değeri ile *Hypericum thymbrifolium* iken en düşük değere sahip 4.86 ± 0.57 mg QE g⁻¹ ekstre değeri ile *Convolvulus pseudoscammania* olduğu saptanmıştır (Tablo 4.2).

Bu durumda elde edilen veriler sonucunda 3 farklı alanda ve 13 farklı bitki arasında kıyaslama yaptığımızda, bitki gövde kısmında en yüksek flavonoid içeriğe sahip olan bitki *Hypericum thymbrifolium* yer alırken en düşük içerik bakımından *Teucrium leucophyllum* olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.2).

4.1.3. Kök

Jips: Bu alanda bulunan 4 farklı bitki arasından flavonoid içeriği bakımından en yüksek değere sahip 8.86 ± 0.29 mg QE g⁻¹ ekstre olan, *Verbascum alyssifolium* iken en düşük değere sahip 0.19 ± 0.16 mg QE g⁻¹ ekstre olan, *Tanacetum heterotomum* bitkisi olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 4.3).

Kalker: Bu alanda bulunan 4 farklı bitki arasından flavonoid içeriği bakımından en yüksek değere sahip 3.24 ± 0.44 mg QE g⁻¹ ekstre olan, *Phlomis oppositiflora* iken en düşük değere sahip 1.43 ± 2.23 mg QE g⁻¹ ekstre olan bitki *Chrysophthalmum montanum* olduğu bulunmuştur (Tablo 4.3).

Serpantin: Bu alanda bulunan 5 farklı bitki arasından flavonoid içeriği bakımından en yüksek değere sahip 18.19 ± 0.72 mg QE g⁻¹ ekstre olan bitki, *Hypericum thymbrifolium* iken, en düşük değere sahip 1.62 ± 0.16 mg QE g⁻¹ ekstre olan bitki ise *Convolvulus pseudoscammania* bitkisi olduğu saptanmıştır (Tablo 4.3).

Bu durumda elde edilen veriler sonucunda 3 farklı alanla ve 13 farklı bitki arasında kıyaslama yapıldığında, bitki kök kısmında en yüksek flavonoid içeriğe sahip olan bitki

Hypericum thymbrifolium iken, en düşük içeriğe sahip olan bitki ise *Tanacetum heterotomum* olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4. 1. Bitki Yaprağında, Toplam Fenolik, Flavanoid İçerikleri ve Antioksidan Aktivite

Habitat	Bitki Türleri	DPPH IC ₅₀ (µg mL ⁻¹)	Toplam Fenolik mg GAE g ⁻¹ Extract	Toplam flavanoid mg QE g ⁻¹ Extract	FRAP µg TE g ⁻¹ Extract
Jips	<i>Gypsophilla lepidioides</i>	118.36±2.40	17.97±0.90	4.95±0.33	41.32±0.63
	<i>Psephellus recepii</i>	59.07±3.01	29.08±0.71	15.14±0.57	52.79±2.88
	<i>Tanacetum heterotomum</i>	>250	8.27±0.89	1.90±0.44	4.59±0.20
	<i>Verbascum alyssifolium</i>	27.57±1.47	55.97±0.51	13.14±1.03	72.98±2.44
Kalker	<i>Chrysophthalmum montanum</i>	>250	13.75±1.70	3.33±0.44	32.28±2.46
	<i>Cyclotrichium niveum</i>	134.98±2.01	26.64±0.13	12.95±0.72	39.24±2.69
	<i>Phlomis oppositiflora</i>	149.98±0.69	19.01±0.84	3.52±0.82	49.08±1.90
	<i>Teucrium leucophyllum</i>	110.14±1.24	22.41±1.80	3.43±1.03	51.37±1.42
Serpantin	<i>Convolvulus pseudoscammania</i>	>250	17.90±0.68	7.14±3.97	22.04±0.29
	<i>Fumana aciphylla</i>	142.90±3.22	34.27±0.67	26.48±0.66	63.91±2.13
	<i>Gladiolus halophilus</i>	161.17±3.18	33.75±1.22	29.14±1.25	63.05±1.93
	<i>Hypericum thymbrifolium</i>	61.19±2.59	42.93±1.11	29.62±0.82	76.51±3.83
	<i>Salvia indica</i>	15.75±1.74	36.12±2.56	29.71±0.57	69.05±2.65
Trolox		11.95±0.15			

Tablo 4. 2. Bitki Gövdesinde, Toplam Fenolik, Flavonoid İçerikleri ve Antioksidan Aktivite

Habitat	Bitki Türleri	DPPH IC ₅₀ (µg mL ⁻¹)	Toplam Fenolik mg GAE g ⁻¹ Extract	Toplam flavanoid mg QE g ⁻¹ Extract	FRAP µg TE g ⁻¹ Extract
Jips	<i>Gypsophilla lepidioides</i>	116.08±0.86	18.19±2.98	2.00±0.29	35.79±2.27
	<i>Psephellus recepii</i>	56.30±1.20	13.16±1.56	9.90±0.16	41.66±1.90
	<i>Tanacetum heterotomum</i>	>250	8.41±0.68	0.76±0.44	11.35±0.12
	<i>Verbascum alyssifolium</i>	54.63±0.69	27.30±3.22	5.43±0.29	70.93±3.81
Kalker	<i>Chrysophthalmum montanum</i>	>250	11.53±0.26	1.81±1.90	26.23±1.11
	<i>Cyclotrichium niveum</i>	>250	16.19±1.78	1.90±0.44	19.86±1.47
	<i>Phlomis oppositiflora</i>	>250	9.45±1.05	0.38±0.44	27.94±0.32
	<i>Teucrium leucophyllum</i>	>250	18.19±2.58	0.95±0.16	38.13±0.73
Serpantin	<i>Convolvulus pseudoscammmania</i>	248.56±60.03	15.08±1.85	4.86±0.57	31.14±0.41
	<i>Fumana aciphylla</i>	30.06±1.13	60.19±0.84	16.00±1.31	100.35±1.60
	<i>Gladiolus halophilus</i>	231.01±1.67	19.82±1.54	6.67±0.66	42.43±1.41
	<i>Hypericum thymbrifolium</i>	44.64±1.83	37.45±2.28	26.86±0.86	72.38±1.56
	<i>Salvia indica</i>	24.44±0.16	31.16±1.92	10.48±1.00	59.29±3.25
Trolox		11.95±0.15			

Tablo 4. 3. Bitki kökünde, Toplam Fenolik, Flavonoid İçerikleri ve Antioksidan Aktivite

