

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

SİNİRLİ OTU, CİVANPERÇEMİ VE BİBERİYE
EKSTRAKTLARININ ANTİOKSİDAN
AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALİ KAYGISIZ

İstanbul
Eylül - 2021

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

SİNİRLİ OTU, CİVANPERÇEMİ VE BİBERİYE
EKSTRAKTLARININ ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN
BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALİ KAYGISIZ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Bülent NAZLI

İstanbul
Eylül - 2021

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr. Bülent NAZLI

Üye Dr. Öğretim Üyesi Halime PEHLİVANOĞLU

Üye Dr. Öğretim Üyesi Banu METİN

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Metin TOPRAK

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**sinirli otu, civanperçemi ve biberiye ekstraktlarının antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi**” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Ali KAYGISIZ

ÖN SÖZ

Eğitim sürecinde dersleriyle vizyon katan ve araştırma sürecinde tezin danışmanlığını kabul edip yöneten çok değerli hocam Prof. Dr. Bülent NAZLI'ya öncelikle teşekkür etmek isterim. Araştırmamdaki her aşamada bana yardımcı olan değerli dostum Dr. Majed ALHARİRİ'ye, sevgili abim Dr. Halil İbrahim KAYGISIZ'a ayrıca yüksek lisans eğitimim boyunca benden desteklerini esirgemeyen GİMDES yetkililerine ve canım aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Ali KAYGISIZ
İstanbul - 2021

ÖZET
SİNİRLİ OTU, CİVANPERÇEMİ VE BİBERİYE
EKSTRAKTLARININ ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN
BELİRLENMESİ
Ali KAYGISIZ

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Bülent NAZLI
Eylül, 2021- 62 Sayfa

Bu çalışmada civanperçemi (*Achillea millefolium*), sinirli otu (*Plantago lanceolata*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis*) bitkilerinin kurutulmuş formları kullanılarak farklı metotlar ile antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. Seçilen bitkiler kurutulup toz formuna getirildikten sonra metanol çözücüsü içerisinde ekstrakte edilmiştir. Tüm bitki ekstratlarındaki toplam fenolik madde içeriği, toplam flavonoid madde içeriği, DPPH serbest radikali giderme aktivitesi, indirgen güç aktivitesi, demir (II) şelatlama aktivitesi tayin edilmiştir. Toplam fenolik içeriğe ait sonuçlar galik asit eşdeğeri olarak civanperçemi, sinirli otu ve biberiye için sırasıyla 12.85, 11.73 ve 33.68 g/ kg (KM) olarak tespit edilmiştir. Toplam flavonoid içeriği kateşin eşdeğeri olarak aynı sıralama ile 9.38, 9.74 ve 26.50 g/kg (KM) olarak saptanmıştır. DPPH serbest radikal giderme aktivitesi metodu ile civanperçemi, sinirli otu ve biberiye için IC₅₀ sırasıyla 19.32, 18.27 ve 11.83 µg/ml olarak belirlenmiştir. Antiradikal güç (ARP) ise civanperçemi, sinirli otu ve biberiye için sırasıyla 5.18, 5.47 ve 8.46 µg/ml olarak bulunmuştur. Demir (II) şelatlama aktivitesi tayininde Fe²⁺ çözeltisi kullanılmış, sonuçlar EDTA ile kıyas edilmiş ve biberiyenin diğer ekstraktlarla karşılaştırıldığında en aktif ekstrakt olduğunu belirlenmiştir. İndirgen güç aktivitesi tayini yönünden; çıkan sonuçlar, ekstrakt konsantrasyonu ile indirgen güç aktivitesinin doğru orantılı olarak arttığını göstermiştir.

Anahtar kelimeler: civanperçemi (*Achillea millefolium*), sinirli otu (*Plantago lanceolata*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*), fenolik madde, flavonoid madde, antioksidan aktivitesi.

ABSTRACT
**ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF PLANTAGO LANCEOLATA,
ACHILLEA MILLEFOLIUM, AND ROSMARINUS
OFFICINALIS EXTRACTS**

Ali KAYGISIZ

Master of Science, Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Bülent NAZLI

September, 2021- 62 Pages

In this study, the antioxidant activities of yarrow (*Achillea millefolium*), ribwort plantain (*Plantago Lanceolata*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extracts were investigated by using different methods. For this purpose, the plants were dried and ground to fine powder, their extractions were done by methanol solvent. The antioxidant activities of all extracts were assayed with the various methods including total phenolic compound content, total flavonoid content, DPPH free radical scavenging activity, total antioxidant activity, metal chelating capacity, and reducing power. In the total phenolic compound assay, total phenolic compound amounts of yarrow, ribwort plantain and rosemary extracts were determined to be 12.85, 11.73 ve 33.68 g/ kg as gallic acid equivalent, respectively. Whereas total flavonoid content results for the extracts were 9.38, 9.74 ve 26.50 g/kg as catechin equivalent, respectively. According to obtained results from the assay of DPPH free radical scavenging activity, the IC₅₀ of yarrow, ribwort plantain and rosemary extracts were 19.32, 18.27 ve 11.83 µg/ml, respectively. While the antiradical activity values were 5.18, 5.47 ve 8.46 µg/ml for yarrow, ribwort plantain and rosemary extracts, respectively. Metal chelating effect of samples were carried out by using Fe⁺² solution, and the results were compared with EDTA. The rosemary extract showed the higher chelating activity Fe⁺² ions than the other extracts. The results of reducing power activity showed that the power of the extract increase directly with increasing the concentration of extract.

Key words: yarrow (*Achillea millefolium*), ribwort plantain (*Plantago Lanceolata*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*), phenolic content, flavonoid content and antioxidant activity.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI.....	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....	ii
ÖNSÖZ	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ.....	xi
BİRİNCİ BÖLÜM	
GİRİŞ	1
İKİNCİ BÖLÜM	
LİTERATÜR TARAMASI.....	3
2.1. Antioksidanlar.....	3
2.1.1. Antioksidanların sınıflandırılması.....	3
2.1.1.1. Doğal Antioksidanlar.....	4
2.1.1.2. Sentetik Antioksidanlar.....	7
2.1.2. Antioksidan Aktivitesi Mekanizması	8
2.2. Fenoller ve Flavonoidler	9
2.3. Antioksidan Aktivitesi.....	11
2.3.1. Antioksidan Maddelerin DPPH Süpürücü Etkileri.....	13
2.3.2. Antioksidan Maddelerin Demir İndirgeme Etkisi.....	15
2.3.3. Antioksidan Maddelerin Demir (II) Şelatlama Etkisi.....	15
2.3.4. Antioksidan Maddelerin Demir (III) İyonu İndirgeme Kapasitesi... ..	15
2.4. Sinirli otu (<i>Plantago lanceolata</i>)	16
2.5. Civanperçemi (<i>Achillea millefolium</i> L.)	19
2.6. Biberiye (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	22

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT.....	24
3.1. Materyal.....	24
3.1.1. Bitki Örnekleri.....	24
3.1.2. Kimyasal Maddeler ve Ekipmanlar	25
3.1.2.1. Etanol.....	25
3.1.2.2. Metanol.....	25
3.1.2.3. Folin-Ciocalteu Reaktifi	25
3.1.2.4. % 20'lik Na ₂ CO ₃ çözeltisi.....	25
3.1.2.5. Gallik asit.....	26
3.1.2.6. Catechin	26
3.1.2.7. % 5'lik NaNO ₂ çözeltisi	26
3.1.2.8. % 10'luk AlCl ₃ çözeltisi	26
3.1.2.9. 1M NaOH çözeltisi.....	26
3.1.2.10. 1 mM DPPH çözeltisi.....	26
3.1.2.11. BHT çözeltisi	26
3.1.2.12. Askorbik asit çözeltisi	26
3.1.2.13. % 1'lik K ₃ Fe(CN) ₆ çözeltisi.....	27
3.1.2.14. % 0.1'lik FeCl ₃ çözeltisi	27
3.1.2.15. % 10'luk TCA çözeltisi	27
3.1.2.16. 0.2 M fosfat tamponu (pH=6.6)	27
3.1.2.17. 4 mM Ferrozin çözeltisi.....	27
3.1.2.18. 2 mM FeCl ₂ çözeltisi	27
3.1.2.19. EDTA çözeltisi.....	27
3.2. Metotlar.....	28
3.2.1. Polifenollerin Ekstraksiyonu.....	28
3.2.2. Toplam Fenolik Madde Tayini.....	28
3.2.3. Toplam Flavonid Tayini.....	29
3.2.4. DPPH Radikali Giderme Aktivitesi Tayini.....	29
3.2.5. İndirgen Güç Aktivitesi.....	30
3.2.6. Demir (II) Şelatlama Aktivitesi.....	30

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI	31
4.1. Toplam Fenolik ve Toplam Flavonoid İçeriği.....	31

4.2 DPPH Radikali Giderme Aktivitesi.....	33
4.3. Demir (II) Şelatlama Aktivitesi.....	35
4.4. İndirgen Güç Aktivitesi.....	37

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	39
----------------------------------	-----------

KAYNAKÇA	41
-----------------------	-----------

ÖZGEÇMİŞ.....	50
----------------------	-----------



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1: Antioksidanların Sınıflandırılması	4
Tablo 2.2: Antioksidan Aktivitesi Mekanizması	9
Tablo 4.1: Ekstraktardaki Toplam Fenolik Madde ve Flavonoid İçeriği.....	32
Tablo 4.2: Ekstraktlarının DPPH Radikali Giderme Aktivitesi.....	33
Tablo 4.3: Ekstraktların Fe ⁺² Kompleks Oluşumunun Yüzde İnhibisyonu.....	36
Tablo 4.4: Ekstraktların İndirgen Güç Aktivitesi.....	38



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: C Vitamini (Askorbik Asit).....	5
Şekil 2.2: D- α _Tokoferol	5
Şekil 2.3: β _Karoten	6
Şekil 2.4: Flavon ve Flavanol.....	6
Şekil 2.5: Sentetik Antioksidanlar.....	7
Şekil 2.6: DPPH Antioksidan Madde ile Reaksiyonu.....	14
Şekil 2.7: Sınırlı Otu (<i>Plantago lanceolata</i>)	16
Şekil 2.8: Civanperçemi (<i>Achillea millefolium</i> L.)	19
Şekil 2.9: Biberiye (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.....	22
Şekil 3.1: Öğütülmüş Civanperçemi (<i>Achillea millefolium</i>)	24
Şekil 3.2: Öğütülmüş Biberiye (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	24
Şekil 3.3: Öğütülmüş Sınırlı otu (<i>Plantago Lanceolata</i>)	25
Şekil 3.4: Ev Tipi Blender ve Elek.....	28
Şekil 4.1: Civanperçemi, Sınırlı otu ve Biberiye Ekstraktlarının Fenolik ve Flavonoid İçeriği.....	32
Şekil 4.2: Civanperçemi, Sınırlı otu ve Biberiye Ekstraktlarının DPPH Radikali Giderme Aktivitesi.....	34
Şekil 4.3: Civanperçemi, Sınırlı otu ve Biberiye ekstraktlarının Ekstraktlarının IC ₅₀ Değerleri.....	35
Şekil 4.4: Ekstraktların Fe ⁺² Kompleks Oluşumunun Yüzde İnhibisyonu	37
Şekil 4.5: Ekstraktların İndirgen Güç Aktivitesi.....	38

KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ

ABTS	: 2,2'-Azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonat)
AlCl ₃	: Alüminyum klorür
ARP	: Antiradikal güç
BP	: Biberiye
BHA	: Bütillendirilmiş hidroksianisole
BHT	: Bütillendirilmiş hidroksitoluen
CUPRAC	: Bakır iyonu indirgeme gücü
CP	: Civanperçemi
DG	: Dodesil gallat
DPPH	: 1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil
EDTA	: Etilendiamin tetra asetik asit
EO	: Esansiyel oil
ET	: Elektron transferi
FeCl ₂	: Demir klorür
FeCl ₃	: Ferrik klorür
FCR	: Folin-Ciocalteu reaktifi
FRAP	: Demir (III)iyonu indirgeme gücü
FTC	: Ferrik tiyosiyanat
GA	: Gelincik aseton ekstraktı
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
HAT	: Hidrojen atomu transferine
IC ₅₀	: DPPH konsantrasyonunu %50 azaltmak için gerekli antioksidan miktarı antiradikal etkinliği
KM	: Kuru madde
K ₃ Fe(CN) ₆	: Potasyum ferrisiyanür
NaNO ₂	: Sodyum nitrit
NaOH	: Sodyum hidroksit
Na ₂ CO ₃	: Sodyum karbonat
OG	: Oktil gallat
ORAC	: Oksijen radikalini absorblama
PG	: Propil gallat

RPA	: İndirgeme gücü tayini
RPM	: Dakikadaki devir sayısı
SO	: Sınırlı otu
SOD	: Süperoksit dismutaz
TBHQ	: t-Bütil hidroksikinon
TCA	: Triklosetik asit
TEAC	: Trolox ekivalenti antioksidan kapasite
TPC	: Toplam fenolik madde kapasitesi
TRAP	: Toplam radikal tutma parametresi
UV/VIS	: Ultraviyole- görünür spektroskopi



BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

İnsanoğlu gıda, koku ve tat verici olarak besin zincirine bitkileri eklediği tarihten bu yana sadece beslenmek maksatlı değil barınak, silah, ilaç, yakacak gibi alanlarda da bitkileri kullanmışlardır. Çeşitli bitkilerden elde edilen ekstraktlar ile hastalıklarına şifa bulmaya çalışmışlar ve bu sayede günümüz ilaç teknolojisinin temellerini atmışlardır.

Gıda sektörü başta olmak üzere diğer endüstriyel sektörlerde de ürünlerin, tüketiciye ulaşması ve tüketilmesi sürecinin uzun olmasından dolayı rafta bekleme süresince bozulmaya uğramaması için antioksidan kullanımı önemli derecede artmıştır. Oksijene maruz kalması sonucu bozulan gıdalarda antioksidanlar raf ömrünü arttırmaya yardımcı olurlar.

Kanser başta olmak üzere kalp ve damar hastalığı, alzheimer hastalığı, diyabet, hipertansiyon gibi birçok hastalığın önüne geçilmesinde antioksidanlar önemli rol oynamaktadır. İnsan vücudunda ortaya çıkan hücre hasarlarını onararak fayda verebilmeleri için bu maddeler dışarıdan alınması gerekir. Bu sebeple günümüzde, insanların -gıda takviyesi olarak- besin kaynaklı doğal antioksidanları alması yaygınlaşmaktadır. Ancak diğer yandan ambalajlı ürün endüstrisi koruyucu özellikleri çok yüksek olması sebebiyle sentetik antioksidanları yaygın olarak kullanmaktadırlar. Bu sentetik antioksidanların insan sağlığı açısından zararlı olabilecekleri konusunda bilimsel çalışmalar ve tartışmalar halen devam etmektedir.

Bu çalışma, günümüz modernitesinin bizlere dayattığı yağ içerikli hazır gıda sektöründe, raf ömrünü artırmak için kullanılan sentetik antioksidan maddelerin, halen kesin hüküm verilmiş olmamasına rağmen bilimsel çalışmaların devam ettiği insan sağlığı üzerinde oluşturabileceği olumsuz etkilerini kaldırmak için bitkisel kaynaklardan elde edilebilen doğal antioksidanların endüstride kullanılabilirliğini araştırmayı amaçlamıştır. Bu amaçla doğada hüda-i nabit olarak yaygın yetişebilen aynı zamanda ülkemizde baharat ve bitki çayı şeklinde kültürel olarak tüketilmesinin yanında alternatif tıp maksatlı maserasyon yağları kullanılan tıbbi ve aromatik bitkilerden sinirli otu (*Plantago lanceolata*), civanperçemi (*Achillea millefolium L.*)

ve biberiye (*Rosmarinus officinalis L.*) bitkilerinin toplam fenol ve toplam flavonoid madde miktarları belirleyerek toplam antioksidan madde miktarları tespit edilmiştir.

Çalışmada seçilen bitkilerin doğal ortamlarda yaygın yetişebilmesi ve aynı zamanda kültüre alınabilmesi bitkilerin seçiminde etkili olmuştur. Sınırlı otu bitkisi doğada dört mevsim yetişebilirken, civanperçemi bitkisi yaz aylarında ülkemizin her bölgesinde yaygın olarak yetişmektedir. Alternatif tıpın yaygın olarak tercih edildiği ülkemizde vücuttaki yaralar için sınırlı otu bitkisi öncelikli kullanılırken, mide rahatsızlıkları ve romatizmal ağrılarda civanperçemi bitkisi tercih listesinin başında gelmektedir. Biberiye ise aromatik yapısı sebebiyle mutfakların baharat köşesinde mutlaka yer almaktadır. Bölge halkının öncelikli tercihi olan bu bitkilerin endüstride antioksidan madde olarak kullanılır hale gelmesi ile ürüne karşı tüketicinin kültürel tüketim alışkanlığına dayalı olarak ürünü benimsemesinin yanında üründe oluşabilecek baskın tat ve koku durumlarını da yadırgamadan tüketmesini sağlayacaktır.

