



**FARKLI YÖRELERDEKİ YABANİ SEMİZOTU (PORTULACA
OLERACEA L.) İLE KÜLTÜR ORTAMINDA YETİŞTİRİLMİŞ SEMİZOTUNUN
İN VİTRO ANTIOKSİDATİF KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ**

Muhammed GÜNGÖREN

Yüksek Lisans Tezi

Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sinan SAYDAM

ARALIK-2016

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENTİTÜSÜ

**FARKLI YÖRELERDEKİ YABANI SEMİZOTU (PORTULACA OLERACEA L.)
İLE KÜLTÜR ORTAMINDA YETİŞTİRİLMİŞ SEMİZOTUNUN *İN VİTRO*
ANTIOKSİDATİF KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Muhammed GÜNGÖREN

112117102

Anabilim Dalı: Kimya

Programı: Biyokimya

Danışman: Prof.Dr. Sinan SAYDAM

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 23/12/2016

ARALIK-2016

TC.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENTİTÜSÜ

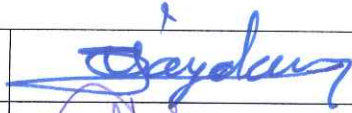

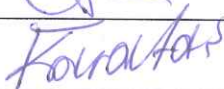
FARKLI YÖRELERDEKİ YABANI SEMİZOTU (PORTULACA
OLERACEAL) İLE KÜLTÜR ORTAMINDA YETİŞTİRİLMİŞ
SEMİZOTUNUN *İN VİTRO* ANTİOKSİDATİF KAPASİTESİNİN
BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Muhammed GÜNGÖREN
(112117102)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 11.11.2016

Tezin Savunulduğu Tarih : 05.12.2016

Tez Danışman	Prof. Dr. Sinan SAYDAM	
Üye	Prof. Dr. İsmet YILMAZ	
Üye	Prof. Dr. Fikret KARATAŞ	

ARALIK 2016

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans öğrenimim ve Tez süreci boyunca planlanma, araştırma ve tezin yürütülmesi konusunda bana her zaman bilgi, ilgi ve tecrübesiyle yardımcı olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Sinan SAYDAM' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yine özellikle tez çalışmalarım boyunca benden hiçbir desteğini esirgemeyen, karşılaştığım sıkıntıların üstesinden gelmemi sağlayan ve doğru yönlendirmeleri ile bana birçok deneyim ve bilgi katan Sayın Prof. Dr. Fikret KARATAŞ hocama çok teşekkür ederim.

Ayrıca deney uygulamalarımnda bana tecrübeleriyle her zaman yardımcı olmuş ve yol göstermiş olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Cumali KESKİN' e çok teşekkür ederim. Çalışmalarımnda kullanılan bitkilerin tür analizinde yardımcı olan Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Biyoloji Bölümü Botanik Anabilim dalı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Şemsettin CİVELEK' e çok teşekkür ederim. İstatistik karşılaştırmaların yapılmasında büyük yardımları dokunan Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Yunus GÜRALL' a ve proje kapsamındaki yardımları için FÜBAP' a çok teşekkür ederim

İlgi, sabır ve manevi desteklerini benden esirgemeyen anneme, eşime ve kızlarıma çok teşekkür ederim.

Muhammed GÜNGÖREN

ELAZIĞ-2016

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa no</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	X
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ.....	XI
KISALTMALAR.....	XII
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Serbest Radikaller.....	2
1.2. Oksidatif Stres Ve Reaktif Oksijen Türleri (ROT).....	3
1.2.1. Süperoksit ($\bullet\text{O}_2$).....	5
1.2.2. Hidrojen Peroksit (H_2O_2).....	6
1.2.3. Hidroksil ($\text{OH}\bullet$).....	7
1.2.4. Singlet Oksijen (O_2^-).....	7
1.2.5. Hipoklorik Asit (HOCl).....	8
1.2.6. Nitrik Oksit ($\text{NO}\bullet$).....	8
1.2.7. Diğer Radikaller.....	8
1.3. Serbest Radikal Ve Rot Kaynakları.....	8
1.4. Serbest Radikallerin Fizyolojik Etkileri.....	9
1.4.1. Protein Merkezli Etkiler.....	9
1.4.2. Lipid Merkezli Etkiler.....	10
1.4.3. Karbonhidrat Merkezli Etkiler.....	10
1.4.4. DNA Merkezli Etkiler.....	10
1.5. Antioksidanlar.....	11
1.5.1. Antioksidan Savunma Sistemleri.....	12

1.5.2. Enzimatik Antioksidan Savunma Sistemleri.....	12
1.5.2.1.Süperoksit Dismutaz (Sod).....	12
1.5.2.2. Katalaz.....	13
1.5.2.3. Glutasyon Peroksidaz (GSH-Px).....	13
1.5.2.4. Glutasyon Redüktaz (GSH-Red).....	14
3.1.2.5. Glutasyon-S-Transferaz (GST).....	14
1.5.3. Enzimatik Olmayan Antioksidan Savunma Sistemleri.....	14
1.6. Antioksidan Aktivite Tayin Metodları.....	17
1.6.1. Oksijen Radikalini Absorblama Kapasitesi Metodu (ORAC).....	19
1.6.2. Toplam Radikal Yakalayıcı Antioksidan Parametre Metodu (TRAP).....	19
1.6.3. Crocin Ağartma Metodu.....	19
1.6.4. FCR İle Toplam Fenolik Madde Tayini.....	20
1.6.5. Troloks Ekvivalenti Antioksidan Kapasite Metodu (TEAC).....	20
1.6.6. Fe (III) İyonu İndirgeme Gücü Metodu (FRAP).....	21
1.6.7. DPPH Radikali Giderme Metodu.....	21
1.6.8. Bakır(II) İndirgeyici Antioksidan Kapasite Yöntemi (CUPRAC).....	22
1.6.9. Oksijen Radikali (O ₂ ⁻) Radikal Giderme Kapasitesi Tayini.....	22
1.6.10. Hidroksit Radikali (•OH) Radikal Giderme Kapasitesi Tayini.....	23
1.6.11. Peroksinitrit Giderici Kapasitesi Tayini.....	23
1.6.12. Hidrojen Peroksit (H ₂ O ₂) Giderme Aktivitesi Tayini.....	23
1.6.13. Fe (II) Şelatlama Aktivitesi Tayini.....	23
1.7. Semizotu İle İlgili Bilgiler Ve Yapılmış Çalışmalar.....	24
2. MATERYAL VE METOD.....	29
2.1. Materyal.....	29
2.1.1. Bitki Örnekleri.....	29
2.1.2. Kimyasal Maddeler ve Deney Süresince Kullanılan Malzemeler.....	29
2.1.3. Kullanılan Kimyasallar.....	29
2.2. Metot.....	30
2.2.1. Ekstraktların Hazırlanışı.....	30

2.2.2. Toplam Fenolik Madde (TPC) Tayini.....	31
2.2.3. DPPH Radikali Giderme Aktivitesinin Tayini.....	32
2.2.4. Demir (II) İyonlarını Şelatlama Aktivitesinin Tayini.....	32
2.2.5. H ₂ O ₂ Giderme Aktivitesinin Tayini.....	33
3. BULGULAR.....	34
3.1. FCR ile Toplam Fenolik Bileşik Tayini.....	34
3.2. DPPH Radikali Giderme Aktivitesi.....	38
3.3. Demir (II) İyonlarını Şelatlama Aktivitesinin Tayini.....	43
3.4. H ₂ O ₂ Giderme Aktivitesinin Tayini.....	48
4. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	51
KAYNAKLAR.....	54
ÖZGEÇMİŞ.....	67

ÖZET

Bu çalışmada Elazığ, Diyarbakır, Mardin ve Batman'da doğal olarak yetişmiş olan yabani semizotu (*Portulaca Oleracea* L.) ile Elazığ'da kültür ortamında yetiştirilmiş semizotu (*Portulaca Oleracea* L.) bitki örneklerinin antioksidan aktiviteleri farklı yöntemler ile incelenmiştir. Bitkiler yeşil halde temin edilip, gölgede, aynı ortamda kurutulmuştur. Kurutulan bitkilerin su, etanol ve asetondeki ekstraktları alınarak her bir ekstraktın Toplam Fenolik Madde miktarı, DPPH giderme aktivitesi, H₂O₂ giderme aktivitesi ve metal iyonları şelatlama kapasitesi tayin edilmiştir. Ölçüm için UV-Görünür bölge spektrofotometresi kullanılmış ve sonuçlar standart maddelerle karşılaştırılmıştır.

Toplam Fenolik Bileşik madde miktarının, en yüksek eseton ekstraktında ve en düşük ise etanol ekstraktında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, toplam fenolik madde miktarı, Diyarbakır semizotunda en fazla (8,38±0,83) iken, kültür semizotunda ise en az (1,70±1,44) olduğu görülmüştür (p<0.005). DPPH Giderme aktivitesinin Batman yöresinde yetişen semizotunda en fazla (16,1±2,27) bulunurken, kültür ortamında yetiştirilen semizotunda en az (3,28±0,88) olduğu görülmüştür (p<0.005). Elazığ da yetişen semizotu örneklerinin metal şelatlama özelliklerinin en fazla (50,57±0,07), kültür ortamında yetiştirilen semizotunda ise en düşük olduğu (3,85±0,03) görülmüştür (p<0.005). Hidrojen peroksit giderme aktivitesi ise Diyarbakır'da yetişen semizotu örneklerinde en fazla (35,78±0,23) iken, kültür ortamında yetişen semizotu ekstratlarında ise en düşük (22,39 ±0,24) olarak bulunmuştur (p<0.005).

Anahtar Kelimeler: Semizotu, *Portulaca Oleracea* L., Toplam Fenolik Madde, DPPH, H₂O₂ Giderme, Metal Şelatlama.

SUMMARY

***In-Vitro* Determination of Antioksidative Capacity of Culturaly Grown and Wild Purslane (*Portulaca Oleracea L.*) in Different Regions**

In this work, antioxidant activity of purslane (*Portula Oleracea L.*) grown in four different regions, Elazığ, Diyarbakır, Mardin Batman, and cultivated in Elazığ were studied. Antioxidant properties of samples analysed by different methods and results were compared. All the samples were collected fresh and dried under shed. Then the extract of (water, ethanol and acetone) investigated for the total phenolic substance, DPPH scavenging activity, H₂O₂ scavenging activity and metal chalets capacity. Analysis were performed by UV-Visible spectrophotometer.

It was found that, total phenolic compound is the least in ethanol extract of purslane while highest in acetone extract. In addition, total phenolic compound is found to be the least in cultivated purslane ($1,70\pm1,44$) while the highest grown in Diyarbakır ($8,38\pm0,83$) ($p<0.005$). DPPH scavenging activities of purslane found to be the highest grown in Batman ($16,1\pm2,27$) while least in cultivated ($3,28\pm0,88$) in Elazığ ($p<0.005$). In general, DPPH scavenging activities purslane is the highest in low concentration of extracts. With the increasing concentration of purslane extracts, DPPH scavenging activity seems to be decreasing. When metal chelating properties of purslane extract were compared, the one grown in Elazığ ($50,57\pm0,07$) was the highest chelating capacities, while the least metal chelating capacities was found to be the cultivated ($3,85\pm0,03$) purslane ($p<0.005$). Hydrogen peroxide scavenging properties measured to be highest in purslane grown in Diyarbakır ($35,78\pm0,23$), on the other hand least in grown cultivated purslane ($22,39\pm0,24$) ($p<0.005$).

Keywords : Purslane, *Portula Oleracea L.*, Total phenolic substance, DPPH scavenging activity, H₂O₂ scavenging activity, metal chelating capacity.

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa no</u>
Şekil 1.1. Antioksidan bileşenlerin sınıflandırılması.....	11
Şekil 3.2. Likopenin açık formülü.....	15
Şekil 1.5. Trolox.....	20
Şekil 1.6. DPPH (1,1-difenil – 2pikrilhidrazil).....	22
Şekil 3.1. Gallik Asit Standart Grafiği.....	34
Şekil 3.2. Kateşol Standart Grafiği.....	35
Şekil 3.3. Semizotu örneklerinin Gallik Asit eşdeğeri toplam fenolik madde muhtevaları.....	36
Şekil 3.4. Semizotu örneklerinin Kateşol eşdeğeri toplam fenolik madde muhtevaları.....	37
Şekil 3.5. Elazığ semizotu ekstraktının % DPPH giderme aktivitesi.....	38
Şekil 3.6. Batman semizotu ekstraktının % DPPH giderme aktivitesi.....	38
Şekil 3.7. Diyarbakır semizotu ekstraktının % DPPH giderme aktivitesi.....	39
Şekil 3.8. Kültür ortamı semizotu ekstraktının % DPPH giderme aktivitesi.....	39
Şekil 3.9. Mardin semizotu ekstraktının % DPPH giderme aktivitesi.....	39
Şekil 3.10. 0,2 mg/mL derişiminde DPPH giderme kapasiteleri (% inhibisyon).....	40
Şekil 3.11. 0,4 mg/mL derişiminde DPPH giderme kapasiteleri (% inhibisyon).....	40
Şekil 3.12. 0,6 mg/mL derişiminde DPPH giderme kapasiteleri (% inhibisyon).....	41
Şekil 3.13. 0,8 mg/mL derişiminde DPPH giderme kapasiteleri (% inhibisyon).....	41
Şekil 3.14. 1 mg/mL derişiminde DPPH giderme kapasiteleri (% inhibisyon).....	41
Şekil 3.15. Elazığ semizotu ekstraktının % metal şelatlama aktivitesi.....	43

Şekil 3.16. Diyarbakır semizotu ekstraktının % metal şelatlama aktivitesi.....	43
Şekil 3.17. Batman semizotu ekstraktının % metal şelatlama aktivitesi.....	44
Şekil 3.18. Kültür ortamı semizotu ekstraktının % metal şelatlama aktivitesi.....	44
Şekil 3.19. Mardin semizotu ekstraktının % metal şelatlama aktivitesi.....	44
Şekil 3.20. 0,2 mg/mL derişiminde metal şelatlama kapasiteleri (%) grafiği.....	45
Şekil 3.21. 0,4 mg/mL derişiminde metal şelatlama kapasiteleri (%) grafiği.....	45
Şekil 3.22. 0,6 mg/mL derişiminde metal şelatlama kapasiteleri (%) grafiği.....	46
Şekil 3.23. 0,8 mg/mL derişiminde metal şelatlama kapasiteleri (%) grafiği.....	46
Şekil 3.24. 1 mg/mL derişiminde metal şelatlama kapasiteleri (%) grafiği.....	46
Şekil 3.25. Elazığ semizotunun % H ₂ O ₂ giderme kapasitesi ile standart maddelerin karşılaştırılması.....	48
Şekil 3.26. Batman semizotunun % H ₂ O ₂ giderme kapasitesi ile standart maddelerin karşılaştırılması.....	48
Şekil 3.27. Diyarbakır semizotunun % H ₂ O ₂ giderme kapasitesi ile standart maddelerin karşılaştırılması.....	49
Şekil 3.28. Kültür ortamı semizotunun % H ₂ O ₂ giderme kapasitesi ile standart maddelerin karşılaştırılması.....	49
Şekil 3.29. Mardin semizotunun % H ₂ O ₂ giderme kapasitesi ile standart maddelerin karşılaştırılması.....	49

TABLULAR LİSTESİ

	<u>Sayfa no</u>
Tablo 3.1. Gallik Asit Eşdeğer Tablosu (mg Gallik asit/g).....	36
Tablo 3.2. Kateşol Eşdeğer Tablosu (mg Kateşol/g).....	37
Tablo 3.3. Farklı derişimlerdeki örneklerin % DPPH giderme değerleri.....	42
Tablo 3.4. Farklı derişimlerdeki örneklerin % metal şelatlama kapasitesi değerleri.....	47
Tablo 3.5. Farklı derişimlerdeki örneklerin % H ₂ O ₂ giderme aktiviteleri.....	50

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa no</u>
Fotoğraf 1.1. Semizotu.....	24
Fotoğraf 1.2. Semizotu gövdesi ve yaprakları.....	25



KISALTMALAR

AAPH	: 2,2'-azobis(2-amidinopropan) dihidroklorit
ABTS	: 2,2'-azinobis(3-etilbenzothiazolin-6-sülfonat)
ALA	: Alfa lipoik asit
AOA	: Antioksidan aktivite
AOK	: Antioksidan kapasite
APPH	: 2,2'-azobis (2-aminopropan) diklorit
BHA	: Bütillenmiş hidroksi anisol
BHT	: Bütillenmiş hidroksi tolüen
CUPRAC	: Bakır(II) İndirgeyici Antioksidan Kapasite
DHA	: Dehidroaskorbikasidi
DNA	: Deoksiribonükleik asit
DPPH	: 1,1-difenil-2-pikril hidrazil
EDTA	: Etilen diamin tetraasetikasit
ET	: Elektron transfer
FAO	: Birleşmiş Milletler gıda ve tarım örgütü
FCR	: Folin-Ciocalteu Reaktifi
FRAP	: Fe (III) İyonu İndirgeme Gücü
G6PD	: Glukoz-6-fosfat dehidrojenaz
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
GSH	: Redükte Glutatyon

GSH-Px	: Glutasyon proksidaz
GSH-Red	: Glutasyon redüktaz
GSSG	: Okside Glutasyon
GST	: Glutasyon-S-Transferaz
HAT	: Hidrojen atomu transfer
HPLC	: Yüksek performanslı sıvı kromatografi
IC50	: Medyan İnhibisyon konsantrasyonu
KE	: Kateşol eşdeğeri
LDL	: Low density lipoprotein
NADH	: Nikotinamit adenin dinükleotit
NBT	: Nitroblue tetrazolium
NOS	: Nitrik Oksit Sentaz
ORAC	: Oksijen radikalini absorblama kapasitesi
PMS	: Premenstrual syndrome
PUFA	: Polyunsaturated fatty acid
R-PE	: R-fikoeritrin
RNA	: Ribonükleik asit
ROT	: Reaktif oksijen türleri
SOD	: Süperoksit dismutaz
TEAC	: Troloks Ekvivalenti Antioksidan Kapasite
TPTZ	: Tripiridiltriazin
TRAP	: Toplam Radikal Yakalayıcı Antioksidan Parametre

Troloks : (\pm)-6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit

UV : Ultraviyole

WHO : Dünya Sağlık Örgütü



1. GİRİŞ

Vücutta, fizyolojik olaylar sırasında ya da çevresel etkenler sebebiyle dış orbitallerinde ortaklanmamış elektron bulunan, oldukça yüksek aktiviteye sahip, kısa ömürlü reaktif moleküller meydana gelir. Bu moleküller organizmada sürekli bulunur ve lipitler, karbonhidratlar, proteinler gibi vücudun organlarında rahatlıkla reaksiyona girebilirler. Serbest radikaller ve reaktif oksijen türleri denilen bu tanecikler, solunum enzim reaksiyonları gibi hayati faaliyetler sırasında endojen kaynaklı olabildiği gibi hava kirliliği ve UV (Ultraviyole) ışınlar gibi etkenler ile radyasyonda oluşumlarında etkilidir (Young ve Woodside, 2001).

Serbest radikaller arasında süperoksit ($\bullet\text{O}_2^-$), hidroksil ($\bullet\text{OH}$) ve singlet oksijen ($^1\text{O}_2$) yer alır. Ayrıca radikal özellik göstermeyen hidrojen peroksit (H_2O_2) ve peroksinitrit (ONOO^-) de bu gruba dahil edilir. Bu maddelerin hepsi birden “reaktif oksijen türleri (ROT)” şeklinde tanımlanırlar. Vücutta sürekli var olan serbest radikaller etkisiz hale getirilmezse hücre membranına zarar verip hücreleri öldürme boyutunda sıkıntılara yol açabilir. Ayrıca DNA (Deoksiribonükleik asit)’da kırılma ve mutasyon oluşmasına zemin hazırlayabilir ve bağışıklık sistemi için de ciddi sorunlar oluşturabilirler (Serteser ve Gök, 2003). Bu yüzden serbest radikaller dolaşım sistemi, immünite, gastrointestinal sistem ve görme ile ilgili pek çok hastalıktan sorumlu tutulurlar (Halliwell ve Gutteridge, 1990).

ROT’ların varoluşu ile organizmanın vücutta bazı tepkimelerle oluşan zararlı maddeleri etkisizleştirme veya meydana gelen sorunları giderme arasında oluşan dengesizliğe oksidatif stres denir. Oksidatif stres tüm canlılarda gözlenebilir. İnsan vücudunda çeşitli kalp damar hastalıkları, diyabet, sinir dejenerasyonu (Alzheimer ve Parkinson hastalıkları gibi), hücre yıpranması ve yaşlanma, kıkırdak iltihabında, solunum yolu hastalıkları, Down sendromu ve kanser gibi hastalıkların oluşumunda oksidatif stresin etkisi olduğu belirtilmektedir (Gardes-Albert ve diğ., 2002).

Reaktif oksijen türleri gıdalar bakımından ele alındığında saklanmaları sırasında oluşabilen önemli bir sorun ortaya çıkmaktadır ki o da lipit peroksidasyonudur (Şenköylü, 2001). Oksidasyondan ileri gelebilecek hasarları önlemek adına bazı gıda maddelerine antioksidanlar ilave edilmektedir ve bu antioksidanlar genellikle sentetik şekilde olmaktadır.

Antioksidanlar ROT oluşumunu ve bunların verebilecekleri hasarı kontrol altında tutmak için vücutta bulunması gereken maddeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Antioksidanlar endojen şekilde bir savunma mekanizması olarak vücutta bulunurken aynı zamanda doğal gıdalarla, katkı maddesi olarak içerisinde antioksidan kullanılan gıdalarla ve ilaçlarla da eksojen olarak vücuda alınabilmektedir.

Vücuda eksojen şekilde alınan antioksidan kaynakları oldukça çeşitlidir. Bunlar arasında fenolik bileşiklerce zengin, doğal meyve ve sebzeler önemli bir yer tutmaktadır. Bazı çalışmalar bitkisel besinlerin ROT' lara karşı vücuda fayda getirdiği ve bu faydalarının yapılarında barındırdıkları natürel maddelerden ileri geldiğini vurgulamıştır (Halvorsen ve diğ., 2002).

Günümüzde, özellikle yağ ve yağ içeren gıdaların içerisinde toluen ve anisolün bütillenmiş hidroksi türevleri (BHT ve BHA) kullanılmakta, bu maddelerin de sentetik olmasından ötürü bazı sakıncaları olabilmektedir. Yapılan bazı çalışmalar bu maddelerin de karsinogenik olabileceği yönünde bazı bulgular rapor edilmiştir (Ito ve diğ., 1986). Doğal yollarla alınabilecek antioksidanların çok daha güvenli ve sağlıklı olacağı görüşü tüketici ve üreticileri bu alternatif üzerine daha çok yoğunlaştırmıştır.

Bu sebeplerden ötürü semizotu gibi çiğ yenebilen, salatalara ilave edilen veya haşlanarak da yenilebilen bir bitkinin antioksidan özelliklerinin araştırılması önem teşkil etmektedir. Bu çalışmada doğada çoğu zaman kendiliğinden yetiştiği gibi kültür ortamında üretimi de kolaylıkla yapılabilen semizotu üzerinde çalışma yapılmıştır. Üzerinde daha önce yeterince çalışılmamış olan semizotu farklı yöntemlerle analiz edilerek yapısındaki antioksidan özellikler araştırılmıştır. Semizotu farklı yörelerden temin edilerek, etanol, aseton ve su ekstraktları üzerinde toplam fenolik madde tayini, demir şelatlama, H₂O₂ ve DPPH (1,1-difenil-2-pikril hidrazil) giderme aktiviteleri standart maddelerle karşılaştırılmıştır.

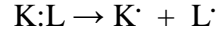
1.1. Serbest Radikaller

Yörüngelerinin en yüksek enerji bölgesinde eşleşmemiş elektron içeren kimyasal yapılara serbest radikaller tanımı yapılır (Mercan, 2004). Bu eşleşmemiş elektronlar atom veya molekülün üzerine her biri için bir nokta konularak ifade edilir. Yörüngelerindeki elektronları eşleşmiş atom ve moleküller kararlı yapıya sahiptir ve yeni bağ oluşturma

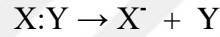
istekleri azdır. Ancak serbest radikaller eşleşmemiş elektron bulundurduğundan oldukça aktif ve kararsız maddelerdir.

Serbest radikaller başlıca 3 yolla oluşurlar:

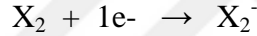
1. Kovalent bağların homolitik kopmasıyla; moleküldeki bağın kopmasıyla her bir tanecikte elektronlardan biri muhafaza edilir.



2. Molekülden elektron kopmasıyla: hücrel antioksidanların radikal türlere elektron vererek onları indirgerken kendilerinin radikal oluşturması gibi.