Habitat	Bitki Türleri	DPPH IC ₅₀ (µg mL ⁻¹)	Toplam Fenolik mg GAE g ⁻¹ Extract	Toplam flavonoid mg QE g ⁻¹ Extract	FRAP µg TE g ⁻¹ Extract
Jips	<i>Gypsophilla lepidioides</i>	22.06±1.54	18.34±1.80	1.52±0.92	43.65±0.15
	<i>Psephellus recepii</i>	147.10±0.74	14.64±3.30	3.71±0.76	41.89±0.92
	<i>Tanacetum heterotomum</i>	>250	13.53±0.34	0.19±0.16	24.75±0.32
	<i>Verbascum alyssifolium</i>	30.31±1.31	33.82±2.52	8.86±0.29	37.05±3.08
Kalker	<i>Chrysophthalmum montanum</i>	>250	14.04±0.97	1.43±2.23	29.73±0.57
	<i>Cyclotrichium niveum</i>	189.69±0.95	17.23±1.36	2.95±0.66	36.80±3.43
	<i>Phlomis oppositiflora</i>	>250	14.64±0.13	3.24±0.44	42.51±0.72
	<i>Teucrium leucophyllum</i>	243.42±3.41	16.56±1.58	1.90±0.44	35.84±0.49
Serpantin	<i>Convolvulus pseudoscammania</i>	205.16±20.55	17.97±0.68	1.62±0.16	44.53±0.47
	<i>Fumana aciphylla</i>	33.67±1.21	74.56±2.78	8.38±0.72	93.55±1.67
	<i>Gladiolus halophilus</i>	175.04±0.45	15.75±1.78	2.29±3.22	34.75±1.05
	<i>Hypericum thymbrifolium</i>	92.85±2.64	27.60±0.44	18.19±0.72	57.29±1.84
	<i>Salvia indica</i>	29.71±1.17	91.53±2.48	7.90±0.59	65.19±0.92
Trolox		11.95±0.15			

4.2. Toplam Fenolik (FCR) Yöntemi Verileri

4.2.1. Yaprak

Jips: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışılmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değeri ile 55.97 ± 0.51 mg GAE g⁻¹ ekstra *Verbascum alyssifolium* olurken, en düşük değer ile 8.27 ± 0.89 mg GAE g⁻¹ ekstra *Tanacetum heterotomum* bitkisi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.1).

Kalker: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışılmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değeri 26.64 ± 0.13 mg GAE g⁻¹ ekstra ile *Cyclotrichium niveum* yer alırken, en düşük değeri 13.75 ± 1.70 mg GAE g⁻¹ ekstra ile *Chrysophthalmum montanum* bitkisi olduğu bulunmuştur (Tablo 4.1).

Serpantin: Bu alanda 5 farklı bitki türü ile çalışılmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değeri 42.93 ± 1.11 mg GAE g⁻¹ ekstra ile *Hypericum thymbrifolium* yer alırken, en düşük değeri 17.90 ± 0.68 mg GAE g⁻¹ ekstra ile *Convolvulus pseudoscammia* olduğu saptanmıştır (Tablo 4.1).

Bu durumda elde edilen veriler sonucunda 3 farklı alanla ve 13 farklı bitki arasında kıyaslama yaptığımızda, bitki yaprak kısmında en yüksek fenolik içeriğe sahip olan bitki *Verbascum alyssifolium* iken, en düşük içeriğe sahip olan bitki *Tanacetum heterotomum* olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

4.2.2. Gövde

Jips: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışılmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değeri 27.30 ± 3.22 mg GAE g⁻¹ ekstra ile *Verbascum alyssifolium* olurken, en düşük değeri 8.41 ± 0.68 mg GAE g⁻¹ ekstra *Tanacetum heterotomum* bitkisi olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 4.2).

Kalker: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışılmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değeri 18.19 ± 2.58 mg GAE g⁻¹ ekstra ile *Teucrium leucophyllum* yer alırken, en düşük değeri ile 9.45 ± 1.05 mg GAE g⁻¹ ekstra *Phlomis oppositiflora* olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.2).

Serpantin: Bu alanda 5 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değeri ile 60.19 ± 0.84 mg GAE g⁻¹ ekstra *Fumana aciphylla* iken, en düşük değeri ile 15.08 ± 1.85 mg GAE g⁻¹ ekstra *Convolvulus pseudoscammania* bitkisi olduğu bulunmuştur (Tablo 4.2).

Bu durumda elde edilen veriler sonucunda 3 farklı alanla ve 13 farklı bitki arasında kıyaslama yapıldığında, bitki gövde kısmında en yüksek fenolik içeriğe sahip olan bitki *Fumana aciphylla* iken, en düşük içeriğe sahip olan bitki *Tanacetum heterotomum* olduğu saptanmıştır (Tablo 4.2).

4.2.3. Kök

Jips: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değeri 33.82 ± 2.52 mg GAE g⁻¹ ekstra ile *Verbascum alyssifolium* iken, en düşük değeri 13.53 ± 0.34 mg GAE g⁻¹ ekstra ile *Tanacetum heterotomum* olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

Kalker: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değeri 17.23 ± 1.36 mg GAE g⁻¹ ekstra ile *Cyclotrichium niveum* iken, en düşük değeri 14.04 ± 0.97 mg GAE g⁻¹ ekstra ile *Chrysophthalmum montanum* olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.3).

Serpantin: Bu alanda 5 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değeri 91.53 ± 2.48 mg GAE g⁻¹ ekstra ile *Salvia indica* iken, en düşük değeri 15.75 ± 1.78 mg GAE g⁻¹ ekstra ile *Gladiolus halophilus* olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 4.3).

Bu durumda elde ettiğimiz veriler sonucunda 3 farklı alanla ve 13 farklı bitki arasında kıyaslama yaptığımızda, bitki kök kısmında en yüksek fenolik içeriğe sahip olan bitki *Salvia indica* iken, en düşük içeriğe sahip olan bitki ise *Tanacetum heterotomum* olduğu bulunmuştur (Tablo 4.3).

4.3. Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) Yöntemi Verileri

4.3.1. Yaprak

Jips: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer $72.98 \pm 2.44 \mu\text{g TE g}^{-1}$ ekstra ile *Verbascum alyssifolium* iken, en düşük değeri $4.59 \pm 0.20 \mu\text{g TE g}^{-1}$ ekstra ile *Tanacetum heterotomum* olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.1).

Kalker: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer $51.37 \pm 1.42 \mu\text{g TE g}^{-1}$ ekstra ile *Teucrium leucophyllum* iken, en düşük değeri $32.28 \pm 2.46 \mu\text{g TE g}^{-1}$ ekstra ile *Chrysophthalmum montanum* olduğu bulunmuştur (Tablo 4.1).