Ekstraksiyon aşamasında solvent olarak etanol tercih edilmemiştir. İslam fıkhında haram ve necis olarak kabul edilen etil alkol, kullanıldığı ürün içerisinden distile edilerek uzaklaştırılsa bile necaset temizlenmiş olmaz. Metanol için böyle bir kaide yoktur. Bu sebeple çalışmada helal gıda standartları göz önünde bulundurularak etanol tercih edilmeyip yerine metanol kullanılmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Antioksidanlar

Oksidasyona maruz kalabilen bileşikleri de kapsayan tanım olarak antioksidanlar; oksidasyona maruz kalabilen maddelerden daha az miktarda bulunan ve substrat oksidasyonunu öteleyen veya engelleyen maddelerdir (Becker vd., 2004).

Antioksidan maddeler, çağımızda karşılaşılan bazı hastalıklara neden olabilecek serbest radikalleri inaktive ederler. Bir veya birden fazla çiftlenmemiş elektron taşıyan moleküller serbest radikal olarak isimlendirilir (Çavdar, Sifil ve Çamsarı, 1997). Reaktif oksijenleri giderme kabiliyetlerinden dolayı antioksidanlar, beslenme rejminde gerekli önemi ve değeri almaya başlamış ve ticari önem arz eden raf ömrü açısından doğal ve sentetik muadilleri endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Ürün reçetelerinde rutin bir işlem olarak kullanılmaktadır (Yavaşer, 2011).

Yapay antioksidan maddelerin standart ve yüksek koruyucu etkileri sebebiyle yaygın kullanılmasına rağmen insan sağlığı üzerindeki olumsuz düşünceler araştırmacıların farklı platformlarda tartışmalarına yol açmıştır (Pokorny, 2007).

2.1.1. Antioksidanların Sınıflandırılması

Antioksidanlar elde edildiği kaynaklarına göre doğal antioksidanlar ve yapay antioksidanlar olarak sınıflandırılır. Kimyasal yapılarına göre ise üçe ayrılır. Bunlar organik sülfür yapısında olanlar, fenolik yapıda ve aromatik amino yapıda olanlardır. Primer antioksidanlar ve sekonder antioksidanlar etki mekanizmasına göre sınıflandırılmış şeklidir. Tablo 2.1'de antioksidanların detaylı sınıflandırılması gösterilmiş olup yapay antioksidanlarda BHT, BHA, Troloks sıralanırken, doğal antioksidan sınıfında enzimatik antioksidanlar ve enzimatik olmayan antioksidanlar şeklinde gruplandırılmıştır. Enzimatik olmayan antioksidanlar ise endojen ve eksojen antioksidanlar olarak gruplandırılmıştır (Akyüz, 2007).

Tablo 2.1: Antioksidanların Sınıflandırılması

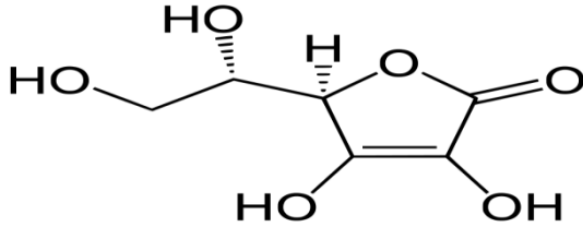
Antioksidanlar		
Doğal Antioksidanlar		Yapay Antioksidanlar
Enzimatik	Enzimatik Olmayan	
Süperoksit Dismutaz	Endojen	Eksojen
Katalaz	Glutasyon	E-vitamini
Glutasyon	Srüloplazmin	β _karoten
Peroksidaz	Bilirubin	Askorbik asit
Transferaz	Ferritin	Flavonoidler
Sitokrom Oksidaz	Laktoferin	
	Ürik asit	
	Haptoglobinler	
	Albumin	

Kaynak: Akyüz, 2007.

2.1.1.1. Doğal Antioksidanlar

Antioksidanlar geçmişten günümüze gıdaların tat ve kokularını korumak için kullanılmaktadır. Okside olabilen bileşikleri oksidasyondan korumak ve gıdanın lezzetlendirilmesini sağlamak maksatlı çeşitli bitki ve baharatların kullanılması doğal beslenme ve sağlıklı yaşam açısından önemlidir.

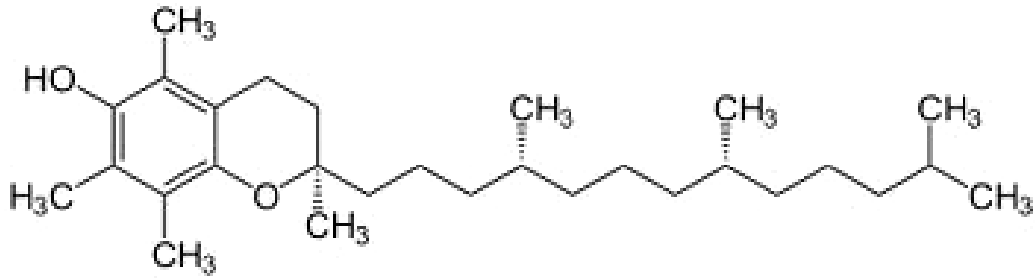
Suda çözünen bir vitamin olan C vitamini (askorbik asit, askorbat) insan beslenmesinde büyük öneme sahip birçok meyve ve sebze bolca bulunmaktadır. Fermantasyon yöntemi ile mikrobiyal olarak elde edilebilen askorbik asit Şekil 2.1'de görüldüğü gibi altı karbonlu lakton yapısındadır. İnsan vücudunda sentezlenemeyen C vitamini, bazı hayvanlar ve bitkilerde sentezlenir. C vitamininin antioksidan etkisi, serbest radikalleri, reaktif azot ve reaktif kloru gidermesi ile gerçekleşir ve bu sayede kullanıldığı gıdaların içerisindeki okside olabilen substratların oksidasyonunu engelleyip/geciktirip besinin raf ömrünün artmasına büyük katkı sağlar (Yıldız, 2007).



Şekil 2.1: C vitamini (askorbik asit)

Kaynak: wikipedia.org/, 2021.

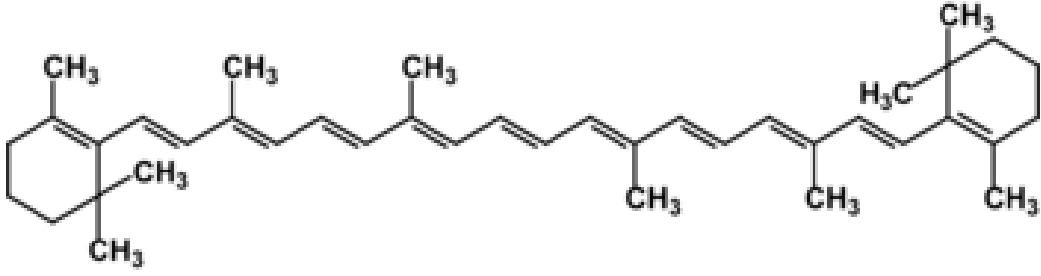
Yağda çözünen vitaminler grubunda bulunan E vitamini antioksidan olarak dokularda önem kazanmaktadır. α -, β -, γ -, δ - tokoferoller ve tokotrienoller içerir. Şekil 2.2'deki D- α -tokoferol biyolojik aktivitesi en yüksek olan tokoferoldür. Yağlardaki doymamış moleküllerin oksidasyonunu engellemesi ve serbest radikalleri süpürmesi ile etkin bir antioksidan olduğu düşünülmektedir.



Şekil 2.2: D- α -tokoferol.

Kaynak: Aydın, 2012.

Mikrobiyal yöntemler ile sentezlenebilen karotenoidler bitkilerde de sentezlenir. Doğadaki birçok bitki ve hayvanın renklerinden sorumlu olan karotenoidler yüzlerce doğal kaynaktan izole edilmiştir. Turuncu- kırmızı renkleri yapılarındaki çift bağlardan kaynaklanır. Konjuge çifte bağ içerikleri antioksidan etkilerini oluşturmaktadır (Aydın, 2012).



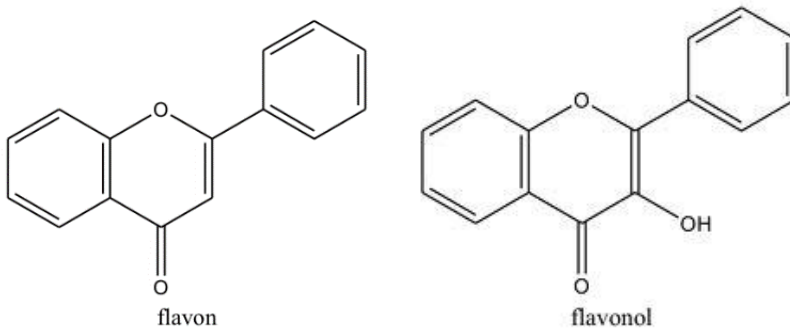
Şekil 2.3: β _karoten.

Kaynak: sigmaaldrich.com, 2021.

Güçlü antioksidan olan polifenoller, fitokimyasallarda en yaygın olan sınıftır. Kimyasal yapıları antioksidan aktivitelerini belirler.

Fenolik bileşikler bitki yapısında ikincil metabolit olarak oluşur ve kimyasal yapılarında fenol halkası ve üzerinde OH grubu taşırlar. Bitkilerin birçok karakteristik özelliğinde belirleyici rol oynayan fenolik bileşikler, bitkinin antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde önem kazanır. Fenolik bileşiklere flavononlar, flavonoidler, flavonoller, fenoller ve fenolik asitler örnek olarak verilebilir.

Bu alt sınıflardan flavanoidler üye sayısı itibari ile en büyük grubu oluşturup yaklaşık 5000 üyesinin bulunduğu tahmin edilmektedir. Flavanoidler de flavonolller, flavonlar, flavanoller ve izoflavonlar gibi, temel kimyasal yapıları Şekil 2.4'de gösterilen alt gruplara ayrılırlar (Karademir, 2005).



Şekil 2.4: Flavon ve Flavanol

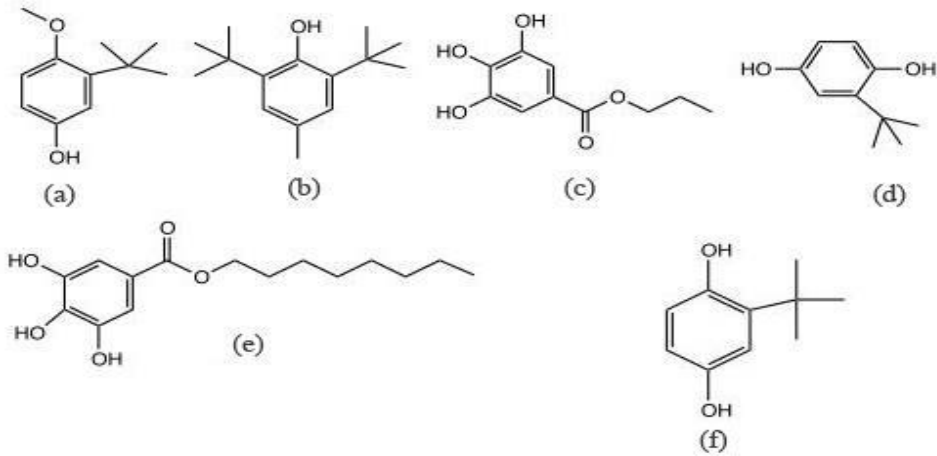
Kaynak: Çıkrıkçı, 2005.

Beslenme diyetinde yer alan bitki tohumları, sebze ve meyvelerde yoğun olarak bulunan flavonoidler, fenolik bileşiklerin alt sınıfıdır. Bitki aleminde çiçeklenmeden,

kök nodülü oluşumuna kadar birçok önmeli işlevi olan Flavonoidler, 15 karbonlu bir heterosiklik iskelet yapısına sahip olup, C6–C3–C6 karbon iskeleti şeklinde gösterilebilir. İki aromatik halka, üç karbonlu bir alifatik zincir ile birbirine bağlanmaktadır (Aydın, 2012).

2.1.1.2. Sentetik Antioksidanlar

Sentetik antioksidanlar doğal olarak bulunmayan ve gıdalarda lipid peroksidasyonunu önlemek için kullanılan antioksidanlardır (Şekil 2.5). Gıda endüstrisinde yağların oksidasyonunu geciktirmek veya engellemek maksadı ile antioksidan maddeler kullanılır.



Şekil 2.5: Sentetik Antioksidanlar ((a)BHT, (b)BHA, (c)PG, (d)OG, (e)DG, (f) TBHQ)

Kaynak: Karademir, 2005.

Gıdanın serüveninde besinin besleyici değerlerini kaybetmeden tüketiciye ulaşması hedeflenen bir durumdur. Bu sebeple üretim prosesinde antioksidan maddeler kullanılır. Tüketim noktasına ulaşan gıdanın besin değerlerini koruması için endüstride genellikle sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Günümüz araştırmacıları proste kullanılan sentetik antioksidanların canlılarda karsinojenik etki gösterdiğine dair endişelerini belirtmektedir (Tunalıer vd., 2002). Buna bağlı olarak son yıllarda, proste sentetik antioksidanların yerini alabilecek güvenli ve ucuz doğal antioksidan madde araştırmaları hız kazanmıştır (Dikmen, 2009).

Gıda endüstrisinde yağların oksidasyonunu tüketicilerin sağlığını korumak için önem arz etmektedir. Çünkü lipid peroksidasyonu ile istenmeyen toksik reaksiyon ürünlerinin oluşması mümkündür (Maillard vd., 1996). Bu nedenle birçok sentetik antioksidan kullanılmaktadır (Wanita ve Lorenz, 1996). Ancak, sentetik antioksidanların kullanımındaki sağlık riski nedeniyle kullanımları kısıtlıdır (Park vd., 2001).

Proseste uygulanan yüksek sıcaklığa dayanıklı olmayan BHT, bitkisel yağlarda düşük antioksidan etkiye sahip iken hayvansal yağlarda yüksek antioksidan etkiye sahiptir (Karademir, 2005). BHA ile benzer özelliklere sahip olan BHT için % 0.01 oranında kullanım kısıtlaması yapılmıştır (Türk Gıda Kodeksi, 2013).

Sentetik antioksidanlar etki mekanizmalarına göre primer ve sekonder antioksidanlar olarak iki grupta toplanır. Primer sentetik antioksidanlar oksidasyon esnasında serbest radikal oluşumunu inhibe ederler ve genel olarak serbest radikal sonlandırıcılar (örnek olarak BHA, BHT, propil gallat, dodesil gallat ve oktil gallat verilebilir), oksijen süpürücüler (örnek olarak sülfidler, glukoz oksidaz ile askorbil palmitat verilebilir) ile şelatlayıcı ajanlar (örnek olarak EDTA ve polifosfatlar verilebilir) şeklinde üç alt gruba ayrılırlar (Venkatesh ve Sood, 2011; Kahl, 1984).

2.1.2. Antioksidan Aktivitesi Mekanizması

Antioksidanlar, serbest radikallerin etkilerini azaltır veya yok eder. Bunun için serbest radikallerin ve aktif oksijen türlerinin reaksiyonlarını inhibe eder. Antioksidanların etki mekanizması serbest radikaller ile reaksiyona girip, inaktif ürünleri oluşturmalarıdır (Pokorny ve Korczak, 2001). Antioksidan aktivitesi mekanizması Tablo 2.2’de gösterilmiştir (Hall, 2001)

Tablo 2.2: Antioksidan aktivitesi mekanizması

Antioksidan sınıfı	Antioksidan aktivitesi mekanizması	Antioksidan Örneği
Antioksidanlar	Lipit serbest radikallerinin inaktivasyonu	Fenolik bileşikler
Hidroperoksit stabilizerleri	Hidroperoksitlerin serbest radikallere dönüşümünün önlenmesi	Fenolik bileşikler
Sinerjistler	Uygun antioksidanların teşvik edici aktiviteleri	Sitrik asit, Askorbik asit
Metal tutucu	Ağır metallerin inaktif ürünlere bağlanması	Fosforik asit, Maillard tepkimesi bileşikleri, sitrik asit
Singlet oksijen kırıcı	Singlet oksijenin triplet oksijene dönüşümü	Karotenler
Hidroperoksidi parçalayan maddeler	Hidroperoksitlerin radikal olmayan yöntemlerle azalması	Proteinler, amino asitler

Kaynak: Hall, 2001.