3. Moleküle e⁻ eklenmesiyle: oksijenin peroksit radikalini oluşturması gibi:



(Cheesman ve Slater, 1993; Wu ve Cederbaum, 2003)

Serbest radikaller canlılarda daha çok elektron transferi ile meydana gelir. Canlı fiziyojisine asıl zarar verenler oksijen radikalleridir. Bazı d bloğu metallere (Cu²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺, Mo⁵⁺...v.b.) kimi oksidasyonların oluşumuna yardımcı olmalarından ötürü vücuda zararlı etkilerinin olabileceğinden söz edilir (Akkuş, 1995). Elektron transferi biyolojik döngünün devamı için çoğu zaman gereklidir ancak belirli sınırlar dahilinde gerçekleşmesi gerekir. Bu elektron transferi antioksidanlar durdurana kadar devam eder.

1.2. Oksidatif Stres Ve Reaktif Oksijen Türleri (ROT)

Antioksidanlar tarafından serbest radikallerin durdurulması bir denge sistemi oluşturur. Bu denge düzgün çalıştığı müddetçe vücut serbest radikallerden negatif etkilenmez. Oksidatif dengesin serbest radikaller lehine bozulması sonucunda ise oksidatif stres meydana gelir. Bu denge bozulması antioksidan yetersizliği ya da serbest radikallerin artması sonucunda olabilir (Serafini ve Del Rio, 2004; Hermes-Lima ve Zenteno-Savin, 2002).

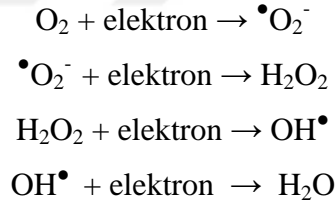
Serbest radikal oluşumu bazı fizyolojik olaylar için gereklidir. Ancak serbest radikallerin gereksiz ve fazla miktarda oluşmasından ileri gelen oksidatif stres sonucunda hücrede DNA, proteinler, enzimler, lipitler ve karbonhidratların üzerinde zararlı etkiler oluşması söz konusudur. (Song, 2004; Nordberg ve Arner, 2001).

Oksijen molekülü özellikle oksijenli solunum yapan canlıların solunumunda rol oynaması nedeniyle vazgeçilemez öneme sahiptir (Thurnam, 1990; Erenel ve ark. 1992).

O₂ yapısında bulunan eşlenmemiş ve spin kısıtlamasına sebep olan iki elektron nedeniyle diradikal olarak adlandırılır ve radikal olmayan maddelerle yavaş tepkimeye girerken radikallerle oldukça rahat reaksiyona girer (Akkuş, 1995; Mates, 2000).

Vücuda giren oksijenin çok büyük bir miktarı enzimatik reaksiyonlarla suya dönüştürülür, az bir miktarı ise elektron eklenmesi sonucu reaktif oksijen türlerine dönüşür (Ünlü ve Akaya, 1999; Barnes, 1990; Wickens, 2001).

Oksijenin suya indirgenmesi sırasında her bir elektron alışı sonucunda farklı reaktif oksijen türleri meydana gelir. Bunlar sırasıyla süperoksit anyonu, hidrojen peroksit ve hidroksil radikalidir. Ardından alınan elektron ile de su meydana gelir (Wickens, 2001; Halliwell ve Guttendge, 1984).



ROT, oksidatif strese olduğu gibi yüksek dozlarda hücresel zararlara yol açar (Martin ve Barret, 2002).

Reaktif oksijen türleri oksidan ve mutajen özelliktedir ve bu metabolizma yan ürünleri proteinler vb. makromoleküller üzerinde zararlı etkileri olduğu gibi hücrenin ölümüne neden olarak kronik hastalıklar da başlatabilir (Kazanç, 1997).

Serbest oksijen radikallerinin, kimyasal maddelerle tepkimeleri, bazı metal toksisitesi, böbrek toksisiteleri, karaciğer lezyonu, böbrek iltihaplanması, karaciğer enfeksiyonu, E vitamini ihtiyacı, hücre yıkımı, solunum yolu sıkıntıları, damar sertleşmesi, pankreas iltihabı ve romatizmal bir çok sağlık sorununun üzerinde etkisi bulunduğu söylenmektedir(Cross ve diğ., 1987; Özdem ve Sadan, 1994).

Bu oksijen metabolizması ürünlerinin uzaklaştırılması enzimatik ve enzimatik olmayan mekanizmalarla denetim altında tutulmaktadır (Wickens, 2001).

Serbest radikallerin ekzojen kaynakları

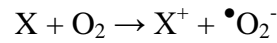
Bunlar arasında bazı ilaçlar ve kimyasal içerikli besinler ile Fe, Cu, Cd, Ni, Cr, Hg gibi metallerin iyonları bulunmaktadır. Ayrıca hava kirliliğine neden olan toz (elemental), O₃, CO, bazı sıvı ve çözücüler, SO₂ gibi maddeler ile morötesi ışınlar, x ışınları, gamma radyasyonu sayılabilir (Abdollahi ve diğ., 2004).

1.2.1. Süperoksit ($\bullet\text{O}_2^-$)

Süperoksit radikali, oksijen molekülünün dıştaki iki orbitalinde bulunan eşlenmemiş ve aynı yönde spini olan iki elektronundan birinin dışarıdan başka bir elektronla eşleşmesi durumunda meydana gelir (Fridovich, 1975). Süperoksidin oksijen toksisitesi ajanı olduğu ve detoksifikasyonundan süperoksit dismutaz enziminin sorumlu olduğu ileri sürülmüştür (Erenel, 1992). Bu anyon fazla aktif olmamasına karşılık hücre zarının transport özelliğini olumsuz etkiler (Nordberg ve Arner, 2001).

Başlıca oluşum mekanizmaları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Sies, 1991; Halliwell, 1994):

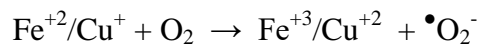
1- Yükseltgenme özelliğine sahip bazı moleküllerin (hidrokarbon, katekolamin gibi) oksijene elektron vermesi



2- Bazı enzimlerin (dehidrojenaz, oksidaz gibi) kullanıldığı reaksiyonlar

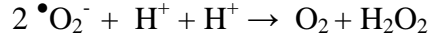
3- Moleküler oksijene e⁻ taşıyıcılarından (koenzim A-CoA gibi) elektron aktarılması

4- Geçiş metal iyonlarının bir derece daha yükseltgenmesi



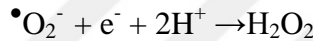
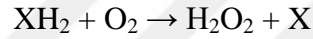
Süperoksit geçiş metallerini indirgeyebilmesi ve H₂O₂ kaynağı olmasından ötürü önemlidir ve kendi başına çok zararlı bir oksidan değildir. Kinetik açıdan yavaş olması ve ılımlı reaktivitesinden dolayı mı yoksa kendiliğinden mi hücre hasarı yapabildiği soruları araştırmacılar tarafından sorulmuştur.

Süperoksit anyonları hidrojen iyonu ile birleşerek hidrojen peroksit ve oksijen molekülünü oluşturur (Nodberg ve Arner, 2001; Erenel, 1992).



1.2.2. Hidrojen Peroksit (H₂O₂)

Hidrojen peroksit temel olarak aerobik hücrelerde bulunan oksidaz enzimlerin ve biyolojik moleküllerin *invivo* etkisiyle e⁻, p⁺(H⁺) veya H₂ transfer edilmesi sonucu oluşur. (Murray ve diğ., 1996; Erenel, 1992; İşbilir, 2008; Ardağ 2008)

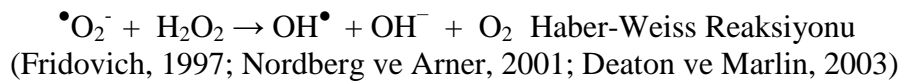
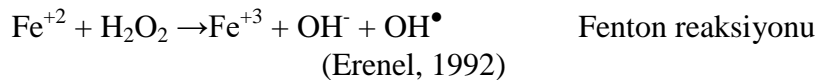


Ayrıca hidrojen peroksit oluşturan farklı bir reaksiyon dismutasyon reaksiyonudur.



H₂O₂ bileşiklerin çoğunu oksitleyebilme özelliğine sahiptir. Fenton reaksiyonu yoluyla bir çok bileşiği oksidasyona uğratabilir (Winterbourn, 1995).

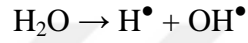
H₂O₂ radikal olmamasına rağmen reaktif oksijen türleri arasındadır. Bunun en önemli sebebi; Fe⁺² gibi metallerin bulunduğu koşullarda, Fenton ve Haber-Weiss reaksiyonları ile reaktivite düzeyi en yüksek ve en tehlikeli olan hidroksil radikaline dönüşmesidir.



1.2.3. Hidroksil (OH•)

Oksidatif strese en olası toksik reaktan olarak görülmektedir. Aşırı derece reaktif olup çok hızlı bir şekilde hem düşük hem de yüksek molekül ağırlıklı bileşikleri hasara uğratabilir ve değiştirebilir (Erenel, 1992). Bulunan en zehirli radikal maddedir. Ayrıca neredeyse tüm organizma moleküllerini oksitleyebilir (Fantel, 1996).

Fenton Reaksiyonu, Haber-Weiss Reaksiyonu ve H₂O' nun radyoaktif ortamda ışıklardan etkilenmesi ile iyonize olması sebebiyle oluşur (Cheesman ve Slater, 1993; Halliwell, 1999; Song, 2004).

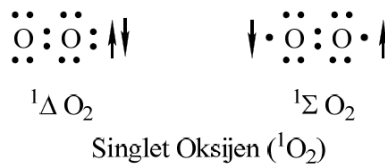


1.2.4. Singlet Oksijen (¹O₂)

Canlı organizma içinde reaksiyonlarla oluşabildiği gibi bilirubin ve retinal pigmentlerin aydınlık ortamda oksijenle tepkimesinden de oluşabilir. Ayrıca bazı metabolizma sorunlarında olduğu da bildirilmiştir. Serbest radikallerin reaksiyonlarında rol oynar. Bu reaksiyonlarda ortaya çıkabilir yahut tepkimelerin oluşmasına neden olabilir (Bast ve diğ., 1991; Halliwell ve Gutteridge, 1990).

Radikal olmamasına karşın yüksek reaktiviteye sahip olan singlet oksijen, moleküler oksijenin enerjisini artırması sonucunda oluşur. Enerjisi artan oksijen ortaklanmamış elektronlarından birini farklı bir orbitale taşır veya spin yönünü değiştirir. Bu sayede moleküler oksijene göre spin kısıtlaması da olmayan bir reaktif oksijen türü olan singlet oksijen oluşur (İşbilir, 2008).

İki farklı şekilde tanımlanır. Delta singlet oksijenin yarı ömrü kendisinden daha düşük enerjiye sahip sigma singlet oksijene göre daha uzundur (Cotton ve Wilkinson, 1988).



1.2.5. Hipoklorik Asit (HOCl)

Kuvvetli oksitleyici özelliğe sahiptir. Çoğu organik bileşiği rahatlıkla oksitleyebilir. (Korthuis ve diğ., 1993).

1.2.6. Nitrik Oksit (NO•)

Vazodilatör özellik gösterebilecek bir madde olmaktadır ve aynı zamanda dolaşım ile böbrek sorunlarının birlikte görüldüğü hastalıklarda etkisi olduğu düşünülmektedir (Türkay ve diğ., 2004).

Organizmada yaygın şekilde oluşabilir. Ancak yarı ömrü oldukça kısa olan bir radikaldir. Oluşumu sırasında enzimler rol oynar (Moncada ve diğ., 1991).

Hemen hemen tüm fizyolojide bulunmaktadır. Hücre zarlarından rahatlıkla transfer olabilen, akciğerler için önemi olan bir maddedir. Bunun yanında süperoksit radikali bu maddeyi inaktive edebilmektedir. (Özkan ve Yüksekol, 2003).

1.2.7. Diğer Radikaller

Hidroksi Peroksil (ROO•), Alkoksi (RO•) yine bir radikal olan organik peroksitlerin (ROOH•) yıkımı sırasında oluşan oksijen merkezli radikallerdir. Tiyil (RS•), Azotdioksit (NO₂•) radikal maddeler arasında gösterilir.

1.3. Serbest Radikal ve ROT Kaynakları

Doğal kaynaklı radikaller: Bu radikaller hücre içinde elektron taşınması mekanizması esnasında oluşur.

Haber-weiss ve fenton reaksiyonları: Oksidatif stres durumunda, H₂O₂ ve •O₂⁻, Fe⁺³ veya Cu⁺² gibi geçiş metalleriyle Hidroksil radikalini oluşturabilir. Buna haber-weiss reaksiyonu denir.

Fe⁺² iyonunun hızlı bir şekilde H₂O₂ ile verdiği tepkime ise Fenton tepkimesidir ve yine en tehlikeli radikal olan hidroksil oluşur.

Ksantin Oksidaz: Endotel hücresinde önemli bir serbest radikal kaynağıdır.

Katekolaminler: Sempatik sinir sisteminden salgılanan noradrenalin, mono amin oksidaz tarafından yıkılırken oksijen kullanıldığından $H_2O_2^\bullet$ veya HO^\bullet yan ürün olarak oluşmaktadır. Bu şekildeki oluşumlar çok az miktardadır.

1.4. Serbest Radikallerin Fizyolojik Etkileri

Serbest radikaller çok aktif maddelerdir ve vücuttaki sistemler tarafından etkisiz hale getirilmezlerse protein, lipid, karbonhidrat ve DNA gibi önemli komponentlerde hasara neden olabilmektedirler. Bu etkinin büyüklüğüne göre sonuç da daha önemli ve tehlikeli bir fizyolojik etkiyle kendini gösterir.

1.4.1. Protein Merkezli Etkiler

Kükürt (S) muhteva eden aminoasitler ve pi bağı içeren aminoasitlerin (triptofan, tyrozin, fenilalanin, metiyonin, sistein, histidin) serbest radikallerle reaksiyonuyla kalıcı farklılıklar ortaya çıkar. Reaksiyon verme isteği, bu aminoasitlerle ilişkili enzimler (papain, gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz gibi), radikallerle etkileşince inhibe hale gelirler. Aktifliği oldukça yüksek hidroksil radikalleri, peptid bağlarda hidroksilasyona yol açarak hasar verirler (Akpoyraz, 1995).

Serbest radikallerle proteinlerin etkileşimi esnasında karbon merkezli organik radikaller ve sülfür radikalleri meydana gelir. Bahsedilen tepkimeler sonrası albümin ve immunoglobulin G (IgG) gibi disülfid bağı içeren proteinlerin tersiyer kimyası değişir. Hemoglobinin içeriğinde bulunan ferro demir (Fe^{+2}) oksitleyici maddelerle yükseltgenme açısından istekli olduğundan, oksijen taşımayan methemoglobin meydana gelir (Murray ve diğ., 1996).

Serbest radikaller proteinlerde başlıca; aminoasit yapısında değişim, protein parçalanması, yığılması ve çapraz bağlanmalar şeklinde de tanımlanabilir (Erenel ve diğ., 1992).

1.4.2. Lipid Merkezli Etkiler

Lipitler serbest radikal hasarlarına çok duyarlı biyolojik moleküllerdir. Hücre zarlarındaki ve besinlerdeki kolesterol ve yağ asitleri serbest radikallerle rahatlıkla tepkime verirler ve lipit peroksitler, lipit alkoller ve aldehit yapısında yan ürünler oluşur. Membran lipitleri en hassas olan lipitlerdir (Erenel ve diğ., 1992; Akpoyraz, 1995).

Lipid peroksidasyonu özellikle $\bullet\text{OH}$ 'in, hücre zarında ihtiva edilen çoklu doymamış yağ asitlerindeki (PUFA) konjuge çift bağlardan bir H atomu çıkarmasıyla başlar. Böylece yağ asidi zinciri bir lipid radikali ($\text{L}\bullet$) özelliğine bürünür. Molekül içi bir biçimlendirme ile daha kararlı haldeki konjuge dienler meydana gelir. Oksijenli ortamda, konjuge dienin moleküler oksijenle tepkime vermesiyle lipid peroksil radikalleri ($\text{LOO}\bullet$) meydana gelir. $\text{LOO}\bullet$ membran içeriğindeki diğer çoklu doymamış yağ asitlerini etkileyerek, yeni lipid radikallerinin ($\text{L}\bullet$) meydana gelmesine sebebiyet verir. Peroksil radikali de açıkta kalan hidrojen ile birleşerek lipit peroksitleri (LOOH) oluşturur. (Halliwell ve Gutteridge, 1990).

Radikalik tepkimenin sonucunda malondialdehit ($\text{OHC-CH}_2\text{-CHO}$), aldehit, karboksilli asit, alkol kimyasal maddeleri ortaya çıkar (Akpoyraz, M., 1995).

1.4.3. Karbonhidrat Merkezli Etkiler

Fizyolojik pH ve ısıda glukoz gibi monosakkaritlerin otooksidasyonu ile H_2O_2 , peroksitler ve okzoaldehitler oluşabilir. Karbonhidratların proteine bağlanması (glikasyon) proteinlerin serbest radikal saldırısına duyarlılığını artırmaktadır (Erenel ve diğ., 1992).

Okzoaldehidlerin deoksiribonükleik asit, ribonükleik asit ve aminoasitlere katılabilme ve aralarında çapraz bağ yapabilme yeteneklerinden dolayı kanser hastalıkları ve yaşlanma etkilerinde rol oynadıkları düşünülmektedir (Thornaley ve Vasak, 1985).

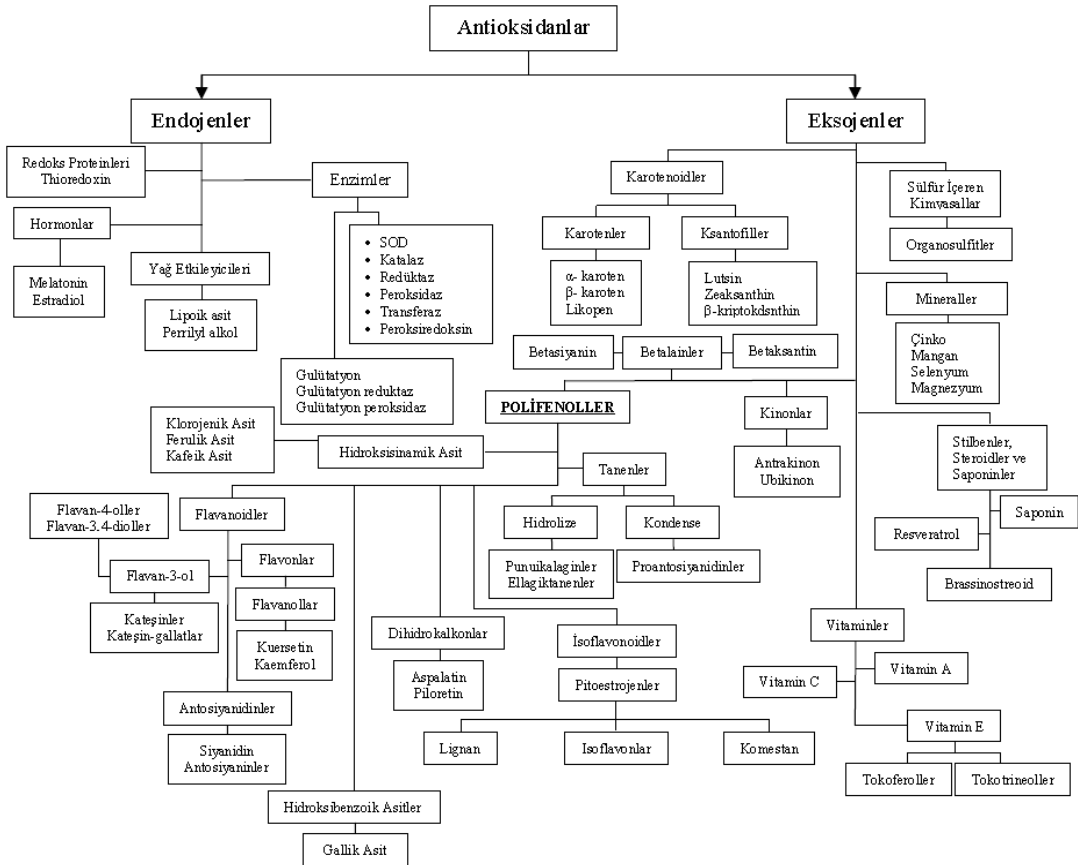
1.4.4. DNA Merkezli Etkiler

Radyoaktif ışınlar organizmada anyon, katyon, serbest radikal ve yüksek enerjili moleküllerin meydana gelmesine yol açar. Serbest radikaller arasında özellikle hidroksil radikalleri, DNA'daki heterosiklik bazlarla ve deoksiriboz-fosfatlarla tepkime verme isteğine sahiptir ancak DNA bu radikallere karşı enzimatik ve geometrik şekil olarak oldukça iyi korunmuştur (Akpoyraz, M., 1995).

1.5. Antioksidanlar

Vücutta karsinojenlerin, ilaçların, ksenobiyotiklerin ve radikallerin etkilerine karşı hücreleri koruyan maddelere antioksidanlar denilmektedir. Bu maddeler ve sistemler hücrelerde oluşan serbest radikal ürünlerinin zararsız seviyede tutulmasını ve oksidatif hasarların oluşmasını engeller. Doğal ve yapay olarak ikiye ayrılan bu maddeler, kendi elektronları ile radikallerle etkileşirler ve kendileri radikal hale dönüşmezler.

Antioksidanlar etkilerini serbest radikal oluşumunu engelleyerek ya da oluşmuş olan serbest radikalleri etkisiz hale getirerek gösterirler. Oluşumu engellerken doğal olarak reaksiyonun başlamasında rol oynayan reaktifleri, oksijeni veya katalitik etki yapabilecek metalleri etkisiz hale dönüştürür. Var olan serbest radikallerde ise, radikali başka bir maddeye dönüştürerek ya da zincir reaksiyonunu bozarak, koruma etkilerini gösterirler. (Hermes-Lima ve diğ., 2001).



Şekil 1.1. Antioksidan bileşenlerin sınıflandırılması (Wootton, 2011)

1.5.1. Antioksidan Savunma Sistemleri

Antioksidanlar için enzimatik olan ve enzimatik olmayan şekilde iki farklı sınıflandırma yapılabilir. Aynı şekilde enzimatik olmayan antioksidanlar da doğal ve sentetik şekilde sınıflandırılmıştır.

Enzimatik sistemler içinde, hücre etkili olarak bakıldığında, birinci grup antioksidan enzimler olarak süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon proksidaz (GSH-Px) karşımıza çıkmaktadır. Bunların dışında dolaylı olarak savunma sisteminde bulunan glutatyon redüktaz (GSH-RD) ve glukoz-6-fosfat dehidrojenaz (G6PD) enzimlerinden de söz edilir ve bunlara ikinci grup antioksidan enzimler adı verilmektedir. Enzimatik olmayan antioksidan savunma sistemlerinde ise başlıca glutatyon (γ -glutamil-sistein-glisin), ürik asit, albümin, Vit-A, Vit-C, Vit-E, melatonin, bilirubin vb.' dir (Halliwell ve Gutteridge, 1999).

1.5.2. Enzimatik Antioksidan Savunma Sistemleri

Tüm işlem sonunda kendileri değişmeden reaksiyon hızını artıran protein yapısındaki katalizör maddelere enzim denir. Ayrıca enzimler metabolik olayları gerekli olduğu şekilde yönlendirirler ve birçok biyokimyasal reaksiyon enzimlerin varlığında gerçekleşir. Enzimatik şekilde etki eden antioksidanlar ve savunma sistemleri birbirinden farklılık gösterir.

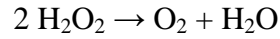
1.5.2.1. Süperoksit Dismutaz (SOD)

Süperoksit dismutaz bir metalloenzimdir ve süperoksit radikallerinin hidrojen peroksit ve moleküler oksijen oluşturmasını katalizler. Ayrıca lipid peroksidasyonu inhibe etme özelliğine sahiptir (McCord ve Fridovich, 1969).

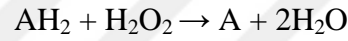
Reaksiyon sonucu süperoksite göre daha az aktif olan hidrojen peroksit oluşmaktadır ancak sözkonusu olan yine bir toksik ürün olduğundan dolayı bunu da tüketmek için başka enzim sistemleri rol alır. Süperoksit dismutazlar 3 önemli şekilde karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan biri Cu-Zn, diğeri Mn ve üçüncüsü de Fe geçiş metallerini merkezinde taşırlar (Halliwell ve Gutteridge, 1999).

1.5.2.2. Katalaz

Değişik konsantrasyonlarda bulunan ve özellikle H₂O₂' yi parçalama da önemli bir rol oynayan bir hemproteindir. H₂O₂, •OH oluşumunda (Fenton reaksiyonu) önemli rol oynadığından oldukça tehlikeli bir maddedir. Bu yüzden hücrelerde bir hasara yol açmadan parçalanması da önemlidir (Cheung ve diğ., 2001).



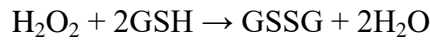
Ayrıca peroksitatif etkisiyle metanol ve etanol gibi alkolleri aldehitlere de yükseltgeyebilir (Aydın ve diğ., 2001).



