

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRK KAHVESİ ve BAZI HAZIR KAHVE
KARIŞIMLARININ TOTAL FENOL İÇERİĞİ ve
ANTIOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dyt. Neslihan ÜLGER

**Beslenme Bilimleri Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA
2015**

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRK KAHVESİ ve BAZI HAZIR KAHVE
KARIŞIMLARININ TOTAL FENOL İÇERİĞİ ve
ANTIOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dyt. Neslihan ÜLGER

**Beslenme Bilimleri Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Zehra BÜYÜKTUNCER DEMİREL

İKİNCİ DANIŞMAN

Prof. Dr. İ. İrem ÇANKAYA

ANKARA

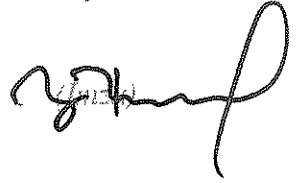
2015

Anabilim Dalı :Beslenme ve Diyetetik
 Program :Beslenme Bilimleri
 Tez Başlığı :Türk kahvesi ve bazı hazır kahve karışımlarının total fenol içeriği ve antioksidan aktivitelerinin karşılaştırılması
 Öğrenci Adı-Soyadı :Neslihan Ülger
 Savunma Sınavı Tarihi :24.08.2015

Bu çalışma jürimiz tarafından yüksek lisans/~~doçtora~~ tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

Prof. Dr. H. Tanju Besler
 (Hacettepe Üniversitesi)



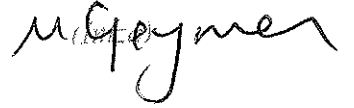
Tez danışmanı:

Doç. Dr. Zehra Büyüktuncer Demirel
 (Hacettepe Üniversitesi)



Üye:

Doç. Dr. Makbule Gezmen Karadağ
 (Gazi Üniversitesi)



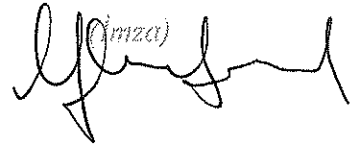
Üye:

Yrd. Doç. Dr. Derya Dikmen
 (Hacettepe Üniversitesi)



Üye:

Yrd. Doç. Dr. Ash Akyol Mutlu
 (Hacettepe Üniversitesi)



ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.


 Prof. Dr. Ersin FADILLOĞLU
 Müdür

TEŞEKKÜR

Tezin planlanması ve yürütülmesi aşamalarında bana yol gösteren, bilimsel ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım sayın Doç. Dr. Zehra Büyüktuncer Demirel'e ve sayın Prof. Dr. İ.İrem Çankaya'ya;

Bu süreçte tez çalışmam için zaman yaratmama olanak sağlayan bölüm başkanımız sayın Prof. Dr. H.Tanju Besler'e, sayın Prof. Dr. Neslişah Rakıcioğlu'na, sayın Doç. Dr. Emine Akal Yıldız'a ve sayın Yrd. Doç. Dr. Zeynep Göktaş'a;

Analizlerin yapılmasında ve yorumlanmasında destek olan Dr. Atilla Güleç'e ve Uzm. Bio. Serap Arabacı'ya;

Bu dönemde bana destek olan oda arkadaşlarım Ar. Gör. Armağan A. Yürük, Ar. Gör. Funda Tamer ve Ar. Gör. Nesli Ersoy başta olmak üzere, birlikte çalışma fırsatı bulduğumuz tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma;

Çalışma esnasında her türlü yardımını esirgemeyen Ar. Gör. Z.Ceren Arıtuluk ve tüm Hacettepe Üniversitesi Farmasötik Botanik ABD ailesine;

Bu süreçte beni yüreklendiren ve verdiği manevi destek ile bana güç veren İbrahim Öztürk'e;

Her zaman olduğu gibi bu çalışma sırasında da sevgi ve desteklerini esirgemeyen canım anneme, babama ve sevgili kardeşlerime;

Teşekkürlerimi sunarım.