Serpantin: Bu alanda 5 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer $76.51 \pm 3.83 \mu\text{g TE g}^{-1}$ ekstra ile *Hypericum thymbrifolium* iken, en düşük değeri $22.04 \pm 0.29 \mu\text{g TE g}^{-1}$ ekstra ile *Convolvulus pseudoscammania* olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 4.1).

Bu durumda elde edilen veriler sonucunda 3 farklı alanla ve 13 farklı bitki arasında kıyaslama yapıldığında, bitki yaprak kısmında en yüksek demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan güç içeriğe sahip olan bitki *Hypericum thymbrifolium* iken, en düşük içeriğe sahip olan bitki *Tanacetum heterotomum* olduğu saptanmıştır (Tablo 4.1).

4.3.2. Gövde

Jips: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer $70.93 \pm 3.81 \mu\text{g TE g}^{-1}$ ekstra ile *Verbascum alyssifolium* iken, en düşük değeri $11.35 \pm 0.12 \mu\text{g TE g}^{-1}$ ekstra ile *Tanacetum heterotomum* bitkisi olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.2).

Kalker: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer $38.13 \pm 0.73 \mu\text{g TE g}^{-1}$ ekstra ile *Teucrium leucophyllum* iken, en düşük değeri $19.86 \pm 1.47 \mu\text{g TE g}^{-1}$ ekstra ile *Cyclotrichium niveum* bitkisi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.2).

Serpantin: Bu alanda 5 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer $100.35 \pm 1.60 \mu\text{g TE g}^{-1}$ ekstra ile *Fumana aciphylla* iken, en düşük değeri

31.14±0.41 µg TE g⁻¹ ekstra ile *Convolvulus pseudoscammania* bitkisi olduğu bulunmuştur (Tablo 4.2).

Bu durumda elde edilen veriler sonucunda 3 farklı alanda ve 13 farklı bitki arasında kıyaslama yapıldığında, bitki gövde kısmında en yüksek demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan güç içeriğe sahip olan bitki *Fumana aciphylla* iken, en düşük içeriğe sahip olan bitki *Tanacetum heterotomum* olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 4.2).

4.3.3. Kök

Jips: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer 43.65±0.15 µg TE g⁻¹ ekstra ile *Gypsophilla lepidioides* iken, en düşük değeri 24.75±0.32 µg TE g⁻¹ ekstra ile *Tanacetum heterotomum* bitkisi olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

Kalker: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer 42.51±0.72 µg TE g⁻¹ ekstra ile *Phlomis oppositiflora* iken, en düşük değeri 29.73±0.57 µg TE g⁻¹ ekstra *Chrysophthalmum montanum* bitkisi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.3).

Serpantin: Bu alanda 5 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer 93.55±1.67 µg TE g⁻¹ ekstra ile *Fumana aciphylla* iken, en düşük değeri 34.75±1.05 µg TE g⁻¹ ekstra *Gladiolus halophilus* bitkisi olduğu saptanmıştır (Tablo 4.3).

Bu durumda elde edilen veriler sonucunda 3 farklı alanda ve 13 farklı bitki arasında kıyaslama yapıldığında, bitki kök kısmında en yüksek demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan güç içeriğe sahip olan bitki *Fumana aciphylla* iken, en düşük içeriğe sahip olan bitki *Tanacetum heterotomum* olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

4.4. 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) Radikal Süpürme Kapasitesi Yöntemi Verileri

4.4.1. Yaprak

Jips: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer 27.57±1.47 IC₅₀ (µg mL⁻¹) ile *Verbascum alyssifolium* iken, en düşük değer >250 IC₅₀ (µg mL⁻¹) ile *Tanacetum heterotomum* bitkisi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.1).

Kalker: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer 110.14 ± 1.24 IC₅₀ ($\mu\text{g mL}^{-1}$) *Teucrium leucophyllum* iken, en düşük değeri >250 IC₅₀ ($\mu\text{g mL}^{-1}$) ile *Chrysophthalmum montanum* bitkisi olduğu bulunmuştur (Tablo 4.1).

Serpantin: Bu alanda 5 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer 15.75 ± 1.74 IC₅₀ ($\mu\text{g mL}^{-1}$) *Salvia indica* iken, en düşük değeri >250 IC₅₀ ($\mu\text{g mL}^{-1}$) ile *Convolvulus pseudoscammania* bitkisi olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 4.1).

Bu durumda elde edilen veriler sonucunda 3 farklı alanda ve 13 farklı bitki arasında kıyaslama yapıldığında, bitki yaprak kısmında en yüksek 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH[•]) radikal süpürme kapasitesi içeriğe sahip olan bitki *Salvia indica* iken, en düşük içeriğe sahip olan bitkileri *Tanacetum heterotomum*, *Chrysophthalmum montanum* ve *Convolvulus pseudoscammania* olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

4.4.2. Gövde

Jips: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer 54.63 ± 0.69 IC₅₀ ($\mu\text{g mL}^{-1}$) ile *Verbascum alyssifolium* iken, en düşük değeri >250 IC₅₀ ($\mu\text{g mL}^{-1}$) ile *Tanacetum heterotomum* bitkisi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.2).

Kalker: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen veriler doğrultusunda bu alanda ki bütün bitkiler de aktivitenin çok düşük olduğu için değer verilememiş olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.2).

Serpantin: Bu alanda 5 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer 24.44 ± 0.16 IC₅₀ ($\mu\text{g mL}^{-1}$) *Salvia indica* iken, en düşük değeri 248.56 ± 60.03 IC₅₀ ($\mu\text{g mL}^{-1}$) ile *Convolvulus pseudoscammania* bitkisi olduğu bulunmuştur (Tablo 4.2).

Bu durumda elde edilen veriler sonucunda 3 farklı alanda ve 13 farklı bitki arasında kıyaslama yapıldığında, bitkinin gövde kısmında en yüksek 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH[•]) radikal süpürme kapasitesi içeriğe sahip olan bitki *Salvia indica* iken en düşük içeriğe sahip olan bitkiler *Tanacetum heterotomum*, *Chrysophthalmum montanum*, *Cyclotrichium niveum*, *Phlomis oppositiflora* ve *Teucrium leucophyllum* olduğu saptanmıştır (Tablo 4.2).

4.4.3. Kök

Jips: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer 22.06 ± 1.54 IC₅₀ ($\mu\text{g mL}^{-1}$) ile *Gypsophilla lepidioides* iken, en düşük değeri >250 IC₅₀ ($\mu\text{g mL}^{-1}$) ile *Tanacetum heterotomum* bitkisi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.3).

