

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİ İLE KURUTULMUŞ
MAVİYEMİŞ MEYVESİNİN FARKLI ORANLARDA
İLAVESİ İLE ÜRETİLEN SİYAH ÇAYLARIN
ANTIOKSİDAN KAPASİTESİ VE FENOLİK PROFİLİNİN
TESPİTİ**

**Tezi Hazırlayan
Yeşim DAŞDEMİR**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Hilal YILDIZ**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran 2019
NEVŞEHİR**

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİ İLE KURUTULMUŞ
MAVİYEMİŞ MEYVESİNİN FARKLI ORANLARDA
İLAVESİ İLE ÜRETİLEN SİYAH ÇAYLARIN
ANTIOKSİDAN KAPASİTESİ VE FENOLİK PROFİLİNİN
TESPİTİ**

**Tezi Hazırlayan
Yeşim DAŞDEMİR**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Hilal YILDIZ**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran 2019
NEVŞEHİR**

Doç. Dr. Hilal YILDIZ danışmanlığında Yeşim DAŞDEMİR tarafından hazırlanan "Farklı Kurutma Yöntemleri ile Kurutulmuş Maviyemiş Meyvesinin Farklı Oranlarda İlavesi İle Üretilen Siyah Çayların Antioksidan Kapasitesi ve Fenolik Profilinin Tespiti" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

28.06/2019

JÜRİ

Başkan : Doç. Dr. Hasan TANGÜLER

Üye : Doç. Dr. Hilal YILDIZ

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Kemal ŞEN


ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 24.07.2019 tarih ve 44-440 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

24/07/2019
Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.


Yeşim DAŞDEMİR

TEŞEKKÜR

Gerek lisans gerekse yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve birikimiyle beni aydınlatan, çalışmamın her aşamasında desteğini esirgemeyen, bana yol gösteren, sağladığı katkılarla hep daha ilerisini hedeflememi sağlayan, gösterdiği sabır, hoşgörü ve anlayış için çok sevgili hocam danışmanım Sayın Doç. Dr. Hilal YILDIZ'a çok teşekkür ederim.

HPLC analizinin gerçekleşmesinde desteğini gördüğüm, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan Sayın Araş. Gör. Dr. Bahar Tuba FINDIK'a, ayrıca desteklerini gördüğüm Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇAKIR'a,

Tez çalışmam sırasında desteklerini gördüğüm Aysun KOÇAK, Gülnaz ŞAHİN KESKİN ve Fırat Erdem ERDOLU'ya teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca desteklerini esirgemeyen SGK Destek Hizmetleri Daire Başkanlığı Şube Müdürü Sayın Ahmet SERT, Mal Alımları İhale Servisi Şefi Sayın Muharrem ÜÇÜNCÜ ve kıymetli çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Beni yetiştiren, hayatımın her aşamasında desteklerini benden hiç esirgemeyen, en değerli varlıklarım olan anne ve babama benim için gösterdikleri fedakârlıklar için minnettarım. Ayrıca benim ilk öğretmenim olan, örnek almaktan gurur duyduğum sevgili ablam Yıldız DAŞDEMİR'e, her zaman yanımda olan ve pozitif enerjileriyle beni gülümseten kardeşlerim Yeliz ve Yasemin DAŞDEMİR'e desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİ İLE KURUTULMUŞ MAVİYEMİŞ MEYVESİNİN FARKLI ORANLARDA İLAVESİ İLE ÜRETİLEN SİYAH ÇAYLARIN ANTIOKSİDAN KAPASİTESİ VE FENOLİK PROFİLİNİN TESPİTİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Yeşim DAŞDEMİR

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2019

ÖZET

Bu çalışmada, iki farklı yöntemle kurutulmuş (geleneksel yöntemle ve liyofilizasyon yöntemiyle) maviyemiş meyvesinin farklı konsantrasyonları (%20, %30, %40 ve %50) siyah çay ile karıştırılarak piyasada yer alan meyve aromalı çayların aksine doğal meyve içeren yeni bir ürün elde edilmesi amaçlanmıştır. Öncelikle üretilen çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonları hazırlanmış, daha sonra bu infüzyonların iki farklı metotla (DPPH• radikal giderme aktivitesi, β -Karoten ağartma metodu) antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Ayrıca çay infüzyonlarının toplam fenolik madde miktarları (Folin-Ciocalteu metodu) ve fenolik bileşen profilleri (DAD detektörü bağlı, ters faz HPLC) saptanmıştır.

DPPH• radikal giderme aktivitesi verileri; çay örneklerinin hem sıcak hem de soğuk infüzyonlar bakımından meyve ilavesiz siyah çayın en yüksek antioksidan aktiviteye (sırasıyla: 40,78 $\mu\text{g/ml}$, 53,21 $\mu\text{g/ml}$), geleneksel yöntemle kurutulan meyveden hazırlanan sade meyve çayının ise en düşük antioksidan aktiviteye (sırasıyla: 163,37 $\mu\text{g/ml}$, 268,71 $\mu\text{g/ml}$) sahip olduğunu göstermiştir. Farklı konsantrasyonlarda meyve ile karıştırılan meyveli siyah çaylarda ise meyve oranı arttıkça antioksidan aktivite azalmıştır. Çayların sıcak infüzyonları soğuk infüzyonlardan, liyofilizasyon yöntemiyle kurutulan meyve çayları ise geleneksel yöntemle kurutulan meyve çaylarından daha yüksek antioksidan aktivite göstermiştir.

β -Karoten ağartma metoduna göre, çayların sıcak infüzyonlarında en yüksek antioksidan aktivite liyofilizasyon yöntemiyle kurutulan maviyemişden hazırlanan meyveli siyah çay örneğinde (LM50 %78,85) tespit edilmiştir. Soğuk çay

infüzyonlarında ise en yüksek antioksidan aktivite yine liyofilizasyon yöntemiyle kurutulan meyveden hazırlanan meyveli çay örneğinde (LM40 %74,41) belirlenmiştir.

Toplam fenolik madde miktarı bakımından çayların sıcak ve soğuk infüzyonlarında en yüksek değer siyah çayda (304,80 mg GAE/g), en düşük değer ise geleneksel yöntemle kurutulan maviyemişten hazırlanan sade meyve çayında (108,13 mg GAE/g) saptanmıştır.

Çay örneklerinin HPLC ile belirlenen fenolik bileşenleri arasında klorojenik asit liyofilizasyon yöntemiyle kurutulan sade meyve çayının majör bileşeni olarak tespit edilirken (sıcak infüzyon 188,66 mg/L, soğuk infüzyon 152,31 mg/L), gallik asit ise meyve ilavesiz siyah çayın majör bileşeni olarak (sıcak infüzyon 104,18 mg/L, soğuk infüzyon 106,10 mg/L) tespit edilmiştir.

Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre tüketici açısından LM50 (%50 liyofilizasyon yöntemiyle kurutulan meyve + %50 siyah çay karışımı) örneği en çok beğenilen çay olurken, beğeni durumu tüketicinin yaş ve cinsiyet kriterine göre ise anlamlı bir fark göstermemiştir.

Anahtar kelimeler: Siyah çay, maviyemiş, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, fenolik bileşen

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hilal YILDIZ

Sayfa Numarası: 92

**DETERMINATION OF ANTIOXIDANT CAPACITY AND PHENOLIC
PROFILE OF BLACK TEA SAMPLES WHICH ARE PRODUCED BY
ADDING DIFFERENT CONCENTRATION OF BLUEBERRY DRIED WITH
DIFFERENT DRYING METHODS**

(M. Sc. Thesis)

Yeşim DAŞDEMİR

**UNIVERSITY OF NEVSEHIR HACI BEKTAS VELI
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

June 2019

ABSTRACT

In this study, it is aimed to obtain a new product containing natural fruit in comparison with the fruit flavored teas available in the market by mixing of black tea with different concentrations (20%, 30%, 40% and 50%) blueberry dried with two different methods (traditional and lyophilization). Firstly, hot and cold infusions of tea samples were prepared and then antioxidant capacity of these infusions were determined by two different methods (DPPH• radical scavenging activity, β -Carotene bleaching methods). In addition, total phenolic content of tea infusions (Folin-Ciocalteu method) and phenolic component profiles (DAD detector coupled, reverse phase HPLC) were determined.

DPPH• radical scavenging activity data; It has shown that tea samples have the highest antioxidant activity of black tea without fruit addition in terms of both hot and cold infusions (40.78 $\mu\text{g/ml}$, 53.21 $\mu\text{g/ml}$, respectively) and fruit tea prepared from fruit dried by traditional method has the lowest antioxidant activity (163,37 $\mu\text{g/ml}$, 268,71 $\mu\text{g/ml}$, respectively). In black teas mixed with fruit in different concentrations decreased antioxidant activity when fruit proportion increased. Hot infusions of teas showed higher antioxidant activity than cold infusions. In addition the fruit teas dried by lyophilization method displayed higher antioxidant activity than teas dried by traditional method.

According to the β -carotene bleaching method, the highest antioxidant activity in the hot infusions of the teas was determined in the fruit black tea sample (LM50 78,85%) prepared from blueberry dried by lyophilization method. In cold tea infusions, the

highest antioxidant activity was determined in tea sample (LM40 74,41%) prepared from fruit dried by lyophilization method.

In terms of total phenolic content, the highest value in hot and cold infusions of teas was found in black tea (304,80 mg GAE/g), while the lowest value was found in fruit tea (108,13 mg GAE/g) prepared from blueberry dried by traditional method.

Among the phenolic components of the tea samples determined by HPLC, chlorogenic acid was identified as the major component (hot infusion 188,66 mg/L, cold infusion 152,31 mg/L) of fruit tea dried by lyophilization, while gallic acid was determined as the major component (hot infusion 104,18 mg/L, cold infusion 106,10 mg/L) of fruit-free black tea.

According to the results of the sensory evaluation, LM50 sample (50% fruit dried with lyophilization method + 50% black tea mixture) was the most admired tea, while the taste did not show a significant difference according to consumer's age and gender criteria.

Keywords: Black tea, blueberry, antioxidant activity, total phenolic content, phenolic compound

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hilal YILDIZ

Page Number: 92

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
İÇİNDEKİLER	viii
TABLOLAR LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
RESİMLER LİSTESİ	xiv
SİMGELER ve KISALTMALAR	xv
1. BÖLÜM	1
GİRİŞ	1
1.1 Amaç ve kapsam	1
2. BÖLÜM	3
KURAMSAL TEMELLER VE LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Oksidatif Stres	3
2.2. Serbest Radikaller	3
2.2.1 Reaktif Oksijen Türleri	4
2.2.2. Reaktif Nitrojen Türleri.....	5
2.3. Gıda Kaynaklı Fenolik Antioksidanlar	6
2.3.1. Fenolik Asitler.....	9

2.3.2. Flavonoidler	10
2.3.3. Stilbenler	13
2.3.4. Kumarinler	14
2.3.5. Lignanlar	14
2.3.6. Tanenler.....	14
2.4. Fenolik Bileşiklerin Sağlık Açısından Değerlendirilmesi.....	15
2.5. Çay	16
2.5.1. Çayın Sağlık Üzerine Etkileri	19
2.6. Maviyemiş (Lıkapa).....	20
2.7. Literatür Araştırmaları	24
3. BÖLÜM	29
MATERYAL VE METOT	29
3.1. Materyal	29
3.2. Kullanılan Ekipman ve Kimyasallar	29
3.3. Metot	29
3.3.1. Meyvenin Kurutulması.....	29
3.3.2. Çay Üretimi.....	31
3.3.3. Çayların İnfüzyonu.....	32
3.3.4. Antioksidan Aktivite Testleri.....	33
3.3.5. Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi	35
3.3.6. Fenolik Bileşen Profillerinin Belirlenmesi.....	35

3.3.7. Duyusal Analiz.....	37
3.3.8. İstatistiksel Analiz.....	38
BÖLÜM 4	40
TARTIŞMA VE BULGULAR	40
4.1. Antioksidan Aktivite Analiz Sonuçları	40
4.1.1. DPPH• (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) Metodu.....	40
4.1.2. β -Karoten Ağartma Metodu	43
4.2. Toplam Fenolik Madde (TFM) Miktarı	48
4.3. HPLC ile belirlenen Fenolik Bileşen Profili	52
4.4. Duyusal Analiz.....	67
BÖLÜM 5	74
SONUÇ VE ÖNERİLER	74
KAYNAKLAR	77
ÖZGEÇMİŞ	92

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Farklı flavonoid türleri ve diyet kaynakları	12
Tablo 2.2. Türkiye’de son beş yıllık çay üretimi (Türkiye İstatistik Kurumu).....	18
Tablo 2.3. Türkiye’de son beş yıllık yaban mersini (maviyemiş) üretimi (TÜİK).....	22
Tablo 3.1. Üretilen meyveli çaylar ve özellikleri	32
Tablo 3.2. Uygulanan yöntemin HPLC koşulları	36
Tablo 3.3. HPLC metodu gradient çalışma koşulları	37
Tablo 4.1. Çay örneklerinin serbest radikal giderme aktivitelerinin (IC ₅₀ değerlerinin) karşılaştırılması	40
Tablo 4.2. Çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarının IC ₅₀ değerlerine ait varyans analiz sonuçları	42
Tablo 4.3. Sıcak ve soğuk çay infüzyonlarının β-karoten ağartma metoduna göre antioksidan aktivite değerleri	45
Tablo 4.4. Çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarının β-Karoten ağartma metoduna göre antioksidan aktivitelerine ait varyans analiz sonuçları.....	47
Tablo 4.5. Çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarının TFM (mg GAE/g) miktarları	48
Tablo 4.6. Çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarının TFM miktarlarına ait varyans analiz sonuçları	50
Tablo 4.7. İki ayrı yöntemle kurutulmuş meyvelerin farklı konsantrasyonlarında ilave edilerek hazırlanan çay örneklerinin infüzyon yöntemlerinden bağımsız örnek türleri, örnek türlerinden bağımsız infüzyon yöntemleri ve örnek*infüzyon türü interaksiyonuna ait varyans analiz sonuçları.....	51
Tablo 4.8. Çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarının TFM ve iki farklı yöntemle belirlenen antioksidan aktivitelerinin örneklerden bağımsız	

ortalamları	52
Tablo 4.9. Standartlara ait kolonda alıkonma süreleri.....	53
Tablo 4.10. Çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarına ait fenolik bileşen konsantrasyonları	54
Tablo 4.11. Çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarının fenolik bileşen porfillerine ait varyans analiz sonuçları	65
Tablo 4.12. Çay örneklerinin duyuşal değerlendirmelerine ait varyans analiz sonuçları	68
Tablo 4.13. Çay örneklerinin duyuşal parametrelerine ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	69
Tablo 4.14. Cinsiyete göre kalite kriterlerinin değerlendirilmesi.....	72
Tablo 4.15. Yaş grubuna göre kalite kriterlerinin değerlendirilmesi	72

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. ROS/RNT'nin oluşumu	4
Şekil 2.2. Fenolik antioksidanların sınıflandırılması	9
Şekil 2.3. Fenolik asitlerin genel yapısı: a) Benzoik asit türevleri b) Sinamik asit türevleri	10
Şekil 2.4. Flavanoidlerin genel kimyasal yapısı	11
Şekil 3.1. Duyusal Tanımlayıcı Test örneği.....	38
Şekil 4.1. Sıcak çay infüzyonlarının fenolik bileşen profili (mg/L)	64
Şekil 4.2. Soğuk çay infüzyonlarının fenolik bileşen profili (mg/L)	64
Şekil 4.3. Çay örneklerinin duyusal profili	71

RESİMLER LİSTESİ

Resim 2.1. Kültüre alınmış maviyemiş (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.)	21
Resim 3.1. Geleneksel yöntemle kurutma.....	30
Resim 3.2. Liyofilizasyon yöntemi ile kurutma.....	31
Resim 3.3. Meyveli siyah çayların hazırlanma aşamaları.....	32
Resim 3.4. Araştırma kapsamında kullanılan HPLC sistemi.....	36



SİMGELER ve KISALTMALAR

Bu araştırmada kullanılan simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda listelenmiştir.

Simgeler	Açıklamalar
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
µg	Mikrogram
µm	Mikrometre
dak	Dakika
g	Gram
kg	Kilogram
mg	Miligram
ml	Mililitre
Nm	Nanometre
ppm	Milyonda bir
β	Beta

Kısaltmalar	Açıklamalar
AAE	Askorbikasit ekivalent
ABTS	2,2'-azinobis (3-etil-bezotiazolin 6 sulfonat
AIDS	Edinilmiş bağışıklık eksikliği sendromu
ATP	Adenozintrifosfat
BHA	Bütillenmiş hidroksianisol
BHT	Bütillenmiş hidroksitoluen
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
GAE	Gallik asit eşdeğeri
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
HPLC	Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi
IC ₅₀	Radikalın yüzde ellisinin inhibisyonunu sağlayan konsantrasyon
NaOH	Sodyum hidroksit
NO•	Nitrik Oksit
NOS	Nitrik Oksit Sentaz

OS	Oksidatif stres
$^1\text{O}_2$	Singlet oksijen
$\bullet\text{O}_2^-$	Süperoksit
$\text{OH}\bullet$	Hidroksil
$\text{ONOO}\bullet$	Peroksinitrit
$\text{Q}\bullet$	Semikinon
$\text{RO}\bullet$	Alkoksil
$\text{ROO}\bullet$	Peroksil
ROT	Reaktif Oksijen Türleri
RAT	Reaktif Azot Türleri
SOD	Süper Oksit Dismutaz
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
SR	Serbest Radikal
<i>trans-5-CQA</i>	<i>trans-5-caffeoylquinic acid</i>
TFM	Toplam Fenolik Madde
TS	Türk Standartları
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

1. BÖLÜM

GİRİŞ

1.1 Amaç ve kapsam

Çay, gerek kimyası konusunda artan bilgi ve farkındalık gerekse sahip olduğu sağlık yararları dolayısıyla dünyada en çok tüketilen içeceklerden biri haline gelmiş ve son yıllarda antikarsinojen, antioksidan, kardiyovasküler ve antimikrobiyal aktiviteleri gibi potansiyel sağlık özellikleri nedeniyle çay polifenolleri, araştırmacıların ve halkın dikkatini çekmiştir. Çayın kimyası ve sağlık yararları üzerine çok sayıda araştırma yapılmasına rağmen, bunların çoğu yeşil çay ve ekstreleri üzerine odaklanmıştır.

Siyah çayın hem içeriği hem de biyoyararlılığı, gerek hayvan gerek insanlardaki metabolik süreçler üzerindeki etkisinin yorumlanmasında mutlaka göz önünde bulundurulması gereken bir konudur. Hayvan ve insanlarda yeşil çay kateşinlerinin majör antioksidanlarının metabolizması ve biyoyararlılığı nispeten iyi kurulsada, siyah çay polifenollerinin içeriği, biyoyararlılığı ve biyotransformasyonu hakkında çok az bilgi mevcuttur [1]. Bu eksiklik dikkate alınarak planladığımız araştırma siyah çay üzerine kurulmuştur.

Küresel olarak son on yılda üretiminde sürekli bir artış sergileyen ve dünya genelinde önemli ürünlerden biri haline gelen, ülkemizde likapa olarak bilinen, literatüre ise yaban mersini (*Vaccinum spp.*) olarak girmiş olan maviyemiş; taze olarak tüketiminin yanı sıra yoğurt, reçel gibi işlenmiş ürünlerde ve ayrıca bazı içeceklerde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Yaban mersini de dahil olmak üzere meyve tüketimindeki artış, tüketicilerin bu ürünlerin beslenmedeki önemi konusundaki farkındalıklarına ve sağlıklı kalma isteklerine bağlanmaktadır. Yaban mersininin sağlık açısından önemi; antosiyanin, flavonol, klorojenik asit ve pektin bakımından zengin diyet lifi içeriğine atfedilmektedir [2-4].

Bu çalışmanın amacı, piyasadaki meyve aromalı çaylardan farklı olarak sağlık açısından önemli bileşenler içeren ve oldukça popüler olan maviyemişin kurutulmuş siyah çaya ilave edilmesi ile farklı bir çay üretmektir. Dolayısıyla hem her geçen gün artan ürün yelpazesi ile tüketicinin dikkatini çeken çay sektörü için yeni ve sağlık açısından faydalı

fonksiyonel bir ürün elde edilmesi hem de çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular ile bilimsel bilgi birikimine katkı sağlanması hedeflenmiştir.



2. BÖLÜM

KURAMSAL TEMELLER VE LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Oksidatif Stres

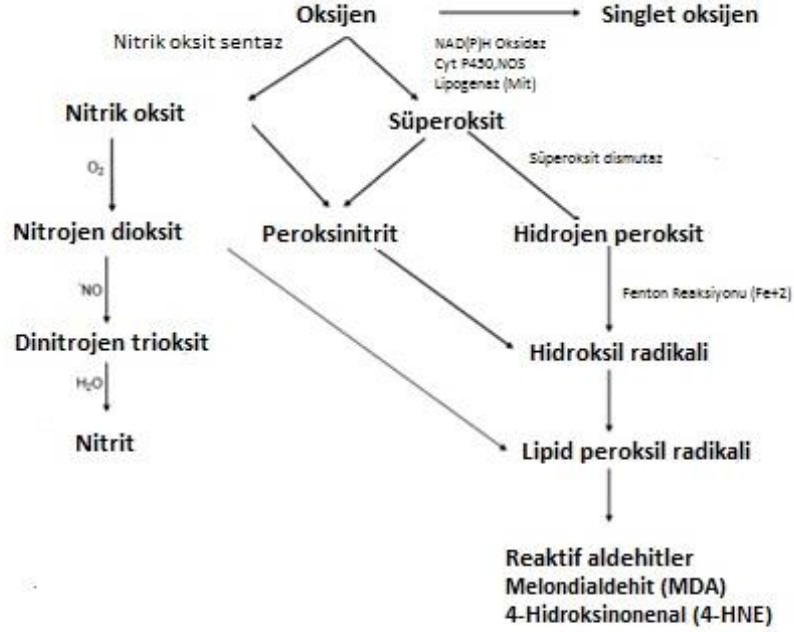
Vücutta reaktif oksijen türleri (ROT) ve reaktif nitrojen türleri (RNT) gibi yüksek ölçüde aktif moleküllerin aşırı üretimine atfedilen oksidatif stres (OS), oksidanlar (reaktif oksijen ve nitrojen türleri) ve antioksidanlar arasındaki dengenin bozulması sonucu ortaya çıkan bir durumdur. Bu durum; lipit, DNA, karbonhidrat ve proteinleri bozabilmekte, akut ve kronik nörodejeneratif hastalıklar (iskemi-reperfüzyon hasarı, AIDS, Alzheimer, Parkinson), kardiyovasküler hastalıklar, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) ve kanser dahil olmak üzere birçok hastalığın patogenezi ve başlamasında rol almaktadır [5-8].

2.2. Serbest Radikaller

Serbest radikaller (SR), dış yörüngelerinde eşleşmemiş elektron içeren reaktif kimyasal moleküllerdir. Gıdalarda veya biyolojik dokularda üretildiği zaman yakınında bulunan lipit, karbonhidrat, protein ve nükleik asit gibi moleküllerle kolayca reaksiyona girmekte ve insan sağlığı için zararlı olmaktadır. Serbest radikaller vücutta solunum gibi normal metabolik faaliyetler sırasında oluşmakta, çoğunlukla mitokondriyal veya mikrozomal elektron transferi sırasında, fagositoz, araşidonik asit metabolizması, ovülasyon ve üreme sırasında da ortaya çıkmaktadır [9]. Alkol ve sigara kullanımı, serbest radikal oluşumunu teşvik eden beslenme tarzı gibi olumsuz dış etkenler nedeniyle SR patolojik seviyeye ulaşmaktadır. Patolojik seviyeye ulaşması durumunda ise; diyabet, katarakt, demans, kanser, kalp-damar rahatsızlıklarına sebep olduğu birçok kaynakta bildirilmiştir [9-12].

Oksijen aerobik organizmaların yaşamı için hayati bir role sahiptir. Normal hücrelerde aerobik metabolizma süresince adenzin trifosfat (ATP) üretilir ve oksijen açığa çıkan suyun yapısında yer alır. Bununla birlikte bu proses mükemmel değildir ve proseste süperoksit anyonu ($O_2^{\cdot-}$), hidrojen peroksit (H_2O_2), hidroksil radikali (HO^{\cdot}), hipokloröz asit ($HOCl$) ve hidroperoksil radikali (HOO^{\cdot}) gibi ROT ve nitrikoksit sentaz (NOS), katalize nitrikoksit ($\cdot NO$) ve peroksinitrit gibi RNT formunda ara ürünler üretilir [7,13].

Şekil 2.1.'de ROS/RNT'nin oluşumu gösterilmiştir [13].



Şekil 2.1. ROS/RNT'nin oluşumu

2.2.1 Reaktif Oksijen Türleri

Süperoksit anyonu ($O_2^{\cdot-}$), en yaygın ve önemli ROT türlerinden biridir. Moleküler oksijen benzersiz bir elektronik konfigürasyona sahiptir ve eşleşmemiş iki elektrona sahip bir di-radikaldir. Bu oksijen molekülüne tek bir elektron eklendiğinde süperoksit anyonu ($O_2^{\cdot-}$) adı verilen bir ürün oluşmaktadır. Bir molekül oksijen suya dönüştüğü zaman 30-32 ATP molekülü oluşur. Bu proses çoğunlukla bir hücrenin mitokondrisinde gerçekleşir. Diğer serbest radikallerle karşılaştırıldığında nispeten daha uzun bir yarılanma ömrüne sahiptir. $O_2^{\cdot-}$, doğrudan lipit peroksidasyonunu başlatabilir [13].

Singlet oksijen (1O_2), ilk kez 1924 yılında gözlenmiş, sonrasında oksijenin daha reaktif bir formu olarak tanımlanmıştır. Biyolojik sistemler için önemlidir, fakat eşleşmemiş elektron içermediğinden bir radikal değildir. Serbest bir radikal olmamasına rağmen bazı radikal reaksiyonları sırasında oluşabilir ve diğerlerinin oluşumuna da yol açabilir.

DNA, protein ve lipitler gibi birçok biyolojik molekül ile reaksiyona girebilir [13].

Hidroksil Radikali ($\cdot\text{OH}$), hidroksit iyonunun nötral formudur ve bilinen en reaktif oksijen radikalidir. Yüksek ölçüde toksik olan hidroksil radikali protein ve karbonhidratlardaki kovalent bağları parçalayabilir, lipit peroksidasyonuna yol açabilir ve hücre membranlarını tahrip edebilir. Kısa ömürlüdür; fakat şeker, aminoasit, fosfolipid, DNA, organik asit ve yağ asidi içeren canlı hücrelerdeki neredeyse her tip molekül ile çok hızlı reaksiyona girer [13-14].

Hidrojen peroksit (H_2O_2), enzimatik prosesler (süperoksit dismutaz, aminoasit oksidaz ve ksantin oksidaz gibi birkaç enzim tarafından katalizlenen) ve fotokimyasal prosesler yoluyla süperoksit anyonundan dismutasyon reaksiyonu gibi kimyasal prosesler aracılığıyla üretilir. H_2O_2 'nin biyolojik moleküllerin çoğuna karşı reaktivitesi bu oksidanların yüksek aktivasyon enerjisinden dolayı düşüktür. Fizyolojik çevre şartlarında hücre ve dokulardaki H_2O_2 konsantrasyonu genelde düşüktür ($\sim 10^{-7}$ - 10^{-8}). H_2O_2 'nin *in vivo* çoğu zararlı etkisi ya metal iyonları ya da hem-peroksidazları gibi enzimlerin geçişi yoluyla olduğu düşünülmektedir. Bu proses $\text{HO}\cdot$ ve $\text{NO}_2\cdot$ gibi radikaller, HOCl ve ilgili radikal olmayan türler ve daha reaktif olan sekonder türleri üretir [15].

2.2.2. Reaktif Nitrojen Türleri

Nitrik oksit önemli reaktif nitrojen çeşitleri arasında olup, memeli hücrelerindeki endotel, nöron, makrofaj gibi farklı hücrelerde L-arjininden nitrik oksit sentaz enzimi aktivitesine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Hiperkolesterol, hipertansiyon, diyabet ve sigara kullanımı gibi bazı faktörler $\text{O}_2^{\cdot-}$ üretimindeki artışla ilgilidir. Bu artış damarlardaki endotel tabakası tarafından $\text{NO}\cdot$ radikalinin oluşturulmasını sağlar. $\text{NO}\cdot$ ve $\text{O}_2^{\cdot-}$ radikalleri son derece reaktif olup, birlikte reaksiyona girerek nitrit, nitrat ve peroksinitrit anyonunu oluşturmaktadır. Oluşan peroksinitrit anyonu, nitrojendioksit ve hidroksil benzeri radikaller oluşturmakta, lipit peroksidasyonuna ve damar hasarlarına yol açmakta bu da kalp-damar hastalıklarına zemin hazırlamaktadır [16].

Süperoksit anyonunun toksisitesinin diğer önemli potansiyel mekanizması, peroksinitrit üretmek için serbest radikal nitrik oksit ile hızlı reaksiyonudur. Nitrik oksidin asıl radikal doğası, biyolojik sistemlerde mevcut diğer serbest radikallerle reaksiyonu, onun

muhtemel biyolojik bazı eylemleri için önemlidir. Bu eylemler yerine göre farklı hücrelerde negatif veya pozitif olabilir [13].

Peroksinitrit ise, kısa ömürlü reaktif bir peroksittir ve güçlü bir oksidandır. Nitrik oksit ve süperoksit ile ilgili sitotoksisitenin çoğu mitokondriyal fonksiyonları etkileyen peroksinitrit ile ilgilidir [13].

2.3. Gıda Kaynaklı Fenolik Antioksidanlar

Bitki antioksidanları, tüketici ve üreticiler arasında fonksiyonel gıdalarla eşanlı olarak kabul edilmektedir. İndirgeyici özellikler sergileyen kimyasal bileşikler, gıda endüstrisinde ürünleri oksidasyona karşı korumak için uzun yıllardır kullanılmaktadır. Antioksidanlara olan bu ilgi, insanlardaki OS ile mücadele etme yeteneklerinden kaynaklanmaktadır [17].