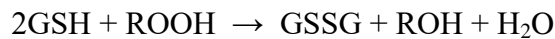
1.5.2.3. Glutasyon Peroksidaz (GSH-Px)

Glutasyon peroksidaz (GSH-Px), hidroperoksitlerin indirgenmesinden sorumlu sitozolik bir enzimdir. Eritrositlerde oksidatif stresi engelleyen çok önemli bir antioksidan olup hücrelerde de önemli etkileri söz konusudur (Lunec, J., Blake, D.1990).

Katalaz ile birlikte, hücrenin farklı yerlerinde bulunmalarından ötürü, H₂O₂' nin tüketilmesini sağlarlar. Aşırı hidrojen peroksit varlığında glutasyonun (γ-glutamil-sistein-glisin) okside glutatyona (GSSG, glutasyon disülfür) oksidasyonunu katalize ederken, hidrojen peroksiti de suya dönüştürür (Demirsoy ve diğ., 2003).



Selenyuma bağlı ve selenyumdan bağımsız olmak üzere iki çeşidi vardır. Selenyuma bağlı olan H₂O₂' yi de metabolize ederken, selenyumdan bağımsız olan sadece lipid hidroperoksitlerini metabolize eder (İşbilir, 2008).



Glutatyondisülfür (GSSG), GSH-Red enzimi sayesinde yeniden GSH (Glutasyon)'a dönüşür (Halliwell ve Gutteridge, 1999).



1.5.2.4. Glutasyon Redüktaz (GSH-Red)

Glutasyon redüktaz, dimerik bir yapıda olan, sitozol ve mitokondride yer alan bir enzimdir (Halliwell, 1994). Glutasyon peroksidaz enzimiyle H₂O₂ nin parçalanması sonucu oluşan okside glutasyonun (GSSG) tekrar Glutasyona (γ-glutamil-sistein-glisin) dönüştürülmesini sağlar. (Hermes-Lima ve diğ., 2001).



1.5.2.5. Glutasyon-S-Transferaz (GST)

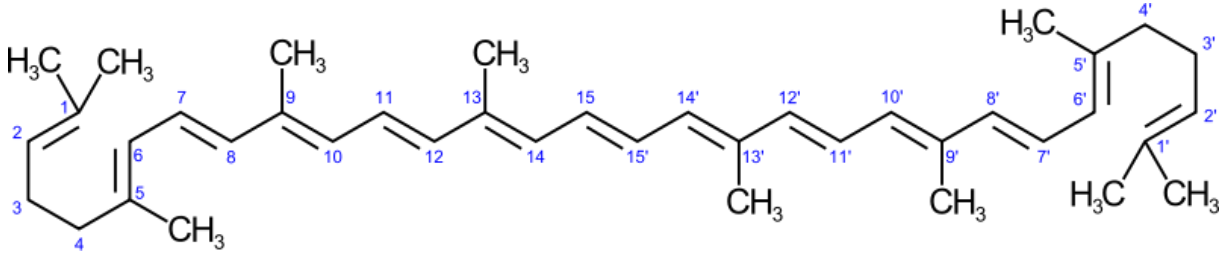
Glutasyon-s-transferaz iki protein alt biriminden oluşur ve değişik versiyonları vardır. Özellikle ksenobiyotikler denen yabancı maddelerin metabolize edilmesini ve detoksifikasyonunu sağlarlar. Ayrıca, başlıca araşidonik asit linoleat hidroperoksitleri olacak şekilde lipid peroksitlere karşı selenyumdan bağımsız Glutasyon peroksidaz aktivitesi gösterirler (Akkuş, 1995).



1.5.3. Enzimatik Olmayan Antioksidan Savunma Sistemleri

a) Karotenoidler ve Vitamin A: Karotenoid grubu maddeler meyve, sebze ve çiçeklerde yaygın olarak bulunur. Ayrıca bazı hayvanlarda ve yosunda da bulunan sarı, turuncu ve kırmızı renkte doğal pigmentlerdir (Baysal ve Ersus, 1999). Antioksidan etkileri, yapısındaki konjuge çift bağları sayesinde. Karotenoidler arasında en sık karşılaşılanı β-karotendir. β-karoten, A vitamininin metabolik ön maddesidir. Çok güçlü bir singlet oksijen yok edicisi olan β-karoten hidroksil, peroksil ve alkoksil radikalleri ile

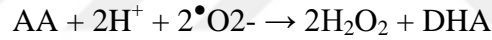
tepkime vererek lipid peroksidasyon reaksiyon zincirini engeller. β -karotenin açık zincirli analogu olan likopen karotenoidler arasındaki en etkili singlet oksijen tutucudur (Stahl ve Sies, 1999).



Şekil 1.2. Likopenin açık formülü

b) Vitamin C (askorbik asit): İnsan vücudu L-glukonolakton içermediği ve sentezleyemediği için diyetle alınan bir essansiyel vitamindir. Kuvvetli indirgeyici özelliğinden dolayı önemli bir antioksidandır.

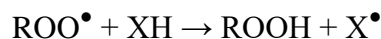
Askorbik asit süperoksit, peroksit ve hidroksil radikalleriyle reaksiyona girip dehidroaskorbikasidi (DHA) oluşturur (Erenel ve ark).



Ayrıca koroner kalp hastalıklarında, safra asidi oluşumunda, noradrenalin sentezinde, demir emiliminde, bağışıklık ve yara iyileşmesinde de rol oynadığı, antioksidan özelliği dışındaki bazı metabolik fonksiyonları da mevcuttur (Adam ve diğ., 2013).

c) Vitamin E (α -tokoferol): α -, β -, δ -, γ -tokoferol olarak bilinen maddelerin genel adıdır. α -tokoferol en fazla bulunan ve biyolojik aktivitesi en fazla olan tokoferoldür. Vitamin E hücrel ve sub-sellüler membran fosfo-lipitlerindeki çoklu doymamış yağ asitlerinin peroksidasyonuna karşı ilk savunma hattı oluşturduğundan çok önemli bir antioksidan olarak kabul edilmektedir (Adam ve diğ., 2013).

α -tokoferol, peroksil ve alkoksil radikalleri bir yağ asidiyle birleşmeden zincir reaksiyonu keser ve kendisi zayıf bir radikale dönüşerek peroksidasyonun zincir reaksiyonunu kırmış olur (Erenel, 1992). Oluşan radikal zayıf olduğu için peroksidasyon sonlanır.



d) Bilirubin: Bilirubin süperoksit ve hidroksil radikali toplayıcısıdır. Lipid peroksidasyonunda antioksidan olarak görev yapar ve albümine bağlı yağ asitlerinin peroksidasyonunu önleyebilmektedir (Çavdar ve diğ., 1997).

e) Albümin: Dolaşımdaki başlıca ve en önemli antioksidandır. HOCl 'nin giderilmesinde özellikle rol oynar (Halliwell ve diğ., 1992; Soriani ve diğ.,1994).

f) Ürik Asit: Önceleri böbrek taşı oluşumunda rol oynayan ve gut artridine neden olan bir madde olarak bakılan ürik asidin daha sonraları önemli bir antioksidan olduğu kabul edilmiştir. Ürik asit singlet oksijeni, oksijen radikallerini ve peroksinitriti gideren ayrıca geçiş metallere şelatlanmasında rol oynayan bir antioksidandır. Plazma konsantrasyonunda bulunan urat, plazma antioksidan kapasitesinin yaklaşık yarısını oluşturmaktadır (Watanabe ve diğ., 2002; Parmar, 2009; Spitsin ve diğ., 2002).

g) Melatonin: Melatonin aydınlık ve karanlık ile ilgili dönüşümleri canlı fizyolojisine yansıtarak organizma fonksiyonlarının doğru çalışmasında rol oynar. Endojen bir hormon olan melatonin bu döngü sayesinde vücudun günlük biyolojik saatini düzenler (Arendt ve diğ., 2005; Schultz ve Steimer, 2009).

Melatonin hidroksil radikalini yoketme özelliği vardır (Akkuş, 1995; Tan ve diğ., 1993).

Melatoninin hidroksil radikali üzerine etkisi glutatyondan, ROO• üzerine etkisi ise E vitamininden daha yüksektir. Ayrıca peroksil radikali üzerindeki azaltıcı etkisi de, tartışmalı olmakla beraber, E vitamini ile karşılaştırılmaktadır (Reiter ve diğ., 2000; Pieri ve diğ., 1994)

h) Glutatyon: Organizmadaki tüm hücrelerde bulunan glutatyon (GSH), antioksidan olarak önemli rollere sahiptir. GSH kendisi hidroksil ve singlet oksijen gibi radikalleri tutucu özellik göstermesi yanında antioksidan enzimlere de substrat görevi görür. Özellikle glutatyon peroksidaz ve glutatyon redüktaz enzimlerinin reaksiyona girmeleri adına büyük öneme sahiptir (Altınışik, 2000).

GSH' un antioksidan görevi, yapısındaki tiyol sayesinde. Bu sayede antioksidan özelliği gösterirken aynı zamanda –SH grupları sayesinde protein ve enzimlerin inaktive olmasını da engeller (Murray ve diğ., 1993; Burton, 1994).

i) Polifenolik Bileşikler: Yapılarında hidroksil grubu içeren aromatik maddeler fenol grubundadır. Pek çok poli fenol yapısında birden fazla hidroksil grubu içerir. Polifenoller, reaktif oksijen türleri ve lipid bağlarını kıran radikalleri, şelatlanarak süpürebilen antioksidanlardır ve kimyasal aktiviteleri antioksidan özelliklerinin bir ölçütüdür. Fenolik asitler ve Flavanoidler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Gallik asit ve kateşin önemli polifenolik maddelerdendir (Pellegrini ve diğ., 2009; Ratnam ve diğ., 2006).

Polifenoller antioksidan olarak önemli bir yere sahiptirler. Hidroksil, süperoksit, lipid peroksil ve lipid alkoksil üzerinde süpürücü etkisi vardır. Özellikle yapılarındaki –OH sayısı kimyasal özelliklerinde etkilidir ve bazı koşullarda Vitamin E ve C’ den daha fazla antioksidan özellik gösterdiği tespit edilmiştir (Rice-Evans ve diğ., 1997).

j) α -lipoik Asit: Alfa lipoik asit (ALA) vücutta sentezlenebildiği gibi eksojen olarak bazı yiyeceklerde de bulunan bir maddedir. Bitkiler içinde en fazla ıspanak, brokoli ve domates lipoik asit içerir. Vücutta ise en fazla böbrek, kalp ve karaciğerde bulunur (Kramer, 2001).

Lipoik asit ve formları süperoksit, hidroksil ve peroksil radikalleri ile singlet oksijen gibi maddelere karşı etkilidir. Aynı zamanda vitamin E, vitamin C ve glutatyon ile birbirlerini etkileyerek membranları korur (Packer ve diğ., 1995).

k) Bütillenmiş Hidroksi Anisol Ve Bütillenmiş Hidroksi Toluen: Bütillendirilmiş hidroksi tolue (BHT) ve bütillenmiş hidroksi anisol (BHA) besinlerle oksidasyon önleyici olarak kullanılan sentetik maddelerdir. Bu fenol türevleri serbest radikallerle tepkime verirler.

1.6. Antioksidan Aktivite Tayin Metodları

Tek bir yöntemle belirlenen antioksidan özellikler bir kaniya varabilmek için yeterli olmayacaktır. Bu yüzden “aktivite” tanımlaması yerine elde edilen verileri “kapasite” şeklinde tanımlayarak kullanmanın daha doğru olacağı belirtilir (Koleva ve diğ., 2002).

Antioksidan kapasitesini ölçümünde şimdiye dek oldukça fazla sayıda yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerde genel olarak, antioksidan aktivite (AOA) ile reaksiyon kinetiği oranı ilişkilendirilirken, antioksidan kapasite (AOK) ile reaksiyon termodinamiği

belirlenebilir. Bu yöntemler arasında en geniş kabul gören sınıflandırma şekli hidrojen atomu transfer (HAT) temelli ve elektron transfer (ET) temelli analizlerdir (Özyürek ve diğ., 2011).

HAT- ve ET- temelli metotlar, ölçümü yapılacak örnek maddenin koruyucu antioksidan kapasitesini değil deradikal veya oksidan giderici kapasitesini ölçme esasına dayanır. Basit “lipidsiz” sistemlerde; antioksidandan serbest radikal molekülüne elektron veya H^+ iyonu verilmesinin direk ölçümü yapılır. Bu metotlar ticari kit halinde de piyasada bulunan yaygın şekilde kullanılan metotlardır (İşbilir, 2008).

HAT-temelli metotlar

- LDL (Low density lipoprotein) oksidasyonunun inhibisyonu
- Oksijen radikalini absorblama kapasitesi (ORAC)
- Crocin ağartma metodu
- Linoleik asit oksidasyonunun inhibisyonu

ET-temelli metotlar

- DPPH radikali giderme aktivitesi
- FCR ile toplam fenolik bileşik tayini
- Trolox ekivalenti antioksidan kapasite
- Fe(III) iyonu indirgeme gücü

Tiyobarbitürikasit ile oksidasyon ürünlerinin tayini, Peroksit değeri, Ransimat metodu ve çeşitli serbest radikalleri yakalama metodları da diğer metotlar arasındadır.

Bahsedilen tüm yöntemlerin bir bitkinin antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde kullanılması mümkün olmasının yanında, örnekteki antioksidan maddelerin çeşitliliği bu yöntemler arasında her zaman doğrusal ilişki oluşmasını engelleyebilir. Bu yüzden tek bir yöntem kullanarak bitkinin antioksidan kapasitesi hakkında karar vermek uygun olmayabilir. Bitkilerin antioksidan kapasitelerinin tayini sırasında literatürdeki veriler açıkça göstermektedir ki antioksidan aktivite seçilen tayin metoduna bağlı değişkenlik gösterir. Bulunan antioksidan aktivite (veya kapasite) ile bitki ekstralarının total fenolik madde içeriği arasında tam bir ilişki ortaya çıkmayabilir (Trouillas ve diğ., 2003; Miliauskas ve diğ., 2004).

1.6.1. Oksijen Radikalini Absorblama Kapasitesi Metodu (ORAC)

Birçok bitki özütü ve bitki kaynaklı kimyasalların antioksidan aktivitesi tayininde kullanılabilir. Bu metotta radikal, başlatıcı olarak işlev gören AAPH [2,2'-azobis(2-amidinopropan) dihidroklorit], floressein veya β -PE'nin flüoresansında düşüşe sebebiyet verir. Tepkime süreci ilerledikçe floressein veya β -PE harcanır. Antioksidan maddeler sayesinde AAPH radikalleri giderilir ve floresansın düşüşü inhibe edilir (Tomer ve diğ.,2007).

1.6.2. Toplam Radikal Yakalayıcı Antioksidan Parametre Metodu (TRAP)

Bu yöntemde özellikle serum ve plazmalardaki antioksidan kapasitesini ölçmek için sıkça başvurulmaktadır. TRAP metodunda APPH'den peroksi radikali oluşturulur. Plazmaya APPH ilave edildiğinde oksidasyon, tepkime süresince harcanan oksijen miktarının tespit edilmesiyle ölçülür. Başlama periyodunun uzunluğu (duraklama fazı) iç standart olarak kullanılan Trolox' a karşı değerlendirilir ve plazmadaki antioksidan kapasiteyle niceliksel olarak bağlantılandırılır (Ali ve diğ., 2008).

Bu yöntemde floresan probu yerine R-fikoeritrin (R-PE) kullanılır ve APPH tarafından meydana getirilen peroksil radikallerinden R-PE'yi koruyabilme yeteneği ölçülür. Bu yöntemin en büyük dezavantajı oksijen elektrodunun uç kısımlarının süreç boyunca kararlılığının korunamaması ile belirli sürelerde kontrol ve bakım gerektiriyor olmasıdır. Bunun yanında yine bir dezavantaj olarak, bu metod zaman gerektiren kompleks bir yöntemdir ve araştırmacıların tecrübe sahibi olmaları gerekmektedir (Somogyi ve diğ., 2007; Apak ve diğ., 2007; Prior ve diğ., 2005).

1.6.3. Crocin Ağartma Metodu

Crocin, bitkilerde ve yosun, mantar gibi bazı fosfosentetik mikroorganizmalarda bulunan karotenoid biyolojik pigmentinin türevidir. Bu metot, serbest radikal başlatıcı AAPH' in neden olduğu, crocinin ağarmasını engellemede antioksidanların inhibisyon kapasitesini belirler. Crocin doğal pigment karışımı olduğundan oldukça fazla çeşitliliğe sahiptir. Karotenoidler gibi diğer gıda pigmentleri aynı dalga boyundaki ışığı absorblar. Bu da crocinin endüstriyel uygulamasını sınırlı bir hale getirir (Huang ve diğ., 2005).

1.6.4. FCR ile Toplam Fenolik Madde Tayini

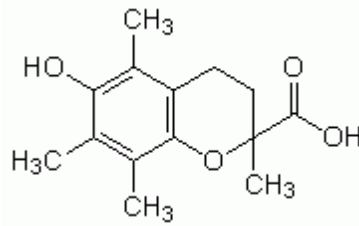
Singleton ve arkadaşları bu metodu antioksidanların toplam fenolik madde miktarını ölçmek için geliştirmiştir (Lussignoli ve ark., 1999). Yöntemin temelinde fenolik bileşikler ve diğer indirgeyici bileşiklerden molibdene elektron aktarılması yer almaktadır. Mavi renge sahip olan kompleks maddenin oluşumu 750-765 nm’ de spektrofotometrik ölçümle izlenir (Albayrak, 2010). Standart bileşik olarak genellikle gallik asit tercih edilir ve sonuçlar gallik asit eşdeğerine dönüştürülür (Prior ve diğ., 2005).

Aynı zamanda bu reaktifin ilaç analizlerinde (Rao ve diğ., 1978), bazı tahlil örneklerinde (Roura ve diğ., 2006) ve besinlerde (Mogalhaes ve diğ., 2006) fenolik madde miktarı veya indirgeme kapasitesi tayinlerinde kullanılmak üzere koşullara göre uyarlanmış halleri de mevcuttur.

Bu metot, gıda ve bitki özütlerinin antioksidan kapasitesinin tayininde basit bir yöntem olması yanında yinelenebilir ve güvenilir bir metottur. FCR reaktifi kimyasal bir madde olarak pazarlanmaktadır. Metodun olumsuz tarafları ise daha kısa zamanda tamamlanması gereken uygulamalarda sıkıntı çıkarması, sulu fazda gerçekleştiğinden dolayı lipofilik maddeler için kullanılamaması ile beraber bir de fenolik maddelerin yalnızca bazik ortamda tepkimeye girmesi şeklinde bilinir (Prior ve diğ., 2005; Yıldız, 2007; Albayrak ve diğ., 2010).

1.6.5. Troloks Ekvivalenti Antioksidan Kapasite Metodu (TEAC)

Troloks vitamin E’nin suda çözünen eşdeğeridir (Ree ve diğ., 1999). Troloks canlı vücudunda doğal yollarla var olan bir madde olmaması yanında bir çok antioksidan aktivite ölçüm metodunda standart madde olarak yer alır. Çoğunlukla belirli bir konsantrasyon aralığında antioksidan madde yerine kullanılır ve bir çalışma grafiği çizilir. Çalışılan antioksidanın aktivitesi bu grafikten Troloks eşdeğeri şeklinde belirlenir.



Şekil 1.5. Trolox

Bu yöntemde metmiyogloblin/H₂O₂ sisteminin oluşturduğu ferrilmiyogloblin radikali ABTS [2,2'-azinobis(3-etilbenzothiazolin-6-sülfonat)] ile tepkimeye girerek ABTS⁺• radikalinin oluşmasını sağlar. Oluşan ABTS⁺• radikali antioksidan sayesinde giderilir ve bu olay 734 nm'de absorbansın düşüşü ile izlenir (Frankel ve Meyer, 2000).

1.6.6. Fe (III) İyonu İndirgeme Potansiyeli Metodu (FRAP)

Bu metot Benzei ve Strain tarafından geliştirilmiştir olup Fe⁺³, ün indirgenme kapasitesi sayesinde toplam antioksidan miktarı tsyin edilmektedir. Düşük miktarlarda meydana gelen Fe⁺³, ün, tripiridiltiazin (TPTZ) ile tepkimesiyle meydana gelen [Fe(III)-TPTZ] kompleks, antioksidanların müdahalesiyle Fe(II)-tripiridiltiazin [Fe(II)-TPTZ] kompleksine dönüşmektedir. Oluşan Fe(II)-TPTZ kompleksi mavi renktedir ve 593 nm'de maksimum absorbans ölçülür (Benzie ve Strain, 1996; Yıldız, 2007). Veriler troloks eşdeğeri olarak dönüştürülür. Orijinal metotta absorbans işlemi 4 dakika gözlemlenir. Fakat bu süreçte tepkimenin tamamlanmama ihtimalinden dolayı gözlem süresinin 30 dakikaya artırılması önerilir (Albayrak ve diğ., 2010).

Bazı polifenollerin daha yavaş tepkime vermesi sebebiyle FRAP sonuçlarının ortaya çıkması daha fazla zaman alabilmektedir. Metot yalnızca Fe⁺³ iyonu üzerinden gerçekleşmektedir ve mekanik ya da fizyolojik antioksidan aktiviteleri ölçümlerinde yeterli değildir. Bunun yanında diğer metotlara göre basit, hızlı ve ucuzdur (Prior ve diğ., 2005).

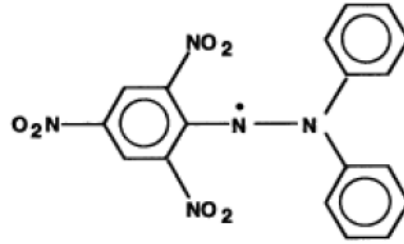
1.6.7. DPPH Radikali Giderme Metodu

Metot ilk defa Blois (1958) tarafından, 1,1-difenil-2-pikril hidrazil (DPPH) radikallerinin, antioksidan molekül tayininde yer alabileceğinin ileri sürülmesiyle kullanılmaya başlanmıştır. Antioksidan aktivite tayinlerinin yaygınlaştığı dönemlerde Brand-Williams ve arkadaşları (Brand-Williams ve diğ., 1995) yöntemi geliştirmiş ve bu yöntem pek çok araştırmacı tarafından referans olarak kullanılmıştır.

Metot DPPH ihtiva eden bir çözelti ile hidrojen atomu verme aktifliğindeki bir molekül (antioksidan) çözeltisinin etkileştirilmesiyle DPPH radikalinin indirgenmesine ve bu sırada çözeltinin sahip olduğu mor olan rengin giderilmesi esasına dayanır. 520 nm

civarında absorbands değeriindeki düşüş tespit edilerek tepkime süreci izlenir (Brand-Williams ve diğ., 1995).

DPPH yönteminin bazı dezavantajları vardır. Birçok antioksidan madde peroksil radikalleri ile çok hızlı ancak DPPH ile yavaş reaksiyon vermektedir (1,15 dk-130 dk). Bundan sebeple, antioksidan kapasitenin net ölçülemediği ifade edilebilir (Huang ve Prior, 2005; Molyneux, 2004).



Şekil 1.6. DPPH (1,1-difenil – 2-pikrilhidrazil)

1.6.8. Bakır(II) İndirgeyici Antioksidan Kapasite Yöntemi (CUPRAC)

Bu metot temelde 2,9-dimetil-1,10-fenantrolin' in bakır (II) ile oluşturduğu bakır (II)-neokuproin kompleksinin (Cu(II)-Nc), 450 nm' de maksimum absorbands veren bakır (I)-neokuproin (Cu(I)-Nc) şelatına dönüşme yeteneğinden faydalanılarak antioksidan kapasite ölçülmesine dayanmaktadır (Apak ve diğ., 2004).

CUPRAC metodunun toplam antioksidan kapasite tayininde farklı metotlardan avantajlı tarafı, pH'ın rahat ayarlanabilmesi, ayıraçların kullanılışlılığı ve kararlılığı, basit ve ucuz olması ile hem hidrofilik hem de lipofilik antioksidanlarda kullanılabilmesidir (Özyürek ve diğ., 2011).

1.6.9. Oksijen Radikali (O_2^-) Giderme Kapasitesi Tayini

NADH (Nikotinamid adenin dinükleotit)/PMS(Premenstrual syndrome)/ O_2 sistemi ile (Franke ve diğ., 2004; Gülçin ve diğ., 2003) ve riboflavin/metiyonin sisteminde flavinin fotokimyasal indirgenmesi ile non-enzimatik olarak ya da hipoksantin/ksantin oksidaz sistemi ile enzimatik yollarla (Wood ve diğ., 2002) süperoksit radikali üretilir. Bu metotta oluşturulan $\bullet O_2^-$ radikalleri, substrat olarak yer alan sarı renkli NBT^{2+} 'yi mavi renkli formazan türevine indirger. Ortamda antioksidan bileşik bulunmasıyla mavi-mor NBT

(Nitroblue tetrazolium) oluşumu inhibe edilir veya NBT direk antioksidan tarafından indirgenir.