Kalker: Bu alanda 4 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer 189.69 ± 0.95 IC₅₀ ($\mu\text{g mL}^{-1}$) ile *Cyclotrichium niveum* iken, en düşük değeri >250 IC₅₀ ($\mu\text{g mL}^{-1}$) ile bu alanda *Chrysophthalmum montanum* ve *Phlomis oppositiflora* bitkileri olduğu bulunmuştur (Tablo 4.3).

Serpantin: Bu alanda 5 farklı bitki türü ile çalışmış olup, elde edilen verilerde en yüksek değer 29.71 ± 1.17 IC₅₀ ($\mu\text{g mL}^{-1}$) *Salvia indica* bitkisi iken, en düşük değeri 205.16 ± 20.55 IC₅₀ ($\mu\text{g mL}^{-1}$) ile *Convolvulus pseudoscammia* bitkisi olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

Bu durumda elde edilen veriler sonucunda 3 farklı alanda ve 13 farklı bitki arasında kıyaslama yapıldığında, bitki kök kısmında en yüksek 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürme kapasitesi içeriğe sahip olan bitki *Gypsophilla lepidioides* iken, en düşük içeriğe sahip olan bitkiler *Tanacetum heterotomum*, *Chrysophthalmum montanum* ve *Phlomis oppositiflora* olduğu saptanmıştır (Tablo 4.3).

5. SONUÇ ve TARTIŞMA

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, bitki kısımları ve habitatlar göz önünde bulundurulduğunda en yüksek flavonoid içerik 29.71 ± 0.57 mg QE g⁻¹ ekstre değeri ile serpantin alanda yetişen *Salvia indica* bitkisinin yaprak kısmında gözlenmiştir. Flavonoid içeriği bakımından en düşük değere sahip olan bitkinin ise jipsli alanda yetişen 0.19 ± 0.16 mg QE g⁻¹ ekstre değeri ile *Tanacetum heterotomum* bitkisinin kök kısmında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1, 4.2, 4.3).

Çalışılan bitkilerde toplam fenolik içeriği incelendiğinde serpantin alanda yetişen 91.53 ± 2.48 mg GAE g⁻¹ ekstre değeri ile *Salvia indica* bitkisinin kök kısmında yüksek olduğu belirlenmiştir. Yine elde edilen veriler doğrultusunda fenolik içeriği bakımından en düşük değere sahip olan bitkinin jipsli alanda yer aldığını ve bu değeri 8.27 ± 0.89 mg GAE g⁻¹ ekstre ile ifade eden bitkinin yaprak kısmında bulunan *Tanacetum heterotomum* olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 4.1, 4.2, 4.3).

Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) yöntemi bakımından ele alınan bitkiler, bitki kısımları ve habitatları göz önünde bulundurulduğunda, en yüksek FRAP içeriğine sahip olan bitkinin serpantin alanda ve bitki gövde kısmında bulunan 100.35 ± 1.60 µg TE g⁻¹ ekstra değeri ile *Fumana aciphylla* bitkisinin yer aldığı, en düşük FRAP değerine sahip olan bitkinin ise jipsli alanda yer aldığını ve bitkinin yaprak kısmında bulunan 4.59 ± 0.20 µg TE g⁻¹ ekstra değeri ile *Tanacetum heterotomum* bitkisi olduğu saptanmıştır (Tablo 4.1, 4.2, 4.3).

Son olarak 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürme kapasitesi içeriği bakımından ele alınan bitkiler, bitki kısımları ve habitatları göz önünde bulundurulduğunda, en yüksek DPPH radikal kapasitesi içeriğine sahip olan bitkinin serpantin alanda yer aldığını ve bitkinin yaprak kısmında bulunan 15.75 ± 1.74 IC₅₀ (µg mL⁻¹) değeri ile *Salvia indica* bitkisi olduğu tespit edilmiştir. En DPPH radikal kapasitesi içeriği bakımından ele alındığında ise jipsli alanda, bitkinin yaprak, gövde ve kök kısmında *Tanacetum heterotomum*, kalkerli alanda bitki yaprağında *Chrysophthalmum montanum*, bitki kökünde *Phlomis oppositiflora* ve *Chrysophthalmum montanum* ile bitki gövdesinde bu alandaki bütün bitkiler yer alırken, serpantin alanda ise en düşük içeriğe

sahip olan bitkinin, yaprak kısmında *Convolvulus pseudoscammania* olarak ortaya çıkmıştır (Tablo 4.1, 4.2, 4.3).

Bu sonuçlar doğrultusunda seçilen 3 farklı habitat değerlendirildiğinde en yüksek antioksidan içeriklere sahip olan bitkilerin serpantin alanda yetiştiği ve en düşük antioksidan içeriklere sahip olan bitkilerin ise jipsli habitatlarda yetiştiği veriler doğrultusunda ortaya çıkmıştır (Tablo 4.1, 4.2, 4.3).

Veriler, 13 farklı bitki açısından değerlendirilmek istenildiğinde ise en yüksek antioksidan aktiviteyi veren bitkilerin *Salvia indica* ve *Fumana aciphylla* olduğunu en düşük aktiviteye sahip olan bitkinin ise *Tanacetum heterotomum* olduğu sayısal veriler doğrultusunda tespit edilmiştir (Tablo 5.1, 5.2, 5.3, 5.4).

Tablo 5. 1. Habitatlar arasında istatistiksel farklılıklar

Antioksidan bileşikler	Yaprak			Gövde			Kök		
	Jips	Kalker	Serpantin	Jips	Kalker	Serpantin	Jips	Kalker	Serpantin
TFC	Ab	a	b	a	a	b	a	a	b
TFP	a	b	c	a	a	b	a	a	b
FRAP	a	a	b	a	a	b	a	a	b
DPPH	a	b	ab	a	b	a	a	b	c

Harfler, $p \leq 0.05$ 'te farklı habitatlar arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir.

Tablo 5. 2. Kireçtaşı habitatında yetiştirilen bitkilerin toplam fenolik içeriği (TPC), toplam flavonoid içeriği (TFC), DPPH ve FRAP arasındaki korelasyon.

Korelasyon		Yaprak	Gövde	Kök
DPPH	TPC	-0,83	-0,96**	-0,98*
TPC	TFC	0,76	0,31	0,29
TPC	FRAP	0,39	0,32	0,20
TFC	FRAP	-0,27	-0,56	0,90
DPPH	TFC	-0,34	-0,26	-0,23
DPPH	FRAP	-0,81	-0,51	-0,06

**Korelasyon $p \leq 0.01$ 'de anlamlıdır; * korelasyon $p \leq 0.05$ 'te anlamlıdır.

Tablo 5. 3. Serpantin habitatında yetiştirilen bitkilerin toplam fenolik içeriği (TPC), toplam flavonoid içeriği (TFC), DPPH ve FRAP arasındaki korelasyon.