2.2. Fenoller ve Flavonoidler

Araştırmalarda bitki fenoliklerinin vücut direncini artırdığı ve hastalıklara karşı direnç oluşturduğu tespit edilmiştir. Yapılan deneylerde fenolik asitlerin mantar gelişimine mani olduğu tespit edilmiştir. Fenolik asit grubunun ve flavonoidlerin bir grubunun antibiyotik, antifungal ve antiinflamatuvar olarak etki gösterdiği literatür çalışmalarında görülmüştür (Singleton, Orthofer ve Lamuela-Raventos, 1999).

Antioksidan özelliklerin, doğal antioksidanların serbest radikaller ile reaksiyona girebilme kabiliyetlerinden dolayı moleküler yapılarıyla doğrudan ilişkili olduğu çalışmalarda görülmüştür (Rice-Evans vd.,1997; Pannala vd., 2001; Apak vd.,2007).

Çay bitkisi üzerine yapılan bir çalışmada, bitki yapısındaki fenolik madde içeriği, çay çeşidine bağlı olarak değiştiği ve buna bağlı olarakta antioksidan aktivitesinin değiştiği görülmüştür. Yeşil çayın içerdiği yüksek flavanoller nedeniyle, siyah çay ise flavanol içeriği ve üretim esnasında oluşan ikinci fenolik maddeler nedeniyle yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Buna bağlı olarak çayın sağlık üzerine etkisi tartışılmıştır (Tosun ve Karadeniz, 2005).

Doğal antioksidanların içerisinde fenolik maddeler en önemli grupları oluştururlar. Fenolik maddeler grubunda en yaygınları; fenolik asitler, flavonoidler, tokoferoller, sinamik asit türevleri ve kumarinlerdir (Tunalı vd., 2002). Fenolik asitlerin antioksidant aktiviteleri hidrojen ve elektron vermelerine göre değişiklik gösterir (Singleton, Orthofer ve Lamuela-Raventos, 1999).

Flavonoidler, antioksidatif aktivitelerini ksantin oksidaz, lipoksijenaz ve siklooksijenaz gibi enzimleri inhibe ederek, metal iyonları ile şelat oluşturarak, diğer antioksidanlar ile etkileşime girerek ve süperoksit anyonları, lipid peroksil radikalleri ve hidroksil radikalleri gibi serbest radikalleri yakalayarak göstermektedirler (Can, Özçelik ve Güneş, 2005).

Antioksidan ailesi içerisinde geniş yere sahip olan fenolik yapıli maddeler yapıli bakımından sahip oldukları fonksiyonel gruplar sayesinde hidrojen ve elektron verebilirler. Fonksiyonel gruplar serbest radikalleri ve oksitleyici grupları uzaklaştırırlar. Sahip oldukları zengin OH grupları fenolik maddelere polar olma özelliği sağlar ve antioksidan özelliklerini artırır. Toplam fenolik madde tayininde folin reaktifinin 1 elektron alması sonucu indirgenerek mavi renkli türler oluşur (Özenç, 2011).

Singleton vd. (1999) tarafından ortaya konulan folin-ciocalteu reaktifi (FCR) ile toplam fenolik bileşik madde tayini metodu sonraki uygulayıcılar tarafından geliştirilmiştir. Fosfomolibdat ve fosfotungstat karışımı bir reaktif olan FCR fenolik ve polifenolik antioksidanların renk şiddetinde meydana getirdikleri farklılıkların tespitinde kullanılır (Singleton, Orthofer ve Lamuela-Raventos, 1999). Bu yöntem; fenolik bileşikler ya da diğer indirgeyici bileşiklerin oluşturdukları mavi renkli kompleksin 750-765 nm'de spektroskopik olarak belirlenmesine dayanır. Son dönemlerde FCR, toplam fenolik madde tayini yerine toplam indirgeyici kapasitenin belirlenmesinde kullanılmakta. Çünkü FC sadece fenolik bileşikler tarafından değil

aromatik aminler, sülfür dioksit ve askorbik asit gibi fenolik olmayan bileşik tarafından da indirgenebilmektedir (Magakhaes vd., 2008).

Fenolik bileşikler antioksidan kapasiteye en büyük oranda katkı sağlayan bileşik grubunu oluşturur. Bu nedenle gıdalarda veya bitkisel özütlerdeki fenolik madde miktarının belirlenmesi antioksidan kapasite hakkında fikir vermesi açısından önemlidir. Folin-Ciocalteu fenol ayracı fosfomolibdik ve fosfotungustik asitleri içeren heteropoliasitlerin bir karışımıdır (Singleton ve Rossi, 1977). Metodun temelini alkali ortamda fenolik bileşiklerin Folin-Ciocalteu reaktifine elektron transfer etmesi ve oluşan mavi renkli kompleksin 750-760 nm'de spektrofotometrik olarak incelenmesine dayanır (Magalhaes vd., 2008). Metodun Sonuçları genellikle gallik aside eş değer olarak verilmekte, bununla birlikte pirokatekol gibi diğer standartlara da rastlanmaktadır. Metodun basitliği, tekrarlama bilirliliğinin yüksek olması ve diğer antioksidan kapasite tayin metotları ile aralarında güçlü bir korelasyonun bulunması en sık kullanılan metotlar arasına yerleştirmiştir (Huang, Ou ve Prior, 2005).

Cai vd. 2004'de fenolik bileşik ve antioksidan aktivite tayini için 112 farklı bitkiyi incelemişler ve toplam antioksidan kapasitelerini TEAC/ABTS metodunu uygulayarak tespit etmişlerdir. Araştırmada toplam fenolik içerik ile antioksidan kapasite arasında lineer bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

2.3. Antioksidan Aktivitesi

Farklı metotlar ile antioksidan kapasiteyi tespit etmek mümkündür. Bu maksat ile geliştirilmiş metotların kıyaslanması durumunda bir antioksidan maddenin antioksidan kapasitesi her metotta farklılık gösterebileceği literatür çalışmalarında görülmüştür (Huang, Ou ve Prior, 2005).

E vitamini primer antioksidan grubunda olan fenolik bileşiklerdir. Primer antioksidanlar oksidasyonu radikal süpürücü etkileri ile engellerler. Sekonder antioksidanlar ise doğrudan radikal süpürme etkisi içermeyip ortamda indirgeyici maddeler veya primer antioksidanlar var ise etki gösterirler. Sitrik asit gibi maddeler ancak ortamda metal iyonu varsa etkinlik göstermektedirler (Akdeniz vd., 2008; Gordon, 2001; Dikmen, 2009).

Bilimsel anlamda antioksidanlar üzerine yapılan çok sayıda yayın olmasına rağmen antioksidan kapasiteyi belirlemeye yönelik üniversal tek bir antioksidan metot

geliştirilememiştir. Fitokimyasalların oldukça karmaşık yapısı ve kullanılan çözücü, ekstraksiyon zamanı, ekstraksiyon metodu, partikül büyüklüğü, örneklerin toplanma zamanları, depolama şartları gibi çok sayıda faktörden fitokimyasalların etkilenmesi antioksidan kapasite açısından tek bir metodun kullanılabilirliğini imkansız hale getirmiştir. Bu bağlamda bitkisel özütlerin antioksidan potansiyellerini belirlemek için çeşitli metotlar geliştirilmiş ve yeni metotlar geliştirme çalışmaları tüm hızıyla devam etmektedir. Antioksidan kapasite ölçümünde kullanılan metotlar genel olarak bir serbest radikali içermektedir. Antioksidanlar üzerine yapılan çalışmalarda kapasite, aktivite, güç, özellik gibi terimler antioksidan durumu ifade etmek için kullanılmaktadır. Antioksidanlar için “aktivite” teriminin kimyasal olarak tümüyle içeriği karşılamadığı için antioksidatif durumu nitelenmek için “kapasite” teriminin daha uygun olduğu belirtilmektedir (Huang, Ou ve Prior, 2005).

Antioksidan kapasite tayininde kullanılan metotlar reaksiyonların gerçekleşme mekanizmalarına göre iki grupta toplanır:

a) Hidrojen transferine dayanan metotlar (HAT): Antioksidan moleküllerin hidrojen vererek serbest radikalleri etkisiz hale getirilmesine dayanır. Hidrojen transferine örnek olarak; oksijen radikali absorbans kapasitesi (ORAC), β -karoten/linoleik test sistemi, toplam radikal yakalama antioksidan parametresi (TRAP) gösterilebilir. (Huang, Ou ve Prior, 2005).

Amaç olarak oksidasyonu geciktirmek/ engellemek için peroksil radikali ile substrat reaksiyonunu engellemek gerekmektedir. Temelinde hidrojen transferine dayanan bu metotlarda, peroksil radikali oluşturulup reaksiyon ortamındaki antioksidan ile etkileşimi sağlamak ve radikallerin hedef moleküller ile reaksiyona girmesinigeçiktirmektir. (Frankel ve Meyer, 2000).

b) Elektron transferine dayanan metotlar (ET): Serbest radikale antioksidan maddelerden elektron transferi yapılması ile hedef molekülün indirgenmesine dayanır. Demir indirgeme (FRAP), bakır indirgeme (CUPRAC) güçlerinin tayinine yönelik metotlar örnek olarak verilebilir (Huang, Ou ve Prior, 2005).

Bu metotlar oksidanın renk şiddetinin değişimine dayalı tayindir. Renk değişiminin sebebi antioksidanın, oksidan tarafından yükseltgenmesi yani bir elektron oksidana transfer edilmesidir. Ölçülen absorbans değerleri ortamdaki antioksidan konsantrasyonuyla doğru orantılı olduğundan, antioksidanın indirgeyici kapasitesi

taininde kullanılır. Folin-ciocalteu reaktifi ile toplam fenolik madde tayini, TEAC, FRAP ve bakır indirgeme kapasitesi yöntemleri elektron transferine dayanan metotlardır (Frankel ve Meyer, 2000).

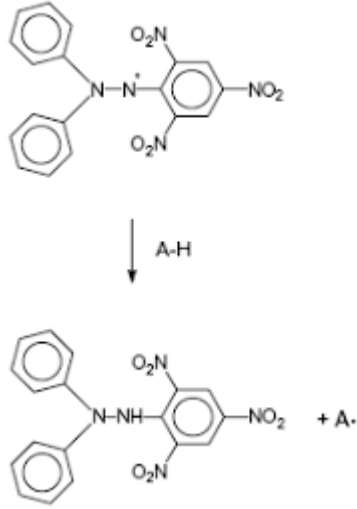
DPPH, ABTS ve Folin-Ciocalteu metotlarında ise hidrojen ile elektron transferleri birlikte gerçekleşmektedir (Huang, Ou ve Prior, 2005).

Koruyucu antioksidan kapasite tayini yerine radikal süpürücü kapasite veya oksidan giderici aktivite tayininde Hidrojen atomu transferi (HAT) metodu ve elektron transfer (ET) metodu kullanılmaktadır (İşbilir, 2008).

Gıdaların raf ömürlerini artırmak üzere kullanılan antioksidanlar bu işlevlerini, antioksidan sistemlerini engelleyen maddeler veya çok fazla radikal oluşumu gibi durumlarla mücadele etme ile gerçekleştirmektedir. Bu amaç için çok sayıda antioksidan madde araştırılmış ve halen de araştırmalar devam etmektedir. Alışıl gelmiş sentetik antioksidanların yanı sıra doğal kaynaklardan elde edilen antioksidanlara yönelme ve bu maddelerin antioksidan olarak kullanılabilirliğini belirleyecek metotları geliştirme başlıca araştırma konusu haline gelmiştir. Son zamanlarda antioksidan aktivitelerini ölçmek için birden fazla metot kullanılmaktadır. Bu metotlar ortamdaki antioksidan çeşidi, substrat miktarı, radikal madde miktarı ve reaksiyon şartlarına bağlı olarak birbirinden farklıdır (Frankel ve Meyer, 2000).

2.3.1. Antioksidan Maddelerin DPPH Süpürücü Etkileri

Bu metotta 1,1-difenil-2-pikril hidrazil (DPPH) radikallerinin (Şekil 2.6) antioksidan bileşilerin belirlenmesinde kullanılabileceği Blois (1958) tarafından ortaya konulmuştur. Brand-Williams ve arkadaşları (1995) yoğunlaşan araştırmalara bağlı olarak yöntemi geliştirmiş ve araştırmacılar için önemli bir referans haline gelmiştir. Organik azot radikali olan DPPH (1,1difenil-2-pikrilhidrazil) radikale antioksidan maddelerin süpürücü aktivitesini tayinine dayanan bu yöntem, antioksidan ilave edilmiş DPPH çözeltisinin kırmızıdan sarıya dönen rengin 515 nm'de maksimum absorbanstan düşüşünün tayiniyle belirlenir. Bu yöntemin geçerli ve başarılı olduğu antioksidanların radikal süpürme aktivite tayilerinden görülmüştür (Aydın, 2012).



Şekil 2.6: DPPH antioksidan madde ile reaksiyonu.

Kaynak: Aydın, 2012.

Doğal antioksidan araştırmalarında bitkilerden elde edilen ekstraların antioksidan aktivitesini araştırmak için DPPH radikalini ile hazırlanan çözeltiliye ilave edilir. Oluşan renk değişiminin 517 nm’de etkinliği tayin edilir (Blois, 1958).

DPPH radikalini temizleyici etkisi yönteminin yoğun olarak tercih edilip kullanılması uygulama kolaylığı, sonuçların başarılı ve antioksidan sınıfındaki doğal ve sentetik birçok madde için kullanılabilir (Alves vd., 2010).

Metodun dezavantajları olarak çözücü ile pH’dan etkilenmesi ve DPPH’in biyolojik bir radikal olmaması sayılabilir (Huang, Ou ve Prior, 2005; Wicks, Wood ve Garg, 2006). Diğer dezavantajları ise DPPH’ in alkol gibi organik çözücülerde çözünemesidir ki sulu çözeltilerdeki antioksidanların aktivelere tespitinde yeterli olmamasıdır (Arnao, 2000). Işık ortamında DPPH’in absorbans değerlerinde 120 dakikalık süre içerisinde %20 ile %35 oranında azalma görülürken ışıksız ortamda bu süre 150 dakikaya ulaşıncaya denk kabul edilebilir bir değişiklik gözlemlenmemiştir (Özçelik vd., 2003).

DPPH azot radikali olup kararlı yapıdadır. Peroksil radikalleri lipit peroksidasyonunda önemli rol alırlar ve hızlı reaksiyona girerler. DPPH ise bunun aksine birçok antioksidan ile reaksiyona girmez veya çok yavaş girer (Huang, Ou ve Prior, 2005; Magalhaes vd., 2008).

2.3.2. Antioksidan Maddelerin Demir İndirgeme Etkisi

Oyaizu (1986)'nin geliştirdiği indirgeme g¼c¼ tayini y¼ntemi, $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$ demir iyonunun tepkimede elektron alarak indirgenmesi ile ger¼ekleřen renk değişimi 700 nm'de kontrol edilerek tayin edilir. Elde edilen değerler, y¼ksek indirgeme potansiyeli olan askorbik asit ile mukayeseli olarak yorumlanır. Bu metot araştırılan bileşiğin toplam indirgeme potansiyelini belirtmektedir.

2.3.3. Antioksidan Maddelerin Demir (II) şelatlama Etkisi

Demir iyonları (Fe^{+2}) pro-oksidan olarak lipid peroksidasyonunda g¼rev aldığı belirtilmektedir. Fe^{+2} iyonları, ileri oksidasyon reaksiyonlarında kullanılarak hidroksil radikali gibi y¼ksek tehlikeli radikalın oluşumunda önemli rol oynar. Bu nedenle, antioksidanların şelatlama aktivitesini belirlemede Fe^{+2} iyonlarını bağlayarak etkisiz hale getirmesi önemli bir yorumlama metodu olarak ortaya konulmuştur. Oksidasyonun durdurulması veya azaltılması i¼in Fe^{+2} iyonlarının ortamdaki konsantrasyonunun azalması hedeflenen bir etkidir. Bunun i¼in ferrozinin testi genellikle kullanılan bir yoldur. Ferrozinin Fe^{+2} iyonları ile oluşturduğu kompleks kantitatif olarak değerlendirir. Oluşan kompleksin kırmızı rengine meydana gelen d¼ř¼ř 562 nm'de spektrofotometrede tayin edilir. Metotta genellikle standart olarak etkin bir demir şelatlayıcı ajanı olan EDTA kullanılmaktadır (Dinis, Madeira ve Almeida, 1994; Yamaguchi vd., 2000; Wannes vd., 2010).