Ar. Gör. Neslihan ÜLGER

ÖZET

Ülger, N. Türk kahvesi ve bazı hazır kahve karışımlarının total fenol içeriği ve antioksidan aktivitelerinin karşılaştırılması. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beslenme Bilimleri Programı, Yüksek Lisans Tezi. Ankara, 2015. Bu çalışmanın amacı, geleneksel yöntemle hazırlanan Türk kahvesinin total fenol içeriği, total flavonoid içeriği, antioksidan aktivitesi (DPPH, TEAC, FRAP olmak üzere üç ayrı yöntem ile), klorojenik asit ve kafein içeriğinin süt ve/veya şeker ilavesiyle nasıl değiştiğini saptamak ve bunları hazır instant kahve ve kahve karışımlarıyla karşılaştırmaktır. Çalışmada kullanılan Türk kahveleri üç ayrı firmadan temin edilmiş ve sade, şekerli, sütlü ve sütlü-şekerli olarak hazırlanmıştır. Instant Türk kahveleri bir firmadan, instant kahve ve kahve karışımları üç ayrı firmadan temin edilerek tüketim önerilerine uygun olarak hazırlanmıştır. Toplamda 30 kahve örneği ile çalışılmıştır. Sade Türk kahveleri ile sade instant kahvelerin total fenol içerikleri ($p=0.050$), total flavonoid içerikleri ($p=0.827$) ve üç farklı yöntemle (DPPH, TEAC ve FRAP) saptanan antioksidan aktivitelerinin (sırasıyla; $p=0.827$, $p=0.050$, $p=0.050$) benzer olduğu gösterilmiştir. Türk kahvelerine süt ve/veya şeker ilavesiyle total fenol içeriği, total flavonoid içeriği, antioksidan aktivite (DPPH), klorojenik asit içeriği ve kafein içeriğinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmiştir (sırasıyla; $p=0.016$, $p=0.041$, $p=0.016$, $p=0.031$, $p=0.016$). Kremalı ve kremalı-şekerli instant kahve karışımlarının total fenol içerikleri, total flavonoid içerikleri, antioksidan aktiviteleri (DPPH), klorojenik asit içerikleri ve kafein içerikleri sade instant kahvelerden daha düşük bulunmuştur (sırasıyla; $p=0.051$, $p=0.027$, $p=0.061$, $p=0.027$, $p=0.051$). Sonuç olarak, geleneksel olarak hazırlanan sade Türk kahvesinin total fenol içeriği, antioksidan aktivitesi ve fenolik bileşiminin sade instant kahveler ile benzer olduğu gösterilmiştir. Süt ve/veya şeker ilave edilen Türk kahveleri ile instant kahve karışımlarında saptanan değerlerin daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Türk kahvesi, instant kahve, antioksidan aktivite, klorojenik asit, kafein.

ABSTRACT

Comparison of Turkish coffee and some instant coffee mixtures in terms of their total phenol content and antioxidant activities. Hacettepe University, Health Sciences Institute, Master of Science Thesis in Nutrition Sciences. Ankara, 2015.

The aim of this study was to determine how total phenol content, antioxidant activity (DPPH, TEAC, FRAP), chlorogenic acid content and caffeine content of traditionally prepared Turkish coffee changed by addition of milk and/or sugar and to compare those with instant coffee and their mixtures. Turkish coffee used in the study was supplied from three different companies and prepared as plain, with sugar, with milk and with milk and sugar. Instant Turkish coffee samples were supplied from a Turkish company, instant coffee and coffee mixtures were supplied from three separate companies and has been prepared in accordance with the product recommendations. Thirty coffee samples were studied in total. Total phenol content ($p=0.050$), total flavonoid content ($p=0.827$) and antioxidant activity (respectively; $p=0.827$, $p=0.050$, $p=0.050$) determined by three different methods (DPPH, TEAC, FRAP) of plain Turkish coffee and plain instant coffee was shown to be similar. Significant decrease of the total phenol content, total flavonoid content, antioxidant activity (DPPH), chlorogenic acid content and caffeine content of the milk and / or sugar added Turkish coffee was observed (respectively; $p=0.016$, $p=0.041$, $p=0.016$, $p=0.031$, $p=0.016$). Coffee with cream and sugar and creamy coffee's total phenol content, total flavonoid content, antioxidant activity (DPPH), chlorogenic acid content and caffeine content was determined lower than those of plain instant coffees (respectively; $p=0.051$, $p=0.027$, $p=0.061$, $p=0.027$, $p=0.051$). Consequently, total phenol content, antioxidant activity and phenolic composition of traditionally prepared plain Turkish coffee showed similar results with the plain instant coffee. Milk and/or sugar added Turkish coffees and instant coffee mixtures showed lower results compared to others.