Korelasyon		Yaprak	Gövde	Kök
DPPH	TPC	-0,92*	-0,69	-0,93*
TPC	TFC	0,93*	0,60	0,18
TPC	FRAP	0,99**	0,99**	0,77
TFC	FRAP	0,98**	0,67	0,38
DPPH	TFC	-0,94*	-0,63	-0,50
DPPH	FRAP	-0,95*	-0,73	-0,81

**Korelasyon $p \leq 0.01$ 'de anlamlıdır; * korelasyon $p \leq 0.05$ 'te anlamlıdır.

Tablo 5. 4. Alçı habitatında yetiştirilen bitkilerin toplam fenolik içeriği (TPC), toplam flavonoid içeriği (TFC), DPPH ve FRAP arasındaki korelasyon.

Korelasyon		Yaprak	Gövde	Kök
DPPH	TPC	-0,79	-0,71	-0,65
TPC	TFC	0,77	0,18	0,91
TPC	FRAP	0,92	0,93	0,18
TFC	FRAP	0,85	0,52	0,29
DPPH	TFC	-0,80	-0,66	-0,59
DPPH	FRAP	-0,97*	-0,82	-0,82

**Korelasyon $p \leq 0.01$ 'de anlamlıdır; * korelasyon $p \leq 0.05$ 'te anlamlıdır.

Son olarak ise kullanılan 4 farklı yöntemin birbiri arasında kıyaslanması doğrultusunda flavonoid içeriğinin FRAP ve toplam fenolik içeriği değerleri ile doğru orantılı olduğunu, DPPH Serbest radikali giderme aktivitesi değerleriyle ters orantılı olduğu bulunmuştur (Tablo 5.5).

Tablo 5. 5. Yetiştirilen bitkilerin toplam fenolik içeriği (TPC), toplam flavonoid içeriği (TFC), DPPH ve FRAP arasındaki korelasyon.

Korelasyon		Yaprak	Gövde	Kök
DPPH	TPC	-0,74*	-0,65*	-0,62*
TPC	TFC	0,69**	0,73**	0,46
TPC	FRAP	0,88**	0,94**	0,81**
TFC	FRAP	0,74**	0,75**	0,55*
DPPH	TFC	-0,54	-0,65*	-0,53
DPPH	FRAP	-0,82**	-0,75**	-0,59*

**Korelasyon $p \leq 0.01$ 'de anlamlıdır; * korelasyon $p \leq 0.05$ 'te anlamlıdır.

Genel olarak veriler incelendiğinde serpantin bölgesinde yetişen bitkilerde antioksidan bileşiklerin miktarının fazla olduğu görülmüştür. İstatistiksel olarak veriler incelendiğinde habitatlar arasında anlamlı farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Serpantin alanda yetişen bitkilerin antioksidan bileşikler bakımından diğer habitatlarda yetişen bitkilere göre farklı olduğu istatistiksel değerlendirmeler sonucunda ortaya koyulmuştur. Sadece habitat içinde yapılan korelasyon ilişkisi ile bütün bitkiler arasında yapılan korelasyonda farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Farklı bölgelerden toplanan bütün

bitkilerde kök, dal, yapraklarda yapılan korelasyon sonucunda antioksidan bileşikler arasında güçlü yönde ilişkinin olduğu gözlenmiştir. Antioksidan aktivite ile fenolik, flavonoid içeriği FRAP arasında negatif yönde korelasyon ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bitkilerin yapraklarında fenolik içeriği ile DPPH arasındaki korelasyon negatif yönde güçlü ($r = -0,74$) dallarda ($r = -0,62$) ve köklerde ($r = 0,62$) ilişki olduğu görülmüştür. Daha önce yapılan çok sayıda çalışmada bu yönde korelasyon olduğu rapor edilmiştir (Rumbaoa vd., 2009; Ghafar vd., 2010; Singanusong vd., 2015; Indradi vd., 2017; Fitrianyah vd., 2018; Alizadeh ve Fattahi, 2021).

Farklı habitatlarda yetişen endemik bitkiler ile ilgili yapılan bu çalışma, diğer çalışmalardan oldukça farklıdır. Bu çalışmada elde edilen veriler daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen veriler ile kıyaslanmıştır.

Achillea aleppica D.C. subsp. *aleppica* bitkisinin yapraklarında yaptıkları çalışmada toplam fenolik, flavonoid içerikleri, DPPH ve FRAP ile ilgili elde ettikleri veriler, bu çalışmada elde edilen verilerden genelde daha düşük, özellikle DPPH aktivitesinin daha az olduğu görülmüştür (Çolak vd., 2020). *Vinca major* subsp. *hirsuta* (Boiss.) Stearn bitkisinin yaprak ve gövde kısımlarına ait toplam fenolik madde verileri bu çalışmada elde edilen veriler ile benzerlik gösterirken, FRAP ve DPPH verileri daha düşüktür (Saral vd., 2015). 5 tane *Isatis* L. türüne ait kök ve gövdelerinde toplam fenolik, flavonoid içerikleri, DPPH ile FRAP ile ilgili elde ettikleri veriler, bu çalışmada elde edilen verilerden oldukça düşüktür (Çömlekçioğlu, 2020). *Usnea filipendula* ve *Viscum album* bitkilerinde antioksidan aktivitelerinde elde ettikleri veriler, bu çalışmada elde edilen verilerden düşüktür (Yıldız vd., 2019)

Türkiye de yetişen bazı *Tanacetum* L. (Asteraceae) taksonlarının antioksidan aktivite, toplam fenolik ve flavonoid içeriklerini tespit etmişlerdir. Yaptıkları çalışmada bitkilerde toprak üstü kısımlarında elde ettikleri verilerin bu çalışmada bazı bitkilerde elde edilen veriler ile benzerlik gösterdiği görülmüştür (Arituluk vd., 2016). Sırbistan'dan seçilmiş 10 bitkide antioksidan aktivite ve fenolik bileşikler araştırılmış olup incelenen tüm bitki türlerinin fenolik bileşenler açısından zengin olduğunu ve kullanılan iki farklı yöntemle ölçülen verilerin tatmin edici düzeyde antioksidan aktivite gösterdiğini ortaya koyarak, antioksidan özellikler ile fenolik bileşikler içeriği arasında da yüksek bir korelasyon olduğunu belirlemişlerdir (Zugic vd., 2014). Yaptıkları çalışmada *Salvia verticillata*

subsp. *amasiaca* türünün metanol ekstraktının antioksidan kapasitesini belirlemek için DPPH, FRAP, toplam fenolik (TP) ve toplam flavonoid (TF) miktarı analizleri yapılmıştır. Yapılan antioksidan testleri sonucunda, DPPH IC_{50} $11,47 \pm 0,30$, FRAP $22,22 \pm 0,36$ mmol TE/g ekstrakt, Toplam fenolik ve toplam flavonoid içeriği sırasıyla $140,18 \pm 8,73$ mg GAE/g ekstrakt ve $51,56 \pm 1,18$ mg QE/g ekstrakt olarak tespit etmişlerdir (Bayan ve Genç, 2016)