Bitkisel gıda materyallerinin en önemli antioksidanları olan fenolik bileşikler, serbest radikalleri söndürerek hücresel membranların zarar görmesini veya hücre içindeki genetik materyal değişimini önleyebilmektedir [10,18]. Bir antioksidan düşük konsantrasyonlarda dahi bir substratın oksidasyonunu geciktiren veya engelleyen [19], bir diğer ifadeyle oksidatif zincir reaksiyonlarındaki yayılma adımını bloke ederek olası lipid, protein, DNA ve diğer moleküllerin oksidasyonunu önleyen madde olarak tanımlanır [20].

Antioksidanlar, enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar diye gruplandırılır. Enzimatik antioksidanlar reaktif türler ile reaksiyona girer ve ardından etkili bir şekilde geri dönüşür. Gerçekte enzim bir katalist olarak görev yapar dolayısıyla bu enzimlerin küçük miktarları bile koruma sağlamak için yeterlidir. Süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz önemli antioksidan enzimler arasında yer almaktadır [20].

Enzimatik olmayan antioksidanlar ise hidrofilik ve hidrofobik antioksidanlar olarak ikiye ayrılabilir. α -tokoferol (E Vitamini), karotenoidler, ubikinon-10 (Koenzim Q10) gibi hidrofobik antioksidanlar çoğunlukla lipoprotein ve membranlarda yer alır. Glutatyon, askorbat ve ürik asit gibi hidrofilik antioksidanlar ise çoğunlukla sitozolik, mitokondriyal ve çekirdeksel sulu kısımlarda bulunabilir [20].

Gıda ve biyolojik sistemlerdeki diğer moleküllerin oksidasyonunu inhibe etme veya geciktirme yeteneğine sahip olan antioksidanlar, farklı mekanizmalar yoluyla oksidatif strese karşı koruyucu bir özelliğe sahiptirler. Etki şekillerini; serbest radikal süpürme, singlet oksijenini söndürme, peroksit ve diğer reaktif oksijen türlerini inaktif etme, metal iyonlarını bağlama, ikincil oksidasyon ürünlerini söndürme ve prooksidatif enzimleri inhibe etme şeklinde sergilerler. Antioksidanlar çoğu gıdada doğal olarak meydana gelmektedir. Dahası onlar sentetik olarak da C ve E vitamini gibi doğal benzerleri şeklinde de sentezlenebilirler. Sentetik fenolik antioksidanlar genellikle bir fenolik halka ve bir veya daha fazla hidroksil grup içerirler ve butillenmiş hidroksianisol (BHA), butillenmiş hidroksitoluen (BHT), propil gallat (PG) ve tert-butilhidrokinon (TBHQ) olarak gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılırlar [21]. BHA monofenolik bir antioksidan olup yağda çözünebilir, suda çözünmez. Uçucu yağların renk ve aroma bozukluğunu önlemede son derece etkili bir antioksidan olan BHA özellikle kısa zincirli yağ asitlerinin oksidasyonunun kontrolünde etkilidir. BHT de, monofenolik bir antioksidandır. Yağda çözünür, suda çözünmez. Bitkisel yağlardan ziyade hayvansal yağların oksidasyonunu baskılamada etkilidir. TBHQ ise, doymamış bitkisel yağlar, çoğu yenilebilir hayvansal yağlar ve et ürünlerinin korunmasında oldukça etkilidir. Demir varlığında renk değişimine sebep olmaz ve eklendiği materyalin aroma ve kokusunu değiştirmez. 1948 yılından beri kozmetik ürünlerine, gıda ambalajlama materyallerine ve yağ içeren gıdaları stabilize etmek amacıyla katılan PG ise yenilebilir yağ, mayonez, şortening ve fırın ürünlerinde de katkı olarak kullanılmaktadır [22]. Fakat sentetik antioksidanların gıda uygulamalarında kullanımını sınırlayan bazı endişeler vardır. Bunların en önemlisi yüksek konsantrasyonlarda kullanımlarının hayvan modellerinde potansiyel karsinojenik etkiye sahip olduğu ile ilgili ileri sürülen kanıtlardır. Bu nedenle tüketiciler arasında sentetik katkılara karşı endişe oluşmuştur [21,23-24]. Bu nedenle günlük diyetlerimizde doğal gıda kaynaklı antioksidanların alımı; oksidatif zarar dolayısıyla meydana gelen hastalıkların insidansını düşürmek, insan sağlığı üzerinde yararlı bir etki sağlamak ve sentetik antioksidanların kullanımına yönelik tüketici endişelerini bertaraf etmek için bir strateji olarak önerilmektedir [12].

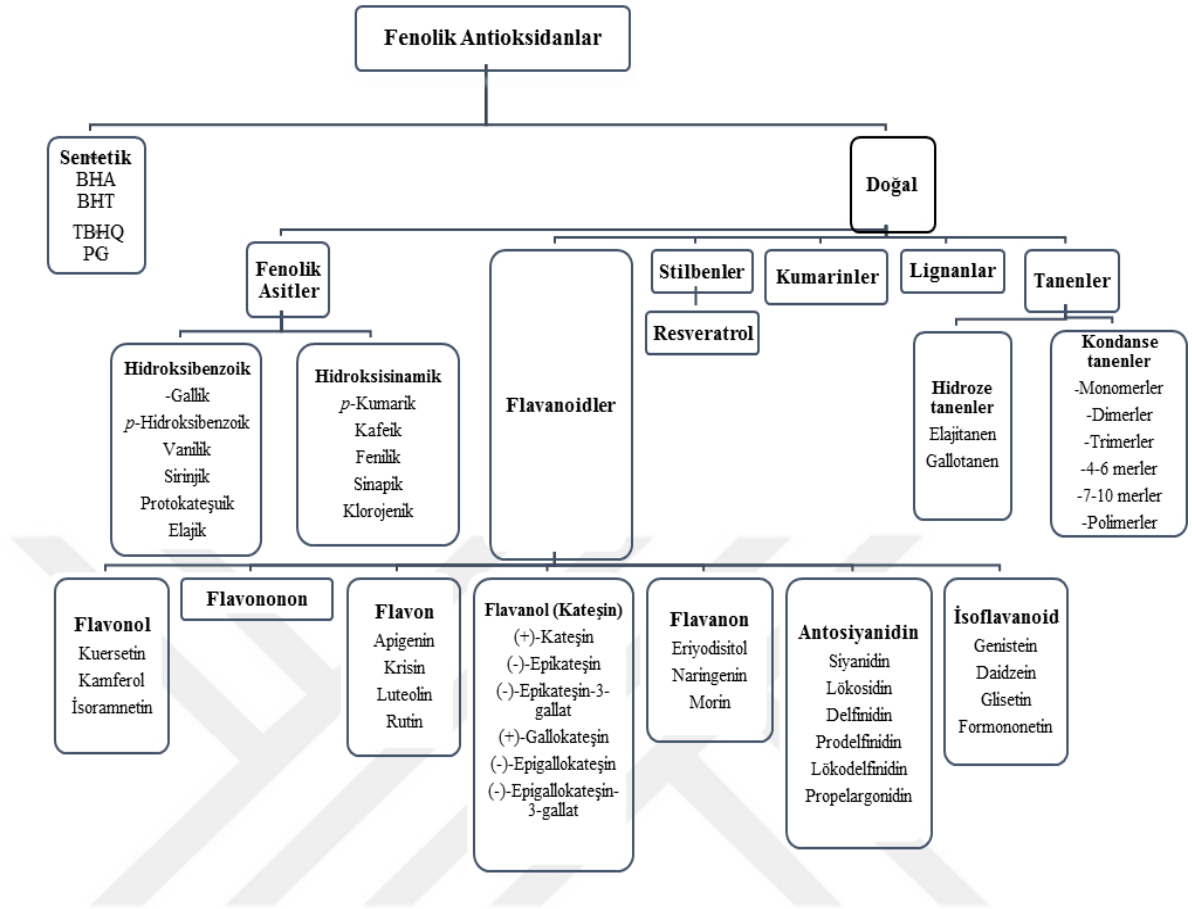
Bütün bitkiler, fenil alanin ve triozinden sekonder bir metabolit olan çok sayıda fenolik madde oluşturmaktadırlar [25-26]. Polifenoller; meyve, sebze, tahıl, çay, esansiyel

yağlar, zeytinyağı ve tütün gibi bitkilerde yaygın olarak bulunan fitokimyasalların bir grubudur. Bu bitkisel ürünlerden insan diyetleri için üretilen gıda ve içeceklerde bulunan diyet polifenoller, doğal antioksidan ve kemopreventif ajanların en önemli gruplarından biridir. Diyet fenolik bileşenleri üzerinde yapılan epidemiyolojik, klinik ve beslenme araştırmaları bu bileşenlerin kanser, kardiyovasküler hastalıklar ve metabolik bozukluklar gibi dejeneratif hastalıkların başlamasını önlediği ve bu hastalıkların oluşum riskini düşürerek insan sağlığını olumlu yönde etkilediğine dair kanıtları güçlü bir şekilde desteklemektedir [26-27]. Polifenol ve flavanoidler üzerine yapılan literatür araştırmaları bu bileşenlerin sahip oldukları farmakolojik ve biyolojik aktif bileşenlerden dolayı hastalıkların tedavisinde antik çağlardan beri yasal olarak kullanıldığını göstermiştir [28-29].

Bitkilerin gelişimleri sırasında oluşan fenolik bileşikler; bitkiyi UV ışınlarından korur, bakteri ve küfler üzerinde biyosidal etki gösterir. Polifenollerin sentezi üzerinde UV ışını ve mikrobiyal enfeksiyonlar stimüle edici etkiye sahiptir. Bunun yanı sıra kimyasal stres faktörleri ise sentezi artırabilmektedir [30].

Doğal antioksidan kaynakları arasında fenolik bileşiklerin önemli bir yeri vardır. Fenolik bileşenlerin antioksidan potansiyeli, ilgili moleküldeki hidroksil gruplarının sayısı ve yerleşimine bağlıdır.

şekil 2.2.'de fenolik antioksidanların sınıflandırılması görölmektedir [22].

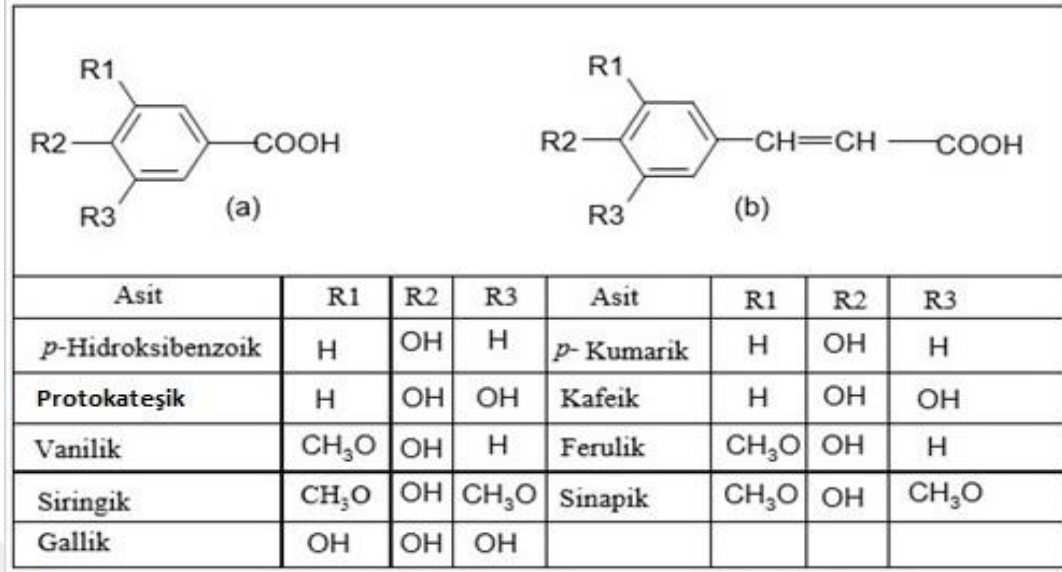


Şekil 2.2. Fenolik antioksidanların sınıflandırılması

2.3.1. Fenolik Asitler

Fenolik asitler, diyet fenollerinin yaklaşık üçte birini oluşturan, bir fenol halkası ve organik bir karboksilik asit grubu taşıyan yapıları ile bitkilerde bol miktarda bulunan fitokimyasalların bir grubudur [31]. Fenolik asitler, hidroksisinamik asitler ve hidroksibenzoik asitler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Hidroksibenzoik asitler (C6-C1); gallik, *p*-hidroksibenzoik, protokateşik, vanilik ve sirinjik asitleri içerir. Diğer taraftan hidroksisinamik asitler ise üç karbonlu yan zincire (C6-C3) sahip aromatik bileşenler olup, en yaygın üyeleri kafeik, ferulik, *p*-kumarik ve sinapik asitlerdir [32].

Şekil 2.3’de fenolik asitlerin genel yapısı gösterilmiştir [33].



Şekil 2. 3. Fenolik asitlerin genel yapısı: a) Benzoik asit türevleri b) Sinamik asit türevleri

Bitki kaynaklı gıdalar hidroksibenzoik asitleri genelde az miktarda içerirler. Böğürtlen, ahududu, çilek, siyah ve kırmızı frenk üzümü gibi meyvelerde protokateşik asit, *p*-hidroksibenzoik asit ve gallik asit yüksek oranda bulunabilmektedir [34].

Meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan hidroksisinamik asitler; kafeik, *p*-kumarik, ferulik ve sinapik asitlerdir. Bunlar arasında kafeik asidin daha baskın olduğu, klorojenik asidin ise yaban mersini, elma ve patlıcanda yüksek konsantrasyonlarda olduğu bildirilmiştir [34].

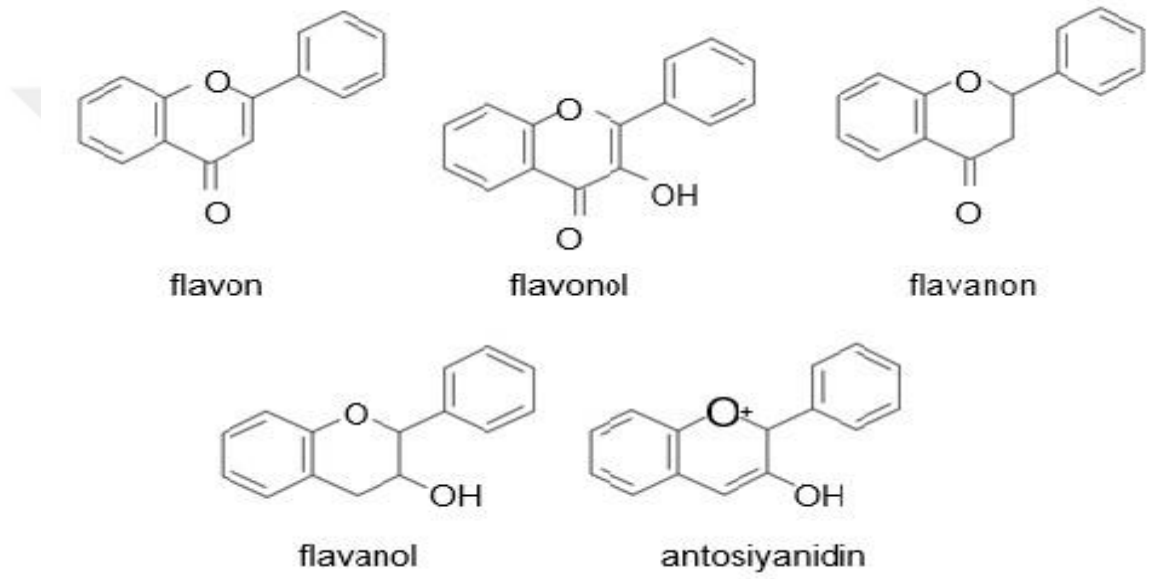
Hidroksisinamik asitler hidroksibenzoik asitlerle karşılaştırıldığında daha yüksek antioksidan özellik göstermektedirler. Hidroksisinamik asitlerin yüksek aktivitesi, hidroksibenzoik asitlerdeki -COOH grubundan daha fazla hidrojen verme yeteneği ve radikal stabilizasyona sahip CH=CH-COOH grubundan kaynaklanmaktadır [32].

2.3.2. Flavonoidler

Sarı renkli olmaları nedeniyle latince sarı manasına gelen flavus sözcüğünden türetilen flavonoidler bitki dokularının karakteristik kırmızı, mavi ve mor pigmentleri olarak bilinen benzersiz bitki sekonder metabolitleridir. Bitkilerdeki fizyolojik rollerinin yanı sıra, besin olarak kabul edilmemesine rağmen insan diyetinde önemli bileşenlerdir [35].

5000'den daha fazla sayıda farklı flavonoid tanımlanmıştır. Flavonoidlerin 6 ana alt grubu içinde; flavonoller, flavanonlar, flavonlar, flavanoller, flavan-3-oller ve izoflavonlar bulunur. Bugüne kadar çoğu meyve, sebze ve içeceklerde (çay, kahve, bira, şarap ve meyve suları) çok sayıda flavonoid tanımlanmıştır [36].

Şekil 2.4'de Flavanoidlerin genel kimyasal yapısı gösterilmiştir [32].



Şekil 2.4. Flavanoidlerin genel kimyasal yapısı

Tablo 2.1.'de gıda ve gıda bileşenlerinde doğal olarak meydana gelen flavonoid örnekleri ve diyet kaynakları verilmiştir [25,37].

Tablo 2.1. Farklı flavonoid türleri ve diyet kaynakları

Sınıf	Adı	Diyet Kaynağı
Flavon	Krisin	Meyve kabukları
	Apigenin	Maydanoz, Kereviz
Flavanon	Naringin	Sitrus meyveler, Greyfurt
	Naringenin	Sitrus meyveler
	Taksifolin	Sitrus meyveler
	Eriyodiktiol	Limon
	Hesperidin	Portakal
	İzosakuranetin	Sitrus meyveler
	Flavonol	Kamferol
Kuersetin		Çay , Soğan, Marul, Brokoli, Domates, Berry meyveler, Elma, Zeytinyağı, Kızılçık
Rutin		Kara buğday, sitrus meyveler, Kırmızı biber, Kırmızı şarap, Domates kabuğu
Flavanonol	Engeletin	Beyaz üzüm kabuğu
	Astilbin	Beyaz üzüm kabuğu
	Genisitin	Soya fasülyesi
	Taksifolin	Meyveler
İzoflavon	Genisitein	Soya fasülyesi
	Daidzin	Soya fasülyesi
	Daidzein	Soya fasülyesi
Flavanol (Kateşin)	(+) –Kateşin	Çay
	(+) –Gallokateşin	Çay
	(-) –Epikateşin	Çay
	(-) –Epigallokateşin	Çay
	(-) –Epikateşin gallat	Çay
	(-) –Epigallokateşin gallat	Çay
Antosiyanidin	Epigenidin	Depolanmış meyveler
	Siyanidin	Kiraz, Ahududu, Çilek, Üzüm
	Delfinidin	Koyu renkli meyveler
	Pelargonidin	Koyu renkli meyveler

Flavonlar ve flavonollar gıdalarda aglikon olarak bulunmaktadır. Bitkilerde yaklaşık 200 flavonol ve 100 flavon tespit edilmiştir. Bu bileşenler C-2 ve C-3 arasında bir çift bağa sahiptirler. Flavonoller flavonlardan farklıdır. Çünkü onlar 3- pozisyonda bir –OH gruba sahiptirler ve 3-deoksiflavonoller olarak kabul edilebilirler [22,25]. Flavonoller bitkisel gıdalardaki en yaygın flavonoidlerdir [36].

Flavononlar; doymuş üç karbon zinciri ve C4 pozisyonunda oksijen atomu tarafından temsil edilir. Renksiz olup, özellikle turunçgillerde yaygın olarak bulunurlar. En önemlileri naringenin, hesperidin ve naringindir (Tablo 1) [34,36-38].

Antosiyanidinler çiçek, meyve ve yapraklarda mavi, kırmızı, leylak tonlarının parlak renklerine katkıda bulunan, bitkilerdeki suda çözünebilen pigmentlerdir. Antosiyaninlerin iyonik yapısı farklı pH değerlerinde farklı renk ve tonlara yol açan hakim pH'ya göre moleküler yapıda değişimlere olanak sağlar. Antosiyaninler hidroksil gruplarının numara ve pozisyonlarına göre siyanidin, delfinidin, petunidin, peonidin, malvidin ve pelargonidin gibi farklı isimlerle sınıflandırılırlar [39].

Kateşinler aynı zamanda flavanoller olarak da bilinmektedirler. Kateşinler, B halkası ile pozisyon 2 karbon arasındaki bağın stereo konfigürasyonlarına ve pozisyon 3'teki hidroksil grubuna bağlı olarak iki epimere sahiptir. (-) - Epikateşin ve (+) – kateşin olarak adlandırılan bu iki epimer ve ilgili türevleri olan epigallokateşin ve gallokateşin birlikte kateşinler olarak sınıflandırılır. Gallokateşin ve epigallokateşin, B halkası üzerinde ekstra bir hidroksil grubu içerir. Flavanoller veya kateşinler çoğunlukla meyve ve bazı sebzelerin kabuklarında bulunur. Yaygın olarak tüketilen birçok meyve ve sebzenin flavanol ve bunların gallik asit esterlerini içerdiği bilinir [38].

Flavanollerin polimerik formları olan proantosiyanidinler aynı zamanda kondanse tanenler olarak da bilinmektedir [38]. Darı, kaju fıstığı, frenk üzümü, yaban mersini gibi çeşitli bitkisel ürünlerde bulunmaktadır [25].

Flavanoidler; ROT'ları doğrudan süpürme, antioksidan enzimleri aktive etme, metal bağlama aktiviteleri, α -tokoferol radikallerini indirgemesi, oksidazları inhibe etmeleri, NO•'in sebep olduğu oksidatif stresi azaltmaları, ürik asit seviyelerini ve düşük moleküler antioksidanların antioksidan özelliklerini artırmaları gibi mekanizmalar yoluyla serbest radikallerin sebep olduğu hasarları önleyebilirler [35,40].

2.3.3. Stilbenler

Özellikle *trans*-resveratrolün glikozitleri olan stilbenler sahip oldukları antioksidatif, antikarsinojenik ve antitümör özellikleriyle sağlık için faydalı olan fenolik bileşiklerdir. Resveratrol, özellikle asma bağlarında muhtemel bir hasara karşı bitki tarafından

üretir. Temel diyet stilbenleri kırmızı şarap ve fıstıktaki resveratrol olup; antep fıstığı, berry meyveleri, kırmızı lahana, ıspanak ve bazı bitkilerde de az miktarlarda bulunabilir. *Trans*-resveratrol, kardiyovasküler ve kanser gibi hastalıkları da içeren yaygın hastalıkları inhibe etme veya geciktirme yeteneğinden dolayı dünya genelinde önemli ölçüde ilgi odağı olmuştur. Yapılan bir araştırmada resveratrolün BHA, BHT ve α -tokoferol gibi standart antioksidanlara göre *in vitro* antioksidan aktivite testlerinde daha etkili antioksidan olduğu belirlenmiştir [22].

2.3.4. Kumarinler

Kumarinler, bitki orijinli bazı gıdalarda var olan *cis-O*-hidroksisinamik asit türevlerinin laktonlarıdır ve serbest formda veya glikozit olarak bulunurlar. En önemlileri; basit kumarinler, furano kumarinler (psoralen olarak da adlandırılır) ve gıdalarda serbest veya glikozit formda bulunan pirano kumarinlerdir. Bu bileşenler enfeksiyon hastalıklarına cevap vermede fitoaleksinin olarak da etki gösterir [25].

2.3.5. Lignanlar

Lignanlar, iki fenil-propan birimlerinin oksidatif dimerizasyonu yoluyla üretilir ve çeşitli bitkiler, yağlı tohumlar ve tahıl tanelerinde yaygın olarak bulunabilirler. Özellikle keten tohumu, zengin bir lignan kaynağıdır. Son yıllarda lignanlarla ilgi araştırmalar onların antioksidan, antiinflamatuvar ve kansere karşı koruyucu özellikleri üzerine yoğunlaşmıştır [41].

2.3.6. Tanenler

Tanenler, birçok bitki türünde yaygın olarak bulunan yüksek moleküler ağırlığına sahip polifenolik biyomoleküllerdir. Aminoasit ve alkaloidleri de içeren protein ve çeşitli diğer organik bileşikler bağlar ve çöktürür. Tanenler lipit peroksidasyonu ve *in vitro* lipoksigenazı inhibe eder, böylece hidroksil, süperoksit ve peroksil radikallerini süpürebilirler. Tanenlerin antiinflamatuvar, antibakteriyal, antiviral, antidiyabetik, antihiperkolestrolemi etkilerine de sahip olduğu bildirilmiştir. Kimyasal yapılarına bağlı olarak tanenler; hidrolize tanenler ve kondanse tanenler olarak tanımlanırlar. Hidrolize tanenler, gallik asit ve elajik asit gibi fenolik asitler ile hidroksil kısmı bağlanmış poliol (D-glukoz) içerir. Kondanse tanenler ise, polihidroksi flavan-3-ol'ün polifenolik

biyoflavanoidini içerir. Çay, kahve, şarap, üzüm, kayısı, arpa, şeftali, kuru meyveler, nane, reyhan, biberiye, nar, çilek, amla, karanfil, pirinç, yulaf, çavdar gibi gıdalar en önemli tanen kaynaklarıdır [22,42].

2.4. Fenolik Bileşiklerin Sağlık Açısından Değerlendirilmesi

Gıda maddelerinin tüketimi, insanların fenolik bileşikleri almaları için en önemli yoldur. Özellikle kahve, çay ve şarap başta olmak üzere meyve, sebze ve içecekler fenolik yönünden oldukça zengindir. Polifenol bakımından zengin bir diyet sağlık açısından önemli olup, diyetle alınan ortalama fenolik miktarı jeolojik konumlara bağlı olarak değişmektedir. İstatistiksel olarak, bir Japon'un günde ortalama 1492 mg, bir Brezilyalı'nın ise günde 460 mg fenolik bileşik tükettiği bildirilmektedir. Antioksidan/antimikrobiyal aktivitelerinin yanı sıra sağlığa yararlı özellikleri nedeniyle fenolik bileşikler hem fonksiyonel gıda katkı maddeleri hem de gıda koruyucuları açısından mükemmel adaylar olmuşlardır [43].

Meyve, sebze ve tam tahılların faydalı özelliklerinin çoğu, fitokimyasal olarak adlandırılan biyoaktif ve besleyici olmayan kimyasal bileşiklere atfedilmiştir. Az işlenmiş gıdaların 5000-25000 arasında fitokimyasal içerdiği ve bunlar arasında pozitif sağlık yararları dolayısıyla fenolik bileşenler oldukça dikkat çekmiş ve üzerinde çok sayıda araştırma yapılmıştır. Özellikle kronik enflamasyon, kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve diyabetin önlenmesi konularında fenolik bileşiklerin rolleri üzerinde araştırmalar yoğunlaşmıştır [44]. Fenolik bileşikler ayrıca kabızlık giderici, bağışıklık sistemini geliştirici, kilo verici ve kolesterolü düşürücü etkiye de sahiptirler [45]. Yapılan bir araştırmada ise flavanoid tüketiminin demans riskiyle ters orantılı olduğu bildirilmiştir [46].

Flavanoid olarak tanımlanan bitkilerdeki pigmentlerin varlığı, eski çağlardan beri bilinmesine rağmen onların kimyasal yapısı 19. yy'ın sonuna kadar tanımlanamamıştır. 20.yy'ın ilk yıllarında ise flavanoidler ve ilgili maddeler çeşitli bitkilerde kimyasal olarak karakterize edilmiş ve laboratuvarında sentezlenmiştir. Önceki çoğu araştırma, onların pigment olarak rolleri üzerine yoğunlaşmış, sonraki araştırmalar ise bazı flavanoidlerin insan sağlığı üzerine etkilerine de dikkat çekmeye başlamıştır [47].

Son yıllarda dikkat çeken araştırma konularından biri ise insan immün yetmezlik virüsüne (HIV) karşı bazı flavanoidlerin belirgin bir inhibitör aktiviteye sahip olduğu ile ilgilidir. Yapılan bir çalışmada HIV-1'e karşı 21 doğal ve 13 sentetik flavanoid arasında krisinin en yüksek terapötik indekse sahip olduğu rapor edilmiştir. Flavanoidlerin başka birçok virüse karşı da inhibitör etkisi bulunmaktadır. Kuersetin, morin, rutin, lökosiyanidin, pelargonidin klorür ve kateşinlerin herpes simpleks virüsü (HSV), poliovirüs gibi birçok virüs çeşidine karşı da etkili olduğu bildirilmiştir. Flavanoidlerce zengin bazı bitki ekstraktlarının antibakteriyal etkiye sahip olduğuna dair çeşitli araştırmalar yapılmıştır ve doğal olarak meydana gelen flavanoidler ile bakterilerin dirençli suşlarına karşı diğer antibakteriyal ajanlar arasında sinerjistik bir etki olduğuna dair bulgular bildirilmiştir [48].

Birçok çalışma; antosiyaninlerin; antioksidan, antikarsinojen, antibakteriyal, retinal koruma, gençleştirici etki (anti-aging) ve bağırsak sağlığını koruyucu etkisi olduğunu göstermektedir. Bu nedenle antosiyanin açısından zengin gıdalar tüketmenin çeşitli kronik rahatsızlıkları önleyerek sağlığın korunmasına yardımcı olabildiği ileri sürülmektedir [49, 50].

Yapılan bir dizi çalışma, antioksidan ve antiinflamatuvar potansiyele sahip biyoaktif bileşenlerin (özellikle antosiyanin) bir kaynağı olarak düşünülen özellikle kırmızı-siyah meyvelerin (ahududu, yabanmersini, frenk üzümü gibi) sağlık yararlarının altını çizmiştir. Kırmızı meyvelerin obezite, idrar yolu enfeksiyonu, kardiyovasküler hastalığa karşı etkili olduğu birçok literatürde bildirilmiştir [51].