1.6.10. Hidroksit Radikali ($\bullet\text{OH}$) Giderme Kapasitesi Tayini

Vücuttaki $\bullet\text{OH}$ radikali, çoğunlukla Fenton reaksiyonu sonucu meydana geldiğinden vücut dışında da üretilebilir ve antioksidanın $\bullet\text{OH}$ giderebilme yeteneği değerlendirilebilir. Fakat bir çok antioksidan metal bağlayıcı olarak da rol oynadığı için Fe^{2+} 'nin aktivitesini değiştirebilir. Bu da yöntemin dezavantajlarından biridir (Becker ve diğ., 2004).

1.6.11. Peroksinitrit Giderici Kapasitesi Tayini

ONOO^- giderici ölçümler genellikle ONOO^- tarafından tirozinin nitrolanmasının inhibisyonuna dayanır ve Nitrozaminlerin HPLC (Yüksek performanslı sıvı kromatografisi) ile ayırımından ileri gelen aynı zamanda da uzun süren bir metottur (Becker ve diğ., 2004).

1.6.12. Hidrojen Peroksit (H_2O_2) Radikali Giderme Aktivitesi Tayini

H_2O_2 radikal olmamasına rağmen reaktif oksijen türleri arasındadır. Bunun en önemli nedeni; Fe^{+2} gibi metallerin (Cu, Zn, Mn, Cr, Co, Ni, Mo) bulunduğu ortamda, Fenton ve Haber-Weiss reaksiyonları ile reaktivite miktarı en yüksek ve en tehlikeli olan hidroksil radikale dönüşmesidir. Bu yöntemle H_2O_2 giderebilme aktivitesi ölçülür.

1.6.13. Fe (II) Şelatlama Aktivitesi Tayini

Fe^{+2} reaktif oksijen türlerinin oluşmasında rol oynayan bir iyondur. Fe^{+2} iyonlarını şelatlamak amacıyla kuvvetli bir demir şelatlayıcı olan ferrozin reaktifi karşısında ortamdaki metal şelatlayıcı diğer maddelerin yarışması temeline dayanır. Şelatlama gücü yüksek olduğunda Fe^{+2} /ferrozin kompleks oluşumu inhibe edilir (Dinis ve diğ., 1994).

1.7. Semizotu ile İlgili Bilgiler ve Yapılmış Araştırmalar

Semizotu binlerce yıldan beri sağlık açısından değerlendirilen bir bitkidir. 1960' lı yıllardan beri bilimsel araştırmalara konu olan bu bitki üzerinde 1990' lı yıllardan sonra daha fazla yoğunlaşılmıştır.



Fotoğraf 1.1. Semizotu

Semizotu; antioksidan, vitamin, mineral, omega-3 yağ asitleri, karbonhidrat, protein ve lif açısından oldukça zengin ve önemli bir madde olarak değerlendirilmiştir. Türkiye' de özellikle Ege bölgesinde semizotu üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Doğu ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde böyle bir çalışma yapılmamıştır.

Semizotu yeşil bir sebze olup, bilinen en yaygın bitkiler sıralamasında 8. sıradadır. Dünya'nın pek çok bölgesinde yabani ot olarak geniş yayılım göstermektedir. Afrika, Güney Avrupa, Akdeniz lkeleri, Asya ve Avustralya'da yerli halklar tarafından farklı şekillerde kullanılmaktadır (Palaniswamy ve diğ. 2000).



Fotoğraf 1.2. Semizotu gövdesi ve yaprakları

Semizotu (*Portulaca oleracea* L.), semizotugiller (*Portulacaceae*) familyasından yıllık sebzedir. İngilizce’ de purslane, purslave, pursley, pusley isimleri ile anılmaktadır. *Portulaca* (Latince, kapsüllerin açılış şekli nedeniyle dolayı “küçük kapı” anlamındadır). Tarih, arkeoloji ve dilbilim ile ilgili dokümantasyona göre, De Candolle bu türün 4000 yıldan fazladır tarımının yapıldığını düşünmektedir (FAO, 1994).

Hindistan ilk ortaya çıktığı yer olarak tahmin edilmektedir. Ayrıca Himalaya Dağları, İran, Güney Rusya, Anadolu’da anavatanı olarak bilinmektedir (Vural ve diğ.,2000; Günay, 2005).

Eski Mısırlılardan beri sebze, baharat ve tıbbi bitki olarak kullanılmasına ve Ortaçağ’da İngiltere’de oldukça popüler olmasına rağmen (Dweek, 2001) sonraki zamanlarda bu sebzeyle duyulan ilgi azalmıştır.

Antik Yunanistan’da ateşlenme, kadın hastalıkları, mide ağrıları, hemoroid ve yara iyileştirmedeki kullanımından dolayı, tıpta kullanılabilecek önemli bir bitki olarak görülmüştür (Dweek, A. C., 2001).

Semizotu, “Uzun ve sağlıklı bir ömür için sebze” ilkesinin benimsendiği Çin kültüründe, sadece yenilebilen bir bitki değil, aynı zamanda da geleneksel, tıp alanında kullanılan bir otdur. Kanlı dizanteri, egzama, yılan, yılan ve böcek ısırıklarında etkisinden bahsedilmektedir (Xu ve diğ., 2006).

Akdeniz Ülkeleri, Afrika ve Asya' nın bazı kesimleri başta olmak üzere sebze olarak ve hastalıklarda kullanıldığı bilinmektedir. Birleşik Arap Emirlikleri, Hindistan ve Pakistan'da diüretik, kas gevşetici, antipiretik, anti paraziter, inflamasyon giderici ve yara iyileştirici olarak kullanılmaktadır. Bu kullanımların bir kısmı bilimsel çalışmalarla da ispat edilmiş ve semizotu ekstraktının ağrı kesici, inflamasyon giderici ve kas gevşetici etkileri deneylerle ispatlanmıştır (Okwuasaba ve diğ., 1986; Chan ve diğ., 2000; Radhakrishnan ve diğ., 2001).

Kardiyovasküler sistem rahatsızlıklarının yanında semizotunun, beyin gelişimine yardımcı olduğu, hastalıklara karşı direnç gösterme ve çocuk doğum ağırlığı gibi etkileri olan, doymamış esansiyel yağ asitlerince zengin bir sebze olduğu belirtilmiştir (Palaniswamy ve diğ., 2001).

Semizotu bitkisi özellikle tıbbi açıdan çok değerli maddeler içeren bir sebzedir. Ancak semizotu konservesinin tüketilmesi sonucunda bulanık görme, kuvvetsizlik, yutma güçlüğü, solunum sıkıntısı (Botulismus) gibi sorunlara yol açabildiği de semizotu hakkındaki bulgular arasındadır (Yayla ve diğ., 2010). Bununla beraber, semizotu ve bazı sebzelerde nitrat oranının yüksek olduğuna ve dikkat edilmesi gerektiğine de işaret edilmektedir (Tosun ve diğ., 2003). Normalde nitrat yüksek dozlarda zehir etkisi yapabilmektedir. Yüksek miktarda nitrat tüketiminin tiroit bezine zarar verdiği bilinmektedir (Alçiçek ve Başlar, 1995).

Kuru semizotu yaprağında fosfor, potasyum, kalsiyum, kükürt, sodyum, demir, mangan, bakır, çinko ve magnezyum saptanmıştır (Turan ve diğ.,2003).

Birçok sebze gibi semizotu içerdikleri bazı kimyasal bileşiklerden dolayı kanser, kalp damar, şeker, yüksek tansiyon ve ülser gibi birçok hastalıkların önlenmesinde etkilidirler. Bunlar arasında biyoflavonoidler, fenoller, tiyoller, indoller, glukozinolatlar ve organik kükürtlü bileşikler sayılabilir (Dillard ve German, 2000).

Taze semizotu yapraklarında protein, karbonhidrat, lif, omega-3, E vitamini, C vitamini, α -tokoferol asit, askorbik asit, beta-karoten ve glutatyon bulunduğu bildirilmiştir (Simopoulos ve diğ., 1992; Simopoulos ve diğ., 1995; Odhav ve diğ., 2007).

Taze semizotunun % 0,25 l-noradrenalin içerdiği, aynı zamanda da vitaminler, mineraller (özellikle potasyum) ve doymamış yağ asitleri (özellikle omega-3) bakımından zengin olduğu bildirilmiştir (Dweck, 2001).

İçerdiği fenolik maddelerin serbest oksijen radikallerini radikallerini yok etme, Fe ve Cu şelatlama, α -tokoferol rejenerasyonu gibi tepkimelerde yer aldığı bildirilmiştir (Miller ve Luiz-Larrea, 2002; Rice-Evans, 1999; Ross ve Kasum, 2002).

De Candolle gibi bazı botanikçiler semizotu türünün eski dünyanın doğal bir türü olduğunu, 1492'den önce Avrupa'da bulunduğunu, Kuzey Amerika'ya 17.yy'da gittiğini belirtmektedir. Ancak Gray ve Trumbull (1883), türün buraya Viking'lerin Greenland ve Newfoundland'ı işgali sırasında gitmiş olabileceğini öne sürmüşlerdir (Byrne ve Mcandrews, 1975). P. oleraceae, Avrupa'nın güneyinde ve merkezinde yabancı ot olarak yayılmış ve buradan da Kuzey Amerika'ya uzamıştır. Sürüngen ya da yatık formu olan yabancılar, bitki yetiştirilen alanlarda sıkıntı yaratmaktadır (Small, 1997).

Çinliler, Fransızlar, İtalyanlar ve İngilizler semizotunu genelde salatalarda kullanmaktadırlar (D'Amelio, 1999). Temizlenmiş ve yıkanmış olarak "kullanıma hazır" şekilde pazarlanan semizotu çeşitleri de bulunmaktadır (Sportelli, 2006).

Kashaninejad and Tabil (2004)'e göre, Portulacaceae familyası 16 cins ve yaklaşık 500 tür içermektedir (Kashaninejad ve Tabill, 2004).

Semizotu bitkisinin sistematik yeri, Türkiye Florası adlı kitaba göre aşağıdaki gibidir (Davis, 1967):

Alem	Plantae (bitkiler)
Alt alem	Tracheobionta (iletme demetleri taşıyan bitkiler)
Bölüm	Magnoliophyta (çiçekli bitkiler)
Sınıf	Magnoliopsida (dicotyledones: iki çenekliler)
Alt sınıf	Caryophyllidae
Takım	Caryophyllales
Familya	Portulacaceae (semizotu familyası)
Cins	Portulaca L.
Tür	Portulaca oleracea L.

Semizotunun (Portulaca oleracea L.) yeni çeşidi olarak, Matsukizono (2003) tarafından "Kakegawa CY2", bulunmuştur. Başka bir çeşit olarak yeni bulunan "Yubi Primrose" de bitkinin genel ve gövde özellikleri "Kakegawa CY2" çeşidi ile aynı olmakla birlikte, gövdesi aynı zamanda tüylüdür (Matsukizono, 2003; Gonzales, 2004).

Tohumlarının çimlenmesi için minimum, optimum ve maksimum sıcaklık değerleri sırasıyla: 15, 35 ve 40°C olarak belirlenmiştir (Üremiş ve Uygur, 1999). Bir başka

çalışmada ise, semizotu tohumlarının 5-6 ay arası dormansi (büyüme faaliyetlerinin yavaşlaması veya durması) gösterdiği belirtilmektedir (BaoGuang, L. ve diğ.,2000).

Semizotundan, kuru ağırlığın yaklaşık % 25'ini oluşturan bir polisakkarit kompleksi izole edilmiştir. Bu viskoz, gıdaların kullanım süresini uzatmak amacıyla uygun fizikokimyasal özelliklere sahiptir (Wenzel ve diğ., 1990).

Toplam lipitler bakımından gelişme süreleri ve seviyelerinde, yapraklar ve gövdeler arasında önemli farklar görülürken, gelişme süresi ve bitkinin farklı kısımları arasında bir ilişki bulunmamıştır. Büyüme evresinde, yaprakların zengin omega-3 içeriğine sahip olduğu gözlemlenmiştir (Omara-Alwala ve diğ., 1991).

Çinlilerin şifalı bitkisi *Portulaca oleracea* L.'nin farklı ekstraktları kullanılarak, noradrenalin ve dopamin tayini yapılmıştır (Chen ve diğ., 2003). Yue ve arkadaşları da semizotundaki farklı kısımların içerdiği noradrenalin ve dopamin bulmuşlardır (Yue ve diğ., 2004).

Lazer indüksiyonlu floresan yöntemini kullanan kapiler elektroforezle yapılan çalışmada semizotunun başlıca biyoaktif bileşenlerinin katekolaminler (noradrenalin ve dopamin) olduğunu ve % 0,15 noradrenalin ve % 0,25 dopaminin bulunduğunu tespit etmişlerdir (Zhang ve diğ., 2002).

Semizotundaki alkaloidler de kimyasal bileşimin önemli yapılarından birini oluşturmakta olup, 5 alkaloid (oleraceins A, B, C, D ve E) izole edilmiş ve yapıları belirlenmiştir (Xiang ve diğ., 2005).

Semizotu, değişik tuzluluk tiplerine dayanıklı bir bitkidir. Dünya'nın pek çok bölgesinde yetiştirilebilmesi, pek çok kişinin kolayca ve ucuza temin edebileceği bir ürün olması gibi nedenlerle önümüzdeki yıllarda popüleritesinin giderek artacağı beklentisini doğrulamaktadır (Grieve ve Suarez, 1997; Ellis ve diğ., 2000).

Semizotunun Avustralya'da bulunan çeşitleri üzerinde yapılan bir çalışmada toplam yağ asidi içeriği taze yapraklarda , gövdede ve tohumlarda bulunmuştur (Liu ve diğ., 2000). Malezya'da, araştırmacılar semizotunda bulunan değişik bileşiklerin nitrik oksit üretimini de engellediğini bildirmektedirler (Abas ve diğ., 2006)

Semizotunun sulu ekstraktının yüksek fenolik, flavonoid ve antosiyanin içeriğinin, antioksidan etkisi gösterebileceği söylenmektedir. Semizotunun kolay ulaşılabilir ve doğal bir antioksidan kaynağı olabileceği bildirilmektedir (Peksel, A. ve ark., 2006).

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

2.1.1. Bitki Örnekleri

Deneyleerde semizotunun farklı yörelerden alınmış örnekleri üzerine çalışıldı. Elazığ'ın Aksaray mahallesinden, Diyarbakır'ın Hevsel bahçelerinden, Mardin'in Yeşilli belediyesinden ve Batman'ın Bismil-Batman arası bölgeden yabancı semizotu örnekleri toplandı. Ayrıca Elazığ Hankendi belediyesinden kültür ortamında yetiştirilmiş semizotu örnekleri satın alındı.

Elde edilen örnekler temizlenerek ve çok kalın sap kısımlarından ayıklanarak Temmuz-Ağustos aylarında oda şartlarında gölgede kurutuldu. Analizlerde kullanılmak üzere cam kaplarda karanlıkta saklandı.

2.1.2. Kimyasal Maddeler ve Deney Süresince Kullanılan Malzemeler

UV Spektrofotometre: T80+ UV/VIS Spectrometer. PG Instruments Ltd.

Evaporatör: Heidolph Laborota 4000 efficient.

Hassas Terazı: Precisa XB 220A

Etüv: Binder

Çalkalamalı su banyosu: GFL 1083

Su Destilasyon Cihazı: GFL 2001/2

pH metre: Mettler Toledo. Seven multi.

Manyetik ısıtıcı karıştırıcılar: İKA C-MAG HS 7, Heidolph MR Hei-Standard, Wisestir MSH-20A

2.1.3. Kullanılan Kimyasallar

Folin-Ciocalteu Reaktifı: Bu reaktif hazır preparat halinde ticari olarak satılmaktadır. Piyasadaki haliyle kullanıldı.

1 mM DPPH çözeltisi: 0.0394 gr DPPH hassas terazide tartılarak etanolde çözüldü ve hacmi 100 mL'ye tamamlandı.

0.1 mM DPPH çözeltisi: 1 mM DPPH çözeltisinden 10 mL alınarak etanol ilavesiyle 100 mL'ye tamamlandı.

40 mM H₂O₂ çözeltisi: 0.409 mL H₂O₂ otomatik pipetle çekilerek, balon jodede 0,1 M fosfat tamponu (pH=7,4) eklendi ve toplamda 100 mL'ye tamamlandı.

0.1 M fosfat tamponu (pH=7,4): KH₂PO₄ (13.609 g/L) ve Na₂HPO₄.2H₂O (17.799 g/L) çözeltileri sayıca 1:4 oranında karıştırıldı ve pH=7,4 olacak şekilde hazırlandı.

2 mM FeCl₂ çözeltisi: 0.0254 gr FeCl₂ tartılarak destile suda çözüldü ve hacmi su ilavesiyle 100 mL'ye tamamlandı.

5 mM Ferrozin çözeltisi: 0.0616 gr ferrozin tartılarak destile su ile çözüldü ve hacmi 25 mL oluncaya kadar seyreltildi.

% 2'lik Na₂CO₃ çözeltisi: 2 gr Na₂CO₃ tartılarak balon jodede destile su içerisinde çözümlenerek hacmi 100 mL'ye tamamlandı.

2.2. Metot

2.2.1. Ekstraktların Hazırlanışı

Daha önceden kurutulmuş bitki örnekleri havanda ezilerek toz haline getirildi. Daha sonra su, aseton ve etanoldeki süspansiyonları hazırlandı. Su ekstraksiyonunda 1'e 20 oranı korunarak 10 gr bitki örneği 200 mL kaynamakta olan destile su içerisinde 30 dk bekletildi (Mata ve diğ., 2007). Kaynama olayı balon ve erlen kullanılarak manyetik karıştırıcılı ısıtıcılar yardımıyla yapıldı. Ekstraksiyon sonrası karışım 3 defa süzgeç kağıdından süzüldü. Elde edilen ekstrakt 35 °C' deki etüvde suyu uçuruluncaya kadar bekletildi.

Etanol ve aseton ekstraksiyonunda ise yine 10'ar gram bitki örneği 200 mL çözücü ile oda şartlarında çalkalamalı su banyosunda 300 rpm'de 3 saat karıştırıldı (Tawaha, 2007). Karışımlar, vakum uygulanarak önce süzgeç kağıdından ardından ise Buchner hunisinden süzüldü. Süzüntülerin çözücüleri vakumlu evaporatör yardımıyla 35 °C'de uçuruldu.

Örneklerden ekstrakte edilen ve çözücüsü uçurulan maddelerin miktar tayini için tartımı alındı. Antioksidan aktivite deneyleri süresince çalışılacak konsantrasyonlar için suda ekstrakt edilmiş örnekler yine destile suda, aseton ve etanol ekstraktları ise etanolde 2000 µg/mL konsantrasyona ulaşacak şekilde çözeltileri hazırlandı. Çalışılan tüm derişimler bu stok çözeltilerden seyreltilerek hazırlandı.

2.2.2. Toplam Fenolik Madde (TPC) Tayini

Semizotu örneklerinin su, etanol ve aseton ekstraktlarındaki toplam fenolik madde tayinleri Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) ile Singleton ve Rossi'ye göre ölçüldü (Singleton ve Rossi, 1965). FCR maddesi fosfotungustik ($H_3PW_{12}O_{40}$) ve fosfomolibdik ($H_3PMo_{12}O_{40}$) asitlerin karışımıdır ve fenol oksidasyonu sürecinde mavi renkli maddelere dönüşürler. Mavi renkte meydana gelen bu değişim polifenolik bileşik miktarı ile orantılıdır. Değişimler 760 nm'de spektrofotometrede izlenir. Polifenol miktarı çoğunlukla, eski ve güvenilir metotlar olan, gallik asit veya kateşol eşdeğeri şeklinde gösterilir.

Bitki ekstraktlarından hazırlanan 2000 µg/mL çözelti, su ve etanol ile 250-500-1000-2000 konsantrasyonlarında hazırlandı. Hazırlanan su, aseton ve etanol ekstraktlarından 1'er mL alındı. Destile su eklenerek hacimleri 46 mL'ye tamamlandı ve 1'er mL FCR ilave edildi. 3 dakika bekletildikten sonra % 2'lik 3 ml Na_2CO_3 çözeltisi katılarak oda şartlarında 2 saat çalkalamalı su banyosunda 250 rpm'de karıştırıldı.

46 ml destile su üzerine de 1mL FCR eklenip 3 dakika sonra % 2'lik 3 ml Na_2CO_3 ilave edilerek kör hazırlandı. 760 nm'de örneklerin absorbans değerleri ölçüldü.

50-100-200-350-500 µg/mL konsantrasyonda hazırlanan gallik asit ve kateşol çözeltilerine de FCR ile toplam fenolik madde tayini metodu uygulandı. Gözlemlenen absorbanslar ile konsantrasyonlar arasında çizilen gallik asit ve kateşol grafiklerinin denklemleri oluşturuldu (Şekil 3.1.- Şekil 3.2.). Ölçülen maddelerin toplam fenolik madde miktarları µg gallik asit eşdeğeri (µg GAE/g ekstrakt) ve µg kateşol eşdeğeri (µg KE/ g ekstrakt) cinsinden hesaplandı.

2.2.3. DPPH Radikali Giderme Aktivitesinin Tayini

Serbest radikal yakalama aktivitesi deneyi 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikali kullanılarak çalışıldı (Blois, 1958). Metot, ekstraktların bir proton veya elektron verebilme yeteneğine dayanır. Bu yetenek sayesinde mor renkli DPPH çözeltisinin rengi açılır. Reaksiyon karışımının absorbansının düşmesi ile serbest radikal giderme aktivitesi varlığını gösterir.

200-400-600-800-1000 µg/mL konsantrasyonlarında hazırlanan ekstraktlardan ve standart çözeltilerden 1'er mL alınarak, 4 mL 0,1 mM DPPH (etanolda) çözeltisi eklendi. Vorteks işleminin ardından oda şartlarında ve ışıksız ortamda 30 dakika bekletildi. 517 nm'de absorbansları okunarak kaydedildi. Örnek ve standart madde yerine 1 mL etanol kullanılarak ve aynı işlemlerden geçirilerek kontrol de çalışıldı.

DPPH radikali giderme aktivitesi (%) hesaplanmasında kullanılan formül:

$$\% \text{ DPPH Radikali Giderme Aktivitesi} = \frac{\text{Kontrolün Absorbansı} - \text{Örneğin absorbansı}}{\text{Kontrolün Absorbansı}} \times 100$$

2.2.4. Demir (II) İyonlarını Şelatlama Aktivitesinin Tayini

Farklı derişimlerdeki (200-400-600-800-1000 µg/mL) bitki ekstraktlarının Fe⁺² iyonlarını bağlama kapasitesi Dinis ve ark.'nın yöntemine göre çalışıldı (Dinis ve diğ., 1994).

Ekstrakt çözeltilerinin 1 mL'sine 3,7 mL destile su ve 100 µL 2 mM FeCl₂ çözeltisi ilave edildi. Oda şartlarında 30 dakika inkübasyonda bırakılıp sonrasında 200 µL 5 mM ferrozin çözeltisi eklendi ve vortekslenip 10 dakika dinlendirildi. Karışımların absorbans değerleri 562 nm'de ölçüldü.

Kontrol, örnek yerine 1 mL deiyonize su kullanılarak hazırlandı ve aynı dalga boyunda çalışıldı. Standart olarak 200-1000 µg/mL konsantrasyonlarında EDTA (Etilen diamin tetraasetikasit) çözeltileri kullanıldı.

Demir iyonları şelatlama aktivitesi (%) aşağıda verilen formül ile hesaplandı:

$$\% \text{ Şelatlama aktivitesi} = \frac{\text{Kontrolün Absorbansı} - \text{Örneğin absorbansı}}{\text{Kontrolün Absorbansı}} \times 100$$

2.2.5. H₂O₂ Giderme Aktivitesinin Tayini

Bütün bitki örneklerinin hidrojen peroksit giderme yeteneği Ruch ve ark. metoduna göre çalışıldı (Ruch vd., 1989). Ruch ve arkadaşlarına göre, reaksiyon ortamına ilave edilen hidrojen peroksit çözeltisinin bitki ekstraktı tarafından yıkılması 230 nm'deki absorbanans değişimiyle izlenerek uygulanır.

