

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**HAMBELES MEYVE (MYRTUS COMMUNIS L.)'LERİNDEKİ
VİTAMİNLER, BAZI PEPTİTLER VE MALONDİALDEHİT
MİKTARLARI İLE TOPLAM ANTİOKSİDAN
KAPASİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Büşra BAKAR

Yüksek Lisans Tezi

KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Proses ve Reaktör Tasarımı Bilim Dalı

ŞUBAT 2020

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

**HAMBELES MEYVE (MYRTUS COMMUNIS L.)’LERİNDEKİ
VİTAMİNLER, BAZI PEPTİTLER VE MALONDİALDEHİT
MİKTARLARI İLE TOPLAM ANTİOKSİDAN KAPASİTELERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Tez Yazarı
Büşra BAKAR

Danışman
Prof. Dr. Dursun ÖZER

ŞUBAT 2020
ELAZIĞ

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Başlığı: Hambeles Meyve (Myrtus Communis L.)'lerindeki Vitaminler, Bazı Peptitler ve Malondialdehit Miktarları ile Toplam Antioksidan Kapasitelerinin Araştırılması

Yazarı: Büşra BAKAR

İlk Teslim Tarihi: 24.12.2019

Savunma Tarihi: 10.2.2020

TEZ ONAYI

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına göre hazırlanan bu tez aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından değerlendirilmiş ve akademik dinleyicilere açık yapılan savunma sonucunda OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Danışman:	Prof. Dr. Dursun ÖZER Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	 İmza	Onayladım
Başkan:	Prof. Dr. Hikmet GEÇKİL İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi		Onayladım
Üye:	Prof. Dr. Fikret KARATAŞ Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi		Onayladım

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunun/...../20..... tarihli toplantısında tescillenmiştir.

İmza

Prof. Dr. Soner ÖZGEN
Enstitü Müdürü

BEYAN

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım “Hambeles Meyve (*Myrtus Communis* L.)’lerindeki Vitaminler, Bazı Peptitler ve Malondialdehit Miktarları ile Toplam Antioksidan Kapasitelerinin Araştırılması” Başlıklı Yüksek Lisans Tezimin içindeki bütün bilgilerin doğru olduğunu, bilgilerin üretilmesi ve sunulmasında bilimsel etik kurallarına uygun davrandığımı, kullandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi, maddi ve manevi desteği olan tüm kurum/kuruluş ve kişileri belirttiğimi, burada sunduğum veri ve bilgileri unvan almak amacıyla daha önce hiçbir şekilde kullanmadığımı beyan ederim.

10/2/2020

Büşra BAKAR



ÖNSÖZ

Bu çalışmada Osmaniye ve Mersin bölgesinde yetişen, aşılı ve aşısız Hambeles (*Myrtus Communis Linn*) meyve örnekleri taze, -20 °C’de dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutularak incelenmiştir. Hambeles meyveleri antioksidan kapasite, toplam fenolik ve flavonoid madde, vitaminler, grelin, glutatyon ve malondialdehit, selenyum, bakır, demir, mangan ve çinko içerikleri bakımından araştırıldı.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca ders dönemimden başlayarak tez konumun belirlenmesi ile birlikte çalışmamın her aşamasında yanımda olan, bilgi ve tecrübesiyle bana destek olarak öğrenmeye teşvik eden Danışman Hocam Prof. Dr. Dursun ÖZER’e sonsuz teşekkür ederim. Laboravutar çalışmam süresince ve sonrasında her türlü sorunla yakından ilgilenerek bilgisini ve tecrübesini esirgemeyen, laboratuvar imkânlarından da faydalandığım değerli hocam Prof. Dr. Fikret KARATAŞ’a sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca gerektiğinde laboratuvar imkânlarından faydalandığım Fırat Üniversitesi Kimya Bölümü Bölüm Başkanı Prof. Dr. Sinan SAYDAM’a teşekkürlerimi sunarım. Tezimin her aşamasında desteğini gördüğüm değerli hocam Arş. Gör. Meltem ÇAKMAK’a teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmamda katkısı bulunan Fırat Üniversitesi Kimya Bölümü Doktora öğrencisi olan Muhammad Ibrahim’e teşekkür ederim. Yüksek lisansa başlamamda emeği olan beni teşvik ederek en iyisini yapmam konusunda bana desteğini esirgemeyen Dr. Öğr. Gör. Veyis SELEN’e teşekkür ederim.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca en büyük moral ve motivasyon kaynağım olan sevgili dayım Öğr. Gör. Cebrahil TÜRK’e ve manevi desteğini her zaman hissettiğim değerli arkadaşım Seda YAVAŞ’a teşekkür ederim.

Tüm öğrenim hayatım boyunca olduğu gibi yüksek lisans eğitimimde de maddi ve manevi olarak her zaman yanımda olan özellikle laboratuvar çalışmalarım süresince desteklerini her daim hissettiğim anneme, babama ve kardeşlerime teşekkür ederim.

Ayrıca maddi desteklerinden dolayı Tez çalışmamı MF.18.11’nolu proje kapsamında destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (FÜBAP)’ne çok teşekkür ederim.

Büşra BAKAR
ELAĞ, 2020

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ	xi
EKLER LİSTESİ	xiii
KISALTMALAR	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Hambeles (Myrtus Communis L.)	2
1.1.1. Önceki Çalışmalar	4
1.2. Serbest Radikaller	6
1.2.1. Süperoksit Radikali ($O_2^{\cdot -}$)	7
1.2.2. Hidrojen Peroksit Radikali (H_2O_2)	8
1.2.3. Hidroksil Radikali ($OH^{\cdot}$)	8
1.2.4. Singlet Oksijen (1O_2)	9
1.2.5. Nitrik Oksit ($NO^{\cdot}$)	9
1.3. Serbest Radikal Kaynakları	9
1.4. Serbest Radikallerin Organizmaya Etkileri	10
1.4.1. Serbest Radikallerin Lipidler Üzerine Etkisi ve Malondialdehit (MDA) Oluşumu	10
1.4.2. Serbest Radikallerin Karbonhidratlar Üzerine Etkisi	10
1.4.3. Serbest Radikallerin Proteinler Üzerine Etkisi	10
1.4.4. Serbest Radikallerin DNA Üzerine Etkisi	11
1.5. Antioksidanlar	11
1.5.1. Antioksidanların Sınıflandırılması	11
1.6. Fenolik Bileşikler	14
1.6.1. Flavonoidler	15
1.6.2. Fenolik Asitler	16
1.6.3. Fenolik Polimerler (Tanenler)	16
1.7. Vitaminler	17
1.7.1. Yağda Çözünen Vitaminler	17
1.7.1. Suda Çözünen Vitaminler	19
1.8. Grelin Hormonu	22
1.9. Glutasyon	22
1.10. Elementler	23
2. MATERYAL VE METOD	25
2.1. Örneklerin Temini ve Kurutulması	25
2.2. Metot	25
2.2.1. A, E Vitamini, β -karoten ve Likopen Tayini	26
2.2.2. B ve C Vitamini Tayini	26
2.2.3. MDA, Grelin, Redükte ve Okside (GSH ve GSSG) Glutasyon Tayini	27

2.2.4. Toplam Fenolik ve Flavonoid Miktarının Belirlenmesi.....	27
2.2.5. Antioksidan Kapasite Belirleme	28
2.2.6. Elementlerin (Fe, Cu, Zn ve Mn) AAS ile Tayini	30
2.2.7. Selenyum Tayini	31
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	32
3.1. Hambeles Meyvelerindeki A ve E Vitaminleri, β -karoten ve Likopen Miktarları	32
3.2. Hambeles Meyvelerindeki B ve C Vitaminleri Miktarları	36
3.3. Hambeles Meyvelerindeki MDA, Grelin ile Redükte ve Okside (GSH ve GSSG) Glutasyon	45
3.4. Hambeles Meyvelerindeki Toplam Fenolik ve Flavonoid Miktarı.....	51
3.4.1. Hambeles Meyvelerindeki Toplam Fenolik Madde Miktarı.....	51
3.4.2. Hambeles Meyvelerindeki Toplam Flavonoid Madde Miktarı.....	52
3.5. Hambeles Meyvelerindeki Antioksidan Kapasite.....	54
3.5.1. Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (ABTS veya TEAC).....	55
3.5.2. DPPH Serbest Radikal Süpürme Aktivitesi.....	56
3.6. Hambeles Meyvelerindeki Elementlerin Miktarları	59
4. SONUÇLAR.....	62
ÖNERİLER	64
KAYNAKLAR	65
EKLER	77
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Hambeles Meyve (*Myrtus Communis* L.)’lerindeki Vitaminler, Bazı Peptitler ve Malondialdehit Miktarları ile Toplam Antioksidan Kapasitelerinin Araştırılması

Büşra BAKAR

Yüksek Lisans Tezi

FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Şubat 2020, Sayfa: xiv + 88

Bu çalışmada Osmaniye ve Mersin bölgesinde yetişen, aşıllı ve aşırsız Hambeles (*Myrtus Communis* Linn) meyve örnekleri taze, -20 °C’de dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutularak incelenmiştir. Hambeles meyveleri antioksidan kapasite, toplam fenolik ve flavonoid madde, vitaminler, grelin, glutasyon ve malondialdehit, selenyum, bakır, demir, mangan ve çinko içerikleri bakımından araştırıldı. Taze hambeles meyvelerindeki A, E vitaminleri, likopen ve β -karoten miktarları sırasıyla; 1.61-2.15; 127.02-206.57; 8.50-9.79; 4.57-8.17 $\mu\text{g/g km}$ (kuru madde) aralığında bulunmuştur. Aynı meyvelerdeki tiamin, riboflavin, nikotin amid, pridoksin, folik asit, askorbik asit, siyaokobalamin miktarları ise sırasıyla 78.72-108.32, 52.20-159.40, 161.97-383.10, 38.85-67.20, 1287.00-5190.00, 1020.00-1323.00, 25.85-71.39 $\mu\text{g/g km}$ aralığında olduğu belirlenmiştir. MDA, GSH, GSSG ile Greltin miktarları ise sırasıyla; 4.50-6.68, 571.80-806.10, 97.07-195.42, 14.50-34.40 $\mu\text{g/g km}$ aralığında bulunmuştur. Toplam fenolik madde 26.88-43.01 $\mu\text{g gallik asit/g km}$, toplam flavonoid madde 15.65-23.42 $\mu\text{g kuersetin/g km}$, TEAC 231.24-295.08 $\mu\text{mol troloks/g km}$, DPPH (IC_{50}) 27.45-57.50 $\mu\text{g/mL}$ aralığında olduğu belirlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda taze meyvelerin en yüksek vitamin değerlerine sahip olduğu, mikrodalga ve güneşte kurutma işlemlerinde vitamin ve peptit miktarlarında kayıplar olduğu, diğer taraftan dondurarak saklama yönteminde kayıpların daha az olduğu gözlenmiştir. Ayrıca. Siyah renkli hambeles meyvelerindeki toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları beyazlara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bütün türlerde kurutma işlemleri sonucunda stres göstergesi olan MDA ve GSSG miktarı artmış ve GSH/GSSG oranı ile antioksidan kapasite azalmıştır. Hambeles meyvelerinin Zn ve Fe açısından zengin olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: : *Myrtus Communis* L., Vitaminler, Antioksidan kapasite, Toplam Fenolik bileşikler

ABSTRACT

Investigation of Vitamin, Some Peptides and Malondialdehyde Amounts and Total Antioxidant Capacities of Hambeles Fruit (*Myrtus communis* L.)

Büşra BAKAR

Master's Thesis

FIRAT UNIVERSITY
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Chemical Engineering

February 2020, Pages: xiv + 88

In this study, wild and cultivated fresh, frozen at (-20 °C), dried in sun and microwave Hambeles (*Myrtus Communis* Linn) fruit samples collected from Osmaniye and Mersin region were examined. for antioxidant capacity, total phenolic and flavonoids substance, vitamins, ghrelin, glutathione and malondialdehyde, selenium, copper, iron, manganese and zinc contents.

The amounts of vitamin A, vitamin E, lycopene and beta-carotene in fresh myrtle fruits were found to be in the range 1.61-2.15; 127.02-206.57; 8.50-9.79; 4.57-8.17 µg/g dw, respectively. The amounts of thiamine, riboflavin, nicotine amide, pyridoxine, folic acid, ascorbic acid and cyanocobalamin in the same fruits were in the range 78.72-108.32, 52.20-159.40, 161.97-383.10, 38.85-67.20, 1287.00-5190.00, 1020.00-1323.00, 25.85-71.39 µg/g dw, respectively. The amounts of MDA, GSH, GSSG and ghreline in fresh myrtle fruits were found be in the range 4.50-6.68, 571.80-806.10, 97.07-195.42, 14.50-34.40 µg/g dw, respectively. The amounts of total phenolic matter, total flavonoid substance, TEAC and DPPH (IC₅₀) in the same fruits were in the range 26.88-43.01 µg gallic acid/g dw, 15.65-23.42 µg quercetin/g dw, 231.24-295.08 µmol trolox/g dw and 27.45-57.50 µg/mL respectively.

Our study shomed that fresh myrtle fruits had the highest vitamin values and there were losses in the amount of vitamins and peptides in the microwave and sun-drying processes. Total phenolic and flavonoid contents of black myrtle fruits were higher than that of whites. As a result of drying processes, the amount of MDA and GSSG, which is an indicator of stress, was increased and GSH/GSSG ratio and antioxidant capacity were decreased in all myrtle species. Myrtle fruits can be were found to be a richer source of zinc and iron than other elements.

Keywords: *Myrtus Communis* L., Vitamins, Antioxidant capacity, Total Phenolic compounds

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Hambeles meyvelerinin görünümü.	3
Şekil 1.2. Eşleşmemiş elektron bulunduran serbest radikal	7
Şekil 1.3. Antioksidanların sınıflandırılması.....	12
Şekil 1.4. Fenol halkası	14
Şekil 1.5. Flavonoidlerin temel kimyasal yapısı	15
Şekil 2.1. Hambeles meyvesinin soxhlet cihazı ekstraksiyon işlemi	28
Şekil 2.2. DPPH radikalının antioksidan madde ile reaksiyonu.....	29
Şekil 3.1. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki A vitamini miktarları	32
Şekil 3.2. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki E vitamini miktarları	33
Şekil 3.3. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki β-karoten miktarları.....	34
Şekil 3.4. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki likopen miktarları.....	35
Şekil 3.5. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki tiamin miktarları	37
Şekil 3.6. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki riboflavin miktarları.....	38
Şekil 3.7. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki nikotin amid miktarları	39
Şekil 3.8. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki pridoksin miktarları.....	40
Şekil 3.9. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki folik asit miktarları.....	41
Şekil 3.10. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki siyanokobalamin miktarları	42
Şekil 3.11. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki askorbik asit miktarları	43
Şekil 3.12. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki MDA miktarları	45
Şekil 3.13. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki grelin miktarları	46
Şekil 3.14. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki GSH miktarları.....	47

Şekil 3.15.	Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki GSSG miktarları	48
Şekil 3.16.	Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki GSH/GSSG oranları.....	49
Şekil 3.17.	Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki toplam fenolik madde miktarı	52
Şekil 3.18.	Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki toplam flavonoid miktarı	53
Şekil 3.19.	Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki troloks eşdeğeri antioksidan kapasite miktarı	55
Şekil 3.20.	Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki IC ₅₀ değerleri.....	56
Şekil 3.21.	Hambeles meyvelerindeki bazı elementlerin miktarları.....	60

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1. Hambeles (<i>Myrtus Communis</i> L.) meyvesinin bilimsel sınıflandırılması	2
Tablo 3.1. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki A vitamini miktarları (µg/g km)	32
Tablo 3.2. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki E vitamini miktarları (µg/g km)	33
Tablo 3.3. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki β-karoten miktarları (µg/g km).....	34
Tablo 3.4. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki likopen miktarları (µg/g km).....	34
Tablo 3.5. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki tiamin miktarları (µg/g km)	37
Tablo 3.6. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki riboflavin miktarları (µg/g km).....	37
Tablo 3.7. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki nikotin amid miktarları (µg/g km)	38
Tablo 3.8. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki pridoksin miktarları (µg/g km)	39
Tablo 3.9. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki folik asit miktarları (µg/g km)	40
Tablo 3.10. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki siyanokobalamin miktarları (µg/g km)	41
Tablo 3.11. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki askorbik asit miktarları (µg/g km)	42
Tablo 3.12. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki MDA miktarları (µg/g km)	45
Tablo 3.13. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki grelin miktarları (µg/g km)	46
Tablo 3.14. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki GSH miktarları (µg/g km).....	47
Tablo 3.15. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki GSSG miktarları (µg/g km)	48
Tablo 3.16. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki GSH/GSSG oranları	49
Tablo 3.17. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki toplam fenolik miktarı (µg gallik asit/g km).....	51

Tablo 3.18. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki toplam flavonoid miktarı (μg Kuersetin/g km)	53
Tablo 3.19. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki troloks eşdeğeri antioksidan kapasite miktarı (μmol troloks/g km)	55
Tablo 3.20. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki DPPH (IC_{50} $\mu\text{g/mL}$) değerleri	56
Tablo 3.21. Hambeles meyve çeşitlerindeki bazı elementlerin miktarları ($\mu\text{g/g}$ km)	59



EKLER LİSTESİ

	Sayfa
Ek- 1: Yağda Çözünen Vitaminlerin Çalışma Doğruları	77
Ek- 2: Suda Çözünen Vitaminlerin Çalışma Doğruları	79
Ek- 3: Stres Biyomarkırların Çalışma Doğruları	82
Ek- 4: Toplam Fenolik Madde ve Flavonoidlerin Çalışma Doğruları	84
Ek- 5: Troloks Çalışma Doğrusu	85
Ek- 6: Elementlerin Çalışma Doğruları	86



KISALTMALAR

Kısaltmalar

ABTS	:2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit)
BHA	:Bütillenmiş hidroksi anisol
BHT	:Bütillenmiş hidroksi toluen
CAE	:Kafeik Asit Eşdeğeri
CTE	:Kateşine eşdeğer
DPPH	:2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
DNA	:Deoksiribonükleik Asit
IC₅₀	:DPPH konsantrasyonunun yarıya indiği durumdaki antioksidan konsantrasyonu
FMN	:Flavin Mononükleotit
FAD	:Flavin Adenin Dinükleotit
GAE	:Gallik aside eşdeğer
GSH	:İndirgenmiş glutatyon
GSSG	:Yükseltgenmiş glutatyon
GSHPx	:Gulutatyon peroksidaz
HPLC	:Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
KB	:Aşılı Kadirli beyaz hambeles
KB*	:Aşısız Kadirli beyaz hambeles
Km	:Kuru madde
KS	:Aşısız Kadirli siyah hambeles
MB	:Aşılı Mersin beyaz hambeles
MS	:Aşısız Mersin siyah hambeles
MDA	:Malondialdehit
NAD	:Nikotin amid adenin nükleotit
NADP	:Nikotin amid adenin nükleotit fosfat
O₂^{•-}	:Süperoksit radikali
O₂[•]	:Süperoksit anyonu
O₂²⁻	:Peroksi anyonu
OH[•]	:Hidroksil radikali
¹O₂	:Singlet oksijen
SOD	:Süperoksitdismutaz
Rt	:Alıkonma zamanı
λ	:Dalga boyu
UV	:Ultraviyole
IR	:Infrared

1. GİRİŞ

Son yıllarda birçok meyve ve sebze türleri, içerdiği doymamış yağ asitleri, antioksidanlar, vitaminler ve mineral maddelerin insan sağlığı üzerine olan etkileri ile bilinmekte ve bu konuda yapılan çalışmaların sayısı da her geçen gün artış göstermektedir (Garcia-Lopez vd., 1996; Maguire vd., 2004). Ayrıca şifalı bitkiler olarak adlandırılan meyve ve sebzelerle tedavi biliminin temelleri, eski Mısırlılar, Yunanlılar ve Romalılar tarafından atılmış olup, bitkilerle tedavi daha sonraki çağlarda da kullanılmaya devam edilmiş ve sürekli olarak zenginleştirilmiştir (Eloff, 1998). M.Ö. 3000 yıllarında kullanılmaya başlanan şifalı bitkiler, 1900’lü yıllarda modern tıbbın gelişmesiyle birlikte popüleritesini kaybetmiş, yerini büyük oranda kimyasal ilaçlara bırakmış ve alternatif bir tıp dalı olarak anılmaya başlanmıştır. Ancak yıllar geçtikçe kimyasal ilaçların yan etkilerinin ortaya çıkması, modern tıp ilaçlarının hala birçok hastalıkta tam bir başarı sağlayamaması gibi nedenlerden dolayı tekrar bitkisel ilaçlara dönüşün başladığı ifade edilmiştir (Başer, 1990).

Bitkiler pek çok esansiyel besin bileşenlerinin yanı sıra besleyici olmayan ancak biyolojik olarak çok aktif bir bileşik olan fenolik bileşikler içerirler (Hakkinen, 2000). Fenolik bileşikler bitkilerde aromatik aminoasit metabolizması sırasında sentezlenen yan bileşiklerden meydana gelen ikincil metabolitlerdir. Fenolik maddeler aromatik halkasında bir veya daha fazla hidroksil grubu bulundurur (Shahidi ve Nackz, 1995). Ayrıca basit bir fenolik maddenin yapısında bir tane hidroksil grubu içeren benzen yani fenol olduğu ve diğer fenolik maddelerin de yapılarında bulunan fenolden türediği bilinmektedir (Baysal ve Yıldız, 2003). Bitkilerin yapılarında bulundukları bu bileşikler sayesinde çoğunun antioksidan özellik gösterdiği ve insan vücudunu oksidasyon reaksiyonlarına karşı koruyabildiği belirtilmiştir (Scalzo vd., 2005).

Serbest radikaller; son yörüngelerinde bir ya da daha fazla sayıda eşleşmemiş elektron taşıyan, kimyasal olarak oldukça aktif ve toksik moleküllerdir (Gümüştas ve Atuken, 2008). Son yıllarda oksijen radikallerinin yol açtığı birçok hastalık belirlenmiştir. Bitkisel kaynaklı doğal antioksidanların kullanımına yönelme, bu hastalıkların tedavisinde önem kazanmıştır (Haznedaroğlu vd., 2002).

İnsan sağlığı açısından büyük bir risk oluşturan başta kanser olmak üzere, serbest radikallerin yol açtığı pek çok hastalığın ortaya çıkma riskini azaltan veya olumlu etkiler gösteren antioksidanlar, günümüzde oldukça ilgi çeken ve üzerinde birçok araştırma yapılan bir konu olmuştur (Nichenametla vd., 2006; Sroka, 2005). Serbest radikallerin yol açtığı zararlı etkilerden korunma amacıyla hücre ve organizmalar pek çok mekanizma geliştirmişlerdir. Bu mekanizmalar hem serbest radikal oluşumunu hem de oluşmuş serbest radikallerin zararlı etkilerini önlemektedirler. Bu zararlı etkileri önleyen maddelerin tümüne birden genel olarak “antioksidanlar” denilmektedir (Bast vd., 1997).

1.1. Hambeles (*Myrtus Communis* L.)

Hambeles (*Myrtus Communis* L.), Tablo 1.1’ de gösterildiği gibi Myrtaceae familyasına ait çok yıllık, yaz kış yeşil ve çalı formunda olan genellikle kısa boylu kimi zaman ise 1-5m yüksekliğe kadar uzayabilen bir bitkidir (Mahboubi, 2016; Özcan ve Akbulut, 1998). Söz konusu familya Mersingiller adıyla da bilinmekte olup, 150’ye yakın cins ve 5000 civarında türden oluşmaktadır (Snow vd., 2011). Myrtaceae familyasının başlıca üyeleri arasında hambeles (*Myrtus*), yenibahar (*Pimenta*), guava (*Psidium*) ve okaliptüs (*Eucalyptus*) gibi bitkiler sayılabilir (Erbey, 2013). Myrtaceae familyasına ait olan *Myrtus Communis* L. bitkisi, ülkemizde genellikle “Mersin” adıyla bilinmesine karşın özellikle güney sahillerinde “Murt”, “hambeles” ve “adi mersin” adlarıyla da bilinmektedir. Ayrıca mersin bitkisinin doğada kendiliğinden yetişen türlerine ise “yabani mersin” denilmektedir (Özcan ve Akbulut, 1998; Aydın ve Özcan, 2007).

Tablo 1.1. Hambeles (*Myrtus Communis* L.) meyvesinin bilimsel sınıflandırılması

Bilimsel sınıflandırma	
Alem	<i>Plantae</i>
Bölüm	<i>Magnoliophyta</i>
Takım	<i>Myrtales</i>
Familya	<i>Myrtaceae</i>
Cins	<i>Myrtus</i>

Mersin (*Myrtus Communis* L.), Türkiye, Yunanistan, İtalya, Cezayir, Tunus gibi Akdeniz ülkelerinin büyük çoğunluğu, Kuzey Amerika’nın sıcak bölgeleri ve Avustralya’nın farklı bölgelerinde yabani veya kültüre alınmış olarak bulunmaktadır (Uyar, 2006). Türkiye’de mersin bitkisi coğrafi olarak Karadeniz, Ege ve Akdeniz bölgelerinde görülmektedir. Özellikle Akdeniz bölgesinde doğal çam ormanları, nehir yatakları ve deniz seviyesinden 500-600 metre yüksekliğindeki Toros Dağlarının eteklerinde yoğun bir şekilde yetişebilmektedir (Uyar, 2006; Karademir ve Avunduk, 2015).

Mersin meyvesinin siyah ve beyaz olmak üzere iki farklı formu vardır ve beyaz meyveler genellikle taze olarak, siyah meyveler ise kurutulmuş olarak tüketilmektedir (Oğur, 1994). Akdeniz bölgesinin karakteristik bir türü olan mersin bitkisi çoğu zaman kendisinden farklı bir türe ait olan yaban mersini ile karıştırılmaktadır. Ancak bunlar birbirinden tamamen farklı türler olup, yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*) fundagiller familyasına aittir ve daha çok ülkemizde Karadeniz bölgesinde asitli topraklarda yabani olarak yetişen, yerel olarak lipaka, çoban üzümü gibi isimler verilen bir türdür (Çınar, 2018).

Mersin bitkisi (*Myrtus Communis* L.) çeşitli toplumlar tarafından gerek inanç gerekse de sağlık üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı antik çağlardan günümüze kadar çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Mahboubi, 2016). Mersin bitkisi çekici görünümü sayesinde peyzajcılıkta süs bitkisi olarak kullanıldığı gibi yaprakları, dalları, çiçeği ve meyvesi uzun süredir tıbbi ve aromatik bir bitki olarak kullanılmaktadır (Söke, 2013). Ayrıca kabuğu, yaprakları ve çiçeklerinden elde edilen uçucu yağ kozmetik, parfümeri, sabun ve cilt bakım ürünlerinde kullanılmaktadır (Doğan, 1978). Hambeles 16. yüzyılda losyon olarak bilinen “Meleğin suyu” nun ana maddesi olmuş ve “eau d’ange” adlı parfüm de hambeles çiçeklerinden elde edilmiştir (Jamoussi vd., 2005). Mersin bitkisi bünyesinde bulunan biyoaktif bileşenler ve uçucu yağlar sayesinde yaprak ve meyveleri İtalya’da hafif alkollü içecek yapımında hammadde olarak kullanılmakta olup, özellikle Sardunya Adası ve çevresinde “Mirto Rosso” ve “Mirto Bianco ” adında iki ünlü likörün yapımında kullanılmaktadır (Messaoud vd., 2012). Hambeles meyvesi karakteristik koyu kahverengi bir renge sahip olmasından dolayı Anadolu’da birçok alanda dokuma halı ve kilim boyamada yaygın olarak kullanılmaktadır (Ismail vd., 2010).



Şekil 1.1. Hambeles meyvelerinin görünümü (Bayır, 2011).

Siyah ve beyaz hambeles meyveleri ile bu meyvelerin aşılı ve aşısız görünümü Şekil 1.1’de görülmektedir.

Aşı kelimesi daha çok halk arasında çoğunlukla iri taneli olan meyveler için kullanılmaktadır. Kültürü yapılan ve hambeles diye adlandırılıp iri taneli olan aşılı beyaz mersinler ile aşılı siyah mersinler bu gruba girmektedir. Yabani ve aşısız diye adlandırılan siyah ve beyaz meyveler ise küçük tanelidir. Bu meyvelerden siyah küçük taneli olanlara halk arasında ‘çakal’ da denilmektedir. Ayrıca aralarından tarımı yapılmakta olan sadece aşılı beyaz meyveler olup hiçbir çeşidi tescil edilip isimlendirilmemiştir (Bayır, 2011).

Yüksek miktarda fitokimyasal bileşikler içeren Mersin bitkisinin meyveleri içerdiği antioksidan özelliği sayesinde geçmişten günümüze kadar tıbbi amaçlar için kullanılmıştır. Söz konusu fitokimyasal bileşikler ise genel olarak flavonoidler, antosiyaninler, tanen ve çeşitli fenolik bileşiklerdir (Martín vd., 1999; Fadda ve Mulas, 2010). Hambeles bitkisinin çiçekleri, yaprakları ve meyveleri yara iyileştirmede, cilt hastalıkları, dizanteri, idrar yolları enfeksiyonları ve hatta saç dökülmesi gibi birçok hastalığın tedavisinde kullanılır. Ayrıca kan şekerini düşürmek, sindirimi kolaylaştırmak gibi kullanımlarının yanında asıl kullanımı solunum problemlerinin tedavisi içindir (Berka-Zougali vd., 2010; Aydın ve Özcan, 2007). İçerdikleri yağ bileşenleri sayesinde ülser başta olmak üzere çeşitli mide rahatsızlıklarına ve antitumörjenik özellik göstermesiyle DNA hasarlarına karşı kullanılmaktadır (Mahboubi, 2016; Mimica vd., 2010).

1.1.1. Önceki Çalışmalar

Aydın ve Özcan (2007) tarafından Türkiye’de yetişen mersin meyvesinin içeriği ham yağ, ham protein, ham lif, ham enerji, indirgeyici şeker, tanen, kül, suda çözünen ekstrakt ve meyvenin esansiyel yağ değerleri sırasıyla %2.37, %4.17, %17.41, 11.21 kcal/g, %8.64, 76.11 mg/100g, %0.725, %52.94 ve %0.01 olarak belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada Mersin meyvelerinin A, B, C, D ve E vitaminlerini de bünyesinde bulundurduğu saptanmıştır. Mersin meyvelerinin sodyum ve fosfor açısından iyi bir kaynak oldukları, yüksek oranda potasyum içerdikleri ve bunların yanı sıra diğer meyvelere oranla yapılarında daha yüksek düzeyde demir içerdikleri ortaya konulmuştur.

Özcan ve Akbulut (1998) murt meyvelerinin fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapmış oldukları çalışmada Mersin ilinin Büyükeceli ve Gülnar bölgelerinden temin edilen farklı boyut ve renkteki murt meyvelerini materyal olarak kullanmışlardır. Bu meyvelerin ortalama tane ağırlıkları mor renkli büyük boy murt meyvelerinde 2.25 gram, aynı renkteki küçük boy murt meyvelerinde 1.21 gram iken, beyaz renkli örneklerde 4.53 gramdır. Meyve etine rengini veren antosiyanin beyaz renkli murt meyvelerinde bulunmaz iken, mor renkli meyvelerde bulunduğunu belirtmişlerdir.

Montoro ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada ise murt meyvelerinde bulunan başlıca delphidin, petunidin, maluidin, peonidin, cyanidin-3-mono ve -3,5-diglucosides gibi antosiyaninler olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca meyveye burukluk özelliği kazandıran tanen miktarının mor renkli murtlarda beyaza göre anlamlı miktarda yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır. Meyvelerin mineral madde içeriği bakımından zengin olduğunu ve öne çıkan mineralin potasyum olduğunu tespit etmişlerdir. Potasyum içeriğinin beyaz murtlarda 2975.81

mg/kg, büyük boy murtlarda 3254.03 mg/kg ve küçük boy murtlarda 3495.97 mg/kg olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca bu meyvelerde magnezyumunda olduğunu vurgulamışlardır (Montoro, 2006).

Wannes ve arkadaşları (2010) çiçeklenme döneminde iken Tunus'tan toplanan hambelesin yaprağı, çiçeği ve kökünden hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağı ve bu kısımlarının metanol ekstraktlarının antioksidan aktivitelerini incelemişlerdir. Hambeles yaprağı ve çiçeğinden elde edilen uçucu yağın bileşeni yüksek oranlarda monoterpen hidrokarbon sınıfının ana bileşeni olan alfa-pinen içerdiği belirlenmiştir. Toplam fenol içeriği HPLC ile analiz edilmiş ve bitkinin farklı bölgelerinin toplam fenol içeriği değişkenlik göstermiştir. Yaprığı ve çiçeğinde ana fenolik bileşeni hidroliz olabilen tanenler (gallotanenler), kökünde ise yüksek oranda bulunan kateşin nedeniyle flavonoid sınıfının üstünlüğü tespit edilmiştir.

Murt (*Myrtus Communis* L.) meyvesinin fenolik madde içeriğinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada Antalya ili ve çevresinden temin edilen meyveleri kullanılmıştır. Murt meyvesinin fenolik madde içerikleri gallik asit, kateşin, epikateşin, epikateşin-3-O-gallat, prosiyadin, kuersetin, kamferol ve mirisetin olarak belirlenmiştir (Bayır Yeğin ve Uzun, 2015).

Sisay ve Gashow (2017) yapmış oldukları çalışmada Murt bitkisinin farklı kısımlarının farklı çözenler ile muamele edilmesiyle elde edilen ekstraktların antioksidan aktiviteye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Annakkaya (2012) yapmış olduğu çalışmasında Turna yemişi ve Mersinin liyofilize edilmiş su ekstraktlarının antioksidan ve radikal giderme aktivitelerini belirlemek amacıyla toplam fenolik ve flavonoid madde miktarlarını farklı metotlar ile de toplam antioksidan aktiviteyi incelemiştir. Toplam fenolik madde miktarının turna yemişinde 26 µg GAE/mg ekstre, mersin meyvesinde 42 µg GAE/mg ekstre olarak, toplam flavonoid miktarının ise turna yemişinde 7.06 µg KE/mg ekstre, mersin meyvesinde 21.88 µg KE/mg ekstre olduğu tespit edilmiştir.

Bayır (2015)' de yaptığı çalışmasında 2007 ve 2008 yıllarında Antalya yöresinde yetişen üzüm, dut ve mersin meyvelerinin farklı çeşitlerinde fenolik bileşik içeriği incelemiştir. Mersin genotiplerini aşılı siyah, yabani siyah, aşılı beyaz ve yabani beyaz olarak gruplandırmıştır. Çalışmanın sonucunda, genellikle siyah renkteki meyveler beyazlara göre daha yüksek miktarda toplam fenolik madde içerdiği rapor edilmiştir. Ayrıca siyah renkli mersin meyveleri beyazlara göre, küçük taneli meyveler ise iri taneli meyvelere göre daha fazla miktarda toplam flavonoid madde içerdiği belirlenmiştir.

Berka-Zougali ve arkadaşları (2012) tarafından Cezayir'den temin edilmiş olan Mersin yapraklarından iki farklı ekstraksiyon işlemi uygulanarak elde edilen esansiyel yağların antioksidan kapasiteleri DPPH metoduyla belirlenmiştir. Çözücü içermeyen mikrodalga ekstraksiyonunda (SFME), IC₅₀ değeri 693±92 µg/mL, hidrodistilasyon yönteminde (HD) ise 768±83 µg/mL olarak tespit edilmiştir. Mikrodalga ekstraksiyonu ile elde edilen taze mersin

yaprağı esansiyel yağı, hidrodistilasyon ile elde edilenden biraz daha yüksek bir antioksidan aktiviteye sahip olduğu gözlenmiştir.

Yaşa (2016) yılında yaptığı çalışmada materyal olarak Denizli'nin Çivril ve Kütahya'nın Simav ilçesinden temin edilen hünnap meyvesini kullanılmıştır. Hünnap meyvesinin toplam fenolik madde, şeker, organik asit ve suda çözünen vitamin (askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin, pridoksin) analizleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra yaş olarak toplanan meyvenin hem güneşte hem de kontrollü şartlarda (50°C, 60°C ve 70°C) tepsili kurutma fırında kurutulmasına bağlı olarak meyvenin toplam fenolik madde, şeker, organik asit ve suda çözünen vitaminlerinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir.

Islam ve arkadaşları (2017) tarafından Çin'in farklı bölgelerinden temin edilen 4 siyah, 4 kırmızı goji meyvesinin fenolik içerikleri, antioksidan kapasiteleri ve karotenoid içerikleri üzerine çalışma yapmışlardır. Çalışmada toplam fenolik madde miktarı gallik asit, flavonoid miktarı kateşin, DPPH ve ABTS yöntemlerinden elde edilen sonuçlar troloks eşdeğeri olarak ifade edilmiştir. Siyah goji meyvelerinde toplam fenolik ve flavonoid miktarı ile antioksidan kapasite daha yüksek bulunmuştur.

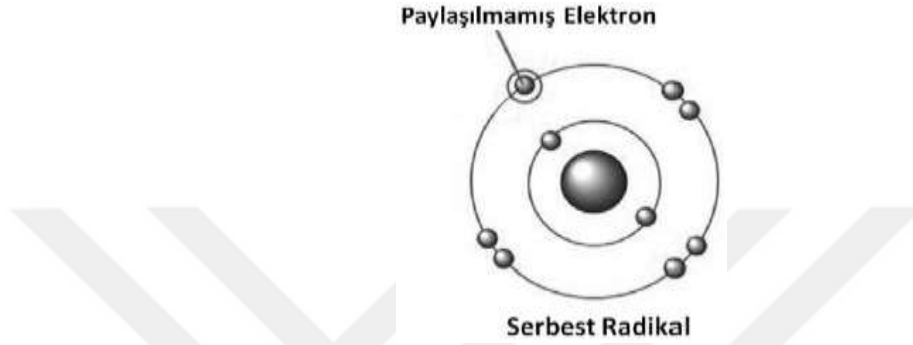
N. Karataş (2014)'de yapmış olduğu çalışmasında materyal olarak farklı kayısı çeşidi ve kurutma yöntemini (güneşte kurutma, kükürtleyerek güneşte kurutma, dondurarak kurutma ve mikrodalga kurutma) kullanarak bazı parametreleri incelemiştir. Çalışmanın sonucunda ise kurutma ile kayısı meyvelerinin fenolik madde miktarının genel olarak arttığını, antioksidan aktivite, likopen, β -karoten, A, E, C vitaminleri miktarlarının da azalma gösterdiği tespit edilmiştir.

Serce ve arkadaşları (2010) yaptıkları çalışmada ise Hatay'dan farklı zamanlarda hasat edilen hambeles meyvelerinin Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak toplam fenol miktarını, DPPH ve β -karoten-linoleik asit yöntemi ile antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Bu çalışmada kurutulmuş ve toz haline getirilmiş hambeles meyve örnekleri metanol ile 60°C'de 6 saat Soxhlet aleti kullanılarak meyve özütü elde edilmiştir. Elde edilen meyve özütlerinde toplam fenol miktarı 44.41-88.56 mg GAE/g km, DPPH antioksidan sonuçları ise 2.34-8.24 μ g/ mL arasında farklılık göstermiştir.

1.2. Serbest Radikaller

Biyolojik sistemlerde serbest radikal reaksiyonları önemli bir yer tutmaktadır. Şekil 1.2'de görüldüğü gibi serbest radikaller; son yörüngelerinde bir ya da daha fazla sayıda eşleşmemiş elektron taşıyan, kimyasal olarak oldukça aktif ve toksik moleküllerdir (Gümüştas ve Atuken, 2008). Serbest radikaller ve reaktif karakterli maddelerin oluşumuna neden olan tüm faktörler "oksidan veya prooksidan" olarak tanımlanır (Karlsson vd., 1997; Mecoci vd., 1997). Radikal olmayan bir atom veya molekülden bir elektron çıkmasıyla ya da radikal olmayan bir atom veya

moleküle bir elektron ilave edilmesiyle oluşurlar. Bu bileşikler organizmada normal metabolik faaliyetlerin işleyişi sırasında meydana geldiği gibi, dış etkenlerin etkisiyle de meydana gelebilmektedir. Çok kısa ömürlü olmalarına rağmen, yapılarındaki dengesizlik nedeniyle çok reaktif olan serbest radikaller, tüm hücre bileşenleri ile etkileşebilme özelliği göstermekte ve buna bağlı olarak da yararlı biyomoleküllerin fonksiyonlarını yitirmesine neden olmaktadır (Gümüştas ve Atuken, 2008).



Şekil 1.2. Eşleşmemiş elektron bulunduran serbest radikal (Arnarson, 2017).