Kanser üzerine yapılan bir çalışmada ise, kateşin alımının rektum kanserine karşı koruma sağlayabileceği bildirilmiştir [52].

2.5. Çay

Çay, sudan sonra dünya genelinde pek çok insan tarafından zevkle tüketilen en popüler içecektir ve sağlık üzerine birçok yararlı etkisi nedeniyle tüketimine olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Karma bir tarihe sahip olan çay ile ilgili bir rivayete göre; çay, Çin imparatoru Shen Nung için hazırlanan içme suyuna kaza ile düşen ağaç yapraklarının infüzyonu sonucunda M.Ö. 2737 yıllarında keşfedilmiştir [53].

Çay bitkisi, *Camellia sinensis*'in genç yapraklarından ve tomurcuklarından üretilen uzun ömürlü, yapraklarını dökmeyen, yağış miktarı bol, sıcak ve nemli iklimlerden hoşlanan bir bitkidir [54-58]. İklim, mevsim, bahçe bitkileri pratikleri, bitkinin yaşı ve üretim metotları, kuru çay yapraklarının kimyasal kompozisyonunda değişikliklere yol açar. Dünya çay tüketiminin %78'ini oluşturan siyah çay, kuru çay yapraklarının soldurma ve kıvırma işlemlerinin ardından tam fermantasyona bırakılması ile hazırlanır. Kateşinler çay yapraklarında bulunan en önemli biyokimyasal bileşenlerdir ve fermantasyon prosesi sonucunda çay kateşinleri, enzim katalizli oksidasyon ve polimerizasyona uğrar. Bu işlem ise, kateşinlerin çoğunun teaflavin olarak bilinen oligomere ve tearubigin gibi polimerik bileşenlere dönüşmesi ile sonuçlanır. Teaflavinler, kateşinlerin benzotropolon bağlı heterodimerlerinden dolayı siyah çayın benzersiz tat ve rengine katkıda bulunur. Yüksek molekül ağırlıklarından dolayı tearubiginler kimyasal ve biyolojik açıdan çok araştırılmamıştır. Yeşil çay ile karşılaştırıldığında siyah çay düşük miktarda monomerik polifenoller, yüksek miktarda polimerik bileşenler içerir. Siyah çayda bulunan toplam çay flavanoidlerinin %50-60'ını tearubiginler ve %10'unu ise teaflavinler oluşturur [54,59].

Genel olarak dünya nüfusunun üçte ikisi tarafından tüketilen çayların %78'i siyah, %20'si yeşil ve %2'si oolong çayı olarak üretilmektedir [60-61].

Ülkemizde çay, Cumhuriyet döneminde Doğu Karadeniz bölgesinde üretimi başlayan ve ilk yirmi yılda ithalatı azaltacak seviyeye, daha sonraları ise ihracat potansiyeline yükselen önemli bir tarım bitkisi haline gelmiştir [62]. 1924 yılı itibariyle çay yetiştiriciliği yapan Türkiye çay üretiminde dünyada beşinci sırada yer almaktadır [63].

Tablo 2.2'de Türkiye'de son beş yıllık çay üretimi verilmiştir[64].

Tablo 2.2. Türkiye’de son beş yıllık çay üretimi (Türkiye İstatistik Kurumu)

Tarih	Çay yetiştirmeye ayrılan alan (Dekar)	Yaş çay yaprağı üretimi (Ton)
2014	760 494	1 266 311
2015	762 073	1 327 934
2016	763 609	1 350 000
2017	821 079	1 300 000
2018	836 109	1 500 000

Siyah çay batı ülkelerinde tüketilirken, yeşil çay ve oolong çayı çoğunlukla Çin, Japonya ve Tayvan gibi doğu ve Asya ülkelerinde tüketilmektedir [54,65,66]

Çay çeşitleri arasında; yeşil çay fermantasyona uğramadan, oolong çayı yarı fermente edilerek ve siyah çay ise tam fermantasyonla elde edilir [67]. Yeşil çay, çayın tepe tomurcuğu ve onu takip eden iki yaprağın hasat edilen taze sürgünlerinden elde edilir ve okside olmazken; siyah çay, çay yapraklarının soldurulması sonucu oluşan polifenol oksidaz enziminin katalize ettiği oksidasyon sonucu oluşmaktadır [60]. Fermantasyona uğratılmaması nedeniyle yeşil çay yaprakları yeşil renklerini ve hemen hemen orijinal polifenol içeriğinin tamamını korur. Oolong çayı ise yeşil çayın tazeliğini ve siyah çayın kokusunu birleştiren mükemmel bir özelliğe sahiptir [68].

Çay; epigallokateşin-3-gallat (EGCG), epigallokateşin (EGC), epikateşin-3-gallat (ECG) ve epikateşin (EC) olarak ifade edilen ve genel adı kateşin olan polifenolik bileşikleri içermektedir. Ayrıca çay yaprağındaki polifenollerin %75’ini flavanoller oluşturur. EGCG ise çayda bulunan toplam kateşinlerin %50-80’ini oluşturan temel kateşindir [61,69]. Çay kateşinleri serbest radikalleri temizleyen ve metal iyonlarını şelatlayarak reaktif oksijen oluşumunu önleyen güçlü antioksidanlardır [70].

Siyah çaya işleme sırasından uygulanan oksidasyon sonucu flavanollerden theaflavinler ve thearubiginler gibi sekonder polifenoller oluşmakta ve flavanol içeriği azalmaktadır

[71]. Çayda bulunan theaflavinler siyah çayın burukluğunu ve parlaklığını sağlarken, thearubiginler renk ve yoğunluğa katkı sağlar [72]. Siyah çay infüzyonuna renk, parlaklık ve zindelik kazandıran teaflavinler, güçlü antioksidan özelliklere sahiptirler. Teaflavin 3,3-gallatin yeşil çay kateşinlerinin en güçlüsü olan EGCG'den daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve bu özelliğin teaflavinin gallik asit grubundan kaynaklandığı bildirilmiştir [73].

Tüketiciler açısından çayın en çekici özelliği duyuşal özellikleridir. Taze çay yaprakları neredeyse kokusuzdur. Toplandıktan sonra, esas olarak enzim destekli reaksiyonlar yoluyla aroma oluşturmaya başlarlar. Çay üretim işleminin amacı, çay makinesinde amaca uygun olarak istenen aroma üretmeye yönelik reaksiyonları başlatmak ve yönlendirmektir. Binlerce yıl içerisinde gelişen çay, piyasada geniş çeşitlilikte lezzet profili ile zengin ve ilgi çekici ürünleriyle ortaya çıkmaktadır [74]. Çayın lezzeti iki kategoriye ayrılabilir: tat (uçucu olmayan bileşikler) ve aroma (uçucu bileşikler). Bu aroma moleküllerinin tümü, karotenoidlerden, lipitlerden, glikozitlerden ve Maillard reaksiyonundan ileri gelir [75].

2.5.1. Çayın Sağlık Üzerine Etkileri

Lezzetli bir içecek olmasının yanı sıra içerdiği polifenolik bileşikler sayesinde oksidatif zararı önleyerek, başta koroner kalp hastalıkları ve çeşitli kanser türleri olmak üzere birçok dejeneratif hastalıklar üzerinde koruyucu bir etkiye sahip olan çay, bilim dünyası açısından önemli bir araştırma konusu olmuştur [61,68,76].

Siyah çay antihistaminik ve antiinflamatuvar özellikleri rapor edilen flavanol glikozitlerinden kuersetini %54-71 oranında içerir. Bundan dolayı astıma karşı potansiyel bir terapötik ajan olduğu bildirilmiştir [66]. Yeşil ve siyah çay ekstraktlarının, kalp damar hastalıklarına karşı oksidatif enzimlerin aktivitesini önleyerek veya hücreşel antioksidanları artırarak arterlerde LDL oksidasyonunu ve plaka oluşumunu engellediğı bildirilmiştir [69,82,83]. Kardiyovasküler hastalık ve flavanoid tüketimi (elma, çay, soğan) arasındaki ilgiyi belirlemek üzere 805 yaşlı erkek üzerinde bir diyet anket araştırması yapılmış ve sonuçlar günlük flavanoid tüketiminin ortalama 29 mg'dan fazla olan bireylerde kardiyavasküler riskinin %68 daha az olduğu belirlenmiştir [84].

Hollanda’da 6 yıl boyunca 4807 birey (kadın ve erkek) üzerinde yürütülen bir çalışmada günde 3 fincandan fazla siyah çay tüketenlerde kalp krizi riskinin hiç tüketmeyenlere göre %68 daha az olduğu bildirilmiştir. Yine Hollanda’da 552 yaşlı erkek üzerinde yürütülen bir diğer çalışmada ise 15 yıl boyunca günde 4.7 fincandan fazla siyah çay içenlerde günde 2.6 fincandan daha az içenlere oranla felç riskinin %31 daha düşük olduğu belirlenmiştir. Japonya’da 8522 birey arasında yürütülen bir başka araştırmada ise 12 yıl boyunca günde 10 fincan yeşil çay tüketenlerin günde 3 fincan çay tüketenlere göre %58 daha düşük koroner kalp hastalığından ileri gelen ölüm riski taşıdığı görülmüştür [55].

Çay, dünyada en önemli ölüm risklerinden biri olan kanser üzerine de araştırmalara konu olmuş ve sık görülen kanser türlerinden biri olan meme kanserlerine karşı koruyucu bir etkisi olduğu bildirilmiştir. Japon kadınlarında günde beş bardak ya da daha çok çay içilmesinin evre I ve II meme kanseri tekrarlarını azalttığı bildirilmiştir [68,85,86]. EGCG’nin prostat ve meme kanserlerine engel olmasının yanı sıra deri, mide, kolon ve akciğer kanserlerini, teaflavinlerin ise akciğer ve yemek borusu kanserlerini önlediği belirlenmiştir [68,87].

Polifenolik bileşenler içeren gıdalar demir ile son derece stabil, renkli, şelasyon kompleksleri oluştururlar. Bu durum, demirin biyo yararlığını düşürür. Dünya genelinde sudan sonra en çok tüketilen ve yüksek polifenol içeriğine sahip olan çay gıdalarla birlikte alınan non-hem demirin biyoyararlığını olumsuz etkilemektedir. Özellikle toplam çay tüketiminin %83.1’inin gelişmekte olan ülkelerde olduğu düşünüldüğünde çayın bu olumsuz etkisi demir eksikliği sorununun artmasına yol açmaktadır [88,89]. Bu konuda yapılan bir araştırmada; yemek sonrası 1 saat içerisinde tüketilen 150 ml koyu siyah çayın %75-80 oranında demir emilimini bu etkiyi kısmen gideren diğer faktörlere (askorbik asit gibi) rağmen azalttığı, siyah çayın, yeşil çay veya nane çayından 2, bitki çaylarından ise 3 kat fazla bu etkiyi gösterdiği belirlenmiştir [90].

2.6. Maviyemiş (Likapa)

Maviyemiş (*Vaccinium* spp.), tropik karakterli bir meyve olup, ana vatanı kuzey yarım kürenin serin ve dağlık bölgelerinden Amerika ve Kanada başta olmak üzere İsveç, Polonya Almanya gibi ülkelerde yaygındır [91,92]. Ülkemizde Karadeniz Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgelerinin florasında yabani formları (*V. vitisidea*, *V. myrtillus*, *V.*

uliginosum ve *V. arctostaphylos*) yetişmekle birlikte adaptasyonu ve yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması için çalışmalar da devam etmektedir [93].

Resim 2.1’de kültüre alınmış maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) görülmektedir.



Resim 2 1. Kültüre alınmış maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.)

Üretiminde sürekli olarak artış gösteren yaban mersini yetiştiriciliğinde dünyanın önde gelen ülkesi olan Amerika dünya üretiminin beşte üçünü karşılamaktadır (2016 yılında dünya üretiminin %48.7’sini karşılamıştır) ve 1990 yılından itibaren üretimini 3 kat artırmıştır [3,91]. Ülkemizde ise üretimi konusunda giderek artan bir ilgi görmekte ve bu konuda özellikle yetiştirilen yaban mersinlerinin fenolojik ve adaptasyon

kabiliyetleri üzerine araştırmalar yapılmaktadır [92,94,95]. FAO 2017 verilerine göre dünya genelinde maviyemişin üretimi 596.813 ton olarak bildirilmiştir.

Tablo 2.3’de Türkiye’de son beş yıllık yaban mersini (mavi yemiş) retimi gösterilmiştir (TÜİK).

Tablo 2. 3. Türkiye’de son beş yıllık yaban mersini (maviyemiş) retimi (TÜİK)

Tarih	Alan (Dekar)	retim (Ton)
2014	525	180
2015	533	180
2016	588	185
2017	582	225
2018	990	375

Popüler bir meyve olan maviyemişin %60’ı taze olarak ttlenmektedir [91]. Ayrıca hasat sonrası mikroorganizma aktivitesinden dolayı kısa ömürlü olması nedeniyle içecek, yoğurt [4] veya şurup olarak ttlenmekte, güneşte veya teknolojik yöntemlerle kurutulup puding, meyveli kek, ekmek ve reklerde kullanılmakta, toz haline getirildikten sonra şeker hastaları için tatlandırıcı olarak değerlendirilmekte ve öğütülen maviyemişin meyveleri baharat olarak ttlenmektedir [93,96].

Fenolik bileşikler açısından zengin olan mavi yemiş, yüksek antioksidan kapasitesi ve yüksek konsantrasyonda fenolik asit, antosiyanin, flavan-3-ol, proantosiyanidin ve flavonol içermesi sebebiyle taze meyve ve sebzeler arasında özel bir öneme sahip [93-95] olup antosiyaninlerin yanı sıra antioksidan aktiviteye katkı sağlayan klorojenik asit, kuersetin, kamferol, mirisetin, prosiyanidin, kateşin, epikateşin, resveratrol gibi fenolik bileşikler ile vitamin C açısından da iyi bir kaynaktır [100,101].

Yapılan birçok araştırmada mavi yemişin antikarsinogenik, antiinflamatuvar, antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu, kardiyovasküler ve diyabet gibi hastalıklara

karşı faydalı etki sağladığı, görme kabiliyetini geliştirdiği, nörodejenaratif fonksiyonlar sergilediği, kemik sağlığını olumlu etkilediği, kan basıncı ve kolestrolü düşürdüğü gibi etkileri olduğu bildirilmiştir [102,103].

Çelik ve çalışma arkadaşları (2012) tarafından organik ve standart olarak yetiştirilen bazı yüksek çalı formunda maviyemiş çeşitlerinin fitokimyasal içerikleri ve antioksidan kapasiteleri karşılaştırılmış, organik olarak yetiştirilen çeşitlerin standart koşullarda yetiştirilen çeşitlere oranla antioksidan maddeler bakımından daha yüksek bulunduğu, yetiştirme koşullarının ise antioksidan içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir [104].

Yıldız ve çalışma arkadaşları (2015) tarafından yapılan bir araştırmada 6 ayrı yöreden temin edilen 5 doğal (*V. myrtillus*) ve 6 yüksek çalı formunda (*V. corymbosum L.*) olmak üzere toplamda 11 çeşit yaban mersini incelenmiş olup, flavonoidlerden kateşin, resveratrol, mirisetin, morin, kuersetin, kamferol hem yabani türlerde hem de yüksek çalı formundaki türlerde tespit edilmiş, ortalama sonuçlara göre gallik asit, kafeik asit, kumarik asit, kateşin, epikateşin, resveratrol, kuersetin, kamferol doğal olarak yetişen türlerde daha baskın olarak bulunurken, mirisetin ve morin bileşikler kültüre alınan yüksek çalı formundaki türlerde ise daha yüksek miktarda tespit edilmiştir [94].

Wang ve çalışma arkadaşları (2015) yaban mersini yaprakları üzerinde yürüttükleri bir çalışmada, 104 farklı yaban mersini yapraklarını antioksidan aktivite ve fenolik bileşenler açısından araştırmışlardır. Araştırma sonucunda yaban mersini yapraklarında 8'i tanımlı 28 farklı bileşen olmak üzere 3 antosiyanin, 4 flavonol ve 4 klorejenik asit belirlenmiştir. Yapılan çalışma, yaban mersini yapraklarının çay üretimi veya gıda katkı maddesi için potansiyel bir kaynak olduğunu göstermiştir [105].

Öğün sonrası serum antioksidan seviyesi üzerine yabani bir maviyemiş takviyesinin etkisinin 38-54 yaş arası 8 erkek katılımcı üzerinde incelendiği tek kör çapraz bir tedavi araştırmasında, denekler yüksek yağlı bir öğün tüketmiş, bir hafta sonra aynı öğüne 100 g dondurularak kurutulmuş yabani maviyemiş desteği eklenmiştir. Serum antioksidan durumu, oksijen radikal ve toplam antioksidan laboratuvar test yöntemleri ile belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre maviyemiş takviyesinin tedavi edici etkisinin 1 saat içerisinde kontrolden daha iyi ve bu tedavi edici etkinin 4 saat içerisinde kontrolden %15 daha yüksek olduğu belirlenmiştir [106].

2.7. Literatür Araştırmaları

Yaban mersini ve frenk üzümü gibi üzüksü meyvelerin kullanıldığı bir araştırmada [107] meyve çaylarının fenolik profili incelenmiştir. Kurutulmuş meyvelerden geleneksel olarak en çok kullanılan farklı 2 yolla hazırlanan çaylarda toplam fenolik içeriği ve toplam antosiyanin içeriği LC/MS ve HPLC kullanılarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda fenolik madde miktarının en yüksek chokoberry çayında olduğu, bunu yabanmersini ve frenk üzümü çaylarının takip ettiği bildirilmiştir. Meyvelerin renginden sorumlu olan antosiyanin ise en yüksek yaban mersininde tespit edilmiştir. Kuru meyvelerin çaylarla kıyaslandığında %1-3 oranında daha fazla toplam antosiyanin içerdiği bildirilmiştir. Çay infüzyonlarındaki antosiyanin oranının kaynatılmışlara göre daha yüksek olduğu, bu durumun nedeninin ise kaynatma işlemindeki sürekli ısının toplam fenolik ve antosiyanin içeriğinde azalmaya sebep olmasından ileri geldiği şeklinde açıklanmıştır.

Wang ve Lin (2000) tarafından yapılan bir araştırmada böğürtlen, ahududu, çilek meyveleri ile yapraklarında antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı incelenmiştir. Meyvelerdeki antosiyanin içeriğinin meyveler olgunlaştıkça arttığı, yapraklarının ise yüksek oranda fenolik madde içerdiği ancak yapraklar büyüdükçe toplam fenolik içeriğinin azaldığı bildirilmiştir [108].

Piljac-Žegarac ve çalışma arkadaşları (2010) tarafından meyve çayı infüzyonlarının antioksidan kapasitesinin belirlenmesi üzerine yapılan bir araştırmada 10 farklı meyve çayı kullanılmıştır. Yaban mersini, şeftali, pembe üzüm, elma, portakal, kuşburnu, kayısı, vişne, çilek ve orman meyvesi çayları arasında kuşburnu çayının en yüksek antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir [109].

Yapılan başka bir çalışmada ise 9 farklı çay ve bitki infüzyonlarının polifenolik içeriği, antioksidan aktivitesi ve fenolik profilleri incelenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu metoduna göre belirlenmiş, fenolik profilleri ise HPLC kullanılarak tespit edilmiştir. Bitkisel çaylarla kıyaslandığında (okaliptüs, ihlamur, nane, papatya, adaçayı vb.) siyah ve yeşil çayın toplam fenolik madde miktarları daha yüksek bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada 9 farklı çay ve bitki örneğinde 60 farklı flavonoid, fenolik asit ve onların türevleri identifiye edilmiştir [110].

Gulua ve çalışma arkadaşları (2018) tarafından Gürcistan'da tketlenen 5 farklı çay örneğinin (yeşil çay, uzun yapraklı siyah çay, yaseminli yeşil çay, hibisküs ilaveli siyah çay, meyveli siyah çay) polifenol içeriği, antilipaz ve antioksidan aktivitelerini belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada geleneksel yeşil çay örneğinin polifenol içeriğinin en yüksek olduğu, en düşük oranın ise hibisksl siyah çayda tespit edildiği bildirilmiştir. En yüksek antioksidan aktivitenin ise yeşil çay ve yaseminli yeşil çayda olduğu, bunu siyah çay ile meyve karışımları kullanılarak hazırlanan siyah çayın takip ettiği, en düşük aktivitenin ise hibisksl siyah çayda tespit edildiği bildirilmiştir [111].

Portekiz'de yerel marketlerden alınan 19 farklı çay örneğinin (yeşil çay, bitki ve meyve çayları) antioksidan aktivitesi üzerine yürütülen bir araştırmada, en yüksek askorbik asit içeriği (43 mg/100 ml) yeşil çay, aroma, hibisküs ve ananas karışımının olduğu örneklerde tespit edilirken, *Cochlospermum angolensis* ve *Aspalathus linearis* bitki aylarının en düşük askorbik asit miktarına sahip olduğu (7 mg/100 ml) bildirilmiştir. En yüksek toplam fenolik içeriği (167 mgGAE/100 ml) ve en yüksek flavanoid (29 mgE/100 ml) içeriklerinin ise yeşil çay, aroma, hibisküs ve ananas karışımının olduğu örneklerde saptandığı bu örneğin aynı zamanda en güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir[112].

Yerel marketlerden alınan 6 farklı çay örnekleri üzerinde yapılan bir çalışmada ise farklı sıcaklıklarda (60, 80 ve 100°C) hazırlanan aylardaki fenolik madde miktarları araştırılmıştır. Beyaz, yeşil, oolong ve siyah çay ile ıhlamur ve papatya infüzyonlarının toplam fenol ve flavanoid içeriği tespit edilmiştir. 60°C ve 80°C'de incelenen biyoaktif bileşenlerin oranının yeşil çay > siyah çay > oolong ayı > beyaz ay; 100°C'de ise siyah çay > yeşil çay > oolong ayı > beyaz çay şeklinde sıralandığı bildirilmiştir [113].

Çin'de tketlenen 33 farklı türdeki kamelya olmayan bitki aylarının kamelya aylarıyla (siyah çay, yeşil çay ve pu-erh ayı) kıyaslandığı bir araştırmada kamelya olmayan çayların fonksiyonel içecek olarak tüketimi teşvik edilmek istenmiştir. Araştırma sonucunda Çin'de tketlenen bilinenden farklı çay gruplarının da en az yeşil ve siyah çay kadar polifenol içerdiği ve antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir [114].

Henning ve çalışma arkadaşları (2003) tarafından yapılan bir araştırmada 18 farklı siyah ve yeşil çay ile 2 adet soğuk çay (ice tea) rneklerinin biyoaktif bileşenleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda siyah ve yeşil çayda en fazla oranda bulunan

flavanollerin EGCG, EGC, EC, EGC olduğu ve siyah çayın yeşil çaydan daha az flavanol içerdiği tespit edilmiştir. Teaflavin içeriğinin ise normal siyah çayda 3,5-8,3 mg/g arasında değişirken, kafeinsiz siyah çayda 0,9-1,2 mg/g arasında değiştiği bildirmiştir [115].

11 adet bitki, siyah ve yeşil çay örneklerinin etanol ve su ekstraktları hazırlanarak yürütülen bir araştırmada ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre; yeşil çayın su ve etanol ekstraktları en yüksek antioksidan aktivite gösterirken, siyah çay, dut yaprağı çayı, rooibos çayı ve nane çayının su ekstraktlarının ise daha yüksek toplam fenolik içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir [20].

Tropikal ve ılıman iklim kuşağında yetişen 18 bitkiden elde edilen çayların antioksidan özelliklerinin yeşil çay, siyah çay ve oolong çaylarıyla kıyaslandığı bir araştırmada bitki çaylarının *C. sinensis* çaylarına göre daha düşük antioksidan özellik gösterdiği belirlenmiştir. Ancak nane çaylarının demir iyonu şelatlama özelliğinin *C. sinensis* çaylarından daha güçlü olduğunun belirlendiği araştırmada tüm çaylarda en yüksek verimin kaynamış suda gerçekleştiği bildirilmiştir [65].

Zhang ve çalışma arkadaşları (2018) tarafından 53 adet çay örneği üzerinde yapılan bir araştırmada toplam kateşin ve theaflavin içeriği HPLC, toplam antioksidan kapasitesi ise ORAC yöntemi ile belirlenmiştir. Araştırma konusu çaylarda ekim alanı yüksekliği, çay yaprakları sınıfları, coğrafi konum gibi farklı etmenler kıyaslanmıştır. Düşük rakımlı yerde ekili olan çayların, yüksek rakımlı alanlara göre %22-28 daha fazla, küçük çay yapraklarının ise büyük çay yapraklarına oranla %15 daha fazla polifenol içerdiği tespit edilmiştir [116].

Nibir ve çalışma arkadaşları (2017) Bangladeş'te yetiştirilen dört farklı çay çeşidinin antioksidan aktivite ve toplam polifenol içeriğini belirledikleri araştırmalarında, yeşil çayın en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu, çayların çeşitli patojenik bakterilere karşı inhibe edici aktivite gösterdiği, yeşil çayın diğer çaylara kıyasla daha yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir [117].

103'ü Çin'in farklı 23 şehrinden, 7'si ise 6 farklı ülkeden (Arjantin, Kanada, Almanya, Güney Afrika, Hindistan ve Fransa) toplanan 110 farklı bitki çayı ve Çin'in 5 farklı

şehrinden çeşitli yerel market ve eczanelerden satın alınan 8 adet yeşil çay üzerinde çalışmalar yapılmıştır. DPPH, FRAP, ABTS yöntemleri ile yapılan antioksidan kapasite araştırmasından elde edilen sonuçların birbirleriyle paralel olduğu görülmüştür. Analizler neticesinde genel olarak en yüksek antioksidan kapasite yeşil çayda belirlenirken, toplam fenolik içeriği ile antioksidan kapasitesi arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir [76].

Veljkovic ve çalışma arkadaşları (2013) tarafından yapılan bir araştırmada Sırbistan'da tüketilen siyah, yeşil ve çeşitli bitki çayları ile meyve çayı infüzyonlarının fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Bitki çaylarından ısırgan çayı en düşük toplam polifenol içeriğine sahipken en yüksek değer yeşil çayda bulunmuştur. Yeşil çayı siyah çay, ayüzümü çayı (bitki çayı) takip etmiştir. Toplam fenolik içeriği bakımından en düşük değerler ısırgan otu, civanperçemi ve sarıpatya çaylarında bulunmuştur. Meyve çaylarından ahududu çayının en yüksek toplam fenolik içeriğine sahip olduğu bunu kiraz çayının takip ettiği, en düşük sonuçların ise ananas çayında ölçüldüğü bildirilmiştir [118].

Piyasada satışa sunulan ıhlamur, rezene, adaçayı, mate, ekinezya, papatya, form, siyah ve yeşil çayların toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitelerinin araştırıldığı bir çalışmada, incelenen örnekler arasında fenolik madde içeriği en yüksek yeşil çayda tespit edilirken, bunu siyah çay ve mate çayı takip etmiştir. En düşük ise rezenede belirlenmiş ve bunu papatya form çayı takip etmiştir. Antioksidan aktivite değerlerinde ise en yüksek değer ıhlamur çayında tespit edilirken bunu adaçayı, ekinezya ve form çayı takip etmiştir. Elde edilen bu sonuçlar antioksidan aktivitenin sadece fenolik madde içeriğine bağlı olmadığını göstermiştir [119].

Bitki çaylarına bal ilavesinin total antioksidan kapasitesine etkisinin incelendiği bir araştırmada 9 farklı bitki çayı örneğine çiçek ve çam balı ilave edilerek antioksidan kapasitesi belirlenmiştir. Araştırmada en yüksek total antioksidan kapasitesi melisa ve yeşil çayda belirlenmiş; diğer çaylarda ise yüksek antioksidan kapasitesinden düşük antioksidan kapasitesine doğru sıralama ıhlamur, adaçayı, beyaz çay, ekinezya, siyah çay, papatya ve zencefil olarak belirlenmiştir. Bal ilavesinden sonra antioksidan aktivite üzerinde önemli düzeyde artış görülürken, 3 g çiçek balı ilavesiyle en yüksek değer ekinezya ve siyah çayda, 7 g çiçek balı ilavesiyle melisa ve yeşil çayda tespit edilmiş; 3

g ve 7 g çam balı ilavesiyle en yüksek antioksidan aktivite ise melisa çayında ölçülmüştür [120].

Mikrodalga teknolojisi kullanılarak üretilen siyah ve yeşil çayların bilinen diğer çaylarla karşılaştırıldığı bir çalışmada çayların fenolik madde, antioksidan kapasitesi ve duyuşal özellikleri kıyaslanmıştır. Çay prosesinin soldurma ve kurutma aşamasında mikrodalga teknolojisinin kullanıldığı bu çalışmada, siyah ve yeşil çayın toplam fenolik içeriğı diğer Türk tipi siyah çaylardan daha yüksek bulunmuş, ayrıca duyuşal özellik açısından daha az burukluğı ve daha açık dem rengine rağmen daha lezzetli olduğı belirlenmiştir [63].



3. BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırma konusunu oluşturan meyve çaylarını üretmek için Rize'den temin edilen kültüre alınmış taze maviyemiş meyvesi (*Vaccinium corymbosum* L.), soğuk zincir aracılığıyla laboratuvara getirilerek meyvelerde kurutma işlemleri yapıncaya kadar -18°C'de saklanmıştır. Siyah çay olarak Çaykur Çay İşletmeleri'nin üretimi olan organik çay kullanılmıştır.

3.2. Kullanılan Ekipman ve Kimyasallar

Analiz çalışmalarında OPERON marka Ultra-Low Temperature-Freeze liyofilizatör (Kore), OPERON marka derin dondurucu (-86°C) (Kore), Shimadzu UV-1208 (Japonya) marka spektrofotometre, JSWB-30T JSR-Dijital (Kore) su banyosu, Heidolph MR Hei-Standard (Almanya) marka vorteks, SSL1 Stuart marka orbital karıştırıcı (İngiltere), Agilent 1200 HPLC (Almanya) kullanılmıştır.