250 ve 400 µg/mL konsantrasyonlarda hazırlanan bitki ekstraktlarının 1 mL'sine 2,4 mL fosfat tamponu (0,1 M pH=7,4) ve 0,6 mL 40 mM H₂O₂ çözeltisi eklendi. Ardından her bir örnek için ayrı ayrı 1 mL örnek üzerine 4 mL fosfat tamponu eklenip H₂O₂ içermeyen numune körleri hazırlandı. Aynı işlemler örnek yerine standart madde kullanılarak tekrarlandı. 3,4 mL fosfat tamponu ve 0,6 mL 40 mM H₂O₂ çözeltisinden kontrol çözeltisi hazırlandı. Tüpler vortekslenerek oda şartlarında 30 dakika inkübasyona bırakıldı. Ardından 230 nm'de absorbanansları ölçüldü. Aşağıda verilen denklemden faydalanılarak örneklerin H₂O₂ giderme etkinliği belirlendi.

$$\% \text{ Hidrojen Peroksit Giderme Aktivitesi} = \frac{\text{Kontrolün Absorbansı} - \text{Örneğin absorbansı}}{\text{Kontrolün Absorbansı}} \times 100$$

İstatistiksel Analiz; Semiz otu örneklerine uygulanan analizler, üç paralel halinde yürütülerek, verilerin aritmetik ortalamaları ile standart sapmaları hesaplandı. İstatistiksel analiz tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapıldı (SPSS v15). *p* değeri %5'ten küçük olması (*p*<0.05) istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

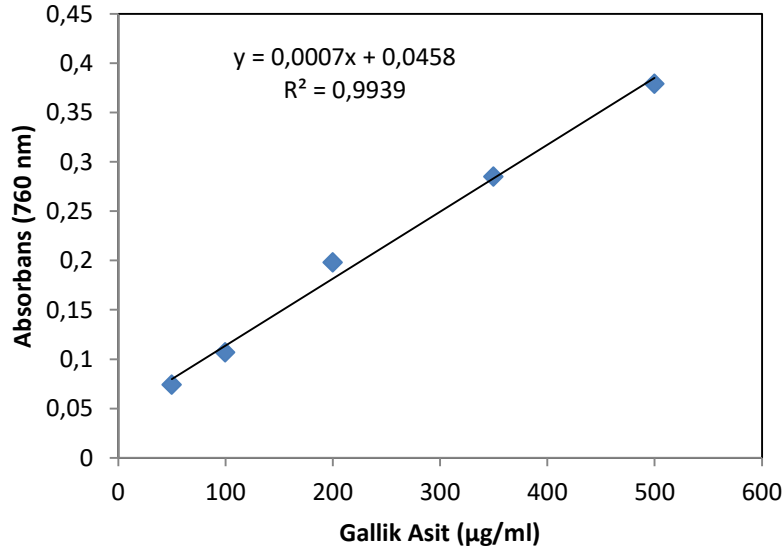
3. BULGULAR

3.1. FCR ile Toplam Fenolik Bileşik Tayini

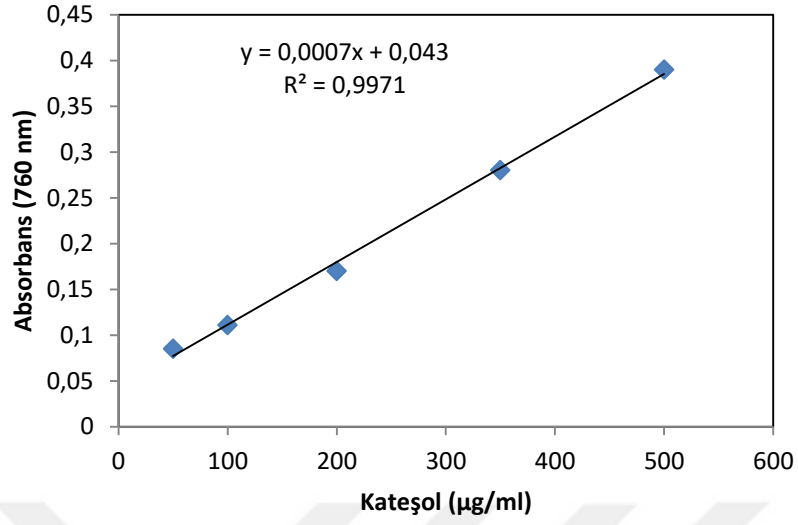
Farklı bölgelerden toplanmış semizotu örneklerinin su, etanol ve aseton ekstraktlarındaki toplam çözünebilen fenolik maddeler Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) ile tayin edildi. Standart madde olarak Gallik Asit ve Kateşol kullanılarak kalibrasyon grafikleri çizildi. Standart maddelerin grafikleri sayesinde örneklerin toplam fenolik madde miktarları mg gallik asit (mg GAE/g ekstrakt) ve mg kateşol (mg KE/ g ekstrakt) eşdeğeri olarak hesaplandı.

Standart grafik denkleminde hesaplanan sonuçların gallik asit ekvivalenti olarak 0,742 mg/g ile 8,381 mg/g arası ve kateşol ekvivalenti olarak 4,762 mg/g ile 12,381 mg/g arasında değiştiği görüldü.

Hesaplama yapılırken standart grafiğinde bulunan denkleminde 'y' yerine spektrofotometrede okunan absorbans yazılır ve denklemindeki 'x' değeri, kullanılan grafik denkleminde göre, gallik asit veya kateşol eşdeğerini verir.



Şekil 3.1. Gallik Asit Standart Grafiği

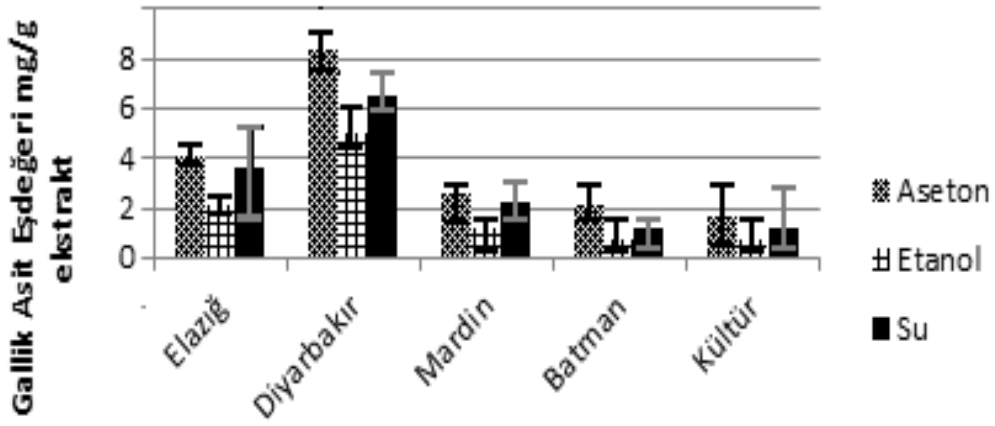


Şekil 3.2. Kateşol Standart Grafiği

Elazığ, Diyarbakır, Mardin ve Batman'da yabancı ortamda yetişmiş ve Elazığ'da kültür ortamında yetiştirilmiş bitki örneklerinin su, etanol ve aseton ekstraktlarının gallik asit ve kateşol eşdeğeri olan fenolik madde miktarlarına ait değerler aşağıdaki tablolarda (Tablo 3.1.-Tablo 3.2) verilmiş ve grafiklerde (Şekil 3.3.-Şekil 3.4.) karşılaştırma yapılmıştır. Grafiklerden de görüldüğü üzere, çalışılan bitkilerin ekstrakte edilebilen toplam fenolik bileşik içerikleri karşılaştırıldığında; asetonunda en yüksek etanolde ise en düşük miktarlar tespit edilmiştir. Ayrıca farklı yöreler karşılaştırıldığında, toplam fenolik madde miktarı büyükten küçüğe sıralanacak olursa Diyarbakır-Elazığ-Mardin-Batman-Kültür şeklinde bir sıralama oluşturulabilmektedir.

Tablo 3.1. Toplam Fenolik Madde (Gallik Asit Eşdeğeri) Tablosu (mg Gallik asit/g)

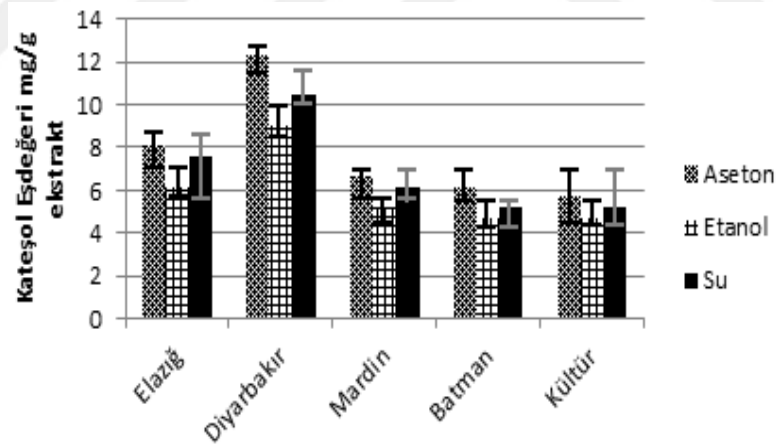
Semizotu Örneği	Aseton Ekstraktı TPC	Etanol Ekstraktı TPC	Su Ekstraktı TPC
<i>Elazığ</i>	4,10±0,83	2,19±0,83	3,62±1,65
<i>Diyarbakır</i>	8,38±0,83	5,05±0,83	6,48±0,83
<i>Mardin</i>	2,67±0,83	1,24±0,83	2,19±0,83
<i>Batman</i>	2,19±0,83	0,76±0,83	1,24±0,83
<i>Kültür</i>	1,70±1,44	0,74±0,84	1,22±1,67



Şekil 3.3. Semizotu örneklerinin Gallik Asit eşdeğeri toplam fenolik madde muhtevaları

Tablo 3.2. Kateşol Eşdeğer Tablosu (mg Kateşol/g)

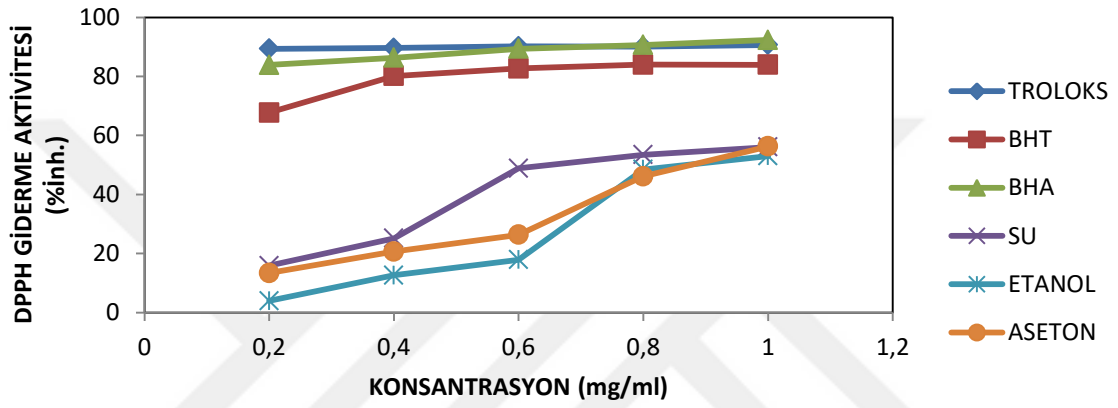
Semizotu Örneği	Aseton Ekstraktı TPC	Etanol Ekstraktı TPC	Su Ekstraktı TPC
<i>Elazığ</i>	8,10±0,83	6,19±0,83	7,62±1,65
<i>Diyarbakır</i>	12,38±0,83	9,05±0,83	10,48±0,83
<i>Mardin</i>	6,67±0,83	5,24±0,83	6,19±0,83
<i>Batman</i>	6,19±0,83	4,76±0,83	5,24±0,83
<i>Kültür</i>	5,71±1,43	4,76±0,83	5,24±1,65



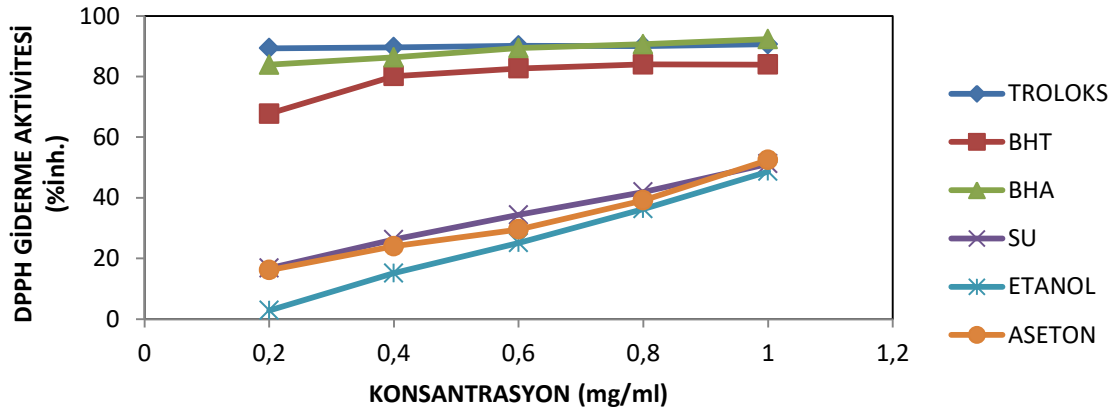
Şekil 3.4. Semizotu örneklerinin Kateşol eşdeğeri toplam fenolik madde muhtevaları

3.2. DPPH Radikali Giderme Aktivitesi

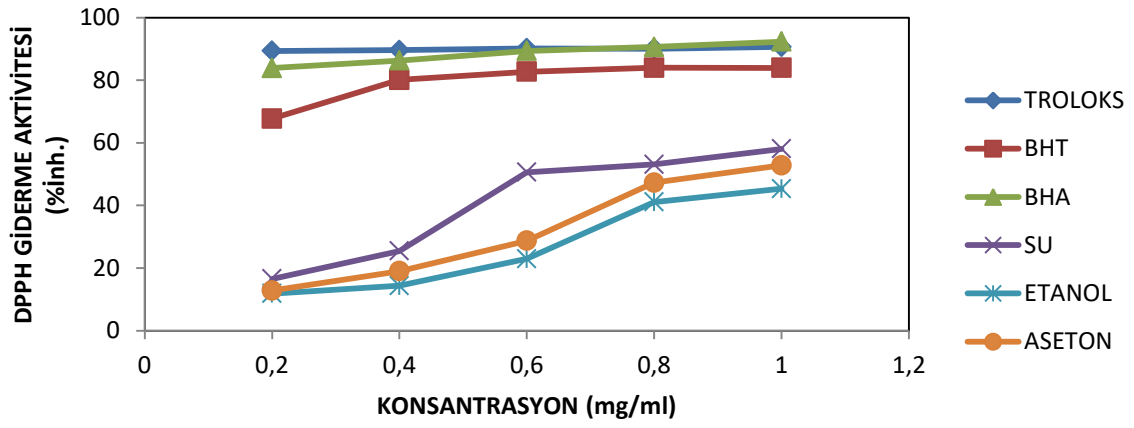
Elazığ, Diyarbakır, Mardin, Batman ve Kültür ortamı semizotu örneklerinin serbest radikal giderme aktivitesi DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) radikali kullanılarak tespit edildi. Kontrol olarak BHA, BHT ve troloks kullanıldı. Artırılan konsantrasyona karşı % DPPH radikalini giderme aktiviteleri bitki ekstraktları için grafiğe geçirildi.



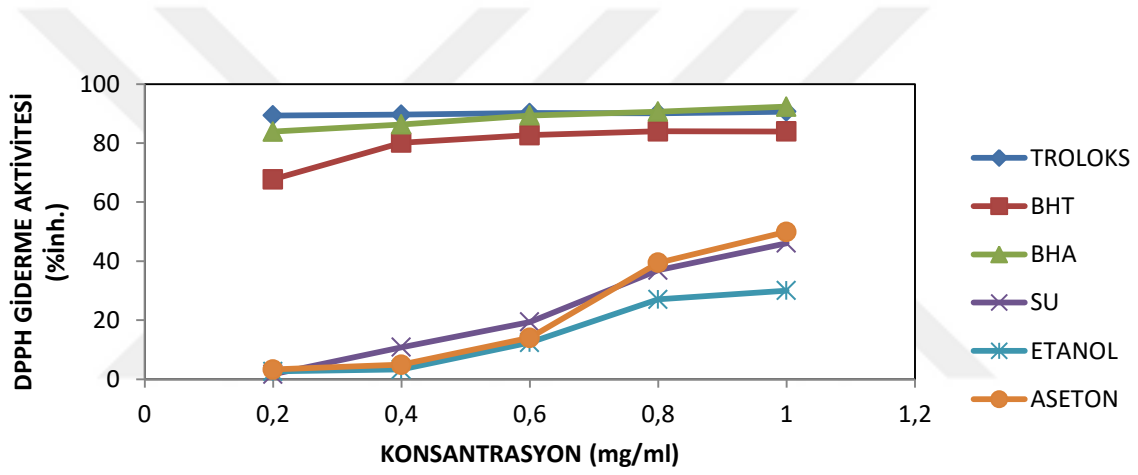
Şekil 3.5. Elazığ semizotu ekstraktının % DPPH giderme aktivitesi



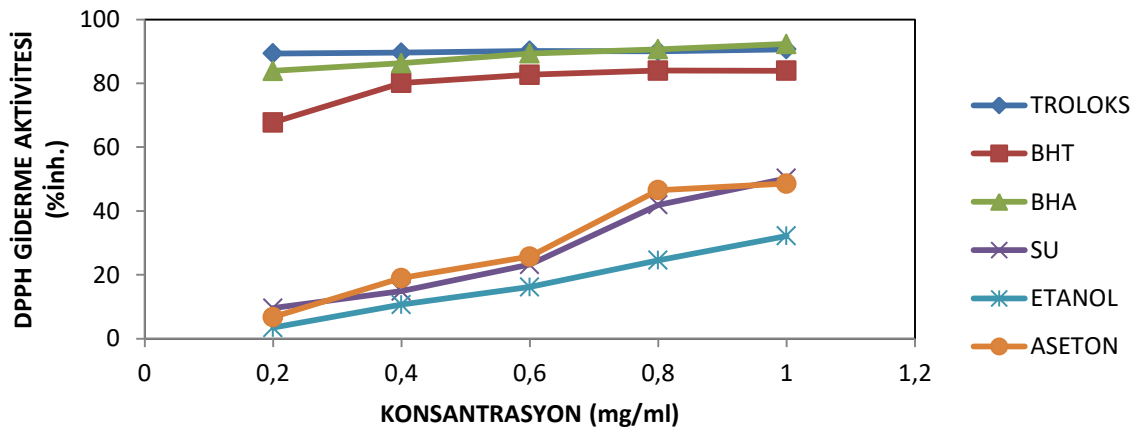
Şekil 3.6. Batman semizotu ekstraktının % DPPH giderme aktivitesi



Şekil 3.7. Diyarbakır semizotu ekstraktının % DPPH giderme aktivitesi



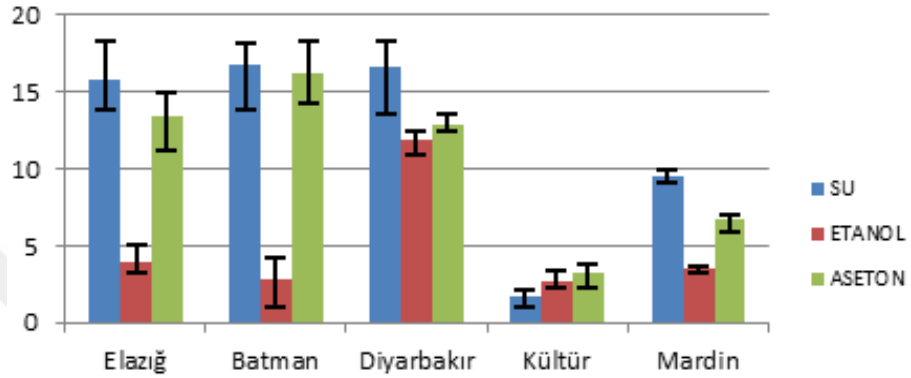
Şekil 3.8. Kültür ortamı semizotu ekstraktının % DPPH giderme aktivitesi



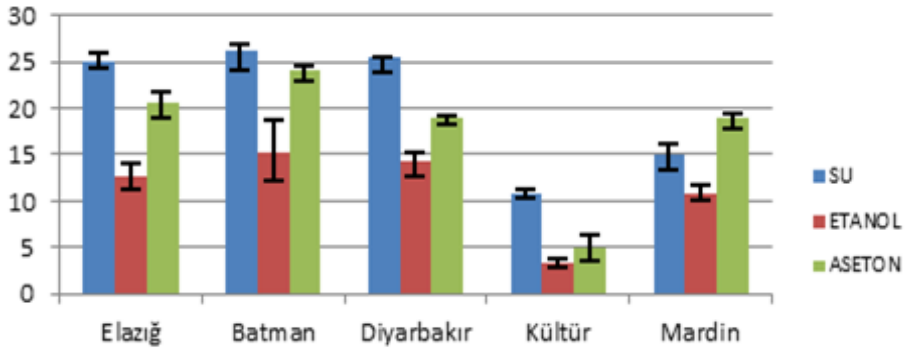
Şekil 3.9. Mardin semizotu ekstraktının % DPPH giderme aktivitesi

Çalışılan konsantrasyonlarda kontrol olarak kullanılan BHA değerleri % $83,86 \pm 0,13$ ile $92,31 \pm 0,33$ arasında, BHT değerleri % $67,72 \pm 0,33$ ile $83,94 \pm 0,29$ arasında ve troloks değerleri % $89,32 \pm 0,07$ ile $90,63 \pm 0,07$ arasında bulunmuştur. Bitki örneklerinin % inhibisyon değerleri ise $1,64 \pm 0,46$ ile $58,05 \pm 1,35$ arasındadır.

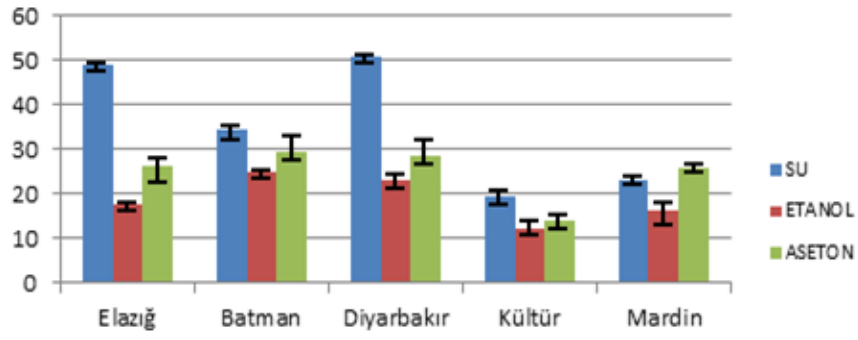
Farklı örnek ekstraktlarının aynı konsantrasyondaki % DPPH giderme aktiviteleri de grafiklerle karşılaştırıldı.



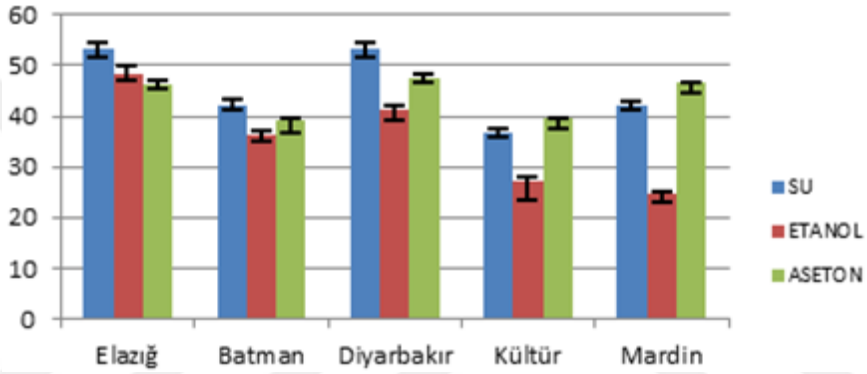
Şekil 3.10. 0,2 mg/mL derişiminde DPPH giderme kapasiteleri (% inhibüsyon)



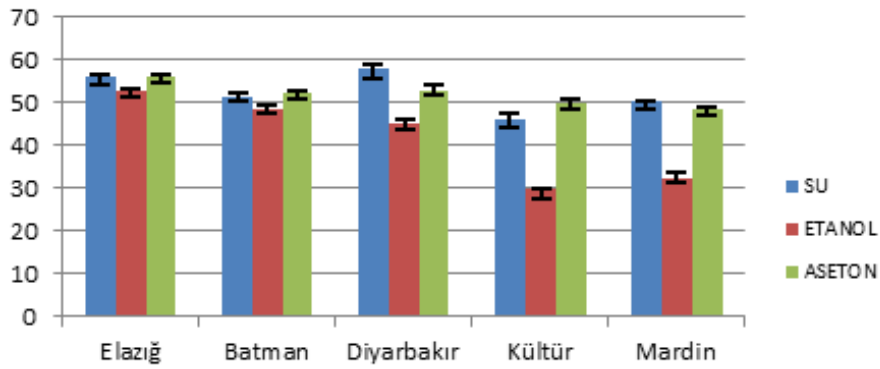
Şekil 3.11. 0,4 mg/mL derişiminde DPPH giderme kapasiteleri (% inhibüsyon)



Şekil 3.12. 0,6 mg/mL derişiminde DPPH giderme kapasiteleri (% inhibüsyon)



Şekil 3.13. 0,8 mg/mL derişiminde DPPH giderme kapasiteleri (% inhibüsyon)



Şekil 3.14. 1,0 mg/mL derişiminde DPPH giderme kapasiteleri (% inhibüsyon)

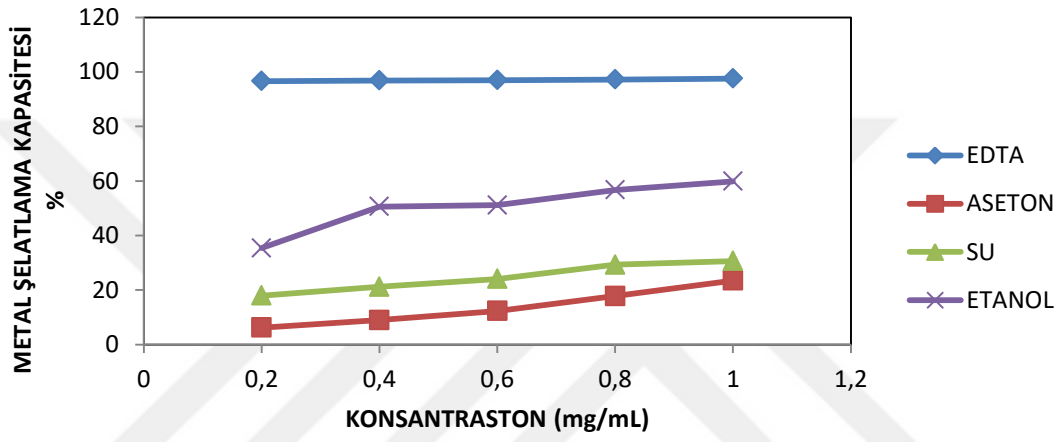
Bütün ekstraktlardan elde edilen inhibisyon değerleri Tablo 3.3.'de gsterilmiştir.