Keywords: Turkish coffee, instant coffee, antioxidant activity, chlorogenic acid, caffeine.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER	xi
TABLolar	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Kuramsal Yaklaşımlar	1
1.2. Amaç ve Varsayımlar	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kahvenin Tarihçesi	3
2.2. Kahvenin Önemi ve Tanımı	3
2.3. Kahve ve Sağlık İlişkisi	5
2.3.1. Kahve ve Kardiyovasküler Hastalıklar İlişkisi	5
2.3.2. Kahve ve Tip II Diabetes Mellitus İlişkisi	6
2.3.3. Kahve ve Karaciğer Hastalıkları İlişkisi	7
2.3.4. Kahve ve Kanser İlişkisi	8
2.3.5. Kahve ve Nörolojik Hastalıklar İlişkisi	9
2.3.6. Kahve ve Osteoporoz İlişkisi	9
2.4. Yeşil Kahvenin Kimyasal Bileşimi	10
2.5. Yeşil Kahvenin İşlenmesi	11
2.5.1. Kafeinsiz Kahve Üretimi	14
2.5.2. Kavurma Aşaması	15
2.5.3. İstant Kahve Üretimi	16
2.6. Antioksidan Aktiviteye Sahip Biyoaktif Kahve Bileşenleri	17
2.6.1. Klorojenik Asitler	17
2.6.2. Melanoidinler	20
2.6.3. Kafein	22

2.6.4	Trigonellin	24
2.6.5	Diterpenler	25
2.7.	Kahvenin Demlenmesi	26
2.7.1.	Amerikan Filtre Kahve	27
2.7.2.	Neapolitan (Napoliten) Kahve	27
2.7.3.	Moka Kahve	28
2.7.4.	Espresso Kahve	28
2.7.5.	Türk Kahvesi	29
2.7.6.	Demleme Yönteminin Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi	29
3.	GEREÇ VE YÖNTEM	38
3.1.	Araştırma Yeri, Zamanı ve Örneklem	38
3.1.1.	Kimyasallar	38
3.1.2.	Kahvelerin Hazırlanması	39
3.2.	Analizler	45
3.2.1.	Total Fenol İçeriği Analizi	45
3.2.2.	Total Flavonoid İçeriği Analizi	46
3.2.3.	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) Radikal Süpürücü Aktivite Analizi	47
3.2.4.	2,2'-azino-bis 3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit (ABTS) Radikal Süpürücü Aktivite Analizi	48
3.2.5.	Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite (FRAP) Tayini	49
3.2.6.	Klorojenik Asit Türevleri ve Kafeinin Kantitatif Analizi	50
3.3.	İstatistiksel Analiz	53
4.	BULGULAR	54
4.1.	Kahvelerin Total Fenol İçeriği	54
4.2.	Kahvelerin Total Flavonoid İçeriği	58
4.3.	Kahvelerin DPPH Radikal Süpürücü Aktivitesi	62
4.4.	Kahvelerin ABTS Radikal Süpürücü Aktivitesi	66
4.5.	Kahvelerin Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite Tayini	70
4.6.	Kahvelerin Fenolik Kompozisyonu ve Kafein İçerikleri	71
4.7.	Kahvelerin Antioksidan Aktivitelerine İlişkin Parametrelerin	82