Calluna vulgaris (L.) Hull farklı büyüme dönemlerinde çeşitli kısımlarında bazı fenolik gruplarının içeriğindeki değişiklikleri ve biyolojik aktivitelerini araştırmışlardır. Bitkinin farklı kısımlarında elde ettikleri veriler, bu çalışmada elde edilen veriler ile genel anlamda benzerlik göstermektedir (Chepel vd., 2020). Semizotunun (*Portulaca oleracea* L.) büyüme aşamaları sırasında fenolik içeriği ile antioksidan aktivitesini tespit etmişlerdir. FRAP, DPPH, Fenol ve total flavonoid içeriğinin vejetatif döneme göre generatif dönemde daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Sonuç olarak, bitkilerin büyüme aşamaları antioksidan aktiviteyi önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuşlardır (Saffaryazdi vd., 2020)

Bu çalışmada ise nane (*Mentha piperita*), limon otu (*Mellissa officinalis*), hatmi (*Althea officinalis*), papatya (*Matricaria chamomilla*), yeşil çay (*Camellia sinensis*) ve adaçayı (*Salvia officinalis*) bitkilerinin sıcak su ekstraktlarının toplam fenolik içeriği, flavonoid miktarı ve antioksidan aktivitelerini belirlemişlerdir. Elde ettikleri veriler, bu çalışmada elde edilen veriler ile genelde örtüşmektedir (Karataş vd., 2019)

Kuzey Doğu Hindistan Himalaya Bölgesindeki Loktak Gölü Sulak Alan Ekosisteminden Elde Edilen Yabani Yenilebilir Bitkilerin Fenolik, Flavonoidler ve In-vitro Antioksidan Aktiviteleri Üzerine Karşılaştırmalı yaptıkları çalışmada 28 bitki içerisinde potansiyel biyoaktiviteye sahip 3 bitkinin olabileceğini tespit etmişlerdir (Singh vd., 2021). Orta Balkanlarda toplanan bitkilerde toplam fenolik bileşiklerle ilişkili olarak antioksidan aktivite ve flavonoidler içeriğinin tespit ederek potansiyel tıbbi bitkilerin olabilirliğini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada farklı familyalardan topladıkları 16 tane halofit özelliğe sahip bitkiler içerisinde *Statice gmelinii*, *Artemisia santonicum* türlerinin yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Fenolik içerik ile DPHH arasındaki korelasyonun yapılan bu çalışmada ki korelasyon ile paralel olduğu görülmüştür (Stankovic vd., 2015)

Türkiye de yetişen *Corydalis oppositifolia* ve *Senecio cilicius* iki endemik bitki türünün fenolik içerikleri ve biyolojik aktiviteleri ile ilgili yaptıkları çalışmada etanol, metanol ve etil asetat ekstre ettikleri bitki toprak altı kısımlarında farklı veriler elde etmişlerdir. İki bitkinin antioksidan aktivitelerinin yüksek olduğunu belirlemişlerdir (Acet vd., 2021)

Rumex crispus L. ve *Rumex obtusifolius* L. türlerinin farklı büyüme aşamalarında fenolik bileşiklerin miktarının ciddi oranda değiştiğini ile farklı bitki organlarında ise antioksidan aktivitesinde farklılıklar olduğunu belirlemişlerdir. Fenolik bileşiklerin fraksiyonları ve antioksidan aktivite arasındaki yüksek korelasyonunun olduğunu tespit etmişlerdir (Feduraev vd., 2019).