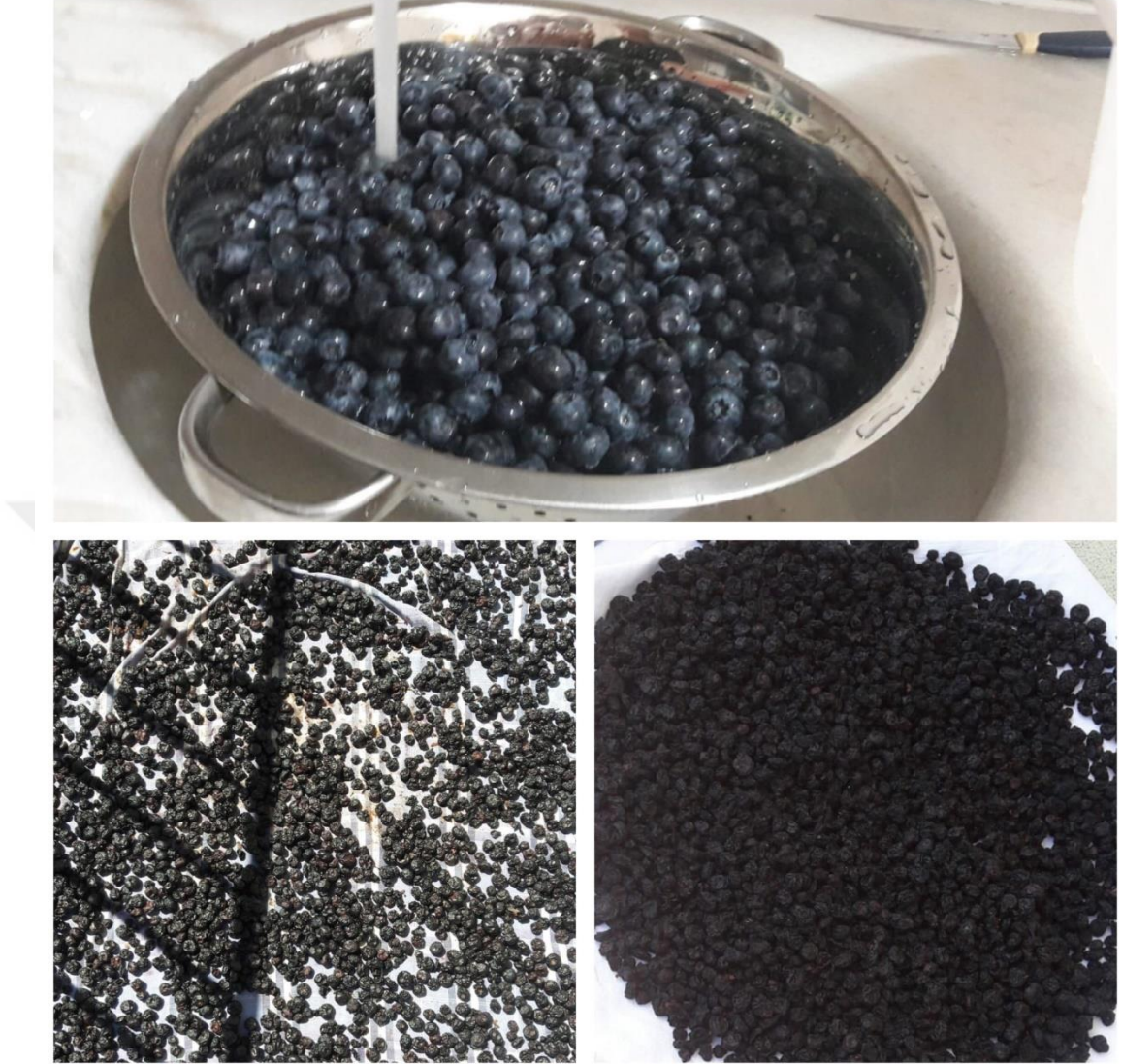
Analizlerde kullanılan kimyasallardan etanol, kloroform, Tween 40, β -karoten, DPPH ve linoleik asit Sigma (Almanya) firmasından, Folin Ciocalteu fenol reaktantı, sodyum karbonat, BHA, BHT, gallik asit Merck (Almanya) firmasından, HPLC için gerekli standart maddeler ve kimyasallar ise Fluka (Almanya), Sigma ve Merck firmalarından temin edilmiştir.

3.3. Metot

3.3.1. Meyvenin Kurutulması

3.3.1.1. Geleneksel Yöntemle Kurutma

Rize'den temin edilen maviyemişin birinci kısmı geleneksel kurutma yöntemi olan güneş altında kurutulmuştur. Gıdadaki nemin uzaklaştırılması temeline dayanan kurutma yönteminde meyve, etkili güneş altında akşam saatlerinde toplanmak suretiyle 5 gün süreyle temiz bir sergi üzerinde kurutulmaya bırakılmıştır. Resim 3.1'de geleneksel yöntemle maviyemişin kurutma aşamaları görülmektedir.



Resim 3.1 Geleneksel yöntemle kurutma

3.3.1.2. Liyofilizasyon (Dondurarak Kurutma) Yöntemiyle Kurutma

Maviyemiş meyvesinin ikinci kısmı ise dondurarak kurutma yöntemi ile kurutulmuştur. Liyofilizasyon adıyla bilinen bu işlemde gıda öncelikle dondurulup, ardından düşük basınç altında buzun direkt süblimleştirilmesiyle yani katı fazdan buhar fazına geçmesiyle gerçekleştirilmiştir [121]. Liyofilizasyon işleminde Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü araştırma laboratuvarında bulunan OPERON Ultra-Low Temperature-Freeze-86°C marka liyofilizatör kullanılmış ve meyveler 7 gün boyunca -86°C'de kurutulmuştur. Resim 3.2'de liyofilizasyon yöntemi kullanılarak maviyemişin kurutma aşamaları görülmektedir.

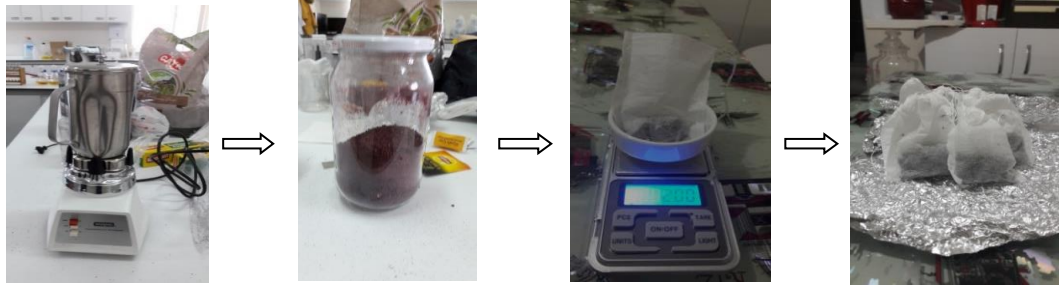


Resim 3.2. Liyofilizasyon yöntemi ile kurutma

3.3.2. Çay Üretimi

İki farklı yöntemle kurutulan maviyemişler laboratuvar tipi blender (Waring Commercial Blender, USA) ile öğütülerek %20, %30, %40 ve %50 konsantrasyonlarda siyah çayla karıştırılarak meyveli çaylar üretilmiştir. Çayların üretimi aşamasında homojen olması için her bir çay örneği 2'şer gramlık süzen poşetlere oranlar ayarlanarak tek tek hazırlanmıştır.

Resim 3.3. de meyveli siyah çayların hazırlanma aşaması, Tablo 3.1. de ise hazırlanan çaylar ve özellikleri belirtilmiştir.



Resim 3.3. Meyveli siyah çayların hazırlanma aşamaları

Tablo 3.1. Üretilen meyveli çaylar ve özellikleri

Sıra No	Çay Kodu	İçeriği
1	SÇ	Tamamı siyah çay (sade)
2	GM	Tamamı geleneksel yöntemle kurutulmuş meyve
3	LM	Tamamı liyofilizasyon yöntemiyle kurutulmuş meyve
4	GM 20	%20 geleneksel yöntemle kurutulmuş meyve ve %80 siyah çay
5	LM 20	%20 liyofilizasyon yöntemiyle kurutulmuş meyve ve %80 siyah çay
6	GM 30	%30 geleneksel yöntemle kurutulmuş meyve ve %70 siyah çay
7	LM 30	%30 liyofilizasyon yöntemiyle kurutulmuş meyve ve %70 siyah çay
8	GM 40	%40 geleneksel yöntemle kurutulmuş meyve ve %60 siyah çay
9	LM 40	%40 liyofilizasyon yöntemiyle kurutulmuş meyve ve %60 siyah çay
10	GM 50	%50 geleneksel yöntemle kurutulmuş meyve ve %50 siyah çay
11	LM 50	%50 liyofilizasyon yöntemiyle kurutulmuş meyve ve %50 siyah çay

3.3.3. Çayların İnfüzyonu

Çay infüzyonları farklı sıcaklık ve sürelerde bir su banyosu kullanılarak hazırlanmıştır.

3.3.3.1. Soğuk İnfüzyon

Soğuk çay infüzyonlarının hazırlanması amacıyla Damiani ve çalışma arkadaşları (2014) tarafından önerilen metot bazı modifikasyonlar yapılarak kullanılmıştır [122]. Bu amaçla; hazırlanan çay örneğinden 4 g alınmış, üzerine oda sıcaklığındaki ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) 400 ml su eklenmiştir. 2 saat süreyle orbital karıştırıcıda karıştırılmış, karıştırma işlemi tamamlandıktan sonra karışım önce adi filtre kağıdından ardından Whatman no:1 filtre kağıdından süzülmüştür. Elde edilen infüzyonlar 0.45- μm gözenek çapına sahip PTFE şırınga filtresinden geçirilerek analizler yapılincaya kadar -80°C 'de depolanmıştır.

3.3.3.2. Sıcak İnfüzyon

Hazırlanan çay örneklerinden 4'er gr tartılarak 400 ml 100°C sıcaklığındaki sudan eklenmiş daha sonra 7 dakika süreyle sıcaklık kontrolü takip edilerek orbital karıştırıcıda çalkalanarak demlenmiştir. Çay infüzyonları bu işlemin ardından önce adi filtre kağıdından sonrasında Whatman no:1 filtre kağıdından geçirilerek süzülmüştür. Elde edilen infüzyonlar 0.45- μm gözenek çapına sahip PTFE şırınga filtresinden geçirilerek analizler yapılincaya kadar -80°C 'de depolanmıştır [123].

3.3.4. Antioksidan Aktivite Testleri

3.3.4.1. DPPH• (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) Metodu

Çay infüzyonlarının DPPH• serbest radikal giderme aktiviteleri Şengül ve çalışma arkadaşları (2012)'ye göre yapılmıştır [124]. DPPH• radikal giderme kapasitesi analizi, bir antioksidan molekülün serbest radikal süpürme potansiyelinin değerlendirilmesinde rutin olarak uygulanan; son derece basit, hızlı, standart ve kolay yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Antioksidanların varlığında DPPH•, indirgenmiş DPPH formuna yani 2,2-difenil-1-pikrilhidrazin'e (DPPH-H) karşılık gelen mordan soluk sarı renge dönüşmekte ve bu dönüşüm yüksek antioksidan kapasitesini göstermektedir [124]. 3.3.3.1 ve 3.3.3.2 nolu bölümlerde anlatıldığı şekilde hazırlanan çay infüzyonları bu analizde numune olarak kullanılmıştır. 3'er paralelli olacak şekilde deney tüplerine 5, 10, 20, 40, 80 μl konsantrasyonlarda çay infüzyonlarından alınmış ve toplam hacim etanol ile 1500 μl 'ye tamamlanmış ve stok DPPH•çözeltilisinden her bir tüpe 500'er μl ilave edildikten sonra vortekslenmiş ve karanlıkta yarım saat inkübasyona

bırakılmışlardır. İnkübasyondan sonra 517 nm dalga boyunda absorbanlar köre karşı ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Kontrol olarak 1500 µl etanol ve 500 µl DPPH• çözeltilsinin karışımı kullanılmıştır. DPPH•çözeltilsine antioksidan ilave edildiğinde absorbansta bir düşüş meydana gelir ve renk sarıya döner. Yöntemin sonunda IC₅₀ adı verilen ve ekstraktın DPPH• radikalinin yarısını süpürebildiği konsantrasyon elde edilir. IC₅₀ değerinin düşük olması antioksidan kapasitenin yüksek olduğunu gösterir.

3.3.4.1. β-Karoten Ağartma Metodu

Karotenoidler renklerini sıcaklık, ışık ve peroksit radikalleri tarafından ortaya çıkan oksidasyon ile kaybederler. Yöntemin esası, linoleik asitin oksidasyonu ile meydana gelen peroksit radikallerinin inhibisyonuna dayanır. Ölçümler sonucunda linoleik asidin oksidasyonunu inhibe etme oranının yüksek olması durumunda, numunenin güçlü bir antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenir. Bu amaçla β-karotenden 0,002 g β tartılmış ve 20 ml kloroform içine aktarılarak ilk çözeltili hazırlanmıştır. Diğer taraftan balon jöje içerisine 40 µl linoleik asit, 400 µl Tween 40 ve 4 ml β-karoten çözeltilsinden ilave edilerek kloroformu uzaklaştırmak amacıyla 50°C'de 15 dak. boyunca rotar evaporatör kullanılarak kloroform uzaklaştırılmıştır. Bu işlemin ardından balon jöjeye 100 ml oksijenlenmiş destile su ilave edilmiş ve stabil bir karışım elde edilinceye kadar karıştırılmıştır. Daha sonra belli konsantrasyonda çay infüzyonları ve oksijenlenmiş saf su bulunan test tüplerine hazırlanan bu emülsiyondan 3 ml aktarılmıştır. İşlem sırasında kör olarak β-karoten içermeyen çözeltili kullanılmıştır. Kontrol olarak da örnek ekstraktı yerine su kullanılmıştır. Hazırlanan örneklerin 470 nm'de ilk ölçümü gerçekleştirilmiş ve her okuma sonrasında tüpler 50°C'deki su banyosuna bırakılmıştır her on dakikada bir ölçüm yapılarak sonuçlar kaydedilmiş ve 100 dakika sonunda degradasyon oranı (DR) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır [125].

$$DR_{\text{örnek, kontrol, standart}} = \ln (a/b) \times 1/t$$

a: 470 nm'deki ilk absorban değeri

b: 470 nm'deki 100 dak. sonunda elde edilen absorban değeri

t: zaman

Antioksidan aktivitesi (AA) ise aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$AA = (DR_{\text{kontrol}} - DR_{\text{örnek ya da standart}}) / DR_{\text{kontrol}} \times 100$$

3.3.5. Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi

Toplam fenolik madde miktarının hesaplanmasında Folin-Ciocalteu metodu kullanılmıştır. Yönteme adını veren Folin reaktifi aracılığıyla test örneklerinde oluşan renk yoğunluğuna göre sonuçlar 760 nm’de spektrofotometrik olarak elde edilir. Yöntemin esası, suda ve diğer organik çözücülerde çözülmüş olan fenolik bileşiklerin Folin reaktifi ile alkali ortamda renkli kompleks oluşturmasına dayanır. Genellikle standart bileşik olarak gallik asit kullanılırken son yıllarda yapılan çalışmalarda gallik asit yerine, vanilik asit, kafeik asit, ferulik asit, klorojenik asit, protokateşik asit ve tannik asit de kullanılmaya başlanmıştır [125].

Öncelikle hazırlanan infüzyondan 0,5 ml alınarak bir behere aktarılmış ve üzerine 23 ml distile su, 0,5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi eklenmiştir. Karıştırıldıktan sonra 3 dak. beklemeye bırakılmış ve %2’lik sodyum karbonat çözeltisinden 1,5 ml ilave edilmiştir. Hazırlanan test örnekleri 120 dak. süreyle orbital karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra 760 nm dalga boyunda absorbans değerleri köre karşı ölçülmüştür. Standart olarak gallik asit kullanılmış ve sonuçlar gallik asit eş değeri ($\mu\text{g GAE/mg örnek}$) olarak verilmiştir.

3.3.6. Fenolik Bileşen Profillerinin Belirlenmesi

Hazırlanan çay infüzyonları DAD detektörü bağlı, ters faz HPLC ile analiz edilmiştir. Çay örneklerinin fenolik bileşen profillerini belirlemede başvurulan metot, Kelebek (2016) tarafından belirtilen metoda [123] bazı modifikasyonlar uygulanarak kullanılmıştır. Çay infüzyonları hazırlandıktan sonra HPLC’ye enjekte edilmiştir. Resim 3.3’de çalışmada kullanılan HPLC sistemi görülmektedir.



Resim 3.4. Araştırma kapsamında kullanılan HPLC sistemi

Uygulanan yöntemin HPLC koşulları Tablo 3.2.'de ve HPLC metodu gradient çalışma koşulları ise Tablo 3.3.'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Uygulanan yöntemin HPLC koşulları

HPLC sistemi:	Agilent Technologies 1220 Infinity LC
Kolon:	2,7 μm , 4.6x100 mm, Poroshell 120 SB-C18
Mobil sistem	Gradient
Mobil faz A:	Su/asetik asit (99:1;v/v)
Mobil faz B:	Asetonitril/solvent A (60:40;v/v)
Kolon Sıcaklığı:	25°C
Enjeksiyon Hacmi:	20 μl
Dalga boyu:	280-360 nm (Lamp D2&W)
Akış Hızı:	0.5 ml/dak

Tablo 3.3. HPLC metodu gradient çalışma koşulları

Zaman	Başlangıç	Final	Solvent B (%)	Akış Hızı (ml/dak)
	Solvent B (%)	Solvent A (%)		
0	5	5	95	0.5
2	5	5	95	0.5
10	5	15	85	0.5
15	15	20	80	0.5
25	20	20	80	0.5
45	20	40	60	0.5
55	40	60	40	0.5
70	60	70	30	0.5
78	70	0	100	0.5
80	0	5	95	0.5

Örneklerdeki fenolik bileşenlerin toplam miktarlarını belirlemek amacıyla her bir standard için kalibrasyon grafiği oluşturulmuş ve kalibrasyon grafiği oluşturulurken her bir standard madde için dört farklı konsantrasyon (0.1, 1, 10, 100 mg/L) kullanılmıştır.

3.3.7. Duyusal Analiz

Farklı kurutma yöntemleri ile kurutulmuş maviyemiş meyvesinin farklı konsantrasyonlarda siyah çay ile karıştırılması ile üretilen meyveli çay örnekleri, iki farklı yöntemle kurutulmuş meyveden hazırlanan çay örnekleri ve siyah çay örneği için değerlendirme formu hazırlanarak duyusal teste tabi tutulmuştur. Konu hakkında bilgi verilen eğitimsiz tüketici grubunda yer alan 19 panelistten ilgili çay örneklerini lezzet, parlaklık, dem rengi, burukluk, koku ve genel beğenilirlik açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Panelistlere sunulan duyusal form örneği Şekil 3.1. de gösterilmiştir.

TANIMLAYICI TEST

Tarih:...../...../2019

Farklı Kurutma Yöntemleri İle Kurutulmuş Likapa Meyvesinden Üretilen Siyah Çay Örnekleri size sunulmuştur. Aroma, lezzet ve renk açısından değerlendirmeniz istenmektedir.

Talimatlar

- Her bir örneği tatmadan önce ağızınızı su ile çalkalayınız.
- Kodlanmış örnekleri değerlendirin.
- Her örnek arasındaki duyuşal farklılığı değerlendirmek için aşağıdaki skalayı kullanın.
- Değerlendirdiğiniz kodlanmış çayın ilgili kod bölümüne aşağıda bulunan puanlama değerlerinden uygun olanı seçerek ilgili kısma yazınız.

Yaş Aralığı:

18-25 26-35 36-45 46-55 56 ve üstü

Cinsiyet: Kadın Erkek

Kalite Kriterleri	Örnek Kodları										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lezzet											
Parlaklık											
Dem Rengi											
Burukluk											
Genel Beğenilirlik											
Koku											

Puanlama Değerleri	1	2	3	4	5
Kalite Kriterleri					
Lezzet	Hiç beğenmedim	Beğenmedim	Kararsızım	Beğendim	Çok beğendim
Parlaklık	Çok bulanık	Bulanık	Kararsızım	Parlak	Çok parlak
Dem Rengi	Çok açık	Açık	Kararsızım	Koyu	Çok koyu
Burukluk	Burukluk yok	Hafif buruk	Kararsızım	Buruk	Çok buruk
Genel Beğenilirlik	Hiç beğenmedim	Beğenmedim	Kararsızım	Beğendim	Çok beğendim
Koku	Hiç beğenmedim	Beğenmedim	Kararsızım	Beğendim	Çok beğendim

Yorumlar:

Şekil 3.1. Duyusal Tanımlayıcı Test örneği

Duyusal analiz yapılacak çaylar öncelikle ilgili konsantrasyonlar dikkate alınarak 2'şer g olacak şekilde süzen poşetler içerisinde tartılmış ve hazırlanmıştır. Her bir örneği temsil eden poşetler üzerine 200 ml kaynama noktasına getirilen içme suyu ilave edilmiştir. Çaylar 3 dakika demlenmeye bırakılarak panelistlere sunulmuştur. Çay örneklerinin kalite kriterlerine (lezzet, parlaklık, dem rengi, burukluk, koku ve genel beğenilirlik), yaş ve cinsiyete göre panelistlerin değerlendirmeleri dikkate alınarak istatistiksel analiz yapılmıştır.

3.3.8. İstatistiksel Analiz

Araştırma konusu olan çay örnekleri, 2 farklı infüzyon yöntemi (sıcak infüzyon ve soğuk infüzyon), 2 farklı kurutma yöntemi (geleneksel ve liyofilizasyon) etkileşimlerinde 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Antioksidan aktivite değerleri ile toplam fenolik madde miktarının infüzyon türleri ve çay örneklerine göre karşılaştırılmasında, çalışmanın temelini oluşturduğundan öncelikle ayrı ayrı olarak değerlendirmeye alınmıştır. Sıcak infüzyon ve soğuk infüzyon ayrı ayrı olmak üzere çay

örnekleri söz konusu değerlere göre Tek Yönlü Varyans Analizi ile kıyaslanmıştır. Varyans analizi sonucunda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunan durumlarda ikili karşılaştırmalar için Duncan Testi'nden yararlanılmıştır. Ayrıca her bir çay örneğinde ayrı ayrı olmak üzere sıcak infüzyon ile soğuk infüzyonun karşılaştırılmasında Bağımsız Gruplarda t Testi kullanılmıştır. Devamında çay örnekleri ile infüzyon türlerinin etkileşimlerini de kapsayacak şekilde söz konusu değerlerin analizinde çoklu karşılaştırma için İki Yönlü Varyans Analizi kullanılmıştır.

Duyusal analiz için belirlenen kalite kriterleri (lezzet, parlaklık, dem rengi, burukluk, koku ve genel beğenilirlik) açısından yapılan analizlerde ise; çay örnekleri, yaş ve cinsiyet değişkenlerinin tek tek, ek olarak çay örnekleri ile yaş ve cinsiyet değişkenlerinin etkileşimlerinin dikkate alındığı İki Yönlü Varyans Analizi kullanılmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı fark saptanan durumlarda ikili karşılaştırmalar için yine Duncan Testi'nden yararlanılmıştır.

Tanımlayıcı istatistikler ortalama \pm standart sapma şeklinde sunulmuş, istatistiksel analizler için SPSS 22.00 (SPSS Inc., Chicago, ABD) paket programı kullanılmıştır.

BÖLÜM 4

TARTIŞMA VE BULGULAR

4.1. Antioksidan Aktivite Analiz Sonuçları

4.1.1. DPPH• (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) Metodu

Tablo 4.1’de farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan maviyemişin farklı konsantrasyonlarda siyah çaya ilave edilmesi ile hazırlanan meyveli çaylar, sade çay ve meyve çaylarının 517 nm dalga boyunda belirlenmiş olan DPPH• serbest radikal giderme aktiviteleri görülmektedir

Tablo 4.1. Çay örneklerinin serbest radikal giderme aktivitelerinin (IC₅₀ değerlerinin) karşılaştırılması

Örnek Kodu	DPPH• (IC ₅₀ µg/mL)	
	Sıcak infüzyon	Soğuk infüzyon
SÇ	40,78 ± 0,51 ^{aA}	53,21 ± 3,20 ^{aB}
GM	163,37 ± 6,80 ^{hA}	268,71 ± 7,45 ^{eB}
LM	97,03 ± 2,34 ^{gA}	135,87 ± 9,34 ^{dB}
GM20	48,25 ± 3,24 ^{bcdeA}	70,52 ± 4,96 ^{cB}
LM20	46,72 ± 3,66 ^{bcdA}	65,34 ± 4,84 ^{bcB}
GM30	50,28 ± 2,39 ^{cdefA}	64,31 ± 5,44 ^{abcB}
LM30	51,90 ± 2,01 ^{defA}	58,40 ± 8,81 ^{abA}
GM40	55,89 ± 1,72 ^{fA}	61,26 ± 3,17 ^{abcA}
LM40	53,73 ± 2,53 ^{efA}	57,17 ± 5,08 ^{abA}
GM50	45,32 ± 2,87 ^{abcdA}	62,61 ± 4,12 ^{abcB}
LM50	43,16 ± 3,32 ^{abA}	58,48 ± 4,97 ^{abB}

Her sütun için istatistiki analiz kendi içerisinde yapılmıştır.

Aynı sütunda farklı üst indis küçük harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.01)

Aynı satırda farklı üst indis büyük harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

Bu çalışma kapsamında hazırlanan çay örneklerinin DPPH• serbest radikal giderme yöntemine göre en yüksek antioksidan aktivitesi sade siyah çayın sıcak infüzyonunda ($40,78 \pm 0,51$) tespit edilmiştir. Horžić ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan bir araştırmada, siyah çay örneklerinin 80°C 'de hazırlanan ekstraktının DPPH• serbest radikal giderme yöntemine göre % inhibisyon değeri 88.32 olarak, 60°C 'de hazırlanan ekstraktının % inhibisyon değerinin ise 86.86 olarak belirlendiği bildirilmiştir [113]. Bir diğer çalışmada ise 9 farklı siyah çay örneğinin DPPH• serbest radikal giderme yöntemine göre antioksidan kapasitelerinin 0.43-0.94 troloks eşdeğeri arasında değiştiği bildirilmiştir [63]. Veljković ve arkadaşları (2013) çeşitli çay infüzyonlarının antioksidan aktiviteleri üzerine yaptıkları bir araştırmada, siyah çay örneğinin DPPH• serbest radikal giderme yöntemine göre antioksidan kapasitesini $0.181 \text{ mol.kg}^{-1}$ olarak saptamışlardır [118].

Araştırmamız kapsamında kullanılan liyofilizasyon yöntemiyle kurutulmuş maviyemiş çayının sıcak infüzyonu için IC_{50} değeri $97,03 \pm 2.34$ olarak tespit edilirken, geleneksel yöntemle kurutulmuş maviyemiş çayının sıcak infüzyonunda IC_{50} değeri $163,37 \pm 6.80$ olarak belirlenmiştir. IC_{50} değeri ne kadar düşüğe antioksidan aktivite o kadar yüksek olduğundan, liyofilizasyon yöntemiyle kurutulmuş meyve çayının geleneksel yöntemle kurutulan meyve çayına göre daha yüksek antioksidan aktivite sergilediği tespit edilmiştir (Tablo 4.1). Veljković ve çalışma arkadaşları (2013) tarafından maviyemiş meyve çayında DPPH• serbest radikal giderme yöntemine göre antioksidan kapasitesinin $0.140 \text{ mol.kg}^{-1}$ olduğu bildirilmiştir [118].

Bu araştırma kapsamında, farklı meyve konsantrasyonları (%20, %30, %40, %50) kullanılarak hazırlanan siyah çay örneklerinde ise ilk üç meyve konsantrasyonunun kullanıldığı çay örneklerinde antioksidan aktivitenin meyve konsantrasyonuna bağlı olarak azaldığı, %50 siyah çay ve %50 meyve ile hazırlanan çay örneklerinde (GM50 ve LM50) ise antioksidan aktivitenin diğer konsantrasyonlara göre yükseldiği belirlenmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarında DPPH• serbest radikal giderme yöntemine göre antioksidan aktivitelerinin istatistiki olarak $p < 0.001$ seviyesinde farklı olduğu Tablo 4.2.'de görülmektedir.

Tablo 4.2. Çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarının IC₅₀ değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Sıcak İnfüzyon				
VK	SD	Kareler ortalaması	F	P
DPPH•	10	4000,587	385,211	0,000***
Hata	22	10,385	-	-
Toplam	32	-	-	-

Soğuk İnfüzyon				
VK	SD	Kareler ortalaması	F	P
DPPH•	10	12475,156	355,819	0,000***
Hata	22	35,060	-	-
Toplam	32	-	-	-

***P<0.001 düzeyinde çok çok önemli

Soğuk çay infüzyonlarının DPPH• serbest radikal giderme yöntemine göre antioksidan aktiviteleri SÇ>LM40>LM30>LM50>GM40>GM50>GM30>LM20>GM20>LM>GM olacak şekilde belirlenmiştir. Örneklerin sıcak ve soğuk infüzyonları karşılaştırıldığında LM30, GM40 ve LM40 örnekleri arasında anlamlı bir fark bulunmazken diğer örnekler arasında iki infüzyon bakımından anlamlı bir fark görülmüş, örneklerin sıcak infüzyonlarının DPPH• serbest radikal giderme yöntemine göre antioksidan aktiviteleri daha yüksek bulunmuştur. Horžić ve çalışma arkadaşları (2009) tarafından yapılan araştırma sonuçları, hazırlanan infüzyonların sıcaklık artışına bağlı olarak daha yüksek antioksidan aktivite göstermesi bakımından bulgularımızla benzerlik göstermektedir [113].