Korelasyonu	
5. TARTIŞMA	84
5.1. Kahvelerin Total Fenol ve Flavonoid İçerikleri	84
5.2. Kahvelerin Antioksidan Aktiviteleri	87
5.3. Kahvelerin Klorojenik Asit, Türevleri ve Kafein İçerikleri	90
6. SONUÇLAR	94
7. ÖNERİLER	96
KAYNAKLAR	98
EKLER	119
EK 1. Klorojenik Asitler ve Kafein Standartlarına İlişkin Kütle Spektrumları	119

SİMGELER VE KISALTMALAR

ABTS	2,2'-azino-bis 3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit
ALT	Alanin Amino Transferaz
°C	Santigrad Derece
cAMP	Siklik Adenozin Monofosfat (<i>Cyclic adenosine monophosphate</i>)
DNA	Deoksiribonükleik Asit
DPPH	2,2-diphenyl-1-picrylhidrazyl
FRAP	Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite (<i>Ferric Reducing Antioxidant Power</i>)
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
g	Gram
HDL	Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein (<i>High Density Lipoprotein</i>)
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (<i>High-Performance Liquid Chromatography</i>)
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
KE	Kerasetin Eşdeğeri
LDL	Düşük Yoğunluklu Lipoprotein (<i>Low Density Lipoprotein</i>)
mg	Miligram
mL	Mililitre
mM	Milimolar
µmol	Mikromol
mmol	Milimol
nm	Nanometre
SPSS	Statistical Package for Social Science
TBSA	Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması
TEAC	Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (<i>Trolox Equivalent Antioxidant Capacity</i>)
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
%	Yüzde

ŞEKİLLER

	Sayfa
2.1. Yeşil Kahvenin İşlenmesi	13
2.2. Klorojenik Asitler ve İlişkili Bileşikler	19
2.3. Kafeinin Kimyasal Yapısı	22
2.4. Trigonellinin (A) ve Nikotinic Asidin (B) Kimyasal Yapısı	24
2.5. Kafestol (A) ve Kahveol (B) Kimyasal Yapıları	25
3.1. Gallik Asit Kalibrasyon Eğrisi	46
3.2. Kersetin Kalibrasyon Eğrisi	47
3.3. DPPH Radikali ve Stabil Formu	48
3.4. Troloks Kalibrasyon Eğrisi	49
3.5. Kersetin Kalibrasyon Eğrisi	50
3.6. Klorojenik Asit, 5-Kafeoil Kinik Asit, 3,5-diKafeoil Kinik Asit, 4,5-Kafeoil Kinik Asit Standart Kromatogramı	52
3.7. Kafein Standart Kromatogramı	53
4.1. Bazı Kahve Örneklerine Ait Kromatogramlar	71