Moleküler oksijene bir elektron ilave edilmesiyle süperoksit, iki elektron ilave edilmesiyle peroksit, üç elektron ilave edilmesiyle de hidroksi radikalleri oluşmaktadır (Fridovich, 2001; Nordberg ve Arner, 2001).

Kimyasal bir bağın oluşması için iki elektron gereklidir. Elektron çiftleri oldukça kararlı bir yapıya sahip olmakla birlikte insan vücudunda yer alan tüm elektronlar genellikle elektron çifti halinde bulunmaktadır. Bir bağ koptuğunda elektronların ya ikisi de bir atoma katılır ya da biri bir atoma, diğeri başka bir atoma katılarak ayrılırlar. Eğer iki elektron bir atoma katılırsa iyon, ayrılırlarsa da serbest radikaller oluşur (Kehre ve Smith, 1994).

1.2.1. Süperoksit Radikali ($O_2^{\cdot-}$)

Biyolojik sistemlerde en önemli radikaller oksijenden meydana gelen radikallerdir (Jeong vd., 2009). Moleküler oksijen dış orbitallerinde paylaşılmamış iki elektron içermektedir. Bu elektronlar paylaşılmadığında veya ayrı ayrı orbitallerde bulunduklarında, tüm bunların yanı sıra spinleri de aynı yönde olduğu zaman en düşük enerji seviyesine sahiptirler. Bu dış orbitallerden her biri birer elektron kabul edebilir ve tek elektron almasıyla süperoksit anyonu ($O_2^{\cdot-}$), iki elektron almasıyla da peroksi anyonu (O_2^{2-}) oluşmaktadır (Ajila ve Prasada Rao, 2008).

Aerobik hücrelerin tamamında süperoksit radikali ($O_2^{\cdot-}$), reaksiyon 1.1' de olduğu gibi oksijenin bir elektron alıp indirgenmesiyle meydana gelmektedir (Fridovich, 1975).



İndirgenmiş geçiş metallerinin otooksidasyonu ise reaksiyon 1.2-3' de olduğu gibi süperoksit radikalini oluşturabilirler (Hinder ve Stein, 1991).



1.2.2. Hidrojen Peroksit Radikali (H₂O₂)

Moleküler oksijenin (O₂) çevresinde bulunan moleküllerden iki elektron alması veya süperoksidin (O₂^{•-}) bir elektron alması sonucu peroksit meydana gelmektedir. Peroksit molekülü de reaksiyon 1.4' de görüldüğü gibi iki hidrojen atomu (2H⁺) ile birleşerek hidrojen peroksidi (H₂O₂) oluşturur. Süperoksit dismutaz (SOD) tarafından katalizlenen bu reaksiyon sonucu radikal olmayan ürünler meydana geldiğinden bu reaksiyon dismutasyon reaksiyonu olarak bilinir (Genestra, 2007; Akkuş, 1995; Imahori vd., 2008).



SOD enzimiyle katalizlenen dismutasyon tepkimesi ile hidrojen peroksit ve moleküler oksijen oluşmaktadır. Bu tepkime SOD enzimi ile 109 kat daha hızlı gerçekleşir (Hinder ve Stein, 1991).

Reaksiyon 1.5-6'da görüldüğü gibi H₂O₂ ortamda geçiş metal iyonları olduğunda Fenton reaksiyonu; O₂^{•-} olduğunda Haber-Weiss reaksiyonu sonucu OH[•] oluşumuna sebep olabilir (Halliwell vd., 2000; İşbilir, 2008).



1.2.3. Hidroksil Radikali (OH[•])

Hidroksil radikali, en aktif radikal olarak bilinir. Bu nedenle hidroksil (OH[•]) radikali hemen hemen her moleküle saldırarak oluştuğu yerde büyük hasara neden olur. Radikal olmayan (nonradikal) biyolojik moleküllerle zincirleme reaksiyonları başlatırlar (Imahori vd., 2008; Kawanishi vd., 2001). En reaktif radikal olmasına rağmen yarılanma ömrü çok kısadır ancak meydana geldiği bölgede büyük hasarlara yol açar. Hidroksil radikali; reaksiyon 1.7' de olduğu

gibi hidrojen peroksit ile süperoksit radikalinin tepkimesi sonucu oluşmaktadır (Akkuş, 1995; Gutteridge, 1995).



Ayrıca bu tepkime Haber-Weiss tepkimesidir ve reaksiyon 1.8-10'da görülen bu tepkime demir katalizörlüğünde çok hızlı gerçekleşmektedir (Akkuş, 1995; Gutteridge, 1995).



1.2.4. Singlet Oksijen ($^1\text{O}_2$)

Ortaklanmamış elektrona sahip olmadığından dolayı radikal olmayan ancak serbest radikal reaksiyonlarının başlamasına neden olan bir moleküldür. Moleküler oksijenle singlet oksijenin farkı ise moleküler oksijende paylaşılmamış iki dış elektron aynı yönde ve aynı yörüngelerde bulunurken, singlet oksijende elektron dönme yönleri birbirine zıttır (Halliwell ve Gutteridge, 1989; B. Ünal, 1999). Ayrıca singlet oksijen ($^1\text{O}_2$) hücre zarındaki çoklu doymamış yağ asitleri ile tepkimeye girmesi sonucunda lipid peroksit oluşturabilir (Balcı, 2007).

1.2.5. Nitrik Oksit ($\text{NO}\cdot$)

Nitrik oksit yapısında eşleşmemiş elektron bulunmamasına rağmen birçok biyomolekül ile kolayca tepkimeye giremez, ancak peroksil, alkil gibi diğer serbest radikaller ile kolay bir şekilde tepkimeye girerek daha az reaktif olan moleküller oluşturur (Nordberg ve Arner, 2001).

1.3. Serbest Radikal Kaynakları

Serbest radikaller; iyonize radyasyon, stres oluşturan faktörler, alkol ve uyuşturucu gibi maddeler, pestisitler, sigara dumanı, anestezikler gibi çevresel ajanlar ile küçük moleküllerin otooksidasyonu, enzimler ve proteinler aracılığıyla oluşabilmektedir. Ayrıca mitokondrial elektron transportu, peroksizomlar (oksidazlar), endoplazmik retikulum ve nükleer membran elektron transport sistemleri yardımıyla da oluşmaktadır (Basaga, 1990).

1.4. Serbest Radikallerin Organizmaya Etkileri

Serbest radikaller ile antioksidan savunma mekanizması arasındaki dengenin serbest radikaller lehine bozulması sonucu vücutta pek çok hasar meydana gelir. Karbonhidrat, lipid, protein ve DNA gibi biyomoleküller ile birlikte tüm hücre bileşenlerine etki göstererek hücrede yapısal ve metabolik değişikliklere yol açarlar (Akkuş, 1995; Cheeseman ve Slater, 1993).

1.4.1. Serbest Radikallerin Lipidler Üzerine Etkisi ve Malondialdehit (MDA) Oluşumu

Serbest radikallerin vücutta oluşturduğu en önemli hasar lipid peroksidasyonu oluşumuna neden olup, çeşitli hastalıkların komplikasyonlarının ortaya çıkmasında rol oynamalarıdır (Yanbeyi, 1999). Lipid peroksidasyonu, çoklu doymamış yağ asitlerinin serbest radikaller ile oksidasyonu sonucu başlayan ve otokatalitik zincir reaksiyonları şeklinde devam eden bir süreçtir (B. Ünal, 1999; Imahari vd., 2008). Bu zincir reaksiyonu lipid hidroperoksitlerin aldehit ve diğer karbonil bileşikler ile etan, pentan gibi uçucu gazlara dönüşmesiyle son bulur (Thomas, 1995). Reaksiyon sonucu meydana gelen malondialdehit (MDA); peroksidasyona uğramış çoklu doymamış yağ asitlerinin bölünmesiyle oluşan üç karbonlu bir dialdehittir. MDA, membran bileşenlerinin çapraz bağlanma ve polimerizasyonuna yol açıp zarar verirken, metabolizmadaki oksidatif durumun göstergesi olarak da kullanılır (Kurutaş Belge vd., 2004; Cighetti, 2002).

1.4.2. Serbest Radikallerin Karbonhidratlar Üzerine Etkisi

Serbest radikallerin karbonhidratlar üzerine de zararlı etkisi bulunmaktadır. Monosakkaritlerin otooksidasyonu sonucunda hidrojen peroksit ve okzoaldehit meydana gelir. Açığa çıkan okzoaldehitler DNA, RNA ve proteinlere bağlanarak kanser ve yaşlanma da önemli rol oynarlar. Ayrıca bağ dokunun önemli monosakkariti arasında bulunan hiyaluronik asit, hidrojen peroksit ve süperoksit radikalinin etkisi altında parçalanmaktadır. Bu parçalanma sonucunda hiyalüronik asidin bol bulunduğu yerlerde patolojik lezyonlar meydana gelir (Akkuş, 1995; Halliwell, 1991). Ayrıca serbest radikallerin karbonhidratlar üzerine bir diğer etkisi de polisakkarit depolimerizasyonudur (Meram ve Aktaran, 2002).

1.4.3. Serbest Radikallerin Proteinler Üzerine Etkisi

Serbest radikaller aminoasitler ile reaksiyona girerek sülfidril gruplarının kaybına, karboksil gruplarının oluşumuna neden olurlar. Bu durum ise protein yapısındaki enzimlerin spesifik aktivitesini ortadan kaldırır (Akkuş, 1995). En çok etkilenen aminoasit grupları ise sülfür içerenlerdir (Nordberg ve Arner, 2001).

1.4.4. Serbest Radikallerin DNA Üzerine Etkisi

Kararlı bir molekül olan DNA da, lipidler, proteinler, karbonhidratlar gibi serbest radikaller tarafından oksidatif hasara uğrayabilmektedir. İnsan vücudunun her hücresinde DNA'nın günde 103 kez oksidatif hasara maruz kaldığı belirtilmektedir (Halliwell, 1999). Oksidatif hasara neden olan reaktif oksijen türleri, bazı hastalıklar ve yaşlanmada önemli bir rol oynamaktadır (Frei, 1994; Winrow vd., 1993). DNA hasarı ve onarımı arasındaki dengenin bozulmasıyla ortaya çıkan çok düşük düzeylerdeki hasar, sağlıklı bireylerde de saptanmaktadır (Randerath vd., 1997).

1.5. Antioksidanlar

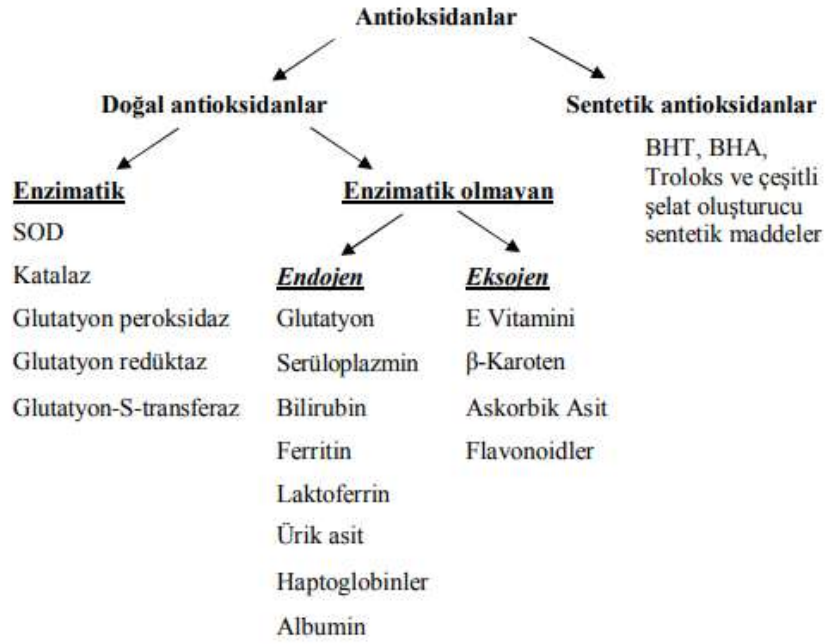
Serbest radikallerin neden olduğu birçok oksidatif hasarı önleyen, serbest radikalleri yakalama ve stabilize etme yeteneğine sahip olan maddelere "Antioksidan" adı verilmektedir (Elliot, 1992). Antioksidanlar; biyomoleküllerin oksidasyonunu inhibe eden ve serbest radikal olan hedef molekülden bir elektron alarak veya vererek bu radikali etkisiz hale getirerek radikal zincirleme reaksiyonlarını durduran maddelerdir. Antioksidanlar her durumda stabil olduğundan dolayı serbest radikale dönüşmemektedir ve böylelikle etrafındaki serbest radikallerin süpürülmesi ve yok edilmesinde önemli bir etki göstermektedirler (Chu vd., 2000).

Antioksidanlar başlıca dört yolla oksidanları etkisiz hale getirirler. Bunlar:

- 1. Süpürme etkisi (Scavenging):** Antioksidan enzimler ve mikro moleküllerin serbest radikalleri daha zayıf yeni moleküllere çevirmesi şeklindeki antioksidan savunmadır.
- 2. Söndürme etkisi (Quenching):** Serbest radikallere hidrojen aktararak aktivitelerini azaltma yönünde gerçekleştirilen antioksidan savunmadır. Vitaminler ve flavanoidler bu şekilde etki eden maddelerdir.
- 3. Zincir reaksiyonlarını kırma etkisi (Chain Breaking):** Hemoglobin, serüloplazmin gibi moleküllerin serbest radikallerin oluşturdukları zincir reaksiyonlarını kırarak radikalleri kendilerine bağlarlar.
- 4. Onarma etkisi (Repair):** Oksidatif hasara uğrayan biyomoleküllerin onarılmasını, onarılamıyorsa yok edilmesini sağlayan savunma sistemidir (Gökpınar vd., 2006; Arrigo, 1999).

1.5.1. Antioksidanların Sınıflandırılması

Antioksidan savunma sistemi hücreleri serbest radikallerin neden olduğu oksidatif hasardan korur (Rice-Evans vd., 1997). Şekil 1.3'de görüldüğü gibi bu antioksidan savunma sistemleri doğal ve sentetik antioksidanlar olmak üzere iki gruba ayrılabilir.



Şekil 1.3. Antioksidanların sınıflandırılması (Yavaşer, 2011).

Günümüzde antioksidanların gıda endüstrisinde kullanımı oldukça yaygın hale gelmiş olmakla birlikte tükettiğimiz hemen hemen her ürüne antioksidan maddeler katılmaktadır. Bu maddeler gıdaları bozulmaya karşı koruma ve gıdaların daha uzun süreli saklanması için etkilidir. Bunlardan bazıları bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksianisol (BHA) olan antioksidan bileşiklerdir. Ancak bu maddelerin toksik etkilerinden şüphelenildiğinden dolayı son yıllarda yeni, daha güvenli ve ucuz olan antioksidan maddelerin ortaya çıkarılması için doğal ürünler üzerinde yaygın çalışmalar yapılmaktadır (Dawn vd., 1996; Akkuş, 1995; Tietz, 1995; Burtis ve Arwood, 1999).

Doğal Antioksidanlar

Doğal kaynaklı antioksidanlar meyvelerde, tahıllarda, baklagillerde ve bitki kaynaklı içeceklerde yaygın bir şekilde bulunmaktadır (Foo ve Porter, 1981). Askorbik asit (vitamin C), α - tokoferol (vitamin E), karotenoidler sınıfında yer alan β - karoten ve fenolik maddeler yaygın olan doğal antioksidanlardır.

Doğal antioksidanlar bitkilerin hemen hemen her kısmında bulunarak serbest radikal giderici, peroksit parçalayıcı, enzim inhibitörü sinerjist olarak etki etmektedirler (Larson, 1998). Meyve ve sebzeler de önemli antioksidan kaynağıdır (Cao vd., 1996). Ayrıca antioksidanlar meyve ve sebze dışında, bitkinin tohum, yaprak, çiçek, kök ve kabuklarında da bol miktarda bulunmaktadır (Pratt vd., 1990). Sonuç olarak meyve ve sebzelerin bol miktarda tüketimi

hastalıklara yakalanma riskinin düşmesine, kansere yakalanma oranında azalmaya sebep olduğu düşünülmektedir (Ames vd., 1993).

Çok güçlü bir antioksidan olan E vitamini, hücre membran fosfolipidlerinde bulunan, poliansatüre yağ asitlerini serbest radikallere karşı koruyan bir vitamindir. Bir molekül α - tokoferol, 100 molekül PUFA'nın (poliansatüre yağ asidi) peroksidasyonunu önlemektedir. Glutasyon peroksidaz ve E vitamini serbest radikallere karşı birbirlerini tamamlayıcı etki göstermektedirler. Glutasyon peroksidaz (GSH-Px) oluşmuş peroksitleri ortadan kaldırmada vitamin E ise peroksitlerin sentezini engellemektedir (Aydın vd., 2011; Masella vd., 2005; Özel ve Birdane, 2014).

A vitamininin antioksidan etkisi ise yapısında bulunan çift bağlarından ileri gelmektedir. Yapılarında bulunan bu çift bağların yerleşik olmayan eşleşmemiş elektronlara bağlanmasıyla antioksidan aktivite gösterirler. Ayrıca serbest radikaller ile karotenoidler arasındaki ilişki üç mekanizmadan meydana gelmektedir. Bunlar serbest radikallere yeni bir radikal ekleme, yapısından bir hidrojen kopararak radikali etkisiz hale getirme ve yapısından bir elektron transfer ederek radikali yüksüzleştirme şeklinde oluşmaktadır (Larson, 1997; Özel ve Birdane, 2014).

Antioksidan aktivite bakımından en önemli bileşikler polifenoller ve bunların türevleridir. Polifenolik bileşikler; kimyasal yapıları basit bileşiklerden yüksek polimerleşmiş maddelere kadar çeşitlendirilebilen bitkisel maddelerdir (Keskin ve Erkmen, 1987).

Sentetik Antioksidanlar

Başlıca sentetik antioksidanlar bütillenmiş hidroksi anisol (BHA), bütillenmiş hidroksi tolüen (BHT) ve gallatlardır.

a. Bütillenmiş hidroksianisol (BHA)

Sentetik bir antioksidan olan BHA, 2-terciyer-bütül-4-hidroksianisol ve 3-terciyer-bütül-4-hidroksianisol karışımı ($C_{11}H_{16}O_2$) ve beyaz mumsu bir yapıda olup hem hayvansal hem de bitkisel yağlarda çözünebilen ancak suda çözünemeyen bir antioksidan olarak tanımlanmaktadır.

BHA antioksidanının gıdalarda kullanımı ilk olarak 1948 yılında ABD'de gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ilk kullanımından sonra gittikçe artış göstererek günümüzde çoğu ülkede gıda olarak tüketilen katı ve sıvı yağlarda kullanılmaktadır. Yapısında bulunan hidroksil grubuna karşı orto- ve meta- pozisyonunda yer alan terciyer bütül grup nedeniyle sentetik bir antioksidan olan BHA "engelleyici fenol" olarak da adlandırılmaktadır. Bu engelleme ile terciyer bütül grubun, fenolik yapının antioksidan aktivitesiyle girişim meydana getirmesinden dolayı BHA'nın bitkisel yağlarda daha az etki göstermesine neden olduğu öne sürülmektedir (Eken, 2007).

b. Bütillenmiş hidroksitoluen (BHT)

Bütillenmiş hidroksitoluen en çok kullanılan antioksidanlardan olup ilk defa soya yağının otooksidasyonunda bozunma ürünleri tayin edilerek fark edilmiştir. BHT, yağlar ve yağ asitlerinin oksidasyonunda okside olmuş lipidlerle verdiği reaksiyon sonucunda peroksit radikallerinin etkisini yok etmektedir (Çöllü, 2007).

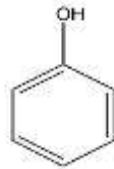
c. Gallatlar

Gallatlardan öncelikli kullanım alanına sahip olanlar; propil, oktil, dodesil galatlardır. Özellikle yağlar için etkili bir antioksidan olup gallik asitten esterleşme suretiyle katalizör olarak anorganik asitleri kullanarak elde edilirler. Gallik asit esterleri % 0.01 oranında çok etkili olmakla birlikte demirle etkileşim göstererek yağa hafif bir menekşe rengi verirler. Bu nedenle kullanıldıkları yağda demir bulunmaması gereklidir (Keskin ve Erkmén, 1987).

1.6. Fenolik Bileşikler

Fenolik bileşikler, bir veya daha fazla hidroksil grubu içeren ve özellikle bitkilerde yaygın olarak bulunan aromatik halkaya sahip ikincil metabolitlerdir (Manach vd., 2004). Günümüzde bitkilerin yapısında 8000'den fazla fenolik bileşiğin bulunduğu bilinmektedir (King ve Young, 1999). Fenolik bileşiklerin yapıları çok basitten çok karmaşığa kadar değişebilmektedir. Fenolik bileşiklerin sahip oldukları çeşitlilik ise aromatik halkaların yapısal farklılıklarına, OH gruplarının sayısına, çeşitli karbonhidratlarla ve proteinlerle yapmış oldukları bağlardan ileri gelmektedir (Bravo, 1998).

Şekil 1.4' de görüldüğü gibi yapısında bir adet hidroksil grubu içeren benzen en basit fenolik bileşik olup fenol olarak da adlandırılmaktadır. Fenolik bileşiklerden tek aromatik halkaya sahip olanlar basit fenoller, yapılarında çoklu fenol halkası bulunduran polifenoller, özel bir üçlü halka sistemi bulunduran ise flavonoidler ve yüksek moleköl ağırlıklı fenolik karışımlar olarak bilinen tanenler olmak üzere 4 grupta incelenebilirler (Waterhouse, 2002).



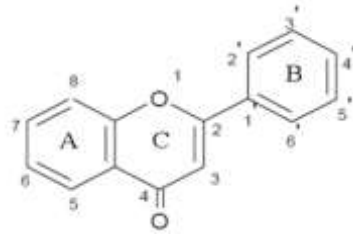
Şekil 1.4. Fenol halkası

Gıdalarda bulunan fenolik bileşikler varlığını daha çok meyvelerde göstermekle birlikte meyvenin çeşidine bağlı olarak fenolik bileşiklerinde farklılıklar söz konusu olmaktadır. Ayrıca büyüme mevsimi, cins, toprak çeşidi, coğrafik bölge ve olgunluk gibi etkenler aynı meyve

türündeki fenolik bileşik içeriğini etkilemektedir (Sellapan vd., 2002). Fenolik maddelerin gıdalar üzerindeki etkisini ise renk, acılık, burukluk, tat, koku ve ürüne oksidatif kararlılık kazandırması yönüyle göstermektedir (Nack ve Shaidi, 2004).

1.6.1. Flavonoidler

Flavonoidler, iki fenil halkasının propan zinciri ile birleşmesinden meydana gelen ve 15 karbon (C) atomu içeren, difenilpropan ($C_6-C_3-C_6$) yapısındadırlar. Flavonoidlerin yapısında bulunan OH grupları, reaktif özelliklerinden dolayı kolaylıkla glikozitlenir (Bilaloğlu ve Harmandar, 1999). Flavonoidler yapıları ise Şekil 1.5’ de görüldüğü gibi iki aromatik halka (A ve B) ve bir heterosiklik halkadan (C) meydana gelmektedir. Bitkilerde ise genellikle glikozit türevleri halinde bulunmalarının yanında aglikon şeklinde de bulunabilirler (Bravo, 1998; Balasundram vd., 2006). Bugüne kadar en az 5000 tane fenolik madde tanımlanmış olup, bunların 2000’den fazlasının doğal flavonoidler olduğu bilinmektedir. Genellikle bitkilerin yaprak, çiçek ve meyve gibi canlı dokularında glikozitler, odunsu dokularında aglikonlar halinde, çekirdeklerinde ise her iki formda da bulunabilmektedirler (Shahidi ve Nacz, 1995).



Şekil 1.5. Flavonoidlerin temel kimyasal yapısı (Bravo,1998).

Flavonoidler; antosiyaninler ve antoksantrinler olarak sınıflandırılabilirler. Antoksantrinler renksiz veya beyazdan sarıya dönük bir renge sahiptirler ve flavonol, flavanol, flavon, flavanon ve izoflavonlar şeklinde sınıflandırılırlar. Antosiyaninler ise antosiyanidinlerin glikozidleri olup bitkilerin çiçeklerine ve meyvelerine kırmızı, mavi ve mor renkleri veren suda çözünebilen en önemli bitki pigment sınıfıdır (Cadenas ve Packer, 2002).

Flavonoidler, fenolik bileşiklerin en geniş ve en önemli grubu olmakla birlikte kimyasal olarak flavonoidlerin antioksidan özellikleri ise üç nedenden kaynaklanır (Oğuz, 2008). Bunlar;

1. Aromatik halka yapılarında bulunan hidroksil grupları sayesinde hidrojen vererek redoks reaksiyonuna girebilirler ve bu sayede serbest radikalleri yok edebilirler.
2. Aromatik, heterosiklik ve çoklu doymamış bağlardan oluşan yapıları nedeniyle stabil bir delokalizasyon sistemi oluştururlar.
3. Metal şelatlama kapasitesine sahip olan yapısal gruplarıyla OH^- , O_2^- gibi reaktif oksijen türlerinin oluşumunu engelleyebilirler.

1.6.2. Fenolik Asitler

Fenolik asitler hidroksi benzoik asit ve hidrosi sinnamik asit türevleri olarak adlandırılan farklı iki sınıftan meydana gelmektedir (Cadenas ve Packer, 2002). Salisilik asit, *m*-hidroksibenzoik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, gallik ve vanilik asit hidroksibenzoik; kafeik asit, *o*-kumarik asit, *p*-kumarik asit, klorojenik asit, *t*-sinamik asit, hidrosinamik asit türevleri arasında yer almaktadır (Ho, 1991). Hidrosinamik asitlerin çok az miktarı serbest halde bulunur çoğunlukla asit türevleri halindedir. Hidrosinamik asitin esterleri de gıdalarda çok yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Hidrosinamik asit glikozidleri ve amidleri de birçok bitki ve mantar bünyesinde yer almaktadır (Balasundaram vd., 2006). Ayrıca hidrosinamik asitler bitkilerin hücre duvarı yapısına katılırlar ve flavonoidlerin biyosentetik öncüsüdürler (Heller ve Forkmann, 1993). Genellikle bu tür fenolik asitler, bitkilerde şeker, organik asit veya yağlarla birleşmiş şekilde ya da esterleri halinde bulunurlar ve aralarında etkili bir dönüşüm görülmektedir (Wallace ve Fry, 1994).

Fenolik asitlerin antioksidan aktiviteleri yapılarıyla ilgilidir (Tapiero vd., 2002). Bu antioksidan aktiviteleri aromatik halkada taşıdıkları hidroksil gruplarının sayısına, pozisyonuna, bağlanma yerine göre değişiklik göstermektedir (Sroka ve Cisowski, 2003; Peyrat-Maillard vd., 2000). Bu tip doğal antioksidan bileşiklerin gıdalarda bulunması besinlerin kararlılığını, rengini, kokusunu, besin değerini ve kalitesini etkilemektedir (Robbins, 2003). Bu nedenle fenolik asitler gıdalarda raf ömrünü uzatmada koruyucu madde olarak görev yapmaktadır. Ayrıca fenolik asit içeriği bakımından oldukça zengin olan pek çok bitki de bazı hastalıklarda tedavi edici olarak kullanılmaktadır (Bektaş, 2005).

1.6.3. Fenolik Polimerler (Tanenler)

Polimerik yapıda bulunan yüksek molekül ağırlığına sahip tanenler kondanse ve hidrolizlenebilir olmak üzere iki sınıfa ayrılır (Brune vd., 1989). Yüksek molekül ağırlığına sahip tanenler dışında diğerleri suda çözünebilir, proteinlere bağlanabilir ve çözünmeyen ya da çözünebilir tanen-protein kompleksi meydana getirebilirler (Kamalak vd., 2005; Silanikove vd., 2001). Meyvelerden elde edilen tanenler antioksidan aktivite göstermelerinden dolayı yararlı moleküller olarak düşünülmektedir. Tanenler derişimleri ve doğal yapılarına bağlı olarak hem zararlı hem de yararlı etkilere sahip olabilirler (Ben Salem vd., 2005). Bünyesinde azot bulunmayan, polifenolik yapıda ve amorf bileşikler olan tanenler, bitkilerin kabuk, odun, meyve, tohum, yaprak, kök gibi çeşitli dokularında ve bitki özünde bulunabildikleri gibi bu dokuların gelişiminin düzenlenmesinde de rol oynarlar (Şener ve Yıldırım, 2000).

1.7. Vitaminler

Vitaminler, canlılardaki hücre ve organların düzgün çalışabilmesi için gerekli, çeşitli yiyecek ya da içeceklerle belirli miktarda alınması gereken ileri biyolojik etkinlik gösteren organik bileşiklerdir. İnsanlarda dâhil olmak üzere bütün hayvan türleri, biyolojik açıdan etkin olan bu maddeleri yeterli ölçülerde organizmalarında sentezleyemezler.

Her vitaminin kendine özgü bir kimyasal yapısı olduğundan dolayı vitaminleri kimyasal yapıları bakımından sınıflandırılması olanaksızdır. Bu nedenle vitaminler, çözünme özelliğine göre “yağda çözünen” ve “suda çözünen” vitaminler olarak iki gruba ayrılırlar. A, D, E ve K vitaminleri yağda çözünen vitaminler grubunda yer alırken, C ve B grubu vitaminleri ise suda çözünen vitaminlerdir. B grubu vitaminleri ise B₁ (Tiamin), B₂ (Riboflavin), B₃ (Niasin), B₅ (Pantotenik), B₆ (Pridoksin), B₇ (Biyotin), B₉ (Folik asit) ve B₁₂ (Kobalamin) olarak sıralanabilir (Cemeroğlu, 2009).

1.7.1. Yağda Çözünen Vitaminler

Yağda çözünen vitaminlerin yapısında karbon, hidrojen ve oksijen bulunur. Bu vitaminler karaciğer ve yağ dokusunda yüksek oranda depolanırlar ve dışkı yoluyla vücuttan atılırlar.

a) Retinol (Vitamin A)

Yağda çözünen ilk vitamin olarak bulunan A vitamini, çoğunlukla C ve H atomlarından oluşmuş apolar bir moleküldür. Dolayısıyla benzer yapıdaki vücut yağlarında çözünebilirken, suda çözünmez (Coşkun, 2003). Büyüme vitamini olarak da bilinen A vitamininin alkol (retinol), aldehit (retinal) ve asit (retinoik asit) formları bulunmaktadır. A vitaminleri alfa, beta ve gamma diye adlandırılan karotenlerin parçalanması ile meydana gelirler. β -karotenin izoprenoid zincirinin simetrik olarak tam orta yerinden parçalanması ile 2 mol A vitamini aldehiti yani “Retinal” meydana gelir. Bu A vitamini aldehiti (retinal) daha sonra alkol formuna indirgenerek “retinol” ismini alır (Ünal, 2013).

Karotenoidler yapılarına göre, hidrokarbon (α , β ve γ -karoten ile likopen) ve ksantofiller (lutein ve kapsatin) olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır (Koca ve Karadeniz, 2005). Karotenoidler konjuge çift bağlarından dolayı hem serbest radikal toplayıcı hem de singlet oksijen bastırıcılar olarak etki gösterirler (Podsedeck, 2007).

Karotenoidlerin çift bağ sayısı arttıkça antioksidan aktivitesi de buna bağlı olarak artmaktadır. Karotenoidler içerisinde en etkili antioksidan özellik gösterenler sırasıyla likopen ve β -karotendir. Ksantofiller ise çok az antioksidan aktiviteye sahiptirler. Kırmızı, sarı, turuncu meyveler ve sebzeler en önemli karotenoid kaynakları arasındadır (Koca ve Karadeniz, 2005).

Karotenleri birbirlerinden ayırt etmede yapılarında bulundurdıkları β -iyonon halkalarından yararlanılır. β -karoten yapısında iki β -iyonon halkası, γ -karotende ise bir β -iyonon halkası bulundurmaktadır. Ayrıca karoten, karaciğer ve bağırsaklarda bulunan karotinaz enziminin etkisi altında iki molekül A vitaminine parçalanmaktadır (Mammadov, 2002).

β -karoten, α -tokoferol (vitamin E) gibi yağda çözünen ve genellikle bitkisel kaynaklı doğal bir antioksidan olup α -tokoferol varlığında bu antioksidan etkisi daha da belirginleşmektedir (Palozza vd., 2003). Ayrıca A vitamini singlet oksijen temizleyici özelliği nedeniyle diğer oksijen radikallerine karşıda koruyucu etki yapar (Kılınç, 1985). A vitaminin biri gözde diğeri genel sistemde olmak üzere iki önemli rolü vardır. Görme olgusu, görme pigmentlerinin beyazlaşarak bir nörondan diğesine aktarılması ve beyine kadar ulaşması sonucu meydana gelir. Görme pigmentlerinin sentezlenebilmesi içinde alkol formunda olan retinolün oksitlenerek aldehit formu olan retinale dönüşmesi gerekir (İreş, 2009). Vitamin A eksikliğinde ise gece körlüğü, tat ve koku alma duyularında azalma, derinin pullanması, akne gibi cilt sorunları, kornea ile ilgili sorunlar ve körlük görülebilir (Fekete ve Kellems, 2007; Kartsova ve Koroleva, 2007).

b) α -tokoferol (Vitamin E)

E vitamini ilk olarak 1922 yılında Kaliforniya’da Katherine Scott BISHOP tarafından bulunmuş, 1936 yılında ise Evans tarafından buğday tohumu yağından ekstrakte edilerek tokoferol olarak tanımlanmıştır (Karatepe, 1997; Tekkeş, 2006). Bitkisel kökenli doğal bir antioksidan olan Vitamin E’nin en önemli dört formu arasında sırasıyla alfa, beta, gamma ve tetra (α , β , γ , δ) tokoferoller bulunmaktadır. Bu formların hepsi, izoprenoidlerin değişime uğratıldığı 6-hidroksi kromanlar veya tokoferollerdir. α -tokoferol ise en büyük biyolojik aktiviteye sahip olan formudur (Akkuş, 1995). Bitkilerin özellikle tohumlarında ve yeşil yapraklarında lipid tabaka içerisinde yer almaktadırlar (Akkan, 1999).

E vitaminin üstlendiği metabolik rollerden birincisi biyolojik antioksidan olması, diğer bir rolü ise hücrenin solunum mekanizmasında rol alan koenzimlerin ve C vitamininin sentezlenmesini sağlamasıdır (Eitenmiller, 2008). Son yapılan çalışmalarda, α -tokoferol ve askorbik asidin döngüsel olarak birlikte fonksiyon gösterdikleri kanıtlanmıştır. Antioksidan reaksiyonu sırasında α -tokoferol, lipid veya lipid peroksil radikaline kararsız hidrojenini vererek α -tokoferol radikaline dönüşür. α -tokoferol radikali ise, askorbik asit tarafından tekrar orijinal α -tokoferol yapısına dönüştürülmektedir (Pryor, 2000; Kojo, 2004).

Enzim ve bileşiklerin çoğu oksidatif stresin olumsuz etkilerine karşı hücreleri korurken, E vitamini antioksidan savunma sisteminin tümünde önemli bir yere sahiptir. Ayrıca E vitamini serbest radikallerin oksidasyonuna karşı hücre membranındaki çoklu doymamış yağ asitlerini korumada ilk savunma hattını oluşturmaktadır (Chow, 1991). E vitamini, süperoksit, hidroksil ve

lipit peroksi gibi serbest radikaller ile singlet oksijeni indirgemektedir. Glutatyon peroksidaz ve E vitamini, serbest radikallere karşı birbirlerine tamamlayıcı etki göstermektedirler (Akkuş, 1995).

1.7.1. Suda Çözünen Vitaminler

Suda çözünen vitaminler karbon, hidrojen ve oksijen gibi elementlerin yanı sıra yapılarında azot, kükürt ve kobalt'da içerirler. Su devamlı bağırsaktan emildiği için bu vitaminlerin emilimi de oldukça kolaydır. Ancak C vitamini vücutta çok az miktarda da olsa depolanabilir (İreş, 2009).

a) Tiamin (Vitamin B₁)

B₁ vitamininin kimyasal yapısı pirimidin türevi 2-metil-5-hidroksimetil-6-aminopirimidinden ve tiyazol grubundan (4-metil-5 hidroksimetil tiyazol) oluşmaktadır (Mammadov, 2002).

B₁ vitamininin en önemli görevi enerji metabolizmasıyla doğrudan ilişkili olmasıdır. Vücuda alınan karbonhidratların enerjiye çevrilmesinde bu vitaminin büyük ölçüde etkisi vardır. Tiamin karbonhidrat metabolizması için etkili olduğundan dolayı karbonhidrat alımına paralel olarak tiamine olan gereksinim artmaktadır. Tiamin yetersizliği ise özellikle soyulmuş pirinç ile beslenen Uzak Doğu ülkelerinde çok görülen beriberi hastalığına yol açmaktadır.

Tiamin pirinç tanesinin dış kabuğunda bulunduğundan soyma ve parlatma işlemleri sırasında önemli oranda kayba uğramaktadır. Beriberi hastalığı ayrıca çiğ balık, kabuklu deniz hayvanları, çay yaprağı gibi antitiamin faktörleri içeren gıdaların tüketildiği Asya kıtasının bazı bölgelerinde de görülmektedir (Saldamlı ve Sağlam, 1998). Tiamin gıda maddelerine tiamin mononitrat ve tiamin hidroklorit formunda eklenip, genellikle daha kararlı yapıda olan mononitrat formu tercih edilmektedir. Bu formlardan her ikisi de beyaz toz halindedir (Micronutrient Initiative, 1999).

b) Riboflavin (Vitamin B₂)

B₂ vitaminleri sırasıyla; riboflavin, riboflavin-5'-fosfat (FMN) ve riboflavin-5'-adenozildifosfat (FAD) olarak doğada aktif bir şekilde bulunan vitaminlerdir. Bu B₂ vitamin formları insan beslenmesinde aynı vitamin aktivitesini göstermektedirler (Ball, 2006). Ana riboflavin bileşiği ise 7,8-dimetil-10 (1'ribitil) izoalloksozindir. Bütün riboflavin türleri "flavin" adı altında isimlendirilir ve ribitil yan zincirinin 5' pozisyonunun fosforilasyonu ile flavin mononükleotid (FMN), 5' adenzilmonofosfat birim ilavesi ile de flavin adenin dinükleotid (FAD) meydana gelmektedir (Saldamlı ve Sağlam, 1998).

Riboflavin yetersizliği genellikle folik asit, niasin ve pridoksin gibi diğer suda çözönen vitamin yetersizlikleriyle birlikte görölmektedir. Dolayısıyla bu durum, birbiriyle bağlantılı olan yetersizlik semptomlarına ve metabolik sistemlerin düzensiz çalışmasına yol açmaktadır (Eitenmiller ve Landen, 1999; Baysal, 2002).

c) Niasin (Vitamin B₃)

Niasin terimi hem nikotidik asit hem de nikotinamid grubuna özđü olarak kullanılan bir terimdir. Nikotinamid, glikoliz, yağ sentezi ve doku solunumu ile ilgili olan NAD ve NADP enziminin bileşeni olarak işlev görür. Ayrıca niasin pellegra önleyici faktör olarak bilinir ve diğer adı PP vitamindir. PP vitamini denilmesinin sebebi ise B₃ vitamininin pellegra hastalığını önlemesinden dolayı “pellegra preventive” nin baş harflerinin kullanılmasından ileri gelmektedir (deMan, 1999; Keha ve Küfrevioğlu, 2012).

d) Pridoksin (Vitamin B₆)

Vücut dokularında birbirine dönüşebilen üç ayrı formda bulunmaktadır. Bunlar; pridoksin, pridoksal (aldehit formu ve en aktif olan) ile pridoksamin (amin formu) olarak sıralanabilir ve idrarla pridoksik asit şeklinde dışarı atılırlar (İreş, 2009). Pridoksin bağırsaklarda albüminli besinlerin kokuşması sonucu ortaya çıkan toksik maddelere karşı panzehir etkisi yapar. Dış derinin güneşten korunması ve sinir sisteminin düzenli çalışmasına yardımcı olur (Eriş ve Yanmaz, 1979).

e) Biotin (Vitamin B₇)

Vitamin B₇ glikoz, yağ asitleri ve DNA yapımında rol oynar. Asit, alkol ve ısıya karşı dayanıklı bir vitamindir, ancak oksitlenmeye karşı hassastır. Uzun süre antibiyotik kullanımında ve bağırsağın bir bölümü alınan kişilerde B₇ vitamini eksikliğinin görölme sıklığı yüksektir. Eksikliğinde ise ciltte yaralar, kas ağrıları, büyüme geriliği ve sa dökölmesi görölür (Güngör, 2003). Biotine H vitamini veya koenzim R'de denir. Biotin sebze, meyve ve süt gibi ürünlerde serbest halde bulunurken tohum ve maya gibi ürünlerde ise proteine bağlı olarak bulunur. Biotin bakımından zengin besin kaynakları et, ciğer, süt, yumurta sarısı, maya, sebze ve mantarlardır (deMan, 1999).

f) Folik Asit (Vitamin B₉)

Folik asit hayvanlar, bitkiler ve mikroorganizmaların yapısında bulunmaktadır. Büyük bir kısmı ise, iki veya daha fazla glutamik aside bağlı olarak bulunur. Bu vitaminin ana kısmı ile

glutamik asit birbirlerine α -glutamil bağlarıyla bağlıdırlar (Roels, 1967). Folik asit diğer B vitaminleri arasında en kararlı olanıdır. Kimyasal yapısı ise üç kısımdan oluşur; 1- Pteridin çekirdeği, 2-p-amino benzoik asit (PABA), 3- glutamik asittir. Kimyasal ismi pteroylglutamik, kapalı formülü ise $C_{19}H_{19}N_7O_6$ 'dır (Roels, 1967; Roche, 1970). Folik asidin vücuttaki temel işlevi, nükleik asit sentezi ve bazı aminoasitlerin birbirine dönüştürülmesiyle (histidin-glutamik asit, serin-glisin, sistein-metion) ilgilidir (Fekete ve Kellems, 2007). Folik asit eksikliği; DNA sentezinde bozulmalara ve gelişmekte olan kan hücrelerinde karakteristik değişikliklere yol açar. Halsizlik, çabuk yorulma, çarpıntı bu vitaminin eksikliğinin en belirgin göstergeleridir (Combs, 1998; Hoekstra vd., 2008).

g) Siyanokobalamin (Vitamin B₁₂)

B₁₂ vitamini, mikroorganizmalar tarafından sentezlenen, simetrik ve karmaşık bir yapıya sahip olan kırmızı renkli bir vitamindir. İlk kez 1947 yılında elde edilmiş ve tüm vitaminler içinde en büyük ve en karmaşık yapıya sahip olanıdır (Coşkun, 2003).