Sonuçlar incelendiğinde; siyah çayın antioksidan aktivitesinin meyveden daha yüksek olduğu dolayısıyla hazırlanan farklı konsantrasyonlardaki meyveli çay örneklerinde meyve oranı arttıkça antioksidan aktivitenin düştüğü görülmektedir. Gulua ve çalışma arkadaşları (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada, siyah çayın antioksidan aktivitesi 0.96 mg AAE (askorbik asit ekivalent) olarak saptanırken, hibisküs karışımı siyah çayın bu değeri 0.35 mg AAE, siyah çay ve çeşitli meyve karışımlarından oluşan

ay örneğinin ise 0.53 mg AAE olduğu belirlenmiştir [111]. Meyve ilavesi ile hazırlanan siyah çayların antioksidan aktivitelerinin sade siyah çaya göre daha düşük olması bakımından bu çalışmanın sonuçları bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

Ayrıca liyofilizasyon yöntemiyle kurutulan sade meyve ayının (LM) antioksidan aktivitesinin ise hem sıcak hem de soğuk infüzyonda geleneksel yöntemle kurutulan sade meyve ayının (GM) antioksidan aktivitesinden daha yüksek olduğu saptanmıştır (Tablo 4.1).

Dondurarak kurutma, genellikle yüksek kalitede kurutulmuş ürünlerin üretimi için en iyi yöntem olarak kabul edilir. Bunun nedeni, yöntemin bozulma reaksiyonlarını yavaşlatması veya pratik olarak durdurmasından, ortamda sıvı halde su bulunmamasından, vakum altında oksijenin olmamasından ve düşük sıcaklıkta kullanımından dolaydır. Böylece lezzet ve aroma kayıplarının en aza indirilmesi, gıda bileşenlerinin miktarının korunması gibi avantajlar söz konusu olabilmektedir [121]. Dondurarak ve püskürterek kurutulmuş defne meyvesi tozunun kalitatif özellikleri ve polifenolik içeriği üzerine saklama süresi ve sıcaklığın etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, dondurarak kurutma yönteminde toplam polifenollerin, gallik asit, protokateşik asit, siyanidin-3-o-glukozit ve antosiyaninlerin püskürterek kurutma yöntemine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir [129]. Araştırmamızın sonuçları bu bağlamda literatürle uyumlu bulunmuştur.

4.1.2. ̢-Karoten Ağartma Metodu

̢-karoten ağartma metodu kullanılarak elde edilen antioksidan aktivite sonuçlarına göre, sıcak infüzyon aylarının soğuk infüzyon çaylarından daha yüksek antioksidan aktivite sergilediği saptanmıştır. Siyah ayın sıcak infüzyonunun antioksidan aktivite değeri ($71,64 \pm 2,27$), geleneksel yöntemle kurutulmuş meyve ayı ($68,16 \pm 0,41$) ve liyofilizasyon yöntemiyle kurutulmuş meyve ayına ($70,57 \pm 1,84$) oranla daha yüksek bulunurken; LM ayının sıcak infüzyonunun antioksidan kapasitesinin GM ayının sıcak infüzyonundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Farklı konsantrasyonlarda kurutulmuş meyve eklenerek hazırlanan çay örnekleri antioksidan aktivite bakımından incelendiğinde, tek başlarına siyah çaydan daha düşük antioksidan aktivite sergileyen saf meyve çayları siyah çay ile kombine edildiklerinde bazı örneklerin (GM20, LM20, LM30, LM50) sıcak infüzyonlarının antioksidan kapasitelerinin S'ye göre daha

yüksek olduğu tespit edilmiştir. LM50 örneğinin sıcak infüzyonunun antioksidan aktivitesinin ise, hem kendi grubundan olan diğer konsantrasyonlara göre hem de tüm çay örneklerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 4.3).

Soğuk infüzyonda ise siyah çay ($59,27 \pm 3,11$), geleneksel yöntemle kurutulmuş meyve ($63,93 \pm 5,18$) ve liyofilizasyon yöntemiyle kurutulmuş meyveye ($68,56 \pm 1,62$) oranla daha düşük antioksidan aktivite gösterirken; liyofilizasyon yöntemiyle kurutulmuş meyvenin geleneksel yöntemle kurutulmuş meyveden daha yüksek antioksidan aktivite değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda meyveli siyah çay örneklerinin soğuk infüzyonlarına bakıldığında ise gerek geleneksel gerek liyofilizasyon yöntemiyle kurutulan meyvelerin kullanıldığı örneklerde meyve konsantrasyonu arttıkça antioksidan kapasitenin arttığı belirlenmiştir. LM50 ve GM50 örneklerinde ise biraz düşüş olduğu saptanmıştır. Tüm çay örneklerinin soğuk infüzyonları arasında en yüksek antioksidan aktivitenin LM40 ($74,41 \pm 2,87$) çay örneğinde olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Sıcak ve soğuk çay infüzyonlarının β -karoten ağartma metoduna göre antioksidan aktivite değerleri

Örnek Kodu	β -Karoten ağartma metodu (%)	
	Sıcak infüzyon	Soğuk infüzyon
SÇ	71,64 \pm 2,27 ^{deA}	59,27 \pm 3,11 ^{fB}
GM	68,16 \pm 0,41 ^{ghA}	63,93 \pm 5,18 ^{efA}
LM	70,57 \pm 1,84 ^{efA}	68,56 \pm 1,62 ^{bcdA}
GM20	73,23 \pm 0,24 ^{dA}	63,70 \pm 5,01 ^{efB}
LM20	77,24 \pm 0,95 ^{bcA}	66,79 \pm 2,40 ^{cdeB}
GM30	69,91 \pm 0,28 ^{efgA}	68,74 \pm 3,63 ^{bcdA}
LM30	76,46 \pm 1,08 ^{caA}	70,18 \pm 3,23 ^{bcdB}
GM40	67,50 \pm 1,39 ^{haA}	71,18 \pm 4,16 ^{bcdA}
LM40	70,18 \pm 0,24 ^{efA}	74,41 \pm 2,87 ^{baA}
GM50	68,91 \pm 0,32 ^{fghA}	64,64 \pm 4,49 ^{defA}
LM50	78,85 \pm 0,26 ^{baA}	71,55 \pm 3,93 ^{bcB}
BHA	93,49 \pm 1,07 ^{aaA}	93,49 \pm 1,07 ^{aaA}
BHT	92,64 \pm 1,11 ^{aaA}	92,64 \pm 1,11 ^{aaA}

Her sütun için istatistiki analiz kendi içerisinde yapılmıştır.

Aynı sütunda farklı üst indis küçük harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.01)

Aynı satırda farklı üst indis büyük harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

Tablo 4.3’de görüldüğü gibi, soğuk infüzyon meyve çaylarının (LM ve GM) antioksidan aktivitesi siyah çaydan (SÇ) yüksek bulunmuştur. Bu durumun meyvenin sahip olduğu antosiyaninlerden ileri geldiği düşünülmektedir. Nitekim Şavikin ve çalışma arkadaşlarının (2014) yaptığı bir araştırmada 30 dak. süreyle kaynatılarak hazırlanan çay infüzyonlarında antosiyanin oranının ısıya daha az maruz bırakılan infüzyonlara oranla düşük olduğu, bu durumun nedeninin ise kaynatma işleminin biyoaktif bileşenlerin içeriğinde azalmaya yol açmasından ileri geldiği bildirilmiştir [107].

Gulua ve çalışma arkadaşlarının (2018) 5 farklı çay örneğinin (yeşil çay, uzun yapraklı siyah çay, yaseminli yeşil çay, hibisküs ve 6 farklı meyvenin bir arada ilave edildiği siyah çay, farklı meyvelerin ilavesi ile hazırlanan meyveli siyah çaylar) polifenol

içeriği, antilipaz ve antioksidan aktivitelerini belirlemek amacıyla yaptıkları bir araştırmada, en düşük antioksidan aktivitenin hibisküslü 6 farklı meyvenin de yer aldığı siyah çayda olduğu tespit edilmiştir [111]. Costa ve çalışma arkadaşları (2012)'nin yaptıkları bir diğer çalışmada, en yüksek antioksidan aktivitenin yeşil çaydan sonra hibisküs ve ananas karışımı çayda olduğu tespit edilmiştir [112]. Veljkoviç ve çalışma arkadaşları (2013) siyah çay, yeşil çay, 13 adet bitki ve 11 adet meyve çaylarından hazırladıkları infüzyonların fenolik madde miktarlarını ve antioksidan kapasitelerini belirlemişler ve elde ettikleri sonuçlara göre yeşil çay ve ayı üzümü çaylarının antioksidan kapasitesinin diğer çaylara oranla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir [118].

Tablo 4.4'de çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarının β -Karoten ağartma metoduna göre antioksidan aktivitelerine ait varyans analiz sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.4. Çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarının β -Karoten ağartma metoduna göre antioksidan aktivitelerine ait varyans analiz sonuçları

Sıcak İnfüzyon				
VK	SD	Kareler ortalaması	F	P
β -karoten	10	45,046	37,914	0,000***
Hata	22	1,188	-	-
Toplam	32	-	-	-

Soğuk İnfüzyon				
VK	SD	Kareler ortalaması	F	P
β -karoten	10	57,336	4,076	0,003**
Hata	22	14,068	-	-
Toplam	32	-	-	-

***P<0.001 düzeyinde çok çok önemli, ** p<0.01 düzeyinde çok önemli

Araştırma kapsamında β -Karoten ağartma metodu kullanılarak elde edilen antioksidan sonuçlarına göre sıcak çay infüzyonlarının antioksidan kapasitesi (LM40 ve GM40 hariç) soğuk çay infüzyonlarından daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.3). Horžić ve çalışma arkadaşları (2009) tarafından yerel marketlerden alınan 6 farklı çay örnekleri farklı sıcaklıklar (60, 80 ve 100°C) kullanılarak hazırlanmış ve hazırlanan infüzyonların sıcaklık artışına bağlı olarak daha yüksek antioksidan aktivite gösterdikleri bildirilmiştir [113].

Bitkisel ürünlerin antioksidan aktiviteleri kalite parametreleri arasında düşünülmekte, dolayısıyla gıdalara uygulanan çeşitli prosesler sonucunda ürünün antioksidan kapasitelerindeki değişimlerin değerlendirilmesi son yıllarda ilgi çekici araştırma konuları arasına girmektedir. Bu bağlamda, gıdalardaki toplam antioksidan kapasiteyi tahmin etmek amacıyla birçok yöntem geliştirilmiştir. Gıdaların antioksidan kapasitesini değerlendirmek için tek bir yöntem veya resmi olarak standardize edilmiş bir yöntem yeterli değildir, çünkü farklı yöntemler çok farklı sonuçlar verebilmektedir. Bu nedenle,

literatürde antioksidan aktivite ile ilgili her değerlendirmenin, farklı mekanizmalara ve ölçüm tekniklerine dayanan çeşitli yöntemler dikkate alınarak yapılması gerektiği önerilmektedir [126-127].

Dolayısıyla, bu çalışmada sıcak ve soğuk infüzyon ile hazırlanan çay örneklerinin antioksidan aktiviteleri iki farklı yöntem kullanılarak belirlenmiştir.

4.2. Toplam Fenolik Madde (TFM) Miktarı

Duncan çoklu karşılaştırma analizine göre sıcak infüzyon çay örnekleri arasında en yüksek TFM miktarı siyah çayda ($304,80 \pm 3,10$ mg GAE/g) belirlenirken; en düşük TFM miktarı ise GM çayında ($108,13 \pm 0,98$ mg GAE/g) tespit edilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda meyve ilave edilmiş çay örneklerinde ise, siyah çay meyve çaylarından daha yüksek TFM miktarına sahip olduğu için meyve konsantrasyonu arttıkça TFM miktarının azaldığı belirlenmiştir.

Tablo 4.5. Çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarının TFM (mg GAE/g) miktarları

Örnek Kodu	TFM (mg GAE/g)	
	Sıcak infüzyon	Soğuk infüzyon
SÇ	$304,80 \pm 3,10^{aA}$	$271,47 \pm 1,00^{aB}$
GM	$108,13 \pm 0,98^{gA}$	$92,80 \pm 1,08^{iB}$
LM	$153,47 \pm 2,94^{fA}$	$123,46 \pm 1,06^{hB}$
GM20	$256,13 \pm 3,12^{bA}$	$186,80 \pm 0,25^{bcB}$
LM20	$261,46 \pm 5,02^{bA}$	$188,13 \pm 0,92^{bB}$
GM30	$246,82 \pm 1,36^{cA}$	$180,80 \pm 0,79^{dB}$
LM30	$254,80 \pm 0,40^{bA}$	$182,80 \pm 0,91^{cdB}$
GM40	$232,80 \pm 7,38^{dA}$	$176,13 \pm 3,24^{eB}$
LM40	$242,46 \pm 5,07^{cA}$	$174,13 \pm 3,13^{efB}$
GM50	$220,80 \pm 5,85^{eA}$	$153,46 \pm 5,00^{gB}$
LM50	$234,80 \pm 1,41^{dA}$	$170,13 \pm 3,35^{fB}$

Her sütun için istatistiki analiz kendi içerisinde yapılmıştır.

Aynı sütunda farklı üst indis küçük harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.01$)

Aynı satırda farklı üst indis büyük harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.05$)

TFM miktarı bakımından soğuk çay infüzyonlarındaki en yüksek TFM miktarı siyah çayda ($271,47 \pm 1,00$) belirlenirken; en düşük TFM miktarı GM çayında ($92,8 \pm 1,08$) tespit edilmiş, bunu $123,46 \pm 1,06$ mg GAE/g değeri ile LM çayı takip etmiştir. Soğuk

ay infüzyonlarında da TFM miktarı sade siyah ayda (S) meyve çaylarına göre daha yüksek olduğu için, farklı konsantrasyonlarda meyve ilave edilmiş çay örneklerinde de meyve konsantrasyonu arttika TFM miktarının azaldığı belirlenmiştir.

Han Wu ve çalışma arkadaşlarının (2019) güneydoğu Çin’de yetişen 73 farklı yabanmersini yaprağı üzerinde yaptığı araştırmada yabanmersini türleri arasında TFM miktarlarının 90,57±1,81 ile 211,6±3,5 mg GAE/g arasında değiştiği saptanmıştır. Aynı araştırmada yüksek alılıklı yabanmersini türleri arasında ise en yüksek TFM miktarı 185,2±3,8 mg GAE/g iken en düşük TFM miktarı ise 32,18 ±0,01 mg GAE/g olarak bulunmuştur [132].

Ramalho ve çalışma arkadaşlarının (2013) farklı infüzyon sürelerinin siyah aydaki fenolik bileşik ve kafein içeriğine etkisini araştırdıkları bir çalışmada, 0-30 dak. arasında 9 farklı infüzyon süresi belirlenmiş ve araştırma sonucunda 8 farklı siyah çayın toplam fenolik madde miktarı genel olarak infüzyon süresiyle paralel olarak yükselmiştir. Siyah ayların toplam fenolik madde miktarı 13,70- 308,50 mg GA/g olarak değişmektedir [144].

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarının TFM miktarları $p<0.001$ seviyesinde istatistiki olarak oldukça önemli bulunmuştur.

Tablo 4.6. Çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarının TFM miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

Sıcak İnfüzyon				
VK	SD	Kareler ortalaması	F	P
TFM	10	8738,631	557,121	0,000***
Hata	22	15,685	-	-
Toplam	32	-	-	-

Soğuk İnfüzyon				
VK	SD	Kareler ortalaması	F	P
TFM	10	5867,758	1038,239	0,000***
Hata	22	5,652	-	-
Toplam	32	-	-	-

***P<0.001 düzeyinde çok çok önemli

Ali Ataoui ve çalışma arkadaşları (2005) yaptıkları bir çalışmada; bitkisel çaylarla, siyah ve yeşil çay örneklerini kıyaslamış, siyah ve yeşil çayların toplam fenolik madde miktarının bitkisel çaylardan yüksek olduğunu belirlemişlerdir [131]. Jin ve çalışma arkadaşları (2016) tarafından 110 farklı bitki çayı ile 8 farklı yeşil çay üzerine yapılan çalışmada; örneklerin antioksidan aktiviteleri DPPH, FRAP ve ABTS yöntemleri ile belirlenmiş; antioksidan aktivitenin, toplam fenolik madde miktarı ile paralel olduğu kanısına varılmıştır [76].

Çalışmamızdan elde edilen bulgulara genel olarak bakıldığında, gerek antioksidan aktivite bakımından gerekse TFM miktarı bakımından sıcak çay infüzyonları soğuk çay infüzyonlarına göre genel olarak daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 4.7’de iki ayrı yöntemle kurutulmuş meyvelerin farklı konsantrasyonlarında ilave edilerek hazırlanan çay örneklerinin infüzyon yöntemlerinden bağımsız örnek türleri, örnek türlerinden bağımsız infüzyon yöntemleri ve örnek*infüzyon türü interaksyonuna ait varyans analiz sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.7. İki ayrı yöntemle kurutulmuş meyvelerin farklı konsantrasyonlarında ilave edilerek hazırlanan çay örneklerinin infüzyon yöntemlerinden bağımsız örnek türleri, örnek türlerinden bağımsız infüzyon yöntemleri ve örnek*infüzyon türü interaksiyonuna ait varyans analiz sonuçları

VK		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	p değeri
Örnek	TFM	140012,72	10	14001,27	1312,40	0,000***
	β-Karoten	582,49	10	58,25	7,64	0,01**
	DPPH	152312,38	10	15231,24	670,30	0,01**
İnfüzyon türü	TFM	51804,50	1	51804,50	4855,84	0,01**
	β-Karoten	336,88	1	336,88	44,16	0,01**
	DPPH	9179,69	1	9179,69	403,98	0,01**
Örnek*İnfüzyon türü	TFM	6051,16	10	605,12	56,72	0,01**
	β-Karoten	441,33	10	44,13	5,79	0,01**
	DPPH	12445,05	10	1244,50	54,77	0,01**

*** p<0,001 düzeyinde çok çok önemli ** p<0,01 düzeyinde çok önemli

İnfüzyon türlerinden bağımsız olarak örnek türlerine göre değişkenlerin farklılığı incelendiğinde, TFM (p=0), β-Karoten (p=0) ve DPPH (p=0) değişkenlerine göre örnek türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar saptanmıştır.

Örnek türlerinden bağımsız olarak infüzyon türlerine göre değişkenlerin farklılığı incelendiğinde, TFM (p=0), β-Karoten (p=0) ve DPPH (p=0) değişkenlerine göre infüzyon türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar saptanmıştır.

TFM (p=0), β-Karoten (p=0) ve DPPH (p=0) değişkenlerine göre örnek ve infüzyon türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır.

Tablo 4.8’de ise; çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarının TFM ve iki farklı yöntemle belirlenen antioksidan aktivitelerinin örneklerden bağımsız ortalamaları verilmiştir.

Tablo 4.8. Çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarının TFM ve iki farklı yöntemle belirlenen antioksidan aktivitelerinin örneklerden bağımsız ortalamaları

İnfüzyon türü	TFM ($\mu\text{g GAE/mg}$)	β -Karoten Ağartma Metodu (%)	DPPH· Radikal Giderme Aktivitesi
Sıcak infüzyon	228,77 \pm 52,36 ^a	75,29 \pm 8,46 ^a	63,31 \pm 35,46 ^a
Soğuk infüzyon	172,74 \pm 42,87 ^b	71,47 \pm 10,51 ^b	86,90 \pm 62,63 ^b

*Farklı üst indis küçük harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.001)

Örneklerden bağımsız olarak sıcak ve soğuk infüzyonlar birbiriyle kıyaslandığında sıcak infüzyonların soğuk infüzyonlardan daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği ve toplam fenolik madde miktarı bakımından daha yüksek değere sahip olduğu görülmektedir (Tablo 4.8). Kelebek (2016) tarafından [123], Türk tipi siyah çayların biyoaktif bileşenlerinin infüzyon zamanı ve sıcaklıkla değişiminin incelendiği bir araştırmada infüzyon süre ve sıcaklığındaki artışın çayın antioksidan kapasitesini artırdığı bildirilmiştir. İlgili araştırma bulgularımız ile benzer sonuçlar vermiştir.

4.3. HPLC ile Belirlenen Fenolik Bileşen Profili

Antioksidan aktiviteleri ve toplam fenolik madde miktarları belirlenmiş olan örneklerin, fenolik bileşen profilleri HPLC sisteminde tanımlanmıştır. Standartlara ait kolonda alıkonma süreleri Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4. 9. Standartlara ait kolonda alıkonma süreleri

Standart madde	Alıkonma zamanı
Gallik asit	5.32
Kateşin	16.27
Klorojenik asit	17.03
Kafeik asit	18.46
Epikateşin	20.93
p-Kumarik asit	26.06
Kamferol	41.98
Kuersetin	52.45

Tablo 4.10'da çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarına ait fenolik bileşen konsantrasyonları görülmektedir.

Tablo 4.10. Çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarına ait fenolik bileşen konsantrasyonları

Örnek Adı	Kuersetin				Gallik asit			
	Sıcak İnfüzyon		Soğuk İnfüzyon		Sıcak İnfüzyon		Soğuk İnfüzyon	
	Alıkonma zamanı (dak)	Konsantrasyon (mg/L)	Alıkonma zamanı (dak)	Konsantrasyon (mg/L)	Alıkonma zamanı	Konsantrasyon (mg/L)	Alıkonma zamanı	Konsantrasyon (mg/L)
SÇ	52,22	2,25 ± 0,10 ^{aA}	52,29	0,65 ± 0,16 ^{aB}	5,31	104,18 ± 2,89 ^{aA}	5,38	106,10 ± 23,33 ^{aA}
GM	52,45	nd	52,45	nd	5,34	1,65 ± 0,84 ^{gA}	5,35	1,06 ± 0,54 ^{eA}
LM	52,17	0,28 ± 0,02 ^f	52,45	nd	5,06	3,03 ± 2,21 ^{gA}	5,36	2,83 ± 0,57 ^{eA}
GM20	52,36	1,54 ± 0,29 ^{bA}	52,37	0,17 ± 0,15 ^{bB}	5,35	64,32 ± 2,60 ^{bA}	5,36	71,15 ± 17,64 ^{bA}
LM20	52,35	1,06 ± 0,34 ^{cdeA}	52,36	0,10 ± 0,12 ^{bB}	5,34	46,67 ± 3,16 ^{eA}	5,35	68,89 ± 17,93 ^{bA}
GM30	52,39	1,27 ± 0,30 ^{bcd}	52,39	nd	5,36	57,70 ± 3,33 ^{cA}	5,36	43,32 ± 4,76 ^{cdB}
LM30	52,38	1,14 ± 0,37 ^{bcdA}	52,38	0,06 ± 0,02 ^{bB}	5,35	51,49 ± 8,70 ^{cdeA}	5,36	62,90 ± 15,13 ^{bcdA}
GM40	52,27	1,04 ± 0,15 ^{cde}	52,38	nd	5,34	48,82 ± 1,06 ^{deA}	5,37	54,60 ± 13,67 ^{bcdA}
LM40	52,39	1,43 ± 0,20 ^{bc}	52,24	nd	5,37	54,43 ± 2,72 ^{cdA}	5,29	48,40 ± 8,37 ^{bcdA}
GM50	52,38	0,91 ± 0,25 ^{de}	52,37	nd	5,35	38,45 ± 2,00 ^{fA}	5,35	42,40 ± 10,65 ^{cdA}
LM50	52,38	0,72 ± 0,21 ^e	52,39	nd	5,36	39,84 ± 2,50 ^{fA}	5,36	37,66 ± 8,40 ^{dA}

Her sütun için istatistiki analiz kendi içerisinde yapılmıştır.

Aynı sütunda farklı üst indis küçük harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.01).

Aynı satırda farklı üst indis büyük harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Tablo 4.10. (Devamı)

Örnek Adı	Kafeik asit				Klorojenik asit			
	Sıcak İnfüzyon		Soğuk İnfüzyon		Sıcak İnfüzyon		Soğuk İnfüzyon	
	Alıkonma zamanı	Konsantrasyon (mg/L)	Alıkonma zamanı	Konsantrasyon (mg/L)	Alıkonma zamanı (dak)	Konsantrasyon (mg/L)	Alıkonma zamanı	Konsantrasyon (mg/L)
SÇ	18,87	1,31 ± 0,47 ^{aA}	19,29	1,51 ± 0,38 ^{aA}	16,98	0,13 ± 0,00 ^{hA}	17,64	nd
GM	18,39	1,13 ± 0,25 ^{aA}	19,32	1,01 ± 0,01 ^{cA}	17,15	13,69 ± 1,57 ^{fA}	17,16	12,40 ± 0,33 ^{fA}
LM	18,46	1,10 ± 0,00 ^{aA}	18,42	1,04 ± 0,05 ^{bcA}	16,84	188,66 ± 0,00 ^{aA}	17,16	152,31 ± 1,02 ^{aB}
GM20	18,36	1,50 ± 0,51 ^{aA}	19,15	1,47 ± 0,03 ^{abA}	17,18	2,42 ± 0,51 ^{hA}	17,19	1,19 ± 0,55 ^{hB}
LM20	19,13	1,28 ± 0,09 ^{aA}	18,38	1,12 ± 0,17 ^{abcA}	17,15	23,60 ± 1,05 ^{eA}	17,17	30,87 ± 2,73 ^{eB}
GM30	18,39	1,30 ± 0,30 ^{aA}	19,18	1,38 ± 0,05 ^{abcA}	17,20	5,13 ± 0,39 ^{gA}	17,22	3,09 ± 1,508 ^{ghA}
LM30	18,41	1,12 ± 0,14 ^{aA}	18,42	1,30 ± 0,43 ^{abcA}	17,18	44,63 ± 3,15 ^{dA}	17,20	46,88 ± 2,29 ^{dA}
GM40	18,22	1,29 ± 0,28 ^{aA}	19,18	1,35 ± 0,03 ^{abcA}	17,04	4,90 ± 0,24 ^{gA}	17,21	4,20 ± 0,45 ^{gA}
LM40	18,43	1,59 ± 0,55 ^{aA}	18,44	1,42 ± 0,38 ^{abcA}	17,2	74,34 ± 1,28 ^{cA}	16,95	67,40 ± 0,38 ^{cB}
GM50	17,85	1,17 ± 0,17 ^{aA}	17,83	1,12 ± 0,15 ^{abcA}	17,18	6,86 ± 0,30 ^{gA}	17,18	2,39 ± 2,32 ^{ghB}
LM50	18,43	1,43 ± 0,40 ^{aA}	18,42	1,30 ± 0,29 ^{abcA}	17,19	82,13 ± 0,72 ^{bB}	17,18	86,88 ± 1,16 ^{bA}

Her sütun için istatistiki analiz kendi içerisinde yapılmıştır.

Aynı sütunda farklı üst indis küçük harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.01).

Aynı satırda farklı üst indis büyük harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Tablo 4.10. (Devamı)

Örnek adı	p-Kumarik asit				Kateşin			
	Sıcak İnfüzyon		Soğuk İnfüzyon		Sıcak İnfüzyon		Soğuk İnfüzyon	
	Alıkonma zamanı	Konsantrasyon (mg/L)	Alıkonma zamanı	Konsantrasyon (mg/L)	Alıkonma zamanı	Konsantrasyon (mg/L)	Alıkonma zamanı	Konsantrasyon (mg/L)
SÇ	25,97	1,77 ± 0,09 ^{aA}	26,04	2,05 ± 0,36 ^{abA}	16,29	10,71 ± 1,76 ^{aA}	16,49	7,33 ± 0,12 ^{aB}
GM	26,06	nd	26,06	nd	16,54	8,95 ± 7,408 ^{aA}	16,55	8,66 ± 4,26 ^{aA}
LM	26,06	1,64 ± 0,00 ^{cA}	25,57	1,63 ± 0,01 ^{bA}	16,30	11,93 ± 0,00 ^{aA}	16,03	8,77 ± 5,25 ^{aA}
GM20	26,50	1,78 ± 0,01 ^{aA}	26,53	3,25 ± 2,32 ^{aA}	16,50	8,72 ± 4,84 ^{aA}	16,51	7,21 ± 2,90 ^{aA}
LM20	26,45	1,72 ± 0,01 ^{abA}	26,5	1,90 ± 0,13 ^{abA}	16,48	7,42 ± 3,68 ^{aA}	16,27	7,26 ± 2,88 ^{aA}
GM30	26,59	1,77 ± 0,01 ^{aA}	26,59	1,94 ± 0,18 ^{baA}	16,53	10,39 ± 5,33 ^{aA}	16,54	5,88 ± 2,72 ^{aA}
LM30	26,53	1,68 ± 0,07 ^{bcA}	26,56	1,84 ± 0,09 ^{abA}	16,52	10,11 ± 4,40 ^{aA}	16,53	7,08 ± 3,26 ^{aA}
GM40	26,14	1,71 ± 0,01 ^{abA}	26,6	1,78 ± 0,07 ^{bA}	16,37	13,10 ± 0,09 ^{aA}	16,53	7,45 ± 3,09 ^{aB}
LM40	26,57	1,74 ± 0,01 ^{abA}	26,00	1,72 ± 0,01 ^{bA}	16,54	11,31 ± 7,92 ^{aA}	16,3	8,27 ± 3,95 ^{aA}
GM50	26,5	1,69 ± 0,01 ^{bcA}	26,49	2,05 ± 0,33 ^{abA}	16,51	7,87 ± 5,69 ^{aA}	16,51	7,19 ± 3,18 ^{aA}
LM50	26,53	1,69 ± 0,00 ^{bcA}	26,55	1,70 ± 0,02 ^{bA}	16,52	10,90 ± 6,44 ^{aA}	16,53	9,36 ± 3,62 ^{aA}

Her sütun için istatistiki analiz kendi içerisinde yapılmıştır.