Tablo 3.3. Farklı derişimlerdeki örneklerin % DPPH giderme değerleri

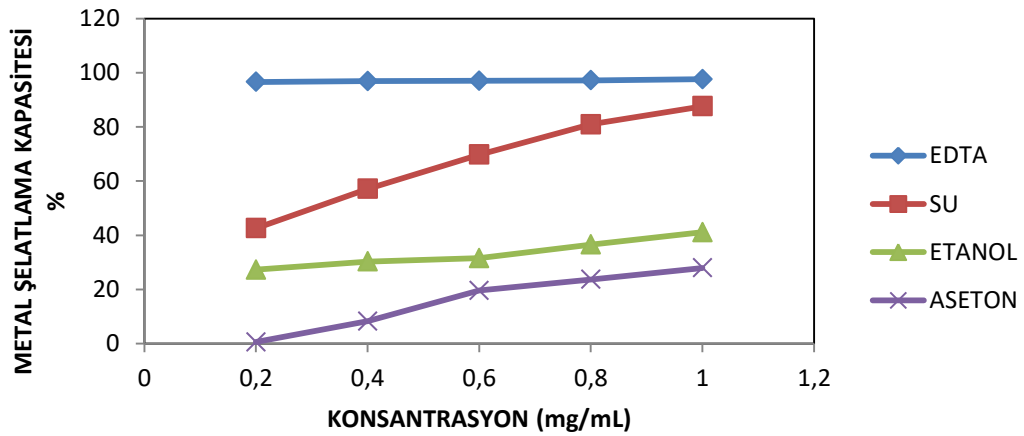
Semizotu Örneği	Derişim (mg/mL)	Aseton Ekstraktı	Etanol Ekstraktı	Su Ekstraktı
Elazığ	0,2	13,37 ±1,78	3,91 ±0,95	15,85 ± 2,66
Diyarbakır	0,2	12,82 ±0,51	11,85 ±0,46	16,56 ±2,63
Mardin	0,2	6,73 ±0,41	3,45 ±0,07	9,54 ±0,41
Batman	0,2	16,1 ±2,27	2,82 ±1,20	16,77 ±2,75
Kültür	0,2	3,28 ±0,88	2,65 ±0,33	1,64 ±0,46
Elazığ	0,4	20,64 ±1,67	12,61 ±1,03	25,14 ±0,74
Diyarbakır	0,4	19,04 ±0,55	14,38 ±0,99	25,47 ±0,55
Mardin	0,4	18,99 ±0,32	10,68 ±0,44	14,88 ±1,14
Batman	0,4	24,00 ±0,72	15,13 ±3,30	26,23 ±1,33
Kültür	0,4	4,92 ±1,78	3,28 ±0,22	10,80 ±0,60
Elazığ	0,6	26,31 ±1,85	17,87 ±0,64	48,84 ± 0,44
Diyarbakır	0,6	28,71 ±3,44	22,95 ±1,14	50,61 ±0,70
Mardin	0,6	25,68 ±0,19	16,18 ±1,96	23,20 ±0,13
Batman	0,6	29,55 ±2,10	25,10 ±0,58	34,34 ±0,96
Kültür	0,6	13,99 ±1,14	12,40 ±1,17	19,38 ±0,84
Elazığ	0,8	46,11 ±0,99	48,47 ±0,82	53,43 ±1,07
Diyarbakır	0,8	47,29 ±0,99	41,11 ±1,28	53,13 ±1,85
Mardin	0,8	46,53 ±1,08	24,55 ±1,03	41,91 ±0,48
Batman	0,8	39,18 ±1,10	36,32 ±1,12	41,91 ±0,95
Kültür	0,8	39,43 ±1,25	27,03 ±2,20	36,91 ±0,60
Elazığ	1,0	56,24 ±0,79	53,01 ±0,26	56,07 ±1,14
Diyarbakır	1,0	52,79 ±1,26	45,36 ±1,46	58,05 ±1,35
Mardin	1,0	48,59 ±0,39	32,16 ±1,12	50,23 ±0,57
Batman	1,0	52,46 ±0,58	48,63 ±0,64	51,20 ±0,88
Kültür	1,0	49,94 ±1,08	30,01 ±1,00	46,07 ±2,09

3.3. Demir (II) İyonlarını Şelatlama Aktivitesinin Tayini

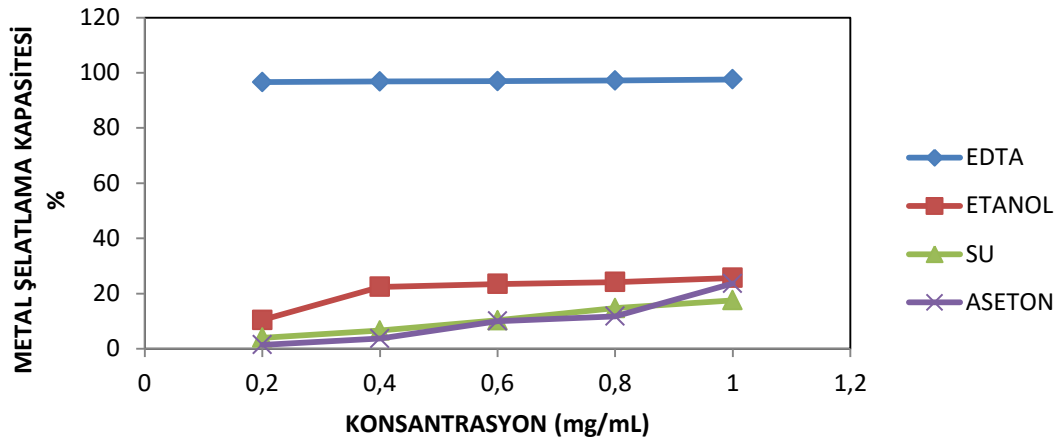
Bitkilerin su, etanol ve aseton ekstraktlarının, çözeltideki Fe^{2+} iyonlarını bağlayabilmek adına ferrozine karşı yarışması esasına dayanan metal şelatlama kapasiteleri değerlendirildi. Standart madde olarak iyi bir metal şelatlayıcı olan EDTA seçildi ve karşılaştırma yapıldı. Çalışmada kullanılan tüm bitki ekstraktlarının metal şelatlama aktivitesini ifade eden konsantrasyon-% inhibisyon grafikleri çizildi.



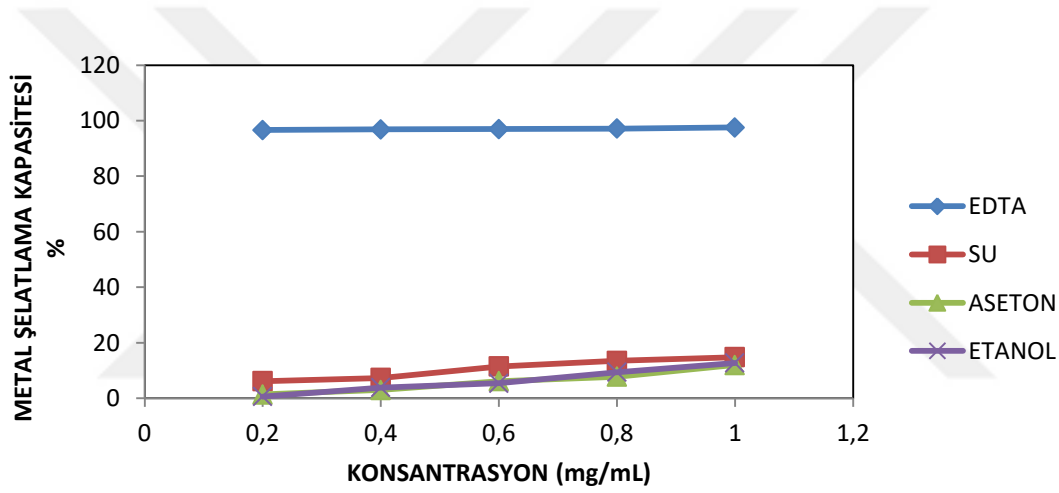
Şekil 3.15. Elazığ semizotu ekstraktının % metal şelatlama aktivitesi



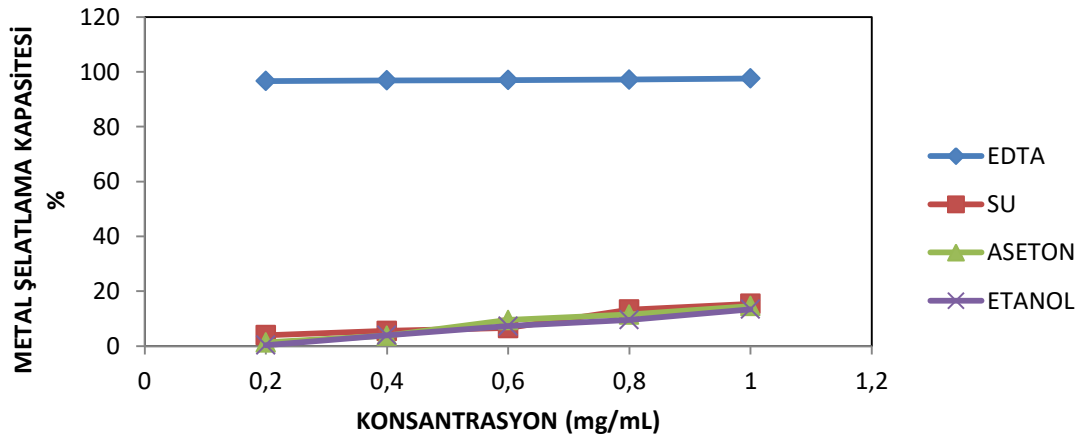
Şekil 3.16. Diyarbakır semizotu ekstraktının % metal şelatlama aktivitesi



Şekil 3.17. Batman semizotu ekstraktının % metal şelatlama aktivitesi



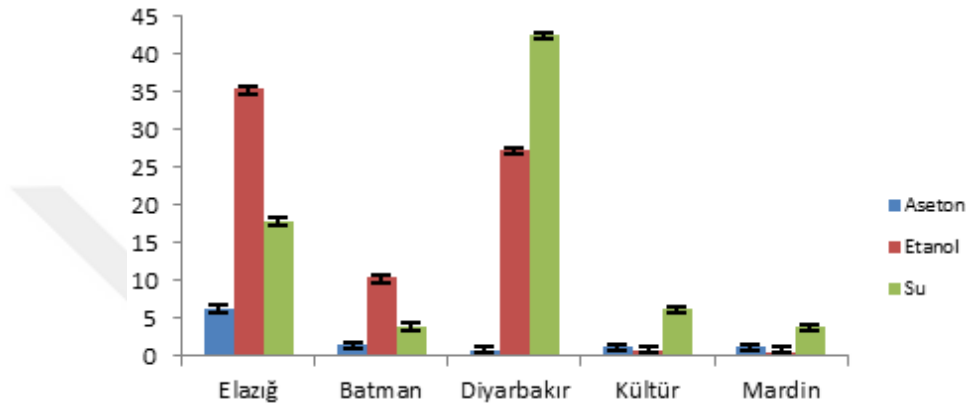
Şekil 3.18. Kültür ortamı semizotu ekstraktının % metal şelatlama aktivitesi



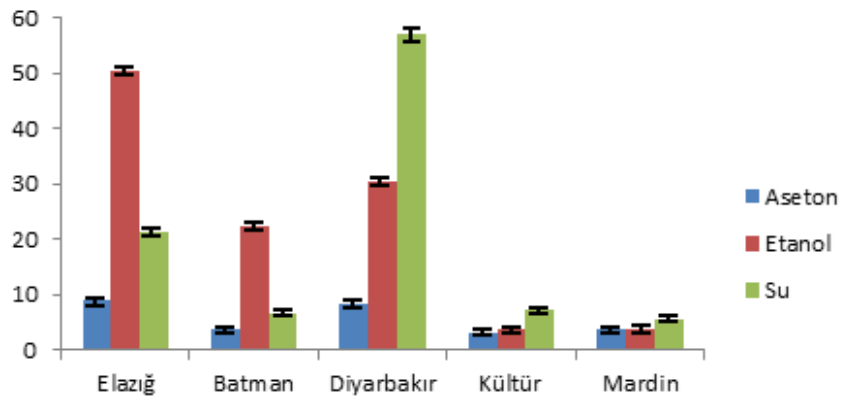
Şekil 3.19. Mardin semizotu ekstraktının % metal şelatlama aktivitesi

Çalışılan bitki ekstraktlarının genellikle iyi metal şelatlama aktivitesine sahip olmadıkları grafiklerden görülmektedir. Mardin ve Kültür ekstraktları en düşük, Diyarbakır ve Elazığ ekstraktları ise en yüksek metal şelatlama değerleri vermiştir.

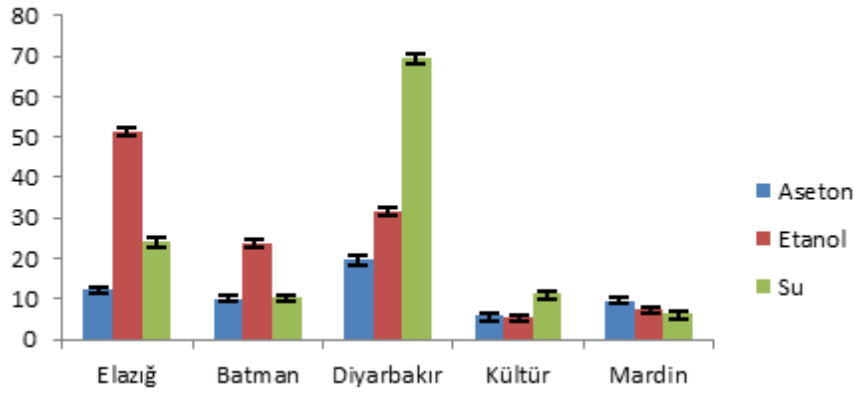
Farklı yörelerden elde edilen örnek ekstraktlarının metal şelatlama kapasiteleri derişimlerine göre kendi aralarında da karşılaştırılmış ve aşağıdaki grafikler elde edilmiştir.



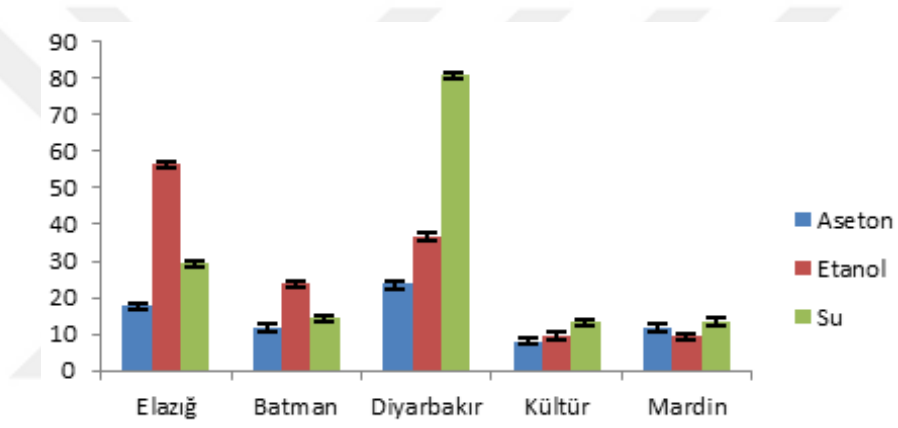
Şekil 3.20. 0,2 mg/mL derişiminde metal şelatlama kapasiteleri (%) grafiği



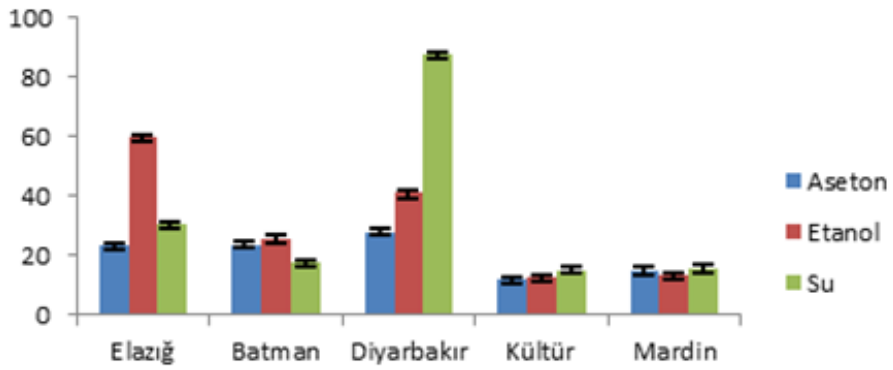
Şekil 3.21. 0,4 mg/mL derişiminde metal şelatlama kapasiteleri (%) grafiği



Şekil 3.22. 0,6 mg/mL derişiminde metal şelatlama kapasiteleri (%) grafiği



Şekil 3.23. 0,8 mg/mL derişiminde metal şelatlama kapasiteleri (%) grafiği



Şekil 3.24. 1,0 mg/mL derişiminde metal şelatlama kapasiteleri (%) grafiği

Farklı konsantrasyonlarda % metal şelatlama kapasitesi sonuçları standart sapma değerleri ile birlikte Tablo 3.4.'te verilmiştir. Örneklerin % metal şelatlama kapasiteleri % $0,37 \pm 0,12$ ile % $87,61 \pm 0,03$ değerleri arasında değişmektedir.

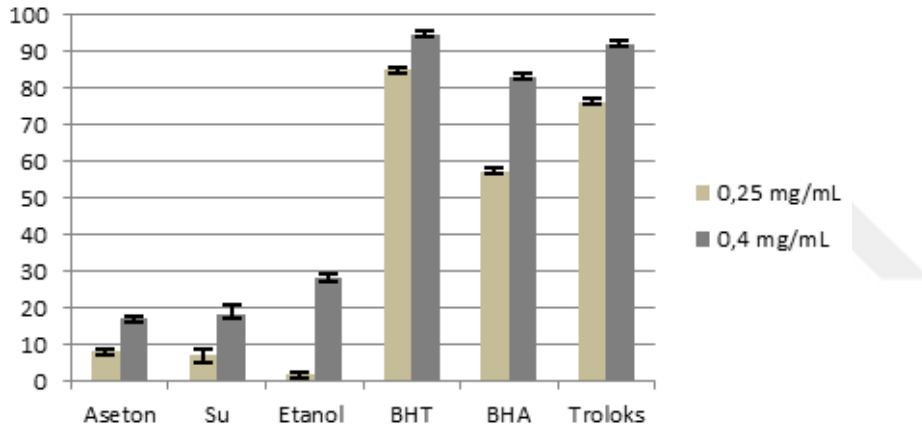
Tablo 3.4. Farklı derişimlerdeki örneklerin % metal şelatlama kapasitesi değerleri

Semizotu Örneği	Derişim (mg/mL)	Aseton Ekstraktı	Etanol Ekstraktı	Su Ekstraktı
Elazığ	0,2	6,21 \pm 0,41	35,36 \pm 0,27	17,94 \pm 0,12
Diyarbakır	0,2	0,61 \pm 0,07	27,30 \pm 0,03	42,57 \pm 0,10
Mardin	0,2	1,37 \pm 0,14	0,37 \pm 0,12	3,96 \pm 0,19
Batman	0,2	1,44 \pm 0,24	10,42 \pm 0,26	3,98 \pm 0,16
Kültür	0,2	1,37 \pm 0,03	0,66 \pm 0,12	6,19 \pm 0,24
Elazığ	0,4	8,94 \pm 0,14	50,57 \pm 0,07	21,18 \pm 0,09
Diyarbakır	0,4	8,28 \pm 0,03	30,31 \pm 0,27	57,14 \pm 0,10
Mardin	0,4	3,83 \pm 0,03	3,96 \pm 0,03	5,54 \pm 0,15
Batman	0,4	3,69 \pm 0,16	22,42 \pm 0,26	6,60 \pm 0,03
Kültür	0,4	3,01 \pm 0,12	3,85 \pm 0,03	7,32 \pm 0,26
Elazığ	0,6	12,32 \pm 0,03	51,11 \pm 0,16	24,06 \pm 0,16
Diyarbakır	0,6	19,59 \pm 0,24	31,52 \pm 0,12	69,75 \pm 0,12
Mardin	0,6	9,54 \pm 0,10	7,32 \pm 0,10	6,60 \pm 0,14
Batman	0,6	9,99 \pm 0,03	23,48 \pm 0,33	10,29 \pm 0,03
Kültür	0,6	6,17 \pm 0,12	5,45 \pm 0,10	11,48 \pm 0,20
Elazığ	0,8	17,74 \pm 0,16	56,68 \pm 0,10	29,26 \pm 0,32
Diyarbakır	0,8	23,67 \pm 0,09	36,57 \pm 0,26	80,93 \pm 0,14
Mardin	0,8	11,48 \pm 0,16	9,56 \pm 0,03	13,33 \pm 0,03
Batman	0,8	11,75 \pm 0,03	24,16 \pm 0,09	14,72 \pm 0,12
Kültür	0,8	7,77 \pm 0,21	9,39 \pm 0,03	13,49 \pm 0,39
Elazığ	1,0	23,48 \pm 0,06	59,86 \pm 0,03	30,60 \pm 0,09
Diyarbakır	1,0	27,97 \pm 0,03	41,14 \pm 0,12	87,61 \pm 0,03
Mardin	1,0	34,11 \pm 0,03	13,45 \pm 0,17	15,40 \pm 0,59
Batman	1,0	23,61 \pm 0,03	25,64 \pm 0,20	17,56 \pm 0,06
Kültür	1,0	12,02 \pm 0,12	12,72 \pm 0,07	14,79 \pm 0,14

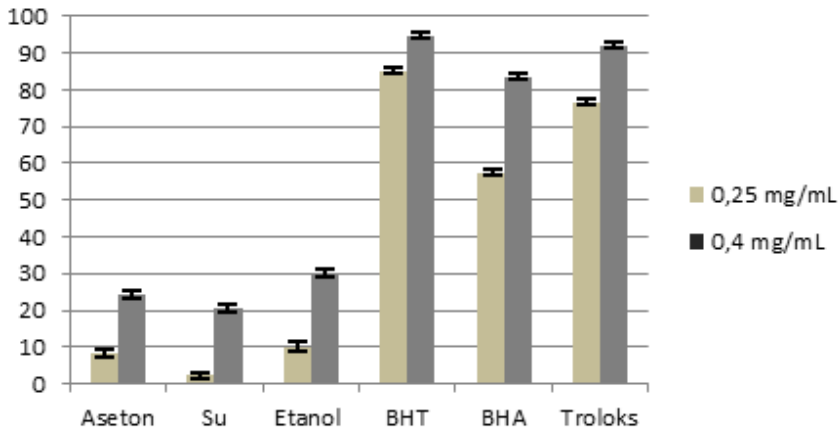
3.4. H₂O₂ Giderme Aktivitesinin Tayini

Bitkilerin su, etanol ve aseton ekstraktlarının H₂O₂ giderme aktivitesi Ruch ve arkadaşlarının (1989) metoduna göre tayin edildi. Ekstraktlar genellikle iyi sonuçlar veren 0,25 mg/mL ve 0,4 mg/mL derişimlerde ölçüldü. Hiçbiri reaksiyon ortamındaki H₂O₂'yi tamamen uzaklaştıramadığı gibi çoğunlukla düşük H₂O₂ kapasitesine sahip sonuçlar ortaya çıktı.