B₁₂ vitamini üç bölümden oluşmaktadır.

1- Korrin halkası: Bir kobalt (Co) atomu ile onu saran indirgenmiş dört pirol halkasından meydana gelen B₁₂ vitamininin çekirdek kısmını oluşturur (Kayaalp, 1998).

2- Nükleotid grubu: Düzlemin altında yer alan hem kobalt atomuna hem de fosfatlı bir zincir aralığı ile pirol halkalarından birine bağlı olan bu grup tipik bir nükleotid grubu değildir. Riboza bağlanmış bazik bir madde olarak 5,6-dimetilbenzimidazol içermektedir (Kayaalp, 1998).

3- Düzlemin üstünde kalan grup: Bu grubun vitamin etkisi için mutlaka bulunmasına gerek yoktur. Bu grubu bünyesinde bulundurmayan ve sadece diğer iki gruptan oluşan bileşiğe "kobalamin" adı verilir (Kayaalp, 1998). Kobalamine söz konusu bu üçüncü grubun bağlanmasıyla B₁₂ vitamini dört gruba ayrılır. Bunlar; Siyanokobalamin, Hidroksikobalamin, Adenozilkobalamin, Metilkobalamin olarak sıralanabilir.

B₁₂ vitamininin en önemli işlevi folik asitle birlikte hücre bölünmesi ve çoğalması için gerekli olan DNA sentezini sağlamasıdır. Aynı mekanizma ile birlikte kemik iliğindeki lökosit ve trombositlerin öncüsü olan hücrelerin gelişmesinde rol oynar. Hızlı bir şekilde çoğalmaları nedeniyle kemik iliğine benzeyen bağırsak epitel hücrelerin yenilenme ve çoğalmaları için de gereklidir (Kayaalp, 1998). Kırmızı kan hücreleri ve kemik iliği oluşumunda rol oynadığı gibi sinir sistemi bakımından da büyük öneme sahiptir. Eksikliğinde kansızlık, yorgunluk, sinirlilik hali, glossitis (diş etini iltihabı), stomatitis (ağız mukozasının iltihabı) ve aft oluşumu meydana gelir (Güngör, 2003).

h) Askorbik Asit (Vitamin C)

Altı karbonlu lakton yapısına sahip olan C vitamini bitkilerde yaygın olarak bulunan suda çözünen vitaminlerdendir (Cadenas ve Packer, 2002). C vitamini güçlü indirgeyici aktiviteye sahip olduğundan dolayı güçlü de bir antioksidandır. Süperoksit ve hidroksil radikali ile kolay reaksiyona girerek bu radikallerin temizlenmesinde rol oynar (Granado vd., 1998). Askorbik asidin güçlü bir indirgeyici ajan ve antioksidan özelliği ile süperoksit, peroksit ve hidroksil radikalleriyle reaksiyona girdiğinde bir ara ürün olan semidehidroaskorbat yoluyla metaboliti dehidroaskorbik asidi (DHA) oluşturur (Erenel vd., 1992).

C vitamini özellikle çilek, kivi, greyfurt, kavun gibi meyvelerde; brokoli, kırmızı ve yeşilbiber, patates, karnabahar gibi sebzelerle birlikte portakal ve domates suyunda da bol miktarda bulunur (Cadenas ve Packer, 2002). Bu vitaminin eksikliğinde ise, diş eti çekilmesi diye adlandırılan skorbut hastalığı, kemik büyümesinde gerileme ve kan damarlarının kolay zedelenmesi gözlenmektedir (Akkan, 1999; Combs, 1998).

1.8. Grelin Hormonu

1999 yılında Japon bilim adamları tarafından keşfedilmiş olan grelin, mide fundusunda salgılanan lipopeptid yapıda bir hormon olduğu rapor edilmiştir (Kojima ve Kangawa, 2005). Ayrıca grelin hormonunun vücuttaki birçok organda sentezlendiği kanıtlanmıştır (Aydın, 2007). Grelin büyüme hormonu olup, besin alınınının düzenlenmesinde rol oynayan 28 amino asitli bir peptittir (Dabak ve Kuloğlu, 2008). Yeme davranışı ve vücut ağırlığının ayarlanmasında görev almaktadır. Grelin hormonu N-terminal ucundaki 3. amino asit olan serine bağlı oktanil grubu adı verilen 8 karbonlu bir yağ asidi içermektedir. Grelin hormonu açile ve desaçile olmak üzere iki formda bulunmaktadır. Desaçile formu yağ asidi içermeyen inaktif grelin, açile formu ise yağ asidi içeren aktif grelin hormonu olarak açıklanmaktadır (Kojima vd., 1999). Grelin hormonunun hem *in vivo* hemde *in vitro* koşullarda antioksidan özellik gösterdiği de kanıtlanmıştır (El Eter vd., 2007).

1.9. Glutasyon

Glutasyon kükürt içeren bir tripeptit olup, canlılarda yaygın olarak oksidatif stres belirteci olarak kullanılır (Byung, 1994). Çevresel stres faktörleri kloroplastlarda reaktif oksijen türlerinin artmasına neden olur. Bu durum antioksidatif savunma sisteminde bir stres belirteci olarak glutasyonun kullanımını sağlar (Join ve Levine, 1995). Hücre içi ortamın en önemli antioksidan molekülü olan redükte glutasyonun antioksidan savunma sisteminde görev almaktan başka ksenobiyotiklerin zehirsizleştirilmesi, aminoasitlerin transportu, proteinlerdeki sülfidril gruplarının redükte halde tutulması, bazı enzimatik reaksiyonlarda koenzim görevi görmesi gibi

birçok fizyolojik fonksiyonu vardır (Sözmen, 2002; Esterbauer vd., 1992; Arrick ve Nathan, 1984). Glutasyon, hücresel işlevler için gerekli olup; beyin, kalp, bağışıklık sistemi hücreleri, böbrekler, göz, karaciğer, akciğer ve deri dokularını oksidatif hasara karşı korur. Yaşlanmayı geciktirici etkiye sahiptir (Sözmen, 2002). Glutasyon dokularda birbiriyle denge halinde bulunan indirgenmiş glutasyon (GSH) ve okside glutasyon (GSSG) olarak iki şekilde bulunmaktadır. Hücre içi GSH, yapısında selenyum bulunduran glutasyon peroksidaz enzimi ile GSSG'ye dönüşmektedir (Arrick ve Nathan, 1984). Oksidatif stresin artışı GSH düzeyinde azalmaya, GSSG düzeyinde ise artışa neden olabilir (Morel ve Barauki, 1999).

1.10. Elementler

İnsan vücudunun fazla miktarda ihtiyaç duyduğu kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum, potasyum, klor ve sülfür gibi minerallerin makro mineraller, bunlara göre daha az ihtiyaç duyulan demir, bakır, çinko, iyot, flor, manganez, selenyum, krom ve mobilden gibi mineraller ise eser mineraller olarak tanımlanmaktadır (Tayar ve Korkmaz, 2007). Major ve eser elementler tüm canlı organizmalar için son derece önemlidir. Major elementler, kemiklerin yapısı da dâhil olmak üzere birçok dokuda bulunur. Özellikle, eser elementler birçok enzimin yapısında kofaktör olarak görev yapar. Eser element eksikliklerinin birçok hastalıkla ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Wada, 2004).

Selenyum, insan sağlığında büyük öneme sahip ancak eser miktarda gerekli olan bir elementtir. Selenyumun oksidatif strese karşı önemli olduğu bildirilmiştir (Thomson, 2004). Selenyum, E vitamini ile beraber etkinliğini daha iyi göstererek, antioksidan ve hücre koruyucusu olarak görev almaktadır. C vitamini ise inorganik selenyumu etkisiz hale getirir iken, organik yapıdaki selenyuma etki etmemektedir (McDowell, 1992). Selenyum eksikliği immün sistemin zayıflamasına, hipotiroidizm ve kalp hastalığına yol açabilir (Goldhaber, 2003).

Bakır canlı organizmasında birçok biyokimyasal fonksiyonların gerçekleşmesinde önemli bir role sahiptir (Saraçoğlu vd., 2007). Vücutta C vitaminin kullanılması için de gerekli olan bir elementtir (Tapiero vd., 2003). Bakır, metabolizmada ve ayrıca hemoglobinin sentezinde önemli rol oynayan temel bir elementtir (Nascentes vd., 2005). İnsanlarda bakır eksikliğini içeren deneysel çalışmalar, kan basıncı kontrolündeki, lipid metabolizmasındaki anormallikleri ve ayrıca glukoz toleransındaki bozulmayı ortaya çıkarmıştır (Klevay, 2000). Bakır elementinin vücutta yeterli miktarda bulunmaması 60-70 kadar enzimin etkinliğini azaltmaktadır. Bir kişinin günde 1-1.5 mg bakırı besin maddelerinden alması gerekmektedir. Vücuda fazla alınan bakır ise toksik etki yaparak, bazı enzimlerin çalışmasına engel olur (Şamil vd., 2005).

Demir her canlı organizma için biyolojik olarak gerekli bir elementtir. Vücutta oksijen taşıma proteinlerinin, özellikle de hemoglobin ve miyoglobinin sentezlenmesi için gereklidir. Ayrıca hem enzimlerinin ve hemde elektron transferi ile redoks reaksiyonlarında rol alan demir

içeren enzimlerin oluşumunda rol almaktadır (Abbaspour vd., 2014). Demir elementi büyümeye yardımcı olan ve hastalıklardan korumada görev alan bir elementtir. Bunların yanı sıra demir, B grubu vitaminlerinin kullanımı arttırmakta ve bağışıklık sistemini destekleyici rol oynamaktadır (Karadeniz, 2004).

Manganez, insan sağlığında metabolizmanın gelişmesi ve hücreleri serbest radikal hasarına karşı koruyan antioksidan sistemin düzgün çalışması gibi çeşitli işlevlere sahip önemli bir elementtir (Avila vd., 2013). Manganez elementi beyin üzerinde hem olumlu hem olumsuz etkiye sahiptir. Beyin sıvısı ve omurilik sıvısı için koruyucu etki göstermesinin yanı sıra oksidasyonu hızlandırıcı toksik bir etkinlikte göstermektedir. Ayrıca aşırı alınan manganez ilk olarak sinir sistemine etki ederek, epileptik duyarlılık, Parkinson veya Wilson hastalığına benzeyen nörolojik hasara yol açmaktadır (Takeda, 2003; Barceloux, 1999). Manganez, hem metalo enzimlerin bir bileşeni hem de bir enzim aktivatörü olarak görev yapar. Arginin, piruvat karboksilaz ve manganez-süperoksit dismutaz enzimlerinde manganez kofaktörü olarak bulunur (Williams vd., 2012).

Çinko, tüm yaşam formları için oldukça önemlidir, çünkü birçok vücut fonksiyonu çinko içeren enzimlerle bağlantılıdır. Çinko, 300'den fazla enzim ve hormon bileşeni olarak bulunur. Çinko aynı zamanda cildimizin sağlığı, dişler, kaslar, kılalar, sinirler, beyin fonksiyonları ve kemik gelişiminde önemli bir role sahiptir (Chasapis vd., 2012). Çinkonun bir diğer önemli işlevi de immün sistemdedir. Çinko eksikliği hem humoral hem de hücre aracılı immünitenin işlevsizliği ile sonuçlanır ve sonuç olarak enfeksiyon duyarlılığında bir artışa yol açar (Murthy vd., 2010). Ayrıca çinko vücudun kendi kendini iyileştirme ve yenilemesi aşamalarında, vücuttaki alkali dengesinin korunmasında ve bağışıklık sisteminin güçlenmesinde önemli bir role sahiptir (Karadeniz,2004).

2. MATERYAL VE METOD

Deneylerde kullanılan kimyasal maddeler; Etil alkol (C_2H_5OH), Sülfürik asit (H_2SO_4), n-hegzan (C_6H_{14}), Perklorik asit ($HClO_4$), Metanol (CH_3OH), Sodyum karbonat (Na_2CO_3), Sodyum nitrit ($NaNO_2$), Alüminyum klorür ($AlCl_3.6H_2O$), Sodyum hidroksit ($NaOH$), Asetonitril, 1-heptanosülfonik asidin sodyum tuzu, Fosforik asit (H_3PO_4), Trietilamin, Folin- Ciocalteu phenol reagent, Gallik asit, Kuersetin, 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH), Bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), Bütillenmiş hidroksianisol (BHA), Troloks, (2,2'azinobis(3-etilbenzotiyazolin 6-sülfonat), ABTS) Sigma Aldrich veya Merck firmalarından temin edilmiştir.

Alınan meyve örneklerinin analizlere hazırlanmasında ve analizinde Blender (Fakir Hausgrate 220 Watt), Ultrasonik homojenizatör Wise Clean (WUC-AO3H, 170 Watt), Santrifüj, Vestel mikrodalga (M.D- 60×30, 800 Watt), HPLC (SHIMADZU Prominence-I LC- 2030C 3D, DAD dedektör), UV-Vis Spektrofotometre (CHEBIOS s.r.l), Floresans spektrofotometre (Perkin-Elmer, LS 55), Atomik absorpsiyon spektrofotometresi (Perkin Elmer Analyst-400) kullanılmıştır.

2.1. Örneklerin Temini ve Kurutulması

Çalışmada kullanılan Hambeles (*Myrtus Communis Linn*) meyveleri 2018 yılının Ocak-Şubat aylarında Osmaniye ilinin Kadirli ilçesi ve Mersin ilinden temin edildi. Mersin aşısız siyah (MS), Mersin aşılı beyaz (MB), Kadirli aşısız siyah (KS), Kadirli aşılı beyaz (KB) ve Kadirli aşısız beyaz (KB*) şeklinde kodlandı. Temin edilen örnekler taze, dondurulmuş, güneşte ve mikrodalga fırında kurutularak gerekli analizler yapıldı. Dondurulmuş örnekler $-20^{\circ}C$ 'deki derin dondurucuda muhafaza edilirken, güneşte ve mikrodalgada kurutulan örnekler $+4^{\circ}C$ 'deki buzdolabında ambalajlanarak muhafaza edildi.

Belli ağırlıkta yaş hambeles meyvelerinin kabukları iğne ile delindikten sonra Vestel Marka mikrodalga (M.D-60x30, 800 watt) içerisine yerleştirildi. Daha sonra mikrodalga 5 dk boyunca tam güçte 6 kez çalıştırılarak örnekler kurutuldu. Meyve örnekleri toplam ağırlığının %60' ını kaybettiği tespit edildi. Hambeles meyve örnekleri iyi havalandırılan bir yerde ağırlığının % 60' ını kaybedinceye kadar yaklaşık 5 gün boyunca güneş ışığı altında kurutuldu.

2.2. Metot

Taze ve kurutulmuş Hambeles meyvelerindeki vitamin, total antioksidan, fenolik ve flavanoid maddeler ile element analizleri aşağıda verilen metotlara göre yapılmıştır.

2.2.1. A, E Vitamini, β -karoten ve Likopen Tayini

Hambeles örneklerindeki yağda çözünen vitaminlerin miktarlarının belirlenmesi için homojenizatörde iyice parçalanmış örneklerden (0.3-1.5 g) alınıp polietilen tüplere bırakıldı. Bu tüpler üzerine (5-7 mL) % 2 H_2SO_4 ithiva eden etil alkol çözeltisi ilave edilerek vortekslendi. Vortekslenen bu karışım buzlu su içerisinde 1'er dakika süre ile 5 kez ultrasonik parçalayıcı ile parçalandı. Daha sonra 5000 devir/dk'da 10 dk santrifüj edildikten sonra üzerine 1.5 mL n-hegzan ilave edilerek vortekslendi. Tekrar 5000 devir/dk'da 5.0 dk santrifüj edildi. Böylece A, E vitamini, β -karoten ve likopen üstte ayrılan n-hegzan fazına ekstrakte edilmiş oldu. Bu ekstraksiyon işlemi iki defa tekrarlanıp (1.5 mL n-hegzan ve 5000 devir/dk'da 5.0 dk santrifüj işlemi) elde edilen ekstraktlar birleştirildi. Ayrılan n-hegzan fazı vakumlu etüv kullanılarak oda sıcaklığında kuruluğa kadar uzaklaştırıldı. Tüpteki kalıntı üzerine 0.5 mL mobil faz ilave edilip vortekslenerek çözüldü. Çözülen örnekler Hamilton enjektör yardımıyla HPLC viallerine alınarak analize hazır hale getirildi. A ve E vitamini ile β -karoten ile likopen analizleri PDA dedektörlü HPLC'de Supelcosil LC-18 kolonunda (25 cm x 4.6 mm x 5.0 μ m) gerçekleştirildi. Mobil faz olarak metanol: asetonitril: su karışımı (63:33:4 v/v), 1.0 mL/dakika akış hızında kullanıldı (Catignani, 1983; Miller vd., 1984; Sigma-Aldrich; 2005-2006). Örneklerdeki miktarların hesaplanmasında kullanılan çalışma doğrusu ve denklemleri Ek.1'de verilmiştir.

2.2.2. B ve C Vitamini Tayini

Hambeles örneklerindeki suda çözünen B ve C vitaminlerin miktarlarının belirlenmesi için homojenizatörde iyice parçalanmış örneklerden (0.3-1.5 g) alınıp polietilen tüplere alındı. Tüplere alınan örnekler üzerine 1.0 mL 0.5 M $HClO_4$ ilave edilerek vortekslendi ve 4.0 mL mobil faz ilave edilerek parçalanmanın gerçekleşmesi için oda sıcaklığında ultrasonik su banyosunda 15 dk bekletildi. Daha sonra 5000 devir/dk'da 10 dk süreyle santrifüj edildi. Santrifüjlenen çözeltinin üzerindeki süpernatandan dikkatlice HPLC viallerine 1.0 mL alınarak analize hazır hale getirildi. PDA dedektörlü HPLC'de mobil faz olarak 5 mM heptanosülfonik asidin sodyum tuzu metanolde çözünerek 250 mL'lik A çözeltisi ile % 0.1 trietilamin'in 750 mL'lik B sulu çözeltileri hazırlanmıştır. Daha sonra A ve B çözeltileri 25:75 hacim oranında karıştırılmış, karışımın pH'sı fosforik asitle 2.8'e ayarlanarak kullanılmıştır. Hareketli fazın akış hızı 1.0 mL/dk'ya ayarlanarak C18-DB kolonunda (15 cm uzunluk x 4.6 mm iç çapı x 5 μ m partikül büyüklüğü) B ve C vitaminleri tayin edilmiştir (Markopoulou vd., 2002; Amidzic vd., 2005). Örneklerdeki miktarların hesaplanmasında kullanılan çalışma doğrusu ve denklemleri Ek.2'de verilmiştir.

2.2.3. MDA, Ghrelin, Redükte ve Okside (GSH ve GSSG) Glutasyon Tayini

Homojenize edilen hambeles örneklerinden (0.3-1.5 g) alınarak polietilen tüplere bırakıldı. Örnekler üzerine 1.0 mL 0.5 M HClO₄ ilave edilerek vortekslendi. Daha sonra örnekler 4.0 mL mobil faz ilave edilerek oda sıcaklığında ultrasonik su banyosunda 15 dk bekletildi. Ultrasonik su banyosunda çıkarılan örnekler 5000 devir/dk'da 10 dk süreyle santrifüj edildi. Santrifüjlenen çözeltinin üzerindeki süpernatandan 1.0 mL dikkatlice HPLC viallerine alınarak analize hazır hale getirildi. MDA, Ghrelin, **Redükte ve Okside** Glutasyon (GSH ve GSSG), Karatas ve ark. (2002), Dawes (2000) metotları modifiye edilerek tayin edilmişlerdir. Mobil faz olarak %1.0 H₃PO₄ ile hazırlanmış 50 mM NaClO₄ çözeltisi (pH 4.0), 1.0 mL/dk akış hızında kullanılmıştır. PDA dedektörlü HPLC'de Utisil-XB-C-8 (25 cm, 4.6 mm ID, 5 µm) kolonu kullanılarak gerekli analizler yapılmıştır. Örneklerdeki miktarların hesaplanmasında kullanılan çalışma doğrusu ve denklemleri Ek.3'de verilmiştir.

2.2.4. Toplam Fenolik ve Flavonoid Miktarının Belirlenmesi

Meyve Ekstraktlarının Hazırlanması: Homojenize edilen hambeles örneklerinden 15.0 g tartılarak kartuş haline getirilmiş adi süzgeç kâğıdı içerisine konularak soksilet cihazına yerleştirildi. Soksiletin bağlı olduğu cam balona 310 mL metanol eklenerek 65°C'da 6 saat süre ile ekstraksiyon işlemi gerçekleştirildi. Ekstraksiyon sistemi Şekil 2.1'de görülmektedir. Elde edilen ekstraksiyon çözeltisinin çözücüsü vakum altında döner buharlaştırıcı yardımıyla uzaklaştırıldı. Tartılan ekstrak 50 mL metanolde çözülerek gerekli analizler için buzdolabında saklandı.

Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi: Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocaltute metoduna göre spektrofotometre kullanılarak belirlendi (Singleton ve Rossi, 1965). Bu amaçla son konsantrasyonu 100 µg/mL olacak şekilde x mL meyve ekstratı üzerine 0.125 mL Folin-Ciocaltute ile 0.5 mL distile su ilave edilerek oda sıcaklığında 6 dk beklendi. Daha sonra bu karışım üzerine 1.25 mL % 7'lik Na₂CO₃ eklendi ve distile su ile son hacmi 3 mL'ye tamamlandı. Karışım vortekslendi ve oda sıcaklığında 90 dk süreyle inkübasyona bırakıldı. Son olarak örnek absorbanısı 760 nm'de köre karşı okundu. Toplam fenolik madde miktarı, 1.0 µg/mL-10.0 µg/mL aralığındaki konsantrasyonlarda hazırlanan gallik asit standart eğrisi kullanılarak, Gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak hesaplandı. Örneklerdeki toplam fenolik madde miktarlarının hesaplanmasında kullanılan çalışma doğrusu ve denklemleri Ek.4'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Hambeles meyvesinin soxhlet cihazı ekstraksiyon işlemi

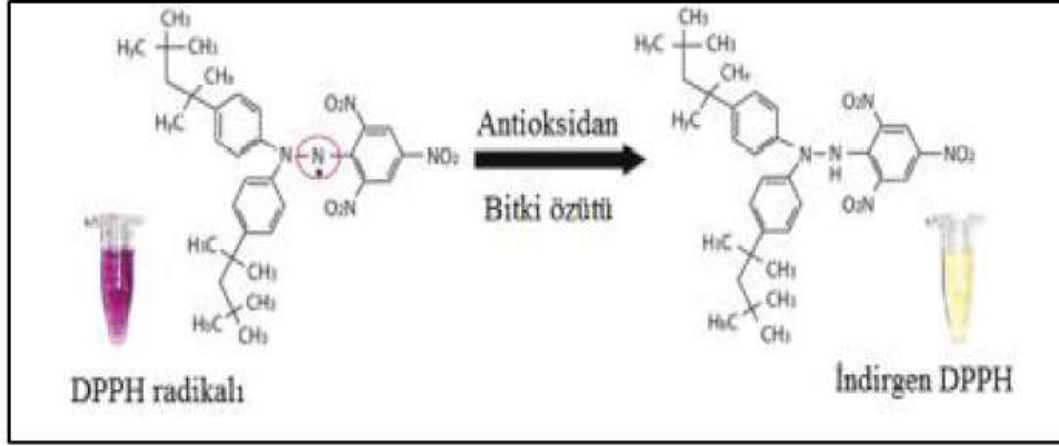
Toplam Flavonoid Madde Miktarının Belirlenmesi: Toplam flavonoid miktarının belirlenmesinde Leontowicz ve arkadaşları (1965) metoduna göre spektrofotometre kullanılarak belirlendi (Leontowicz vd., 2003). Bu metoda göre son konsantrasyonu 100 µg/mL olacak şekilde x mL meyve ekstratı üzerine 75 µL %5'lik NaNO₂, 150 µL % 10'luk AlCl₃.6H₂O çözeltileri ve 1.25 mL distile su ilave edildi. Oda sıcaklığında 5 dk inkübasyona bırakıldıktan sonra 0.5 mL (1M) NaOH eklendi ve son hacmi 2.5 mL olacak şekilde distile su ile tamamlandı. Son olarak örnek absorbansı 400 nm'de köre karşı spektrofotometrede okundu. Toplam flavonoid miktarı, 1.0 µg/mL-10 µg/mL aralığındaki konsantrasyonlarda hazırlanan kuersetin standart eğrisi kullanılarak Kuersetin eşdeğeri (QE) olarak hesaplandı. Örneklerdeki toplam flavonoid madde miktarların hesaplanmasında kullanılan çalışma doğrusu ve denklemi Ek.5'de verilmiştir.

2.2.5. Antioksidan Kapasite Belirleme

DPPH Serbest Radikal Süpürücü Aktivitesinin Belirlenmesi: DPPH (1,1-dinitrofenil-2-pikril hidrazil) ticari olarak elde edilen stabil bir organik azot radikaldır. Molekülde bir serbest elektron iyonunun yer değiştirmesi ise menekşe rengin oluşmasına neden olur. DPPH yöntemi Şekil 2.2' de görüldüğü gibi, DPPH çözeltisi hidrojen atomu verebilen madde (antioksidan) ile reaksiyona girdiği zaman DPPH radikalinin indirgenmesine ve çözeltinin başlangıçtaki koyu menekşe olan rengin kaybolmasına dayanmaktadır (Mishra vd., 2012).

Hambeles meyve örneklerinin DPPH antioksidan aktivitesi sonuçları IC₅₀ (DPPH radikal konsantrasyonunu %50 azaltmak için gerekli olan özüt konsantrasyonu) cinsinden de

verilmektedir. Başlangıç DPPH konsantrasyonunun yarıya indiği durumdaki antioksidan konsantrasyonu IC₅₀ olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 2.2. DPPH radikalinin antioksidan madde ile reaksiyonu

Hambeles meyvesinin serbest radikal giderme etkisi DPPH serbest radikali kullanılarak belirlendi. Serbest radikal olarak 25 mg/L DPPH ve sentetik antioksidan olarak kabul edilen BHT ve BHA'un 20 mM metanol çözeltisi hazırlandı. Deney tüpü içerisine 4.0 mL DPPH çözeltisi bırakılıp son hacmi 5.0 mL olacak şekilde üzerine yine metanol ile farklı konsantrasyonlarda (10-50 µg/mL) hazırlanan örnek ekstraktları ilave edildi. Aynı şekilde BHT ve BHA için de deney tüplerine 4.0 mL DPPH ilave edilip son hacmi 5.0 mL olacak şekilde üzerine yine metanol ile farklı konsantrasyonlarda (10-50 µg/mL) hazırlanan BHA ve BHT ilave edildi. Karışımların kontrol absorbansı için deney tüplerine örnek, BHT ve BHA bırakılmadan önce metanolden oluşan köre karşı 517 nm'de spektrofotometrede absorbansları ölçüldü. İlk ölçüm yapıldıktan sonra örnek, BHA ve BHT tüplere ilave edilip oda sıcaklığında 30 dk inkübasyondan sonra absorbansları ölçüldü. 30 dk sonra örnek absorbansı okundu, yapılan ölçümler sonucu absorbansta meydana gelen azalma DPPH serbest radikal giderme aktivitesini belirlemektedir. Elde edilen absorbans değerlerinden aşağıda verilen formüle göre % inhibisyon hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Inhibisyon} = \frac{[Kontrol_{ABS} - Örnek_{ABS}]}{Kontrol_{ABS}} \cdot 100$$

% inhibisyon değerine karşı örnek konsantrasyonu grafiğe geçirilerek elde edilen doğru denkleminde yararlanarak IC₅₀ (DPPH radikalinin konsantrasyonunu %50 oranında azaltmak için gerekli olan özüt konsantrasyonu) değeri hesaplanmıştır.

Troloks Eşiti Antioksidan Kapasite (ABTS veya TEAC) Yöntemi: Troloks eşiti antioksidan kapasite (TEAC) yöntemi ilk olarak Miller ve Rice-Evans tarafından 1993 yılında

rapor edilmiştir (Niki, 1990). Re ve arkadaşları ise bu metodu geliştirmişlerdir (Huang vd., 2002). Geliştirilmiş bu yöntemde, 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) (ABTS)'nin persülfatla oksidasyonu sonucu ABTS^{•+} radikali oluşturulur ve bu radikal toplam radikal süpürme kapasitesini ölçmek için kullanılır. Bu metot ABTS radikal katyonunun antioksidan bileşikler tarafından rengini kaybetmesi temeline dayanır. Moleküllerin kararlı serbest radikali süpürme kabiliyeti ise vitamin E'nin suda çözünebilir bir analogu olan Troloks (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman 2-karboksilik asit) ile karşılaştırılması yapılır.

Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitenin belirlenmesinde 90 mg ABTS ve 16.6 mg potasyum persülfat (K₂S₂O₈) tartılarak distile su ile toplam hacmi 25 mL'ye tamamlandı. 16 saat bekledikten sonra absorbans 0.8±0.05 olacak şekilde metanol ile seyreltilti. Daha sonra 10 mg Troloks tartılarak distile su ile toplam hacmi 10 mL'ye tamamlanarak 1000 ppm stok çözelti hazırlanmış oldu.

Hazırlanan bu stok çözeltinin konsantrasyonu 100 ppm (400 µM) olacak şekilde seyreltilti. Her bir deney tüpü içerisine farklı miktarlarda troloks standart çözeltisi alınarak üzerine 2.5 mL ABTS çözeltisi eklenip, distile su ile son hacmi 3.0 mL tamamlandı. Bu şekilde konsantrasyonu 4.0–16.0 µM aralığında troloks çalışma doğrusu ve denklemi oluşturuldu. Oluşturulan doğru ve denklemi Ek 5'de verilmiştir. Hambeles meyvesinin troloks eşdeğerini belirlemek için deney tüpleri içerisine farklı miktarlarda meyve ekstraktı 2.5 mL ABTS ilave edilerek son hacmi 3.0 mL olacak şekilde distile su ile tamamlandı. Spektrofotometrede kör olarak su kullanılıp 734 nm'de deney tüpleri içerisine meyve ekstraktı ilave edilmeden önce ($A_{kontrol}$) ve ilave edildikten 30 dk sonra ölçülen absorbans değeri ise ($A_{örnek}$) olarak kaydedildi. Aşağıda verilen formül yardımıyla % ABTS giderimi hesaplandı.

$$\% ABTS = \frac{[A_{kontrol} - A_{örnek}]}{A_{kontrol}} \cdot 100$$

Örnek derişimine karşı % ABTS giderimi grafiğe alınarak her bir örnek için doğru denklemi oluşturuldu. Oluşturulan bu denklemin eğimi troloks için belirlenen çalışma doğrusunun eğimine oranlandı. Örneklerin antioksidan kapasiteleri Mikromolar Troloks/mg ekstrakt olarak belirlendi. Daha sonra gerekli dönüşümler yapılarak sonuçlar, µM troloks / g km olarak hesaplandı.

2.2.6. Elementlerin (Fe, Cu, Zn ve Mn) AAS ile Tayini

Homojenize edilen hambeles örneklerinden 2.5 g deney tüplerine alınarak üzerlerine nitrik asit/perklorik asit (1:4 v/v) karışımından 5.0 mL ilave edilerek vortekslendi. 24 saat sonra 2.0 mL H₂O₂ ilave edilerek tekrar vortekslendi. Daha sonra % 1.0'lik Triton X-100 çözeltisi ile toplam hacimleri 10 mL'ye tamamlanarak atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS) ile

analizler gerçekleştirildi (Tüzen, 2003). Örneklerdeki element miktarlarının hesaplanmasında kullanılan çalışma doğruları ve denklemleri Ek.6'da verilmiştir.

2.2.7. Selenyum Tayini

Homojenize edilen hambeles örneklerinden 3.0 - 4.0 g aralığında teflon bombaya alındı. Her bir örnek üzerine 5.0 mL nitrik asit/perklorik asit (1:4 v/v) eklendi. Organik materyali parçalamak için karışım 100 C'de 12 saat etüvde tutuldu. Daha sonra oda sıcaklığına soğutulan örnekler üzerine 2.0 mL H₂O₂ ilave edilerek 24 saat bekletildi. Bu karışım erlenlere alınarak, derişik HCl (yaklaşık 2.0 mL) ilavesi ile ortamdaki HCl konsantrasyonun 4.0 N olması sağlandı. Karışım, 15 dakika 90 C'de tutularak Se (VI) 'nın Se (IV)' e indirgenmesi gerçekleştirildi. Bu karışıma 2.0 mL 2.5 M formik asit, 0.1 M EDTA çözeltisinden 5.0 mL ve taze hazırlanmış 1.5 mL, 3,3-diaminobenzidin (DAB) zeltisi (1.0 mg/mL) ilave edildi ve karışımın pH'ı, 4.0 N NH₃ ile 1.7' ye ayarlandı. rnek metal ligand kompleksinin oluşumu için 1.0 saat karanlıkta bekletildi. Karışımın toplam hacmi 50 mL olacak şekilde distile su ilave edildi. Karışımın pH'ı 4.0 N NH₃ ile 7'ye ayarlanarak çözelti ayırma hunisine alındı. Ortama 5.0 mL toluen ilave edilerek oluşan kompleksin toluen fazına geçmesi için 3.0 dakika boyunca karıştırıldı. ştte toplanan faz küvete alınarak 380 nm uyarılma ve 520 nm Emisyon şiddetinde fluorometri kullanılarak selenyum miktarı belirlendi (Whetter & Ullrey,1978; Munzuroglu vd., 2003). Selenyum için çalışma doğrusu oluşturulurken farklı konsantrasyonlardaki selenyum çözeltilerine yukarıda belirtilen işlemler uygulanmıştır. Örneklerdeki selenyum miktarlarının hesaplanmasında kullanılan çalışma doğrusu ve denklemi Ek.6'da verilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Mersin ili ve Osmaniye'nin Kadirli ilçesinden temin edilen aşılı ve aşısız tipteki hambeles meyveleri kullanılmıştır. Farklı yerlerden temin edilen siyah ve beyaz hambeles meyvelerinin taze, derin dondurucuda, güneşte ve mikrodalgada kurutulmuş örneklerinde analizler yapılmıştır. Hambeles meyveleri; MB: Aşılı Mersin beyaz hambeles, KB: Aşılı Kadirli beyaz hambeles, KB*: Aşısız Kadirli beyaz hambeles, MS: Aşısız Mersin siyah hambeles, KS: Aşısız Kadirli siyah hambeles şeklinde gruplandırılmıştır.

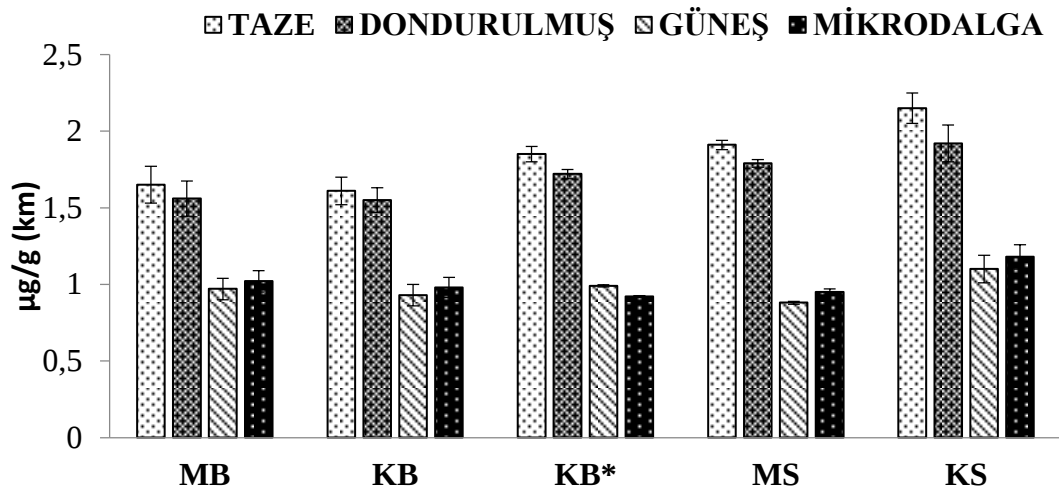
3.1. Hambeles Meyvelerindeki A ve E Vitaminleri, β -karoten ve Likopen Miktarları

Vitaminler canlılar tarafından yeterli miktarda sentezlenemedikleri için çeşitli yiyecek ya da içeceklerle belirli miktarda alınması gereken organik bileşiklerdir.

Hambeles meyve çeşitlerindeki A vitamini miktarları Tablo 3.1 ve Şekil 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki A vitamini miktarları ($\mu\text{g/g km}$)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	1.65 $\pm$ 0.12	1.61 $\pm$ 0.09	1.85 $\pm$ 0.05	1.91 $\pm$ 0.03	2.15 $\pm$ 0.10
Dondurulmuş	1.56 $\pm$ 0.11	1.55 $\pm$ 0.08	1.72 $\pm$ 0.03	1.79 $\pm$ 0.03	1.92 $\pm$ 0.12
Güneş	0.97 $\pm$ 0.07	0.93 $\pm$ 0.07	0.99 $\pm$ 0.07	0.88 $\pm$ 0.01	1.10 $\pm$ 0.09
Mikrodalga	1.02 $\pm$ 0.07	0.98 $\pm$ 0.07	0.92 $\pm$ 0.01	0.95 $\pm$ 0.02	1.18 $\pm$ 0.08



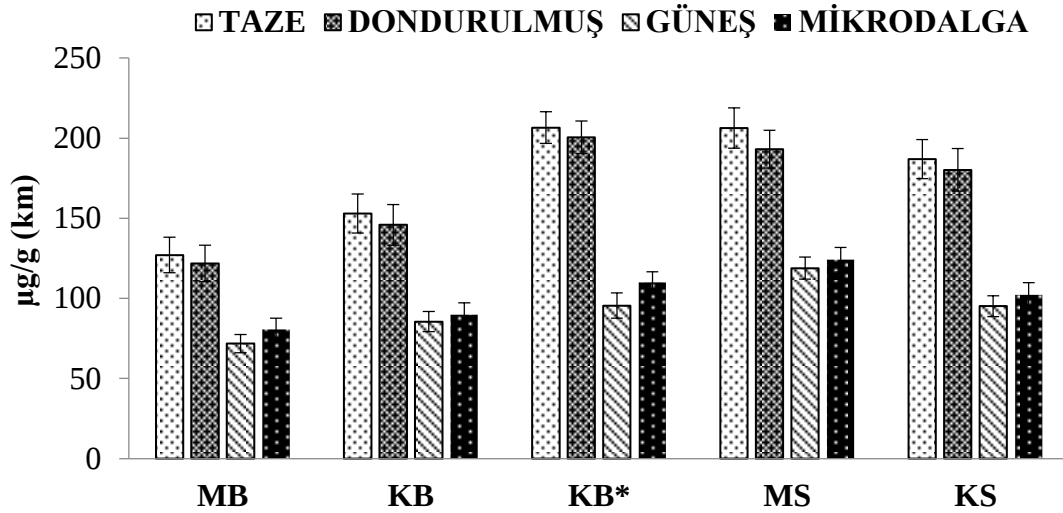
Şekil 3.1. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki A vitamini miktarları

Tablo ve Şekil 3.1’ de görüldüğü gibi en yüksek A vitamini taze meyvelerde gözlenirken, en düşük A vitamini ise KB grubunda gözlenmiştir. Değişik işlemlere tabi tutulmuş hambeles meyvelerindeki en yüksek A vitamini miktarı KS grubu hambeles meyvesinde iken, en düşük güneşte kurutulmuş MS grubunda tespit edilmiştir. Tablo 3.1’de görüldüğü gibi en fazla A vitamini kaybı güneşte kurutulmuş örneklerde bulunmuştur.