6. ÖNERİLER

Bitkilerin biyokimyasal ve fizyolojik yapıları yetiştikleri ortamdaki ekolojik faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu araştırmada çalışılan bitkilerde bazı biyoaktif bileşenlerinin miktarı ve antioksidan kapasiteleri karşılaştırılmıştır. Çeşitli habitatlardan toplanan örneklerin toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde DPPH ile FRAP aktivite değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Ayrıca aynı bitki türünün yaprak, dal ve kök kısımlarında elde edilen veriler birbirinden farklılık göstermiştir. Çalışmada, yapılan korelasyon analizi ile çalışılan parametreler arasındaki korelasyon katsayısında geniş bir çeşitlilik görülmüştür. Sonuçlar, bitkilerde çalışılan parametrelerde önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışılan bitkilerin farklı morfolojik özelliklerin yanı sıra antioksidan aktivitelerinin ve fenolik içeriklerinin yetiştikleri coğrafi bölgelere göre değişkenlik gösterdikleri belirgin bir şekilde anlaşılmaktadır. Türkiye'nin endemik bitki çeşitliliğinin tıbbi ve aromatik bitkiler açısından büyük çeşitliliğe sahip olması bitkilerden elde edilen doğal bileşiklerin daha etkin ve verimli kullanımına yönelik çalışmaların yapılması oldukça önemlidir. Bu çalışma sentetik antioksidanlar yerine ikame edilebilecek doğal kaynaklı antioksidanların tayin ve teşhisine ön ayak olabileceği düşünülmektedir. Günümüzde tıbbi ve aromatik özelliğe sahip bitkilerden elde edilen ve antioksidan aktivitesi yüksek olan doğal bileşenlerle ilgi her geçen gün giderek artmaktadır. Sentetik antioksidanların zararlı etkilerinin olmasından dolayı doğal antioksidanlar önemli hale gelmiştir ve bu yönde ki bilimsel çalışmalara hız verilmelidir. Bitkilerin sahip oldukları sekonder metabolitlerin son yıllarda tamamlayıcı tıp, kozmetik, gıda ve eczacılık alanlarında kullanımı büyük önem kazanmıştır. Dolayısıyla yüksek antioksidan aktiviteye sahip bitki türleri belirlenerek bunların farklı sektörlerde kullanılabilirliği araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Acet, T., Çorbacı, C., & Özcan, K. (2021) “Phenolic contents and biological activities of two endemic plants in Turkey”, *South African Journal of Botany*, 143, 457-461.
- Agriculture Organization of the United Nations. Soil Resources, Management, & Conservation Service. (1990). “Management of gypsiferous soils” (Vol. 62). *Food & Agriculture Org.*
- Albayrak, S., Sağdıç, O., & Aksoy, A. (2010) “Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler”, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 26(4), 401-409.
- Alizadeh, Z. ve Fattahi, M. (2021) “İran'dan yetiştirilen Şam Gülünün (*Rosa damascena*) esansiyel yağı, toplam fenolik, flavonoidler, antosiyaninler, karotenoidler ve antioksidan aktivitesi: Morfoloji ve kompozisyon ile ilgili kemotipleme yaklaşımı ile”, *Scientia Bahçe Bitkileri*, 288, 110341.
- Arıtuluk, Z. C., Akkulak, M., Karakurt, S., Adalı, O., & Gençler Özkan, A. M. (2016) “Cytotoxic and antioxidant activities of three Tanacetum L Taxa from Turkey”.
- Bakır, Ö. (2020) “Sekonder metabolitler ve rolleri”, *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 2(4), 39-45.
- Bayan, Y., & Nusret, G. E. N. Ç. (2016) “*Salvia verticillata* subsp. *amasiaca*’nın toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesi”, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2), 158-166.
- Büyüktuncel, E. (2013) “Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler”, *Marmara Pharmaceutical Journal*, 17(2), 93-103.
- Chepel, V., Lisun, V., & Skrypnik, L. (2020) “Changes in the content of some groups of phenolic compounds and biological activity of extracts of various parts of heather (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) at different growth stages”, *Plants*, 9(8), 926.
- Çelik, S. A., & Ayran, İ. (2020) “Antioksidan kaynağı olarak bazı tıbbi ve aromatik bitkiler”, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 13(2), 115-125.
- Çolak, S., Çolak, S., Dağlı, F., Çömlekcioglu, N., Kocabaş, Y. Z., & Aygan, A. (2020) “*Achillea aleppica* subsp. *aleppica*’nın farklı organlarından elde edilen ekstraktların antimikrobiyal aktivitesi ve bazı fitokimyasal özellikleri”, *Gıda*, 45(5), 929-941.
- Çömlekcioglu, N. (2020) “Bazı Endemik ve Doğal *Isatis* L. Türlerine Ait Kök ve Gövde Ekstraktlarının Biyoaktivitesi ile Tohum Yağlarının Analizi”, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(4), 860-869.

- Davis, PH, “Flora of Turkey and The East Agean Islands, Vol. 1-9”, **Edinburgh University Press**, Edinburgh, (1967).
- Deveci, H. A., Gökhan, N. U. R., Ali Kırpık, M., Harmankaya, A., & Yıldız, Y. (2016) “Fenolik bileşik içeren bitkisel antioksidanlar”, **Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 9(1), 26-32.
- Dündar, Y., & Aslan, R. (2000) “Antioxidative stress”, **Eastern Journal of Medicine**, 5(2), 45-47.
- Feduraev, P., Chupakhina, G., Maslennikov, P., Tacenko, N. ve Skrypnik, L. (2019) “Farklı büyüme aşamalarında Rumex crispus L. ve Rumex obtusifolius L.'den farklı bitki organlarının fenolik bileşik içeriğindeki ve antioksidan aktivitesindeki değişim”, **Antioksidanlar**, 8(7), 237.
- Fitriansyah, S. N., Aulifa, D. L., Febriani, Y., & Sapitri, E. (2018) “Correlation of total phenolic, flavonoid and carotenoid content of Phyllanthus emblica extract from Bandung with DPPH scavenging activities”, **Pharmacognosy Journal**, 10(3).
- Fraenkel, G. S. (1959) “The Raison d'etre of Secondary Plant Substances: These odd chemicals arose as a means of protecting plants from insects and now guide insects to food”, **Science**, 129(3361), 1466-1470.
- Ghafar, M. F., Prasad, K. N., Weng, K. K., & Ismail, A. (2010) “Flavonoid, hesperidine, total phenolic contents and antioxidant activities from Citrus species”, **African Journal of Biotechnology**, 9(3).
- Güner, A., & Aslan, S. (Eds.). (2012) “Türkiye bitkileri listesi:(damarlı bitkiler)”, **Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları**.
- Herrero, J., & Porta, J. (2000) “The terminology and the concepts of gypsum-rich soils”, **Geoderma**, 96(1-2), 47-61.
- Indradi, RB, Fidrianny, I. ve Wirasutisna, KR (2017) “Dört Asteraceae bitkisinin DPPH süpürme aktiviteleri ve fitokimyasal içeriği”, **Uluslararası Farmakognozi ve Fitokimyasal Araştırma Dergisi**, 9(6), 755-759.
- Karadağ, A. (2019) “Türkiye’deki bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin antioksidan potansiyelleri ve fenolik kompozisyonları”, **Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi**, 16, 631-637.
- Karakaya, S. (2004) “Fenolik bileşiklerin biyoyararlanımı”, **Gıda bilimi ve beslenmede eleştirel incelemeler**, 44(6), 453-464.
- Karataş, İ., Karataş, R., & Elmastaş, M. (2019) “Yaygın olarak kullanılan bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin sıcak su infüzyonlarının sekonder metabolit içeriği ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi”, **Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi**, 8(2), 49-57.