Aynı sütunda farklı üst indis küçük harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.01)

Aynı satırda farklı üst indis büyük harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

Tablo 4.10. (Devamı)

Örnek adı	Epikateşin				Kamferol			
	Sıcak İnfüzyon		Soğuk İnfüzyon		Sıcak İnfüzyon		Soğuk İnfüzyon	
	Alıkonma zamanı	Konsantrasyon (mg/L)	Alıkonma zamanı	Konsantrasyon (mg/L)	Alıkonma zamanı (dak)	Konsantrasyon (mg/L)	Alıkonma zamanı (dak)	Konsantrasyon (mg/L)
SÇ	20,63	7,85 ± 0,35 ^{abA}	20,95	18,13 ± 11,77 ^{aA}	41,52	6,43 ± 0,18 ^{aA}	41,83	3,79 ± 0,92 ^{abB}
GM	19,56	8,75 ± 2,52 ^{abA}	19,56	5,33 ± 0,84 ^{baA}	41,38	nd	41,98	nd
LM	20,93	1,65 ± 0 ^{baA}	20,93	5,40 ± 0 ^{baA}	41,67	0,11 ± 0,02 ^{dB}	42,02	0,36 ± 0 ^{baA}
GM20	20,98	13,85 ± 8,41 ^{aA}	21,05	12,28 ± 6,97 ^{abA}	42,06	2,93 ± 1,21 ^{baA}	42,07	1,11 ± 0,95 ^{baA}
LM20	20,96	9,92 ± 5,97 ^{abA}	20,98	12,22 ± 8,18 ^{abA}	42,08	2,45 ± 0,02 ^{bcA}	42,07	1,65 ± 0,75 ^{baA}
GM30	21,02	11,38 ± 8,1 ^{abA}	21,05	9,52 ± 5,25 ^{abA}	42,10	3,10 ± 0,16 ^{baA}	42,13	1,05 ± 0,85 ^{bbB}
LM30	21,02	10,84 ± 1,5 ^{baA}	21,02	11,80 ± 6,69 ^{abA}	42,08	1,25 ± 1,44 ^{cdA}	42,09	1,10 ± 0,98 ^{baA}
GM40	20,70	9,94 ± 5,62 ^{abA}	21,05	8,82 ± 6,11 ^{abA}	41,66	1,59 ± 0,96 ^{baA}	42,13	0,87 ± 0,41 ^{baA}
LM40	21,03	12,43 ± 5,91 ^{aA}	20,64	10,32 ± 5,32 ^{abA}	42,11	3,03 ± 0,16 ^{baA}	42,66	1,06 ± 0,29 ^{bbB}
GM50	21,03	7,16 ± 4,24 ^{abA}	20,99	1,37 ± 0,74 ^{baA}	42,07	1,54 ± 0,74 ^{caA}	42,06	0,86 ± 0,42 ^{bbB}
LM50	21,00	7,67 ± 4,17 ^{abA}	21,02	7,35 ± 4,71 ^{abA}	42,07	1,87 ± 0,42 ^{bcA}	42,08	1,03 ± 0,43 ^{baA}

Her sütun için istatistiki analiz kendi içerisinde yapılmıştır.

Farklı üst indis küçük harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.01).

Aynı satırda farklı üst indis büyük harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Tablo 4.10'a göre; çay örnekleri kuersetin bakımından incelendiğinde SÇ>GM20>LM40>GM30>LM30>LM20>GM40>GM50>LM50 şeklinde bir sıralama görülmektedir. Kuersetin, SÇ örneğinin sıcak infüzyonunda $2,25\pm 0,10$ mg/L olarak belirlenmiştir. GM çayının sıcak infüzyonunda kuersetin tespit edilemezken, LM çayının sıcak infüzyonunda kuersetin $0,28\pm 0,02$ mg/L olarak saptanmıştır.

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan meyve çaylarının soğuk infüzyonları incelendiğinde ise; SÇ örneğinde kuersetin miktarı $0,65\pm 0,16$ mg/L, GM20 çayında $0,17\pm 0,15$ mg/L ve LM20 çayında $0,10\pm 0,12$ mg/L ve LM30 çayı $0,06$ mg/L iken, GM, LM ve diğer meyveli siyah çay örneklerinde kuersetin tespit edilmemiştir. Sonuçlar incelendiğinde siyah çay oranı azaldıkça kuersetin miktarının da azaldığı görülmektedir. Genel olarak bakıldığında kuersetinin sıcak infüzyon örneklerinde soğuk infüzyon örneklerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Kuersetin, bitkilerde bulunan, fitoöstrojen ve antioksidan özelliklere sahip olan ve iyi bilinen flavonoidlerden biridir. Soğan, karabuğday, elma, yabanmersini, kiraz, brokoli, üzüm, marul, domates, turunçgiller ve yabani otlar gibi meyve, sebze ve tıbbi bitkilerde fazla miktarda bulunmaktadır. İnsanlar tarafından kuersetin tüketiminin günlük 11-21 mg arasında değiştiği ancak bazen bu tüketim miktarının önerilen miktardan az olduğu bildirilmektedir. Sahip olduğu antioksidan, antiaging, antiinflamatuvar, antiproliferatif, antikarsinojenik ve kardiyokoruyucu özellikleri nedeniyle fizyolojik durum ve sağlık üzerine sayısız etkiye sahiptir [137-138]. Skowron ve çalışma arkadaşları (2015) tarafından sıcak çay infüzyonları üzerine yapılan bir araştırmada kuersetin miktarı $0,062$ µg/ml ile $0,208$ µg/ml arasında belirlenmiştir [134].

Tablo 4.10'da, SÇ örneğinin majör bileşeni olan gallik asit konsantrasyonunun SÇ'nin sıcak infüzyonunda $104,18\pm 2,89$ mg/L, soğuk infüzyonunda $106,10\pm 23,33$ mg/L olduğu görülmektedir. Gallik asit miktarı GM örneğinin sıcak infüzyonunda $1,65\pm 0,84$ mg/L, soğuk infüzyonunda ise $1,06\pm 0,54$ mg/L olarak belirlenirken, LM çayının sıcak infüzyonunda $3,03\pm 2,21$ mg/L, soğuk infüzyonunda ise $2,83\pm 0,57$ mg/L olarak tespit edilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda siyah çay ve maviyemiş meyvesi ile hazırlanan meyve çaylarının sıcak infüzyonlarında ise gallik asit miktarının GM20 ve GM30 örneklerinde LM20 ve LM 30 örneklerine göre daha yüksek olduğu GM40 ve GM50 örneklerinin ise LM40 ve LM50 örneklerine göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Meyveli siyah çayların soğuk infüzyonlarında ise gallik asit konsantrasyonu SÇ>GM20>LM20>LM30>GM40>LM40>GM30>GM50>LM50>LM>GM şeklinde belirlenmiş ve siyah çaya meyve ilavesinin meyve ile kıyaslandığında elde edilen yeni üründe gallik asit miktarının arttığı görülmüştür.

Gallik asit (3,4,5-trihidroksibenzoik asit), birçok tıbbi bitkide ve gıda materyalinde bulunan bir fenolik asit olan trihidroksi benzoik asit olup uzun zamandır güçlü antioksidan etkiler gösterdiği bilinmektedir. Gallik asit, bitkiler arasında özellikle yeşil çaydan ekstrakte edilebilen doğal bir fenolik antioksidandır; gıda, ilaç ve kozmetik sanayiinde yaygın olarak kullanılmaktadır. OS'yi azaltan, süperoksit anyonları, hidrojen peroksit, hidroksil radikalleri ve hipokloröz asit gibi ROT'ları süpüren güçlü özelliği ve antioksidan etkileri nedeniyle dikkatleri üzerine çekmiş bir fenolik asittir [139-140].

Kelebek (2016) tarafından Türk tipi siyah çaylar üzerinde yapılan bir araştırmada, gallik asit 43,60 mg/L ile 79,09 mg/L arasında değişirken [123], Skowron ve çalışma arkadaşlarının (2015) sıcak çay infüzyonları üzerinde yaptığı başka bir çalışmada ise gallik asit 22,00 µg/ml ile 50,13 µg/ml arasında değişmektedir [134]. Carloni ve çalışma arkadaşlarının (2013) beyaz, siyah ve yeşil çaylar üzerinde yaptığı çalışmada ise gallik asit miktarının 0,081 mg/ml olduğu bildirilmiştir [58]. İlgili literatürlerde bildirilen değerler araştırma bulgularımızdan düşüktür (Tablo 4.10).

Çay örneklerinin kafeik asit profili incelendiğinde, çayların sıcak infüzyonunda en yüksek değerin LM40 çayında (1,59±0,55 mg/L) olduğu belirlenmiştir. SÇ çayında 1,31±0,47 mg/L, GM çayında 1,13±0,25 mg/L ve LM çayında 1,10±0,00 mg/L tespit edilmiştir. Meyve ilaveli siyah çaylar incelendiğinde; siyah çay ve meyve karışımının iyi bir kombinasyon sağladığı ve LM40 (1,59 mg/L), LM50 (1,43 mg/L) ve GM20 (1,50 mg/L) çay örneklerinin daha yüksek kafeik asit içerdiği belirlenmiştir. Kafeik asit bakımından çay örneklerinin tümünde istatistiki açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Çayların soğuk infüzyonlarında ise en yüksek kafeik asit miktarı SÇ örneğinde (1,51±0,38 mg/L) saptanmıştır. Çayların soğuk infüzyonlarında kafeik asit miktarı SÇ>GM20>LM40>GM30>GM40>LM30=LM>LM50>GM50=LM20>LM20 şeklinde belirlenmiştir. Genel olarak, meyvenin siyah çayla kombine edildiği örneklerin kafeik asit içeriğinde bir artış tespit edilmiştir.

Kafeik asit (3,4-dihidroksisınamik asit), yaygın şekilde dağılmış hidroksisınamat ve fenilpropanoid metabolitlerden olup; kahve, yaban mersini ve elma suyu dahil olmak üzere birçok bitki kaynağında bulunan bir polifenoldür [141]. Spognol ve çalışma arkadaşları (2019) tarafından; kafeik asitin kanserojen bir inhibitör olduğu, yüksek antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu, ayrıca kalp hastalıklarının ve arterosklerozun önlenmesine yardımcı olmasının yanısıra birçok yararlı etkisinin bulunduğu da bildirilmiştir. Ayrıca yaptıkları bir çalışmada, kafeik asitin askorbik asit ve troloksa kıyasla daha yüksek bir antioksidan aktiviteye sahip olduğu saptanmıştır [142]. Skowron ve çalışma arkadaşlarının (2017), sıcak çay infüzyonlarında yaptıkları araştırmada kafeik asit miktarının 0,070-0,146 µg/ml arasında belirlendiği bildirilmiştir [134]. Ray ve çalışma arkadaşlarının (2017) siyah çayın fenolik profillerini belirledikleri araştırmalarında, çayların sıcak infüzyonlarının soğuk infüzyonlarına göre daha fazla kafeik asit içerdiği tespit edilmiş[136], araştırmamızda ise tersi durum söz konusu olmuştur. Diğer taraftan Meinhart ve çalışma arkadaşları ise (2018) sıcak çay infüzyonlarında kafeik asit tespit etmediklerini bildirmişlerdir [135].

Tablo 4.10 incelendiğinde liyofilizasyon yöntemiyle kurutulan meyvenin majör bileşeninin klorojenik asit olduğu görülmektedir. Klorojenik asit LM örneğinin sıcak infüzyonunda 188,66±0,00 mg/L ve soğuk infüzyonunda 152,31±1,02 mg/L olarak belirlenirken, SÇ örneğinin sıcak infüzyonunda 0,13±0,00 mg/L iken soğuk infüzyonunda tespit edilememiştir. GM örneğinin sıcak infüzyonu 13,69±1,57 mg/L klorojenik asit içerirken, GM örneğinin soğuk infüzyonu ise 12,40±0,33 mg/L klorojenik asit içermektedir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan meyveli çay örneklerinin ise hem sıcak hem de soğuk infüzyonlarında liyofilizasyon yöntemiyle kurutulan meyvelerde meyve oranı arttıkça klorojenik asit miktarının arttığı tespit edilmiştir.

Klorojenik asit, yabanimersininde bulunan temel renksiz bir fenolik olup, kinik asitin kafeik asitle esterifikasyonu sonucunda oluşmaktadır. Kahve, çay, meyve ve sebzelerde bulunan klorojenik asit en çok çalışılan polifenollerden biridir. Klorojenik asit ailesinin en çok incelenen bileşiği ise yüksek konsantrasyonlarda doğal oluşumu nedeniyle *trans*-5-CQA'dır. *Trans*-5-CQA'nın yakın zamanda keşfedilen biyomedikal aktivitesi, farmasötik, diyet (gıda maddeleri, gıda katkı maddeleri) ve kozmetik endüstrilerinde potansiyel uygulama alanlarını oluşturmuştur [133,143].

Klorojenik asitin yüksek sıcaklıklardan etkilendiğinde bozulduğu veya izomerize olduğu bildirilmektedir [133]. Kraujalyte ve çalışma arkadaşları (2015) tarafından yabanmersini ile ilgili yapılan bir çalışmada, farklı yabanmersini türlerinde klorojenik asit miktarlarının 20,0-346,8 µg/mL arasında değiştiği bildirilmiştir [132]. Nemzer ve çalışma arkadaşları (2018) ise farklı kurutma yöntemlerinin yabanmersini, vişne, kıızılcık ve çilek meyvelerine etkilerini araştırmış, klorojenik asit içeriğinin en fazla dondurarak kurutma yöntemiyle elde edildiğini bildirmişlerdir [133]. Araştırma bulgularımız incelendiğinde; liyofilizasyon yöntemiyle kurutma işleminin klorojenik asit miktarını geleneksel yöntemle göre daha iyi koruduğunu ve siyah çayın klorojenik asit miktarının oldukça düşük olduğunu dolayısıyla meyveli siyah çayların bu fenolik asiti yeni ürüne taşıdığı görülmektedir.

Fenolik asitlerden *p*-kumarik asit bakımından çay örneklerinin sıcak infüzyonları değerlendirildiğinde; en yüksek *p*-kumarik asit miktarının GM20 ve SÇ (1,78±0,01 ve 1,77±0,09 mg/L) örneklerinde tespit edildiği görülmektedir (Tablo 4.10). LM örneğinin sıcak infüzyonunda *p*-kumarik asit konsantrasyonu 1,64±0,00 mg/L iken, GM örneğinde ise *p*-kumarik asit saptanmamıştır.

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan meyveli siyah çay örneklerinin sıcak infüzyonlarında GM20>SÇ=GM30>LM40>LM20>GM40>GM50=LM50>LM30>LM şeklinde bir sıralama gösteren *p*-kumarik asit konsantrasyonu, soğuk infüzyonlarda ise GM20>SÇ=GM50>GM30>LM20>LM30>GM40>LM40>LM50>LM şeklinde bir sıralama göstermiştir.

Kumarik asit, hidroksisünamik asit ailesinin bir üyesi olup *m*-kumarik asit, *o*-kumarik asit ve *p*-kumarik asit olmak üzere üç farklı izomere sahiptir ve *p*-kumarik asit hidroksisünamik asidin doğada en bol bulunan izomeridir. *trans*-4-hidroksisünamik asit olarak da bilinen *p*-kumarik asit; buğday, elma, armut, fasulye, domates, çay, mantar ve patates gibi çeşitli tahıl, meyve ve sebzelerde serbest veya bağlı formda bulunan ve günlük diyetimizin önemli bir parçasını oluşturan fitokimyasaldır. *p*-kumarik asit, güçlü antioksidan aktiviteye sahiptir ve ROT oluşumu ile bağlantılı birçok hastalık modelinde koruyucu etkiler sergilemektedir. *p*-kumarik asidin; antiinflamatuvar, antiapoptotik, antiülser, anti-trombosit ve antikanser, antiplatelet, antinefrotoksik ve kardiyoprotektör koruyucu aktiviteler gibi çok çeşitli biyolojik aktivitelere sahip olduğu ve bu nedenle, sağlığı

iyileştirmek ve kronik hastalıkları önlemek için fonksiyonel gıdalar ve besin takviyelerinin hazırlanmasında kullanılma potansiyeline sahip olduğu bildirilmiştir [145-147]. Skowron ve çalışma arkadaşlarının (2015), sıcak çay infüzyonlarında yaptıkları araştırmada *p*-kumarik asit 0,064- 0,158 µg/ml arasında belirlenmiştir [134].

Sıcak çay infüzyonlarında kateşin miktarı SÇ örneğinde 10,71±1,76 mg/L tespit edilirken, GM örneğinde ise 8,95±7,48 ve LM örneğinde 11,93±0,00 mg/L olarak bulunmuştur. Meyveli siyah çay örnekleri incelendiğinde ise siyah çay ve maviyemiş meyvesinin bir arada kullanılmasının kateşin miktarını genel olarak artırdığı ve en yüksek kateşin konsantrasyonunun GM40 (13,10±0,09 mg/L) örneğinde tespit edildiği görülmektedir (Tablo 4.10). Çayların soğuk infüzyonlarında da meyvenin siyah çaydaki kateşin miktarını artırdığı ancak soğuk infüzyon çaylarının sıcak infüzyon çaylarına göre daha düşük kateşin içerdiği belirlenmiştir. İstatistiksel açıdan çayların sıcak ve soğuk infüzyonları arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Çay örnekleri epikateşin bakımından değerlendirildiğinde; sıcak çay infüzyonlarında en yüksek değer GM20 (13,85±8,41 mg/L) örneğinde belirlenirken, SÇ örneğinde 7,85±0,35 mg/L, GM örneğinde 8,75±2,52 mg/L ve LM örneğinde 1,65±0,00 mg/L olarak belirlenmiştir. Çay örneklerinin sıcak infüzyonlarında ise siyah çay ve meyve kombinasyonunun epikateşin miktarını genel olarak artırdığı ve GM20>LM40>GM30>LM30>GM40>LM20>GM>SÇ>LM50>GM50>LM şeklinde bir sıralama gösterdiği belirlenmiştir.

Soğuk çay infüzyonları incelendiğinde SÇ örneğinin en yüksek (18,13±11,77 mg/L) epikateşin miktarına sahip olduğu, GM örneğinin 5,33±0,84 mg/L ve LM örneğinin epikateşin miktarının ise 5,40±0,00 mg/L olduğu tespit edilmiştir. Çay örneklerinin soğuk infüzyonlarındaki epikateşin miktarları; SÇ>GM20>LM20>LM30>LM40>GM30>GM40>LM50>LM>GM>GM50 şeklinde bir sıralama göstermiştir.

Kelebek (2016) tarafından yapılan Türk tipi siyah çaylar üzerinde yapılan araştırmada (+)-kateşin 0,64 mg/L ile 1,20 mg/L arasında, (-)-epikateşin 0,45 mg/L ile 1,03 mg/L arasında belirlenmiştir [123]. Horžič ve çalışma arkadaşlarının (2009) farklı sıcaklık parametrelerine göre çay ve bitki infüzyonları üzerinde yaptığı araştırmada; epikateşin için en yüksek değer örneklerin 80°C'deki infüzyonlarında belirlenirken (41,32 mg/L),

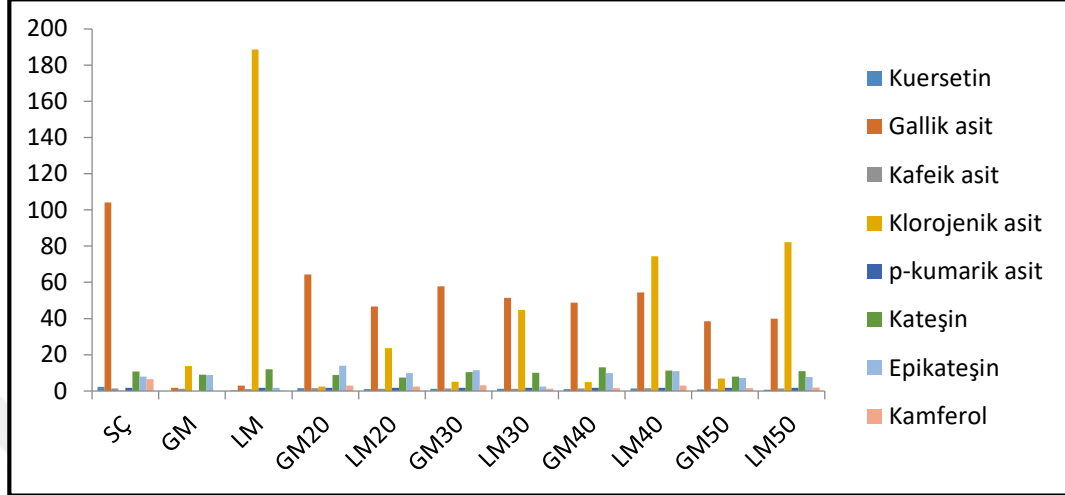
bunu 100°C (32,59 mg/L) ve 60°C (28,26 mg/L)'deki infüzyonların takip ettiği saptanmıştır. Kateşin miktarı ise 22,73 mg/L ile 35,17 mg/L arasında değişmekle beraber en yüksek kateşin miktarı 100°C'deki infüzyondan elde edilmiştir [113]. Carloni ve çalışma arkadaşlarının (2013) beyaz, siyah ve yeşil çaylar üzerinde yaptığı çalışmada ise kateşin miktarının 20,9 mg/ml olarak tespit edildiği bildirilmiştir [58].

Kamferol miktarları değerlendirildiğinde, çay örneklerinin sıcak infüzyonlarında SÇ örneğinde 6,43±0,18 mg/L belirlenen kamferol miktarı GM örneğinde saptanmazken LM örneğinde 0,11±0,02 mg/L olarak belirlenmiştir. Meyveli siyah çay örneklerinde ise kamferol miktarındaki artışın siyah çayın varlığından ileri geldiği düşünülmektedir.

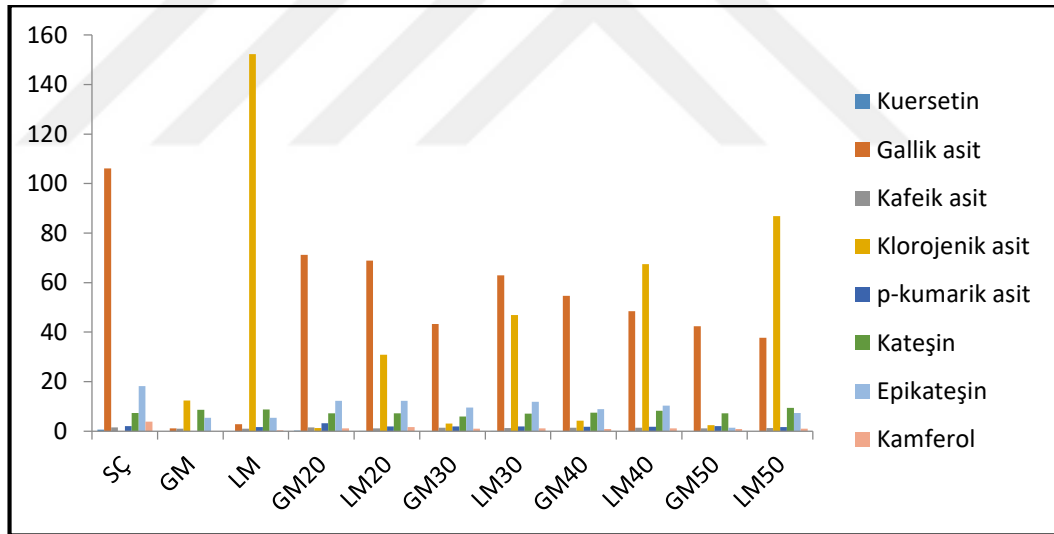
Soğuk çay infüzyonlarında da benzer durum görülmektedir. SÇ örneğinde 3,79±0,92 mg/L kamferol belirlenirken, LM örneğinde 0,36 mg/L olarak belirlenmiştir. GM örneğinde ise tespit edilememiştir. Meyve ilaveli siyah çayların soğuk infüzyonlarında da kamferol miktarı siyah çaya bağlı olarak artış sergilemiştir.

Kamferol; çay, brokoli, elma, narenciye, çilek, fasulye ve soğan gibi meyve ve sebzelerde bol miktarda bulunan doğal bir flavonoiddir ve antioksidan, antitümör, anti-inflamatuar, anjiyogenik, antikanser ve antiülser gibi aktivitelere sahiptir. Yapısal olarak kuersetine benzeyen kamferolün oksidatif stresi inhibe ettiği, hücre apoptozunu azalttığı ve kamferol yönünden zengin bir diyetin günlük uzun süreli tüketiminin, sistemik bir inflammatuar hastalık olan romatoid artrit gelişimini önlemeye yardımcı olduğu, osteoartritin ilerlemesini önlemek, durdurmak ve geciktirmek açısından yeni bir terapötik aktif madde olduğu bildirilmiştir [148-149]. Yıldız ve çalışma arkadaşları (2015) tarafından Türkiye'de yetiştirilen 11 farklı yabanmersini meyvesi üzerinde yapılan bir araştırmada, fenolik asit ve flavonoid miktarları tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda kamferol miktarının 0,06-0,93 mg/100 yaş ağırlık arasında değiştiği bildirilmiştir. Aynı araştırmada gallik asit miktarının 0,32-0,86 mg/100 yaş ağırlık, kafeik asit miktarının 0,20-12,16 mg/100 yaş ağırlık, kateşin miktarının 1,10-2,99 mg/100 yaş ağırlık, epikateşin miktarının 1,55-16,14 mg/100 yaş ağırlık, ve kuersetin miktarının 0,06-2,87 mg/100 yaş ağırlık arasında değiştiği belirlenmiştir [94]. Sonuçların bu kadar geniş aralıkta olmasının yetiştirme koşulları ile doğal olarak yetiştirilen ve kültüre alınan yabanmersini türleri arasındaki farktan kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’de çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarına ait fenolik bileşen konsantrasyonları görülmektedir.



Şekil 4.1. Sıcak çay infüzyonlarının fenolik bileşen profili (mg/L)



Şekil 4.2. Soğuk çay infüzyonlarının fenolik bileşen profili (mg/L)

Çay örneklerinin fenolik bileşenleri incelendiğinde; örneklerin sıcak infüzyonlarının genel olarak soğuk infüzyonlardan daha yüksek değerlere sahip olduğu yine liyofilizasyon yöntemiyle kurutulan meyvenin ilave edildiği çay örneklerinin de geleneksel yöntemle kurutulan meyvenin ilave edildiği çay örneklerine göre daha yüksek fenolik bileşen içerdiği görülmektedir.

Tablo 4.11’ de çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarının fenolik bileşen

porfillerine ait varyans analiz sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 4. 11. Çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonlarının fenolik bileşen porfillerine ait varyans analiz sonuçları

		VK	SD	Kareler ortalaması	F	P
Kuersetin	Sıcak infüzyon	Kuersetin	9	0,638	10,171	0,000***
		Hata	17	0,063	-	-
		Toplam	26	-	-	-
	Soğuk infüzyon	Kuersetin	3	0,223	14,855	0,001***
		Hata	8	0,015	-	-
		Toplam	11	-	-	-
Gallik asit	Sıcak infüzyon	Gallik asit	10	2361,941	10,648	0,000***
		Hata	22	12,389	-	-
		Toplam	-	-	-	-
	Soğuk infüzyon	Gallik asit	10	2701,799	15,891	0,000***
		Hata	22	170,020	-	-
		Toplam	32	-	-	-
Kafeik asit	Sıcak infüzyon	Kafeik asit	10	0,073	0,632	0,771
		Hata	21	0,116	-	-
		Toplam	31	-	-	-
	Soğuk infüzyon	Kafeik asit	10	0,092	1,646	0,158
		Hata	22	0,056	-	-
		Toplam	32	-	-	-
Klorojenik asit	Sıcak infüzyon	Klorojenik asit	10	9523,507	6356,053	0,000***
		Hata	20	1,498	-	-
		Toplam	30	-	-	-
	Soğuk infüzyon	Klorojenik asit	9	7338,080	3094,578	0,000***
		Hata	20	2,371	-	-
		Toplam	29	-	-	-

*** p<0,001 düzeyinde çok çok önemli ** p<0,01 düzeyinde çok önemli *p<0,05 düzeyinde önemli

Tablo 4.11. (Devamı)

p-Kumarik asit	Sıcak İnfüzyon	VK	SD	Kareler ortalaması	F	P
		p-Kumarik asit	9	0,05	4,220	0,01**
		Hata	19	0,001	-	-
		Toplam	28	-	-	-
	Soğuk İnfüzyon	VK	SD	Kareler ortalaması	F	P
		p-Kumarik asit	9	0,005	4,220	0,379
		Hata	19	0,01	-	-
		Toplam	28	-	-	-
Kateşin	Sıcak İnfüzyon	VK	SD	Kareler ortalaması	F	P
		Kateşin	10	9,080	0,356	0,953
		Hata	22	25,498	-	-
		Toplam	32	-	-	-
	Soğuk İnfüzyon	VK	SD	Kareler ortalaması	F	P
		Kateşin	10	9,080	0,356	0,986
		Hata	22	25,498	-	-
		Toplam	32	-	-	-
Epikateşin	Sıcak İnfüzyon	VK	SD	Kareler ortalaması	F	P
		Epikateşin	10	35,270	1,310	0,287
		Hata	21	26,919	-	-
		Toplam	31	-	-	-
	Soğuk İnfüzyon	VK	SD	Kareler ortalaması	F	P
		Epikateşin	10	35,270	1,310	0,215
		Hata	21	26,919	-	-
		Toplam	31	-	-	-
Kamferol	Sıcak İnfüzyon	VK	SD	Kareler ortalaması	F	P
		Kamferol	9	7,063	14,153	0,000***
		Hata	17	0,499	-	-
		Toplam	26	-	-	-
	Soğuk İnfüzyon	VK	SD	Kareler ortalaması	F	P
		Kamferol	9	7,063	14,153	0,000***
		Hata	17	0,499	-	-
		Toplam	26	-	-	-

*** p<0,001 düzeyinde çok çok önemli ** p<0,01 düzeyinde çok önemli *p<0,05 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, çay örneklerinin sıcak ve soğuk infüzyonları incelendiğinde; kuersetin, gallik asit, klorojenik asit ve kamferol miktarlarının $p < 0,001$ seviyesinde istatistiki olarak oldukça önemli olduğu belirlenmiştir. *p*-kumarik asitin sıcak infüzyonunun $p < 0,01$ seviyesinde önemli, soğuk infüzyonunun ise $p > 0,05$ seviyesinde önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kafeik asit, kateşin ve epikateşinin sıcak ve soğuk infüzyonlarında istatistiki olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

4.4. Duyusal Analiz

Siyah çay, liyofilizasyon ve geleneksel yöntemlerle kurutulmuş meyve çayları ve farklı konsantrasyonlarda siyah çay ile karıştırılmış maviyemiş meyvesinden hazırlanan çay örnekleri tanımlayıcı test uygulanarak 19 panelist tarafından duyusal olarak değerlendirilmiş, elde edilen sonuçlar kalite kriterleri, yaş ve cinsiyete göre ayrı ayrı ele alınmıştır.