Hambeles meyve çeşitlerindeki E vitamini miktarları Tablo 3.2 ve Şekil 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki E vitamini miktarları ($\mu\text{g/g km}$)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	127.02 $\pm$ 11.10	152.99 $\pm$ 12.25	206.57 $\pm$ 9.85	206.31 $\pm$ 12.55	186.96 $\pm$ 12.20
Dondurulmuş	121.80 $\pm$ 11.40	145.95 $\pm$ 12.70	200.54 $\pm$ 10.25	193.17 $\pm$ 11.80	180.21 $\pm$ 13.25
Güneş	71.80 $\pm$ 5.66	85.48 $\pm$ 6.25	95.48 $\pm$ 7.93	118.84 $\pm$ 6.88	95.17 $\pm$ 6.52
Mikrodalga	80.72 $\pm$ 6.89	89.92 $\pm$ 7.24	109.98 $\pm$ 6.52	124.13 $\pm$ 7.66	102.25 $\pm$ 7.63



Şekil 3.2. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki E vitamini miktarları

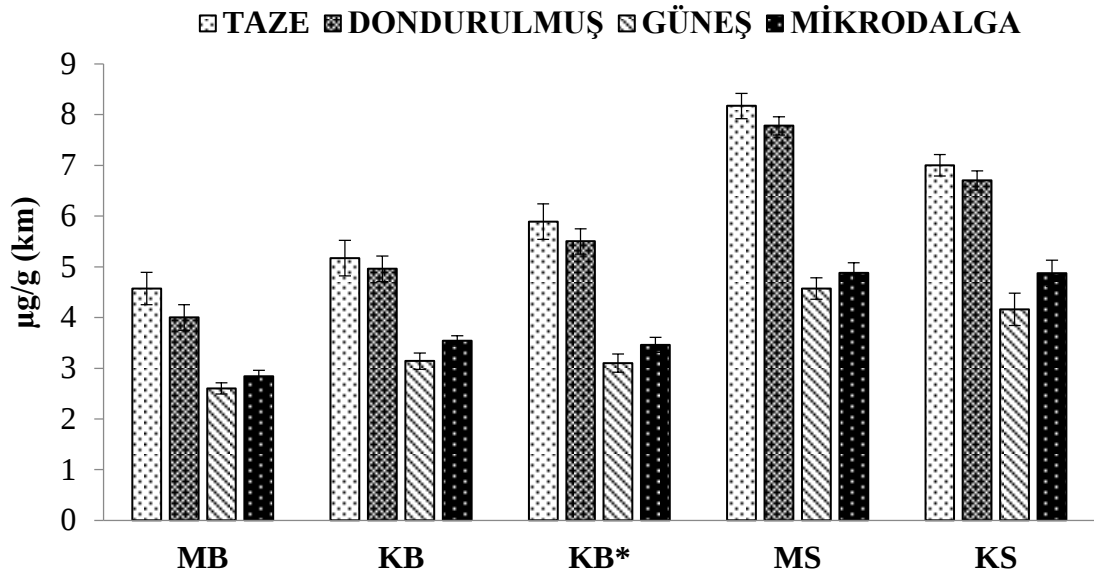
Tablo ve Şekil 3.2’ de görüldüğü gibi en yüksek E vitamini miktarı taze meyvelerde gözlenirken, en az vitamin kaybı dondurulmuş örneklerde, en fazla vitamin kaybı ise güneşte kurutulan örneklerde gerçekleşmiştir.

Hambeles meyve çeşitlerindeki β -karoten miktarları Tablo 3.3 ve Şekil 3.3’ de verilmiştir.

Hambeles meyvelerindeki en yüksek β -karoten miktarı MS grubu örneklerinde gözlenirken, en düşük MB grubu örneklerinde bulunmuştur. En az β -karoten miktarı güneşte kurutulmuş örneklerde gözlenmiştir (Tablo 3.3 ve Şekil 3.3).

Tablo 3.3. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki β -karoten miktarları ($\mu\text{g/g km}$)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	4.57 $\pm$ 0.32	5.17 $\pm$ 0.35	5.89 $\pm$ 0.35	8.17 $\pm$ 0.25	7.00 $\pm$ 0.21
Dondurulmuş	4.00 $\pm$ 0.25	4.96 $\pm$ 0.25	5.50 $\pm$ 0.25	7.78 $\pm$ 0.18	6.70 $\pm$ 0.19
Güneş	2.60 $\pm$ 0.11	3.14 $\pm$ 0.16	3.10 $\pm$ 0.18	4.57 $\pm$ 0.21	4.16 $\pm$ 0.32
Mikrodalga	2.84 $\pm$ 0.12	3.54 $\pm$ 0.10	3.46 $\pm$ 0.15	4.88 $\pm$ 0.20	4.87 $\pm$ 0.26

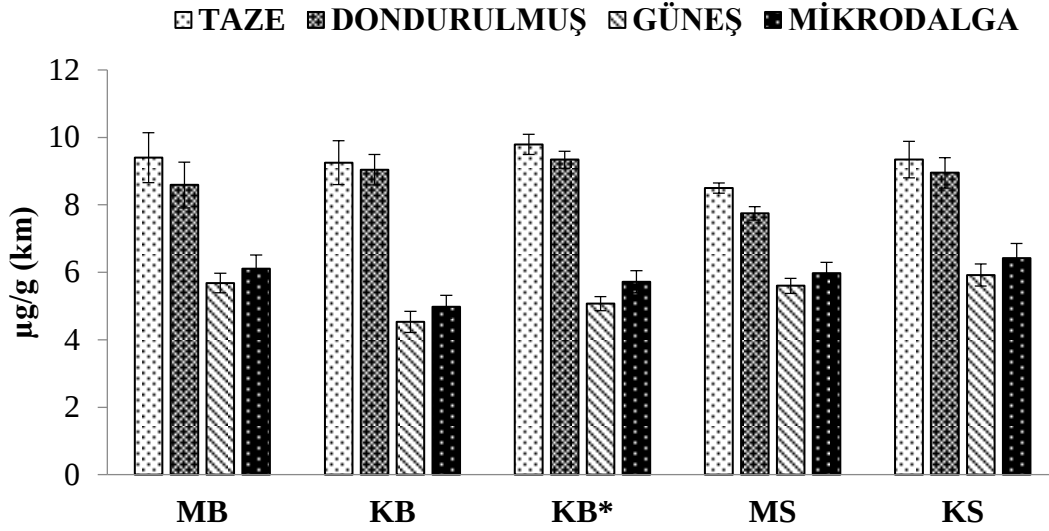


Şekil 3.3. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki β -karoten miktarları

Hambeles meyve çeşitlerindeki likopen miktarları Tablo 3.4 ve Şekil 3.4’de verilmiştir.

Tablo 3.4. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki likopen miktarları ($\mu\text{g/g km}$)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	9.40 $\pm$ 0.74	9.25 $\pm$ 0.65	9.79 $\pm$ 0.30	8.50 $\pm$ 0.15	9.34 $\pm$ 0.54
Dondurulmuş	8.59 $\pm$ 0.68	9.04 $\pm$ 0.45	9.34 $\pm$ 0.25	7.75 $\pm$ 0.20	8.95 $\pm$ 0.45
Güneş	5.68 $\pm$ 0.29	4.53 $\pm$ 0.31	5.07 $\pm$ 0.21	5.60 $\pm$ 0.22	5.92 $\pm$ 0.33
Mikrodalga	6.11 $\pm$ 0.40	4.98 $\pm$ 0.34	5.72 $\pm$ 0.33	5.97 $\pm$ 0.33	6.42 $\pm$ 0.44



Şekil 3.4. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki likopen miktarları

Tablo 3.4 ve Şekil 3.4’de görüldüğü gibi taze hambeles meyvelerindeki en düşük likopen miktarı MS grubunda gözlenirken, diğer grupların likopen içerikleri istatistiksel açıdan farklıdır ($p>0.05$). En düşük likopen içeriği ise güneşte kurutulmuş KB grubunda gözlenmiştir.

Elde edilen bulgulardan yağda çözünen (A, E vitamini, β -karoten ve likopen) parametrelerin miktarları en fazla taze örneklerde iken, dondurulmuş örneklerde kısmen azalma olmasına rağmen bu azalma istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0.05$).

Güneşte ve mikrodalga ile kurutma işlemlerinde ise yağda çözünen parametreler arasında istatistiksel bir fark olmamasına rağmen ($p>0.05$), taze ve dondurulmuş örneklerle kıyaslandığında yağda çözünen maddelerin miktarlarında azalmalar istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

Siyah renkli hambeles örnekleri A, E vitamini ve β -karoten miktarları açısından beyaz renkli hambeles örneklerine göre daha zengindir.

Karataş ve Çöteli (2016) tarafından kırmızı ve koyu kırmızı meyvelerde yapılan çalışmada greyfurtadaki A vitamini 1.64 ± 0.14 $\mu\text{g/g}$, gilaburudaki E vitamini 8.10 ± 1.04 $\mu\text{g/g}$, böğürtlendeki β -karoten 71.14 ± 6.28 $\mu\text{g/g}$ ve likopen miktarları 52.19 ± 5.84 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlemişlerdir.

Hambeles meyvesinde elde edilen bulgular A vitamini bakımından greyfurttan ve E vitamini bakımından gilaburu meyvesinden daha zengin iken, β -karoten ve likopen bakımından ise böğürtlene göre fakir olduğu söylenebilir (Tablo 3.1-3.11).

Karataş (2014)’ de yaptığı bir çalışmada taze kayısı meyvelerinde likopen 189.2-780.8 $\mu\text{g/g}$, β -karoten 964-2324.8 $\mu\text{g/g}$, A vitamini 0.85- 3.28 $\mu\text{g/g}$, E vitamini 74.72-144.76 $\mu\text{g/g}$ aralıklarında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Ayrıca kurutma işlemleri sonucunda likopen, β -karoten, A ve E vitamini miktarlarında azalma olduğunu belirlemiştir.

Hambeles meyvelerinin likopen, β -karoten ve A vitamini içeriği bakımından kayısıya oranla fakir, ancak E vitamini bakımından kayısıdan oldukça zengin olduğu söylenebilir. Ayrıca kayısı meyvesinde olduğu gibi Hambeles meyvesi de kurutma işlemleri sonucu vitamin kaybına uğramıştır.

A vitaminin kolaylıkla okside olabilen ayrıca ultraviyole ışınları ile molekül yapısı değişebilen ve yüksek sıcaklıklarda bozulan organik bir moleküldür (İnan,2001; Combs, 1998; Chatzimichalakis, 2004).

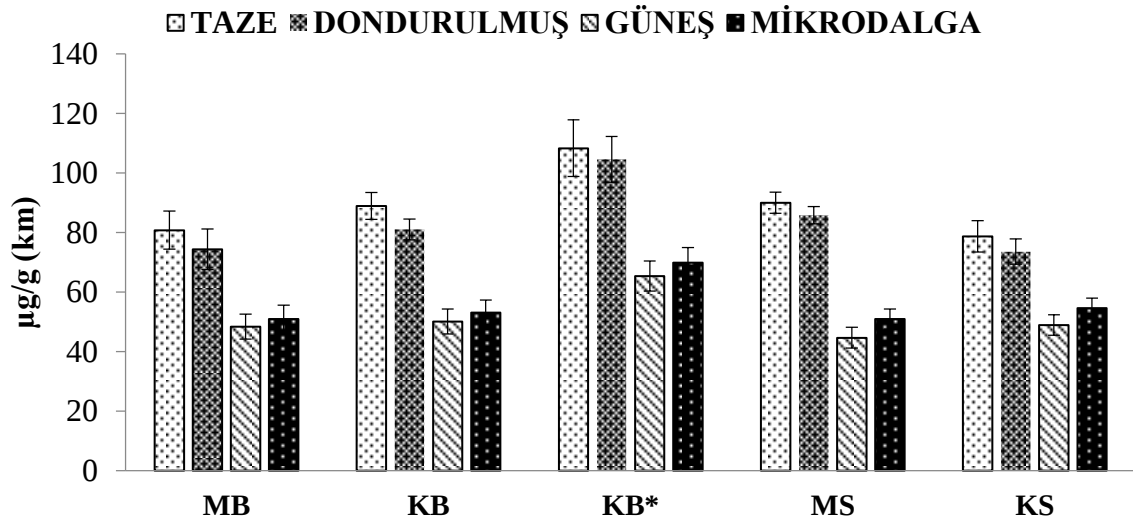
E vitamini ise oksijen, ışık ve sıcaklığa karşı kararlılık göstermemektedir (Cemeroğlu, 2009). Karotenoidler sınıfında yer alan β -karoten ve likopen miktarı meyvelerde gün ışığı, toprak, hasat, olgunluk, çeşit gibi kriterlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Uzelac vd., 2005). Ayrıca kurutma, ısıtma ve depolama gibi işlemler esnasında likopen ya izomerize ya da okside olarak etkinliğini kaybetmektedir (İzgi, 2012). Tüm bu literatür bilgileri A, E vitamini, β -karoten ve likopen miktarlarının güneşte ve mikrodalgada kurutulmasındaki vitamin kayıplarının nedeni olarak gösterilebilir. Örneğin; en yüksek A vitamini içeriğine sahip olan KS grubu meyvesinin taze (2.15 $\mu\text{g/g km}$), dondurulmuşta (1.92 $\mu\text{g/g km}$), güneşte kurutmada (1.10 $\mu\text{g/g km}$), mikrodalgada kurutmada (1.18 $\mu\text{g/g km}$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.1). En yüksek E vitamini içeriğine sahip olan KB* grubu meyvesinin taze (206.57 $\mu\text{g/g km}$), dondurulmuşta (200.54 $\mu\text{g/g km}$), güneşte kurutmada (95.48 $\mu\text{g/g km}$), mikrodalgada kurutmada (109.98 $\mu\text{g/g km}$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.4). Çalışmada A ve E vitaminine benzer olarak β -karoten ve likopen miktarları da taze > dondurulmuş > mikrodalgada kurutulmuş > güneşte kurutulmuş şeklinde sıralanabilir.

3.2. Hambeles Meyvelerindeki B ve C Vitaminleri Miktarları

Hambeles meyve çeşitlerindeki tiamin (B_1 vitamini) miktarları Tablo 3.5 ve Şekil 3.5’de verilmiştir. Taze hambeles meyvelerindeki tiamin miktarı açısından KB* grubu en zengin (108.32 $\pm$ 9.50 $\mu\text{g/g km}$) iken, KS grubu en fakirdir (78.72 $\pm$ 5.25 $\mu\text{g/g km}$). Taze hambeles örneklerindeki tiamin miktarları ile dondurulmuş örnekler arasında anlamlı fark bulunmaz iken, güneşte ve mikrodalgada kurutulmuş örneklerdeki tiamin miktarlarındaki azalmalar istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). En yüksek tiamin kaybı güneşte kurutulan örneklerde gözlenmiştir (Tablo 3.5 ve Şekil 3.5).

Tablo 3.5. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki tiamin miktarları ($\mu\text{g/g km}$)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	80.76 $\pm$ 6.40	88.95 $\pm$ 4.50	108.32 $\pm$ 9.50	90.00 $\pm$ 3.50	78.72 $\pm$ 5.25
Dondurulmuş	74.37 $\pm$ 6.80	81.06 $\pm$ 3.50	104.60 $\pm$ 7.70	85.80 $\pm$ 2.95	73.59 $\pm$ 4.28
Güneş	48.38 $\pm$ 4.20	50.10 $\pm$ 4.22	65.40 $\pm$ 5.04	44.66 $\pm$ 3.51	48.91 $\pm$ 3.40
Mikrodalga	51.00 $\pm$ 4.54	53.10 $\pm$ 4.20	69.93 $\pm$ 5.06	50.91 $\pm$ 3.41	54.59 $\pm$ 3.33

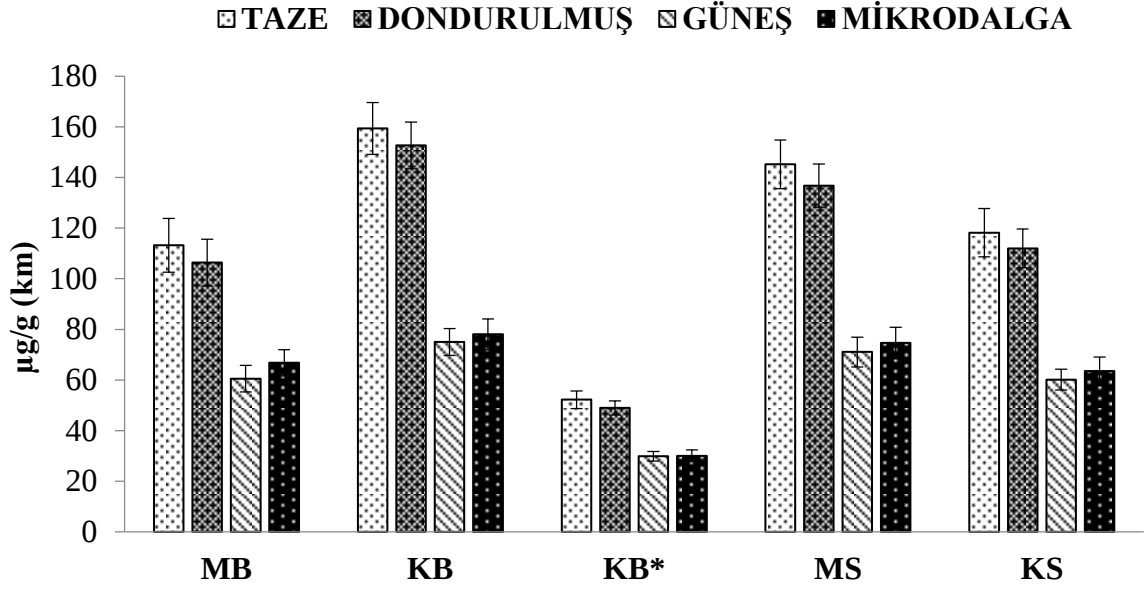


Şekil 3.5. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki tiamin miktarları

Hambeles meyve çeşitlerindeki Riboflavin (B_2 vitamini) miktarları Tablo 3.6 ve Şekil 3.6’da verilmiştir.

Tablo 3.6. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki riboflavin miktarları ($\mu\text{g/g km}$)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	113.19 $\pm$ 10.60	159.40 $\pm$ 10.25	52.20 $\pm$ 3.50	145.18 $\pm$ 9.60	118.20 $\pm$ 9.55
Dondurulmuş	106.35 $\pm$ 9.20	152.70 $\pm$ 9.25	49.00 $\pm$ 2.75	136.78 $\pm$ 8.50	112.00 $\pm$ 7.60
Güneş	60.53 $\pm$ 5.21	75.07 $\pm$ 5.31	29.89 $\pm$ 1.94	71.04 $\pm$ 5.92	60.14 $\pm$ 4.12
Mikrodalga	66.80 $\pm$ 5.21	78.07 $\pm$ 6.11	30.05 $\pm$ 2.36	74.64 $\pm$ 6.18	63.48 $\pm$ 5.64



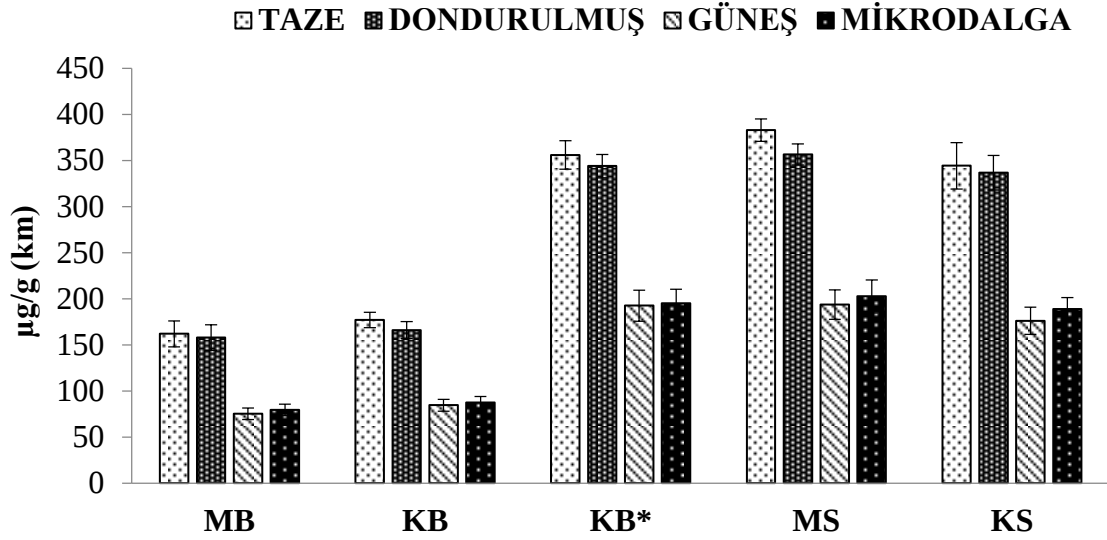
Şekil 3.6. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki riboflavin miktarları

En yüksek B₂ vitamini miktarı KB (Kadirli Beyaz) hambeles grubunda bulunurken en düşük B₂ vitamini KB* (Aşısız Kadirli beyaz) hambeles grubunda bulunmuştur (Tablo 3.6 ve Şekil 3.6). B₂ vitamini açısından mikrodalga ile kurutma işlemindeki vitamin kaybı güneşte kurutma işlemine göre daha azdır.

Hambeles meyve çeşitlerindeki nikotin amid (B₃ vitamini) miktarları Tablo 3.7 ve Şekil 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3.7. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki nikotin amid miktarları (µg/g km)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	161.97±14.00	177.09±8.45	356.00±15.50	383.10±12.15	344.27±25.25
Dondurulmuş	157.92±13.80	166.00±9.25	344.00±12.75	356.70±11.50	336.81±18.75
Güneş	75.41±6.28	84.63±6.44	192.56±1.82	193.80±15.91	176.16±14.78
Mikrodalga	79.47±6.41	87.63±6.40	195.04±15.35	202.61±17.75	188.71±12.53



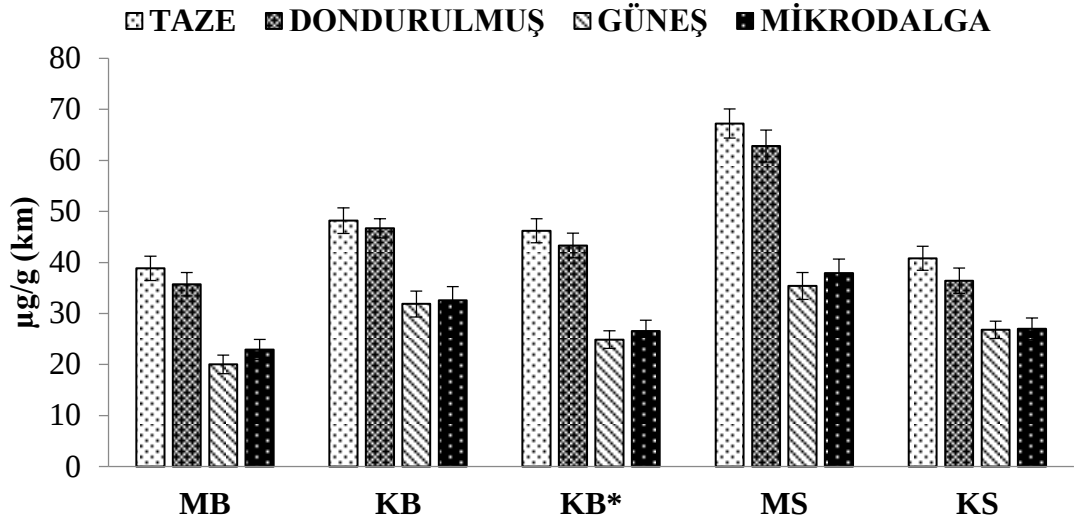
Şekil 3.7. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki nikotin amid miktarları

Nikotin amid (B_3 vitamini) açısından en yüksek vitamin içeriği MS (Mersin siyah) hambeles meyveleri iken, en düşük MB (Mersin beyaz) grubu hambeles örneklerinde gözlenmiştir (Tablo 3.7 ve Şekil 3.7). Bütün grupların taze ve dondurulmuş hambeles örneklerindeki B_3 vitamini miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0.05$). Aşısız gruplardaki B_3 vitamini miktarları aşılı gruplardan (MB ve KB) daha yüksektir ($p<0.005$). Ayrıca güneşte ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles örneklerindeki B_3 vitamin miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0.05$).

Hambeles meyve çeşitlerindeki pridoksin (B_6 vitamini) miktarları Tablo 3.8 ve Şekil 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki pridoksin miktarları ($\mu\text{g/g km}$)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	38.85±2.40	48.17±2.50	46.20±2.35	67.20±2.85	40.80±2.35
Dondurulmuş	35.73±2.30	46.67±1.90	43.32±2.40	62.79±3.15	36.42±2.50
Güneş	20.02±1.83	31.86±2.55	24.87±1.72	35.38±2.64	26.82±1.69
Mikrodalga	22.94±1.98	32.56±2.68	26.53±2.15	37.89±2.74	27.00±2.13



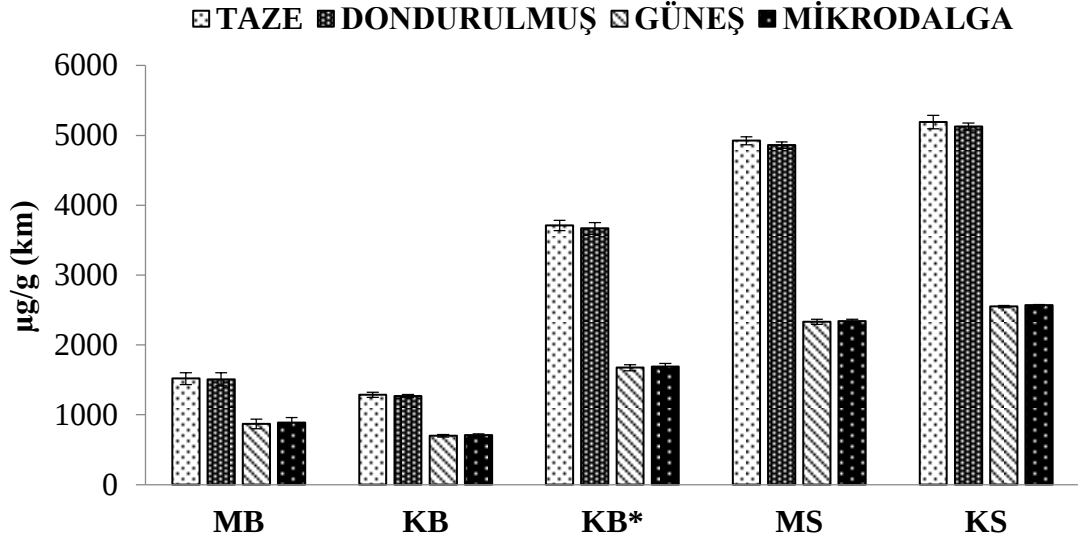
Şekil 3.8. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki pridoksin miktarları

En yüksek B₆ vitamin miktarı MS grubunda gözlenirken, en düşük miktar ise MB grubunda bulunmuştur. Taze ve dondurulmuş hambeles örneklerindeki pridoksin miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız ($p>0.05$) iken, taze ile güneşte ve mikrodalga ile kurutma işlemlerinden sonra bulunan B₆ vitamini miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.005$). Güneşte ve mikrodalgada kurutulan hambeles örneklerindeki pridoksin miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0.05$) (Tablo 3.8 ve Şekil 3.8).

Hambeles meyve çeşitlerindeki folik asit (B₉ vitamini) miktarları Tablo 3.9 ve Şekil 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3.9. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki folik asit miktarları (µg/g km)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	1518 ±85.00	1287±35.50	3710±75.30	4923±58.50	5190±95.45
Dondurulmuş	1508 ±92.00	1269±25.50	3667±86.60	4862±45.25	5125±50.45
Güneş	869±68.80	700±18.20	1674±42.50	2331±38.50	2550±15.50
Mikrodalga	888±70.20	710±17.50	1688±45.30	2340±25.50	2568±12.25



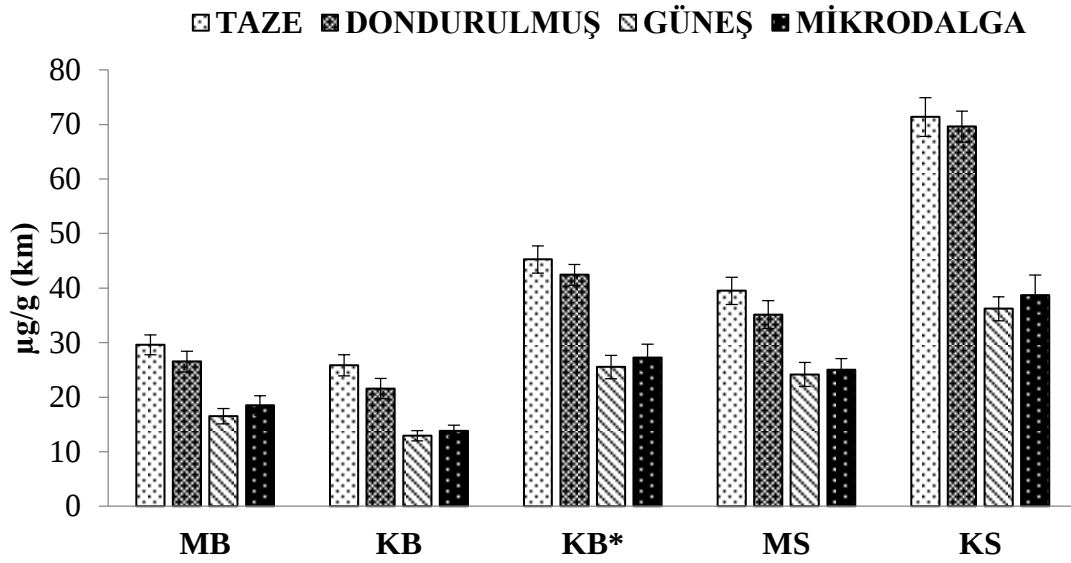
Şekil 3.9. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki folik asit miktarları

En yüksek folik asit (B_9 vitamini) miktarı KS grubundaki hambeles örneklerinde bulunur iken, en düşük miktar ise KB grubunda gözlenmiştir. Aşısız gruplarda (MS, KS ve KB*) bulunan folik asit miktarı aşısız gruplardan (MB ve KB) daha yüksektir. Taze ve dondurulmuş örneklerdeki folik asit miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız ($p>0.05$) iken, taze ile kurutulmuş örnekler arasındaki fark anlamlıdır ($p<0.005$). Kurutulmuş örneklerdeki B_9 vitamini kaybı yaklaşık %50 civarındadır (Tablo 3.9 ve Şekil 3.9).

Hambeles meyve çeşitlerindeki siyanokobalamin (B_{12} vitamini) miktarları Tablo 3.10 ve Şekil 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki siyanokobalamin miktarları ($\mu\text{g/g km}$)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	29.60 $\pm$ 1.80	25.85 $\pm$ 1.95	45.26 $\pm$ 2.50	39.50 $\pm$ 2.50	71.39 $\pm$ 3.55
Dondurulmuş	26.54 $\pm$ 1.90	21.59 $\pm$ 1.85	42.44 $\pm$ 1.90	35.15 $\pm$ 2.55	69.61 $\pm$ 2.85
Güneş	16.50 $\pm$ 1.41	12.91 $\pm$ 0.94	25.53 $\pm$ 2.12	24.17 $\pm$ 2.18	36.21 $\pm$ 2.21
Mikrodalga	18.50 $\pm$ 1.80	13.80 $\pm$ 1.10	27.28 $\pm$ 2.44	25.04 $\pm$ 2.04	38.69 $\pm$ 3.70



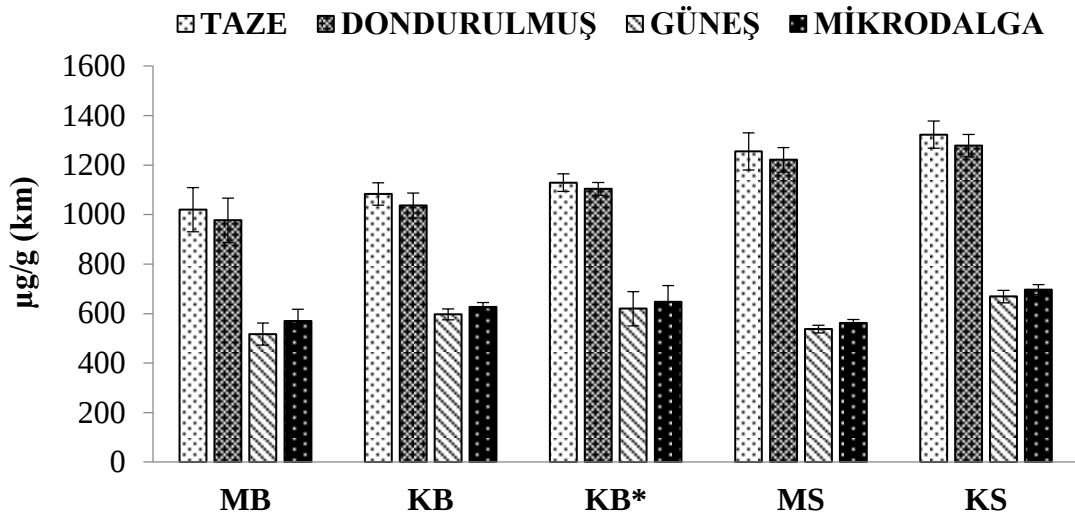
Şekil 3.10. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki siyanokobalamin miktarları

En yüksek siyanokobalamin (B₁₂ vitamini) miktarı KS grubunda gözlenir iken, en düşük vitamin miktarı ise KB grubunda gözlenmiştir. Hambeles örneklerindeki en az B₁₂ vitamin kaybı dondurularak saklama işleminde gözlenir iken, en fazla vitamin kaybı ise güneşte kurutulma işlemlerinde gözlenmiştir. Yukarıda folik asit miktarlarında belirtildiği gibi burada da aşısız hambeles örneklerindeki B₁₂ vitamini miktarı aşılı hambeleslerden daha yüksektir (Tablo 3.10 ve Şekil 3.10).

Hambeles meyve çeşitlerindeki askorbik asit (C vitamini) miktarları Tablo 3.11 ve Şekil 3.11’de verilmiştir.

Tablo 3.11. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki askorbik asit miktarları (µg/g km)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	1020±89.00	1083±45.50	1129±35.50	1255±75.30	1323±55.25
Dondurulmuş	977±90.00	1037±50.45	1104±25.70	1221±50.20	1278±45.30
Güneş	517±45.00	597±22.40	620± 69.47	537±15.40	669±25.25
Mikrodalga	569±48.00	627±17.50	648± 65.13	562±14.50	697±20.20



Şekil 3.11. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki askorbik asit miktarları

KS grubundaki hambeles örnekleri askorbik asit miktarı açısından en zengin iken, MB grubunun ise askorbik asit yönünden diğer gruplara göre daha fakir olduğu gözlenmiştir. Kurutma işlemleri sonucu C vitamini kaybı oldukça yüksektir. Güneşte ve mikrodalga ile kurutulmuş örneklerdeki C vitamini farkı istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0.05$) (Tablo 3.11 ve Şekil 3.11).

Elde edilen bulgulardan suda çözünen vitaminlerin miktarları en fazla taze örneklerde iken, dondurulmuş örneklerde azalma olmasına rağmen bu azalma istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0.05$).

Güneşte ve mikrodalga ile kurutma işlemlerinde suda çözünen vitaminler arasında istatistiksel bir fark olmamasına rağmen ($p>0.05$), taze ve dondurulmuş örneklerle kıyaslandığında ise suda çözünen vitaminlerin miktarlarındaki azalmalar istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Aşısız hambeles örnekleri B₃, B₉, B₁₂ ve C vitaminleri açısından aşılı hambeles örneklerine göre daha zengindir.

Onivogui ve arkadaşları (2014), tarafından yapılan çalışmada Maymun elmasında (*Anisophyllea laurina R. Br*, Sabine) C vitamini, tiamin, riboflavin, piridoksin, nikotinamid ve siyanokobalamin miktarlarının sırasıyla 68.3, 0.2, 3.5, 100.3, 0.1 ve 0.2 µg/g olduğunu bildirmişlerdir. Bazı meyve ve sebzelerde (havuç, brinjal, bamyas, ıspanak, muz ve guava) tiamin, riboflavin, niasin, piridoksin ve folik asit miktarlarının sırasıyla 0.2-1.8, 0.16-2.0, 0.1-1.0, 0.6-2.8 ve 0.16-1.9 µg/g arasında olduğu bulunmuştur (İsmail vd., 2013).

Tatlı kirazda C vitamini, niasin, pantotenik asit, E vitamini ve beta-karoten miktarları 70.0, 2.0, 2.0, 1.0 ve 0.38 µg/g, vişnedeki bu değerlerin ise sırasıyla 100.0, 4.0, 1.0, 1.0, 7.70 µg/g olduğu rapor edilmektedir (Ferretti vd., 2010). Bu sonuçlara göre, hambeles meyvelerindeki

(Tablo 3.1-3.11) suda ve yağda çözünen vitaminlerin yukarıda verilen literatür değerlerinden daha yüksek olduğu söylenebilir.

Yaşa (2016)'da yaptığı bir çalışmada Denizli ve Kütahya'dan temin ettiği hünnap meyvesini taze, güneşte ve kontrollü şartlarda tepsili kurutma fırınında kurutarak suda çözünen vitamin değerlerini incelemiştir. Taze meyvelerde C vitamini 71.2 mg/100g, B₁ vitamini 0.018 mg/100g, B₂ vitamini 0.036 mg/100g, B₃ vitamini 0.82 mg/100g, B₆ vitamini 0.076 mg/100g olarak rapor etmiştir. Ayrıca güneşte kurutma ve 50, 60, 70°C' de tepsili kurutma fırınında kurutulması sonucu meyvenin vitamin miktarlarında azalma olduğunu bildirmiştir.

Baysar ve Karataş (2018)'de yapmış oldukları çalışmada farklı kayısı çeşitlerinde suda çözünen vitamin miktarlarını, B₁ vitamini 0.49±0.08-1.02±0.13 µg/g, B₂ vitamini 1.56±0.14-4.48±0.46 µg/g, B₃ vitamini 16.10±2.46-5.40±0.52 µg/g, B₆ vitamini 23.85±2.90-7.86±0.58 µg/g ve B₉ vitaminini 8.84±0.86-3.04±0.29 µg/g aralıklarında belirlemişlerdir.

Hambeles meyvesinin hünnap meyvesine benzer şekilde kurutma işlemleri sonucunda suda çözünen vitamin miktarlarında azalma olduğu belirlenmiştir. Ayrıca en az azalmanın dondurulmuş meyvelerde, en çok vitamin kaybının ise güneş ve mikrodalgada kurutmada meydana geldiği tespit edilmiştir. Hambeles meyvelerindeki suda çözünen vitamin miktarlarının kayısidan yüksek olduğu söylenebilir.

Riboflavinin güneş ışığına karşı oldukça duyarlı olup çabuk parçalanmasının yanı sıra ısıya karşıda dayanıklı bir vitamin olduğu bilinmektedir (Combs, 1998; Depeint vd., 2006). Nikotin amid suda çözünen vitaminler arasında en stabil olan vitamin olarak bilinmektedir. Ayrıca literatür çalışmalarında pek çok gıda maddesinin çeşitli proses koşullarında işlenmesi ile nikotin amid içeriğinde çok büyük bir değişiklik olmadığı belirtilmiştir (Ball, 1994; Eitenmiller ve Landen, 1995; Leskova vd., 2006). C vitamini ısı ve ışıktan etkilenmekte ve beklemekle kolayca oksitlenip etkinliğini kaybetmektedir (Combs, 1998).