2.3.4. Antioksidan Maddelerin Demir (III) İyonu İndirgeme Kapasitesi

Benzie ve Strain (1996), kan plazmasında indirgeme g¼c¼n¼n belirlenmesi i¼in geliştirilen bu metot zamanla modifiye edilerek bitkisel materyallerdeki antioksidanların indirgeme potansiyellerini belirlemek i¼in kullanılabilir hale gelmiştir. Metodun temeli asidik ortamda sarı renkli $Fe(III)/TPTZ$ kompleksinin antioksidanlar tarafından koyu mavi renkli $Fe(II)/TPTZ$ kompleksine indirgenmesi ve indirgeme aktivitesinin 595 nm'de spektrofotometrik olarak değerlendirilmesine dayanır (Benzie ve Strain, 1996). FRAP testi basit, hızlı, ucuz ve spesifik bir ekipman gerektirmediği i¼in kapasite değerlendirilmesinde uygulanan metotların başında gelir. Bu avantajlarına karşılık metot glutatyon gibi tiol grubu (-SH) i¼eren antioksidanları ölçememektedir (Prior ve Cao, 1999).

Gülçin, 2006'da ABTS ve DPPH radikal süpürücü aktivite tayin yöntemi, ferrik tiyosiyanat yöntemi ile toplam antioksidan kapasite tayini, toplam indirgeme kapasitesi ve metal şelatlama aktivitesi yöntemlerini kullanarak kafeik asidin antioksidan etkilerini değerlendirmiştir. Referans antioksidan bileşikler olarak α -tokoferol, troloks, BHA ve BHT'yi kullanmıştır. 10 $\mu\text{g/ml}$ ve 30 $\mu\text{g/ml}$ derişimlerinde kafeik asit linoleik asit emülsiyonunun peroksidasyonunu sırasıyla % 68.2 ve % 75.8 inhibe etmiştir. 20 $\mu\text{g/ml}$ derişimdeki BHA, BHT, α -tokoferol ve troloks ise % 74.4, % 71.2, % 54.7, % 20.1 inhibisyon göstermiştir. DPPH radikal süpürücü aktivite tayininde BHT > kafeik asit > BHA > α -tokoferol > Troloks (20 $\mu\text{g/ml}$) ; aynı derişim aralığında ABTS radikalini süpürme aktiviteleri içinse kafeik asit > troloks > α -tokoferol şeklinde bir sıralama yapılmıştır.

2.4. Sinirli otu (*Plantago lanceolata*)

Sinirli otu (*Plantago lanceolata*), dünyanın birçok bölgesinde olduğu gibi ülkemizde de hüda-i nabit olarak yetişen bir bitkidir. Bölgesel olarak halk arasında “sinirli yaprak”, “bağa yaprağı” ve “ateş yaprağı” şeklinde isimlendirilmektedir (Uslu, Temur ve Yörük, 2016).

İlkbaharın girişiyile çiçek açmaya başlayan sinirli otu agustos, eylül aylarında olgunlaşır ve oldukça acıdır. Sinirli otunun yapraklarından salata malzemesi olarak ve siğıil ilacı olarak yararlanılmıştır. Şekil 2.7 Sinirli otu (*Plantago lanceolata*)'nun fotoğrafını göstermektedir.



Şekil 2.7: Sinirli otu (*Plantago Lanceolata*)

Kaynak: Tanrıkulu, 2009.

Alternatif tıpta yıllardır kullanılan bu bitki, bulunduğu coğrafyalarda yaraları tedavi etmede, insanların ümmün sistemi geliştirilmesinde, üst solunum yolları tedavisinde ve kanser gibi birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. Sinirli otunda yapılan çalışmalar ile içeriğinde, flavonoidler (baisalein, luteolin), monoterpenoidler (linalool), triterpenoidler (oleanolik asit, urkolik asit), iridoid glikozidler (aukubin) ve fenolik komponentlerdir (kafeik asit, kloragenik asit, ferulik asit, p-kumarik asit ve vanilik asit) olarak 5 farklı etken madde olduğu tespit edilmiştir. (Stewart vd., 1996; Moore, Sanford ve Wiley, 2006).

Antibakteriyel, panzehir, damar büzücü, yatıştırıcı, balgam sökücü, kanamayı durdurucu, müshil ve yara lapası olarak bazı tedavi edici özelliklere sahiptir. Sinirli otu, mide rahatsızlıkları, bronşial spazm, sinirlilik, kuru öksürük, alerjik ağrılar, idrar yolları ağrıları, gastrik ve peptik ülser, hemaroid rahatsızlıkları için de kullanılır (Atasoy, 2010).

Dalar vd., 2012'de *Malva neglecta* (ebegümece) ve *Plantago lanceolata* (sinirli otu) metanol ekstraktlarının antioksidan kapasitelerini incelemiştir. Yaprak, gövde, çiçek, meyve, kök ve bütün bitkiden elde edilen ekstraktların antioksidan kapasiteleri, ferrik indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) ve oksijen radikal emme kapasitesi (ORAC) metotları ile belirlenmiştir. Sinirli otu ekstraktı, ebegümece ekstraktına göre önemli ölçüde daha yüksek antioksidan kapasiteler sergilemiştir. Toplam indirgeme kapasitesi (FRAP testi) 130.4 ± 11.5 (gövde) ve 369.1 ± 19.4 (yaprak) $\mu\text{mol Fe}^{+2}/\text{KM}$ (kuru madde) arasında değişmektedir; sinirli otu ekstraktının oksijen radikal absorbans kapasitesi ebegümece ekstraktının 1.9–2.6 kat fazlası olduğu tespit edilmiştir. Meyve ve yaprak ekstresi için sırasıyla ORAC değeri 738.0 ± 10.3 ila 1625.0 ± 15.5 $\mu\text{mol TE} / \text{g (KM)}$ arasında değişmekteydi, tüm bitki ise 930.5 ± 0.9 $\mu\text{mol TE} / \text{g (KM)}$ olan ORAC değeri ebegümececinin yaklaşık iki katıdır.

Ayrıca ebegümece ve sinirli otu metanol ekstraktlarında toplam fenolik bileşiklerin ve başlıca fenolik grupların seviyelerini değerlendirmiştir. Sonuçlar, toplam fenoliklerin, hidroksisinamik asitlerin ve flavonoidlerin, flavonollerin, sinirli otunun bitki kısımlarında sırasıyla 12.2- 35.3, 1.36- 4.34, 2.98- 9.67 ve 1.61- 7.24 $\mu\text{g} / \text{g KM}$ aralığında olduğunu göstermiştir.

Beara vd., (2012) *Plantago lanceolata* L. (sinirli otu)'nun fenolik profilini, antioksidan, antiinflamatuvar ve sitotoksik aktivitesini belirledi. Analiz sonuçları,

ekstraktın fenolik asitler açısından zengin olduğunu gösterdi. Sonuçlar, önemli miktarda benzoik asit türevlerinin hidroksibenzoik ve 3,4,5-trihidroksibenzoik (gallik asit) sinirli otu ekstraktında bulunduğunu göstermiştir. En baskın bulunan benzoik asit türevi vanilik asittir ve belirlenen miktar 411.5 µg / g (KM). Ekstraktların antioksidan aktivitesi, birkaç deney kullanılarak belirlenmiştir. DPPH radikal, hidroksil radikal, süperoksit anyon ve NO (nitrik oksit) süpürücü kapasitesi, lipid peroksidasyon ve indirgeyici güç (FRAP) deneyleri yapılmıştır. Sonuçlar, sinirli otu ekstraktlarının değerlendirilen antioksidan analizleri için IC₅₀ değerlerinin sırasıyla 4.20 DPPH (µg / ml), 236.12 HO (µg / ml), 23.85 O₂ (µg / ml) ve 0.19 NO (µg / ml) olduğunu göstermiştir.

Koçak, 2011'de yaptığı bu çalışmada, *Plantago lanceolata* L. bitkisinin farklı çözücü (n-heksan, etil asetat, metanol ve su) özütleri hazırladı ve bu özütlerin antioksidan aktivitelerini çalıştı. Özütlerin antioksidan aktiviteleri β-karoten/linoleik asit, fosfomolibdenyum yöntem, serbest radikal (DPPH) giderim/süpürüm, indirgeme gücü ve şelatlama etkisini içeren beş farklı test sistemiyle belirlemiştir. Çalışılan test sistemleri arasında n-heksan özütü . β-karoten/linoleik asit sistemde etkili aktivite göstermiştir. Diğer test sistemlerinde, genelde metanol ve etil asetat özütleri güçlü aktivite profile sergilemiş. Özellikle, su özütünün standart antioksidan olan BHT.den daha yüksek indirgeme gücü kapasitesine sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca özütlerin içerdiği toplam fenolik ve flavonoid bileşik miktarları da belirlenmiştir. Etil asetat ve su özütünün fenolik bileşikçe zengin olduğu bulunmuştur.

Kuranel, 2012'de yaptığı çalışmada, *P. lanceolata* bitkisinin sulu ve metanollü özütlerini sıçan sırtında oluşturulan doğrusal kesi yarası üzerinde kullanarak etkisini yorumlamışlardır. Yara dokusunda TBARs, GSH, T-SH ve HP ile serum ve doku iz element (Zn⁺² ve Cu⁺²) miktarları tespit edilmiştir. *P.lanceolata* bitkisinin yara dokusunda oksidatif stresin göstergelerinden olan TBARs düzeylerini anlamlı derecede azalttığı, antioksidan moleküllerden GSH ve T-SH düzeylerinde artışa neden olduğu, bağ doku bileşeni olan kollajen sentezini ise yara dokusunda anlamlı düzeyde artırdığı bulunmuştur. Ayrıca, kollajen sentezinde ve yara iyileşme sürecinde önemli göstergeler olan doku Zn⁺² ve Cu⁺² düzeylerini de hiçbir tedavi uygulanmayan kontrol grubuna göre anlamlı derecede artırmıştır. Çalışmalarının sonuçlarına göre; Halk arasında alternatif tıp çerçevesinde hastalıklara ve yaralanmalar karşısında güçlü antioksidan etkisi sayesinde iyileşme sürecini hızlandırdığı tespit edilmiştir.

P.lanceolata bitkisi hastalıkların tedavisinin yanında kozmetikte de kullanılabilceği ve ilaç ve kozmetik üzerine geleceğin önemli kaynaklarından olacağı sonucuna varılmıştır.

2.5. Civanperçemi (*Achillea millefolium* L.)

Coğrafyamızda 40 türü mevcut olan civanperçemi çok yıllık otsu bir bitkidir. Asteraceae familyasının bir yesi olan bitkinin yönlü ve parçalı yaprakları mevcuttur. Boyları 5–100 cm arasında değişir. Tıp alanında kanamayı durdurucu özelliğinden yaygın olarak yararlanılmaktadır (Takzare vd., 2008).



şekil 2.8: Civanperçemi (*Achillea millefolium* L.)

Kaynak: Tanrıkulu, 2009.

Mamedov vd. 2004'de Rusya ve Orta Asya'dan toplanan tıbbi bitki materyallerinin üzerinde yaptıkları bir çalışmada, *A. millefolium*'un toprak üstü kısımlarından hazırlanan farmasötik preparatlar ile *A. santolina*'nın çiçeklerinden hazırlanan galenik ve uçucu yağ preparatlarının derideki yaralar, iltihaplanmalar ve alerjik döküntüler ile dermatit tedavisinde kullanıldıklarını kaydetmişlerdir.

Öğretmen, 2014'de *Achillea* trlerinin nitelik ve randımanlarına kültürel tatbikatların etkilerini belirlemek üzere bu çalışmayı yapmış ve sonuçlarında olumlu tespitlerde bulunmuştur. Tarla denemeleri için Bulgaristan orijinli *Achillea* türü olan *A. asplenifolia* ve *A. collina* alt türleri kullanmıştır. Denemede üç temel başlık altında toplanarak, *Achillea* türlerinin morfolojik özellikleri, agronomik özellikleri ve

teknolojik özellikleri incelenmiştir. Çalışmada uygun azot ve doğru çiçeklenme zamanlaması ile verimin ve kalitenin ilk yıla nazaran ikinci yılda önemli ölçüde arttığı gözlemlenmiş ve popülasyonlar arasında geniş bir varyasyon oluşturduğu tespit edilmiştir.

Barış vd., 2006'da, çözücü olarak metanolün kullanıldığı *Achillea biebersteinii* Afan. (*Asteraceae*)'nin ekstraktının antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. Bitkinin esansiyel yağlarının antimikrobiyal etkisi ile 8 bakteri, 14 fungus ve *C. albicans* mayasına karşı etkili olduğu tespit edilmiştir. Ancak metanol ekstraktında bu özellik tespit edilememiştir. Çalışmada antioksidatif etki DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ve β -karoten/linoleik asit metotlarıyla incelenmiş ve bu iki metot ile esansiyel yağlara nispeten daha yüksek antioksidan kapasite gösterdiği tespit edilmiştir. Bitki çözeltisi DPPH radikallerini esansiyel yağdan daha etkin şekilde indirgemmiştir. Ancak β -karoten/linoleik asit metodunda aynı başarıyı gösterememiş ve standart BHT çok daha az inhibisyon göstermiştir.

Kazemi, (2015) *Achillea millefolium*, *Anethum graveolens* ve *Carum copticum* esansiyel yağlarının antimikrobiyal, antioksidan ve antiinflamatuvar etkilerini incelemiştir. Gaz kromatografisi / kütle spektrometresi analizi, timolün, *Achillea millefolium*'un temel bir bileşeni olduğunu, uçucu yağlara (EO) % 26,47 oranında katkı yaptığını göstermiştir. *Achillea millefolium*, test edilen tüm bakteri suşlarına karşı önemli bir antimikrobiyal aktivite sergilemiştir. Ek olarak, *Achillea millefolium* EO yapılan tüm testlerde en yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir. *Achillea millefolium* EO, diğer EO'lardan ve referans antioksidan trolox'tan (sırasıyla 22,50, 26,5 ve 28,32 $\mu\text{g} / \text{ml}$ IC₅₀ değerleri) çok daha fazla radikal süpürme aktivitesine sahiptir. Ek olarak, antioksidan aktivite ile toplam fenolik içerik arasında bir ilişki bulunmuştur. *Achillea millefolium* EO, lipopolisakkaritle aktive edilmiş makrofajlarda nitrik oksit üretimini önemli ölçüde inhibe etmiştir. Bu sonuçlar açıkça bitki EO'larının antimikrobiyal, antioksidan ve antiinflamatuvar etkilerini göstermektedir.

Gharibi vd., (2013) üç endemik *Achillea* türünün (*A. pachycephalla*, *A. aucherii* ve *A. kellalensis*) toplam fenolik ve antioksidan aktivitesini değerlendirdi. Toplam fenolik içerik, Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlendi ve *A. aucherii*'de 15.55 mg ila *A. pachycephalla*'da 60.65 mg tannik asit / 1 g kuru madde arasında değişti. Metanolik ekstrenin antioksidan aktivitesi 1,1-difenil-2-pikril-hidrazil (DPPH), ferrik tiyosiyanat (FTC) ve β -karoten-linoleik asit testine göre değerlendirildi. DPPH testinde, *A. aucherii* en yüksek IC₅₀ (844 $\mu\text{g} / \text{ml}$) gösterirken, *A. kellalensis* ve *A. pachycephalla*

sırasıyla 518 µg / ml ve 248 µg / ml sahiptir. İndirme gücü için, *A. pachycephalla* 700 nm'de (2.601) en yüksek absorbansa sahipken, *A. aucherii* en düşük olana (0.236) sahipti. Sonuçlar, incelenen üç endemik türün kabul edilebilir antioksidan aktiviteye sahip olduğunu ve farmasötik ve tıbbi amaçlar için önemli doğal antioksidan kaynakları olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Moghadam vd., 2017'de *Achillea millefolium* L. esansiyel yağının kimyasal bileşimini ve antioksidan aktivitesini değerlendirdi. (Esansiyel Yağı) EO'nun *A. millefolium* anten kısımlarındaki ana bileşenleri timol (% 21.14), karvakrol (% 18.56) idi. Carvacrol ve timol, uçucu yağların ana bileşenidir. *A. millefolium* EO, yüksek DPPH radikal süpürme aktivitesini (IC₅₀: 23.11 ± 0.04 µg / ml), trolokstan (23.51 ± 0.05 µg / ml) daha fazla gösterdi.