TABLOLAR

	Sayfa
2.1. Çiğ Çekirdek Kahvenin Tür Özellikleri	4
2.2. Yeşil Kahvenin Kimyasal Bileşimi	11
2.3. Yeşil ve Kavrulmuş <i>Arabica</i> Türü Kahve Çekirdeğinin Bileşimi (% Kuru Ağırlık)	16
2.4. Farklı Demleme Yöntemleriyle Demlenen Kahvelerin Total Fenol İçerikleri ve İn Vitro Antioksidan Kapasiteleri	33
2.5. Farklı Demleme Yöntemleriyle Demlenmiş Kahvelerde Kafein ve Klorojenik Asit İçerikleri	35
3.1 Kahve Hazırlama İşlemi	39
3.2 Kahvelerin Kısa ve Açık Adları	41
3.3 Liyofilizasyon Sonrası Yüzde Verim	43
3.4 HPLC Çalışma Koşulları	51
3.5 HPLC Akış Şeması	51
3.6 Standart Maddelerin Regresyon Denklemi ve Korelasyon Katsayısı	52
4.1 Sade, Şekerli ve/veya Sütlü Türk Kahveleri ve İstant Türk Kahvelerin Total Fenol İçerikleri (mg GAE/g)	55
4.2 İstant Kahve ve Kahve Karışımlarının Total Fenol İçerikleri (mg GAE/g)	57
4.3 Sade, Şekerli ve/veya Sütlü Türk Kahveleri ve İstant Türk Kahvelerinin Total Flavonoid İçerikleri (mg KE/g)	59
4.4 İstant Kahve ve Kahve Karışımlarının Total Flavonoid İçerikleri (mg KE/g)	61
4.5 Türk Kahveleri ve İstant Türk Kahvelerinin % İnhibisyon Değerleri (%)	63
4.6 İstant Kahve ve Kahve Karışımlarının % İnhibisyon Değerleri (%)	65
4.7 Türk Kahveleri ve İstant Türk Kahvelerinin TEAC Değerleri (mmol Troloks/g)	67
4.8 İstant Kahve ve Kahve Karışımlarının TEAC Değerleri (mmol Troloks/g)	69
4.9 Kahvelerin Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasiteleri	71

(mmol KE/g)	
4.10 Türk Kahveleri ve İstant Türk Kahvelerinin Klorojenik Asit, 4,5-diKafeoil Kinik Asit, 3,5-diKafeoil Kinik Asit, 5-Kafeoil Kinik Asit ve Kafein İçerikleri (mg/g)	77
4.11 İstant Kahve ve Kahve Karışımlarının Klorojenik Asit, 4,5-diKafeoil Kinik Asit, 3,5-diKafeoil Kinik Asit, 5-Kafeoil Kinik Asit ve Kafein İçerikleri (mg/g)	81
4.12 Kahvelerin Total Fenol İçerikleri, Total Flavonoid İçerikleri, Antioksidan Aktiviteleri, Klorojenik Asit ve Kafein İçeriklerine İlişkin Korelasyon Tablosu	83

1. GİRİŞ

1.1. Kuramsal Yaklaşımlar

Kahve, dünyada en çok tüketilen içeceklerden biridir ve yıllık 8 milyon ton üretimi ile en önemli ticari besin ürünleri arasındadır (1). Kahve zengin aroması ve psikostimülan etkisi gibi nedenlerle tercih edilen bir içecektir. Zengin aromasının yanı sıra yapısında bulunan biyoaktif bileşenler sayesinde kahve kanser, tip II diyabetes mellitus ve kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok hastalıkla negatif olarak ilişkilendirilmektedir. Kahvenin sağlık üzerine olumlu etkileri genellikle klorojenik asitler ve kafein gibi antioksidan aktivite gösteren bileşenleriyle ilişkilendirilmektedir (2-6).

Kahvede biyoaktif bileşenlerin düzeyleri gen, tür, orijin, işleme ve demleme yönteminden etkilenmektedir (7,8). Demleme yöntemi, kahvenin kimyasal bileşimini ve duyuşal özelliklerini etkileyebilmektedir (3). Kahve bileşenlerinin ekstrakte olarak antioksidan aktivite gösterebilmeleri için demlenme önemli bir aşamadır. Demlenme süresi, kahve su oranı, sıcaklık ve basınç gibi etkenler kahvenin ekstraksiyon verimini etkilemektedir (9,10).

Türk kahvesi, dünya genelinde yaygın kahve demleme yöntemleri arasındadır. Türkiye’de Türk kahvesi sade, orta ve şekerli gibi farklı şekillerde hazırlanıp tüketilebilmektedir (11,12). Kolay ve hızlı hazırlanması nedeniyle, instant kahve tüketimi de yaygınlaşmaktadır (13). Literatürde Türk kahvesinin antioksidan aktivitesinin kapsamlı olarak araştırıldığı çalışmalara rastlanmamıştır (12,14,15).