Tablo 4.12’de çay örneklerinin duyusal değerlendirmelerine ait varyans analiz sonuçları yer almaktadır. Çay örneklerine ait ortalama her bir duyusal parametre puanları ise Tablo 4.13’de gösterilmiştir.

Tablo 4.12.Çay örneklerinin duyuşal değerlendirmelerine ait varyans analiz sonuçları

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	p değeri
Örnek	Lezzet	37,416	10	3,742	3,804	0***
	Parlaklık	8,746	10	0,875	0,926	0,510
	Dem Rengi	102,258	10	10,226	12,067	0***
	Burukluk	28,766	10	2,877	1,893	0,048*
	Genel	54,249	10	5,425	6,070	0***
	Beğenilirlik					
	Koku	16,574	10	1,657	1,732	0,076
Cinsiyet	Lezzet	17,927	1	17,927	19,633	0,000***
	Parlaklık	0,034	1	0,034	0,036	0,851
	Dem Rengi	0,043	1	0,043	0,051	0,821
	Burukluk	4,010	1	4,010	2,519	0,114
	Genel	16,099	1	16,099	18,915	0,000***
	Beğenilirlik					
	Koku	35,338	1	35,338	43,104	0,000***
Yaş	Lezzet	7,751	1	7,751	8,489	0,004**
	Parlaklık	7,836	1	7,836	8,175	0,005**
	Dem Rengi	0,760	1	0,760	0,912	0,341
	Burukluk	0,670	1	0,670	0,421	0,517
	Genel	2,090	1	2,090	2,455	0,119
	Beğenilirlik					
	Koku	5,022	1	5,022	6,126	0,014*
Örnek*Cinsiyet	Lezzet	5,193	10	0,519	0,569	0,838
	Parlaklık	3,583	10	0,358	0,374	0,957
	Dem Rengi	5,373	10	0,537	0,644	0,774
	Burukluk	4,480	10	0,448	0,281	0,985
	Genel	7,448	10	0,745	0,875	0,558
	Beğenilirlik					
	Koku	4,660	10	0,466	0,568	0,838
Örnek*Yaş	Lezzet	7,451	10	0,745	0,816	0,614
	Parlaklık	1,614	10	0,161	0,168	0,998
	Dem Rengi	12,599	10	1,260	1,511	0,139
	Burukluk	12,304	10	1,230	0,773	0,655
	Genel	4,780	10	0,478	0,562	0,844
	Beğenilirlik					
	Koku	2,318	10	0,232	0,283	0,984

* p<0,05 önemli, **p<0,01 çok önemli, *** p<0,001 çok çok önemli

Tablo 4.13. Çay örneklerinin duyuşal parametrelerine ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştıırma Testi sonuçları

Örnek adı	Lezzet	Parlaklık	Dem rengi	Burukluk	Koku	Genel beğenilirlik
SÇ	3,47 ± 1,02 ^{bc}	4,26 ± 0,73 ^a	4,26 ± 0,45 ^a	2,58 ± 1,39 ^{abc}	3,21 ± 1,08 ^b	3,58 ± 0,77 ^{bc}
GM	4,16 ± 0,83 ^{ab}	3,58 ± 1,35 ^b	4,05 ± 0,97 ^a	2,58 ± 1,26 ^{abc}	3,84 ± 0,90 ^{ab}	4,11 ± 0,74 ^{ab}
LM	3,68 ± 0,82 ^{bc}	4,11 ± 1,15 ^{ab}	4,05 ± 1,03 ^a	1,89 ± 1,10 ^{bc}	3,74 ± 0,65 ^{ab}	3,63 ± 0,90 ^{bc}
GM20	2,95 ± 1,03 ^d	4,32 ± 1,11 ^{ab}	2,74 ± 1,10 ^{bc}	1,74 ± 1,10 ^c	3,63 ± 0,96 ^{ab}	2,95 ± 1,03 ^{cd}
LM20	3,21 ± 1,08 ^d	4,16 ± 1,07 ^{ab}	2,32 ± 0,89 ^c	1,89 ± 0,99 ^{bc}	3,37 ± 1,07 ^b	2,79 ± 0,98 ^d
GM30	3,21 ± 1,13 ^d	4,21 ± 0,92 ^{ab}	2,58 ± 0,96 ^{bc}	2,47 ± 1,17 ^{abc}	3,21 ± 1,08 ^b	3,11 ± 1,10 ^{cd}
LM30	3,42 ± 1,02 ^d	4,11 ± 0,94 ^{ab}	2,58 ± 1,02 ^{bc}	2,26 ± 1,19 ^{abc}	3,47 ± 1,07 ^{ab}	2,79 ± 1,13 ^d
GM40	3,53 ± 0,77 ^{bc}	4,05 ± 0,91 ^{ab}	3,21 ± 0,92 ^b	2,84 ± 1,26 ^a	3,58 ± 0,90 ^{ab}	3,47 ± 0,84 ^{bcd}
LM40	3,11 ± 1,29 ^d	4,11 ± 0,88 ^{ab}	3,05 ± 1,03 ^b	2,84 ± 1,17 ^a	3,32 ± 1,11 ^b	3,05 ± 1,08 ^{cd}
GM50	3,16 ± 1,12 ^d	4,32 ± 0,82 ^{ab}	2,84 ± 0,90 ^{bc}	2,68 ± 1,42 ^{ab}	3,32 ± 1,11 ^b	2,95 ± 1,08 ^{cd}
LM50	4,37 ± 0,60 ^a	4,37 ± 0,60 ^a	4,16 ± 0,69 ^a	2,47 ± 1,43 ^{abc}	4,16 ± 0,69 ^a	4,37 ± 0,60 ^a
p değeri	0,01 ^{**}	0,51	0,01 ^{**}	0,048 [*]	0,076	0,01 ^{**}

Her sütun için istatistiki analiz kendi içerisinde yapılmıştır.

Farklı üst indis küçük harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (**p<0.01, *p<0.05)

Duyusal parametrelerin değerlendirilmesi amacıyla yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre; örnekler arasında lezzet (p=0), dem rengi (p=0), burukluk (p=0,048), genel beğenilirlik (p=0) bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Çay örneklerinin duyuşal parametre puanları ile ilgili Duncan Çoklu Karşılaştıırma Testi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştıırma testinden elde edilen sonuçlara göre; örnekler lezzet açısından değerlendirildiğinde LM50 çay örneğinin lezzet kriteri 4.37±0,60 değeri ile en yüksek puanı alırken bunu GM örneği takip etmiştir. Lezzet parametresi bakımından örnekler istatistiksel olarak önemli (p<0,01) bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştıırma testinden elde edilen sonuçlara göre; örnekler parlaklık açısından değerlendirildiğinde, en parlak çay örneğinin LM50 olduğu belirlenmiştir. Bunu GM örneği takip etmiş diğer 9 örnek ise istatistiksel açıdan benzer bulunmuştur.

Parlaklık parametresi açısından örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın bulunmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir.

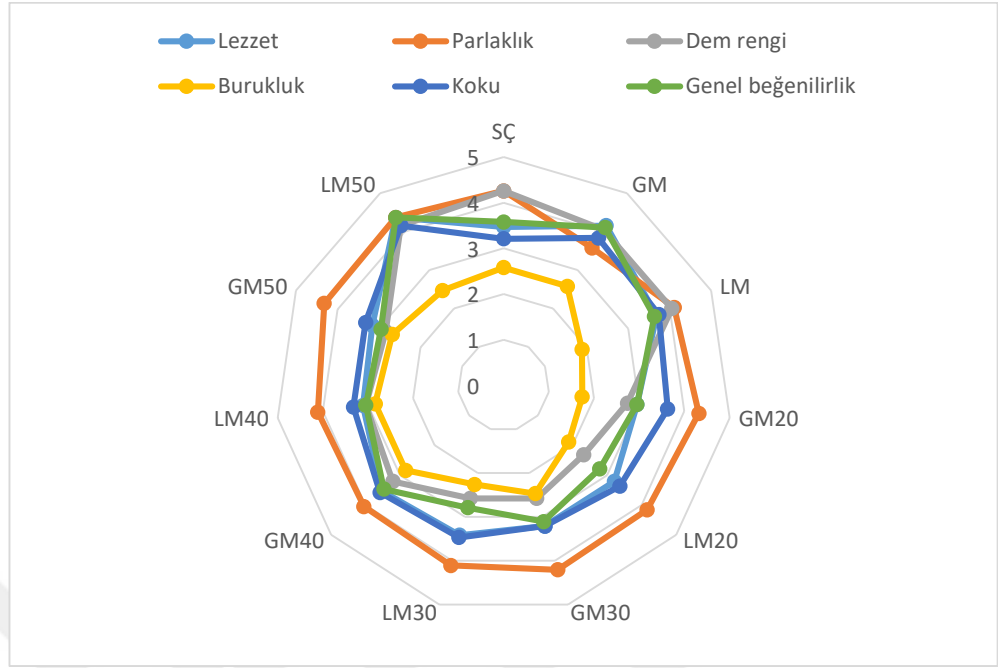
Dem rengi açısından değerlendirildiğinde; SÇ, LM50, LM ve GM örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı, diğer 7 çay örneğinin dem rengi panelistler tarafından daha koyu olarak değerlendirilmiştir. Dem rengi parametresi bakımından örnekler istatistiksel olarak anlamlı derecede önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testinden elde edilen sonuçlara göre; örnekler burukluk açısından değerlendirildiğinde GM40 ve LM40 örneklerinin en buruk olduğu, GM20 örneğinin ise burukluk açısından en düşük puanı aldığı belirlenmiştir. Burukluk parametresi bakımından örnekler istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.

Koku bakımından örnekler karşılaştırıldığında en yüksek puanın LM50 örneğine en düşük puanın ise SÇ örneğine ait olduğu saptanmıştır. Meyve ilaveli çay örneklerinin koku bakımından sade çaya oranla daha yüksek puan almasının, meyvenin taşıdığı kendine has, aromatik ve yoğun kokusundan ileri geldiği düşünülmektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma testinden elde edilen sonuçlara göre; genel beğenilirlik açısından örneklerin en yüksek puandan en düşük puana doğru sıralaması LM50>GM>LM>SÇ>GM40>GM30>LM40>GM50>GM20>LM20=LM30 şeklinde olmuştur. Örnekler genel beğenilirlik açısından incelendiğinde LM50 en beğenilen örnek olarak tespit edilmiştir. Genel beğenilirlik bakımından örnekler arasında istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) bir fark bulunmuştur.

Şekil 4.4'de lezzet, parlaklık, dem rengi, burukluk, koku ve genel beğenilirlik parametreleri açısından çayların duyuşal profili görülmektedir.



Şekil 4.3. Çay örneklerinin duyusal profili

Çay örneklerinin cinsiyete göre kalite kriterlerinin farklılığı incelendiğinde (Tablo 4.14); lezzet ($p=0,838$), parlaklık ($p=0,957$), dem rengi ($p=0,774$), burukluk ($p=0,985$), genel beğenilirlik ($p=0,558$) ve koku ($p=0,838$) kriterlerinin hiçbirinde cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4.14. Cinsiyete göre kalite kriterlerinin değerlendirilmesi

Çay Örnekleri		Lezzet	Parlaklık	Dem Rengi	Burukluk	Genel Beğenilirlik	Koku
SÇ	Kadın	3,42 ± 1,24	4,08 ± 0,79	4,17 ± 0,39	2,67 ± 1,61	3,67 ± 0,89	3,5 ± 1,09
	Erkek	3,57 ± 0,53	4,57 ± 0,53	4,43 ± 0,53	2,43 ± 0,98	3,43 ± 0,53	2,71 ± 0,95
GM	Kadın	4,42 ± 0,51	3,33 ± 1,3	4,33 ± 0,78	2,67 ± 1,3	4,17 ± 0,58	4 ± 0,85
	Erkek	3,71 ± 1,11	4 ± 1,41	3,57 ± 1,13	2,43 ± 1,27	4 ± 1	3,57 ± 0,98
LM	Kadın	3,75 ± 0,87	4,08 ± 1	3,75 ± 1,14	1,75 ± 1,14	3,83 ± 0,72	3,92 ± 0,51
	Erkek	3,57 ± 0,79	4,14 ± 1,46	4,57 ± 0,53	2,14 ± 1,07	3,29 ± 1,11	3,43 ± 0,79
GM20	Kadın	3,17 ± 0,94	4,08 ± 1,31	2,75 ± 0,97	1,83 ± 1,27	3,08 ± 1	3,92 ± 0,9
	Erkek	2,57 ± 1,13	4,71 ± 0,49	2,71 ± 1,38	1,57 ± 0,79	2,71 ± 1,11	3,14 ± 0,9
LM20	Kadın	3,42 ± 1,16	4,25 ± 1,14	2,25 ± 0,97	2 ± 1,21	3,08 ± 0,79	3,75 ± 0,97
	Erkek	2,86 ± 0,9	4 ± 1	2,43 ± 0,79	1,71 ± 0,49	2,29 ± 1,11	2,71 ± 0,95
GM30	Kadın	3,25 ± 1,22	4,17 ± 1,11	2,75 ± 1,06	2,58 ± 1,08	3,42 ± 1	3,67 ± 0,78
	Erkek	3,14 ± 1,07	4,29 ± 0,49	2,29 ± 0,76	2,29 ± 1,38	2,57 ± 1,13	2,43 ± 1,13
LM30	Kadın	3,83 ± 0,72	4 ± 1,04	2,67 ± 0,98	2,33 ± 1,07	3,17 ± 1,03	4 ± 0,6
	Erkek	2,71 ± 1,11	4,29 ± 0,76	2,43 ± 1,13	2,14 ± 1,46	2,14 ± 1,07	2,57 ± 1,13
GM40	Kadın	3,92 ± 0,51	3,92 ± 1,08	3,25 ± 0,87	3,08 ± 1,38	3,67 ± 0,89	3,92 ± 0,79
	Erkek	2,86 ± 0,69	4,29 ± 0,49	3,14 ± 1,07	2,43 ± 0,98	3,14 ± 0,69	3 ± 0,82
LM40	Kadın	3,25 ± 1,36	4 ± 1,04	3,08 ± 1,08	2,92 ± 1,24	3,25 ± 1,14	3,58 ± 1
	Erkek	2,86 ± 1,21	4,29 ± 0,49	3 ± 1	2,71 ± 1,11	2,71 ± 0,95	2,86 ± 1,21
GM50	Kadın	3,42 ± 1,24	4,08 ± 0,9	2,92 ± 0,9	3 ± 1,35	3,33 ± 1,15	3,67 ± 1,07
	Erkek	2,71 ± 0,76	4,71 ± 0,49	2,71 ± 0,95	2,14 ± 1,46	2,29 ± 0,49	2,71 ± 0,95
LM50	Kadın	4,33 ± 0,65	4,5 ± 0,52	4,08 ± 0,79	2,5 ± 1,57	4,33 ± 0,65	4,17 ± 0,83
	Erkek	4,43 ± 0,53	4,14 ± 0,69	4,29 ± 0,49	2,43 ± 1,27	4,43 ± 0,53	4,14 ± 0,38

Çay örneklerinin yaş grubuna göre kalite kriterlerinin farklılığı ise Tablo 4.15’de yer almaktadır.

Tablo 4.15. Yaş grubuna göre kalite kriterlerinin değerlendirilmesi

Çay Örnekleri		Lezzet	Parlaklık	Dem Rengi	Burukluk	Genel Beğenilirlik	Koku
SÇ	45 yaş ve altı	3,11 ± 1,27	4,11 ± 0,78	4,33 ± 0,5	3,11 ± 1,45	3,44 ± 0,88	3,00 ± 0,87
	46 yaş ve üstü	3,80 ± 0,63	4,40 ± 0,7	4,20 ± 0,42	2,1 ± 1,2	3,70 ± 0,67	3,40 ± 1,26
GM	45 yaş ve altı	4,44 ± 0,53	3,22 ± 1,3	4,22 ± 0,83	2,67 ± 1,12	4,22 ± 0,67	3,78 ± 0,83
	46 yaş ve üstü	3,90 ± 0,99	3,90 ± 1,37	3,90 ± 1,1	2,5 ± 1,43	4,00 ± 0,82	3,90 ± 0,99
LM	45 yaş ve altı	3,44 ± 0,73	4,00 ± 1,12	3,44 ± 1,13	1,56 ± 0,73	3,67 ± 0,71	3,78 ± 0,44
	46 yaş ve üstü	3,90 ± 0,88	4,20 ± 1,23	4,60 ± 0,52	2,20 ± 1,32	3,6 ± 1,07	3,70 ± 0,82
GM20	45 yaş ve altı	3,11 ± 0,93	4,00 ± 1,5	2,67 ± 1,12	1,44 ± 1,01	3,00 ± 0,71	3,78 ± 0,83
	46 yaş ve üstü	2,80 ± 1,14	4,60 ± 0,52	2,80 ± 1,14	2,00 ± 1,15	2,9 ± 1,29	3,50 ± 1,08
LM20	45 yaş ve altı	3,22 ± 1,39	4,11 ± 1,27	2,11 ± 0,93	1,89 ± 1,05	3,00 ± 0,87	3,56 ± 0,88
	46 yaş ve üstü	3,20 ± 0,79	4,2 ± 0,92	2,50 ± 0,85	1,90 ± 0,99	2,60 ± 1,07	3,20 ± 1,23
GM30	45 yaş ve altı	2,78 ± 1,09	4,00 ± 1,22	2,78 ± 1,09	2,33 ± 1	2,89 ± 0,93	3,44 ± 0,73
	46 yaş ve üstü	3,60 ± 1,07	4,40 ± 0,52	2,40 ± 0,84	2,60 ± 1,35	3,30 ± 1,25	3,00 ± 1,33
LM30	45 yaş ve altı	3,67 ± 0,5	3,78 ± 1,09	2,56 ± 0,73	2,22 ± 0,97	3,00 ± 0,87	3,78 ± 0,44
	46 yaş ve üstü	3,20 ± 1,32	4,40 ± 0,7	2,60 ± 1,26	2,30 ± 1,42	2,6 ± 1,35	3,20 ± 1,4
GM40	45 yaş ve altı	3,67 ± 0,5	3,67 ± 1,12	3,56 ± 0,73	3,11 ± 1,36	3,56 ± 1,01	3,67 ± 0,71
	46 yaş ve üstü	3,40 ± 0,97	4,4 ± 0,52	2,90 ± 0,99	2,60 ± 1,17	3,40 ± 0,7	3,50 ± 1,08
LM40	45 yaş ve altı	2,89 ± 1,45	3,78 ± 1,09	3,44 ± 0,88	3,00 ± 1,22	3,22 ± 1,3	3,33 ± 0,87
	46 yaş ve üstü	3,30 ± 1,16	4,4 ± 0,52	2,70 ± 1,06	2,70 ± 1,16	2,90 ± 0,88	3,30 ± 1,34
GM50	45 yaş ve altı	3,00 ± 1,32	3,89 ± 0,93	3,22 ± 0,83	2,89 ± 1,45	3,00 ± 1,32	3,44 ± 1,01
	46 yaş ve üstü	3,30 ± 0,95	4,70 ± 0,48	2,50 ± 0,85	2,50 ± 1,43	2,90 ± 0,88	3,20 ± 1,23
LM50	45 yaş ve altı	4,33 ± 0,71	4,33 ± 0,5	4,22 ± 0,83	2,22 ± 1,39	4,33 ± 0,71	4,00 ± 0,87
	46 yaş ve üstü	4,40 ± 0,52	4,40 ± 0,7	4,10 ± 0,57	2,70 ± 1,49	4,40 ± 0,52	4,30 ± 0,48

Çay örneklerinin yaş gruplarına göre kalite kriterlerinin farklılığı incelendiğinde, lezzet ($p=0,614$), parlaklık ($p=0,998$), dem rengi ($p=0,139$), burukluk ($p=0,655$), genel beğenilirlik ($p=0,844$) ve koku ($p=0,984$) kriterlerinin hiçbirinde yaşa bağlı istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, maviyemiş meyvesi iki farklı yöntemle kurutulmuş ve siyah çayla farklı konsantrasyonlarda karıştırılarak fonksiyonel bir gıda üretilmesi amaçlanmıştır. Hazırlanan çay örnekleri üzerinde antioksidan aktivite testleri, toplam fenolik madde miktarı ve fenolik bileşen profili belirlenmiş ayrıca çay örneklerine duyu analizi yapılarak çayların beğeni durumu ölçülmüştür.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar ve yapılan öneriler şu şekildedir:

1- Oksidatif stres ve gıda antioksidanları üzerine yapılan birçok çalışma diyetle polifenollerin önemini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, dünyada sudan sonra en çok tüketilen içecek olan çayın da geniş bir araştırma konusu olduğunu söylemek mümkündür. Ancak literatür çalışmaları incelendiğinde genel olarak bu araştırmaların yeşil çay üzerine kurulu olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, siyah çay üzerine yapılan bu çalışmanın literatüre önemli bir katkısı olacağı düşünülmektedir.

2- Piyasada çeşitli meyve aromalı çaylar yer alırken, siyah çay ve meyve karışımının kullanıldığı çay çeşidine pek rastlanmamaktadır. Bu çalışma ile gıda piyasasına yeni bir çay örneği ve Türkiye’de yetiştiriciliği giderek önem kazanan maviyemiş meyvesine farklı bir kullanım alanı kazandırılmıştır.

3- Çay örneklerinin antioksidan aktiviteleri, DPPH• ve β -karoten ağartma metotları ile belirlenmiştir. Elde edilen bulgular; DPPH• metodunda örneklerin hem sıcak hem soğuk infüzyonu açısından siyah çay örneğinin en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. β -karoten ağartma metodunda ise, en yüksek antioksidan aktivitenin LM50 (%50 siyah çay + %50 liyofilizasyon yöntemi ile kurutulmuş maviyemiş) örneğinin sıcak infüzyonunda olduğu belirlenmiştir. Örneklerin soğuk infüzyonları arasında en yüksek antioksidan kapasite LM40 örneğinde saptanmıştır. Diğer taraftan her iki yöntemle kurutulan maviyemişin soğuk infüzyonları siyah çayın soğuk infüzyonundan daha yüksek antioksidan aktivite göstermiştir.

4- İstisnai durumlar olabilse de genel olarak toplam fenolik madde miktarının antioksidan kapasite ile pozitif korelasyon sergilediği bilinmektedir. Bu bağlamda araştırma kapsamında belirlenen TFM sonuçlarının genel olarak antioksidan kapasite ile pozitif korelasyon gösterdiği saptanmıştır.

5- Araştırma kapsamında üretilen çayların sıcak ve soğuk infüzyonlarının da kıyaslandığı bu çalışmada; sıcak çay infüzyonlarının soğuk çay infüzyonlarına göre genel olarak daha yüksek antioksidan aktivite sergilediği tespit edilmiştir.

6- Maviyemiş meyvesi, geleneksel ve liyofilizasyon olmak üzere iki farklı yöntem kullanılarak kurutulmuştur. Meyvelerin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde miktarı ve fenolik bileşen profilinin tespiti sonucunda liyofilizasyon yöntemiyle kurutulan meyvelerin geleneksel yöntemle kurutulan meyvelerden biyoaktif bileşenler açısından daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla, kurutma yöntemleri kıyaslandığında liyofilizasyon yöntemiyle kurutmanın geleneksel yöntemle kurutmaya göre biyoaktif bileşenleri koruma bağlamında daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

7- Fenolik bileşen profilinin tespit edilmesi sonucunda; maviyemiş meyvesi (özellikle liyofilizasyon yöntemiyle kurutulan maviyemiş), ilave edildiği siyah çayı klorojenik asit ve kateşin bakımından; siyah çay ise maviyemiş meyvesini bu kombinasyon sonucunda gallik asit, kuersetin, *p*-kumarik asit, epikateşin ve kamferol bakımından desteklemiş böylece daha fonksiyonel bir ürünün ortaya çıktığı görülmüştür.

8- Tüketiciler arasında yapılan duyuşal değerlendirme neticesinde, liyofilizasyon yöntemiyle kurutulan maviyemiş ile siyah çayın %50 oranında karıştırılmasıyla elde edilen çay örneği (LM50) en beğenilen çay olmuştur. Liyofilizasyon yöntemiyle kurutma işleminin özellikle meyvenin koku, lezzet ve parlaklık parametrelerini koruduğu dolayısıyla tüketiciler arasında daha ilgi çekici olduğu görülmüştür.

9- Siyah çayın demir emilimini olumsuz etkilediği ileri sürülmekte bu bağlamda sözkonusu olumsuzluğun giderilmesinde C vitamini açısından zengin meyvelerin siyah çay ile karıştırılması düşüncesi ile ortaya çıkabilecek pozitif etkinin, yeni bir araştırma konusu olabileceği ve bu alanda literatüre yeni katkılar sağlanabileceği düşünölmektedir.

10- Tüketiciler açısından meyve karışımı siyah çayın beğenilmesinin, siyah çayla farklı meyvelerin karıştırılarak yeni ve fonksiyonel çayların üretilebileceği, tüketiciye cazip çay örneklerinin sunulabileceği böylelikle ürün yelpazesinin genişleyebileceği düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

1. Łuczaj, W., Skrzydlewska, E., “Antioxidative properties of black tea”, *Preventive Medicine* 40, 910– 918, 2005.
2. Heaton, J. C., Jones, K., “Microbial contamination of fruit and vegetables and the behaviour of enteropathogens in the phyllosphere: a review”, *Journal of Applied Microbiology* 104(3), 613-626, 2008.
3. Quansah, J., Gazula, H., Holland, R., Scherm, H., Li, C., Takeda, F., “Microbial quality of blueberries for the fresh market”, *Food Control* 100, 92–96, 2019.
4. Feng, L., Zhou, Y., Ashaolu, T., J., Ye, F., Zhao, G., “Physicochemical and rheological characterization of pectin-rich fraction from blueberry (*Vaccinium ashei*) wine pomace”, *International Journal of Biological Macromolecules* 128. 629–637,2019.
5. Li, A.L., Li, G.H., Li, Y.R., Wu, W.Y., Ren, D.M., Lou, H.X., Wang, X.N., Shen, T., “Lignan and flavonoid support the prevention of cinnamon against oxidative stress related diseases”, *Phytomedicine* 53, 143–153, 2019.
6. Huang, Y.J., Nan, G.X., “Oxidative stress-induced angiogenesis”, *Journal of Clinical Neuroscience* 63, 13-16 2019.
7. Lu, Q., Sun, Y., Ares, I., Anadóna, A., Martínez, M., Martínez-Larrañaga, M.R., Yuan, Z., Wang, X., Martínez, M.A., “ Deltamethrin toxicity: A review of oxidative stress and metabolism”, *Environmental Research* 170, 260–281, 2019.
8. Torres, J. L., Lozano, C., Maher, P., “Conjugation of catechins with cysteine generates antioxidant compounds with enhanced neuroprotective activity”, *Phytochemistry* 66, 2032–2037, 2005.
9. Singh, R.P., Sharad, S., Kapur,S., “Free Radicals and Oxidative Stress in Neurodegenerative Diseases: Relevance of Dietary Antioxidants”, *JACM* 5(3), 218-25, 2004.
10. Kuhn, M.A., “Oxygen Free Radicals & Antioxidants”, *The American Journal of Nursing* 103 (4), 58-62, 2003.
11. Wang,J., Dong, W., “Oxidative stress and bronchopulmonary dysplasia”, *Gene*,

678, 177–183, 2018.