β-karoten ağartma inhibisyonunun *A. millefolium* yağının (2.05 ± 0.01 2.01 µg/ ml) antioksidan aktivitesi, trolokstan (2.06 ± 0.01 µg/ ml) daha iyiydi.

Candan vd., 2003'de civanperçemi türlerinin antioksidan ve antimikrobiyal etkilerini araştırmış ve bitkinin metanol çözeltilisini ve esansiyel yağlarını kullanmıştır. Esansiyel yağın GC/MS analizi ile bileşiminde 36 bileşik madde tespit edilmiştir. Çalışma neticesinde; bitki eksresinin antioksidatif aktivite sahip olduğu bununla birlikte esansiyel yağlarının antimikrobiyal etkisinin altı mikroorganizma üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

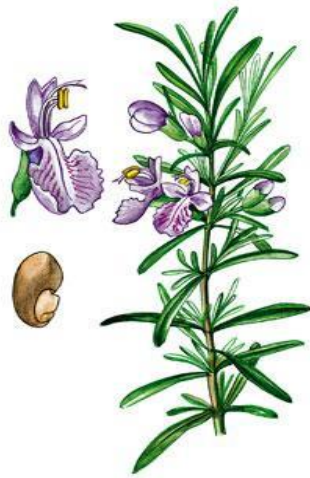
Karlová vd., 2005'de, civanperçemi üzerine yaptıkları çalışmalarında bitkinin çeşitli evrelerinde esansiyel yağ randımanı incelemişlerdir. Çalışmalarını 3 yıl süresince devam ettirmişler ve bu süreç içerisinde tohumdan çiçeğe kadar farklılık olup olmadığı kontrol edilmiştir. Bu farklılıklar değerlendirilip bitkinin hasat zamanlamasının hangi evrede uygun olabileceği incelenmiştir. Esansiyel yağ randımanı açısından çiçeklenme evresinin en uygun zaman olduğu görülmüştür.

Karlová, 2006'da, *Achillea collina* Becker ex bitkisinin flavonoid içeriğini tespit etmek için bu çalışmasını yapmış ve bitkinin farklı evrelerindeki flavonoid bileşenlerinin miktarlarını belirlemiştir. Çalışmasında tohumdan çiçeğe kadarki evrelerde araştırmasını yürütmüş ve çiçeklenme aşamasına kadar flavonoid miktarının arttığını ancak çiçeklenme aşasında en yüksek miktara çıkıp sonrasında tekrar azaldığını belirtmişlerdir.

2.6. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)

Deniz şeridi boyunca yaygın bulunan *Rosmarinus* adı aldığı Latince’de “denizin çiği” anlamına gelmektedir (Sasikumar, 2004). Eşsiz kokusu ve aroması ile ülkemizde baharat olarak yaygın bir kullanım alanı olan bu bitki aynı zamanda önemli bir esansiyel yağ bitkisidir. Ülkemizde anadolunun çeşitli bölgelerinde hüda-i nabit olarak yetişen bitki halk arasında biberiye olarak bilinir.

Yağ ve et sektöründe aromatik özelliği için kullanılıyor olsa da yüksek antioksidan ve antibakteriyel aktiviteye sahip olması ürünlerin raf ömürlerini uzatıp bu süreçte kalitesinin korunmasına katkıda bulunmaktadır (Akdeniz vd., 2008; Baytop, 1999).



Şekil 2.9: Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)

Kaynak: Tanrıkulu, 2009.

Tural ve Turhan 2017’de kekik, biberiye ve defne esansiyel yağlarının bireysel ve sinerjik etkilerinin antimikrobiyal ve antioksidatif niteliklerini araştırmışlar. Bitkilerin esansiyel yağları elde edilip antioksidatif aktiviteleri, FRAP ve DPPH metotları ile incelenmiştir. Çalışmanın sonucu olarak tüm örneklerde antimikrobiyal aktivite ve antioksidan kapasite tespit edilmiştir. Uçucu yağ ve karışımlarının FRAP değerleri 3.67 (biberiye) ile 40.30 mg/mL (defne), DPPH radikal söndürücü kapasite değerleri ise %21.31 (biberiye) ile 89.48 (kekik / defne) arasında belirlenmiş. Yapılan çalışma endüstriyel proseslerde bu bitkilerin doğal birer antimikrobiyal ve antioksidan ajan olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Santos ve Shetty 2012'de *Rosmarinus officinalis* L. (biberiye) ve *Origanum vulgare*'den (kekik)'de fenolik antioksidan bileşiklerin ekstraksiyonu için en iyi koşullar oluşturulmuş ve ham ekstraktlardan antioksidan aktiviteyi, DPPH serbest radikal oluşumu ve mikrosome lipid peroksidasyonunun inhibisyonuna dayanarak göstermiştir. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu için en iyi durum, biberiye için 8 saat boyunca % 75 etanol (0.46 µg GAE / ml ± 0.01 w / v) ve kekik için 7.5 saat boyunca % 40 etanol (2.57 µg GAE / ml ± 0.02 w / v). Biberiye ekstresi her iki testte de yüksek antioksidan aktivite göstermiştir.

Yosr vd., 2012'de yaptıkları çalışmada bitkinin farklı evrelerdeki antioksidan aktivitesini tespit etmişlerdir. Bitkinin vejetatif dönemde hasat edilmesinin FRAP yöntemine göre maksimum değerde antioksidatif kapasiteye sahip olduğunu göstermiştir.

Yosr vd., 2010'da yaptıkları diğer bir çalışmada 2 farklı biberiye çeşidinin 3 farklı yöntem kullanılarak (DDPH, FRAP ve B-carotene) incelemesini yapmışlardır. Çalışma sonuçlarında bitkinin çeşitleri arasında genetik ve çevresel faktörlerin etkisi ile büyük farklılıklar gösterdiği gözlenmiştir.

Başkaya, Ayanoglu ve Bahadırli, 2016'da yaptıkları bu çalışmada, biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin gelişim evrelerindeki farklılaşmalara ve çevresel etkilere bağlı olarak esansiyel yağ ve antioksidatif içeriğine etkileri tespit etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada bitkinin çeşitli bölgelerinden aldıkları örnekleri üç farklı evrede (sonbahar, çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme) hasat ederek minimum ve maksimum değerleri incelemişlerdir. Denemede yaprak esansiyel yağı sırasıyla sonbahar evresi, çiçeklenme başlangıcı ve son olarak tam çiçeklenme evresinde en yüksek oranlara çıktığı tespit edilmiştir. Bitkide belirlenen temel esansiyel yağ bileşeni borneol, eucalyptol (1.8 cineole) ve camphor olarak görülmüştür. Tespit edilen maksimum borneol bileşeni tam çiçeklenme evresindeki çiçeklerden elde edilirken bunu sırasıyla tam çiçeklenme evresindeki herba esansiyel yağı ve sonbahar evresindeki herba esansiyel yağları takip etmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki Örnekleri

Manisa Turgutlu ve İzmir Ovacık bölgelerinde doğal alanlarda yabani türlerden, tek çeşit olarak bölge aktarları tarafından toplanmış ve yenebilen kısımları alınıp oda koşullarında kurutulmuş olan; biberiye (*Rosmarinus officinalis*) yaprakları, sinirli otu (*Plantago Lanceolata*) sap ve yaprakları ve civanperçemi (*Achillea millefolium*) çiçekleri tedarik edilmiştir. Örnekler mikserde öğütüldü ve elenerek koyu renkli kavonozlara konuldu.



Şekil 3.1: Öğütülmüş civanperçemi (*Achillea millefolium*)



Şekil 3.2: Öğütülmüş biberiye (*Rosmarinus officinalis*)



Şekil 3.3: Öğütülmüş sinirli otu (*Plantago lanceolata*)

3.1.2. Kimyasal Maddeler ve Ekipmanlar

Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler analitik saflıkta olup, Sigma-Aldrich ve Fluka Analytical firmalarından tedarik edildi. Laboratuvar çalışmaları İstanbul Sebahattin Zaim Üniversitesi laboratuvarlarında ve üniversitenin laboratuvar ekipmanları ile yapıldı.

3.1.2.1. Etanol

Ticari olarak Sigma-Aldrich firmasından satın alındığı şekilde kullanıldı.

3.1.2.2. Metanol

Ticari olarak Sigma-Aldrich firmasından satın alındığı şekilde kullanıldı.

3.1.2.3. Folin-Ciocalteu Reaktifi

Ticari olarak satın alındığı şekilde kullanıldı.

3.1.2.4. % 20'lik Na₂CO₃ çözeltisi

20 g Na₂CO₃ tartılarak destile suda çözüldü ve balon jodede 100 ML'ye tamamlandı.

3.1.2.5. Gallik asit

Standart oluşturmak için gallik asitten 0.01 ile 0.1 g arasında farklı miktarlarda tartılarak destile suda çözüldü ve balon jojede 100 ML'ye tamamlandı.

3.1.2.6. Catechin

Standart oluşturmak catechinden için 0.01 ile 0.5 g arasında farklı miktarlarda tartılarak destile suda çözüldü ve balon jojede 100 ML'ye tamamlandı.

3.1.2.7. % 5'lik NaNO₂ çözeltisi

5 g NaNO₂ tartılarak destile suda çözüldü ve balon jojede 100 ML'ye tamamlandı.

3.1.2.8. % 10'luk AlCl₃ çözeltisi

10 g AlCl₃ tartılarak destile suda çözüldü ve balon jojede 100 ML'ye tamamlandı.

3.1.2.9. 1 M NaOH çözeltisi

4 g NaOH tartılarak destile suda çözüldü ve balon jojede 100 ML'ye tamamlandı.

3.1.2.10. 1 mM DPPH çözeltisi

0.0048 g DPPH tartılarak etanolde çözüldü ve balon jojede 100 ML'ye tamamlandı.

3.1.2.11. BHT çözeltisi

Standart oluşturmak için BHT den 0.01 ile 0.5 g arasında farklı miktarlarda tartılarak destile suda çözüldü ve balon jojede 100 ML'ye tamamlandı.

3.1.2.12. Askorbik asit çözeltisi

Standart oluşturmak için askorbik asitten 0.1 ile 1 mM arasında farklı konsantrasyonlarda standart oluşturulmuştur.

3.1.2.13. % 1'lik $K_3Fe(CN)_6$ çözeltisi

1 g $K_3Fe(CN)_6$ tartılarak destile suda çözüldü ve balon jojede 100 ML'ye tamamlandı.

3.1.2.14. % 0.1'lik $FeCl_3$ çözeltisi

0.1 g $FeCl_3$ tartılarak destile suda çözüldü ve balon jojede 100 ML'ye tamamlandı.

3.1.2.15. % 10'luk TCA çözeltisi

10 g TCA tartılarak destile suda çözüldü ve balon jojede 100 ML'ye tamamlandı.

3.1.2.16. 0.2 M fosfat tamponu (pH=6.6)

KH_2PO_4 (2.7218 g/ML) ve $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ (3.4836 g/ML) çözeltilerinin pH=6.6 olacak şekilde karıştırılması ile hazırlandı.

3.1.2.17. 4 mM Ferrozin çözeltisi

0.197 g ferrozin tartılarak destile suda çözüldü ve balon jojede 100 ML'ye tamamlandı.

3.1.2.18. 2 mM $FeCl_2$ çözeltisi

0.0240 g $FeCl_2$ tartılarak destile suda çözüldü ve balon jojede 100 ML'ye tamamlandı.

3.1.2.19. EDTA çözeltisi

0.3 g EDTA tartılarak destile suda çözüldü ve balon jojede 100 ML'ye tamamlandı.

Çalışmada kullanılan başlıca ekipmanlar; blender (Arzum proset444- 700W), spektrofotometre (Optima sp-300nano), inkübatör (memmert 100-800), analitik terazi (Radwag AS220), santrifüj (Selecta Mixtasel-B2), ısıtıcı ve manyetik karıştırıcı (Four E'S MI0102003), vortex ve mikro pipetler (AxyPet)' dir.

3.2. Metotlar

3.2.1. Polifenollerin Ekstraksiyonu

Kurutulmuş bitkiler ev tipi blenderde öğütülüp elendikten sonra oda sıcaklığında ve metanol ile Santas et al., (2008)'e göre ekstrakte edildi.



Şekil 3.4: Ev Tipi Blender ve Elek

Solvent (100 ML) içerisine toz haline getirilmiş bitki konularak (sıvı: katı oranı 20:1) 60 dakika manyetik karıştırıcı (900 rpm) ile ekstraksiyon yapıldı. Sonra çözelti 3000 rpm de 15 dakika santrifüj edilip filtre kağıdından süzüldü. Filtre kağıdında kalan bitki tozları üzerine 100 ML solvent eklenerek işlem tekrarlandı. Son olarak 250 ML balon jojeye solvent ile tamamlanıp + 4 °C'de karanlıkta muhafaza edildi.

3.2.2. Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde tayini Arnous vd., (2002)'ye göre Folin-ciocaltcu reaktifi metodu kullanılarak tespit edildi.

1.5 ML' lik mikrosantrifüj tüpüne 0.79 ML saf su 0.01 ML numune ekstraksiyonun dilisyonu, 0.05 ML Folin- ciocaltcu ayracı eklenip vortekslendi. 1 dakika sonra 0.15 ML %20 sulu sodyum karbonat çözeltisi eklenip vortekslendi. sonra 120 dakika oda sıcaklığında karanlık bir ortama bırakıldı ve son olarak spektrofotometrede 750 nM dalga boyunda absorbans değeri okundu. Standart olarak kullanılan gallik asit için de

aynı işlemler tekrarlandı. Toplam fenolik konsantrasyon, gallik asit standartı (100-1000 mg/L) kullanılarak oluşturulan kalibrasyon eğrisinden hesaplanmıştır.

Sonuçlar gallik asit eş değeri olarak (g GAE/ kg ekstrakt) verildi. Analizler her bitki için üç paralel şekilde yapılmıştır.

3.2.3. Toplam Flavonid Tayini

Toplam flavonidler, Demanto vd., (2002) metoduna göre ancak belirtilen spektrofotometrik modifikasyonlar yapılarak kullanılmıştır.

Ekstraktlara sırasıyla 1.25 ML saf su ve 75ML %5'lik NaNO₂ solusyonu eklenip sonrasında 6 dakika 900 rpm'de vortekslenildi. Sonra %10' luk AlCl₃ solusyonu eklenip 5 dakika karıştırıldı. Ondan sonra 150ML %10' luk NaOH çözeltisi eklenip saf su ile 2.5 ML ye tamamlandı. Spektrofotometrede 510 nM dalga boyunda absorbans değerleri okundu. Toplam flavonid içeriği kateşin kullanılarak hazırlanan standartlardan elde edilen kalibrasyon eğrisi ile hesaplandı ve sonuç kateşin eş değeri olarak (g KE/ kg ekstrakt) verildi. Analizler her bitki için üç paralel şekilde yapılmıştır.

3.2.4. DPPH Radikali Giderme Aktivitesi Tayini

DPPH'e karşı bitki ekstraktlarının serbest radikal yakalama aktivitesi Malterut vd., (1993) metoduna göre hesaplanmıştır.

Bu metoda göre; yeni hazırlanan 2.8 ML DPPH (45mg/ML) metanol solusyonuna 200 ML seyreltik ekstrakt ilave edildi ve hızlıca karıştırıldı. Küvete konularak 5 dakika sonra spektrofotometre de 515 nm dalga boyunda absorbans değerleri okundu. DPPH solusyonunun başlangıç absorbansı 1.2-1.3 okunmuş olup bu değerler DPPH solusyonunun yeni hazırlandığını göstermektedir. Radikal konsantrasyonundaki düşme ekstratların serbest radikal söndürücü aktivitesini göstermektedir. Referans olarak BHT solusyonu kullanılmıştır.

Radikal aktivitesi (%) = $(A_0 - A_{\text{test}})/A_0 * 100$ şeklinde hesaplanmıştır.

A₀: DPPH solusyonlu absorbans değeri

A_{test}: BHT' li absorbans değeri

Başlangıçtaki DPPH konsantrasyonunu %50 azaltmak için gerekli antioksidan miktarı antiradikal etkinliği ifade eder ve IC₅₀ (mg/ML) olarak isimlendirilir (Frankel ve Meyer, 2000).

IC₅₀ değerinin düşük olması antioksidan kapasitenin yüksek oluşunu göstermektedir (Sarıkürkçü vd., 2008).