1.2. Amaç ve Varsayımlar

Sosyokültürel alışkanlıklar ve bireysel seçimler kadar piyasadaki arz ve bunun ulaşılabilirliği de tüketilen kahvenin tercihinde önemlidir. Türkiye’de yaygın olarak tüketilen Türk kahvesinin, geleneksel pişirme yöntemine uygun olarak hazırlanıp kullanıldığı çalışmalara ulaşılammıştır. Son yıllarda instant kahvelerin ve çeşitli instant kahve karışımlarının piyasadaki yerinin büyüdüğü gözlemlenmektedir.

Bu çalışma, geleneksel yöntemle hazırlanan Türk kahvesinin, total fenol içeriği, total flavonoid içeriği, antioksidan aktivite, klorojenik asit içeriği ve kafein

içeriğinin incelenmesi ve bunun tüketimi gittikçe artan instant kahve ve kahve karışımlarıyla *in vitro* olarak karşılaştırılması amacıyla planlanmıştır.

Bu çalışmanın dayandığı temel hipotezler şunlardır:

- Geleneksel pişirme yöntemiyle hazırlanan Türk kahvesinin total fenol, total flavonoid, klorojenik asit ve kafein içerikleri ile antioksidan aktiviteleri instant kahveden farklıdır.
- Geleneksel yöntemle hazırlanan Türk kahvesine süt ve/veya şeker eklenmesi total fenol, total flavonoid, klorojenik asit ve kafein içerikleri ile antioksidan aktivitelerini değiştirir.
- İnanstant kahve karışımlarının total fenol, total flavonoid, klorojenik asit ve kafein içerikleri ile antioksidan aktiviteleri sade instant kahvelerden farklıdır.
- İnanstant Türk kahvesinin total fenol, total flavonoid, klorojenik asit ve kafein içerikleri ile antioksidan aktiviteleri geleneksel yöntemle hazırlanmış Türk kahvesinden farklıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kahvenin Tarihçesi

Kahve bin yılı aşkın süredir tüketilmektedir ve adını bugünün Etiyopya'sının Kaffa adlı şehrinden almaktadır (6). Efsaneye göre kahve tüketiminin başlangıcı, Kaldi adlı keçi çobanının, keçilerinin bazı kırmızı meyveleri yedikten sonra daha hareketli olduklarını gözlemlemesine dayanmaktadır. Çoban bu meyveleri yediğinde daha uzun süre uyanık kalabildiğini fark etmiş ve sonrasında bu meyveler yerel bir manastırda rahipler tarafından uyanık kalmak amacıyla kullanılmışlardır (16).

İlk kahve bitkisi bin yıldan daha fazla süre önce Yemen'de yetiştirilmeye başlanmıştır ve kahve kültüründen söz eden en eski el yazmalarına 575 yılında Yemen'de rastlanmıştır. Kahve çekirdeklerinin ilk defa içecek halinde tüketilmesi ise 16. yüzyılda İran'da gerçekleşmiştir. Türk tarihçi Peçevi'ye göre İstanbul'da ilk kahvehane, 1554-1555 yıllarında açılmıştır. Kahve, Avrupa'ya ilk defa 1615 yılında Venedikli tüccarlar tarafından getirilmiştir. Kahve kültürünün yayılması, *arabica* türü kahve üzerinden olmuştur (6,17,18). Bugün ise sıklıkla tüketilen alkolsüz içecekler arasında önde gelmektedir (19).

2.2. Kahvenin Önemi ve Tanımı

Kahve, petrolden sonra dünya ekonomisine yön veren en önemli ikinci temel hammaddedir (20). Su ve çaydan sonra en fazla tüketilen içecek olan kahvenin, dünya yetişkin nüfusunun %80'i tarafından tüketildiği tahmin edilmektedir (21,22). Türkiye'de ise bu oran dünya genelinden daha düşüktür. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA) 2010 verilerine göre, Türkiye'de kahve türlerinin her gün tüketim sıklığı %21.3 oranındadır. Hiç kahve tüketmeyenlerin oranı ise %37.8 olarak bildirilmiştir (23).