12. Juan, M.Y., Chou, C.C., “Enhancement of antioxidant activity, total phenolic and flavonoid content of black soybeans by solid state fermentation with *Bacillus subtilis* BCRC14715”, *Food Microbiology*, 27, 586-591, 2010.
13. Prior, R.L., “Oxygen radical absorbance capacity (ORAC): New horizons in relating dietary antioxidants/bioactives and health benefits”, *Journal of Functional Foods*, 18, 797–810, 2015.
14. Gutowski M., Kowalczyk, S., “A study of free radical chemistry: their role and pathophysiological significance”, *Acta ABP Biochimica Polonica*, 60, 1-16, 2013.
15. Barreiro, S. L., Bravo-Diaz, C., “Free radicals and polyphenols: The redox chemistry of neurodegenerative diseases”, *European Journal of Medicinal Chemistry*, 133, 379-402, 2017.
16. Ekici, L., Sağdıç, O., “Serbest Radikaller ve Antioksidan Gıdalarla İnhibisyonu”, *Gıda*, 33 (5), 251-260, 2008.
17. Grzesik, M., Naparło, K., Bartosz, G., Sadowska-Bartosz, I., “Antioxidant properties of catechins: Comparison with other antioxidants”, *Food Chemistry* 241, 480–492, 2018.
18. Xiang, J., Li, W., Ndolo, V. U., Beta, T., “A comparative study of the phenolic compounds and in vitro antioxidant capacity of finger millets from different growing regions in Malawi”, *Journal of Cereal Science* 87, 143-149, 2019.
19. Boots, A.W., Haenen, G. R. M. M., Bast, A., “Health effects of quercetin: From antioxidant to nutraceutical”, *European Journal of Pharmacology* 585, 325-337, 2008.
20. Oh, J., Jo, H., Cho, A.R., Kim, S.J., Han J., “Antioxidant and antimicrobial activities of various leafy herbal teas” *Food Control* 31, 403-409, 2013.
21. Chandrasekara, A., Shahidi, F., “Herbal beverages: Bioactive compounds and their role in disease risk reduction - A review”, *Journal of Traditional and Complementary Medicine* 8, 451-458, 2018.
22. Shahidi, F., Ambigaipalan P., Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects, *Journal Of Functional Foods*

- 18, 820–897, 2015.
23. Rockenbach, I. I., Rodrigues, E., Gonzaga, L. V., Caliari, V., Genovese, M. I., Gonçalves, A. E. S. S., Fet, R., “Phenolic compounds content and antioxidant activity in pomace from selected red grapes (*Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca* L.) widely produced in Brazil”, *Food Chemistry* 127, 174–179, 2011.
 24. Rockenbach, I. I., Gonzaga, L. V., Rizelio R. V., Gonçalves, A. E. S. S., Genovese, M. I., Fett, R., “Phenolic compounds and antioxidant activity of seed and skin extracts of red grape (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) pomace from Brazilian winemaking”, *Food Research International* 44, 897–901, 2011.
 25. Shahidi, F., Naczk, M., “Phenolics in Food and Nutraceuticals” London New York Washington, D.C., 2004.
 26. Ramkissoon, J.S., Mahomoodally, M.F., Ahmed, N., Subratty, A.H., “Antioxidant and anti-glycation activities correlates with phenolic composition of tropical medicinal herbs”, *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 561-569, 2013.
 27. Zhang, H., Tsao, R., “Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects”, *Current Opinion in Food Science* 8, 33–42, 2016.
 28. Sytar, O., Hemmerich, I., Zivcak, M., Rauh, C., Bresti, M., “Comparative analysis of bioactive phenolic compounds composition from 26 medicinal plants”, *Saudi Journal of Biological Sciences* 25, 631–641, 2018.
 29. Martins, N., Barros, L., Henriques, M., Silva, S., Ferreira, I. C. F. R., “Activity of phenolic compounds from plant origin against *Candida* species”, *Industrial Crops and Products* 74, 648–670, 2015.
 30. Daniel, O., Meier, M.S., Schlatter J., Frischknecht, P., “Selected Phenolic Compounds in Cultivated Plants: Ecologic Functions, Health Implications, and Modulation by Pesticides”, *Environmental Health Perspectives*, 107, 109-114, 1999.
 31. Yuan, S., Zhang, Y., Liu, J., Zhao, Y., Tan, L., Liu, J., Wang, Q., Zhang, H., “Structure-affinity relationship of the binding of phenolic acids and their derivatives to bovine serum albumin”, *Food Chemistry* 278, 77-83, 2019.
 32. Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S., “Phenolic compounds in plants and

- agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses”, *Food Chemistry* 99, s.191–203, 2006.
33. Nizamlıoğlu, N.M., Nas, S., “Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* Cilt:5, No: 1, 20-35, 2010.
 34. Köksal, G., “Şeftali Meyvesinde Fenolik Madde Dağılımı ve Pulpa İşleme Sırasında Değişimi” *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Ankara, 2008.
 35. Procházková, D., Boušová, I., Wilhelmová, N., “Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids”, *Fitoterapia* 82, 513–523, 2011.
 36. Tanwar, B., Modgil R., “Flavonoids: Dietary occurrence and health benefits”, *Spatula DD*. 2(1), 59-68, 2012.
 37. Artık, N., Anlı, R., Konar N., Vural, N., “Gıdalarda Bulunan Fenolik Bileşikler”, Sidas Yayınları, 2006.
 38. Rosa, L.A., Alvarez-Parrilla, E., Gonz’alez-Aguilar, G.A., “Fruit and Vegetable Phytochemicals Chemistry”, *Nutritional Value and Stability*, Blackwell Publishing, 2010.
 39. Teng, H., Fang, T., Lin, Q., Song, H., Liu, B., Chen, L., “Red raspberry and its anthocyanins: Bioactivity beyond antioxidant capacity”, *Trends in Food Science & Technology* 66, 153-165, 2017.
 40. Mladěnka, P., Zatloukalová, L., Filipský, T., Hrdina, R., “Cardiovascular effects of flavonoids are not caused only by direct antioxidant activity”, *Free Radical Biology & Medicine* 49, 963–975, 2010.
 41. Xu, C., Wang, B., Pu Yi-Qiong, Tao Jian-Sheng, Zhang, T., “Advances in extraction and analysis of phenolic compounds from plant materials”, *Chinese Journal of Natural Medicines*, 15 (10), 721-731, 2017.
 42. Laddha, A., P., Kulkarni, Y., A., “Tannins and vascular complications of Diabetes: An update”, *Phytomedicine* 56, 229–245, 2019.
 43. Mark, R., Lyu, X., Lee, J. J. L., Parra-Saldívar, R. Chen, W. N., “Sustainable production of natural phenolics for functional food applications”, *Journal of*

Functional Foods 57, 233-254, 2019.

44. Acosta-Estrada, B. A., Gutiérrez-Urbe, J. A., Serna-Saldívar, S. O., “Bound phenolics in foods, a review”, *Food Chemistry* 152, s. 46-55, 2014.
45. Raffa, D., Maggio, B., Raimondi, M., V., Plescia, F., Daidone, G., “Recent discoveries of anticancer flavonoids”, *European Journal of Medicinal Chemistry* 142, 213-228, 2017.
46. Commenges, D., Scotet, V., Renaud, S., Jacqmin-Gadda, H., Barberger-Gateau, P., Dartigues, J. F., “Intake of Flavonoids and Risk of Dementia”, *European Journal of Epidemiology*, 16(4), 357-363, 2000.
47. Perez-Vizcaino, F., Fraga, C., G., “Research trends in flavonoids and health”, *Archives of Biochemistry and Biophysics* 646, 107–112, 2018.
48. Cushine, T., P., T., Lamb, A., J., “Antimicrobial activity of flavonoids” *International Journal of Antimicrobial Agents* 26 343–356, 2005.
49. Zhu F., “Anthocyanins in cereals: Composition and health effects”, *Food Research International* 109, 232–249, 2018.
50. Joshi, S. S., Howell, A. B., D’Souza, D. H., “Antiviral effects of blueberry proanthocyanidins against Aichi virüs”, *Food Microbiology* 82, 202–208, 2019.
51. Silva, J. K., Batista, A. G., Cazarin, C. B. B., Dionísio, A. P., Brito, E. S., Marques, A. T. B., Maróstica Jr., M. R., “Functional tea from a Brazilian berry: Overview of the bioactives compounds”, *LWT - Food Science and Technology* 76, 292-298, 2017.
52. Arts, I. C. W., Jacobs Jr., D. R., Gross, M., Harnack, L. J., Folsom, A. R., “Dietary Catechins and Cancer Incidence among Postmenopausal Women: The Iowa Women's Health Study (United States) Cancer”, *Causes & Control*, 13 (4), 373-382, 2002.
53. Ilgaz, B., “Çayın Büyüleyici Macerası”, *TSE Standart Ekonomik ve Teknik Dergi* (607), 94-99, 2012.
54. Zhang, H., Qi, R., Mine, Y., “The impact of oolong and black tea polyphenols on human health”, *Food Bioscience* 29, 55–61, 2019.

55. Cooper, R., Morré, D.J., Morré, D.M., “Medical benefits of green tea: part I. review of non-cancer health benefits”, *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 11 (3), 521-528, 2005.
56. Lambert, J. D., Yang, C. S., “Mechanisms of cancer prevention by tea constituents” *Journal of Nutrition* 133 (10), 3262S–3267S, 2003.
57. Weisburger, J.H., Chung, F.L., “ Mechanism by chronic disease caused by nutritional factors and tobacco products and their prevention by tea polyphenols”, *Food and Chemical Toxicology*, 40(8), 1145-1154, 2002.
58. Carloni, P., Tiano, L., Padella, L., Bacchetti, T., Customu, C., Kay, A., Damiani, E., “Antioxidant activity of white, green and black tea obtained from the same tea cultivar”, *Food Research International* 53, 900–908, 2013.
59. Koo, M. W. L., Cho, C. H., “Pharmacological effects of green tea on the gastrointestinal system”, *European Journal of Pharmacology* 500, 177– 185, 2004.
60. Yang, C. S., Chung, J. Y., Yang, G., Chhabra, K., Lee, M. J., “Tea and Tea Polyphenols in Cancer Prevention”, *Journal of Nutrition* 130, 472S–478S, 2000.
61. Khan, N., Mukhtar H., “Tea polyphenols for health promotion”, *Life Sciences* 81, 519–533, 2007.
62. Özdemir, F., Gölükcü, M., Erbaş, M., “Çay Tohumunun Özellikleri ve Çay Tohumu Yağının Yağ Asiti Kompozisyonu” *Gıda* 26 (2), 135-138, 2001.
63. Avcı, N., “Mikrodalga Teknolojisi İle Üretilen Yeşil ve Siyah Çaylarda Toplam Antioksidan Aktivitesi ve Fenolik Madde Miktarlarının İncelenmesi” *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 2006.
64. İnternet: Türkiye İstatistik Kurumu “Bitkisel Üretim İstatistikleri” http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001
65. Chan, E.W.C. , Lim, Y.Y., Chong, K.L., Tan, J.B.L., Wong, S.K., “ Antioxidant properties of tropical and temperate herbal teas”, *Journal of Food Composition and Analysis* 23, 185–189, 2010.
66. Naveed, M., Bibii, J., Kamboh, A. A., Suheryani, I., Kakar, I., Fazlani, S. A., FangFang, X., Kalhor, S. A., Yunjuan, L., Kakar, M. U., El-Hack, M. E. A.,

- Noreldin, A. E., Zhixiang, S., LiXia, C., “Pharmacological values and therapeutic properties of black tea (*Camellia sinensis*): A comprehensive overview”, *Biomedicine & Pharmacotherapy* 100, 521–531, 2018.
67. Vinson, J. A., Dabbagh, Y. A., “Effect of green and black tea supplementation on lipids, lipid oxidation and fibrinogen in the hamster: mechanisms for the epidemiological benefits of tea drinking”, *FEBS Letters* 433, 44-46, 1998.
68. Yang, C. S., Landau, J. M., “Effects of tea consumption on nutrition and health”, *Journal of Nutrition* 130, 2409-2412, 2000.
69. Sarıca, Ş., Karataş, Ü., Diktaş, M., “Çay (*Camellia sinensis*); İçeriği, Metabolizma ve Sağlık Üzerine Etkileri, Antioksidan Aktivitesi ve Etlik Piliç Karma Yemlerinde Kullanımı”, *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 25(2), 79-85, 2008.
70. Yang, C. S., Wang, H., Sheridan, P.Z., “Studies on prevention of obesity, metabolic syndrome, diabetes, cardiovascular diseases and cancer by tea”, *Journal of Food and Drug Analysis* 26, 1-13, 2018.
71. Tosun, İ., Karadeniz, B., “Çay ve Çay Fenoliklerinin Antioksidan Aktivitesi”, *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 78-83, 2005.
72. Çalıkoğlu, E., Bayrak, A., “Siyah Çayda Aroma Maddelerinin Oluşumu”, *Gıda* 33 (3), 137-142, 2008.
73. Chan, E. W. C., Soh, E. Y., Tie, P. P., Law, Y. P., “Antioxidant and antibacterial properties of green, black and herbal teas of *Camellia sinensis*”, *Pharmacognosy Research* 3(4), 266–272, 2011.
74. Feng, Z., Li, Y., Li, M., Wang, Y., Zhang, L., Wan, X., Yang, X., “Tea aroma formation from six model manufacturing processes”, *Food Chemistry* 285, 347–354, 2019.
75. Ho, C. T., Zheng, X., Li, S., “Tea aroma formation”, *Food Science and Human Wellness* 4, 9–27, 2015.
76. Jin, L., Li, X. B., Tian, D. Q., Fang, X. P., Yu, Y. M., Zhu, H. Q., Ge, Y. Y., Ma, G. Y., Wang, W. Y., Xiao, W., Li, M., “Antioxidant properties and color parameters of herbal teas in China”, *Industrial Crops and Products* 87, 198–209,

2016.

77. Weisburger, J.H., Chung, F.L., “Mechanism by chronic disease caused by nutritional factors and tobacco products and their prevention by tea polyphenols”, *Food and Chemical Toxicology*. 40(8), 1145-1154, 2002.
78. Bhebhe, M., Chipurura, B., Muchuweti M., “Determination and comparison of phenolic compound content and antioxidant activity of selected local Zimbabwean herbal teas with exotic *Aspalathus linearis*”, *South African Journal of Botany* 100, 213–218, 2015.
79. Dalar, A., Konczak, I., “Phenolic contents, antioxidant capacities and inhibitory activities against key metabolic syndrome relevant enzymes of herbal teas from Eastern Anatolia”, *Industrial Crops and Products* 44, 383– 390, 2013.
80. Okamoto, K., “Habitual Green Tea Consumption and Risk of an Aneurysmal Rupture Subarachnoid Hemorrhage: A Case-Control Study in Nagoya Japan”, *European Journal of Epidemiology* 21(5), 367-371, 2006.
81. Jain, A., Manghani, C., Kohli, S., Nigam, D., Rani, V., “Tea and human health: The dark shadows”, *Toxicology Letters* 220, s. 82– 87, 2013.
82. Hodgson, J.M., Puddey, I.B., Croft, K.D., Burke, V., Mori, T.A., Caccetta, R.A., Beilin, L.J., “ Acute effects of ingestion of black and green tea on lipoprotein oxidation”, *The American Journal of Clinical Nutrition*. 71, 1103- 1107, 2000.
83. Miura, Y., Chiba, T., Tomita, I, Koizumi, H., Miura, S., Umegaki, K., Hara, Y., Ikeda, M., Tomita, T., “Tea Catechins Prevent the Development of Atherosclerosis in Apoprotein E–Deficient Mice”, *The Journal of Nutrition*, 131, 27-31, 2001.
84. Vita, J.A., “Tea consumption and cardiovascular disease: Effects on endothelial function”, *The Journal of Nutrition*. 133, 3293-3297, 2003.
85. Cooper, R., Morré, D.J., Morré, D.M., “Medical benefits of green tea: part II. review of anticancer benefits”, *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 11(4), 639-652, 2005.
86. Coşkun, T., “Fonksiyonel Besinlerin Sağlığımız Üzerine Etkileri”, *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*; 48, 69-84, 2005

87. Fisunoğlu, M., Besler, T., “Çay ve Sağlık İlişkisi”, *Sağlık Bakanlığı Yayınları*, Ankara, 2012.
88. İnternet: FAO, “Committee on Commodity Problems Intergovernmental Group on Tea 21st Session”, Bandung, 2014 <http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/meetings/IGGtea21/14-Inf3-CurrentSituation.pdf>
89. McGee, E. J. T., Diosady, L. L., “Prevention of iron-polyphenol complex formation by chelation in black tea”, *LWT - Food Science and Technology* 89, 756–762, 2018.
90. Nelson, M., Poulter, J., “Impact of tea drinking on iron status in the UK: a review”, *Journal of Human Nutrition and Dietetic*, 17, 43- 54, 2004.
91. Siddiq, M., Dolan, K. D., “Characterization of polyphenol oxidase from blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.)”, *Food Chemistry* 218, s. 216–220, 2017.
92. Akbulut, M., Baykal, H., Şavşatlı, Y., “Rize ili Sütlüce Köyü Ekolojik Koşullarında Farklı Maviyemiş Çeşitleri (*Vaccinium corymbosum* L.) ve Yöreden Selekte Edilen Çay Üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.) Tiplerinin Fenolojik, Pomolojik ve Agronomik Özelliklerinin İncelenmesi”, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 7 (1), 47-52, 2014.
93. Çelik, H., “*Yaban Mersini (Likapa) Yetiştiriciliği*”, Hasad Yayıncılık, 2005.
94. Yıldız, S., Yavaş, H., Gürbüz, O., Değirmencioğlu, N., “Türkiye’de Yetişen Yaban Mersini Meyvesinin Fenolik Bileşiklerinin Karakterizasyonu”, *Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi* 15, 9-18, 2015.
95. Gümüş, C., Ölmez, Z., Hangişi, Ölmez, G., Kalender, Ç., “Artvin’de Yaban Mersini (*Vaccinium* Sp. Likapa) Yetiştiriciliği Eğitimi Konulu AB Projesinin Tanıtımı Ve Projenin Yürütülmesinde Karşılaşılan Güçlükler ve Sorunlar”, *II. Ormanlıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi*, 19-21 Şubat, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 2009.
96. Terefe, N.S., Delon, A., Buckow, R., Versteeg, C., “Blueberry polyphenol oxidase: Characterization and the kinetics of thermal and high pressure activation and inactivation”, *Food Chemistry* 188, 193–200, 2015.

97. Cardenosa V., Girones-Vilaplana, A., Muriel, J. L., Moreno, D. A., “Influence of genotype, cultivation system and irrigation regime on antioxidant capacity and selected phenolics of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.)”, *Food Chemistry* 202, 276-283, 2016.
98. Grace, M. H., Xiong, J., Esposito, D., Ehlenfeldt, M., Lila, M. A., “Simultaneous LC-MS quantification of anthocyanins and non-anthocyanin phenolics from blueberries with widely divergent profiles and biological activities”, *Food Chemistry* 277, 336–346, 2019.
99. Chen, Y., Hung, Y. C., Chen, M., Lin, M., Lin, H., “Enhanced storability of blueberries by acidic electrolyzed oxidizing water application may be mediated by regulating ROS metabolism”, *Food Chemistry* 270, 229–235, 2019.
100. Giovanelli, G., Buratti, S., Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. *Food Chemistry*, 112, 903–908, 2009.
101. Li, D., Li, B., Ma, Y., Sun, X., Lin, Y., Meng, X., “Polyphenols, anthocyanins, and flavonoids contents and the antioxidant capacity of various cultivars of highbush and half-high blueberries”, *Journal of Food Composition and Analysis* 62, 84–93, 2017.
102. Li, X., Jin, L., Pan, X., Yang, L., Guo, W., “Proteins expression and metabolite profile insight into phenolic biosynthesis during highbush blueberry fruit maturation”, *Food Chemistry*, 290, 216-228, 2019.
103. Wu, Y., Zhou, Q., Chend, X., Li, X., Wang, Y., Zhang, J., “Comparison and screening of bioactive phenolic compounds in different blueberry cultivars: Evaluation of anti-oxidation and α -glucosidase inhibition effect”, *Food Research International* 100, 312–324, 2017.
104. Çelik, H., Özgen, M., Saraçoğlu, O., “Organik ve Standart Olarak Yetiştirilen Bazı Yüksek Boylu Maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) Çeşitlerinin Fitokimyasal İçerikleri ile Antioksidan Kapasitelerinin Karşılaştırılması”, *Tarım Bilimleri Dergisi* 18, 167-176, 2012.
105. Wang, L. J., Wu, J., Wang, H. X., Li, S. S., Zheng, X. C., Du, H., Xu, Y. J., Wang L. S., “Composition of phenolic compounds and antioxidant activity in the

- leaves of blueberry cultivars”, *Journal of Functional Foods* 16, 295–304, 2015.
106. Huntley, A. L., “The health benefits of berry flavonoids for menopausal women: Cardiovascular disease, cancer and cognition”, *Maturitas* 63, 297–301, 2009.
 107. Šavikin, K., Zdunić, G., Janković, T., Gođevac, D., Stanojković, T., Pljevljakušić D., “Berry fruit teas: Phenolic composition and cytotoxic activity”, *Food Research International* 62, 677–683, 2014.
 108. Wang, S. Y., Lin, H. S., “Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage”, *Journal of Agric Food Chemistry*, 48 (2), 140-146, 2000.
 109. Žegarac, J. P., Valek, L, Stipčević, T., Martinez, S., “Electrochemical determination of antioxidant capacity of fruit tea infusions”, *Food Chemistry* 121, 820–825, 2010.
 110. Atoui, A. K., Mansouri, A., Boskou, G., Kefalas P., “Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic profile”, *Food Chemistry* 89, 27–36, 2005.
 111. Gulua, L., Nikolaishvili, L., Jgenti, M., Turmanidze, T., Dzneladze, G., “Polyphenol content, anti-lipase and antioxidant activity of teas made in Georgia”, *Annals of Agrarian Sciences*, 2018.
 112. Costa, A. N., Nunes, M. A., Almeida I. M. C., Carvalho M. R., Barroso, M. F., Alves, R. C., Oliveira, M. B. P. P., “Teas, dietary supplements and fruit juices: A comparative study regarding antioxidant activity and bioactive compounds”, *Food Science and Technology* 49, 324-328, 2012.
 113. Horžić, D., Komes, D., Belščak, A., Kovačević Ganic, K, Iveković, D., Karlović, D., “The composition of polyphenols and methylxanthines in teas and herbal infusions”, *Food Chemistry* 115, 441–448, 2009.
 114. Bi, W., He, C., Ma, Y., Shen, J., Zhang, L. H., Peng, Y., Xiao P., “Investigation of free amino acid, total phenolics, antioxidant activity and purine alkaloids to assess the health properties of non-Camellia tea”, *Acta Pharmaceutica Sinica B* 6(2), 170–181, 2016.
 115. Henning, S. M., Fajardo-Lira, C., Lee, H. W., Youssefian, A. A., Go, V. L. W., Heber D., “Catechin Content of 18 Teas and a Green Tea Extract Supplement

- Correlates With the Antioxidant Capacity”, *Nutrition and Cancer*, 45 (2), 226–235, 2003.
116. Zhang, C., Suen, C. L. C., Yang, C., Quek, Y. S., “Antioxidant capacity and major polyphenol composition of teas as affected by geographical location, plantation elevation and leaf grade” *Food Chemistry* 244, 109–119, 2018.
117. Nibir, Y. M., Sumit, A. F., Akhand, A. A., Ahsan, N., Hossain M. S., “Comparative assessment of total polyphenols, antioxidant and antimicrobial activity of different tea varieties of Bangladesh”, *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 7 (4), 352–357, 2017.
118. Veljkoviç, J. N., Pavloviç, A. N., Mitiç, S. S., Tošiç, S. B., Stojanoviç, G. S., Kaliçanin, B. M., Stankoviç, S., Stojkoviç, M. B., Mitiç, M.N., Brčanoviç, J. M., “Evaluation of individual phenolic compounds and antioxidant properties of black, green, herbal and fruit tea infusions consumed in Serbia: spectrophotometrical and electrochemical approaches”, *Journal of Food and Nutrition Research* 52(1), 12–24, 2013.
119. Cavlak S., Yağmur C., “Bazı Poşet Çayların Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi”, *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* Cilt:34-4, Adana, 2016.
120. Özdatlı, Ş., Sipahi, H., Charehsaz, M., Aydın, A., Yeşilada E., “Bitki Çaylarına Bal İlavesinin Total Antioksidan Kapasitesine Etkisi”, *Marmara Pharmaceutical Journal* 18, 147-152, 2014.
121. Sabarez, H., “Drying Food Materials”, *Reference Module in Food Science*, 1-10, 2016.
122. Damiani, E., Bacchetti, T., Padella, L., Tiano, L., Carloni, P., “Antioxidant activity of different White teas: Comparison of hot and cold infusions”, *Journal of Food Composition and Analysis* (33), 59-66, 2014.
123. Kelebek, H., “LC-DAD–ESI-MS/MS characterization of phenolic constituents in Turkish black tea: Effect of infusion time and temperature”, *Food Chemistry* (204), 227–238, 2016.
124. Şengül, M., Erkaya, T., Şengül, M. and Yıldız, H., “The effect of adding sour

- cherry pulp into yoghurt on the physicochemical properties, phenolic contents and antioxidant activity during storage”, *International Journal of Dairy Technology* 65(3), 307-1471, 2012
125. Sengul, M., Ercisli, S., Yildiz, H., Gungor, N., Kavaz, A., Cetin, B., “Antioxidant, Antimicrobial Activity and Total Phenolic Content within the aerial parts of *Artemisia absinthum*, *Artemisia santonicum* and *Saponaria officinalis*”, *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* 10, 49-56, 2011.
 126. Kelebek, H., Jourdes, M., Selli, S., Teissedre, P. L., “Comparative evaluation of the phenolic content and antioxidant capacity of sun-dried raisins”, *Journal of the Science of Food Agriculture*, (93), 2963–2972, 2013.
 127. Ciniviz, M., “Çubuk Turşularının Antioksidan Aktivitesi ve Fenolik Asit Profilinin Tespiti”, *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Nevşehir, 2018.
 128. Zamani, M., Moradi, Delfani, A., Jabbari, M., “Scavenging performance and antioxidant activity of γ -alumina nanoparticles towards DPPH free radical: Spectroscopic and DFT-D studies”, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 201, 288-299, 2018.
 129. Cheng, A. W., Xie, H. X., Qi, Y., Liu, C., Guo, X., Sun, J. Y., Liu, L. N., “Effects of storage time and temperature on polyphenolic content and qualitative characteristics of freeze-dried and spray-dried bayberry powder”, *LWT - Food Science and Technology* (78), 235-240, 2017.
 130. Wu, H., Chai, Z., Hutabarat, R. P., Zeng, Q., Niu, L., Li, D., Yu, H., Huang W., “Blueberry leaves from 73 different cultivars in southeastern China as nutraceutical supplements rich in antioxidants”, *Food Research International*, 2019.
 131. Ataoui, A. K., Mansouri, A., Boskou, G., Kefalas, P., “Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic profile”, *Food Chemistry* 89, 27–36, 2005.
 132. Kraujalytė, V., Venskutonis, P. R., Pukalskas, A., Česonienė, L., Daubaras, R., “Antioxidant properties, phenolic composition and potentiometric sensor array evaluation of commercial and new blueberry (*Vaccinium corymbosum*) and bog blueberry (*Vaccinium uliginosum*) genotypes”, *Food Chemistry* 188, 583–590,

2015.

133. Nemzer, B., Vargas, L., Xia, X., Sintara, M., Feng, H., “Phytochemical and physical properties of blueberries, tart cherries, strawberries, and cranberries as affected by different drying methods”, *Food Chemistry* 262, 242–250, 2018.
134. Jeszka-Skowron, M., Krawczyk, M., Zgoła-Grzeškowiak, A., “Determination of antioxidant activity, rutin, quercetin, phenolic acids and trace elements in tea infusions: Influence of citric acid addition on extraction of metals”, *Journal of Food Composition and Analysis* 40, 70–77, 2015.
135. Meinhart, A. D., Caldeirão, L., Damin, F. M., Filho, J. T., Godoy, H. T., “Analysis of chlorogenic acids isomers and caffeic acid in 89 herbal infusions (tea)”, *Journal of Food Composition and Analysis* 73, 76–82, 2018.
136. Ray, S., Dutta, M., Chaudhury, K., De, B., “GC–MS based metabolite profiling and angiotensin I-converting enzyme inhibitory property of black tea extracts”, *Revista Brasileira de Farmacognosia* 27, 580–586, 2017.
137. Sirotkin, A. V., Hrabovszká, S., Štochmal'ová, A., Grosmann, R., Alwasel, S., Harrath, A. H., “Effect of quercetin on ovarian cells of pigs and cattle”, *Animal Reproduction Science* (205), 44–51, 2019.
138. Otsuka, Y., Egawa, K., Kanzaki, N., Izumo, T., Rogi, T., Shibata, H., “Quercetin glycosides prevent dexamethasone-induced muscle atrophy in mice”, *Biochemistry and Biophysics Reports* (18), 1-6, 2019.
139. Kılıç, K., Sakat, M. S., Ekinci Akdemir, F. N., Yıldırım, S., Sağlam, Y. S., Aşkın, S., “Protective effect of gallic acid against cisplatin-induced ototoxicity in rats”, *Brazilian Journal of Otorhinolaryngol* 85(3), 267-274 ,2019.
140. Reckziegel, P., Dias, V. T., Benvegnú, D. M., Boufleur, N., Barcelos, R. C. S., Segat, H. J., Pase, C. S., Santos, C. M. M., Flores, E. M. M., Bürger, M. E., “Antioxidant protection of gallic acid against toxicity induced by Pb in blood, liver and kidney of rats”, *Toxicology Reports* (3), 351–356, 2016.
141. Santos, L. C. O., Spagnol, C. M., Guillot, A. J., Melero, A., Corrêa, M.A., “Caffeic acid skin absorption: Delivery of microparticles to hair follicles”, *Saudi Pharmaceutical Journal*, 1-7, 2019.

142. Spagnol, C. M., Assis, R. P., Iguatemy Lourenço Brunetti, I. L., Isaac, V. L.B., Salgado, H. R. N., Corrêa, M. A., “In vitro methods to determine the antioxidant activity of caffeic acid”, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* (219), 358–366, 2019.
143. Dawidowicz, A. L., Typek, R., “Thermal transformation of trans-5-O-caffeoylquinic acid (trans-5-CQA) in alcoholic solutions”, *Food Chemistry* (167), 52–60, 2015.
144. Ramalho, S. A., Nigam, N., Oliveira, G. B., Oliveira, P. A., Silva, T. . M., Santos, A. G. P., Narain, N., “Effect of infusion time on phenolic compounds and caffeine content in black tea”, *Food Research International* (51), 155-161, 2013.
145. Cha, H., Lee, S., Lee, J. H., Park, J. W., “Protective effects of p-coumaric acid against acetaminophen-induced hepatotoxicity in mice”, *Food and Chemical Toxicology* (121), 131-139, 2018.
146. Nishi, K., Ramakrishnan, S., Gunasekaran, V. P., Parkash, K., Ramakrishnan, A., Vijayakumar, N., Ganeshan, M., “Protective effects of p-coumaric acid on ethanol induced male reproductive toxicity”, *Life Sciences* (209), 1–8, 2018.
147. Wang, S., Kong, L., Zhao, Y., Tan, L., Zhang, J., Du, Z., Zhang, H., “Lipophilization and molecular encapsulation of p-coumaric acid by amylose inclusion complex”, *Food Hydrocolloids* (93), 270–275, 2019.
148. Adhikary, S., Choudhary, D., Ahmad, N., Karvande, A., Kumar, A., Banala, V. T. J., Mishra, P. R., Trivedi, R., “Dietary flavonoid kaempferol inhibits glucocorticoid-induced bone loss by promoting osteoblast survival”, *Nutrition* (53), 64–76, 2018.
149. Jiang, R., Hao, P., Yu, G., Liu, C., Yu, C., Huang, Y., Wang, Y., “Kaempferol protects chondrogenic ATDC5 cells against inflammatory injury triggered by lipopolysaccharide through down-regulating miR-146a”, *International Immunopharmacology* (69), 373–381, 2019.

ÖZGEÇMİŞ

Yeşim DAŞDEMİR 1988 yılında Ankara’da doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara’da tamamlamıştır. 2007’de kazandığı Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünden 2011 yılında mezun olmuştur. 2015 yılında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Eğitimine başlamıştır.

e-posta: yesimdasdemir@gmail.com