Analizler her bitki için üç paralel şekilde yapılmıştır.

3.2.5. İndirgen Güç Aktivitesi

İndirgen güç aktivitesi, Oyaizu (1986) metoduna göre yapılmıştır. 2.5 ML ekstrakta 2.5 ML 200 mM sodyum potasyum buffer (pH6.6) ve 2.5 ML %1' lik potasyum ferrosiyaniid eklenerek 50 °C'de 20 dakika inkübasyonda bekletildikten sonra 2.5 ML %10' luk TCA eklenerek 10 dakika 900 rpm' de santrifüj edildi. Üst tabakadan 5 ML alınarak üzerine 5 ML saf su ve 1 ML %1' lik ferrik klorid eklendi. 700 nm dalga boyunda spektrofotometre ile absorbans değeri ölçüldü. Absorbanstaki artış bitki ekstralarının indirgeme gücünün yüksek olduğunu gösterir (Benzie ve Strain, 1996). Referans olarak askorbik asit kullanılmıştır. Analizler her bitki için üç paralel şekilde yapılmıştır.

3.2.6. Demir (II) Şelatlama Aktivitesi

Ekstrakların demir bağlama aktivitesi, Carter (1971) metoduna göre hesaplanmıştır. 200 ML ekstrakta 100 ML 2 mM sulu FeCl₂ çözeltisi ve 90 ML metanol eklenerek karıştırıldı. Kontrol, ekstrakt hariç olarak aynı şekilde hazırlanmıştır. 5 dakika inkübasyon sonundad 400 ML 4 mM ferrozine ile reaksiyon başlatıldı. 10 dakika sonunda 562 nm dalga boyunda sepetrofotometre ile absorbans değerleri ölçüldü.

Demir bağlama aktivitesi (%) = (Ak- An) / Ak * 100 eşitliği ile hesaplandı.

Ak : kontrol absorbansı

An : Numune absorbansı

Analizler her bitki için üç paralel şekilde yapılmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Toplam Fenolik ve Toplam Flavonoid İçeriği

Fenolik bileşikler birçok bitkinin bileşenleridir. Bu bileşiklerin, sağlığı destekleyen antioksidan etkilere sahip olmaları toplumsal ve bilimsel açıdan ilgi çekmektedir (Hollman ve Katan, 1999; Rice-Evans vd., 1997). Bu nedenle bitki ekstraktlarının toplam fenolik içeriğini belirlemek önemli olacaktır. Fenolik bileşiklerin mor ötesi ışınlarla karşı potansiyel rolleri sayesinde bitki vücudunun dermal dokularında birikim eğilimi göstermektedir (Strack, 1997).

Xing ve White (1997)'e göre fenolik bileşiklerin metanol ile ekstrakte edilmelerinden iyi bir verim elde edilmektedir. Bu nedenle metanol çözücü olarak kullanılmıştır.

Civanperçemi, sinirli otu ve biberiye ekstraktlarının toplam fenolik konsantrasyonuna ait tablo 4.1 aşağıda sunulmuştur. Bu üç kaynaktaki toplam fenolik ve toplam flavonoid içeriği g/kg (KM) olarak ifade edilmiştir.

Toplam fenolik içeriğe ait sonuçlar gallik asit eşdeğeri olarak civanperçemi, sinirli otu ve biberiye için sırasıyla 12.85, 11.73 ve 33.68 g/ kg (KM) olarak tespit edilmiştir. Toplam flavonoid içeriği kateşin eşdeğeri olarak aynı sıralama ile 9.38, 9.74 ve 26.50 g/kg (KM) olarak tespit edilmiştir.

Aktaş, B. vd.,(2019) araştırmalarında biberiye ekstresi için toplam fenolik madde miktarlarını 248.5 mg/g GAE olarak tayin etmişlerdir.

Yazıcı, Ö. S. vd., (2020) araştırmalarında biberiye esansiyel yağına ait toplam fenol miktarı 12,11 mg GAE/g KM olarak tespit edilmiş.

İşbilir (2008) çalışmasında dereotu, gelincik, kuzukulağı, roka ve terenin etanol ekstraktları için toplam fenolik bileşik miktarı 49.63-127.55 GAE mg/g aralığında değiştiğini tayin etmiştir.

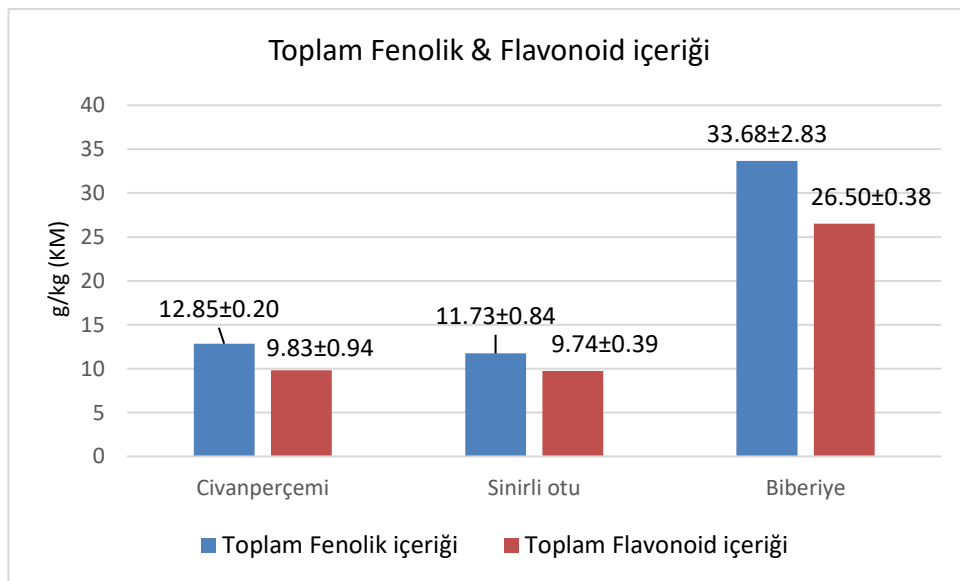
Eruçar, S. (2006) çalışmasında üç farklı bitki için toplam fenolik madde miktarlarını 7.92- 30.83 GAE mg/g ve toplam flavonoid madde miktarlarını 0.43- 6.76 mg EK /g tayin etmiştir.

Bitki ekstrelerindeki toplam fenolik madde miktarı, bitkinin maruz kaldığı çevresel faktörler ve dış etmenler başta olmak üzere analizlerde kullanılan yöntem ve metotlara bağlı olarak farklılık göstermektedir.

Tablo 4.1: Ekstraktlardaki Toplam Fenolik Madde ve Flavonoid İçeriği

Ekstraktlar	Toplam Fenolik g / kg (KM)	Toplam Flavonoid g / kg (KM)	Fenolik/ Flavonoid Oranı
Civanperçemi	12.85±0.20	9.83±0.94	1.31
Sinirli otu	11.73±0.84	9.74±0.39	1.20
Biberiye	33.68±2.83	26.50±0.38	1.27

Biberiyenin en yüksek fenolik ve flavonoid içeriğe sahip olduğu görülürken, toplam fenolik içeriğin artmasıyla ekstrakte edilebilir toplam flavonoidlerinde arttığı fark edilmektedir. Aktaş, B. vd., (2019) araştırmalarında biberiye için tespit ettikleri 248.5 mg/g GAE miktarından yüksek tespitimiz, kullanılan bitkilerin yetiştirme ortamı ve şartlarından kaynaklanmış olabilir. Diğer araştırmacıların çalışmalarındaki farklı bitkilerde tespit ettikleri değerler ile karşılaştırıldığında, kullandığımız üç bitkinin yüksek fenolik ve flavonoid içeriğe sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.1: Civanperçemi, sinirli otu ve biberiyenin Fenolik ve Flavonoid İçeriği

4.2. DPPH Radikali Giderme Aktivitesi

DPPH testi serbest radikal olan 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)'in H verici bileşenler ile reaksiyona girip stabil bileşik oluşturması prensibine dayanmaktadır. Metoda göre, antioksidan maddenin antiradikal gücü absorbansın düşme miktarına göre artmaktadır. Antioksidan hidrojen vermesi ile DPPH'i temizler ve absorbans düşer. Sentetik antioksidan BHT ile aynı aktivite sağlanmaktadır. 200 ppm'lik BHT çözeltisinden 14 µg kullanıldığında inhibisyon %53 olduğu tespit edilmiştir. Tablo 4.2 incelendiğinde farklı konsantrasyonlarda sınırlı otu ve civanperçemi için farklılık göstermezken biberiyenin gösterdiği inhibisyon daha yüksektir.

Tablo 4.2: Ekstraktlarının DPPH Radikali Giderme Aktivitesi

Konsantrasyon µg GAE/ML DPPH	% İnhibisyon		
	Civanperçemi	Sınırlı ot	Biberiye
5	17±2.9	19±3.2	30±4.3
10	35±6.2	37±1.2	51±6.1
20	55±2.0	58±0.8	67±8.2
30	72±2.7	76±3.3	94±0.1
40	86±1.2	86±0.9	96±0.4

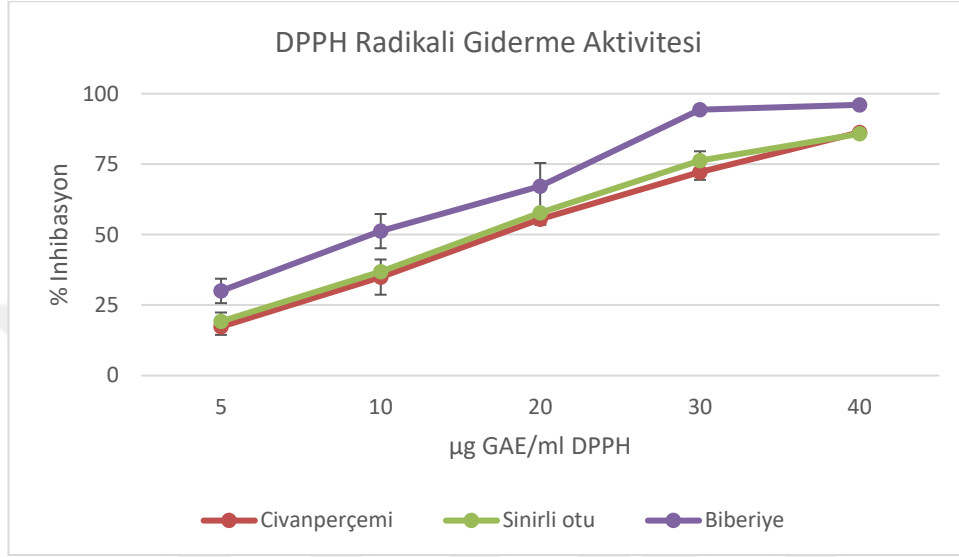
Candan vd., 2003'de yaptığı çalışmada *A. millefolium* bitkisinin metanol ekstraktında serbest radikal yakalama aktivitesi analizinde IC₅₀ 45.60 µg /ML olarak tespit etmiştir.

Kazemi, M. (2015) araştırmasında *A. Millefolium* endemik bitkisinde yaptığı antioksidan aktiviteye yönelik analizlerde IC₅₀ 22.11 µg /ML olarak tespit etmiştir.

Yazıcı, Ö. S. Vd., (2020) araştırmalarında biberiye esansiyel yağında DPPH radikal temizleme aktivitesi analizi ile IC₅₀ değerini 2,75 µg ekstrakt/ML olarak belirlediklerini belirtmişlerdir.

İşbilir (2008) çalışmasında kuzukulağı bitkisinin etanol ekstresinde IC₅₀ 5,93 (µg/ML) olarak tayin etmiştir.

Koçak, 2011’de yaptığı çalışmasında sinirli ot bitkisini dört farklı çözücü ile özütleyip DPPH serbest radikal giderme aktiviteleri test etmiş ve farklı derişimler için derişimin artmasıyla inhibisyonun da arttığı gözlemlemiştir. 0,2 mg/ML derişimde metanol özütünün (%50,73) en yüksek aktivite gösterdiğini tespit etmiştir.



Şekil 4.2: Civanperçemi, sinirli otu ve biberiye ekstraktlarının DPPH Radikali Giderme Aktivitesi

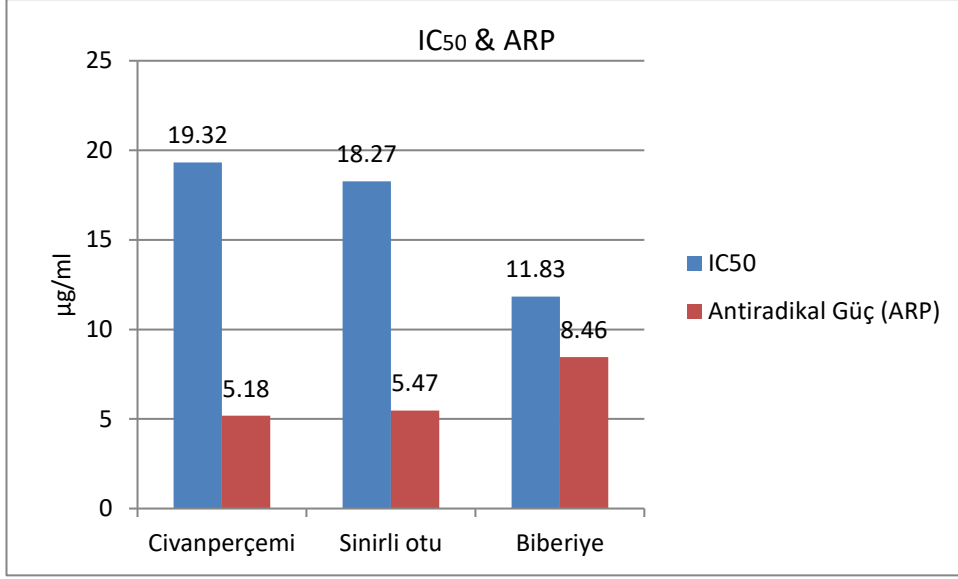
IC₅₀; %50 inhibisyon için gerekli konsantrasyondur. Reaksiyon ortamındaki DPPH radikalinin %50’sinin yok edilmesi için gereken etkili antioksidan konsantrasyonudur.

IC₅₀ tüm ekstraksiyonlar için Şekil 4.3’de gösterilmiştir. Grafiğe göre IC₅₀, civanperçemi, sinirli otu ve biberiye için sırasıyla 19.32, 18.27 ve 11.83 µg/ML olarak tespit edilmiştir.

Candan vd. (2003) civanperçemi bitkisi için IC₅₀ 45.60 µg /ML olarak tespit etmiştir. Kazemi, M. (2015) araştırmasında bu değeri IC₅₀ 22.11 µg /ML olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada ise değer 19.32 µg/ML olarak tespit edilmiştir.

Yazıcı, Ö. S. Vd., (2020)’deki araştırmalarında biberiye esansiyel IC₅₀ değerini 2,75 µg ekstrakt/ML olarak tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise değer 11.83 µg/ML olarak tespit edilmiştir.

Bu farklılığın sebebi bitkinin yetiştirme ortamı, çevresel faktörlere, hasat zamanı ve metot farklılığı şeklinde açıklanabilir.



Şekil 4.3: Civanperçemi, sinirli otu ve biberiye Ekstraktlarının IC₅₀ Değerleri

Antiradikal Güç (ARP) = $1/IC_{50} \times 100$ formülüne göre; civanperçemi, sinirli otu ve biberiye için sırasıyla 5.18, 5.47 ve 8.46 µg/ML bulunmuştur. Aynı konsantrasyonda biberiye ekstraktı diğer ekstraktlara göre daha yüksek ARP'ye sahiptir.

4.3. Demir (II) Şelatlama Aktivitesi

Ekstraktların Fe⁺² bağlama durumları Carter (1974) metodu ile tayin edilmiştir. Fe⁺² ferrozin ile bir miktarı tayin edilebilecek bir kompleks oluşturabilir. Ekstrakt içerisinde şelat ajanları var ise Fe ve ferrozinin oluşturduğu kırmızı renkli kompleksi bozar ve rengin açılmasına sebep verir. Bu nedenle renk azalma miktarı ekstraktın içerisindeki şelatların aktivitesini tayin etmemizi sağlar. Fe⁺² geçiş metali iyonu, nispeten reaktif olmayan radikaller ile radikal reaksiyonun oluşumuna ve yayılmasına izin verebileceği için tek elektronları hareket ettirme kabiliyetine sahiptir (Aboul Enein vd., 2003).