Tüm bu bilgiler suda çözünen vitaminlerin ısı ve ışıktan etkilenerek güneşte ve mikrodalga kurutma işlemleri sonucunda miktarlarında azalma olmasının mümkün olduğunun göstergesidir. Örneğin; en yüksek tiamin içeriğine sahip olan KB* grubu hambeles meyvesinin taze (108.32 µg/g kuru ağırlık), dondurulmuş (104.60 µg/g km), güneşte kurutmada (65.40 µg/g km) ve mikrodalga ile kurutmada (69.93 µg/g km) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.5). En yüksek C vitamini içeriğine sahip olan KS grubu hambeles meyvesinin tazedede (1323 µg/g km), dondurulmuşta (1278 µg/g km), güneşte kurutulmuşta (669 µg/g km) ve mikrodalgada kurutmada (697 µg/g km) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.11). Çalışmamızda tiamin ve C vitaminine benzer şekilde riboflavin, pridoksin, nikotin amid, folik asit ve siyanokobalamin miktarları da taze > dondurulmuş > mikrodalga > güneş şeklinde sıralanabilir.

Hambeles meyveleri yağda çözünen vitaminlere kıyasla suda çözünen vitaminler bakımından oldukça zengindir. Hambeles meyvelerinde en yüksek vitamin miktarı olarak

sırasıyla folik asit ve askorbik asit gelmektedir. Askorbik asit ise H_2O_2 , ClO^- , O_2 , OH^- ve RO_2^- radikalleri ile kolayca reaksiyona girerek bu radikallerin temizlenmesinde rol oynamaktadır (Murray vd., 1993; Özel ve Birdane, 2014).

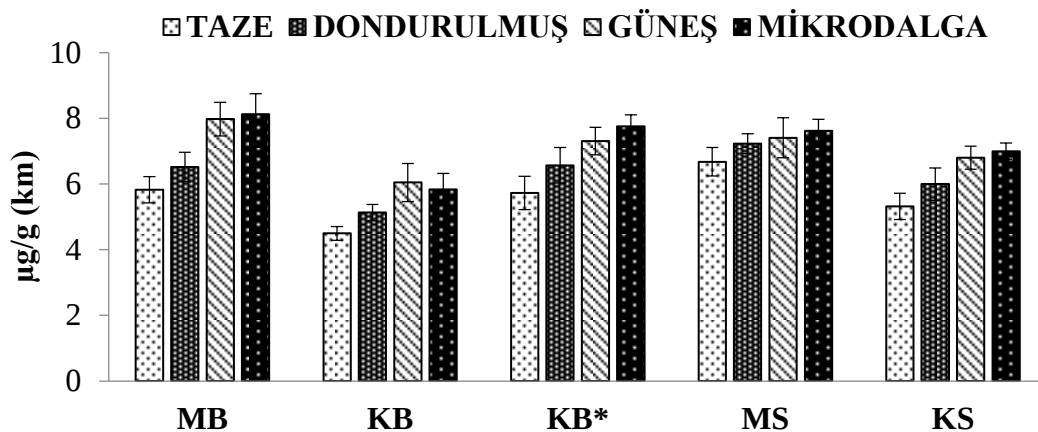
3.3. Hambeles Meyvelerindeki MDA, Grelin ile Redükte ve Okside (GSH ve GSSG) Glutatyon Miktarları

Serbest radikallerin oluşturduğu lipid peroksidasyonu sonucu oluşan malondialdehit (MDA) metabolizmadaki oksidatif stresin göstergesi olarak kullanılmaktadır.

Hambeles meyve çeşitlerindeki malondialdehit (MDA) miktarları Tablo 3.12 ve Şekil 3.12’de verilmiştir. En düşük MDA miktarı taze meyvelerde gözlenirken, en yüksek MDA miktarı ise genel olarak mikrodalga ile kurutulmuş hambeles meyvelerinde gözlenmiştir. Taze hambeles örneklerindeki en düşük MDA miktarı KB grubunda gözlenirken, en yüksek MDA miktarı ise MS grubunda gözlenmiştir (Tablo 3.12 ve Şekil 3.12).

Tablo 3.12. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki MDA miktarları ($\mu g/g$ km)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	5.83 ± 0.40	4.50 ± 0.21	5.73 ± 0.51	6.68 ± 0.43	5.32 ± 0.40
Dondurulmuş	6.52 ± 0.45	5.13 ± 0.25	6.57 ± 0.54	7.23 ± 0.30	6.00 ± 0.49
Güneş	7.98 ± 0.51	6.05 ± 0.58	7.31 ± 0.42	7.41 ± 0.61	6.80 ± 0.35
Mikrodalga	8.13 ± 0.62	5.84 ± 0.48	7.76 ± 0.35	7.62 ± 0.35	7.00 ± 0.25

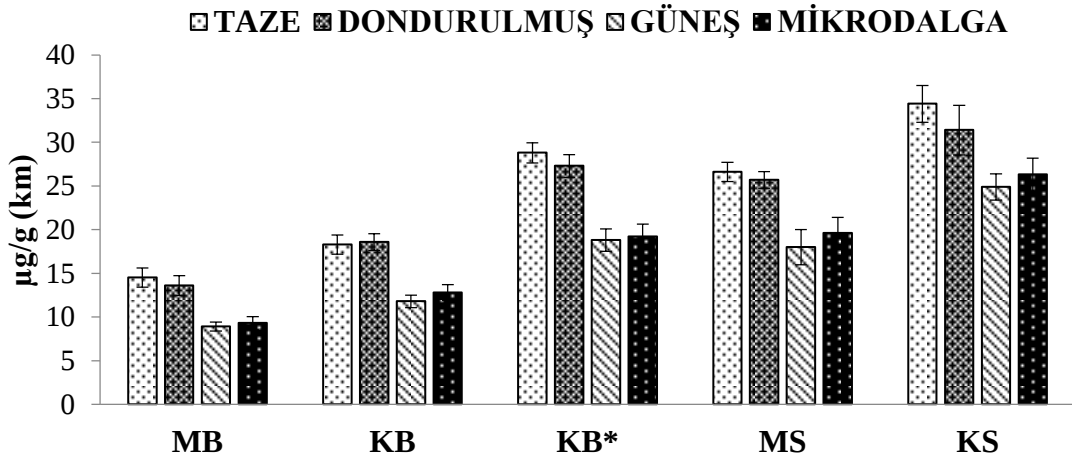


Şekil 3.12. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki MDA miktarları

Büyüme hormonu salgılanmasını etkileyen, yeme davranışı ve vücut ağırlığının ayarlanmasında rolü olan grelinin hambeles meyve çeşitlerindeki miktarları Tablo 3.13 ve Şekil 3.13’de verilmiştir.

Tablo 3.13. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki grelin miktarları ($\mu\text{g/g km}$)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	14.50 $\pm$ 1.10	18.30 $\pm$ 1.10	28.80 $\pm$ 1.15	26.60 $\pm$ 1.10	34.40 $\pm$ 2.11
Dondurulmuş	13.60 $\pm$ 1.12	18.60 $\pm$ 0.95	27.30 $\pm$ 1.30	25.70 $\pm$ 0.95	31.40 $\pm$ 2.85
Güneş	8.90 $\pm$ 0.51	11.80 $\pm$ 0.71	18.80 $\pm$ 1.28	18.00 $\pm$ 2.00	24.90 $\pm$ 1.50
Mikrodalga	9.30 $\pm$ 0.75	12.80 $\pm$ 0.90	19.20 $\pm$ 1.45	19.60 $\pm$ 1.80	26.30 $\pm$ 1.90



Şekil 3.13. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki grelin miktarları

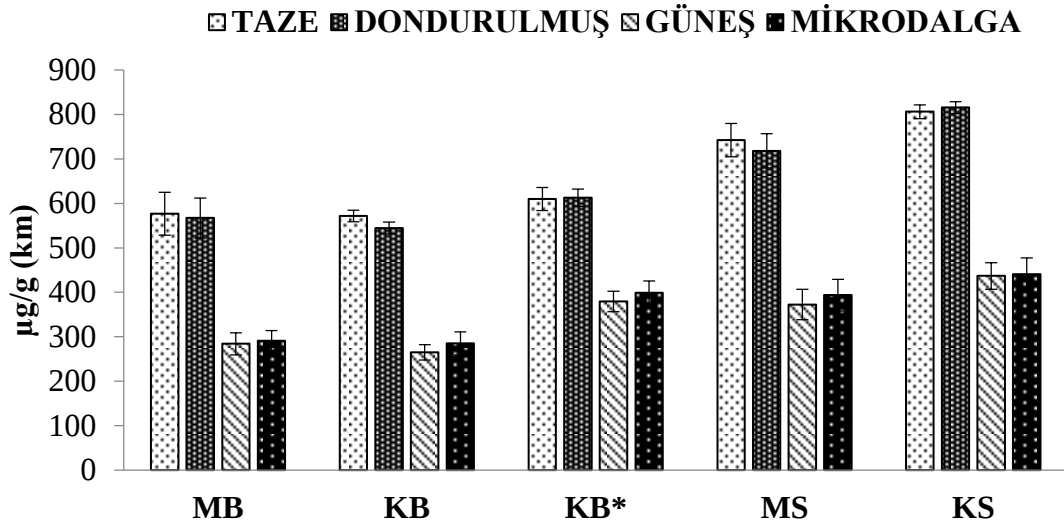
En yüksek grelin miktarı KS grubu hambeles meyvelerinde gözlenir iken, en düşük grelin miktarı MB hambeles grubunda gözlenmiştir. Aşısız hambeles gruplarındaki (KB*, MS ve KS) grelin miktarları aşılı hambeles gruplarından (MB ve KB) daha yüksek bulunmuştur. Taze hambeles meyve örneklerine uygulanan dondurma işlemi sonucu grelin miktarlarındaki değişim istatistiksel olarak anlamsız ($p>0.05$) iken, kurutma işlemleri sonucu grelin miktarlarındaki azalma anlamlıdır ($p<0.005$) (Tablo 3.13 ve Şekil 3.13).

Glutasyon (γ -glutamilsistein glisin), yapısında tiyol grubu bulunduran, düşük molekül ağırlığına sahip bir tripeptiddir (Nelson ve Cox, 2000; Shibata vd., 2003). Antioksidan özelliğinin yanı sıra, DNA ve protein sentezleri, enzim aktivitelerinin düzenlenmesi gibi fonksiyonları da bulunmaktadır (Meister ve Anderson, 1983; Deneke ve Fanburg, 1989).

Taze ve işlem görmüş hambeles meyve gruplarındaki GSH miktarları Tablo 3.14 ve Şekil 3.14’de verilmiştir.

Tablo 3.14. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki GSH miktarları ($\mu\text{g/g km}$)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	577 $\pm$ 48.00	572 $\pm$ 12.90	610 $\pm$ 25.80	742 $\pm$ 37.50	806 $\pm$ 15.28
Dondurulmuş	567 $\pm$ 45.00	545 $\pm$ 13.50	613 $\pm$ 19.50	718 $\pm$ 38.25	816 $\pm$ 13.30
Güneş	284 $\pm$ 24.90	265 $\pm$ 17.09	379 $\pm$ 23.00	373 $\pm$ 34.25	437 $\pm$ 29.85
Mikrodalga	291 $\pm$ 22.70	285 $\pm$ 26.10	399 $\pm$ 27.02	394 $\pm$ 35.85	440 $\pm$ 36.88



Şekil 3.14. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki GSH miktarları

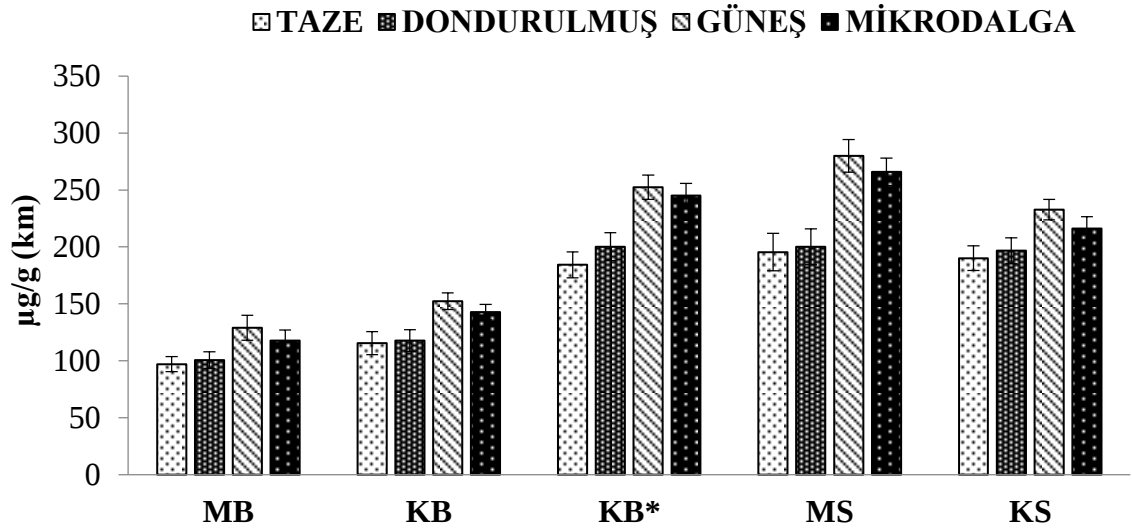
Tablo 3.14 ve Şekil 3.14’den görüldüğü gibi en yüksek GSH miktarı KS grubu hambeleslerde, en düşük GSH miktarı ise KB grubunda bulunmuştur. Siyah renkli hambeles meyvelerdeki GSH miktarlarının beyazlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Taze hambeles meyve örneklerine uygulanan dondurma işlemi sonucu GSH miktarlarındaki değişim istatistiksel olarak anlamsız ($p>0.05$) iken, kurutma işlemleri (güneşte ve mikrodalgada) sonucu GSH miktarlarındaki azalma istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.005$). En yüksek GSH kaybı güneşte kurutma işleminde gözlenmiştir.

Taze ve işlem görmüş hambeles meyve gruplarındaki GSSG miktarları Tablo 3.15 ve Şekil 3.15’de verilmiştir.

Aşısız hambeles gruplarında belirlenen GSSG miktarı, aşılı hambeles gruplarındaki GSSG miktarlarından daha yüksektir. Kurutma işlemi uygulanmış hambeles örneklerindeki GSSG miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenmiştir ($p<0.005$) (Tablo 3.15 ve Şekil 3.15).

Tablo 3.15. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki GSSG miktarları ($\mu\text{g/g km}$)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	97.07 $\pm$ 6.50	115.50 $\pm$ 10.10	184.24 $\pm$ 11.40	195.42 $\pm$ 16.40	190.10 $\pm$ 10.84
Dondurulmuş	100.58 $\pm$ 7.40	117.73 $\pm$ 9.48	200.17 $\pm$ 12.23	200.05 $\pm$ 15.80	196.70 $\pm$ 11.40
Güneş	129.00 $\pm$ 11.00	152.30 $\pm$ 7.25	252.30 $\pm$ 10.70	280.00 $\pm$ 14.25	232.70 $\pm$ 9.10
Mikrodalga	117.80 $\pm$ 9.10	142.64 $\pm$ 6.75	245.10 $\pm$ 10.80	265.90 $\pm$ 12.20	216.20 $\pm$ 10.20



Şekil 3.15. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki GSSG miktarları

Glutatyonun redoks düzeyi, indirgenmiş ve oksitlenmiş düzeylerinin oranına (GSH/GSSG) bağlı olup, oksidatif stresin artışı GSH düzeyinde azalmaya, GSSG düzeyinde ise artışa neden olabilir.

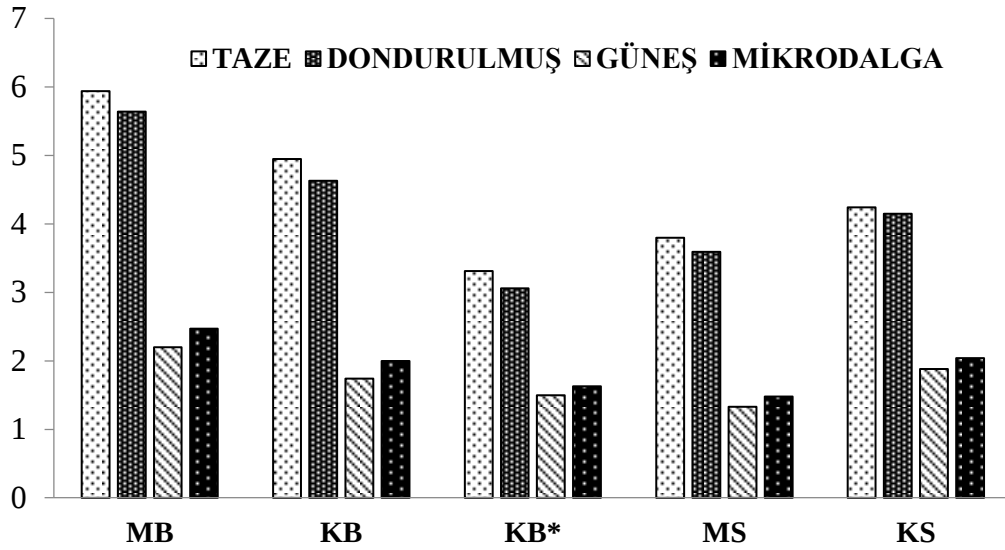
Hambeles meyve çeşitlerindeki stres göstergesi olarak kullanılan GSH/GSSG oranları Tablo 3.16 ve Şekil 3.16'da verilmiştir.

En yüksek GSH/GSSG oranı, MB hambeles grubunda gözlenir iken, en düşük oran ise MS hambeles grubunda gözlenmiştir. Isıl işlemlerin uygulandığı hambeles meyvelerindeki GSH/GSSG oranında azalma gözlenmiştir (Tablo 3.16 ve Şekil 3.16).

Bu sonuçlar kurutma işlemlerinin hambeles meyvelerinde strese sebep olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu sonuçlar diğer bir stres göstergesi olan MDA sonuçları ile de uyum içersindedir (Tablo 3.12 ve Şekil 3.12).

Tablo 3.16. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki GSH/GSSG oranları

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	5.94	4.95	3.31	3.80	4.24
Dondurulmuş	5.64	4.63	3.06	3.59	4.15
Güneş	2.20	1.74	1.50	1.33	1.88
Mikrodalga	2.47	2.00	1.63	1.48	2.04



Şekil 3.16. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki GSH/GSSG oranları

Bitkiler çeşitli biyotik (patojenler, otçullar, insan tahribatı, rekabet vb.) ve abiyotik (düşük ve yüksek sıcaklık, kuraklık, tuzluluk, radyasyon vb.) stres faktörlerinden önemli derecede etkilenmektedir. Bitkilerin bu stres faktörlerine maruz kalmaları sonucu genetik potansiyellerine ulaşmalarını engelleyerek ürün verimliliklerini sınırlar. Dünyada verim düşüklüğünün temel nedeni olarak abiyotik stresler gelmekte ve ürünlerin ortalama verimini %50 ya da daha fazla düşürmektedir (Bray vd., 2000).

Bitkiler stres ortamına maruz kaldıklarında kendilerini savunmak için antioksidan vitamin miktarlarını da arttırdıkları bildirilmektedir (Munzuroğlu vd., 2000).

Glutatyon, hücrelerin bağışıklık sistemi için gereklidir. İndirgenmiş glutatyon (GSH), amino asitlerin metabolizmada taşınmasında ve proteinlerdeki sülfhidril gruplarının azaltılmasında etkili olan önemli bir hücre içi antioksidan moleküldür (Esterbauer vd., 1992). Glutatyon bitkilerde meydana gelen oksidatif strese karşı önemli bir metabolit olduğu ve hemen hemen bitkilerin bütün hücre kısımlarında bulunduğu belirtilmiştir (Jimenez vd., 1998; Rausch ve

Wachter, 2005). GSH özellikle lipid peroksidasyonu sonucu meydana gelen peroksiti uzaklaştırarak, hücre zarının yapısını stabilize etmektedir (McKersie ve Leshem, 1994).

Tablo 3.14' den görüldüğü gibi, GSH miktarı taze hambeles meyvesinin KS grubunda en yüksek $806.10 \pm 15.28 \mu\text{g/g km}$ iken, KB grubunda ise $571.80 \pm 12.90 \mu\text{g/g km}$ olarak bulunmuştur. Güneşte kurutma sonucu en düşük GSH miktarı KB grubunda ($265.00 \pm 17.09 \mu\text{g/g km}$) gözlenmiştir.

Agoreyo ve Omigie (2017), *Musa paradisiaca* L. (plantain)'daki glutatyon miktarının $54.10 \pm 0.60 \mu\text{g/g}$ olduğunu bildirmiştir.

Oksitlenmiş glutatyon ise (GSSG) oksidatif stresin bir göstergesidir, GSSG miktarındaki artış hücrelerde protein sentezini inhibe eder (Cnubben vd., 2001).

Taze hambeles meyvesinin MS grubundaki GSSG miktarı $195.42 \pm 16.40 \mu\text{g/g km}$ iken, MB grubunda ise $97.07 \pm 6.50 \mu\text{g/g km}$ olarak bulunmuştur. Kurutma işlemleri sonucunda GSH miktarı azalırken, GSSG miktarı artmıştır ($p < 0.005$) (Tablo 3.14 ve 3.15).

Jones ve arkadaşları (1992) kuşkonmaz, avokado, elma, armut ve çilek meyvelerindeki GSSG miktarının sırasıyla 218, 206, 15, 33, 69 $\mu\text{g/g dw}$, okside olmuş glutatyon miktarının ise 283, 277, 33, 50, 71 $\mu\text{g/g dw}$ olduğunu rapor etmişlerdir.

GSH/GSSG oranı oksidatif stresin bir başka göstergesi olarak kabul edilmektedir (Sohal, 1988). Oksidatif stres seviyelerinin artmasıyla hücre içi GSSG birikmesi olur ve GSH/GSSG oranı düşer. GSH/GSSG oranı, bütün hambeles meyvelerinin kurutulması sonucunda önemli ölçüde azalmaktadır ($p < 0.005$). Bu sonuç kurutma işlemlerinin meyvelerde stres oluşturduğunu göstermektedir (Tablo 3.16 ve Şekil 3.16).

Hem glutatyon hem de grelin bir peptittir. Gıdalara uygulanan koruma yöntemleri (ultrason, ısı ve ışınlama gibi), peptitlerin yapısını ve fonksiyonlarını etkileyebilir. Ayrıca, bu işlemler gıdalarda Maillard reaksiyonlarına neden olabilir (Davis vd., 2001). Sonuç olarak, kurutma işlemleri peptitlerin miktarında değişikliklere yol açabilir.

Bitkiler yüksek sıcaklık, rakım, kuraklık, tuzluluk ve ağır metallerin etkisiyle strese maruz kaldıkları ve stres sonucu serbest radikallerin arttığı bilinmektedir (Wang vd., 2003). Serbest radikaller, membranlardaki doymamış yağ asitlerini etkileyerek lipid peroksidasyonuna neden olur. Lipid peroksidasyonunun bir sonucu olarak, MDA oluşur ki bu bir stres belirticidir (Gawel vd., 2004).

Taze hambeles meyvelerindeki MDA miktarı 4.50 ± 0.21 - $6.68 \pm 0.43 \mu\text{g/g km}$ arasındadır. Dondurma işlemi sonucu MDA miktarındaki artış istatistiksel olarak anlamsız ($p > 0.05$) iken, güneşte kurutma sonucu MDA miktarlarındaki artışlar istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$) (Tablo ve Şekil 3.12).

Yang ve arkadaşları (2008) muz meyvelerinde depolanma süresine bağlı olarak lipid peroksidasyonunun bir sonucu olarak MDA (4.645 - $54.503 \text{ nmol g}^{-1} \text{ FW}$) miktarının arttığını

göstermiştir. Kayısı örneklerini mikrodalga ve IR ile kurutulması sonucu MDA miktarı arttığı rapor edilmiştir (Karataş ve Kamisli, 2007). Hambeles meyvelerinin kurutma işlemi ile elde edilen MDA miktarındaki değişiklikler literatürle uyumludur.

Çöteli ve Karataş (2017)'de ateş dikeninin kırmızı meyvelerinde yaptıkları çalışmada MDA miktarı 7.60 ± 0.89 $\mu\text{g/g}$, GSH miktarı 200.81 ± 30.15 $\mu\text{g/g}$, GSSG miktarı 47.53 ± 5.45 $\mu\text{g/g}$, GSH/GSSG oranı ise 4.23 olarak belirtmişlerdir. Tüm bulgularımızdan kurutma işlemleri sonucu GSH miktarında azalma, GSSG ve MDA miktarlarında artış olması ayrıca GSH/GSSG oranını azalması birbirlerini doğrulayan sonuçlar olup, bunların hepsi yukarıda belirtilen literatürlerle uyumludur.

3.4. Hambeles Meyvelerindeki Toplam Fenolik ve Flavonoid Miktarı

Gıdalarda varlığını daha çok meyvelerde gösteren fenolik bileşikler; meyvelerdeki etkisini acılık burukluk, tat ve renk gibi özellikler ile göstermektedir.

3.4.1. Hambeles Meyvelerindeki Toplam Fenolik Madde Miktarı

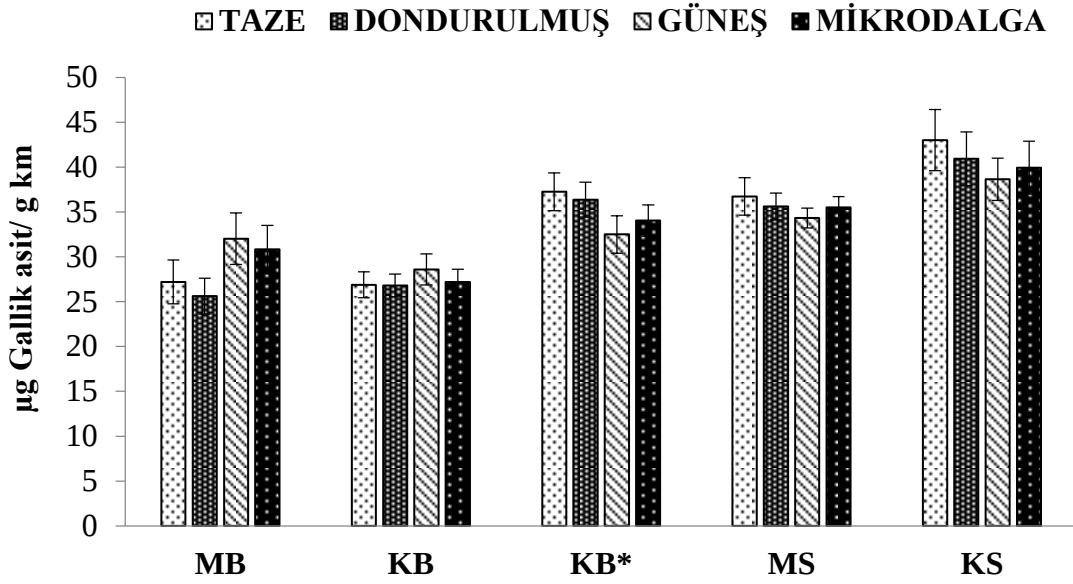
Doğal antioksidan kaynaklarını genel olarak 'bitki fenolik maddeleri' oluşturmaktadır. Bitkilerde sekonder metabolitler olarak bulunan fenolik bileşikler, kompleks flavonoidler, basit flavonoidler, fenolik asitler ve antosiyaninler gibi farklı bileşiklerden oluşur (Babbar vd., 2014).

Hambeles meyve çeşitlerindeki toplam fenolik madde miktarı Tablo 3.17 ve Şekil 3.17'de verilmiştir.

En yüksek toplam fenolik madde miktarı KS grubu hambeles meyvelerinde gözlenir iken, en düşük toplam fenolik madde miktarı ise MB hambeles grubunda bulunmuştur. Siyah hambeles meyvelerindeki toplam fenolik madde miktarı beyaz hambeleslere göre daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 3.17. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki toplam fenolik miktarı (μg gallik asit/g km)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	27.20 ± 2.44	26.88 ± 1.45	37.26 ± 2.10	36.73 ± 2.10	43.01 ± 3.40
Dondurulmuş	25.60 ± 2.00	26.81 ± 1.28	36.37 ± 1.95	35.62 ± 1.50	40.94 ± 3.00
Güneş	32.02 ± 2.88	28.59 ± 1.73	32.49 ± 2.10	34.33 ± 1.10	38.63 ± 2.35
Mikrodalga	30.82 ± 2.70	27.18 ± 1.43	34.05 ± 1.75	35.51 ± 1.20	39.94 ± 2.95



Şekil 3.17. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki toplam fenolik madde miktarı

Bayır Yeğin ve Uzun, 2015’de yaptıkları çalışma sonucunda siyah meyveli hambeleslerin beyazlara göre, yabancılarında aşılı olanlara göre daha fazla miktarda fenolik bileşik içerdiğini saptamışlardır. Yabani meyvelerde fenolik bileşik miktarının fazla olmasının nedenini; küçük taneli bu meyvelerde meyve eti oranının oldukça az olup, kabuk ve çekirdek oranının fazla olması ile açıklamışlardır.

Kurutma ve dondurma sonucu siyah hambeles meyvelerindeki toplam fenolik madde miktarı azalmış olmasına rağmen farklılık istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0.05$). Beyaz hambeles gruplarında ise kurutma sonucunda toplam fenolik madde miktarında anlamlı bir artış ($p<0.05$) söz konusudur (Tablo 3.17 ve Şekil 3.17).

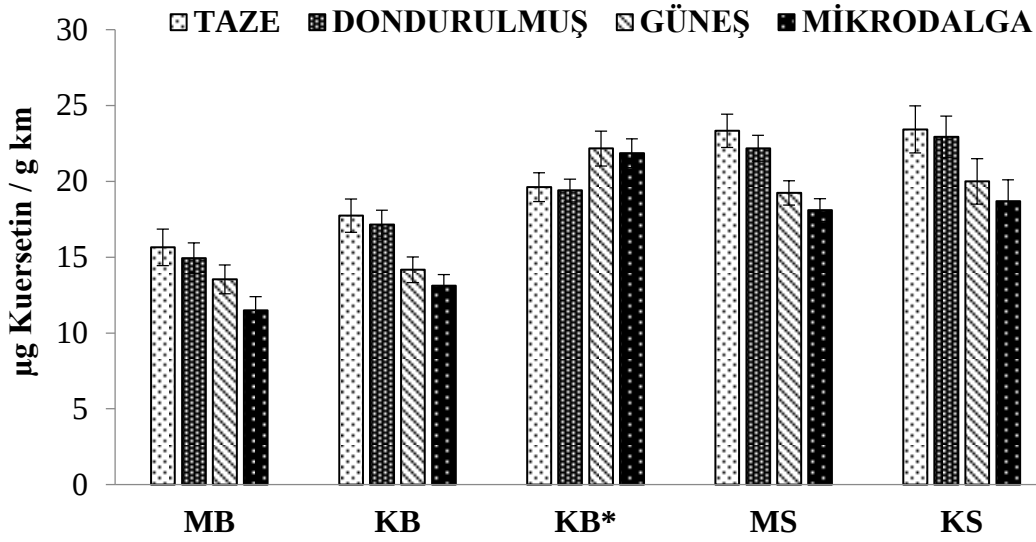
3.4.2. Hambeles Meyvelerindeki Toplam Flavonoid Madde Miktarı

Hambeles meyve çeşitlerindeki toplam flavonoid madde miktarı Tablo 3.18 ve Şekil 3.18’de verilmiştir.

En yüksek toplam flavonoid miktarı, siyah hambeles gruplarında (MS ve KS) gözlenirken, en düşük beyaz hambeles gruplarında (MB ve KB) gözlenmiştir. Aşısız hambeles meyvelerindeki toplam flavonoid miktarı aşılı hambeleslere göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0.005$). Bütün gruplarda kurutma işlemleri sonucu toplam flavonoid miktarı azalmaktadır ($p<0.05$) (Tablo 3.18 ve Şekil 3.18).

Tablo 3.18. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki toplam flavonoid miktarı (μg Kuersetin/g km)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	15.65 $\pm$ 1.20	17.74 $\pm$ 1.10	19.62 $\pm$ 0.95	23.33 $\pm$ 1.10	23.42 $\pm$ 1.55
Dondurulmuş	14.94 $\pm$ 1.00	17.14 $\pm$ 0.95	19.40 $\pm$ 0.75	22.18 $\pm$ 0.86	22.94 $\pm$ 1.37
Güneş	13.54 $\pm$ 0.95	14.17 $\pm$ 0.85	22.17 $\pm$ 1.15	19.23 $\pm$ 0.80	20.00 $\pm$ 1.50
Mikrodalga	11.49 $\pm$ 0.90	13.11 $\pm$ 0.75	21.85 $\pm$ 0.95	18.10 $\pm$ 0.75	18.68 $\pm$ 1.43



Şekil 3.18. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki toplam flavonoid miktarı

Fenolik maddeler biyolojik olarak antibakteriyel, antikanserojenik, antialerjik aktivite gösteren bileşiklerdir (Atoui vd., 2005).

Taze hambeles meyvelerindeki fenolik madde miktarı 26.88 $\pm$ 1.45 - 43.01 $\pm$ 3.40 μg gallik asit/g km arasında değişmektedir. Kurutma işlemleri sonucu ise 27.18 $\pm$ 1.43 - 39.94 $\pm$ 2.95 μg gallik asit/g km arasında olduğu belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 3.17).

Tokbaş ve arkadaşlarının (2019) yaptıkları çalışmada siyah murt meyvelerini güneşte, fırında (50°C), kızılötesi (100°C) olarak farklı kurutma işlemleri uygulamışlardır. Bu kurutma yöntemleri sonucunda toplam fenolik içerik bakımından güneşte kurutmada en yüksek 35295.45 ppm gallik asit, sonra kızılötesi kurutmada 15652.61 ppm gallik asit, fırında kurutmada ise 13589.3 ppm gallik asit olduğu rapor edilmiştir. Sonuçlara göre toplam fenolik ve antioksidan aktivite açısından en uygun kurutmanın güneşte kurutma olduğunu belirtmişlerdir.

Farklı tohumlarda, meyvelerde ve sebzelerde bulunan toplam fenolik madde miktarının 169-1048 mg/100g dw arasında değiştiği bildirilmiştir (Velioğlu vd., 1998). Kurutmanın meyvelerdeki fenolik bileşikler üzerindeki etkisini araştıran farklı çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda meyvelerdeki toplam fenolik madde miktarının azaldığı (Zanoelo vd.,2006), arttığı (Carranza-Concha vd., 2012) ve değişmediğini (Dewanto vd., 2002) rapor etmişlerdir.

Isıl işlem sonucunda, bazı fenolik bileşikler değişebilir ve bazıları çevreye salınabilir. Bu nedenle, farklı ürünlerin kuruması sonucunda toplam fenolik madde miktarındaki değişim aynı olmayabilir (Miletic vd., 2013).

Flavonoidler, bitkilerde en yüksek fenolik bileşik grubu oluşturan meyve ve sebzelerin renklenmesine neden olan maddelerdir. Flavonoidler bazı enzimlerin aktivitesinde rol oynarlar (Panche vd., 2016).

Taze hambeles meyvelerindeki flavonoid miktarı 15.65 ± 1.20 ile 23.42 ± 1.55 µg Kuersetin/g km arasında değişmektedir. Mikrodalga ile kurutma işlemi sonucu ise 11.49 ± 0.90 ile 21.85 ± 0.95 µg Kuersetin/g km arasında değiştiği gözlenmiştir.

Siyah hambeles meyvesindeki flavonoidlerin miktarı beyaz hambeles meyvesinden daha yüksektir. Ayrıca, mikrodalga kurutma işleminde maksimum flavonoid kaybı gözlenmiştir ($p < 0.05$). Bu durum mikrodalga ile kurutmada yüksek sıcaklığın sonucu olabilir (Tablo 3.18 ve Şekil 3.18).

Hahm ve arkadaşları (2015) *Opuntia ficus-indica* meyvesindeki toplam flavonoid miktarının 1.91 ± 0.29 (mg QE / g DM) olduğunu rapor etmiştir.

Farklı sebze ve meyvelerin değişik koşullar altında kurutulması sonucunda, toplam flavonoid miktarında % 3 ile % 96 arasında bir azalma olduğu bildirilmiştir (Kamiloğlu vd., 2015). Bayır Yeğin ve Uzun (2015), yaptıkları çalışmada sonucunda siyah renkli murt meyvelerinin beyazlara göre, küçük taneli meyvelerin de iri taneli meyvelere oranla daha fazla miktarda flavonoid içerdiğini belirtmiştir.

Yaptığımız çalışmada da siyah renge sahip hambeles meyvelerindeki flavonoid miktarı beyazlara göre daha yüksek bulunmuştur. Küçük taneli olan KB* grubu meyvesinin meyve eti oranının MB ve KB gruplarına göre az olmasından dolayı fenolik ve flavonoid miktarının yüksek olduğu bulunmuştur.

3.5. Hambeles Meyvelerindeki Antioksidan Kapasite

Antioksidan maddeler, serbest radikallerin neden olduğu birçok oksidatif hasarı önlemede, serbest radikalleri yakalama ve stabilize etmede büyük öneme sahip olan maddelerdir.

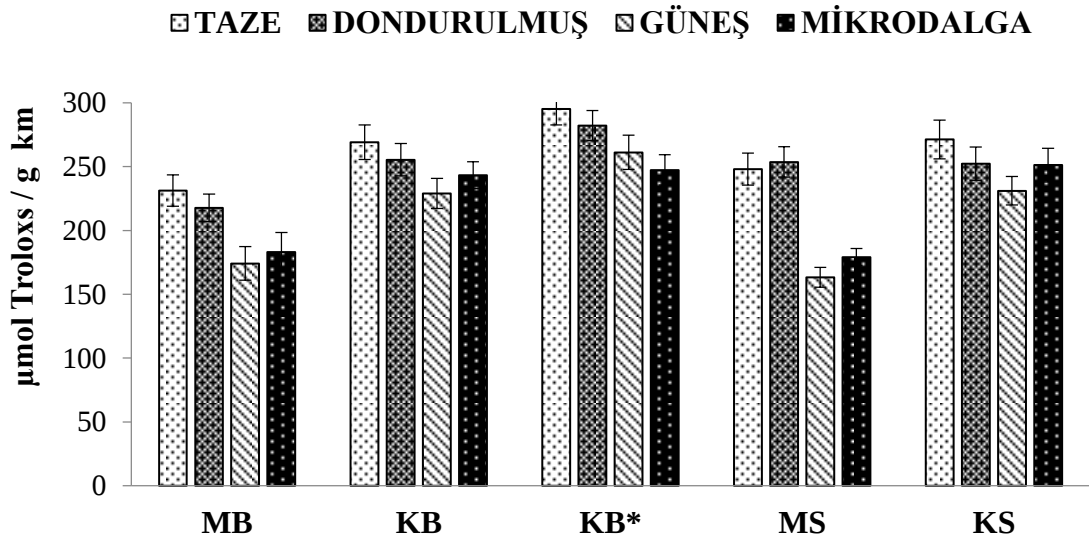
3.5.1. Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (ABTS veya TEAC)

TEAC yöntemi temel olarak antioksidan varlığında çözeltideki ABTS radikalının absorbansındaki azalmanın ölçülmesine dayanmaktadır (Rice-Evans ve Miller, 1984; Pellegrini vd., 2003). Hambeles meyve çeşitlerindeki troloks eşdeğeri antioksidan kapasite miktarı Tablo 3.19 ve Şekil 3.19’da verilmiştir.

Hambeles örneklerindeki en yüksek troloks eşdeğeri antioksidan kapasite miktarı sırasıyla KB*, KS, KB, MS ve MB gruplarında bulunmuştur. Hambeles örneklerinin KB*, KS ve KB grupları arasında troloks eşdeğeri antioksidan kapasite yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0.05$).

Tablo 3.19. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki troloks eşdeğeri antioksidan kapasite miktarı ($\mu\text{mol troloks/g km}$)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	231.24 $\pm$ 12.40	269.04 $\pm$ 13.50	295.08 $\pm$ 12.50	248.00 $\pm$ 12.50	271.34 $\pm$ 15.20
Dondurulmuş	217.60 $\pm$ 10.80	255.36 $\pm$ 12.70	282.24 $\pm$ 11.75	253.68 $\pm$ 11.85	252.32 $\pm$ 13.12
Güneş	174.18 $\pm$ 13.10	228.96 $\pm$ 11.70	261.19 $\pm$ 13.50	163.27 $\pm$ 7.80	231.07 $\pm$ 11.23
Mikrodalga	183.12 $\pm$ 15.20	243.33 $\pm$ 10.50	247.33 $\pm$ 11.90	179.20 $\pm$ 6.60	251.28 $\pm$ 13.18



Şekil 3.19. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki troloks eşdeğeri antioksidan kapasite miktarı

Osmaniye (Kadirli) bölgesinde yetişen hambeles örneklerindeki troloks eşdeğeri antioksidan kapasite Mersin bölgesindekilerden daha yüksektir ($p<0.05$). Bütün gruplarda kurutma işlemleri sonucu troloks eşdeğeri antioksidan kapasite azalmaktadır (Tablo 3.19 ve Şekil 3.19).