- Kılınç, K., Kılınç, A. (2002) “Oksijen toksisitesinin aracı molekülleri olarak oksijen radikalleri”, *Hacettepe Tıp Dergisi*, 33(2), 110-8.
- Lake, JA, Field, KJ, Davey, MP, Beerling, DJ. ve Lomax, BH. (2009) “Metabolomik ve fizyolojik tepkiler, *Arabidopsis thaliana*'nın kronik UV radyasyonuna çok fazlı uyumunu ortaya koymaktadır”, *Bitki, hücre ve çevre*, 32(10), 1377-1389.
- Levin, DA. (1976) “Bitkilerin patojenlere ve otoburlara karşı kimyasal savunması”, *Ecology and Systematics'in yıllık incelemesi*, 7(1), 121-159.
- Levinson, H. Z. (1976) “The defensive role of alkaloids in insects and plants”, *Experientia*, 32(4), 408-411.
- Malayoğlu, H. B. (2010) “Biberiyenin (*Rosmarinus officinalis* L.) antioksidan etkisi”, *Hayvansal Üretim*, 51(2).
- Matés, J. M., Pérez-Gómez, C., & De Castro, I. N. (1999) “Antioxidant enzymes and human diseases”, *Clinical biochemistry*, 32(8), 595-603.
- Meral, R., Doğan, İ. S., & Kanberoğlu, G. S. (2012) “Fonksiyonel gıda bileşeni olarak antioksidanlar”, *Journal of the Institute of Science and Technology*, 2(2), 45-50.
- Mothes, K. (1955) “Alkaloidlerin fizyolojisi”, *Yıllık Bitki Fizyolojisi İncelemesi*, 6(1), 393-432.
- Murathan, Z. T., & Özdiñç, M. (2018) “Ardahan ve Elâzığ illerinde Yetişen *Anchusa azurea* Miller var. *Azurea* Bitkisinin Biyoaktif Bileşenleri ve Antioksidan Kapasitesi Üzerine Bir Araştırma”, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(4), 529-534.
- Önal, S. (2016). Oksidatif Stres ve Egzersiz. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü.
- Özcan, O., Erdal, H., Çakırca, G., & Yönden, Z. (2015) “Oksidatif stres ve hücre içi lipid, protein ve DNA yapıları üzerine etkileri”, *Journal of Clinical and Experimental Investigations*, 6(3), 331-336.
- Özdeniz, E., Bölükbaşı, A., Kurt, L., & Özbey, B. G. (2016) “Jipsofil bitkilerin ekolojisi”, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(2), 57-62.
- Özdeniz, E., Özbey, B. G., Latif, K. U. R. T., & BÖLÜKBAŞI, A. (2017) “Serpantin ekolojisi ve Türkiye serpantin florası'na katkılar”, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5(1), 22-33.
- Özel, G. S. K., & Birdane, Y. O. (2014) “Antioxidants”, *Kocatepe Veterinary Journal*, 7(2), 41-52.
- Paech, K. ve Paech, K. (1950) “Rückblick”, *Biochemie und Physiologie der Sekundären Pflanzenstoffe*, 254-258.

- Rajakaruna, N., & Boyd, R. S. (2014) "Serpentine soils", *Oxford bibliographies in ecology*.
- Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, L. C., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2013) "Campbell biyoloji (9. Baskı)", Çev: E. Gündüz ve İ. Türkan). Ankara: *Palme Yayıncılık*, 248.
- Rosenthal, G. A., & Janzen, D. H. (1979) "Herbivores their interaction with secondary plant metabolites".
- Rumbaoa, R. G. O., Cornago, D. F., & Geronimo, I. M. (2009) "Phenolic content and antioxidant capacity of Philippine sweet potato (*Ipomoea batatas*) varieties", *Food Chemistry*, 113(4), 1133-1138.
- Saffaryazdi, A., Ganjeali, A., Farhoosh, R., & Cheniany, M. (2020) "Semizotu (*Portulaca oleracea* L.)'nın fenolojik büyüme dönemlerinde fenolik bileşikler, α -linolenik asit ve linoleik asit içerikleri ile antioksidan aktivitelerindeki değişim", *Bitkilerin Fizyolojisi ve Moleküler Biyolojisi*, 26, 1519-1529.
- Saral, Ö., & Ölmez, Z. (2015) "Comparison of antioxidant properties of wild blueberries (*Vaccinium arctostaphylos* L. and *Vaccinium myrtillus* L.) with cultivated blueberry varieties (*Vaccinium corymbosum* L.) in Artvin region of Turkey".
- Saviranta, N. M., Julkunen-Tiitto, R., Oksanen, E., & Karjalainen, R. O. (2010) "Leaf phenolic compounds in red clover (*Trifolium pratense* L.) induced by exposure to moderately elevated ozone", *Environmental Pollution*, 158(2), 440-446.
- Seigler, D. S. (1998) "Plant secondary metabolism", *Springer Science & Business Media*.
- Schildknecht, H. (1977) "Protective substances of arthropods and plants", *Pont. Acad. Sci. Scripta Varia*, 41, 59-107.
- Shahidi, F., & Naczki, M. (1995) "Methods of analysis and quantification of phenolic Compounds", *Food phenolic: sources, chemistry, effects and applications*, 287-293.
- Singanusong, R., Nipornram, S., Tochampa, W., & Rattanatraiwong, P. (2015) "Mandalina (*Citrus reticulata* Blanco ev. Sainampueng) ve misket limonu (*Citrus aurantifolia*) kabuklarından fenolik bileşiklerin ve antioksidanın düşük güçlü ultrason destekli ekstraksiyonu", *Gıda Analitik Yöntemleri*, 8, 1112-1123.
- Singh, T. S., Roy, S. S., Kshetri, P., Ansari, M. A., Sharma, S. K., Verma, M. R., ... & Kandpal, B. (2021) "Comparative study on phenolic, flavonoids and in vitro antioxidant activity of wild edible plants from Loktak Lake wetland ecosystem under North East Indian Himalayan Region", *Natural Product Research*, 35(24), 6045-6048.
- Stanković, MS, Petrović, M., Godjevac, D., & Stevanović, ZD (2015) "Orta Balkan'dan iç halofitlerin toplam fenolik bileşikler ve flavonoidler ile ilgili olarak

antioksidan aktiviteleri açısından taranması: Olası tıbbi bitkiler var mı?” **Kurak Ortamlar Dergisi**, 120, 26-32.

Şimşek, S. (2016) “Tanacetum alyssifolium bitkisinden axillarin bileşiğinin izolasyonu, antikanserojen ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi”, (**Master's thesis**).

Şimşek, S. (2022) “*Verbascum leiocarpum* bitkisinden izole edilen sekonder metabolitlerin antiproliferatif, antidiyabetik ve antioksidan potansiyellerinin incelenmesi”, (**Doctoral thesis**).

Tiring, G., Satar, S., & Özkaya, O. (2021) “Sekonder metabolitler”, **Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 35(1), 203-215.

Van Alphen, J. G., & de los Ríos Romero, F. (1971) “Gypsiferous soils: notes on their characteristics and management” (No. 12). ILRI.

Verpoorte, R., & Alfermann, AW (Ed.). (2000) “Bitki ikincil metabolizmasının metabolik mühendisliği”, **Springer Bilim ve İş Medyası**.

Yıldız, S., Gürgen, A., Kılıç, C., Tabbouche, S., Kılıç, A. O., & Zehra, C. A. N. (2019) “Antioxidant, antimicrobial and anti-quorum sensing activities of *Usnea filipendula* and *Viscum album*”, **Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences**, 4(4), 613-620.

Žugic, A., Đorđević, S., Arsić, I., Marković, G., Živković, J., Jovanović, S., & Tadić, V. (2014) “Antioxidant activity and phenolic compounds in 10 selected herbs from Vrujci Spa, Serbia”, **Industrial Crops and Products**, 52, 519-527.