Keser, S. (2012) çalışmasında Achillea millefolium Çiçek Etanol ekstraktında metal şelatlama kapasitesini % 44.47 olarak tespit ederken Achillea millefolium Yaprak Etanol ekstraktında % 36.00 olarak tespit etmiştir.

Eruçar, S. (2006) çalışmasında metal şelatlama aktivitesi metoduna göre % demir iyonları inhibisyonlarını müver çiçeği, demirhindiba ve böğürtlen için sırasıyla 55.14, 5.65, 50.94 µg /ML olarak tespit etmiştir.

Sarıkürkü, C. vd., (2015) çalışmasında *Onopordum anatolicum* bitkisinin tohum ekstralarının ve standartların metal şelatlama kapasiteleri (%) 6,30 olarak tespit etmişlerdir.

Erez, M. E. vd., (2014) yaptıkları altı farklı salvia türünün antioksidan kapasitelerini belirleme çalışmasında, demir şelatlama aktivitesini (%) 68.61- 93.66 arasında tespit etmişlerdir.

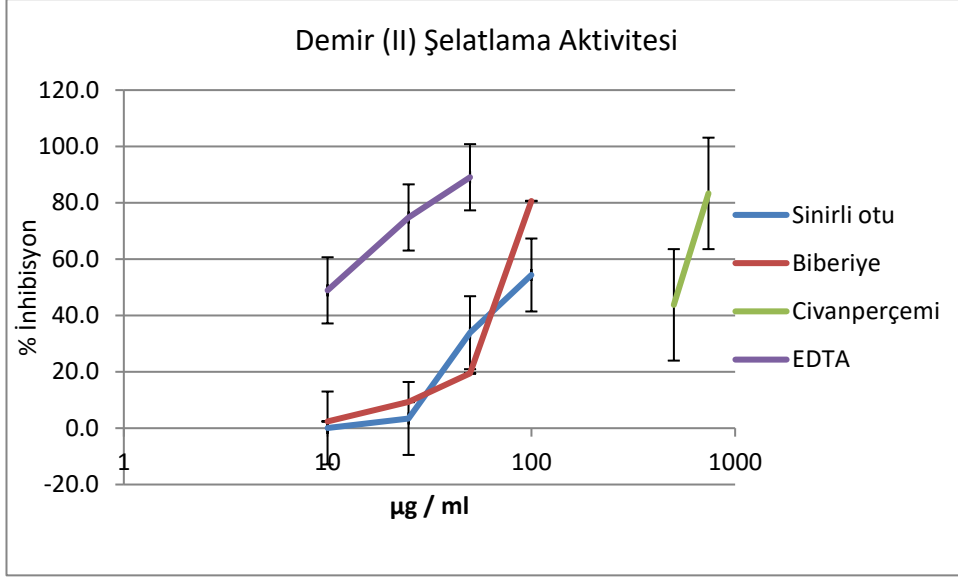
Ekstraktların ferrozin – Fe⁺² kompleks oluşumunun yüzde inhibisyonu Tablo 4.3'de gösterilmiştir.

Tablo 4.3: Ekstraktların Fe²⁺ kompleks oluşturma aktivitesi

Ekstraktlar	Konsantrasyon (µg / ML)						
	10	25	50	100	500	740	IC ₅₀
Sinirli Otu	0.06±0	3.45±0.01	33.89±0.06	54.38±0.09	-	-	91.95
Biberiye	2.39±0.03	9.34±0.11	19.43±0.13	80.64±0.08	-	-	62.01
Civanperçemi	-	-	-	-	43.77±0.13	83.33±0.3	444.00
EDTA	39.14±0.05	74.80±0.06	89.07±0.06	-	-	-	16.71

Çalışmada biberiye'nin diğer ekstraktlarla karşılaştırıldığında en aktif ekstrakt olduğunu göstermiştir. şelatlama aktivitesi için ekstraktların IC₅₀ değerleri, pozitif standart EDTA'dan daha düşük olan sinirli otu, biberiye ve civanperçemi için sırasıyla 91.95, 62.01 ve 444.00 µg / ML tespit edilmiştir. (EDTA IC₅₀ = 16.71 µg / ML).

Litaratür araştırmasındaki sonuçlar ile karşılaştırıldığında bitki ekstratlarının şelatlama kapasitesinin kontrol olarak kullanılan EDTA' dan düşük olduğu ve diğer araştırmalardaki bitkilerle yakın şelatlama kapasitesine sahip oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 4.4: Ekstraktların Fe²⁺ kompleks oluşturma yüzde inhibisyonu

4.4. İndirgen Güç Aktivitesi;

Antioksidanlar, Fe⁺³ / ferrisiyanid kompleksinin Fe⁺² formuna indirgenmesine neden olan numunelerdeki indirgeyici maddeler olarak açıklanabilir. Bu nedenle oluşan mavi renk 700 nm' de ölçülerek izlenebilir (Chung vd., 2002). İndirgen gücü, absorbanstaki artışa bağlı olarak artacaktır (Jayaprakasha vd., 2001).

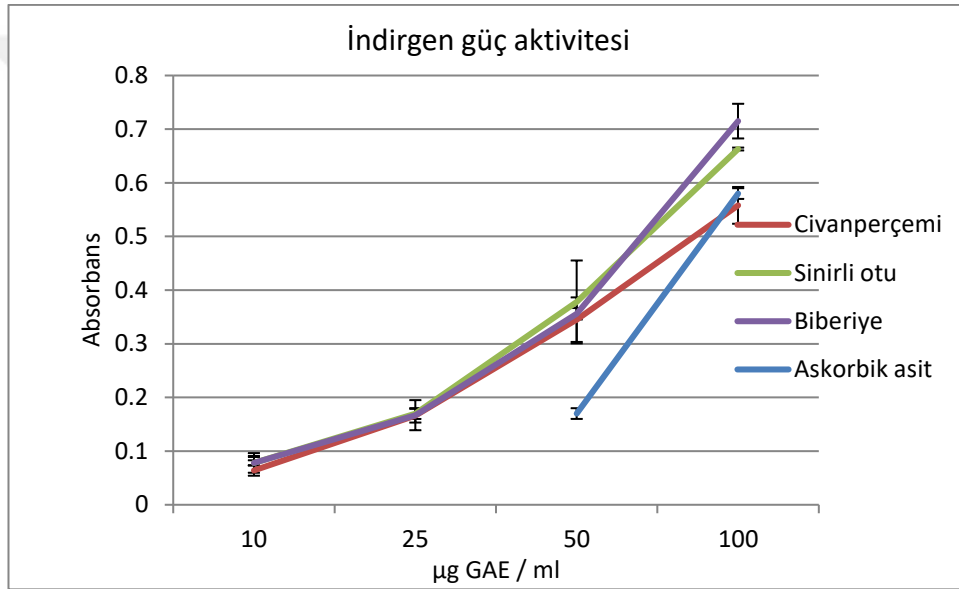
İndirgen güç aktivitesi üç farklı ekstrakt için (civanperçemi, sinirli otu ve biberiye) belirlendi. Tablo 4.4 ve şekil 4.5 değerlendirildiğinde, ekstrakt konsantrasyonunun artmasıyla indirgen güç aktivitesinin arttığını göstermiştir. Absorbans, civanperçemi, sinirli otu ve biberiye için sırasıyla 100 µg / ML konsantrasyonlarda 0.56, 0.66 ve 0.72' ye ulaşmıştır. Askorbik asit pozitif kontrol olarak kullanılmıştır.

Tural vd. 2017'de kekik, biberiye ve defne uçucu yağlarının ve karışımlarının antioksidan özellikleri üzerine çalışmalarında biberiye için indirgen güç aktivitesi değerini 3.67 µg /ML olarak tespit etmiştir.

Bu çalışmada biberiye için tespit edilen değer ise 0.72 µg /ML' dir. Tural vd. 2017'de yaptığı çalışmaya kıyasla düşük çıkan değer standart olarak kullanılan askorbik asite kıyasla yüksektir.

Tablo 4.4: Ekstraktların İndirgen güç aktivitesi

Ekstraktlar	Konsantrasyon $\mu\text{g GAE / ML}$			
	10	25	50	100
Civanperçemi	0.06 \pm 0.01	0.17 \pm 0.01	0.35 \pm 0.04	0.56 \pm 0.03
Sinirli Otu	0.08 \pm 0.02	0.17 \pm 0.01	0.38 \pm 0.08	0.66 \pm 0.0
Biberiye	0.08 \pm 0.0	0.17 \pm 0.03	0.36 \pm 0.01	0.72 \pm 0.03
Askorbik asit	0.09 \pm 0.0	-	0.17 \pm 0.01	0.58 \pm 0.01



Şekil 4.5. Ekstraktların İndirgen güç aktivitesi

Biberiye ve sinirli otu 100 $\mu\text{g / ML}$ konsantrasyonunda askorbik asitten daha yüksek indirgenme gücü aktivitesi gösterdi.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Birçok sektörde kullanılan antioksidanlar, özellikle gıda sektörüne yön veren bilimsel ve teknolojik çalışmalar ışığında bilinçli tüketici toplumlarında yükselen bir ivme kazanmıştır. Buna bağlı olarakta sentetik antioksidanlara alternatif doğal antioksidanlara yönelme hızla artmaktadır.

Bu araştırmada; İzmir ve Manisa bölgelerinde yabani ortamda yetişen civanperçemi, sinirliotu ve biberiye bitkilerinin kurutulup öğütülmüş formlarına ait metanol ekstralarının antioksidan özellikleri araştırılmıştır. Civanperçemi, sinirli otu ve biberiye bitkilerinin fenolik ve toplam flavonoid içeriği, DPPH serbest radikali giderme aktivitesi, demir (II) şelatlama aktivitesi ve indirgenme güç aktivitesi metodlarıyla antioksidan kapasiteleri tespit edilmiştir. Sonuçlar literatürlerdeki verilere kıyas edilerek değerlendirilmiştir.

Toplam fenolik içeriği, folin-ciocalteu reaktifi (FCR) metoduyla yapıldı ve sonuçlar gallik asit eşdeğeri olarak civanperçemi, sinirli otu ve biberiye için sırasıyla 12.85, 11.73 ve 33.68 g/ kg (KM) olarak tespit edilmiştir. Toplam flavonoid içeriği, Demanto vd., (2002) metoduyla yapıldı ve sonuçlar kateşin eşdeğeri olarak aynı sıralama ile 9.38, 9.74 ve 26.50 g/kg (KM) olarak tespit edilmiştir. Her iki sonuç incelendiğinde biberiyenin diğer bitkilere kıyasla fenolik ve flavonoid içeriğinin yüksek olduğu görülmektedir.

Serbest radikal yakalama aktivitesi, Malterut vd., (1993) metoduna göre yapılmıştır. DPPH'e karşı bitki ekstralarının antiradikal gücü, absorbansın düşme miktarına göre artmaktadır. Mor renkli olan DPPH çözeltisi antioksidan bir bileşikle etkileştiğinde rengi sarıya döner ve antioksidan bileşiğe bağlı olarak farklı tonlarda sarı renkli yeni bir bileşik haline gelir.

Antiradikal Güç (ARP); civanperçemi, sinirli otu ve biberiye için sırasıyla 5.18, 5.47 ve 8.46 bulunmuştur.

IC₅₀, civanperçemi, sinirli otu ve biberiye için sırasıyla 19.32, 18.27 ve 11.83 µg/ML olarak belirlenmiştir.

Ekstraktların metal şelatlama kapasitesi Carter (1974) metodu ile tespit edilmiştir. Biberiye'nin diğer ekstrelere karşılaştırıldığında en aktif şelatlama ajanı içerdiği tespit edilmiştir. Ancak ekstraktlardaki şelat ajanları varlığının zayıf olduğu, EDTA'dan çok daha yüksek IC₅₀ değerlerinden anlaşılmaktadır. IC₅₀ değeri sınırlı otu, biberiye, civanperçemi ve EDTA için sırasıyla 91.95, 62.01, 444.00 ve 16.71 µg / ML olarak tespit edilmiştir.

İndirgen güç aktivitesi, Fe⁺³/ ferrisiyanid kompleksinin Fe⁺² formuna indirgenmesiyle oluşan mavi rengin 700 nm' de ölçülmesi esasına dayalı olarak yapıldı (Chung vd., 2002). Üç farklı ekstrakt için (civanperçemi, sınırlı otu ve biberiye) belirlenen absorbanlar sırasıyla 100 µg / ML konsantrasyonlarda 0.56, 0.66 ve 0.72 olarak tespit edilmiştir.

Biberiye ve sınırlı otu ekstraktlarının indirgenme gücü aktivitesinin pozitif kontrolle kıyasla yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, üç bitkinin de antioksidan aktivite değerleri yüksek olduğu tespit edilmiş olup biberiyenin içlerinde en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Civanperçemi ve sınırlı otu bitkileri birbirine yakın aktivite gösterdikleri tespit edilmiştir. Üç bitkinin antioksidan aktivitesi, standart olarak kullanılan antioksidanlara kıyas ile yakın değerlerde olması endüstriyel alanlarda kullanılabilir olduğunu göstermektedir. Bitkilerin birlikte oluşturabileceği sinerjik etki daha detaylı laboratuvar çalışmaları ile tespit edilebilir ve düşük miktarlarda etkili doz elde edilebilir.

KAYNAKÇA

- Akdeniz, F., Gökçe, G., Güneş, F., Akgöl, S. ve Yucayurt, G. (2008). *Rhododendron ponticum* ve *Laurocerasus officinalis* Bitkilerinin Çeşitli Kısımlarından Elde Edilen Süperkritik ve Akışkan Ekstraktlarının Fenolik Bileşikler Açısından Analiz ve Antioksidan Aktivitelerinin Tayini, (Tubitak Proje No: 106T296).
- Aktaş, B., Basmacıoğlu, Malayoğlu, H. (2019). Comparison of Phenolic Compounds and Antioxidant Activities of the Extracts of Grape Seed, Rosemary, Green Tea and Olive Leaf. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(1): 77-82.
- Akyüz, E. (2007). *Polygonum bistorta* ssp. *carneum* bitki ekstraktlarının kromatografik yöntemlerle kimyasal bileşiminin belirlenmesi ve antioksidan ve antibakteriyal aktiviteleri (Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Alves, C.Q., David, J.M., David, J.P., Bahia, M.V., Aguiar, R.M., (2010). Methods for Determination of in Vitro Antioxidant Activity for Extracts and Organic Compounds. *Quimica Nova*, 33(10), 2202-2210.
- Apak R., Güçlü K., Demirata B., Özyürek M., Çelik S. E., Bektaşoğlu B., Berker K. I. ve Özyurt, D. (2007). Comparative Evaluation of Various Total Antioxidant Capacity Assays Applied to Phenolic Compounds with the CUPRAC Assay. *Molecules*, 12: 1496-1547.
- Arnao, M.B. (2000). Some Methodological Problems in the Determination of Antioxidant Activity Using Chromogen Radicals: A Practical Case. *Trends in Food Science and Technology*, 11: 419-421.
- Atasoy, N. (2010). Van Bölgesinde Yetişen ve Yiyecek Olarak Tüketilen Yabani Bitkilerde Vitamin E Tayini. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(2): 143-147.
- Aydın, Ç. (2012). *Denizli ilinde yayılış gösteren bazı endemik allium l. taksonlarının ekstraktlarının aktif bileşenlerinin karakterizasyonu, antioksidan ve antibakteriyal etkilerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

- Başkaya, Ş., Ayanoğlu, F. ve Bahadırılı, N.P., (2016). Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) Bitkisinin Uçucu Yağ Oranı, Uçucu Yağ Bileşenleri ve Antioksidan İçeriğinde Morfogenetik ve Ontogenetik Varyabilite. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1): 12-20.
- Barış, Ö., Güllüce, M., Şahin, F., Özer, H., Kılıç, H. ve Özkan, H. (2006). Biological Activities of the Essential Oil and Methanol Extract of *Achillea biebersteinii* Afan. (Asteraceae). *Turkish Journal of Biology*, 30(2): 65-73.
- Baytop, T. (1999). *Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün)*. Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul.
- Beara I.N., Lesjak M.M., Orcic D.Z., Simin N.D., Simin D.C., Bozin B.N. and Dukic N.M.M. (2012). Comparative Analysis of Phenolic Profile, Antioxidant, Antiinflammatory and Cytotoxic Activity of Two Closely-Related Plantain Species: *Plantago Altissima* L. And *Plantago Lanceolata* L. *Food Science and Technology*, 47: 64-70.
- Becker E.M., Nissen L.S. and Skibsted L.H., (2004). Antioxidant Evaluation Protocols: Food Quality or Health Effects. *European Food Research and Techonology*, 10.107/s00217-004-1012-4.
- Bektaş, E. (2011). *Cotinus coggygia* (Scop.) bitkisinin antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi, Fenbilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Benzie, I.F.F. and Strain, J.J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of Antioxidant Power: the FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70–76.
- Blois, M.S., (1958). Antioxidant Determination by the Use of a Stable Free Radical. *Nature*, 181: 1199-1200.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT – Food Science and Technology*, 28(1): 25-30.
- Cai, L., Luo, Q., Sun, M. and Corke, H. (2004). Antioxidant Activity and Phenolic Compounds of 112 Traditional Chinese Medicinal Plants Associated with Anticancer. *Life Sciences*, 74: 2157-2184.