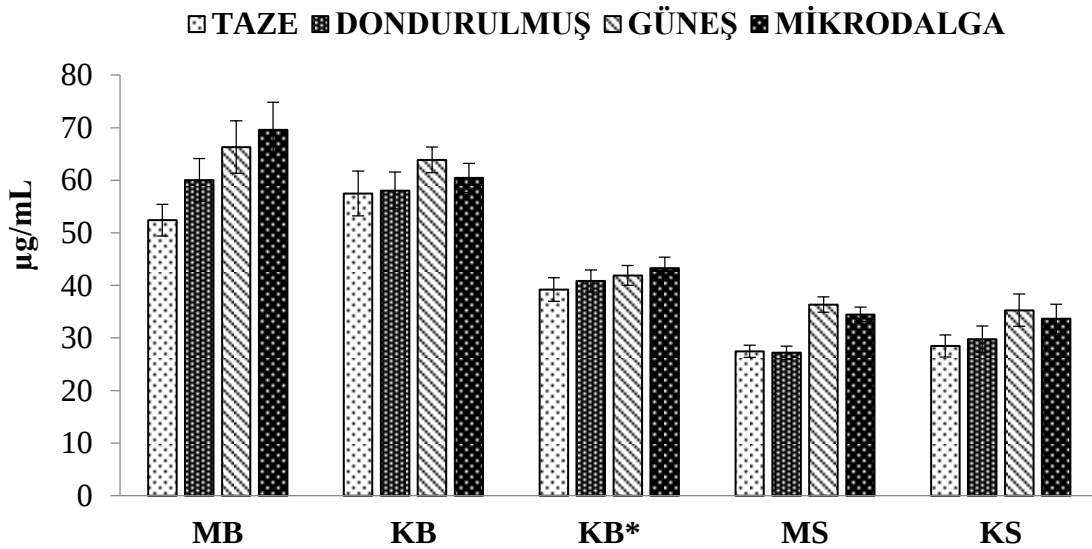
3.5.2. DPPH Serbest Radikal Süpürme Aktivitesi

IC₅₀ değeri, ortamdaki DPPH radikalının %50'sini inhibe eden antioksidan maddenin konsantrasyonunu gösterir. Düşük IC₅₀ değerleri yüksek antioksidan aktiviteyi temsil etmektedir (Brand-Williams, Cuvelier, & Berset, 1995).

Hambeles meyve çeşitlerindeki IC₅₀ değerleri Tablo 3.20 ve Şekil 3.20'de verilmiştir. Antioksidan kapasitenin bir göstergesi olarak kullanılan IC₅₀ değeri küçükten büyüğe doğru sırasıyla MS, KS, KB*, MB ve KB hambeles gruplarında belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek antioksidan aktiviteye siyah hambeles gruplarının (MS ve KS) sahip olduğu söylenebilir.

Tablo 3.20. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki DPPH (IC₅₀ µg/mL) değerleri

	MB	KB	KB*	MS	KS
Taze	52.41±3.00	57.50±4.25	39,21±2.25	27.45±1.15	28.49±2.10
Dondurulmuş	60.04±4.10	58.05±3.50	40,85±2.10	27.20±1.25	29.76±2.50
Güneş	66.30±5.00	63.88±2.45	41.90±1.90	36.37±1.45	35.29±3.10
Mikrodalga	69.63±5.20	60.45±2.75	43.30±2.10	34.50±1.35	33.65±2.75



Şekil 3.20. Taze, dondurulmuş, güneş ve mikrodalgada kurutulmuş hambeles meyve çeşitlerindeki IC₅₀ değerleri

Kurutma işlemlerine bağlı olarak MB ve KS gruplarındaki IC₅₀ değerlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.05$) iken, diğer gruplardaki artışlar istatistiksel olarak anlamsızdır ($p > 0.05$). Ayrıca aşısız hambeles gruplarının (MS, KS ve KB*) antioksidan kapasiteleri aşılı hambeles gruplarına göre daha yüksektir (Tablo 3.20 ve Şekil 3.20).

Antioksidanlar, serbest radikallerin oluşumunu engelleyen veya elektronları serbest radikallere aktararak nötralize eden bileşiklerdir. Antioksidanlar, genellikle fenolik gruplar içeren doğal kaynaklardan üretilen moleküllerdir (Nagai vd., 2005; Prior ve Cao, 1999).

Bu çalışmada hambeles meyvelerinin antioksidan kapasitelerini belirlemek için iki farklı yöntem DPPH ve TEAC kullanılmıştır. DPPH yönteminde IC₅₀ değerleri hesaplanırken, TEAC yönteminde Trolox eşdeğeri hesaplanmıştır. IC₅₀ değeri, ortamdaki DPPH radikalının %50' sini inhibe eden antioksidan maddenin konsantrasyonunu gösterir. Düşük IC₅₀ değerleri yüksek antioksidan aktivite göstermektedir (Brand-Williams, Cuvelier, & Berset, 1995).

Tunus'ta toplanan lacivert hambeles meyvesinden elde edilen esansiyel yağın toplam fenolik madde miktarı 63.2±3.5 mg GAE/g ve flavonoid miktarı 25.6±1.7 mg RE/g; (RE: rutin eşdeğeri) ile antioksidan kapasite göstergesi olan IC₅₀ değerinin 2.1±0.1 mg/mL olduğu rapor edilmiştir (Messaoud ve Boussaid, 2011).

Serce ve arkadaşları (2010) sekiz farklı hambeles meyvesi ile yaptıkları çalışmada kurutulmuş ve toz haline getirilmiş hambeles meyve örneklerinin metanol ekstraktları elde edilmiştir. Elde edilen meyve özütlerindeki toplam fenolik madde miktarı 44.41-88.56 mg GAE/g km, IC₅₀ değerleri ise 2.34-8.24 µg/mL arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada elde edilen siyah hambeles meyvelerin toplam fenolik madde miktarı en yüksek taze KS grubunda 43.01±3.40 µg gallik asit/g km olarak bulunmuştur. Elde ettiğimiz fenolik madde miktarı sonuçları Serce ve arkadaşlarının (2010) yapmış olduğu sonuçlara benzer, Messaoud ve Boussaid (2011) yapmış oldukları çalışmadan farklı olduğu görülmektedir. Bu farklılığın nedeni ise hambeles meyvelerinin farklı bölgelerde yetişmiş olması ile açıklanabilir.

Islam ve arkadaşlarının (2017) farklı yerlerden temin ederek yaptıkları 4 siyah, 4 kırmızı goji meyvesinde toplam fenolik madde miktarı siyah goji meyvelerinde en yüksek 9.01 mg GAE/g iken, kırmızı goji meyvelerinde 4.48 mg GAE/g olarak bulunmuştur. Flavonoid miktarları ise siyah meyvelerde en yüksek 12.32 mg CAE/g iken, kırmızı meyvelerde 3.16 mg CAE/g olarak rapor edilmiştir (Islam vd., 2017). Islam ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmadan da görüldüğü gibi siyah renge sahip meyvelerin kırmızıya veya diğer renkteki meyvelere göre daha yüksek miktarda fenolik ve flavonoid içerdiği belirlenmiştir. Bu durum yaptığımız çalışmadaki siyah hambeles meyvelerinin daha yüksek miktarlarda toplam fenolik ve flavonoid madde içermesiyle örtüşmektedir.

Bayram ve arkadaşlarının (2019), yaptıkları çalışmada taze üvez (*Sorbus aucuparia*) meyvesinin 45°C'deki sıcaklıkta etüvde kurutulup 3 farklı çözücü ile muamele edilerek toplam fenolik ve flavonoid miktarları belirlenmiştir. Fenolik madde miktarı en yüksek etanol:su çözücüsünde 19.25±0.10 mg GAE/g iken, flavonoid miktarı aseton:su çözücüsünde 7.33±0.21 mg CAE/g olarak tespit etmişlerdir.

Hambeles meyvelerinin troloks eşdeğeri antioksidan kapasite miktarları Tablo 3.19'da, DPPH serbest radikal temizleme aktivitesi de Tablo 3.20'de verilmiştir.

Taze hambeles meyvelerindeki TEAC miktarları; KB* (295.08 μmol troloks/g km), KS (271.34 μmol troloks/g km), KB (269.04 μmol troloks/g km), MS (248 μmol troloks/g km), MB (231.24 μmol troloks/g km) olarak belirlenmiştir. Tüm meyve çeşitlerinde troloks eşdeğeri antioksidan kapasite miktarı en düşük güneşte kurutmada görülmektedir. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite bakımından hambeles meyveleri KB* > KS > KB > MS > MB şeklinde sıralanabilir (Tablo ve Şekil 3.19).

Taze hambeles meyvelerindeki DPPH (IC₅₀) miktarı; KB (57.50 $\mu\text{g/mL}$), MB (52.41 $\mu\text{g/mL}$), KB* (39.21 $\mu\text{g/mL}$), KS (28.49 $\mu\text{g/mL}$) ve MS (27.45 $\mu\text{g/mL}$) olarak belirlenmiştir. IC₅₀ değeri düşük olan meyvelerin antioksidan kapasitesi daha yüksek, IC₅₀ değeri yüksek olan meyvelerin antioksidan kapasitesinin daha düşük olduğu bilinmektedir. Bu nedenle IC₅₀ değerine göre antioksidan kapasitesi bakımından hambeles meyveleri MS > KS > KB* > MB > KB şeklinde sıralanabilir (Tablo ve Şekil 3.20).

Her bir antioksidanın ise farklı radikallere karşı çeşitli reaksiyon mekanizmasına sahip oldukları düşünülerek tek bir yönteme bağlı kalınmaması gerektiği düşünülmektedir. Nitekim troloks eşdeğeri antioksidan yöntemi (ABTS radikal giderme) ile DPPH radikal süpürme yöntemlerinde meyve çeşitleri arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. DPPH yönteminde en yüksek antioksidan aktiviteye sahip hambeles meyve çeşidi MS grubu iken, troloks eşdeğeri antioksidan kapasitede bakımından KB* grubudur.

DPPH radikalinin temizleme aktivitesinin ekstraktlardaki fenolik bileşiklerinin miktarı ile ilişkili olduğu belirtilmektedir (Seyoum vd., 2006). Böylece yaptığımız çalışmadan da yola çıkarak MS ve KS meyve çeşitlerinin toplam fenolik ve flavonoid miktarları bakımından oldukça zengin olduğu tespit edilmiştir. Antioksidan kapasite ile ilişkisi de göz önüne alındığında fenolik ve flavonoid miktarı yüksek olan meyve çeşitlerinin IC₅₀ değerlerinin de DPPH radikalini süpürme de oldukça etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca hem fenolik hem de flavonoid miktarlarının düşük olduğu tespit edilen MB ve KB meyve çeşitlerinin IC₅₀ değerlerinin yüksek olması bu meyve çeşitlerinin antioksidan aktivitesinin de düşük olduğunun göstergesidir.

Antioksidanların insan sağlığı açısından önemi; onların kimyasal yapısı, çözünürlüğü, yapı-aktivite ilişkileri ve doğal kaynaklar üzerinden elde edilebilmesidir (Kaur ve Kapoor, 2001). Cai ve arkadaşları tarafından Çin'de 112 çeşit şifalı bitkinin antikanser özelliğini araştırmak amacıyla bu bitkilerin toplam antioksidan kapasiteleri ve toplam fenolik içeriği belirlenmiştir. Şifalı bitkilerdeki antioksidan kapasite ile toplam fenolik içerik arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmüş ve fenolik bileşiklerin antioksidan etkiyi oluşturan temel yapı oldukları ileri sürülmüştür (Keser, 2012). Yaptığımız çalışmada da fenolik ve flavonoid madde miktarı yüksek olan meyve çeşitlerinin antioksidan aktivitelerinin de yüksek olduğu görülmektedir.

Ceylan ve arkadaşlarının (2017), yaptıkları çalışmada yaban mersini (*Vaccinium myrtillus* L.) meyvesinin hem yaş hem de 40°C'da etüvde kurutulan örneklerinden dört farklı çözücüdeki ekstraktları incelenmiştir. DPPH radikal giderme aktivitesi etonolde yaş meyvede 3.95 mg/mL, kuru meyvede 1.28 mg/mL olarak tespit edilmiştir. Ayrıca etanol ekstraktında kuru meyvede en yüksek değeri 153.051±91.685 µmol Troloks/g, yaş meyvede ise aseton ekstraktında 183.762±0.403 µmol Troloks/g olarak belirlenmiştir.

Yaptığımız çalışmada ise troloks eşdeğeri antioksidan aktivite 231.24-295.08 µmol Troloks/g km olarak DPPH ise 27.45-57.50 µg/mL aralığında tespit edilerek hambeles meyvelerinin yaban mersininden daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği söylenebilir.

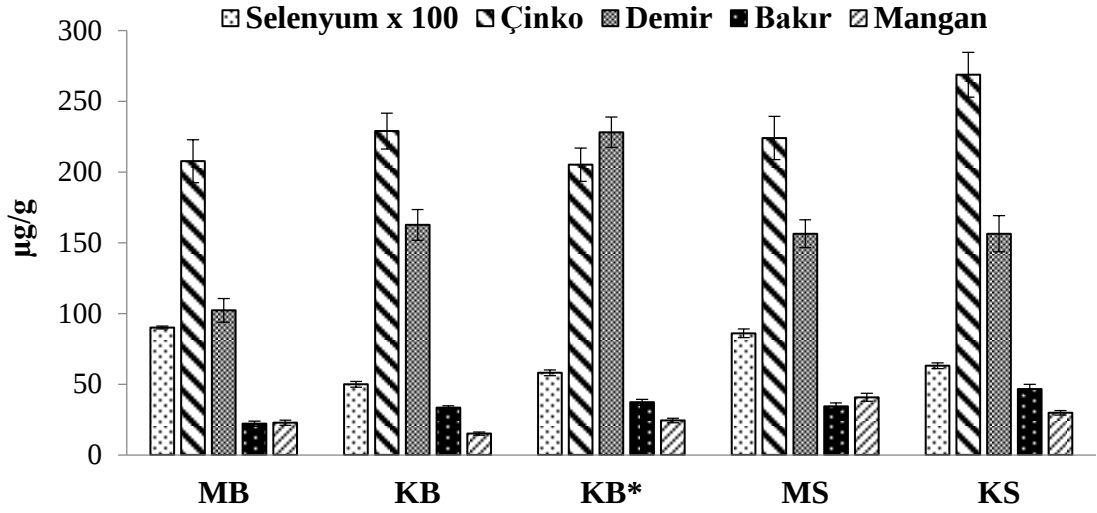
Hambeles meyve çeşitlerinde yaptığımız çalışmada IC₅₀ değerlerine bakıldığında dondurularak analizi yapılan meyvelerin antioksidan aktivitesinin güneş ve mikrodalgada kurutulan meyvelerden daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır. Ayrıca troloks eşdeğeri antioksidan kapasite yönteminde Kadirli yöresine ait olan meyvelerin antioksidan aktivitesi Mersin yöresinden daha yüksektir. DPPH yönteminde ise siyah renge sahip olan MS ve KS grubu meyvelerin antioksidan aktivite bakımından beyazlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir

3.6. Hambeles Meyvelerindeki Elementlerin Miktarları

Canlıların biyolojik fonksiyonlarında görev alan elementleri makro ve mikro elementler şeklinde iki grup altında toplamak mümkündür. Makro elementler yapısal işlevlerde rol alırken, mikro elementler canlı sağlığı ve hastalıklarda önemli bir rol oynar. Mikro elementler normal metabolizma fonksiyonlarının devamı için gereklidirler. Bu elementler hücre ve dokuların farklı metabolik yollarında görev alırlar. Canlılar tarafından üretilmeyen elementler dışarıdan besin yoluyla alınmak zorundadır (Kültiğin Çavuşoğlu vd., 2008).

Tablo 3.21. Hambeles meyve çeşitlerindeki bazı elementlerin miktarları (µg/g km)

	MB	KB	KB*	MS	KS
Selenyum*100	90.00±1.00	50.00±2.00	58.00±2.00	86.00±3.00	63.00±2.00
Çinko	207.58±15.20	228.91±12.70	205.14±11.70	224±15.25	268.71±15.80
Demir	102.25±8.40	162.64±10.85	228.06±10.80	156.36±9.80	156.36±12.75
Bakır	22.14±1.80	33.32±1.50	37.22±2.15	34.31±2.50	46.55±3.35
Mangan	22.77±1.75	15.00±1.10	24.3±1.55	40.75±2.90	29.76±1.65



Şekil 3.21. Hambeles meyvelerindeki bazı elementlerin miktarları

Tablo 3.21 ve Şekil 3.21’den görüldüğü gibi Selenyum açısından en zengin hambeles MB grubu iken, en fakiri KB hambeles grubudur. Çinko ve Bakır içeriği bakımından en zengin KS grubu iken, en fakiri ise MB grubu olduğu söylenebilir. Demir bakımından en zengin hambeles grubu KB* iken, en fakiri MB grubudur. Mangan açısından en zengin grup MS iken, en fakir grup ise KB olduğu belirlenmiştir. Selenyum hariç siyah hambeleslerdeki elementlerin miktarı beyaz gruplardan daha yüksektir.

Tüm canlılar için gerekli olan yapısal ve fonksiyonel görevi olan fakat canlılar tarafından üretilmeyen elementlerin dışarıdan besin yoluyla alınması zorunludur (Kültiğin Çavuşoğlu vd., 2008).

Selenyum açısından en zengin MB grubu hambeles örnekleri iken, en fakiri ise KB grubudur. Çinko bakımından en zengin hambeles grubu KS ($268.71 \pm 15.80 \mu\text{g/g km}$) iken, en fakiri ise KB* ($205.14 \pm 11.70 \mu\text{g/g km}$) grubudur. Hambeles örneklerindeki demir miktarı $102.25 \pm 8.40 - 228.06 \pm 10.80 \mu\text{g/g km}$ arasında değişmektedir. Aynı şekilde bakır miktarı ise 22.14 ± 1.80 ile $46.55 \pm 3.35 \mu\text{g/g km}$ arasında olduğu görülmektedir. Mangan bakımından MS ($40.75 \pm 2.90 \mu\text{g/g km}$) grubunun en zengin olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.21 ve Şekil 3.21).

Elma, portakal, mango ve incirdeki selenyum miktarı sırasıyla 11, 28, 5 ve 32 ng/g'dir (Al-Ahmary, 2009). Elma, kayısı ve ahududadaki çinko miktarı 0.15, 0.15 ve 1.8 ng/g iken, manganezin sırasıyla 0.95, 0.55 ve 2.8 ng/g olduğu bildirilmektedir. Elma, kayısı ve ahududadaki bakır miktarı 1.7, 0.65 ve 2.5 ng/g iken, demirin sırasıyla 0.48, 0.275 ve 1.4 ng/g olduğu bildirilmektedir (Cristina vd., 2014).

Yapılan bir çalışmada kayısı ve incirdeki çinko miktarı sırasıyla 11.03 ± 8.36 , 7.92 ± 1.88 ng/g iken, bakır miktarı 5.23 ± 1.16 , 3.7 ± 0.76 ng/g olarak rapor edilmiştir (Oteef vd., 2015).

Onivogui ve arkadaşları (2014), maymun elmasındaki (*Anisophyllea laurina* R. Br Sabine) çinko, demir, bakır ve manganez miktarlarının sırasıyla 8.8, 141.4, 2.9 ve 23.7 µg/g olduğunu bildirmişlerdir. Hambeles meyvelerindeki elementlerin miktarları literatür değerlerinden daha yüksek olduğu söylenebilir.

Hambeles türlerindeki elementlerin miktarlarındaki farklılıklar, kültür türü ve toprağın bileşimine bağlı olabilir.



4. SONUÇLAR

İnsan beslenmesinde önemli bir yer alan meyve ve sebzeler yüksek miktarda vitamin, antioksidan ve element içerirler. Ancak meyve ve sebzelerin bünyelerinde bulunan yüksek miktardaki su ve bazı organik maddelerin etkisiyle yapılarında mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmalar meydana gelmektedir. Bu tür bozulmaların da engellenebilmesi için meyve ve sebzeler kendilerine özgü koşullarda muhafaza edilerek taşınma ve depolanma şartları belirlenmelidir. Meyve ve sebzelerin tazeliğini korumak, mevsimi dışında veya üretiminin yapılmadığı bölgelerde de tüketilmesini sağlamak amacıyla birçok muhafaza yöntemleri geliştirilmiştir. Meyvelerin toplanma şekli, muhafaza yöntemleri ve raf ömrü meyvelerin vitamin içeriğini etkiler. Ayrıca sebze ve meyvelerin depolama yöntemleri vitamin kaybına neden olur (Karatas vd., 2017).

Hayat boyunca, gelişmekte olan teknoloji, çevre kirliliği, alkol, uyuşturucu, sigara dumanı, UV, radyasyon gibi etkenler serbest radikallerin oluşumuna neden olmaktadır. Bu etkenler nedeniyle her an serbest radikallerin oluşturduğu hasarla karşı karşıya kalınmakta ve dış etkiler tarafından oluşan hastalıklarda artış meydana gelmektedir. Birçok araştırmada sebze ve meyve tüketiminin bazı kanser ve kalp hastalıklarının oluşumu arasında ters orantılı bir ilişki olduğu rapor edilmektedir (Rice-Evans vd., 1997).

Meyve ve sebzelerin bünyelerinde bulundukları bazı vitaminler, mineraller, posalar, polifenoller ve flavonoidler gibi pek çok fitokimyasallar oluşan bu hastalıklara karşı koruyucu rol oynarlar (Prior, 2003).

Vitaminlerin bozulması özellikle işlem sıcaklığı, oksijen varlığı, ışık, pH ve çalışma süresi gibi işlem sırasındaki koşullara bağlıdır (Kala ve Prakash, 2006). Fotokimyasal ve enzimatik reaksiyonlar, güneşte kurutma işleminde vitaminlerin bozulmasına neden olabilir (Marszałek vd., 2015). Yapılan bir araştırmada güneşte kurutulmuş sebze ve meyvelerindeki vitamin kaybı, mikrodalgada kurutulmuş vitamin kaybından daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedenini meyvelerin uzun süre güneş ışığına maruz kalması ile açıklamışlardır (Sheraz vd., 2014). Oliveira vd., (2012) mikrodalga ile yaptıkları kurutma işleminin kısa sürede gerçekleşmesi ve vitamin kaybının daha az olması nedeniyle avantajlı olduğunu rapor etmişlerdir.

Çalışma materyali olarak iki farklı bölgeden seçilen beş tür hambeles meyvelerinde taze, dondurulmuş, güneşte ve mikrodalgada kurutma işlemleri uygulanarak gerekli analizler yapılmıştır. Taze, dondurulmuş, güneşte ve mikrodalga ile kurutulmuş hambeles örneklerindeki ölçülen parametrelerdeki değişimler belirlenmiştir.

Hambeles meyvelerinde taze, dondurulmuş, güneşte ve mikrodalgada kurutma sonucu elde edilen sonuçlar sırasıyla;

1) Kurutmaya bağlı olarak tüm vitaminlerin miktarlarında azalma meydana gelmiştir.

2) En fazla vitamin kaybı güneşte kurutulan örneklerde gözlenir iken, en düşük vitamin kaybı dondurularak saklanan hambeles örneklerinde gözlenmiştir. Bu nedenle meyvenin mevsimi dışında tüketiminde diğer iki işleme (güneşte ve mikrodalgada kurutma) oranla dondurularak tüketimi vitaminler açısından daha avantajlıdır.

3) Hambeles meyvelerinin kurutulması sonucu stres göstergeleri olan MDA, GSSG ve GSH/GSSG oranı artmıştır. Bu sonuçlardan kurutma işlemlerinin hambeles meyvelerinde stres etkisi oluşturduğu söylenebilir.

4) Peptit yapıda olan GSH ve grelin açısından aşısız hambeles gruplarının aşılı gruplara göre daha zengin olduğu tespit edilmiştir.

5) Antioksidan kapasite ile ilişkilendirilen fenolik ve flavonoid miktarına bakıldığında ise siyah hambeles meyvelerinin beyazlara oranla daha yüksek miktarda fenolik ve flavonoid madde içerdiği belirlenmiştir. Hambeles meyvesinin özellikle de siyah renge sahip hambeles meyvelerinin ciddi bir antioksidan kaynak olduğu söylenebilir.

6) Hambeles meyvelerinin çinko ve demir açısından zengin olduğu söylenebilir.

ÖNERİLER

- Meyvelerin saklama sürelerine bağı olarak fitokimyasal miktarları incelenebilir.
- İncelenen parametreler kurutma sıcaklığı ve süresine bağı olarak araştırılabilir. Ayrıca hambeles meyvelerinin kurutma kinetiğı incelenebilir.
- Hambeles meyveleri farklı çözücülerle ekstrakte edilerek fenolik madde ve flavonoidlerin miktarları araştırılabilir.
- Hambeles meyvelerindeki uçucu ve uçucu olmayan yağ asitleri incelenebilir.
- Hambeles meyvelerinde incelenen bu elementlerin dışında diğr önemli olan elementlerin miktarları araştırılabilir.



KAYNAKLAR

- Abbaspour N, Hurrell R, Kelishadi R. (2014). Review on iron and its importance for human health. *J Res Med Sci* 19(2): 164-74.
- Agoreyo, B. O., Agoreyo, F. O., & Omigie, M. I. (2017). Antioxidant activity, phyto chemical and antioxidant levels of musaparadisiaca l and musasapientum l at various ripening stages. *European Food Research and Technology*, 5, 41-59.
- Ajila, C.M. and Prasada Rao, U.J.S. (2008). Protection against hydrogen peroxide induced oxidative damage in rat erythrocytes by *Magnifera indica* L. Peel extract. *Food and Chemical Toxicol*, 46, 303-309.
- Akkan, G. (1999). Vitaminler. *İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Dergisi*, 11, 45-47.
- Akkuş, İ., (1995). *Serbest oksijen radikalleri ve fizyopatolojik etkileri*. Mimoza Basım Yayın ve Dağıtım, Konya: 1-15.
- Al-Ahmary, K. M. (2009). Selenium content in selected foods from the Saudi Arabia market and estimation of the daily intake. *Arabian Journal of Chemistry*, 2, 95-99.
- Ames, B.M., Shigena, M.K. ve Hagen, T.M. (1993). Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of ageing. *Proceedings of National Academy of Sciences USA*, 90, 7915-7922.
- Amidzic, R., Brboric, J., Cudina, O., Vladimirov, S., (2005). RP-HPLC Determination of vitamins B1, B3, B6, folic acid and B12 in multivitamin tablets, *J. Serb. Chem. Soc.* 70(10), 1229–1235.
- Annakkaya, P. (2012). *Turna yemişi (Vaccinium macrocarpon) ve mersinin (Myrtus communis) liyofilize edilmiş su ekstratlarının antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi ve fenolik içeriklerinin aydınlatılması*, Yüksek Lisans Tezi, Kimya Anabilim Dalı, Erzurum.
- Arnason A. (2017). Antioxidants Explained in Human Terms. <https://authoritynutrition.com/antioxidants-explained/>, 01.08.2017.
- Arrigo, A.P. (1999). Gene expression and the thiol redox state. *Free Radical Biology and Medicine*, 27(9-10), 936-944.
- Arrick, B., Nathan, C. (1984). Glutathione metabolism as determinant of the therapeutic efficacy, A review, *Cancer Res*, 33, 4224-4232.
- Atoui, A. K., Mansouri, A., Boskou, G. and Kefalas, P. (2005). Tea and herbal infusions: Their antioksidant activity and phenolic profile, *Food Chemistry*, 89, 27-36.
- Avila DS, Puntel RL, Aschner M. (2013). Manganese in Health and Disease. *Met Ions Life Sci* 13:199-227.
- Aydın, C., Özcan, M. M. (2007). Determination of nutritional and physical properties of myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits growing wild in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 79 (2), 453–458.
- Aydın, S. (2007). Ghrelin Hormonun Keşfi: Araştırmaları ve Klinik Uygulamaları, *Türk Biyokimya Dergisi*, 32 (2); 76-89.
- Aydın H. (2011). *Bazı Baharatların Farklı Ekstraktlarının Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Babbar, N., Oberoi, H. S., Sandhu, S. K., & Bhargav, V.K. (2014). Influence of different solvents in extraction of phenolic compounds from vegetable residues and their evaluation as natural sources of antioxidants. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 2568–2575.
- Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99, 191-203.
- Balcı, N. (2007). *Sürekli Gürültüye Maruz Kalınan Bazı İş Kollarında Çalışan Kişilerde Serum Total Sialik Asit, Ksantin Oksidaz, Malondialdehit, Nitrik Oksit, Arginaz ve Ornitin Degerleri*, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.
- Ball G.F.M. (1994). *Water-Soluble Vitamin Assay in Human Nutrition, Bioavailability and analysis of vitamins in foods*, Finglas P.M. (Ed.), Chapman & Hall, New York.
- Ball G.F.M. (2006). *Vitamins in Foods: Analysis, Bioavailability and Stability*, CRC Press, Taylor & Francis Group, ISBN 1-57444-804-8, 20, Boca Raton, Florida, USA.
- Barceloux, D. G. (1999). Manganese. *Clinical Toxicology*, 37, 293-307.

- Basaga, H.S. (1990). Biochemical Aspects of Free Radicals. *Biochem. Cell Biol.* 68, 989- 998.
- Bast, A. Haenen, G.R.M.M. and Cees, J.A.D. (1997). Oxidants and antioxidants: State of the art. *The American Journal of Medicine*, 91, (Suppl 3C),30,3C-2S_3C-13S.
- Bayır Yeğin, A., Uzun, H. (2015). Mersin (*Myrtus communis* L.) meyvelerinin fenolik bileşik içerikleri. *Derim*, 32 (1) , 81-88. DOI: 10.16882/derim.2015.27431
- Bayır, A. (2011). *Üzüm, Dut ve Mersinin Fenolik Bileşik İçerikleri ile Antiradikal Aktiviteleri Üzerine Araştırmalar*, Doktora Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya.
- Bayram, Y., Torlak, Y. & Sağdıç, O. (2019). Üvez Meyvesinin Antioksidan Aktivitesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 933-939.
- Baysal, T., Yıldız, H. (2003). Bitkisel fenoliklerin kullanım olanakları ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7(14), 29-35.
- Baysal A. (2002). *Beslenme*, Hatiboğlu Yayınevi, Yenilenmiş 9.Baskı, ISBN 975-7527- 734, Ankara.
- Baysar, A., Karataş, F. (2018). Investigation of some water soluble parameters in apricot fruit of Different varieties cultivated, *Gıda The Journal Of Food*, 43(6):925-929 doi:10.15237/gida.GD18084
- Başer, K. (1990). Tıbbi Bitkiler ve Baharatların Dünya’da ve Türkiye’deki Ticareti ve Talep Durumu, *Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Dergisi*, 53, 18-21.
- Bektaş, N. (2005). *Bazı fenolik asitler ve kombinasyonlarının antioksidan aktivitelerinin değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Makkar, H. P. S., Hochlef, H., Ben Salem, I., Ben Salem, L. (2005). Effect of early experience and adaptation period on voluntary intake, digestion and growth in Barbarine lambs given tannin-containing (Acacia 44 cyanophylla Lindl. Foliage) or tannin-free (oaten hay) diets. *Animal Feed Science and Technology*, 22: 59- 77.
- Berka-Zougali, B.; Hassani, A.; Besombes, C.; Allaf, K. Extraction of essential oils from Algerian myrtle leaves using instant controlled pressure drop technology. *J. Chromatogr. A* 2010, 1217, 6134–6142.
- Berka-Zougali, B., Ferhat, M., Hassani, A., Chemat, F., Allaf, K. (2012). Comparative Study of Essential Oils Extracted from Algerian *Myrtus communis* L. Leaves Using Microwaves and Hydrodistillation. *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 4673-4695.
- Bilaloğlu, G. V. ve Harmandar, M. (1999). *Flavonoidler*, Aktif Yayınevi, İstanbul, 382s.
- Burtis, C.A., Ashwood, E.R. (1999). *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*. W.B. Saunders Company. Philadelphia, Pennsylvania.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT- Food Science Technology*, 28, 25-30.
- Bravo, L. (1998). Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance, *Nutrition Reviews*, 56, 317-333.
- Bray, E.A., Bailey-Serres, J. ve Weretilnyk, E. (2000). Responses to abiotic stresses. *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, Eds: W. Gruissem, B. Buchanan ve R. Jones, ss. 158-1249, American Society of Plant Biologists, Rockville, MD.
- Brune, M., Rossander, L., Hallberg, L. (1989). Iron absorption and phenolic compound: Importance of different phenolic structures, *European Journal of Clinical Nutrition*, 43, 547-558.
- Byung, P.Y. (1994). Cellular defenses against damage from reactive species, *Physiological Reviews*, 74, (81): 139-172.
- Cadenas, E., Packer, L. (2002). *Handbook of Antioxidants*, Marcel Dekker, New York-Basel, 0-8247-0547-5.
- Cai, Y., Luo, Q., Sun, M. and Corke, H. (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sciences*. 74, 2157-2184.
- Cao, G., Sofic, E. ve Prior, R.L. (1996). Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 3426-3431.
- Carranza-Concha, J., Benlloch, M., Camacho, M. M., & Martínez-Navarrete, N. (2012). Effects of drying and pretreatment on the nutritional and functional quality of raisins. *Food and Bioprocess Processing*, 90(2), 243-248.

- Catignani, G. L. (1983). Simultaneous determination of retinol and atocopherol in serum or plasma by liquid chromatography. *Clinical Chemistry*, 29(4), 708–712.
- Cemeroğlu, B. (2009). *Meyve ve Sebze Teknolojisi*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları: 38, Ankara.
- Ceylan, Ş., Saral, Ö., Özcan, M., Harşit, B. (2017). Yaban mersininin (*Vaccinium myrtillus* L.) farklı çözücü ekstraktlarındaki antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 18(1) 21-27.
- Cighetti, G., Duca, L., Bortone, L., Sala, S., Nava, I., Fiorelli, G., Cappellini, M.D. (2002). Oxidative status and Malondialdehyde in β -thalassaemia patients. *European Journal of Clinical Investigation*, 32, 55-601.
- Combs, G. F. (1998). *The Vitamins*. California: Academic Press
- Coşkun T., B12 vitamini. *Katkı Dergisi*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara; 2003:19-43.
- Chasapis CT, Loutsidou AC, Spiliopoulou CA, Stefanidou ME (2012) Zinc and human health: an update. *Arch Toxicol*. 86(4): 521–534.
- Chatzimichalakis, P. F., Samanidou, V. F., Papadoyanis, I. N. (2004). Development of a Validated Liquid Chromatography Method for the Simultaneous Determination of Eight Fat-Soluble Vitamins in Biological Fluids After Solid Phase Extraction. *Journal of Chromatography B*, 805, 289-296.
- Cheeseman, KH. and Slater, T.F. (1993). An introduction to free radical biochemistry. *Br. Med. Bull.* 49(3), 481-93.
- Chow, C.K. (1991). Vitamin E and oxidative stress, *Free Radic Biol Med*. 11(2);212-215.
- Chu, Y.H, Chang, C.L. and Hsu, H.F. (2000). Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity, *J. Sci. Food Agric.*, 80, 561-566.
- Cnubben, N. H. P., Rietjens, I. M. C. M., Wortelboer, H., Van Zanden, J., & Van Bladeren, P. J., (2001). The interplay of glutathione-related processes in antioxidant defense. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 10, 141-152.
- Cristina, H. M. R., Gabriel, H. M., Negrea Petru, N., Şumălan Radu, Ş., Negrea Adina, N., & Ducu, Ş. (2014). The monitoring of mineral elements content in fruit purchased in supermarkets and food markets in Timisoara, Romania. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 21(1), 98-105.
- Çınar, F. (2018). *Murt (Myrtus Communis L.) Meyvesinden Polifenol Oksidaz Enziminin Saflaştırılması ve Karakterizasyonu*, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin.
- Çöllü, Z. (2007). *Urtica Pilulifera L. Bitkisinin Antioksidant Aktivitesinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Çöteli E. ve Karataş F. (2017). Ateş dikeninin (*Pyracantha coccinea* Roemer var. lalandi) Kırmızı Meyvelerindeki A, E, C Vitamini, β -Karoten, Likopen, Glutasyon ve Malondialdehit Miktarlarının Araştırılması, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 29 (1), 41-46
- Dabak, D. Ö., Kuloğlu, T. (2008). *Grelin ve metabolik etkileri*, Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji-Embriyoloji Anabilim Dalı, 105-110.
- Dawn, B.M., Allan D.M., Colleen M.S. (1996). *Basic Medical Biochemistry a Clinical Approach*. Lippincott Williams & Wilkins. Baltimore, Maryland.
- Dawes, P., Dawes, E. (2000). SGE Chromatography Products Catalog, pg: 182.
- Davis, P. J., Smales, C. M., & James, D. C. (2001). How can thermal processing modify the antigenicity of proteins? *Allergy*, 56, 56–60.
- deMan, J. M. (1999). *Principles of Food Chemistry*, An Aspen Publication, 3. baskı, Gaithersburg, Maryland, 522s.
- Deneke, S.M., Fanburg, B.L. (1989). Regulation of cellular glutathione. *Am J Physiol*, 257, 163-173.
- Depeint, F., Bruce, W. R., Shangari, N., Mehta, R., O'Brien, P. J., 2006. Mitochondrial Function and Toxicity: Role of the B Vitamin Family on Mitochondrial Energy Metabolism. *Chemico-Biological Interactions*, 163, 94-112.
- Dewanto, V., Wu, X., Adom, K. K., & Liu, R. H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 3010-3014.

- Doğan, A. (1978). *Investigations Myrtus communis L., plant's volatile oil yield, their physical-chemical properties and their compositions*, Ankara University.
- Eitenmiller R.R. and Landen W.O. (1995). Chapter 9: Vitamins, In: *Analysing Food for Nutrition Labelling and Hazardous Contaminants*, Jeon I., Ikins W.G.(Eds.), Marcel Dekker, New York.
- Eitenmiller R.R. and Landen W.O. (1999). Vitamin A and β -carotene, Ascorbic acid, Thiamin, Vitamin B6, Folate, In: Eitenmiller R.R., Landen W.O. (Eds.), *Vitamin Analysis for the Health and Food Science*, CRC Press, Boca Raton, FL, 15–19, 226–228, 275, 375, 411–465 pp.
- Eitenmiller,R.,Ye,L., Landen, W. (2008). Vitamin Analysis
- Eken, S. (2007). *Bazı Materyallerde Antioksidan Tayinleri*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- El Eter, E., Al Tuwaijiri, A., Hagar, H., Arafa, M. (2007). In vivo and in vitro antioxidant activity of ghrelin: Attenuation of gastric ischemic injury in the rat, 22(11):1791-1799.
- Elliot A. J., Scheiber S. A., Thomas C., Pardini R. S. (1992). Inhibition of glutathione reductase by flavonoids. A structure activity study. *Biochem. Pharmacol.*, 443 (8), 1603-1608.
- Eloff, (1998). Which extractant should be used for the screening and isolation of antimicrobial components from plants, *Journal of Ethnopharmacology* 60, 1-8.
- Erbey, G. (2013). *Mersin (myrtus communis l.) bitkisinin fitokimyasal bileşimi ve yara iyileştirici antiinflamatuvar aktivite yönünden değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Bartın.
- Erenel, G., Erbaş, D., ve Akıcıoğlu, A. (1992). Serbest Radikaller ve Antioksidant Sistemler, *Gazi Tıp Dergisi*. 3, 243-250.
- Eriş, A. ve Yanmaz, R., (1979). "Sağlık ve Beslenme Açısından Sebzelerin Önemi", *GIDA* 4(1): 25-40
- Esterbauer, H., Gebicki, J., Puhl, H., Jürgens, G. (1992). The role of lipid peroxidation and antioxidants in oxidative modification of LDL, *Free Radic Biol Medical*, 13(4), 341–390.
- Fadda, A., Mulas, M. (2010). Chemical changes during myrtle (*Myrtus communis* L.) fruit development and ripening. *Scientia Horticulturae* 125: 477–485.
- Fekete, S. G., Kellems, R. O. (2007). Interrelationship of Feding with Immunity and Parasitic Infection: a Review. *Veteriarni Medicina*, 52, 131-143.
- Ferretti, G., Bacchetti, T., Belleggia, A., & Neri, D. (2010). Cherry Antioxidants: From Farm to Table. *Molecules*, 15, 6993-7005.
- Foo LY, Porter LJ. The structure of tannins of some edible fruits. *J Sci Food Agric*, 1981, 32:711-716.
- Frei, B. (1994). Reactive oxygen species and antioxidant vitamins: Mechanisms of action. *The Am. J. of Med.* 97, S5-S13.
- Fridovich, I. (1975). Superoxide Dismutase. *Ann. Rev. Biochem.*, 44, 147-159.
- Fridovich, I. (2001). *Oxidative stres*. Encyclopedia of Life Sciences. Nature Publishing Group. pp. 1-5.
- Garcia-Lopez, C., Grane-Teruel, N., Berenguer-Navarro, V., Garcia-Garcia, J. E. and Martin- Carratala, M. L. (1996). Major Fatty Acid composition of 19 Almond Cultivars of Different Origins, A Chemometric Approach, *J. Agric. Food Chem.*, 44,1751-1755.
- Gaweł, S., Wardas, M., Niedworok, E., & Wardas, P. (2004). Malondialdehyde as lipid peroxidation marker. *Wiadomosci Lekarskie*, 57(9-10), 453-455.
- Genestra, M. (2007). Oxyl radicals, redox-sensitive signaling cascades and antioxidants. *Cell. Signal.*, 19, 1807–1819.
- Goldhaber SB (2003) Trace element risk assessment: essentiality vs. toxicity. *Regul Toxicol Pharmacol* 38: 232-242.
- Gökpinar, S., Koray, T., Akçiçek, E., Göksan, T. ve Durmaz, Y. (2006). Algal Antioksidanlar. E.U. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1/1), 85-89.
- Gutteridge, J.M.C. (1995). Lipid peroxidation and antioxidants as biomarkers of tissue damage. *Clin Chemistry*. 41, 1819-1828.
- Gümüştas, M.K., Atukeren, P. (2008). Oksidatif ve nitrozatif stresin psikiyatrik bozukluklarla ilişkisi. *İÜ Cerrahpaşa Tıp Fakültesi sürekli tıp eğitimi etkinlikleri, Türkiye’de sık karşılaşılan psikiyatrik hastalıklar, sempozyum dizisi*, (62): 329-340.