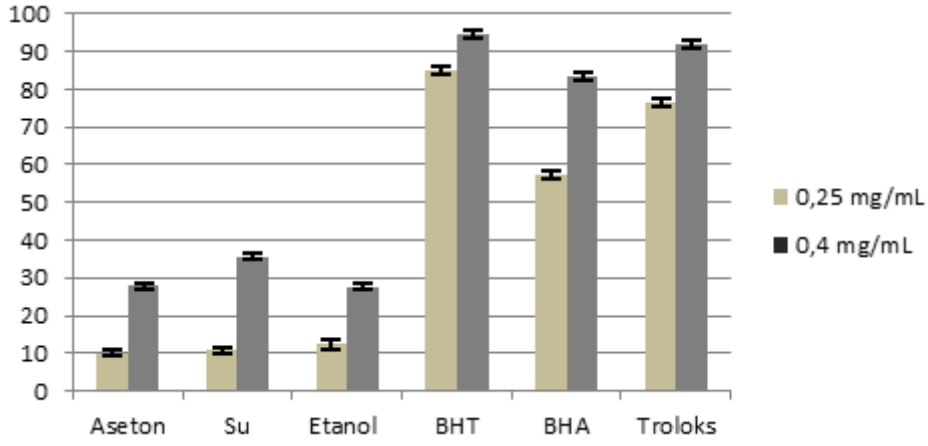
Sonuçlar arasında en düşük değer % 2,03 ±1,08 ile 250 mg/mL konsantrasyondaki Elazığ'dan alınmış semizotu örneğinin ekstraktı, en yüksek değer ise % 35,78 ±0,23 ile 400 mg/mL konsantrasyondaki Diyarbakır semizotu örneğinin ekstraktı olmuştur. Diğer değerler ise grafik ve tablo halinde aşağıda verilmiştir.



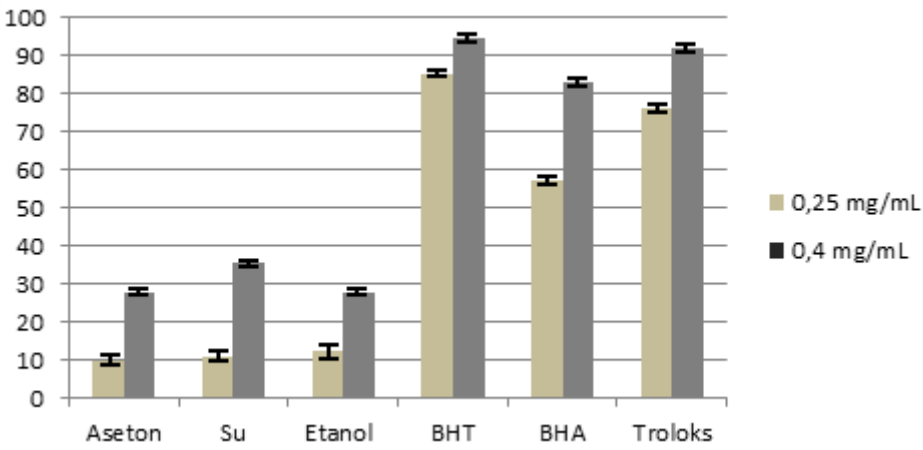
Şekil 3.25. Elazığ semizotunun % H₂O₂ giderme kapasitesi ile standart maddelerin karşılaştırılması



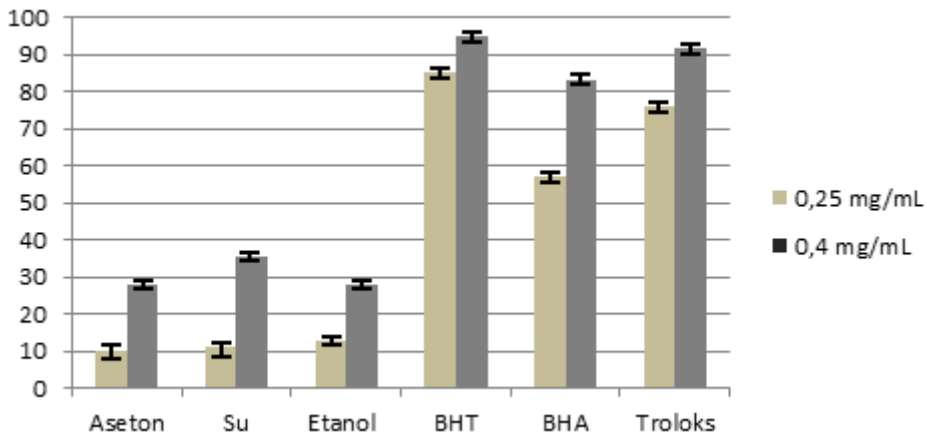
Şekil 3.26. Batman semizotunun % H₂O₂ giderme kapasitesi ile standart maddelerin karşılaştırılması



Şekil 3.27. Diyarbakır semizotunun % H₂O₂ giderme kapasitesi ile standart maddelerin karşılaştırılması



Şekil 3.28. Kültür semizotunun % H₂O₂ giderme kapasitesi ile standart maddelerin karşılaştırılması



Şekil 3.29. Mardin semizotunun % H₂O₂ giderme kapasitesi ile standart maddelerin karşılaştırılması

Tablo 3.5. Farklı derişimlerdeki örneklerin % H₂O₂ giderme aktiviteleri

Semizotu Örneği	Derişim (mg/mL)	Aseton Ekstraktı	Etanol Ekstraktı	Su Ekstraktı
Elazığ	0,25	8,29 ±0,52	2,03 ±1,08	7,25 ± 1,73
Diyarbakır	0,25	11,24 ±0,21	13,28 ±1,04	14,19 ±0,10
Mardin	0,25	9,96 ±0,98	12,50 ±0,12	10,95 ±0,37
Batman	0,25	8,13 ±0,28	9,64 ±0,38	2,64 ±1,07
Kültür	0,25	3,52 ±0,47	8,91 ±0,83	6,05 ±0,92
Elazığ	0,4	17,30 ±0,31	28,14 ±1,17	18,48 ±2,35
Diyarbakır	0,4	29,07 ±0,59	35,78 ±0,23	32,38 ±0,24
Mardin	0,4	27,85 ±0,33	27,68 ±0,27	35,70 ±0,13
Batman	0,4	24,10 ±0,80	29,61 ±0,12	20,60 ±1,43
Kültür	0,4	16,22 ±0,15	22,39 ±0,24	21,71 ±0,42

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada farklı bölgelerde yetişmiş semizotu (*Portulaca oleracea L.*) bitkisinin antioksidan özellikleri araştırıldı. Araştırma için Batman, Diyarbakır, Elazığ ve Mardin'den yabancı semizotu örnekleri ile Elazığ'da kültür ortamında yetiştirilmiş semizotu tedarik edilerek, bu bitkilerin toprak üstü kısımları kullanıldı. Bitkiler oda şartlarında kurutulduktan sonra, aseton, etanol ve su içerisindeki ekstraktları alındı. Bu ekstraktlardan çözücüler uçurulduktan sonra farklı konsantrasyonda örnekler hazırlanarak, Toplam Fenolik Madde (TPC), DPPH Giderme Aktivitesi, Metal Şelatlama Kapasitesi ve H₂O₂ Giderme Aktiviteleri tayin edildi. Elde edilen bulgular kendi aralarında ve standart maddelerle karşılaştırıldı.

Bitkilerin içerdiği fenolik bileşikler, primer antioksidan ve serbest radikal sonlandırıcı olarak davranmak gibi önemli özelliklere sahiptir. Bu bileşikler bitkilerin önemli doğal bileşenleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada bitkilerin ekstraktlarındaki toplam fenolik madde miktarı FCR yöntemi ile tayin edildi. Sonuçlar önemli standart maddeler olarak kabul gören gallik asit ve kateşol eşdeğeri türünden hesaplandı.

Elde edilen sonuçlara bakılacak olursa; su ekstraktları için 1,218-6,476 GAE mg/g arasında, etanol ekstraktları için 0,742-5,047 GAE mg/g arasında ve aseton ekstraktları için ise, 1,704-8,381 GAE mg/g arasında çıkmıştır (Tablo 3.1.). Kateşol eşdeğeri olarak incelendiğinde ise; su ekstraktları için 5,238±1,65-10,476±0,825 KE mg/g arasında, etanol ekstraktları için 4,762±0,825-9,047±0,825 KE mg/g arasında ve aseton ekstraktları için 5,714±1,429-12,381±0,825 KE mg/g arasında sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 3.2.).

Bu sonuçlar arasında, aseton ekstraktıyla elde edilen ölçümler (ort. 5,81 mg/g) diğerlerine (ort. 4,48 mg/g) göre daha yüksek çıkarken (p<0.05), şehir olarak ta en fazla toplam fenolik madde içeriğinin Diyarbakır örneğinde (asetonda - 12,38±0,83 mg KE/g) en azının ise Elazığ'dan alınmış olan kültür ortamında yetiştirilmiş örnekte (etanolda - 0,74±0,84 mg GAE/g) olduğu görülmüştür (p<0.005).

İlgili literatür taramalarında, Uyar ve diğ. (2013) su ile yaptıkları çalışmada 1,319 mg/g GAE ekstrakt değeri bulmuşlardır. Andalwulan ve diğ. (2010) tarafından Endonezya'dan temin edilmiş örnekte etanol ile yaptığı çalışmada 0,334 mg/g GAE ekstrakt değeri tespit edilmiştir. Sulaiman ve diğ.(2011)'nin çalışmasında asetonda 138,2

mg/g GAE ekstrakt, etanolde 23,8 mg/g GAE ekstrakt ve suda 98,6 mg/g GAE ekstrakt değerleri elde edilmiştir. Alam ve diğ. (2015) oniki farklı semizotu üzerinde yaptıkları çalışmalarda 0,96 ile 9,12 arasında mg/g GAE sonuçları elde etmişlerdir. Rinaldi ve diğ. (2010) çalışmalarında 4,7 mg/g GAE sonucunu bulmuşlardır.

Doğal antioksidanlar içinde oldukça önemli olan bitkisel polifenol madde tarımsal süreç, güneş, hava şartları ve iklim, hasat zamanı ve depolama şartları v.b bir çok dış faktörden etkilenir (Heimler ve diğ., 2007). Ayrıca çözücü ve ekstraksiyon süreçlerindeki farklılık da fenolik bileşiklerde tespit edilen değerler arasındaki değişikliklerinden sorumludur.

Çalışmamızda kullanılan bitki ekstratlarında DPPH üzerinden serbest radikal giderici etkileri tayin edilmiştir. DPPH, antioksidanların serbest radikal giderici aktivitesi tayini için kullanılan önemli bir sentetik radikaldir. Bu tayinde, mor renkli DPPH çözeltisi serbest radikal bulduran maddelerle etkileşimi sonucu, çözeltinin rengi sarıya dönüşür. Testler sonucu elde edilen sonuçlar iyi birer kontrol maddesi olan Troloks, BHT ve BHA ile karşılaştırılmış ve farklı şehirlerde yetişmiş semizotu örneklerinin serbest radikal giderme aktivitesi % inhibisyon cinsinden hesaplanmıştır.

Örneklerin DPPH giderme aktiviteleri; su ekstraktı için % 1,64 ile 58,05 arasında, etanol ekstraktı için % 2,65 ile 53,01 arasında ve aseton ekstraktı için % 3,28 ile 56,24 arasında bulunmuştur (Tablo 3.3.). Deneylerde genel olarak su (ort. % 33,13) ve aseton ekstraktlarının (ort. % 29,71) birbirine yakın ($p>0.05$) ve etanolden (ort. % 22,48) daha yüksek sonuçlar verdiği görülmüştür ($p<0.005$). Aynı zamanda, Elazığ, Diyarbakır, Batman örneklerinin DPPH giderme aktivitelerinin Mardin ve Kültür ortamı örneklerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.005$).

Alam ve diğ. (2015) 12 farklı semizotu üzerinde 0,156-10 mg/mL konsantrasyon aralığında yaptıkları çalışmalarda % inhibisyon değerlerini 41,25 ile 66,81 arasında bulmuşlar ayrıca en düşük IC50 değerlerini 2,52 mg/mL, enyüksek IC50 değerlerini ise 3,29 mg/mL değerlerinde bulduklarını belirtmiştir. Mousavi ve diğ. (2015) ise yaptıkları çalışmada % inhibisyon değerlerini 15,41 ile 79,06 arasında bulduklarını bildirmiştir. Khaled ve Sayed Mokhtar (2014) semizotu yapraklarında yaptıkları araştırmalarında en fazla % 52,23 değerini elde etmişlerdir.

Ekstraktlarının Fe^{+2} iyonlarını şelatlama aktivitesi, 0,2-1,0 mg/mL derişim aralığında yapılan ölçümlerde Fe^{+2} iyonları şelatlama yeteneği % 0,37 ile % 87,61 arasında bulunmuşken, konsantrasyon arttıkça genelde bir artış olduğu görüldü (Tablo 3.4.). Genel

itibariyle artan konsantrasyona karşı, % inhibisyon artarken, bu artışların bazen çok düşük seviyede olduğu gözlemlendi. Genel itibariyle Elazığ ve Diyarbakır'dan alınmış örnekler daha iyi Fe^{+2} şelatlama özelliği gösterdiği tespit edilmiştir. En iyi değerler, Elazığ' dan elde edilen örneğin etanoldeki ekstraktı (1,0 mg/mL derişimde - % 59,86 \pm 0,03) ile Diyarbakır' dan elde edilen örneğin sulu ekstraktında (1,0 mg/mL derişimde - % 87,61 \pm 0,03) en düşük değer ise Mardin' e ait örneğin etanol ekstraktında (0,2 mg/mL derişimde - % 0,37 \pm 0,12) elde edilmiştir ($p < 0.05$).

Peksel ve diğ.'nin (2006) yaptığı çalışmada 0,25-1,00 mg/mL konsantrasyonda ekstraktların farklı inkübasyon sürelerinde verdikleri şelatlama aktivitesi 562 nm'de ölçülmüştür. Bu ölçümlerdeki değerler yaklaşık % 10 ile % 50 arasında bulunmuştur.

Bu çalışmamızda bitki ekstraktlarının H_2O_2 giderme aktivitelerine de bakıldı. Daha önceden yapılmış fazla çalışma olmadığından ve var olan benzer çalışmalarda genellikle 0,25 ve 0,4 mg/mL aralığında, iyi sonuçlar alındığından bizim çalışmamızda da bu konsantrasyon değerleri arasındaki çözeltiler üzerinden deneyler yapıldı ve H_2O_2 giderme aktivitelerine % 2,03 ile % 35,78 arasında bulunmuştur. Bu sonuçlardan, ekstraktların düşük H_2O_2 giderme aktivitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.5.). Peksel ve diğ.'nin (2006) yaptığı çalışmada 20-100 μ g/mL derişimlerde çözeltiler kullanılmış ve su ekstraktında 0,1 mg/mL derişimli çözeltilerin H_2O_2 giderme aktivitesi % 15 olarak belirtilmiştir olup, bizim elde ettiğimiz değerler arasında bulunduğu görülmektedir.

Çalışmamızın sonuçları itibariyle fenolik madde miktarının en fazla bulunduğu örneğin alındığı şehir Diyarbakır (asetonda - 12,38 \pm 0,83 mg KE/g), DPPH giderme aktivitesinin en yüksek olduğu örneklerin alındığı şehirler Elazığ (etanolde - % 53,01 \pm 0,26), Diyarbakır (suda - % 58,05 \pm 1,35) ve Batman (asetonda - % 52,46 \pm 0,58), demir şelatlama kapasitesinin en yüksek olduğu örneğin alındığı şehirler ise Elazığ (etanolde - % 59,86 \pm 0,03) ve Diyarbakır (suda - % 87,61 \pm 0,03) olarak tespit edilmiştir. Yapılan deneyler açısından antioksidan kapasitesinin en az bulunduğu örnekler ise kültür ortamında yetiştirilmiş semizotu ve diğerlerine nispeten Mardin ilinden alınmış semizotu olarak görülmektedir ($p < 0.05$). Çözücü olarak kullanılmış olan su, etanol ve asetonun ise farklı deneylerde değişken sıralamalarla öne çıktıkları dolayısıyla da aralarında net bir kıyaslama yapılamayacağı görülmüştür ($p > 0.05$).

KAYNAKLAR

- Abas, F., Lajis, N.H., Israf, D.A., Khozirah, S. ve Kalsom, Y.U.**, 2006. Antioxidant and nitric oxide inhibition activities of selected Malay traditional vegetables, *Food Chemistry*, **95**, 566-573.
- Abdollahi, M., Ranjbar, A., Shadnia, S., Nikfar, S. ve Rezaie, A.**, 2004. Pesticides and oxidative stress, a review, *Med. Sci. Monit.*, **10**, 141-147.
- Adam, B., Kıyıcı, A. ve Ardıçoğlu, Y.**, 2013. *Temel ve klinik biyokimya*, s:210-211.
- Adam, B., Kıyıcı, A. ve Ardıçoğlu, Y.**, 2013. *Temel ve klinik biyokimya*, s:216-217.
- Akkuş, İ.**, 1995. Serbest Radikaller ve Fizyopatolojik Etkileri, Mimoza Yayınları, Konya.
- Akpoyraz, M. ve Durak, İ.**, 1995. Ankara Tıp Mecmuası, sayı:48, s:253-262.
- Alam, Md., Amirul, A.S., Juraimi, M.Y., Rafii, A.A., Hamid, F., Aslani ve Alam M.Z.**, 2015. Effects of salinity and salinity-induced augmented bioactive compounds in purslane (*Portulaca oleracea L.*) for possible economical use, *Food Chemistry*, **169**, 439-447.
- Albayrak S., Sağdıç O. ve Aksoy A.**, 2010. Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, **26, 4**, 401-409.
- Alçıçek, A. ve Başlar, S.**, 1995. Bitki ve sularda aşırı nitrat birikiminin sonuçları, *Ekoloji Çevre Dergisi*, **14**, 17.
- Ali S.S., Kasoju N., Luthra A., Singh A., Sharanabasava H., Sahu A. ve Bora U.**, 2008. Indian Medicinal herbs as sources of antioxidants, *Science Direct, Food Research*, **41**, 1-15.
- Altınışık, M.**, 2000. Serbest Oksijen Radikalleri ve Antioksidanlar, ADÜ Tıp Fakültesi, Sunum, 46.
- Andarwulan, N., Ratna, B., Sandrasari, DA., Bolling, B. ve Wijaya, H.**, 2010. Flavonoid content and antioxidant activity of vegetables from Indonesia, *Food Chemistry*, **121**, 1231-1235.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M. ve Karademir, S.E.**, 2004. Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine, CUPRAC Method, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **52, 26**, 7970-7981.

- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, E.S., Bektaşoğlu, B., Berker, I.K. ve Özyurt, D.,** 2007. Comparative Evaluation of Various Total Antioxidant Capacity Assays Applied to Phenolic Compounds with the CUPRAC Assay, *Molecules*, **12**, 1496-1547.
- Ardağ, A.,** 2008. Antioksidan Kapasite Tayin Yöntemlerinin Analitik Açından Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Dan: Karagözler, A. E., Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Analitik Anabilim Dalı.
- Arendt, J. ve Skene, DJ.,** 2005. Melatonin as a chronobiotic, *Sleep Med. Rev.*, **9**, 25-39.
- Aydın, A., Sayal, A. ve Işimer, A.,** 2001. Serbest Radikaller ve Antioksidan Savunma Sistemi, Gülhane Askeri Tıp Akademisi Ayın Kitabı.
- BaoGuang, L., YuHua, L. ve YueDong, S.,** 2000. The studies on germination of Purslane seeds, Department of Horticulture, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China, *China-Vegetables*, **6**, 9-11 (Abstract).
- Barnes, P.J.,** 1990. Reactive Oxygen Species and Airway Inflammation, *Free Radic. Biol. Med.*, **9**, 235-243.
- Bast, A., Haenen, G.R.M.M. ve Doelman, C.J.A.,** 1991. Oxidants and Antioxidants, State of the Art. *Am. J. Med.*, **91**, Suppl., 3C, 2-13.
- Baysal, T. ve Ersus, S.,** 1999. Karotenoidler ve insan sağlığı, *Gıda*, **24-3**, 177-185.
- Becker, EM., Nissen LS. ve Skibsted, LH.,** 2004. Antioxidant evaluation protocols: Food quality or health effects, *European Food Research and Technology*, 219: 561.
- Benzie, IFF. ve Strain, JJ.,** 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239, 70-76.
- Blois, MS.,** 1958. Antioxidant determinations by the use of stable free radical, *Nature*, 1199-1200.
- Brand-Williams, W., Cavalier, M. E. ve Berset, C.,** 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity, *Food Science and Technology*, **28(1)**, 25-30.
- Byrne, R. ve McAndrews, J. H.,** 1975. Pre-Columbian purslane (*Portulaca oleracea* L) in the New World Nature , *Letters to nature*, **253**, 726-727.
- Burton, G.W.,** 1994. Vitamin E: Molecular and Biological Function *Proceedings of the Nutrition Society*, **53(2)**, 251-262.
- Türkay, C., Yönm, Ö., Arıkan, O. ve Baskın, E.,** 2004. Nitric oxide and renal functions in liver cirrhosis Karaciğer sirozunda nitrik oksit ve renal fonksiyonlar, *Turk J Gastroenterol*, **15(2)**, 73-76.

- Chan, K., Islam M.W., Kamil M., Radhakrishnan, R., Zakaria, M.N.M. ve Habibullah, M., Attas, A.,** 2000. The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulaca oleracea* L. subsp. *Sativa* (Haw.), *Celak Journal of Ethnopharmacology*, **73**, 445–451.
- Cheeseman, K.H. ve Slater, T.F.,** 1993. An Introduction to Free Radical Biochemistry, *Br. Med. Bull.*, Jul, **49(3)**, 481-93.
- Chen, J., Shi, Y. ve Liu, J.,** 2003. Determination of noradrenaline and dopamine in Chinese herbal extracts from *Portulaca oleracea* L. By high-performance liquid chromatography, *Journal of Chromatography A*, **1003**, 127-132.
- Cheung, C.C.C., Zheng, G.J., Li, A.M.Y., Richardson, B.J. ve Lam, P.K.S.,** 2001. Relationship Between Tissue Concentrations of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Antioxidative Responses of Marine Mussels, *Perna viridis*, *Aquatic Toxicol.*, **52**, 189-203.
- Cotton, F.A. ve Wilkonson, G.,** 1988. *Advanced Inorganic Chemistry*, 5th Ed., John Wiley & Sons Inc., USA.
- Cross, CE., Halliwell, B., Borish, ET., Pryor, WA., Ames, BN., Saul, RL., McCord, JM. ve Harman, D.,** 1987. Oxygene radicals and human disease, *Ann. Intern. Med.*, **107**, 526-545.
- Çavdar, C., Sifil, A. ve Çamsarı, T.,** 1997. Reaktif Oksijen Partikülleri Ve Antioksidan Savunma, *Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi/Office Journal of the Turkish Nephrology, Association*, **3-4**, 92-95.
- D'Amelio, F.,** 1999. *Botanicals, A Phytocosmetic Desk Reference*, Boca Raton, FL: CRC Press, 245-246.
- Dasgupta, N. ve De, B.,** 2007. Antioxidant activity of some leafy vegetables of India: A comparative study, *Food Chemistry*, **101**, 471-474.
- Davis, P. H.,** 1967. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh at the University press, Printed in Great Britain by Robert Cunningham and Sons Limited, Alva, 13-14.
- Deaton, C.M. ve Marlin, D.J.,** 2003. Exercise-Associated Oxidative Stress, *Clin. Tech. Equine Pract*, Vol **2**, No **3**, 278-291.
- Demirsoy, A., Türkan, İ. ve Gündüz, G.,** 2003. *Genel Biyoloji*, 5. baskı: 382-383.
- Dillard, C.J. ve German, J.B.,** 2000. Phytochemicals: Nutraceuticals and Human Health, *J. Sci. Food. Agric.*, **80**, 1744-1756.

- Dinis, TCP., Maderia, VMC. ve Almeida, LM.,** 1994. Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-aminosalicylate) assay inhibitors of membrane lipid peroxidation and assay peroxy radical scavengers, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **315(1)**, 161-169.
- Dweck, A.C.,** 2001. Purslane (*Portulaca oleracea* L.) the global panacea, *Dweck Data Personel Care Magazine*, **2/ 4**, 7-15.
- Ellis, D.R., Guillard, K. ve Adams, R.G.,** 2000. Purslane as a living mulch in broccoli production, *American Journal of Alternative Agriculture*, **15(2)**, 50-59.
- Erenel, G., Erbaş, D. ve Arıcıoğlu, A.,** 1992. Serbest Radikaller ve Antioksidan Sistemler, *Gazi Tıp Derg.*, **3**, 243-250.
- Fantel, A.G.,** 1996. Reactive Oxygen Species in Developmental Toxicity: Review and Hypothesis, *Teratology*, **53**, 96–217.
- FAO,** 1994. Neglected Crops 1492 from a Different Perspective (Edited by J.E. Hernández Bermejo and J. León). *FAO Plant Production and Protection Series*, no. **26**, ISBN 92-5-103217-3, 10.
- Franke, SIR., Ckless, K., Silveira, JD., Rubensam, G., Brendel, M., Erdtmann, B. ve Henriques, JAP.,** 2004. Study of antioxidant and mutagenic activity of different orange juices, *Food Chemistry*, **88(1)**, 45-55.
- Frankel, EN. ve Meyer, AS.,** 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.
- Fridovich, I.,** 1975. Superoxide Dismutase, *Ann. Rev. Biochem.*, **44**, 147-159.
- Fridovich, I.,** 1997. Superoxide Anion Radical, Superoxide Dismutases and Related Matters. *J. Biol. Chem.*, **272(30)**, 18515-18525.
- Gardes-Albert, M., Zarev, S., Bonnefont-Rousselot, D., Cosson, C., Beaudoux, J.L., Delattre, J., Legrand, A., ve Therond, P.,** 2002. In vitro low-density lipoprotein oxidation by copper or $\cdot\text{OH}/\text{O}_2^-$: new features on carbonilation and fragmentation of apolipoprotein B during the lag phase, *Biochem. Biophys*, **404(1)**, 10-7.
- Gardes-Albert, M., Bonnefont-Rousselot, D., Cheve, G., Gozzo, A., Tailleux, A., Guilloz, V., Caisey, S., Teissier, E., Fruchart, J-C., Delattre, J., Jore, D., Lesieur, D. ve Duriez, P.,** 2002. Melatonin related compounds inhibit lipid

peroxidation during copper or free radical-induced LDL oxidation, Journal of pineal research, **33(2)**, 109-17.