- Can, A., Özçelik, B. ve Güneş, G., (2005, Eylül). Meyve ve Sebzelerin Antioksidan Kapasiteleri, *GAP IV. Tarım Kongresi Bildirileri, Cilt II, 2005 Eylül*. Şanlıurfa.
- Candan, F., Ünlü, M., Tepe, B., Deferera, D., Polissiou, M., Sökmen, A., Akpulat, H. A. (2003). Antioxidant and Antimicrobial Activity of the Essential Oil and Methanol Extracts of *Achillea Millefolium Subsp. Millefolium Afan.* (Asteraceae). *Journal of Ethnopharmacology*, 87: 215.
- Çavdar, C., Sifil, A. ve Çamsarı, T. (1997). Reaktif Oksijen Partikülleri ve Antioksidan Savunma, *Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon*, 3-4: 9295.
- Çıkrıkçı, S. (2005). *4'-dioktilamino-3-hidroksiflavon temelli floresans problemlerin sentezleri ve özelliklerinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi) İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Dalar A., Türker M., Konczak I. (2012). Antioxidant Capacity and Phenolic Constituents of *Malva neglecta Wallr.* and *Plantago lanceolata L.* from Eastern Anatolia Region of Turkey. *Journal of Herbal Medicine*, 2(2): 42-51.
- Diken, M.E. (2009). *Bazı şifalı bitkilerin antioksidan içerikleri* (Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Dinis, T.C.P., Madeira, V.M.C. and Almeida, L.M. (1994). Action of Phenolic Derivatives (Acetaminophen, Salicylate, and 5-Aminosalicylate) as Inhibitors of Membrane Lipid-peroxidation and as Peroxyl Radical Scavengers. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 315: 161-169.
- Erez, M. E., Pınar, S. M., Karabacak, O., ve Fidan, M. (2014, Eylül). Altı Farklı *Salvia* Türünün Antioksidan Kapasiteleri, Yağ Asidi Kompozisyonları ve Herbisidal Aktivitesinin Belirlenmesi. *II. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu 23-25 Eylül 2014*. Yalova.
- Eruçar, S. (2006). *Bazı bitkisel çayların fonolik madde profili ve antioksidan aktivitelerinin incelenmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Fons, F., Gargadennec, A., Gueiffier, A., Roussel, J. L. and Andary, C. (1998). Effects of Cinnamic Acid on Polyphenol Production in *Plantago Lanceolata*. *Phytochemistry*, 49: 697-702.

- Frankel E.N. and Meyer A.S. (2000). The Problems of Using One-Dimensional methods to Evaluate Multifunctional Food and Biological Antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 1925-1941.
- Georgieva, L., Gadjalova, A.V., Mihaylova, D., and Pavlov, A. (2015). *Achillea millefolium* L.–Phytochemical Profile and in Vitro Antioxidant Activity. *International Food Research Journal*, 22: 1347-1352.
- Gharibi, S., Tabatabaei, B.E.S., Saeidi, G., Goli, S.A.H. and Talebib, M. (2013). Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Three Iranian Endemic *Achillea* species. *Industrial Crops and Products*, 50: 154-158
- Gordon, M.H., (2001). The Development of Oxidative Rancidity in Foods. In J. Yanishlieva, M.N. Gordon, (Eds.), *Antioxidants in Food, Practical Applications, Pokonory*, Cambridge: Woodhead Publishing Limited, pp. 17
- Gülçin, Ş. (2006). Antioxidant Activity of Caffeic Acid (3,4-Dihydroxycinnamic Acid). *Toxicology*, 217: 213-220.
- Hall, C. (2001). *Sources of Natural Antioxidants: Oilseeds, Nuts, Cereals, Legumes, Animal Products and Microbial Sources*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited. pp. 159-209.
- Hollman, P.C. and Katan, M.B. (1999). Dietary Flavonoids: Intake, Health Effects and Bioavailability. *Food and Chemical Toxicology*, 37: 937-942.
- Huang, D., Ou, B., Prior, R.L. (2005). The Chemistry Behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 1841-1856.
- İşbilir, Ş.S. (2008). *Yaprakları salata-baharat olarak tüketilen bazı bitkilerin antioksidan aktivitelerinin incelenmesi* (Doktora Tezi). Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Kazemi, M. (2015). Chemical Composition and Antimicrobial, Antioxidant Activities and Anti-inflammatory Potential of *Achillea millefolium* L., *Anethum graveolens* L., and *Carum copticum* L. Essential Oils. *Journal of Herbal Medicine*, 5: 217-222.
- Kahl, R., (1984). Synthetic Antioxidants: Biochemical Actions and Interference with Radiation, Toxic Compounds, Chemical Mutagens and Chemical Carcinogens. *Toxicology*, 33: 185-228.

- Karademir, S.E. (2005). *Bazı polifenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerinin tayini* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karagözler, A.A., Erdağ, B., Emek, Y.Ç. ve Uygun, D.A. (2008). Antioxidant Activity and Proline Content of Leaf Extracts from *Dorystoechas Hastata*. *Food Chemistry*, 111: 400-407.
- Karlová, K. (2006). Accumulation of Flavonoit Compounds in Flowering Shoots of *Achillea collina Becker ex. Rchb. Alba* During Flower Development. *Horticultural Science (Prague)*, 33(4): 158-162.
- Karlová, K. and Petříková, K. (2005). Variability of the Content of Active Substances During *Achillea collina Rchb. Alba* Ontogenesis. *Horticultural Science (Prague)*, 32(1): 17-22.
- Kazemi, M. (2015). Chemical Composition and Antimicrobial, Antioxidant Activities and Anti-inflammatory Potential of *Achillea millefolium L.*, *Anethum graveolens L.*, and *Carum copticum L.* Essential Oils. *Journal of Herbal Medicine* (<http://dx.doi.org/10.1016/j.hermed.2015.09.001>)
- Keser, S. (2012). *Achillea millefolium, Crataegus monogyna, Rubus discolor'in toplam antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi ve oksidatif stres oluşturulmuş ratlarda bazı biyokimyasal parametreler üzerinde etkilerinin incelenmesi* (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Koçak, M.S. (2011). *Sinirli ot (Plantago lanceolata L.) bitkisinin çözücü özütlerinin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Krishnaiah, D., Sarbatly, R., Nithyanandam, R. (2011). A Review of the Antioxidant Potential of Medicinal Plant Species. *Food and Bioproducts Processing*, 89(3): 217-233.
- Kuranel, E. (2012). *Plantago Lanceolata bitkisinin yara iyileştirici özelliklerinin araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Mac-Donald-Wicks, L.K., Wood L.G., Garg M.L., (2006). Methodology for the Determination of Biological Antioxidant Activity in Vitro: A Review. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 86: 2046.

- Magalhaes, L.M., Segundo, M.A., Reis, S. and Lima, J.L. (2008). Methodological Aspects About in Vitro Evaluation of Antioxidant Properties. *Analytica Chimica Acta*, 613(1): 1-19
- Maillard, M.N., Soum, M.H., Meydani, S.N. and Berset, C. (1996). Antioxidant Activity of Barley and Malt: Relationship with Phenolic Content. *LWT - Food Science and Technology*, 29(3): 238-244.
- Mamedov, N., Gardner, Z., Craker, L.E. (2004). Medicinal Plants Used in Russia and Central Asia for the Treatment of Selected Skin Conditions. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 11(1-2), 191-222.
- Moore G., Sanford P., Wiley T. (2006). Perennial Pastures for Western Australia, *Department of Agriculture and Food Western Australia, Bulletin 4690*, Perth.
- Nomura, T., Kikuchi, M., Kubodera, A., Kawakami, Y. (1997). Proton-Donative Antioxidant Activity of Fucoxanthin with 1,1-Diphenyl 1-2-Picrylhydrazyl (DPPH). *Biochemistry and Molecular Biology International*, 42(2): 361-370.
- Oyaizu, M., (1986). Studies on Product of Browning Reaction Prepared from Glucoseamine. *Japan Journal of Nutrition*, 44: 307-315
- Öğretmen, N.G. (2014). *Civanperçemi (achillea asplenifolia ve achillea collina) popülasyonlarının verim ve bazı kalite özellikleri üzerine farklı kültürel uygulamaların etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Özenç, B., (2011). *Fumaria officinalis'in antioksidan aktivitesinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Pannala, A.S., Chan, T.S., O'Brien, P.J. and Rice-Evans, C.A. (2001). Flavonoid Binding Chemistry and Antioxidant Activity: Fast Reaction Kinetics. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 282: 1161-1168.
- Park, P.J., Jung, W.K., Nam, K.S., Shadidi, F. and Kim, S.K. (2001). Purification and Characterization of Antioxidative Peptides from Protein Hydrolysate of Lecithin-free Egg Yolk. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78: 651-656.

- Pokorny, J. (2007). Are Natural Antioxidants Better -and Safer- than Synthetic Antioxidants?. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109: 629-642.19
- Pokorny, J., Korczak, J., (2001). *Preparation of Natural Antioxidants Antioxidants in Food: Practical Application*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited. 311-341.
- Prior, R.L. and Cao, G. (1999). In Vivo Total Antioxidant Capacity: Comparison of Different Analytical Methods. *Free Radical Biology & Medicine*, 27: 1173-1181.
- Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Paganga, G. (1997). Antioxidant Properties of Phenolic Compounds. *Trends in Plant Science*, 2: 152-159.
- Sahari, M. A., Mehrafarin, A. and Badi, H. N. (2017) Chemical Composition and Antioxidant Activity *Achillea millefolium L.* Essential Oils, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 20(1): 293-297
- Santos, R.D. and Shetty, K. (2012). Phenolic Compounds and Total Antioxidant Activity Determination in Rosemary and Oregano Extracts and its Use in Cheese Spread. *Ciências Agrárias, Londrina*, 33(2): 655-666.
- Sarikurkcu, C, Zengin, G, Aktümsek, A, Ceylan, O, Şanda, M. (2015). *Onopordum anatolicum* Tohumlarının Antioksidan Aktiviteleri. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, (41): 89-96.
- Sasikumar, B. (2004). Rosemary. In K.V. Peter (Ed.), *Hand Book of Herbs and Spices* 2, Cambridge: Woodhead Publishing Limited, pp. 243–255.
- Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-ciocalteu Reagent. *Methods in Enzymology*, 299: 152-178
- Singleton, V.L., Rossi, J.A., (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158.
- Sigmaaldrich.com, <https://www.sigmaaldrich.com/TR/en/product/sial/phr1239?>, (Erşim Tarihi 05.11.2021)

- Stewart A.V. (1996). Plantain (*Plantago lanceolata*) – A Potential Pasture Species. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 58: 77-86.
- Strack, D. (1997). Phenolic Metabolism. In P. M. Dey and J. B. Harborne (Eds.), *Plant biochemistry*, London: Academic Press, S387-S416
- Takzare, N., Mortazav, H., Safaie, S. and Hossein, S.J. (2008). Assessment the Effect of *Achillea millefolium L.* Extract on Spermatogenesis and its Reversibility. *Toxicology Letters*, 180(1): S203-S204.
- Tanrikulu, N. (2009). Tıbbi Bitkileri Doğru Kullanma Rehberi, <http://www.nazimtanrikulu.com/?pnum=6> [21 Haziran 2021].
- Tosun, İ. ve Karadeniz, B. (2005). Çay ve Çay Fenoliklerinin Antioksidan Aktivitesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1): 78-83.
- Trumbeckaite, S., Benetis, R., Bumblauskiene, L., Burduli, D., Januli, V., Toleikis, A., Viškėlis, P., Jakštis, V. (2011). *Achillea millefolium L.* s.l. Herb Extract: Antioxidant Activity and Effect on the Rat Heart Mitochondrial Functions. *Food Chemistry*, 127: 1540–1548
- Tunalier, Z., Öztürk, N., Kogar, M., Bager, K.H.C, Duman, H. ve Kırimer, N., (2002, Mayıs). Bazı Sideritis Türlerinin Antioksidan Etki ve Fenolik Bileşikler Yönünden Güncellenmesi, 14. *Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı 2002*. İstanbul
- Tural S. ve Turhan, S. (2017). Antimicrobial and Antioxidant Properties of Thyme (*Thymus vulgaris L.*), Rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) and Laurel (*Lauris nobilis L.*) Essential Oils and Their Mixtures. *Gıda*, 42(5): 588-596.
- Türk Gıda Kodeksi, (2013). Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği Ek-1, Resmi Gazete 30.06.2013, Sayı : 28693
- Uslu S., Temur C. ve Yörük, M. (2016). Erkek Bıldırcın Rasyonlarına Belirli Oranlarda Katılan Sinirli Otunun (*Plantago Lanceolata*) Sindirim Sistemi Organlarındaki Mast Hücrelerinin Dağılımı Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 11(1): 84-91.
- Venkatesh, R., Sood, D. (2011). Review of the Physiological Implications of Antioxidants in Food. *Bachelor of science interactive qualifying project*. Worcester Polytechnic Institute.

- Viswanath, V., Urooj, A., Malleshi, N.G., (2009). Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Properties of Finger Millet Polyphenols (*Eleusine coracana*). *Food Chemistry*, 114(1): 340-346.
- Wanita, A. and Lorenz, K. (1996). Antioxidant Potential of 5-n-pentadecylresorcinol. *Journal of Food Processing and Preservation*, 20(5): 417-429.
- Wannes, W.A., Mhamdi, B., Sriti, J., Jmia, M.B., Ouchikh, O., Hamdaoui, G., Kchouk M.E. and Marzouk, B. (2010). Antioxidant Activities of the Essential Oil and Methanol Extracts from Myrtle (*Myrtus communis var italic L.*) Leaf, Stem and Flower. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 1362-1370.
- Wikipedia.org/askorbik asit https://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:L-Ascorbic_acid.svg. (Erişim tarihi: 05.11.2021)
- Xing, Y. and White P.J. (1997). Identification and Function of Antioxidants from Oat Groats and Hulls. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74: 303-307.
- Yamaguchi, F., Ariga, T., Yoshimira, Y. and Nakazawa, H. (2000). Antioxidant and Antiglycation Ofcarbinol from *Garcinia İndica*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(2): 180-185.
- Yavaşer, R. (2011). *Doğal ve sentetik antioksidan bileşiklerin antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Yazıcı, S.Ö., Aşkın, B. ve Kaynarca, G.B. (2020). Biberiye ve Kekik Esansiyel Yağlarının Antioksidan Özelliklerinin ve Bileşimlerinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(10): 2105-2112.
- Yıldız, L. (2007). *Bazı bitki örneklerinde antioksidan kapasitenin spektrofotometrik ve kromatografik tayini* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Kütahya'nın Domaniç ilçesinde doğdum, ilk-orta ve liseyi Kütahya'da tamamladıktan sonra Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimini aldım. Eğitim hayatına, Sabahattin Zaim Üniversitesi Gıda Mühendisliğinde Yüksek lisans eğitimi ile devam etmektedir.

Gıda mühendisi olarak 2007 yılında çalışma hayatına başladım ve bisküvi, çikolata, et ürünleri ve dondurma başta olmak üzere farklı gıda sektörlerinde arge ve üretim sorumlusu olarak görev yaptım.

2007 yılında GİMDES' in yaptığı Helal Sertifikalama Standartları istişare toplantılarına katılarak helal ve tayyib gıdanın üretilebilir bir sistem içerisinde sağlanabilmesi için oluşturulan Bilim Teknik Kurulunda yer alarak çeşitli program ve proje uygulamalarında bulundum. GİMDES'in 2009 yılında helal sertifikalandırma hizmetine başlaması ile kurumda aktif görev aldım. Görev sürecinde denetim elemanı, baş denetçi, denetim koordinatörü, eğitim ve sertifikalama koordinatörü olarak yurtiçi ve yurtdışı denetimlerinde hizmet verdim.

2019 yılında GİMDES ile gönül birlikteliğini devam ettirerek özel sektörde çalışma hayatıma devam etmekteyim.