- Güngör, K. (2003). Vitamin ve Minerallerin Dişhekimliğindeki Önemi. *Gazi Üniversitesi Diş Hek. Fak. Dergisi*, 20, 51-56.
- Granado, F., Olmedilla, B., Gill-Martinez, E., Blanco, I., Millan, I., Rojas-Hidalgo, E. (1998). Carotenoids, Retinol and Tokopherols in Patients with Insulin-Dependent Diabetes Mellitus and Their Immediate Relatives, *Clin.Sci.(Colch)*, 94, 2, 189-195.
- Hahm, S. W., Park, J., Oh, S. Y., Lee, C. W., Park, K. Y., Kim, H., & Son, Y. S. (2015). Anticancer Properties of Extracts from *Opuntia humifusa* Against Human Cervical Carcinoma Cells. *Journal of Medicinal Food*, 18 (1), 31-44.
- Hakkinen. (2000). Flavonols and Phenolic Acids in Berries and Berry Products, Kuopio University Publications D. *Medical Sciences* 221
- Halliwell, B., Gutteridge, J.M. (1989). *Free radicals in biology and medicine*. 2th Ed. Oxford: Clarendon Pres. 125.
- Halliwell, B. (1991). Reactive oxygen species in living systems: source, biochemistry and role in human, *The American Journal of Medicine*, 91, 14-22.
- Halliwell, B. (1999). Antioxidant defence mechanisms: from the beginning to the end (of the beginning), *Free Radic. Res.*, 31, 261-272.
- Halliwell B., Clement Mv., Long Lh. (2000). "Hydrogen peroxida in the human body." *FEBS Letter*, 486, 10-13.
- Haznedaroğlu, M.Z., Öztürk, T. ve Konyalıoğlu, S. (2002). *Salvia smyrnaea boiss.* uçucu yağının antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi, *Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı*, Eskişehir, 29-31 Mayıs, s.2-8.
- Heller, W., Forkmann, G. (1993). Biosynthesis of flavonoids, *The flavonoids: Advances in Research since 1986*, Chapman & Hall, London, 499- 535.
- Hinder, R.A., Stein, H.J. (1991). Oxygen-derived free radicals. *Arch Surg.*, 126, 104-105
- Hoekstra, J., Kloosterman, V. J., Rompelberg, C., Kranen, H., Zeilmaker, M., Verhagen, H., Yong, N. (2008). Integrated Risk-Benefit Analyses: Method Development with Folic Acid as Example. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 893-909.
- Ho, C. (1991). Phenolic compounds in food, *American Chemical Society Symposium Series* 506, 2-6.
- Huang DJ, Ou B, Hampsch-Woodill M, Flanagan JA, Deemer EK. Development and validation of oxygen radical absorbance capacity assay for lipophilic antioxidants using randomly methylated beta-cyclodextrin as the solubility enhancer. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2002; 50:1815-21
- Imahori, Y. Takemura, M. Bai, J. (2008). Chilling-induced oxidative stress and antioxidant responses in mume (*Prunus mume*) fruit during low temperature storage. *Postharvest Biol. and Techno.*, 49, 54-60.
- Islam, T., Yu, X., Badwal, T., Xu, B. (2017). Comparative studies on phenolic profiles, antioxidant capacities and carotenoid contents of red goji berry (*Lycium barbarum*) and black goji berry (*Lycium ruthenicum*) , *Chemistry Central Journal*, 11:59 DOI 10.1186/s13065-017-0287-z
- Ismail, H. I., Chan, K. W., Mariod, A. A., Ismail, M. (2010). Phenolic content and antioxidant activity of cantaloupe (*Cucumis melo*) methanolic extracts. *Food Chemistry*, 119(2):643-647.
- Ismail, F., Talpur, F. N., & Memon, A. N. (2013). Determination of Water Soluble Vitamin in Fruits and Vegetables Marketed in Sindh Pakistan. *Pakistan Journal Nutrition*, 12(2), 197-199.
- İnan, Y., Gül, M. (2001). *Biyokimya*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- İreş, N. (2009). *Konya Çevresinde Kullanılan Yem ve Bileşenlerindeki Suda ve Yağda Eriyen Vitaminlerin Eş Zamanlı Tayin Metodunun Geliştirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Kimya Anabilim Dalı, Konya.
- İşbilir Ş. S. (2008). *Yaprakları Salata-Baharat Olarak Tüketilen Bazı Bitkilerin Antioksidan Aktivitelerini İncelenmesi*, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi.
- İzgi, C. (2012). *Farklı Kurutma Metotlarının Domatesteki Likopen Miktarına Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Tekirdağ.
- Jamoussi, B., Romdhane, M., Abderraba, A., Hassine, B. B., Gadri, A. E. (2005). Effect of harvest time on the yield and composition of Tunisian myrtle oils. *Flavour and Fragrance Journal*, 20(3):274-277.

- Jeong, J.B. Park, J.H. Lee, H.K. Ju, S.Y. Hong, S.C. Lee, J.R. Chung, G.Y. Lim, J.H. and Jeong, H.J. (2009). Protective effect of the extracts from *Cnidium officinale* against oxidative damage induced by hydrogen peroxide via antioxidant effect. *Food and Chem. Toxicol.*, 47, 525-529.
- Jimenez, A., Hernandez, J.A., Pastori, G., Del Rio, L.A. and Sevilla, F. (1998). Role of the ascorbate glutathione cycle of mitochondria and peroxisomes in the senescence of pea leaves. *Plant Physiology* 118: 1327-1335.
- Jones, D. P., Coates, R. J., Flagg, E. W., Eley, J. W., Block, G., Greenberg, R. S., Gunter, E.W., & Jackson, B. (1992). Glutathione in foods listed in the national cancer institute's health habits and history food frequency questionnaire. *Nutrition and Cancer*, 17(1), 57-75.
- Join, S.K., Levine, S.N. (1995). *Free radical biology Medicine*, 18, (2): 337-341.
- Kala, A., & Prakash, J. (2006). The comparative evaluation of the nutrient composition and sensory attributes of four vegetables cooked by different methods. *International Journal of Food Science & Technology*, 41, 163-171.
- Kamalak, A., Canbolat, Ö., Gürbüz, Y., Özay, O., Erer M., Özkan. Ç.Ö. (2005). Kondanse Taninin Ruminant Hayvanlar Üzerindeki Etkileri Hakkında Bir İnceleme. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(1): 132-137.
- Kamiloglu, S., Toydemir, G., Boyacioglu, D., Beekwilder, J., Hall, R. D., & Capanoglu, E. (2015). A review on the effect of drying on antioxidant potential of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(1), S110-S129.
- Karademir, K. F., Avunduk, S. (2015). Antibacterial and antioxidant activity of myrtus communis l. growing wild in marmaris. *The Journal of Food*, 40, 193-199.
- Karadeniz, T., 2004. *Meyvelerde Beslenme ve Tedavi Şekilleri*. İstanbul: Eser Sahibinin Kendi Yayını.
- Karatas, F., Karatepe, M. and Baysar, A. (2002). "Determination of free malondialdehyde in human serum by high performance liquid chromatography", *Analytical Biochemistry*, 311, 76-79.
- Karatas, F., & Kamisli, F. (2007). Variations of vitamins (A, C and E) and MDA in apricots dried in IR and microwave. *Journal of Food Engineering*, 78, 662-668.
- Karataş, F. Çöteli, E. (2016). Kırmızı ve Koyu Kırmızı Bazı Meyvelerdeki A, E Vitamini, Beta Karoten ve Likopen Miktarlarının Araştırılması. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 61-66. DOI: 10.17714/gufbed.2016.06.007
- Karatas, F., Baysar, A., & Alpaslan, A. (2017). A comparison of vitamin and folic acid levels of sun and microwave dried *Capsicum annuum* L. *Journal Food Process Preservation*, 41(6), e13275.
- Karataş, N. (2014). *Farklı Kurutma Yöntemlerinin Bazı Kayısı Çeşitlerinin Kimyasal ve Fiziksel Özelliklerine Etkisi*, Doktora Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Karatepe, M. (1997). *Diabetik hastaların kan serumunda antioksidan vitaminlerin düzeylerinin yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile tayini*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 33s.
- Karlsson, J., Ronneberg, R., Semb, B. (1997). Vitamins Q and E, extracorporeal circulation and hemolysis, *Molecular and Cellular Biochemistry* 173, 1-2, 33-41.
- Kartsova, L. A., Koroleva, O.A. (2007). Simultaneous Determination of Water-and Fat Soluble Vitamins by High Performance Thin Layer Chromatography Using an Aqueous Micellar Mobile Phase. *Journal of Analytical Chemistry*, 62, 255-259.
- Kaur, C. and Kapoor H. C. (2001). Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*. 37(2): 153-161.
- Kawanishi, S. Hiraku, Y. and Oikawa, S. (2001). Mechanism of guanine-specific DNA damage by oxidative stress and its role in carcinogenesis and aging. *Mutation Research* 488, 65-76.
- Kayaalp SO., *Rasyonel tedavi yönünden tıbbi farmakoloji; Megaloblastik anemilerin tedavisi*. 8.baskı, 2.Cilt Hacettepe Taş Kitapçılık: Ankara;1998:1580-9.
- Keha, E.E. ve Küfrevioğlu, Ö.İ. (2012). *Biyokimya*, Şafak Yayınevi, Erzurum.
- Kehre, J. P., Smith, J. V., *Free Radicals in Biology: Sources, Reactivities and Roles in Etiology of Human Diseases; In Free Natural Antioxidants In Human Health and Disease*. San Diego: Academic Press; 25-62, 1994

- Keser, S. (2012). *Civanperçemi (Achillea millefolium), Alıç (Crataegus monogyna) ve Böğürtlen (Rubus discolor)'in Toplam antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi ve oksidatif stres oluşturulmuş ratlarda bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkilerinin incelenmesi*, Doktora Tezi, Kimya Anabilim Dalı, Elazığ.
- Keskin, H., Erkmen G. (1987). *Besin Kimyası*, Güryay Matbaacılık, Beşinci basım, İstanbul.
- Kılınç, K. (1985). Oksijen radikalleri, üretilmeleri, fonksiyonları, toksik etkileri. *Biyokimya Dergisi*. 10, 60-89.
- King, A. and Young, G. (1999). Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals, *Journal of the American Dental Association* 99, 213-218.
- Klevay LM (2000). Cardiovascular disease from copper deficiency--a history. *Journal of Nutrition* 130 (2S Suppl): 489-492.
- Koca, N. ve Karadeniz, F. (2005). Gıdalardaki doğal antioksidan bileşikler, *Gıda*, 30, 229- 236.
- Kojo, S. (2004). Vitamin C: basic metabolism and its function as an index of oxidative stress. *Current Medicinal Chemistry* 11, 1041-1064.
- Kojima, M., Hosoda, H., Date, Y., Nakazato, M., Matsuo, H., Kangawa, K. (1999). Ghrelin is a growth-hormone-releasing acylated peptide from stomach, *Nature*, 402: 656-660.
- Kojima M, Kangawa K. (2005). Ghrelin: structure and function. *Physiological Reviews* 85: 495-522.
- Kurutaş Belge, E., İnanç Güler, F., Kılınç, M. (2004). Serbest radikaller. *Arşiv*, 13, 120- 123.
- Kültiğin Çavuşoğlu, K., Çakır Arıcı, Ş., Kurtman C. (2008). Radyoterapi Gören Akciğer Kanseri Hastaların Plazma İz Element Düzeylerindeki Değişimin Belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 22 (4): 211-222.
- Larson RA. (1997). *Naturally occurring antioxidants*. Lewis publishers. New York.
- Larson, R.A. (1998). The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry*, 27, 969-978.
- Leontowicz, M., Gorinstein, S., Leontowicz, H., Krzeminski, R., Lojek, A., Katrich, E., Cytazy, M., Martin-Belloso, O., Soliva-Fortuny, R., Haruenkit, R., Trakhtenberg, S., Apple and pear peel and pulp and their influence on plasma lipids and antioxidant potentials in rats fed with cholesterolcontaining diets, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 5780-5785, 2003.
- Leskova E., Kubikova J., Kovacikova E., Kosicka M., Porubska J. and Holcikova K. (2006). Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models, *Journal of Food Consumption and Analysis*, 19, 252-276 pp.
- Maguire, L. S., O'Sullivan, S. M., Galvin, K., O'Connor, T. P. and O'Brien, N. M. (2004). Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55 (3), 171-178.
- Mahboubi, M. (2016). *Myrtus Communis* L. and its Application in Treatment of Recurrent Aphthous Stomatitis. *Journal of Ethnopharmacology*, 193, 481-489.
- Mammadov, R. (2002). *Vitaminler*. Nobel yayınları: 338 s, Ankara.
- Manach, C., Scalbert, A. and Morand, C. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability, *The American Journal of Clinical Nutrition* 79, 727-747.
- Markopoulou, C. K., Kagkadis, K. A., Koundourellis, J. E. (2002). An optimized method for the simultaneous determination of vitamins B1, B6, B12, in multivitamin tablets by high performance liquid chromatography. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 30, 1403-1410.
- Martin, T., Rubio, B., Villaescusa, L., Fernández, L., Díaz, A.M. (1999). Polyphenolic compounds from pericarps of *Myrtus communis*. *Pharmaceutical Biology* 37(1): 28-31.
- Marszałek, K., Skąpska, S., Woźniak, L., & Sokołowska, B. (2015). Application of supercritical carbon dioxide for the preservation of strawberry juice: Microbial and physicochemical quality, enzymatic activity and the degradation kinetics of anthocyanins during storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 32, 101-109.
- Masella R, Di Benedetto R, Vari R. (2005). Novel mechanisms of natural antioxidant compounds in biological systems: involvement of glutathione and glutathione related enzymes. *Journal of Nutritional Biochemistry* 1610: 577-586.

- Mecoci, P., Beal, M.F., Polidori, M.C., Cherubini, A., Chiosne, F. (1997). Mitochondrial membrane fluidity and oxidative damage to mitochondrial DNA in aged human brain, *Mol. Chem. Neuropathol.* 31, 1, 53-64.
- Meister, A., Anderson, M.E. (1983). Glutathione. *Annual Review of Biochemistry*, 52, 711-760.
- Meram, İ., Aktaran, Ş. (2002). Serbest radikallerin biomoleküller üzerine etkileri. *Arşiv*, 11-299.
- Messaoud C, Laabidi A, Boussaid M. (2012). Myrtus communis L. infusions: the effect of infusion time on phytochemical composition, antioxidant and antimicrobial activities. *Journal of Food Science* 77(9):941–7.
- Messaoud, C., Boussaid, M. (2011). Myrtus communis berry color morphs: a comparative analysis of essential oils, fatty acids, phenolic compounds, and antioxidant activities. *Chemistry & Biodiversity*, 8(2):300-310.
- Micronutrient Initiative, (1999). *Properties of vitamins used in cereal fortification*, Section 7 in Micronutrient Initiative Fortification Handbook, Canada.
- Miletic, N., Mitrovic, O., Popovic, B., Nedovic, V., Zlatkovic, B., & Kandic, M. (2013). Polyphenolic content and antioxidant capacity in fruits of plum (*Prunus Domestica* L.) cultivars “valjevka” and “mildora” as influenced by air drying. *Journal of Food Quality*, 36, 229–237.
- Miller, K.W., Lorr, N.A. and Yang, C.S. (1984). Simultaneous determination of plasma retinol, α -tocopherol, lycopene, α -carotene, and β -carotene by high performance liquid chromatography. *Analytical Biochemistry* 38: 340-345.
- Mimica, D. N., Bugarin, D., Grbović, S., Mitić, C. D., Vuković, G. B., Orčić, D. (2010). Essential oil of *Myrtus communis* L. as a potential antioxidant and antimutagenic agents. *Molecules*, (15), 2759–2770.
- Mishra, K., Ojha, H., Chaudhury, N. K. (2012). Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. *Food Chemistry*, 130(4): 1036-1043.
- Munzuroğlu, Ö., Karataş, F. ve Gür, N. (2000). Işgın (*Rheum ribes* L.) bitkisindeki A, E ve C vitaminleri ile selenyum düzeylerinin araştırılması. *Turkish Journal of Biology* 24, 397–404.
- Munzuroğlu, O., Karatas, F., Geckil, H. (2003). The vitamin and selenium contents of apricot fruit of different varieties cultivated in different geographical regions. *Food Chemistry*, 83:205–212
- Murray, R.K., Mayes, P.A., Granner, D.K. and Radwell, V.W. (1993). *Harper'in Biyokimyası*. Çevirenler: Prof. Dr. Gülriz Menten, Prof. Dr. Biltan Ersöz. Barış Kitabevi.
- Murthy SC, Udagani MM, Badakali AV, Yelameli BC (2010). Symptomatic zinc deficiency in a full-term breast-fed infant. *Dermatol Online Journal* 16(6):3
- Montoro, P., Tuberoso, C. I. G., Perrone, A., Piacente, S., Cabras, P., Pizza, C. (2006). Characterisation by liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry of anthocyanins in extracts of *Myrtus communis* L. berries used for the preparation of myrtle liqueur, *Journal of Chromatography A*, 1112 (1–2), 232–240.
- Morel, Y., Barauki, R. (1999). Repression of gene expression by oxidative stress. *Biochemical Journal* 342: 481-496.
- McDowell, L.R., *Minerals in Animal and Human Nutrition*, Academic press, New York, 1992.
- McKersie, B. D., and Y. Y. Leshem. (1994). *Stress and stress coping in cultivated plants*. Kluwer Academic Publishers, Nederland. 256 p.
- Naczka, M. and Shahidi, F. (2004). Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054, 95-111.
- Nagai, T., Myoda, T., & Nagashima T. (2005). Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (tsukushi) *Equisetum arvense*. *Food Chemistry*, 91, 389-394.
- Nascentes CC, Kamogawa MY, Fernandes KG, Arruda MAZ, Nogueira ARA, Nóbrega JA (2005) Direct determination of Cu, Mn, Pb, and Zn in beer by thermospray flame furnace atomic absorption spectrometry. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 60 (5): 749.
- Nelson, D.L., Cox, M.M. (2000). *Lehninger, Principles of Biochemistry* 3rd Ed. Worth Publishing: New York, ISBN 1-57259:153-156.

- Nichenametla, S. N., Taruscio, T. G., Borney, D. L., Exon, J. H. (2006). A review of the effects and mechanisms of the polyphenolics in cancer, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46, 161-183.
- Niki E. Free-Radical Initiators as Source of Water-Soluble or Lipid-Soluble Peroxyl Radicals. *Method Enzymol* 1990; 186:100-8.
- Nordberg, J. and Arner, S. (2001). Reactive oxygen species, antioxidants and the mammalian thioredoxin system. *Free Radical Biology and Medicine*, 31 (11), 1287-1317.
- Oğur, R. (1994). Mersin bitkisi (*Myrtus communis* L.) hakkında bir inceleme. *Çevre Dergisi*, 10: 21-25.
- Oğuz, A. (2008). “Bazı Çerez Gıdaların Antioksidan Kapasiteleri”, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Tokat.
- Oliveira, L. S., Pinto-e-Silva, M. E. M., von Atzingen, M. C. B. C., & Soares, R. A. M. (2012). Vitamin retention in vegetables submitted to heat treatment. *Nutrition & Food Science*, 43(5), 505-512.
- Onivogui, G., Zhang, H., Mlyuka, E., Diaby, M., & Song, Y. (2014). Chemical composition, nutritional properties and antioxidant activity of monkey apple (*Anisophyllea laurina* R. Br ex Sabine). *Journal of Food and Nutrition Research*, 2(6), 281-287.
- Oteef, M. D. Y., Fawy, K. F., Abd-Rabboh, H. S. M., & Idris, A. M. (2015). Levels of zinc, copper, cadmium, and lead in fruits and vegetables grown and consumed in Aseer Region, Saudi Arabia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(11), 676-686.
- Özcan, M., Akbulut, M. (1998). Some physical and chemical properties of myrtle (*Myrtus communis* L.). *Gıda*, 23 (2), 121–123.
- Özel G. S., Birdane Y. O. (2014). Antioksidanlar. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, (2): 41-52
- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science*, 5 (47), 1-15.
- Pellegrini, N., Serafini, M., Colombi, B., del Rio, D., Salvatore, S. Bianchi, M., et al. (2003). Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy by three different in vitro assays. *Journal of Nutrition*, 133, 2812–2819.
- Peyrat-Maillard, M. N., Bonnelly S., Berset, C. (2000). Determination of the antioxidant activity of phenolic compounds by coulometric detection, *Talanta*, 51, 709-716.
- Podsdek, A. (2007). Natural antioxidants and antioxidant capacity of *Brassica* vegetables: A review, *Journal of Food Science and Technology LWT*, 40, 1-11.
- Pratt, D. E. ve Hudson, B.J.F. (1990). *Natural antioxidants not exploited commercially in food antioxidants*. Hudson B.J.F, Ed.; 17-192, Elsevier; Amsterdam, Netherlands
- Prior, R. L., & Cao, G. H. (2000). Analysis of botanicals and dietary supplements for antioxidant capacity: A review. *Journal of AOAC International*, 83(4), 950-956
- Prior, R.L. (2003). Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage, *The American Journal of Clinical Nutrition* 78, 570-578.
- Pryor, W.A. (2000). Vitamin E and heart disease: basic science to clinical intervention trials. *Free Radical Biology and Medicine* 28, 141-164.
- Randerath, K., Zhou, G., Monk, S.A. and Randerath, E. (1997). Enhanced levels in neonatal rat liver of 7, 8-dihydro-8-oxo-2'-deoxyguanosine (8-hydroxydeoxyguanosine), a major mutagenic oxidative DNA lesion, *Carcinogenesis*, 18, 1419-1421.
- Rausch, T., Wachter, A. (2005). Sulfur Metabolism: A versatile platform for launching defence operations. *Trends Plant Science*, 10: 503-509.
- Rice-Evans, C. A. and Miller, N. J. (1984). “Total antioxidant status in plasma and body fluids”, *Methods in Enzymology*, 234: 279-293.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J. and Paganga G. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2: 152-159.
- Robbins, R.J. (2003). *Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology*, Food Composition Laboratory, Beltsville Human Nutrition Research Center, USA, 10, 2866-2887.
- Roche, (1970). *Folie acid in Animal Nutrition*, Publication of 1. Hoffmann- La Roche and Co. A.G., Basel/Switzerland.
- Roels, O.W. (1967). *Present Knowledge in Nutrition*, The Nutrition Foundation Inc. New York, N.Y.

- Saldamlı I. ve Sağlam F. (1998). *Vitaminler ve Mineraller*, Gıda Kimyası, İlbelge Saldamlı (ed.), Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 352-380.
- Saraçoğlu, S., Saygi, O. K., Uluözlü, Ö. Z., Tüzen, M., Soylak, M. (2007). Determination of Trace Element Content of Baby Foods From Turkey. *Food Chemistry*, 105, 280-285.
- Sellapan, S., Akoh, C.C., Krewer, G. (2002). Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia grown blueberries and blackberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 2432-2438.
- Serce, S., Ercisli, S., Sengul, M., Gunduz, K., Orhan, E. (2010). Antioxidant activities and fatty acid composition of wild grown myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits. *Pharmacognosy Magazine*, 6, 21, 9-13.
- Seyoum, A., Asres, K. and Kandeel, El-Fiky.F.(2006). Structure–radical scavenging activity relationships of flavonoids, *Phytochemistry*, 67, 2058–2070.
- Silanikove, N., Perevoltsky, A., Provenza, F. D. (2001). Use of tannin-binding chemicalsto assay for tannins and their negative postingestive effects in ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 91: 69-81.
- Singleton, V.L., Rossi Jr, J.A., Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic acid reagents, *American Journal Enology and Viticulture*, 16,144-158, 1965.
- Sisay, M., Gashaw, T. (2017). Ethnobotanical, ethnopharmacological, and phytochemical studies of *Myrtus communis* Linn: a popular herb in unani system of medicine. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, 22 (4), 1035-1043
- Söke, P. (2013). *Siyah ve beyaz mersin (myrtus communis l .) meyvesinin ve bu meyvelerden elde edilen meyve ve şekerlemelerin lezzetini oluşturan ucucu bileşiklerin saptanması*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Sözmen, E. Y. (2002). *Yaşlanma biyokimyası*, In: Onat T. Emerk K. Sözmen EY, İnsan Biyokimyası, Palme Yayıncılık, Ankara, 665s- 674s.
- Supelco Chromatography Products for Analysis & Purification (2005-2006) Sigma Aldrich Chemie GmbH, Export Department Eschenstraße Taufkirchen, Germany, 169s.
- Scalzo, J., Politi, A., Pellegrini, N., Mezzetti, B. and Battino, M.M. (2005). Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit, *Nutrition*, 21, 207-213.
- Shahidi, F., Naczki, M. (1995). Food Phenolics, Chemistry, Effects, Applications. Technomic, USA.
- Sheraz, M. A., Kazi, S. H., Ahmed, S., Anwar, Z., & Ahmad, I. (2014). Photo, thermal and chemical degradation of riboflavin. *Beilstein Journal of Organic Chemistry*, 10, 1999–2012.
- Shibata, H., Sasaki, N., Hondjoh, T., Ohishi, I., Takiguchi, M., Ishioka, K., Ahmed, M., Soliman, M., Kimura, K., Saito, M. (2003). Feline leptin: immunogenic and biological activities of the recombinant protein and its measurement by ELISA. *Journal of Veterinary Medical Science*, 65, 1207-1211.
- Snow, N.; McFadden, J.; Evans, T.M.; Salywon, A.M.; Wojciechowski, M.F.; Wilson, P.G. Morphological and molecular evidence of polyphyly in *rhodomyrtus* (Myrtaceae: Myrteae). *Systematic Botany* 2011, 36, 390–404.
- Sroka, Z., Cisowski, W. (2003). Hydrogen peroxide scanvenging, antioxidant and antiradical activity of some phenolic acids, *Food and Chemical Toxicology* 41, 753-758.
- Sroka, Z. (2005). Antioxidative and antiradical properties of plant phenolics, *Zeitschrift für Naturforschung*, 60 (11-12) 833-843.
- Şamil, A., Tezcan, R., Ceylan, N., Erçetin, M. (2005). Şarkikara ağaç Yöresinde Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinde Bakır ve Çinko Tayini. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8, 1.
- Şener, S., Yıldırım, M. (2000). *Veteriner Toksikoloji*, Teknik Yayıncılık, 221- 223.
- Takeda, A. (2003). *Manganese Action in Brain Function*. *Brain Research Reviews*, 41, 79- 87.
- Tapiero, H., Tew, K. D., Nguyen, B. A. G., Mathe, G. (2002). Polyphenols: do they play a role in the prevention of human pathologies, *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56, 200-207
- Tapiero, H., Townsend, D. M., Tew, K. D. (2003). Trace Elements in Human Physiology and Pathology Copper. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 57, 386-398.
- Tayar, M. ve Korkmaz, N. H. (2007). *Beslenme ve sağlıklı yaşam*. Nobel Yayını, 1228 s., Ankara. 200-207.

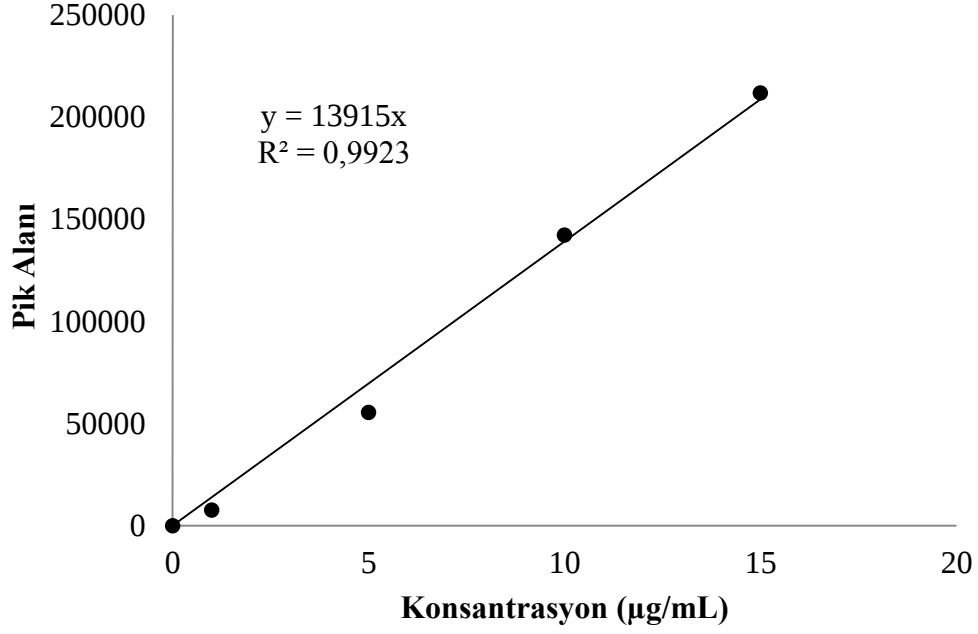
- Tekkeş, Y. (2006). *Streptozotosin ile diyabet oluşturulmuş farelerde aspirin ve E vitaminin dokularda lipid peroksidasyonu ve antioksidan sisteme etkisinin araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Kahraman Maraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya ABD., 81s.
- Tietz, N.W. (1995). *Clinical Guide to Laboratory Tests*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania.
- Tokbaş, H., Arslan, R., Güleç, A., Aksoy, S. (2019). Effect of Drying Methods on Quality Characteristics of Black Myrtle (*Myrtus communis* L.) Alata Horticultural Research Institute, Mersin.
- Tüzen, M. (2003). Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry. *Microchemical Journal* 74(3): 289-297.
- Thomas, M. (1995). The role of free radicals and antioxidants: How do we know that they are working, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35, 21-39.
- Thomson CD (2004). Assessment of requirements for selenium and adequacy of selenium status: a review. *European Journal of Clinical Nutrition* 58(3): 391-402.
- Uyar, B. (2006). *Mersin bitkisinin (myrtus communis l.) yaprak, meyve ve taze dallarının aroma bileşenleri ve yaprak ucucu yağ ve ekstraktlarının antibakteriyel etkisinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Uzelac, V.D., Pospisil, J., Levaj, B., Delonga, K. (2005). The study of phenolic profiles of raw apricots and apples and their pures by HPLC for the evaluation of apricot nectars and jams authenticity. *Food chemistry*, 91: 373-383.
- Unal, D. (1999). Serbest radikaller. Sendrom, Mart, 68-80.
- Ünal, B. (1999). B Talasemi ve G6PD enzim eksikliğinde MDA düzeyi. *Uzmanlık Tezi*, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, Adana.
- Ünal, İ. (2013). *Tunceli Yöresinde Yetişen Çiriş Otunun (Asphodelus aestius L.) Antioksidan Aktivitesinin ve Bazı Fenolik Bileşiklerin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Tunceli.
- Wada, O. (2004). What are Trace Elements? -Their deficiency and excess states-*Japan Medical Association Journal* 47(8): 351-358.
- Wallace, G., Fry, S. C. (1994). Phenolic components of the plant cell wall, *International Review of Cytology*, 151, 229-267.
- Wannes, W. A., Mhamdi, B., Sriti, J., Jemia, M. B., Ouchikh, O., Hamdaoui, G., Marzouk, B. (2010). Antioxidant Activities Of The Essential Oils And Methanol Extracts From Myrtle (*Myrtus Communis* Var. *Italica* L.) Leaf, Stem And Flower. *Food And Chemical Toxicology*, 48(5):1362-1370.
- Wang, W.X., Vinocur, B. ve Altman, A. (2003). Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218, 1-14.
- Waterhouse, A.L., 2002. Wine phenolics. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 957, 21-26.
- Williams M, Todd GD, Roney N, Crawford J, Coles C, Mc Clure PR, Garey JD, Zaccaria K, Citra M (2012). Toxicological Profile for Manganese. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) Toxicological Profiles.
- Winrow, V.R., Winyard, P.G., Morris, C.J. and Blake, D.R. (1993). Free radicals in inflammation. Second messengers and mediators of tissue destruction. *British Medical Bulletin* 49(3), 506-522.
- Whetter PA, Ullrey DE 1978. Improved fluorometric method for determining selenium. *J Assoc Anal Chem* 61(4):927-930
- Velioglu, Y. S., Mazza, G., Gao, L., & Oomah, B. D. (1998). Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables, and Grain Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4113-4117
- Yanbeyi, S. (1999). *Aspirin ve antioksidan butylated hydroxyanisole'un tavşanlarda eritrosit total katalaz, superoksit dismutaz ve glutatyon peroksidaz aktiviteleri üzerine etkileri*, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Yang, S., Su, X., Prasad, K. N., Yang, B., Cheng, G., Chen, Y., Yang, E., & Jiang, Y. (2008). Oxidation and peroxidation of postharvest banana fruit during softening. *Pakistan Journal of Botany*, 40(5), 2023-2029

- Yaşı, F. (2016). *Türkiye’de Yetiştirilen Hünnap Meyvesinin Bileşimi ve Meyvenin Kurutulması Sırasında Bileşiminde Meydana Gelen Değişimler*, Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Denizli.
- Yavaş, R. (2011). *Doğal ve Sentetik Antioksidan Bileşiklerin Antioksidan Kapasitelerinin Karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Kimya Anabilim Dalı. Aydın.
- Zanoelo, E. F., Cardozo-Filho, L., & Cardozo-Junior, E. L. (2006). Superheated steam drying of mate leaves and effect of drying conditions on the phenol content. *Journal of Food Process Engineering*, 29(3), 253-268,

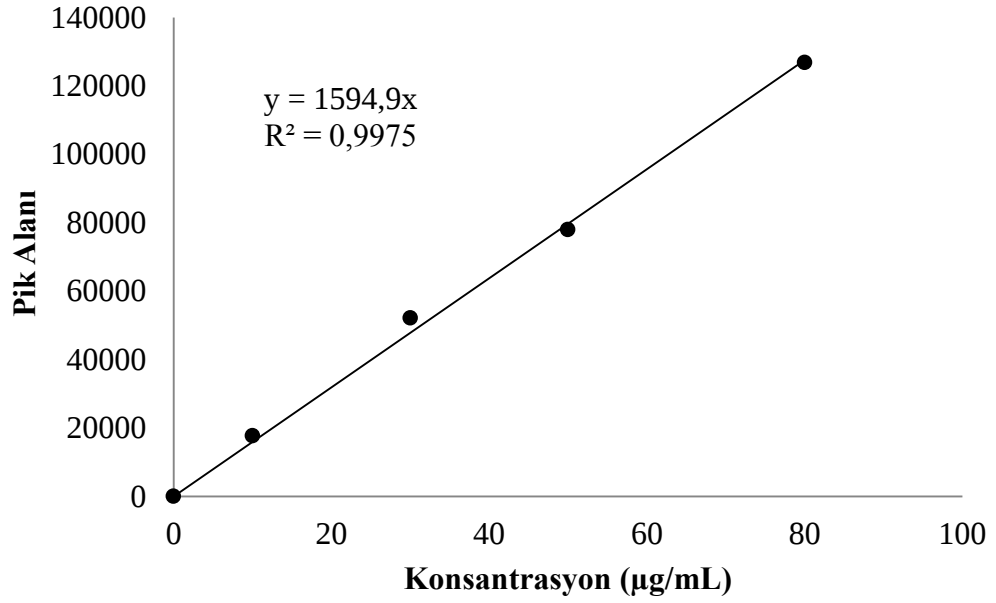


EKLER

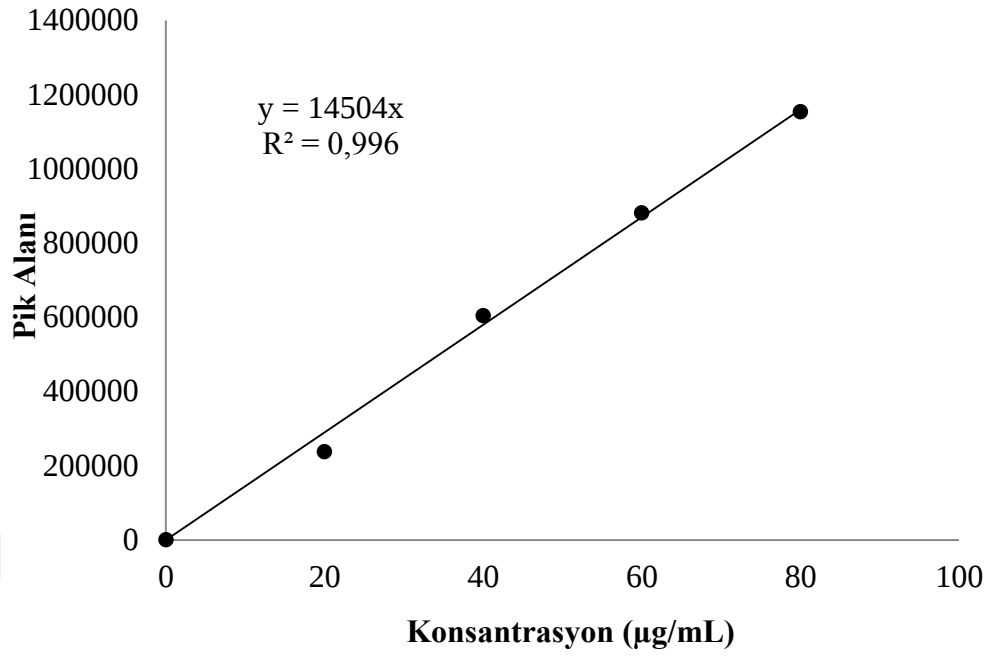
EK- 1: YAĞDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLERİN ÇALIŞMA DOĞRULARI



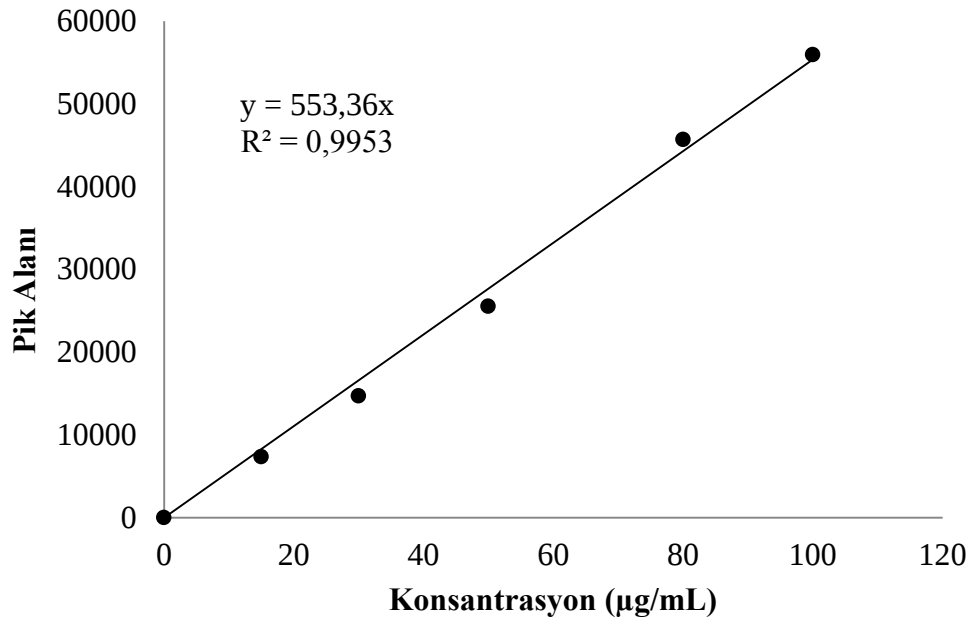
Şekil E1.1. Vitamin A çalışma doğrusu ve doğru denklemi