- Gonzales, J.**, 2004. Portulaca Plant named ‘Yubi Primrose’, United States Patent Application, 20040168243, Kind Code P1, Serial No: 374910.
- Grieve, C.M. ve Suarez, D.L.**, 1997. Purslane (Portulaca oleracea L.): A halophytic crop for drainage water reuse systems, Netherlands, **192**, 277-283.
- Gülçin İ., Oktay M., Kireççi E. ve Küfrevioğlu Öİ.**, 2003. Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (Pimpinella anisum L.) seed extracts, Food Chemistry, **83**, 371-382.
- Günay, A.**, 2005. *Sebze Yetiştiriciliği*, Cilt 2, İzmir, s. 155-157.
- Halliwell, B. ve Gutteridge, J.M.C.**, 1984. Oxygen Toxicity, Oxygen Radicals, Transition Metals and Disease, Biochem J., **219**, 1-14.
- Halliwell, B. ve Gutteridge, J.M.C.**, 1990. Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: An overview, In: Methods in Enzymology, **186**, 1-85.
- Halliwell B, Gutteridge JM ve Cross CE.**, 1992. Free radicals, antioxidants, and human disease: where are we now?, J Lab Clin Med., **119(6)**, 598-620.
- Halliwell B.**, 1994. Free radicals and antioxidants:A personal view, Nutrition Reviews, **52(8)**, 253-265.
- Halliwell, B. ve Gutteridge, J.M.C.**, 1999. *Free Radicals in Biology and Medicine, Third Edition*, Oxford University Pres. Inc., New York, 936.
- Halliwell, B., Clement, Mv. ve Long, Lh.**, 2000. Hydrogen peroxida in the human body, FEBS Letter, **486**, 10-13.
- Halvorsen BL., Holte K., Myhrstad MCW., Barigmo I., Hvattum E. ve Remberg SF.**, 2002. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants, The Journal of Nutrition, **132(3)**, 461-471.
- Heimler D., Isolani L., Vignolini P., Tombelli S. ve Romani A.**, 2007. Polyphenol content and antioxidative activity in some species of freshly consumed salads, Journal of Agricultural and Food Chemistry, **55**, 1724-1729.
- Hermes-Lima, M., Storey, J.M., ve Storey, K.B.**, 2001. Antioxidant Defenses and Animal Adaptation to Oxygen Availability During Environmental Stress, In: Storey K.B., Storey J.M. (Eds), Cell and Molecular Responses to Stress., Elsevier Press, Amsterdam, pp. 263-287.

- Hermes-Lima, M. ve Zenteno-Savin, T.**, 2002. Animal Response to Drastic Changes in Oxygen Availability and Physiological Oxidative Stress, *Comp. Biochem. Physiol. Part C*, **133**, 537–556.
- Huang D., Ou B. ve Prior R.**, 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**, 1841-1856.
- Ito N., Hirose M., Fukushima S., Tsuda H., Shirai T. ve Tatematsu M.**, 1986. Studies on antioxidants: their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis, *Food and Chemical Toxicology*, **24(10/11)**, 1071-1082.
- İşbilir, Şebnem S.**, 2008. Yaprakları Salata-Baharat Olarak Tüketilen Bazı Bitkilerin Antioksidan Aktivitelerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Dan: Sağıroğlu, A., Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, 15.
- Jalali, M., Niazmand, R. ve Noghabi, M. S.**, 2015. Antioxidant Activity of Purslane (*Portulaca oleracea* L.) Seed Hydro-alcoholic Extract on the Stability of Soybean Oil, *J. Agr. Sci. Tech.*, **17**, 1473-1480.
- Kashaninejad, M. ve Tabill, L.G.**, 2004. Drying Characteristics of Purslane (*Portulaca oleracea* L.), *Drying Technology*, **22 (9)**, 2183–2200.
- Kazanç M.B.**, 1997. Antioksidan Vitaminler, *Sendrom*, Temmuz, 14-22.
- Khaled, M. Y. ve Sayed, M. M.**, 2014. Effect of Drying Methods on the Antioxidant Capacity, Color and Phytochemicals of *Portulaca oleracea* L. Leaves, *J Nutr Food Sci*, Food Technology Department, Faculty of Agriculture, Suez Canal University, 41522, Ismailia, Egypt, **4**, 6.
- Koleva, I. I., Van Beek, A. T., Linssen, J. P. H., de Groot, A. ve Evstatieva L. N.**, 2002. Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods, *Phytochemical Analysis*, **13**, 8-17.
- Korthuis RJ. ve Granger DN.**, 1993. Reactive oxygen metabolites, neutrophils, and the pathogenesis of ischemic-tissue/reperfusion, *Clin Cardiol*, **16(4 Suppl 1)**, I19-26.
- Kramer K.**, 2001. *Nutra ceutials in Heath and Disease Prevention.*, Marcel Dekker Incorporated., New York, **8**, 113.
- Liu, L., Howe, P., Zhou, Y., Xu, Z., Hocart, C. ve Zhang, R.**, 2000. Fatty acids and â-carotene in Australian purslane (*Portulaca oleracea* L.) varieties, *Journal of Chromatography A*, **893**, 207-213.

- Lunec, J. ve Blake, D.**, 1990. Oxygen Free Radicals: Their Relevance to Disease Processes., In: Cohen R.D., Lewis B., Albert K.G.M.M., The Metabolic and Molecular Basis of Acquired Disease. Balliere Tindall, London, 189-212.
- Lussignoli S., Fraccarolli M., Andriolli G., Brocco G. ve Bellavite P.**, 1999. A microplate-based colorimetric assay of the total peroxy radical trapping capability of human plasma, *Analytic Biochemistry*, **269**, 38-44.
- Lülüfer, T., Gürbüz, P., Eskandari, G., Ercan, B. ve Atik, U.**, 2000. Serbest Radikaller, Mersin Üniversitesi tıp fakültesi dergisi, **1**, 52-58.
- Martin, K.R. ve J.C. Barret**, 2002. Reaktif oksijen species as double-edged swords in cellular processes: low-dose cell signaling versus high-dose toxicity, *Hum.Exp.Toxicol*, **21**, 71-75.
- Mata, AT., Proença, C., Ferreira, AR., Serralheiro, MLM., Nogueira, JMF. ve Araujo, MEM.**, 2007. Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of five plants used as Portuguese food spices, *Food Chemistry*, **103**, 778-786.
- Mates, J.M.**, 2000. Effects of Antioxidant Enzymes in the Molecular Control of Reactive Oxygen Species Toxicology, *Toxicology*, **153**, 83-104.
- Matsukizono, H.**, 2003. Portulaca Plant named 'Kakegawa CY2', United States Patent Application, 20030145364, Kind Code P1, Serial No: 058858.
- McCord, J.M. ve Fridovich, I., 1969, Superoxide Dismutase, An Enzymic Function for Erythrocyte (Hemocuprein), *J. Biol. Chem.*, **244**, 6049-6055.
- Mercan, U.**, 2004. Toksikolojide Serbest Radikallerin Önemi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Vet. Fak. Derg., **15 (1-2)**, 91-96.
- Miliauskas, G., Venskutonis, P. R. ve Van Beek, T. A.**, 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts, *Food Chemistry*, **85 (2)**, 231-237.
- Miller, N.J., Rice, E.C., Davies, M.J., Gopinathan, V. ve Milner, A.**, 1993. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates, *Clinical Science*, **84**, 407-412.
- Miller, N. ve Luiz-Larrea, M.**, 2002. Flavonoids and other plant phenols in the diet: Their significance as antioxidants, *Journal of Nutritional and Environmental Medicine*, **12**, 39-51.
- Mogalhaes, L. M., Segundo, M. A., Reis, S., Lima, L. L. F. C. ve Rangel, O. S. S.**, 2006. Automatic method for the determination of Folin-Ciocalteu reducing

- capacity in food products, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **54 (15)**, 5241-5246.
- Molyneux, P.**, 2004. The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, *Journal of Science and Technology*, **26(2)**, 211-219.
- Moncada, S., Palmer, R.M.J. ve Higgs, E.A.**, 1991. Nitric Oxide: Physiology, Pathophysiology and Pharmacology, *Pharmacol. Rev.*, **43**, 109-142.
- Murray, R.K., Mayes, P.A., Granner, D.K. ve Radwell, V.W.**, 1993. *Harper'in Biyokimyası*, Çevirenler: Menten, G. ve Ersöz, B.,
- Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A. ve Rodwell, V.W.**, 1996. *Harper'in Biyokimyası 24. baskı*, (Çev: Dikmen N., Özgünen T.), Barış Kitabevi, İstanbul.
- Nordberg, J. ve Arnér, E.S.J.**, 2001. Reactive Oxygen Species, Antioxidants, and the Mammalian Thioredoxin System, *Free Radical Biol. Med.*, **31**, 1287– 1312.
- Odhav, B., Beekrum, S., Akula, U. ve Baijnath, H.**, 2007. Preliminary assessment of nutritional value of traditional leafy vegetables in KwaZulu Natal, South Africa, *Journal of Food Composition and Analysis*, **20**, 430-435.
- Okwuasaba, F., Ejike, C. ve Parry, O.**, 1986. Skeletal Muscle Relaxant Properties of the Aqueous Extract of *Portulaca oleracea*, *Journal of Ethnopharmacology*, **17**, 139-160.
- Omara-Alwala, T.R., Mebrahtu, T., Prior, D.E. ve Ezekwe, M.O.**, 1991. Omega-3 fatty acids in Purslane (*Portulaca oleracea* L.) tissues, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **68(3)**, 198–199, (Abstract).
- Özdem, S.S. ve Sadan, G.**, 1994. Serbest oksijen radikallerinin oluşumu ve klinik açıdan önemi, *Akdeniz Ü. Tıp Fak. Derg.*, **11**, 63-71.
- Özkan, M. ve Yüksekol, İ.**, 2003. Nitrik Oksit ve Akciğerler, *Türk Toraks Dergisi*, April, **4, 1**, 088-094.
- Özyürek, M., Güçlü, K. ve Apak, R.**, 2011. The main and modified CUPRAC methods of antioxidant measurement, *Trends in Analy. Chem.*, **30, 4**, 652-664.
- Packer L., Witt E. ve Tritschler, H.J.**, 1995. α -Lipoic acid as a biological antioxidant, *Science Direct-Free Radical Biology & Medicine*, **19(2)**, 227-250.
- Palaniswamy, U.R., McAvoy, R.J. ve Bible, B.B.**, 2000. Omega-3 Fatty Acid Concentration in *Portulaca oleracea* is Altered by Nitrogen Source in Hydroponic Solution, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **125(2)**, 190-194.

- Palaniswamy, U.R., McAvoy, J.R. ve Bible, B.B.,** 2001. Stage of Harvest and Polyunsaturated Essential Fatty Acid Concentrations in Purslane (*Portulaca oleraceae* L.) Leaves, *J. Agric. Food Chem*, **49**, 3490-3493.
- Pan Y., Zhang X., Wang H., Liang Y., Zhu J., Li, H., Zhang Z. ve Wu, Q.,** 2007. Antioxidant potential of ethanolic extract of *Polygonum cuspidatum* and application in peanut oil, *Food Chemistry*, **105(4)**, 1518-1524.
- Parmar, MS.,** 2009. Uric acid and cardiovascular risk, *N. Engl. J. Med.*, **360**, 539.
- Peksel, A., Arisan-Ataç, I. ve Yanardağ, R.,** 2006. Antioxidant Activities of Aqueous Extracts of Purslane (*Portulaca oleraceae* L.), *Ital. J. Food Sci.*, **18(3)**, 295-308.
- Pellegrini, N., Miglio, C., ve Del Rio, D.,** 2009. Effect of domestic cooking methods on the total antioxidant capacity of vegetables, *Int. J. Food Sci. Nutr.*, **60 (Suppl 2)**, 12–22.
- Pieri, C., Marra, M., Moroni, F., Recchioni, R. ve Marcheselli, F.,** 1994. Melatonin: a peroxy radical scavenger more effective than vitamin E, *Life Sci.*, **55**, 271-276.
- Prior, R.L., Wu, X. ve Karen, S.,** 2005. Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Food and Dietary Supplements, *Journal of Agriculture Food Chemistry*, **53**, 4290-4302.
- Quinlan, M.B., Quinlan, R.J. ve Nolan, J.M.,** 2002. *Ethnophysiology and herbal treatments of intestinal worms in Dominica. West Indies*, Elsevier Science Ireland Ltd. All rights reserved, PII: SO378-8741 (02), **00002-8**, 75-83.
- Radhakrishnan, R., Zakaria, M.N.M., Islam, M.W., Chen, H.B., Kamil, M., Chan, K. ve Al-Attas, A.,** 2001. Neuropharmacological actions of *Portulaca oleraceae* L. v. *Sativa* (Hawk), *Journal of Ethnopharmacology*, **76**, 171-176.
- Rao, G.R., Konjilal, G. ve Mohan, K. R.,** 1978. extended application of Folin- Ciocalteu reagent in the determination of drugs, *The Analyst*, **103**, 993-994.
- Ratnam, DV., Ankola, DD. ve Bhardwaj, V.,** 2006. Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmaceutical perspective. *J Control Release*, **113**, 189–207.
- Ree R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., ve Rice E.C.,** 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, *Free Radicale Biology and Medicine*, **26**, 1231-1237.
- Reiter, R.J., Tan, D-X., Osuna, C. ve Gitto, E.,** 2000. Actions of melatonin in the reduction of oxidative stress, *J Biomed Sci*, **7**, 444- 458.

- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J. ve Paganga G.,** 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds, *Trends in Plant Science*, **2**, 152-159.
- Rice-Evans, C.,** 1999. Screening of phenolics and flavonoids for antioxidant activity, In: *Antioxidant Food Supplements in Human Health*, **16**, 239-253.
- Ross, J. ve Kasum, C.,** 2002. Dietary flavonoids: Bioavailability, metabolic effects, and safety, *Annual Review of Nutrition*, **22**, 19-34.
- Roura, E., Anders-Lacuea, C., Estruch, R. ve Lamuela-Ramos, R. M.,** 2006. Total Polyphenol Intake Estimated by a Modified Folin-Ciocalteu Assay of Urine, *Clinical Chemistry*, **52**, 749-752.
- Ruch, R.J., Cheng, S.J. ve Klaunig, J.E.,** 1989. Prevention of cytotoxicity and inhibition of intracellular communication by antioxidant catechins isolated from Chinese green tea, *Carcinogenesis*, **10(6)**, 1003-1008.
- Scalzo, R.L.,** 2008. Organic acids influence on DPPH scavenging by ascorbic acid, *Food Chem.*, **107**, 40-43.
- Schulz, P. ve Steimer, T.,** 2009. Neurobiology of circadian systems, *CNS Drugs*, **23 Suppl 2**, 3-13.
- Serafini, M. ve Del Rio, D.,** 2004. Understanding the Association Between Dietary Antioxidants, Redox Status and Disease: Is the Total Antioxidant Capacity the Right Tool?, *Redox Report*, **9 (3)**, 145-152.
- Serteser, A. ve Gök, V.,** 2003. Doğal Antioksidanların Biyoyararlılığı, 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, 2-4 Ekim, Ankara.
- Sies, H.,** 1991. Oxidative Stress: From Basic Research to Clinical Application, *Am. J. Med.*, **91 (suppl 3C)**, 31-38.
- Simopoulos, A.P., Norman, H.A., Gillaspay, J.E. ve Duke, J.A.,** 1992. Common purslane: a source of omega-3 fatty acids and antioxidants, *J. Am. Coll. Nutr.*, **11**, 374-382.
- Simopoulos, A.P., Norman, H.A. ve Gillaspay, J.E.,** 1995. Purslane in human nutrition and its potential for world agriculture, *World Rev. Nutr. Diet*, **77**, 47-74.
- Singleton, V.L. ve Rossi J.A.,** 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*, **16**, 144-158.
- Small, Ernest.,** 1997. Portulaca. In *Vegetables of Canada*. NRC Research Press, Ottawa, Canada, 315-317.

- Somogyi, A., Rosta, K., Pusztai, P., Tulassay Z., ve Nagy, G.,** 2007. Antioxidant measurements, *Physiol. Meas.*, **28**, 41-55.
- Song, O.,** 2004. Oxidative Stress: A Theoretical Model or Biological Reality?, *C. R. Biologies.*, **327**, 649-662.
- Soriani, M., Pietraforte, D. ve Minetti, M.,** 1994. Antioxidant potential of anaerobic human plasma: role of serum albumin and thiols as scavengers of carbon radicals, *Arch Biochem Biophys*, **312(1)**, 180-8.
- Spitsin, SV., Scott, GS. ve Mikheeva, T.,** 2002. Comparison of uric acid and ascorbic acid in protection against EAE, *Free Radic Biol. Med.*, **33**, 1363–71.
- Sportelli, G. F.,** 2006. Rules to be observed in the field and elsewhere, *Colture-Protette*, **35(7)**, 40-44, (Abstract).
- Stahl, W. ve Sies, H.,** 1999. Carotenoids: Occurance, biochemical activities, and bioavailability, In: Ed: Packer L., Hiramatsu M., Yoshikawa T., Elsevier Inc., *Antioxidant Food Supplements in Human Health*, Chapter **13**, 183-202.
- Sulaiman, SF., Azliana, ABS., Kheng, LO. ve Supriatno Eng, MS.,** 2011. Effect of solvents in extracting polyphenols and antioxidants of selected raw vegetables, *Journal of Food Composition and Analysis*, **24**, 506–515.
- Şenköylü, N.,** 2001. Yemlik Yağlar, *Trakya Üniv. Ziraat Fak. Tekirdağ*.
- Tan, DX., Chen, LD. ve Poeggeler, B.,** 1993. Melatonin : A potent endogenous hydroxyl radical scavenger. *Endocr J.*, **1**, 57-60.
- Tawaha, K., Alali, FQ., Gharaibeh, M., Mohammad, M. ve EL-Elimat, T.,** 2007. Antioxidant activity and total phenolic of selected Jordanian plant species, *Food Chemistry*, **104**, 1372-1378.
- Thornaley, P.J. ve Vasak M.,** 1985. Possible Role of Metallothionein in Protection against Radiation-Induced Oxidative Stress: Kinetics and Mechanism of Its Reaction with Superoxide and Hydroxyl Radicals, *Biochem. Biophys. Acta.*, **827**, 35–44.
- Thurnham, D.I.,** 1990. Antioxidants and Prooxidants in Malnourished Populations, *Proceedings Nutr. Society*, **49**, 247–259.
- Tomer D., McLeman L., Ohmine S., Scherer PM., Murray BK. ve O'Neill KL.,** 2007. Comparison of the total oxyradical scavenging capacity and oxygen radical absorbance capacity antioxidant assays, *Journal of Medicinal Food*, **10(2)**, 337-344.

- Tosun, İ., Karadeniz, B. ve Yüksel, S.,** 2003. Samsun yöresinde tüketilen yenilebilir bazı yabancı bitkilerin nitrat içerikleri, *Çevkor*, **12/47**, 32-34.
- Trouillas, P., Calliste, C. A., Allais, D. P., Simon, A., Marfak, A., Delage, C. ve Duroux, J. L.,** 2003. Antioxidant, anti-inflammatory and antiproliferative properties of sixteen water plant extracts used in the Limousin countryside as herbal teas, *Food Chemistry*, **80(3)**, 399-407.
- Turan, M., Kordali, S., Zengin, H., Dursun, A. ve Sezen, Y.,** 2003. Macro and Micro Mineral Content of Some Wild Edible Leaves Consumed in Eastern Anatolia. *Acta Agric, Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.*, **53**, 129-137.
- Uyar, B.B., Karadağ, M.G., Şanlıer, N. ve Günyel, S.,** 2013. Toplumumuzda Sıklıkla Kullanılan Bazı Bitkilerin Toplam Fenolik Madde Miktarlarının Saptanması, **38** (1), 23-29.
- Ünlü, M., ve Akkaya, A.,** 1999. Reaktif Oksijen Metabolitleri ve Akciğer Hastalıkları, *Solunum Hastalıkları*, **10**, 207–211.
- Üremiş, I. ve Uygur, F. N.,** 1999. Minimum, optimum and maximum germination temperatures of some important weed species in the Cukurova Region of Turkey, *Zirai Mucadele Araştırma Enstitüsü*, 01321, Adana, Turkey, *Türkiye-Herboloji-Dergisi*, **2(2)**, 1-12.
- Vural, H., Eşiyok, D. ve Duman, İ.,** 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme), Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 414- 417.
- Watanabe, S., Kang, DH. ve Feng, L.,** 2002. Uric acid, hominoid evolution and the pathogenesis of salt-sensitivity, *Hypertension*, **40**, 355–60.
- Wenzel, E., G., Fontana, J. D. ve Correa, J., B., C.,** 1990. The Viscous Mucilage from the Weed *Portulaca oleracea*. L., The Humana Press Inc. All rights of any nature whatsoever reserved, 0273-2289/90/2425, (Abstract).
- Wickens, A.P.,** 2001. Ageing and Free Radical Theory, *Respiration Physiology*, **128**, 379–391.
- Winterbourn, C.C.,** 1995. Toxicity of Iron and Hydrogen Peroxide: The Fenton Reaction, *Toxicol. Lett.*, **82, 83**, 969–974.
- Wood JE., Senthilmohan ST. ve Peskin AV.,** 2002. Antioxidant activity of procyanidin-containing plant extract at different pHs, *Food Chemistry*, **77**, 115-161.
- Wootton, C.P., ve Ryan, L.,** 2011. Improving public health? : The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages, *Food Research*, **44**, 3135-3148.

- Wu, D. ve Cederbaum, A.I.**, 2003. Alcohol, Oksidative Stres and Free Radical Damage, *Alcohol Res. Health.*, **27(4)**, 277–284.
- Xiang, L., Xing, D., Wang, W., Wnag, R., Ding, Y. ve Du, L.**, 2005. Alkaloids from *Portulaca oleracea* L. *Phytochemistry*, s: 2595-2601.
- Xu, X., Yu, L. ve Chen, G.**, 2006. Determination of flavonoids in *Portulaca oleracea* L. by capillary electrophoresis with electrochemical detection, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, **41**, 493-499.
- Yayla, V., Çabalar, M., Yarka, Ö., Güzel, V. ve Uysal, S.**, 2010. Botulismus: Bir Ailede 6 Olgu, *Bakırköy Tıp Dergisi*, **6, 3** , 131-135.
- Yıldız, L.**, 2007. Bazı bitki örneklerinde antioksidan kapasitenin spektrofotometrik ve kromatografik tayini, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi.
- Young, I. S. ve Woodside, J. V.**, 2001. Antioxidants in Health and Disease, *Journal of Clinical Pathology*, **54**, 176-186.
- Yue, M., Jiang, T. ve Shi, Y.**, 2004. Simultaneous determination of noradrenaline and dopamine in (*Portulaca oleracea* L.) by capillary zone electrophoresis, *J. Sep. Sci.*, **28**, 360–364.
- Zhang, J., Chen, X., Hu, Z. ve Ma, X.**, 2002. Quantification of noradrenaline and dopamine in *Portulaca oleracea* L. by capillary electrophoresis with laser-induced fluorescence detection. *Analytica Chimica Acta*, **471**, 203–209.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılı Elazığ doğumluyum. Cumhuriyet İlkokulu, Mezre Ortaokulu ve Mehmet Akif Ersoy Lisesi mezuniyetlerinden sonra 1997-2001 yılları arasında Fırat Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü' ne devam ederek tüm öğrenim hayatımı Elazığda geçirdim. 2001 yılı lisans mezuniyeti ardından 2003-2011 yılları arasında Ortaöğretim Kimya Öğretmenliği yaptım ve 2011 yılından beri Mardin Artuklu Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu' nda Öğretim Görevliliği yapmaktayım. 2012 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Kimya Bölümü' nde yüksek lisans öğrenimime başladım. Evliyim, iki kızım var ve Mardin' de yaşamaktayım.