Türk Standartları Enstitüsü (TSE)'ne göre çiğ çekirdek kahve; *Coffea arabica* Lyn. ve *Coffea caenophora* (alt varyete *Coffea robusta* Lyn.) türlerine giren kültüre alınmış kahve ağaçlarının meyvelerinden değişik yöntemlerle ayrılarak kurutulmuş tohumları olarak tanımlanmıştır (24). Türk Gıda Kodeksinin (TGK), Kahve ve Kahve Ekstraktları Tebliği'nde (Tebliğ No: 2006/52) verilen tanıma göre çiğ

çekirdek kahve, *Coffea arabica* Lyn, *Coffea canephora* veya *Coffea robusta*, *Coffea liberica* ve benzeri türlerden kültüre alınmış kahve ağaçlarının meyvelerinden değişik yöntemlerle ayrılarak kurutulmuş tohumlarını ifade etmektedir (25). Tablo 2.1’de TSE’nin belirlediği çiğ çekirdek kahvenin tür özellikleri görülmektedir.

Tablo 2.1. Çiğ Çekirdek Kahvenin Tür Özellikleri (24)

Tür	Özellik
<i>Coffea arabica</i>	Kuru maddedeki kafein oranı en az % 0.8, en çok % 2.0 olmalı, sarımsı yeşil renkte, kendine has aroma ve kokuda olmalıdır.
<i>Coffea robusta</i>	Kafein oranı en az % 2.1 en çok % 5.0 olmalı, kahverengimsi yeşil renkte, kendine has aroma ve kokuda olmalıdır.

Kahve, adını latin kökenli *Coffea* isminden alır ve *Rubiaceae* familyasının, *Cinchonoidea* alt familyasına aittir. Doğada bilinen 85 kahve türü olmasına karşın bunlardan yalnızca 3 tanesi (*arabica*, *canephora (robusta)* ve *liberica*) ticari olarak yetiştirilebilmektedir (26). *Arabica* ve *robusta* türü kahveler, dünya kahve üretiminin sırasıyla %75 ve %24’ünü oluşturmaktadır ve yetiştikleri iklim, kimyasal bileşimleri ve öğütülmüş-kavrulmuş tohumun demlenme karakteristikleri gibi birçok açıdan farklılık göstermektedirler (8,27).

Kahve, antioksidan aktiviteye sahip biyoaktif bileşenlerin zengin kaynağı olmakla beraber, toplumlar tarafından sıklıkla tüketilen bir içecek olmasıyla da, diyetin birincil antioksidan kaynakları arasında sayılmaktadır (28). Kahvenin antioksidan potansiyeli olan bileşikleri arasında; kafeik asit, klorojenik asit, kumarik asit, ferulik asit, kafein, nikotinik asit, trigonellin, kafestol ve kahveol gibi bileşikler yer almaktadır (20,21).

2.3. Kahve ve Sağlık İlişkisi

Özellikle batı toplumlarında en fazla tüketilen alkolsüz içecekler arasında olan kahvenin, sağlık etkileri tartışmalıdır (2,29). Kahvenin en fazla ilişkilendirildiği hastalıklar arasında, kardiyovasküler hastalıklar, Tip II diyabetes mellitus, karaciğer hastalıkları, nörolojik hastalıklar, osteoporoz ve kanser bulunmaktadır (30-36). Kahvenin olumsuz sağlık etkileri arasında ise, gebelikte düşük riski, reflü, gastrik irritasyon ve kardiyovasküler hastalıklar gösterilmektedir (6,37,38). Ancak bunlara dair kanıtlar, çok fazla kahve tüketimi ve sigara kullanımı, yetersiz fiziksel aktivite ve diyet kalitesinin düşük olması gibi çalışmayı etkileyen faktörlerle birlikte değerlendirildiğinden, genellikle tutarsızdır (6,39).