Şekil E1.2. Vitamin E çalışma doğrusu ve doğru denklemi

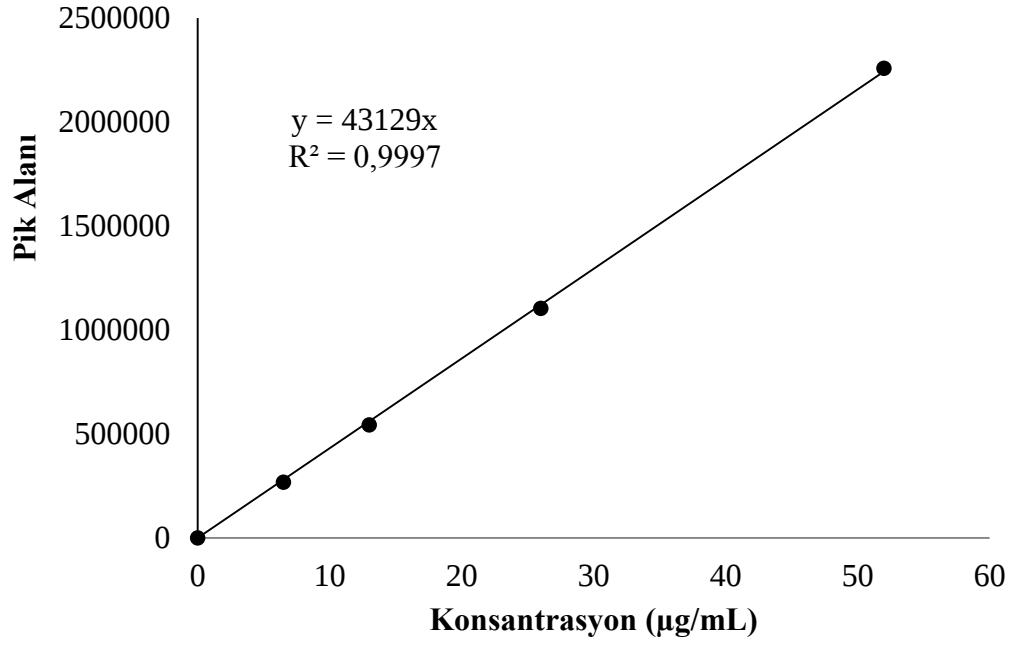


Şekil E1.3. Beta-karoten çalışma doğrusu ve doğru denklemi

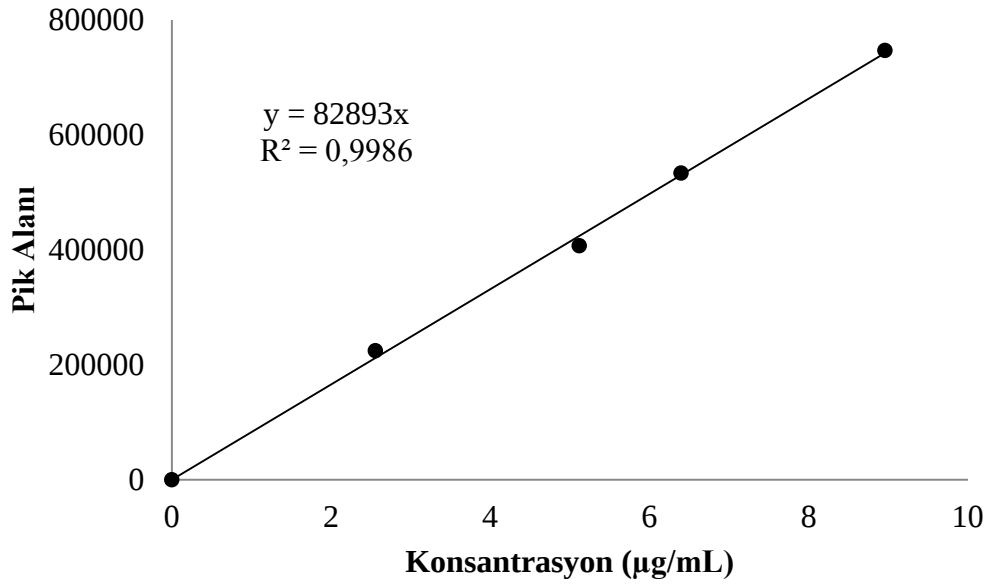


Şekil E1.4. Likopen çalışma doğrusu ve doğru denklemi

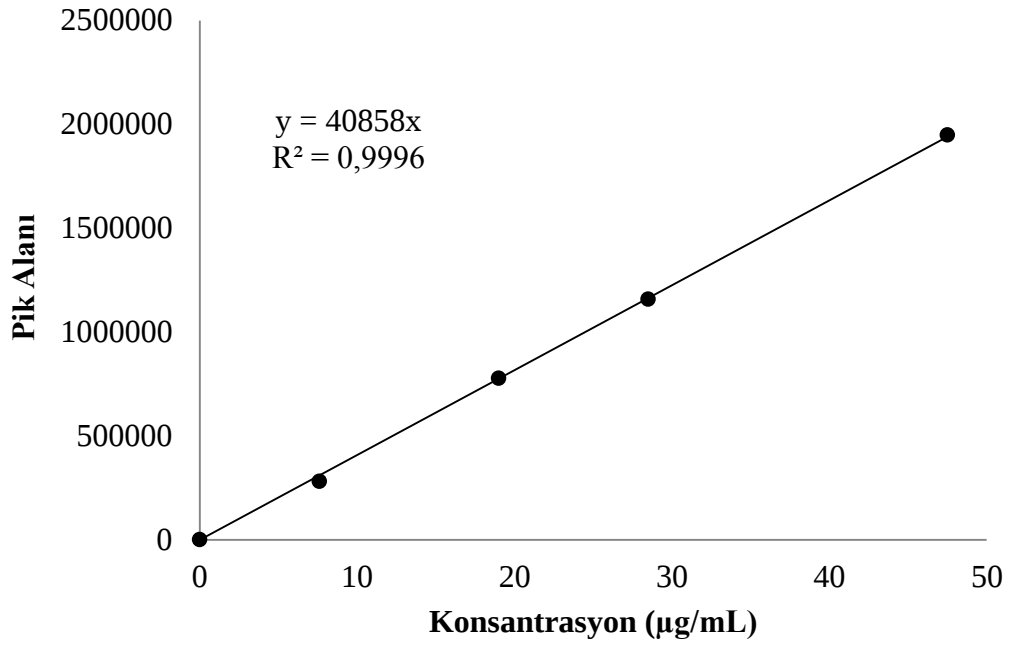
Ek 2. SUDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLERİN ÇALIŞMA DOĞRULARI



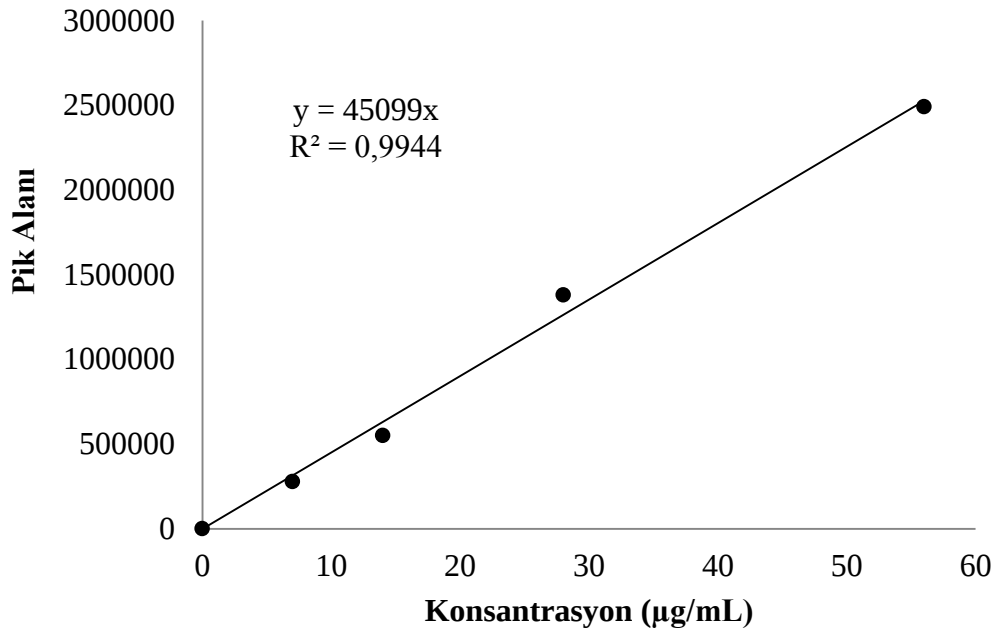
Şekil E2.1. Tiamin çalışma doğrusu ve doğru denklemi



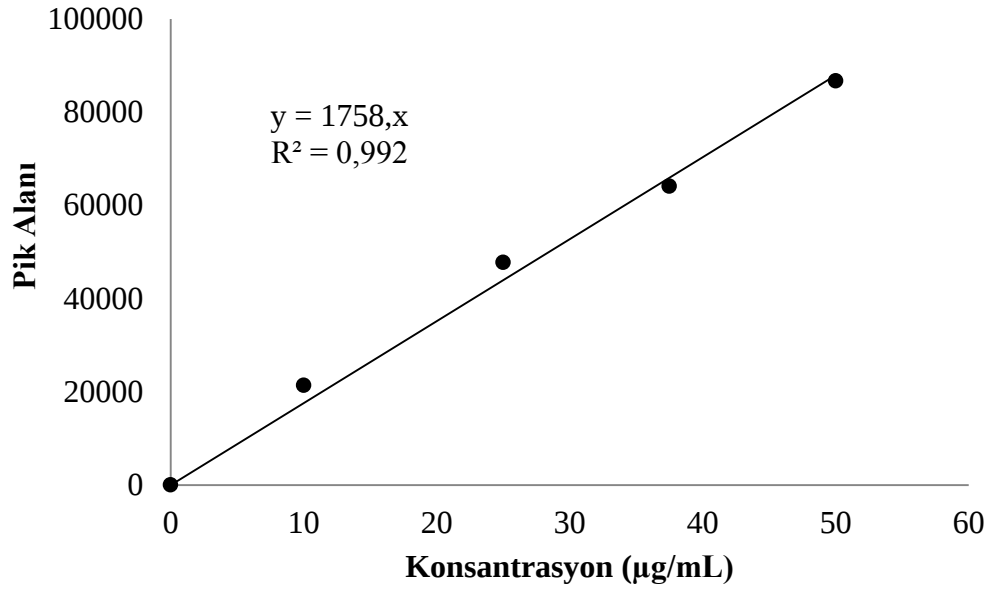
Şekil E2.2. Riboflavin çalışma doğrusu ve doğru denklemi



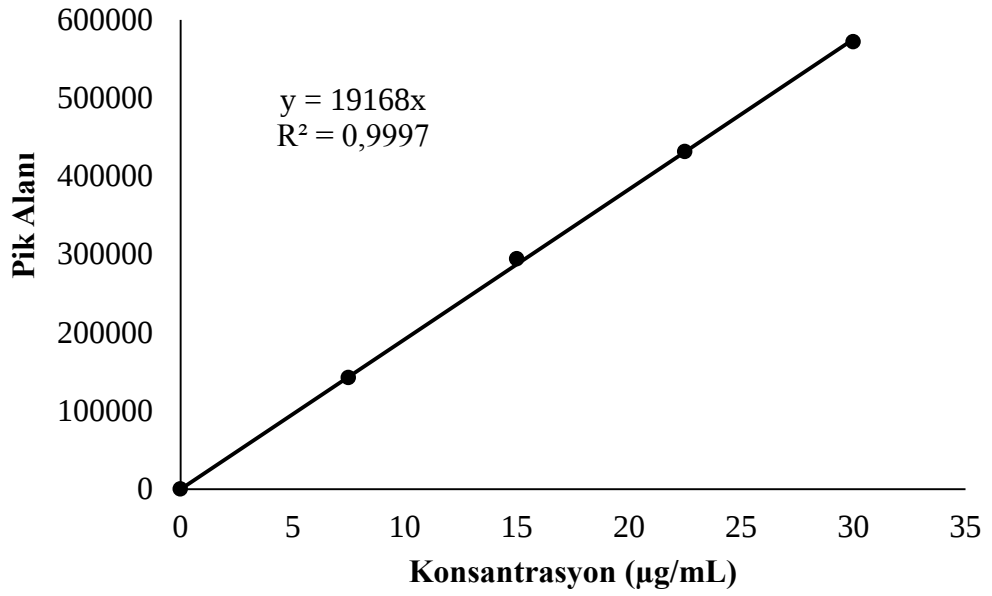
Şekil E2.3. Nikotin amid çalışma doğrusu ve doğru denklemi



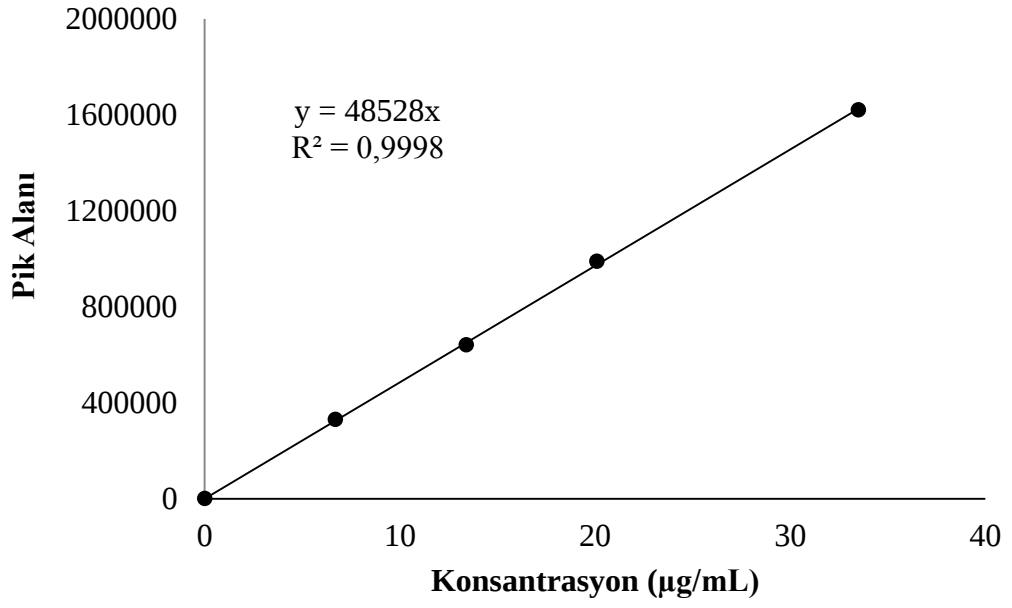
Şekil E2.4. Pridoksın çalışma doğrusu ve denklemi



Şekil E2.5. Folik asit çalışma doğrusu ve doğru denklemi

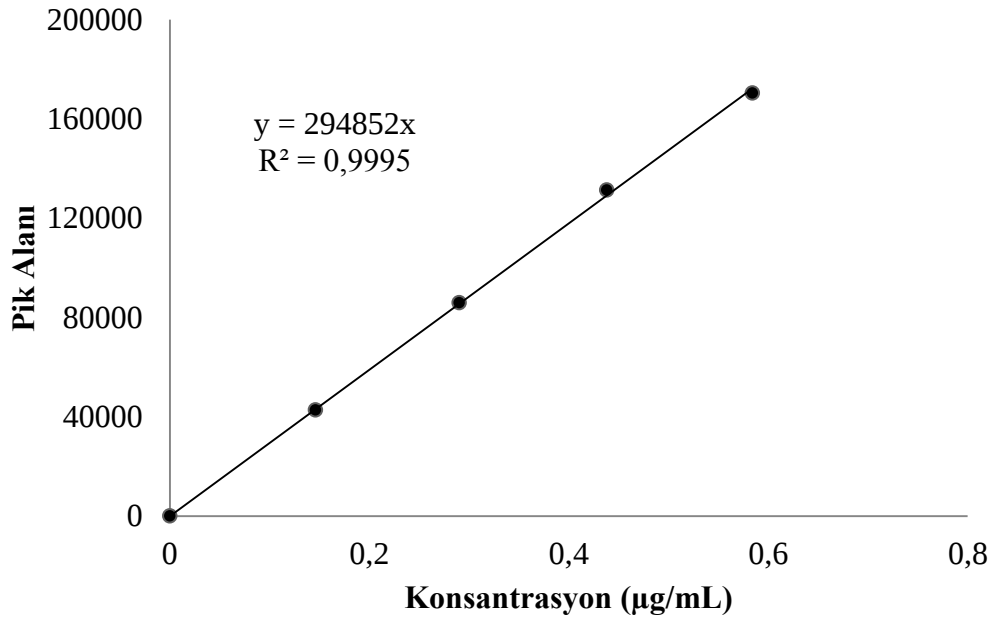


Şekil E2.6. Siyanokobalamin'nin çalışma doğrusu ve doğru denklemi

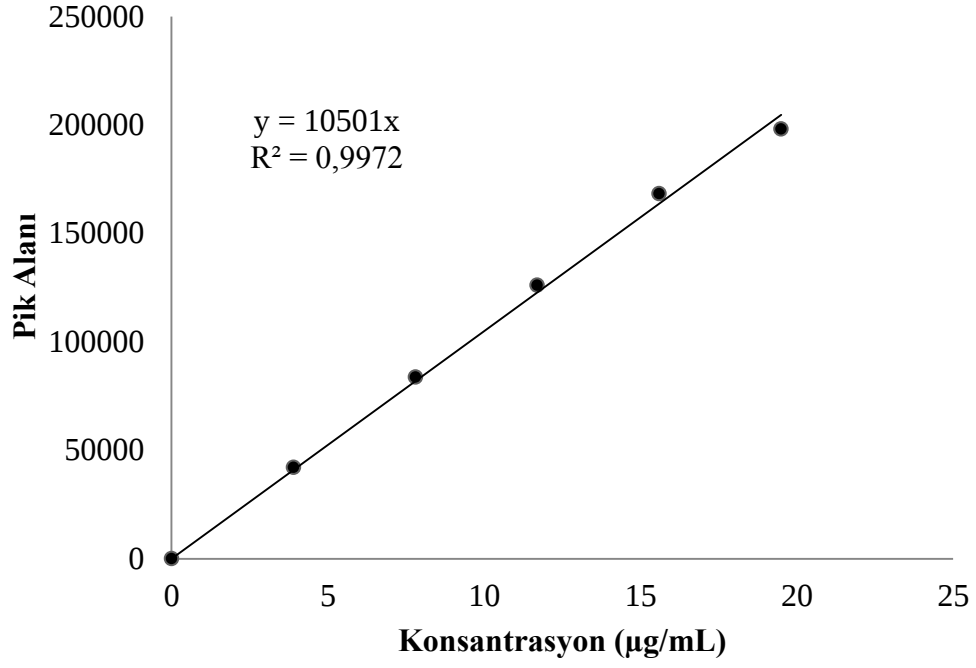


Şekil E2.7. Askorbik asit çalışma doğrusu ve doğru denklemi

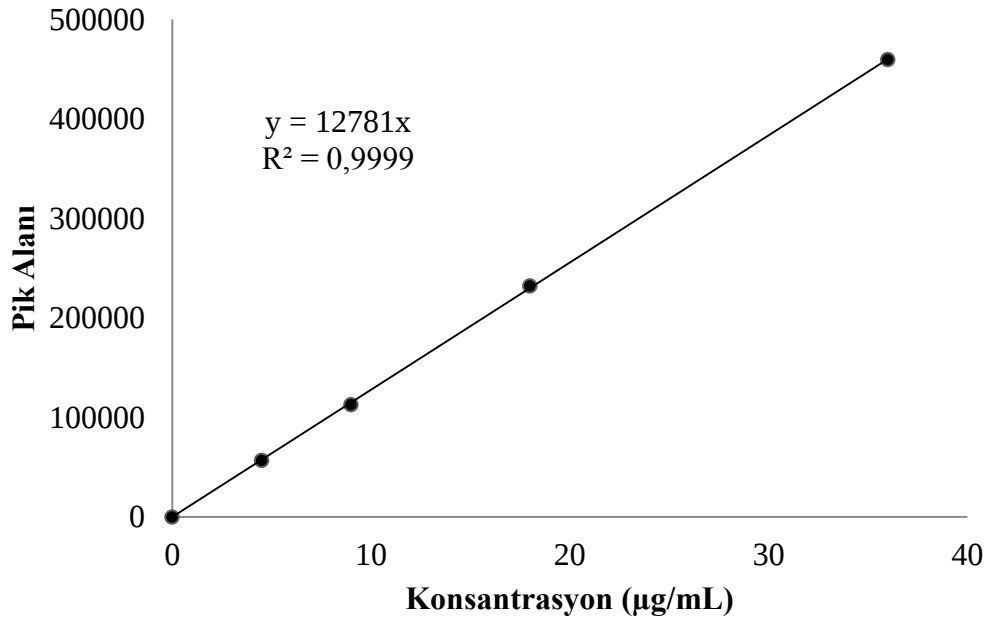
EK 3. STRES BİYOMARKIRLARIN ÇALIŞMA DOĞRULARI



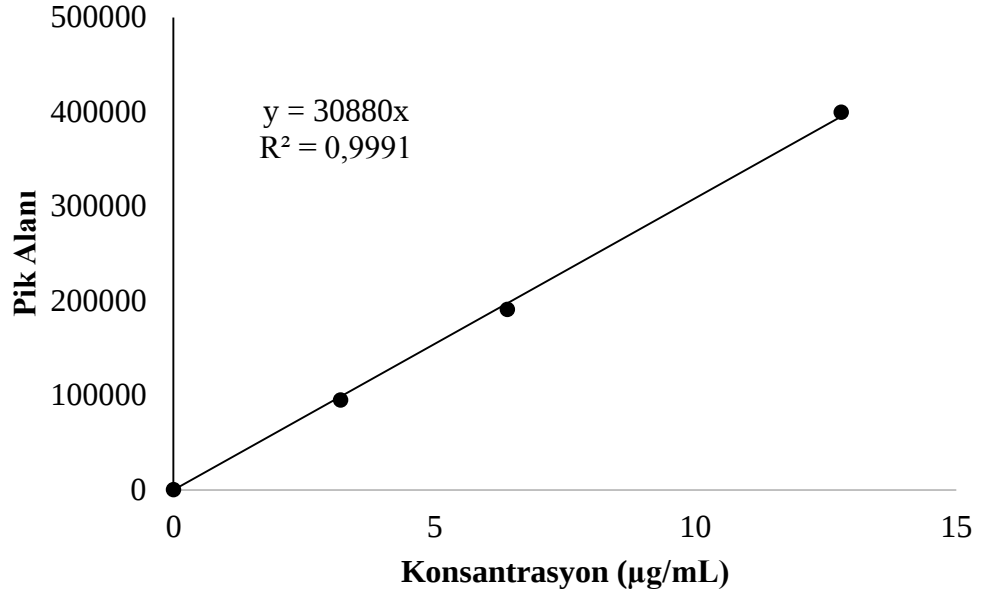
Şekil E3.1. MDA çalışma doğrusu ve doğru denklemi



Şekil E3.2. GSH çalışma doğrusu ve doğru denklemi

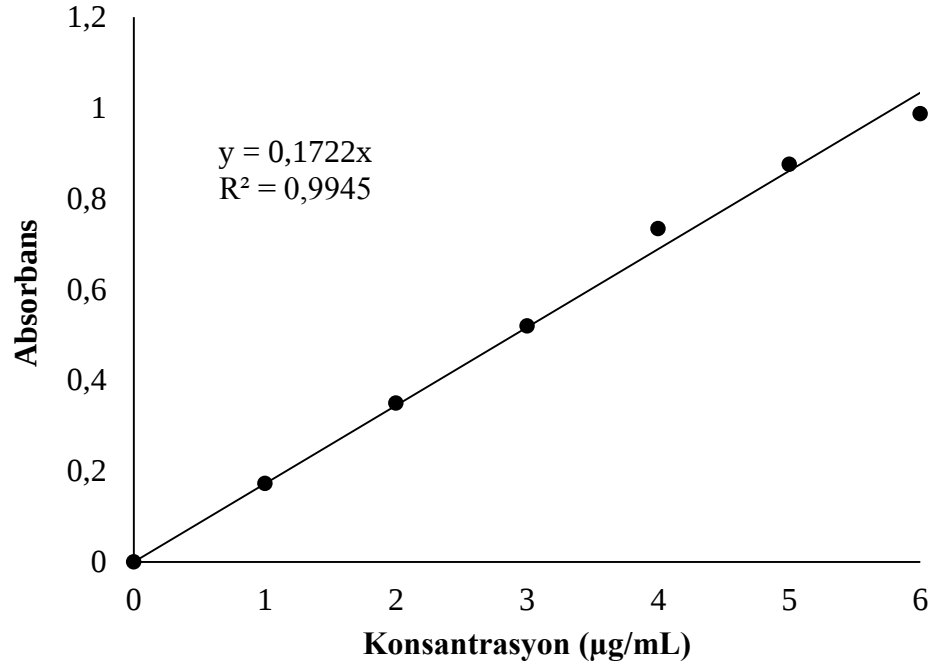


Şekil E3.3. GSSG çalışma doğrusu ve doğru denklemi

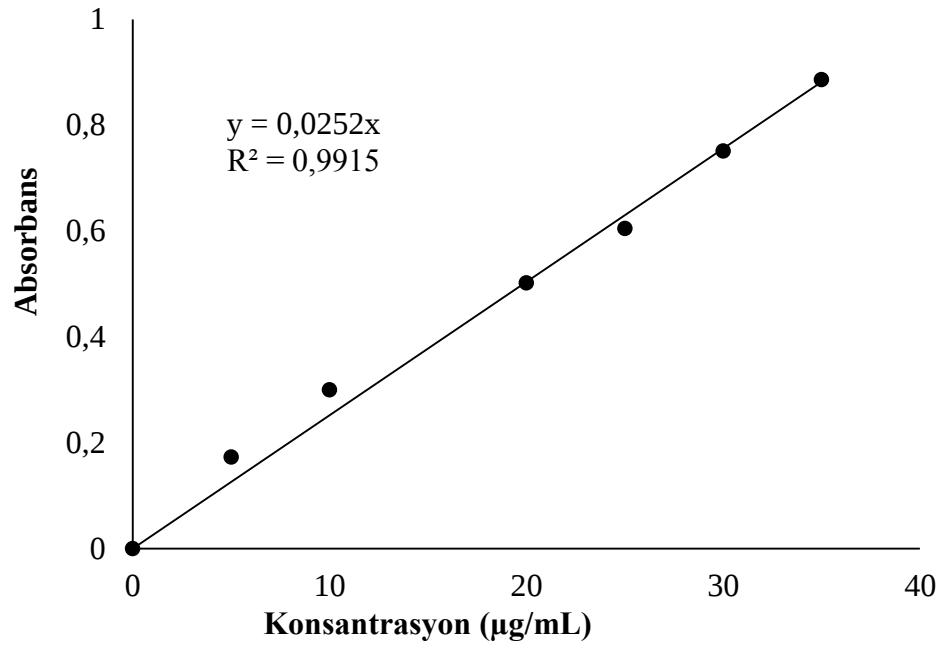


Şekil E3.4. Grelin çalışma doğrusu ve doğru denklemi

EK 4. TOPLAM FENOLİK MADDE VE FLAVONOİDLERİN ÇALIŞMA DOĞRULARI

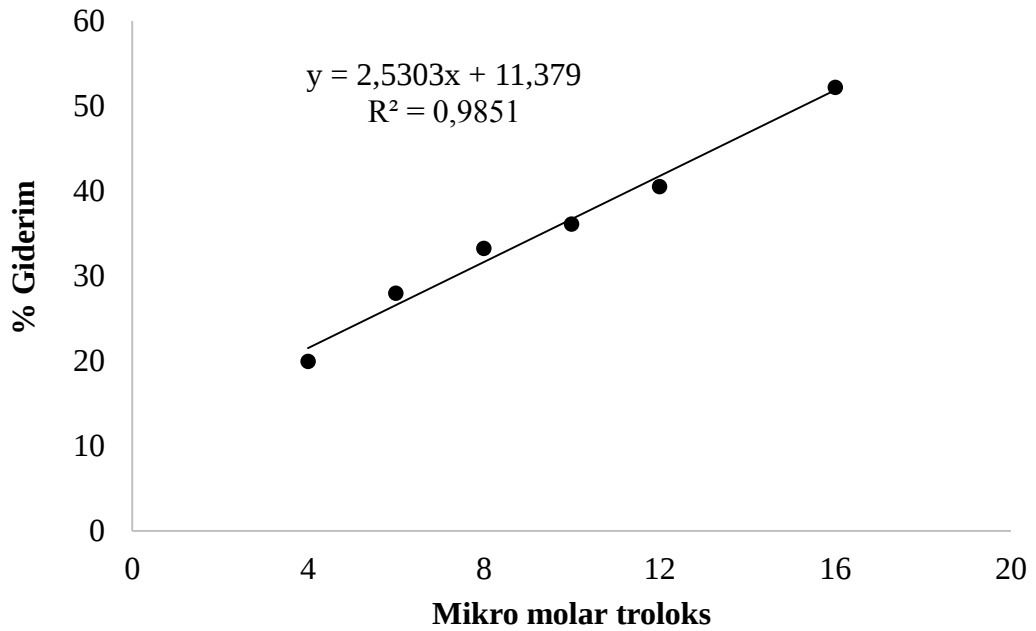


Şekil E4.1. Gallik asit çalışma doğrusu ve doğru denklemi



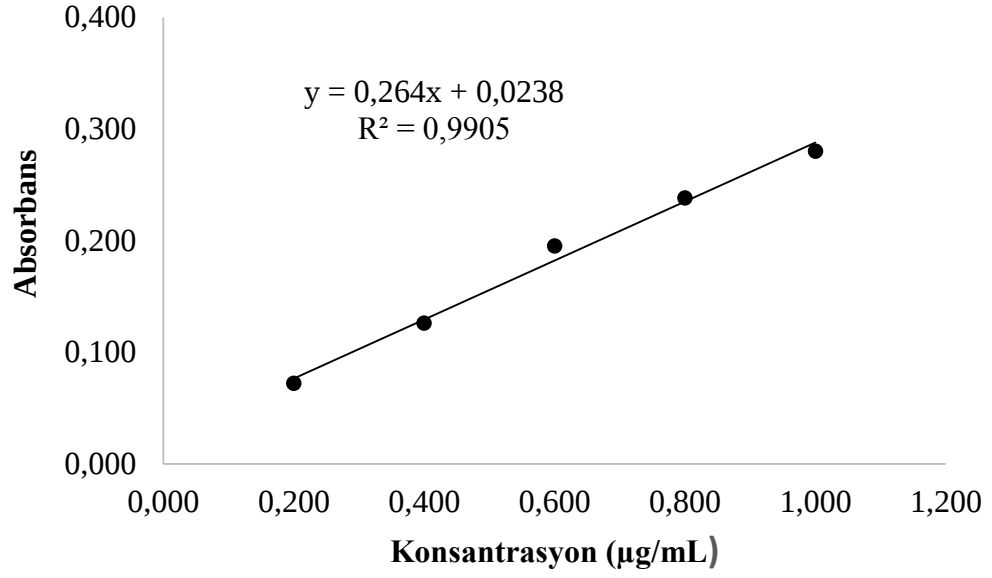
Şekil E4.2. Kueretin çalışma doğrusu ve doğru denklemi

Ek 5. TROLOKS ÇALIŞMA DOĞRUSU

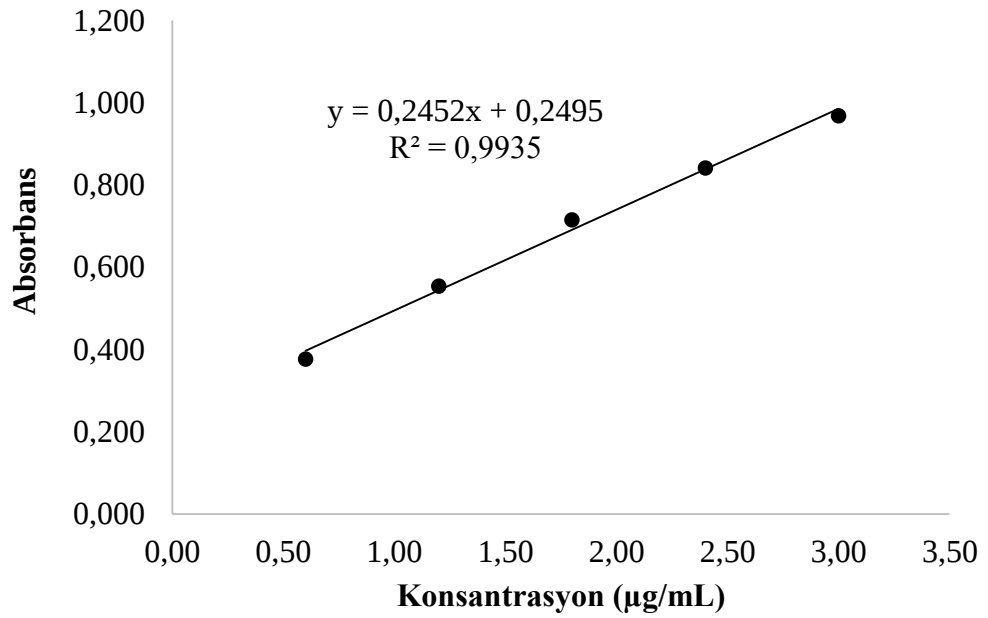


Şekil E5.1. Troloksun çalışma doğrusu ve doğru denklemi

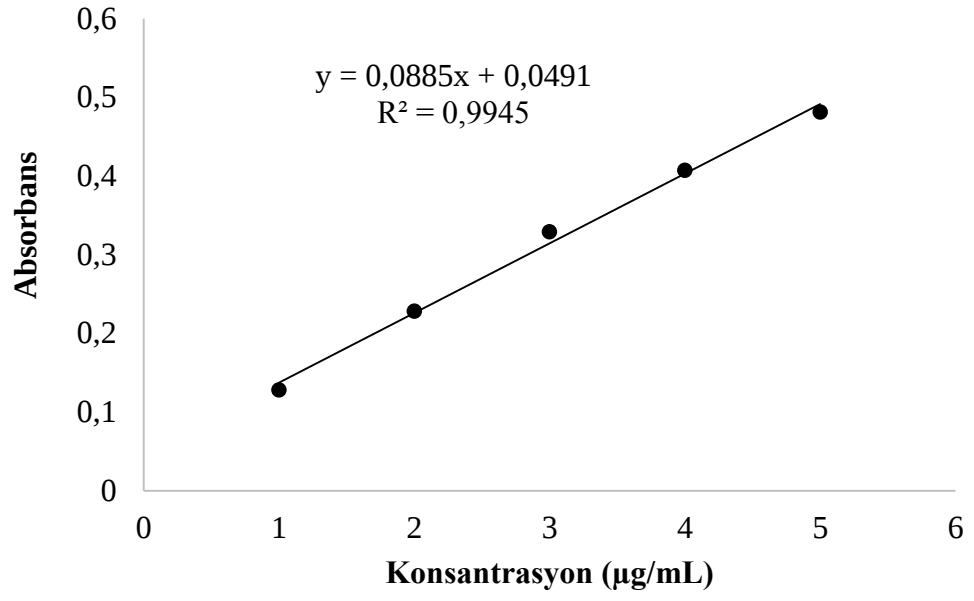
Ek 6. ELEMENTLERİN ÇALIŞMA DOĞRULARI



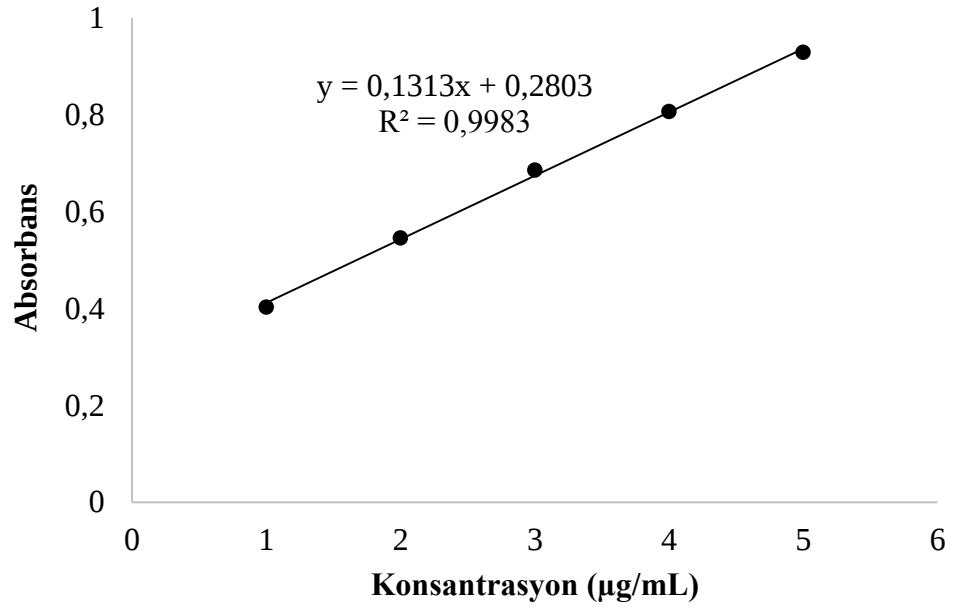
Şekil E6.1. Çinkonun çalışma doğrusu ve doğru denklemini



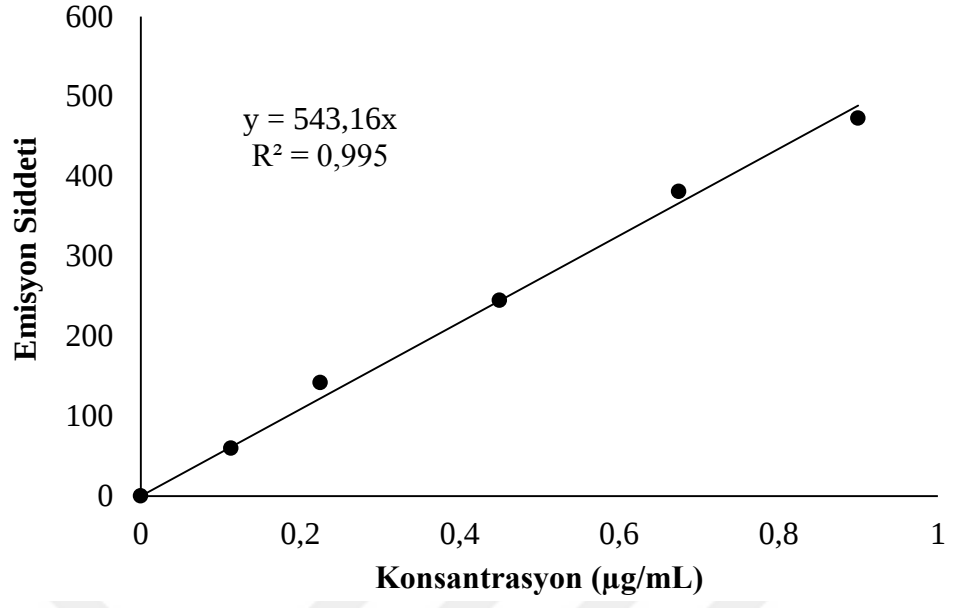
Şekil E6.2. Manganın çalışma doğrusu ve doğru denklemini



Şekil E6.3. Demirin çalışma doğrusu ve doğru denklemi



Şekil E6.4. Bakırın çalışma doğrusu ve doğru denklemi



Şekil E6.5. Selenyumun çalışma doğrusu ve doğru denklemini

ÖZGEÇMİŞ

Büşra BAKAR

KİŞİSEL BİLGİLER

Doğum Yeri : Elazığ

Doğum Yılı : 1994

Uyruğu : T. C.

Adres : Sürsürü Mah. Şehit Astsubay Coşkun Göl Sk. No:2 İç Kapı No:2

E-posta : busraabakarr@gmail.com

Yabancı Diller : İngilizce (YÖKDİL:70)

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lisans : Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü
(2012-2016, ELAZIĞ)

Lise : Hıdır Sever Anadolu Lisesi (2007-2011, ELAZIĞ)

İŞ DENEYİMİ

B. 2018 – ... : Part Time Asistanlık, Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü

AKADEMİK FAALİYETLER

Projeler:

1. Fırat Üniversitesi BAP (FÜBAP) MF.18.11 numaralı Yüksek Lisans tezi projesi 2020.