2.3.1 Kahve ve Kardiyovasküler Hastalıklar İlişkisi

Kahve tüketiminin, kardiyovasküler hastalıklar üzerine etkileri sınırlı ve çelişkilidir (30). Kahve tüketimi ile kan basıncının akut olarak artış gösterdiğini ancak düzenli kahve/kafein tüketimiyle bu artışın ve hipertansiyon riskinin nötralize edildiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (5,40-42).

Randomize klinik araştırmaların incelendiği bir metaanaliz çalışmasında, özellikle filtre edilmemiş kahve tüketimi ile total kolesterol, düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterol ve trigliserit düzeylerinin paralel olarak artış gösterdiği saptanmış ve bu ilişkide belirleyici olan temel faktörün kahve yağları olabileceği bildirilmiştir (43). Kahvenin biyoaktif bileşenlerinden olan ve diterpenler altında sınıflanan kahveol ve kafestol, kolesterol artırıcı etkiye sahiptir. Diterpenlerin kahvedeki miktarı hazırlama yöntemine göre değişmekte ve kahvenin kaynayan su ile temas süresine göre artmaktadır. Bu nedenle Türk kahvesi veya İskandinav ülkelerinde uygulanan kaynatma yöntemiyle hazırlanan kahvelerin diterpen içeriği daha yüksek iken; filtre kahvede diterpenlerin bir kısmı filtrede kaldığından kahve yağlarının miktarı azalmaktadır (5).

Daha eski çalışmalarda, kahve tüketimi miyokard enfarktüs riskinin artması gibi kardiyovasküler olaylar ile ilişkilendirilmiştir (44,45). Prospektif kohort araştırmaların değerlendirildiği bir metaanaliz çalışmasına göre orta düzeyde kahve tüketimi (1-3 fincan/gün veya 3-4 fincan/gün) ile koroner kalp hastalığı riskinde

anamlı bir azalma gözlenmiştir (46). Amerikan Kalp Derneği kahve tüketimi ile kalp yetmezliği riski arasında ters bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Bu ilişkinin 4 fincan kahve tüketimi ile en yüksek düzeye geldiği gösterilmiştir (47).

Kahve tüketiminin aritmi riskini artırdığına yönelik veriler tutarsızdır (5). Tek başına kafein izole edilip etkisi incelendiğinde; yüksek doz kafeinin bile kardiyak ritim üzerinde anlamlı bir etkisi gösterilmemiştir (48). Kafein alımıyla serum epinefrin ve norepinefrin düzeyleri arasında doğru ilişki olduğu gösterilmiştir. Ancak miyokard enfarktüs geçirmiş hastalarda bile kahve tüketiminin aritmiye neden olmadığı gösterilmiştir (49).

Bir metaanaliz çalışmasında, günde 4 fincan veya daha fazla kahve tüketiminin inme karşı koruyucu etkisi olduğu gösterilmiştir (50). Kahve tüketimi ile inme riski ilişkisinin araştırıldığı bir başka metaanalizde ise, kahve tüketimi ile inme riski arasında U şeklinde bir ilişki olduğu, yani orta düzeyde kahve tüketiminin inme riskine karşı koruyucu olabileceği gösterilmiştir (51).

2.3.2. Kahve ve Tip II Diyabetes Mellitus İlişkisi

Kahve tüketimiyle Tip II diyabetes mellitus görülme sıklığı arasındaki ters ilişki birçok çalışmada vurgulanmıştır (4,52-54). Ancak kahvenin tip II diyabetes mellitus üzerine olumlu etkileri çalışmalarda 4-5 fincan/gün veya 6-7 fincan/günden fazla kahve tüketen bireylerin 2 fincan/günden az kahve tüketenlerle karşılaştırılmasına dayanmaktadır (55). Amerika'da orta yaşlı kadınlar üzerinde yapılan bir çalışmada günde 2 fincan veya daha fazla kahve tüketiminin tip II diyabetes mellitus riskini düşürdüğü gösterilmiştir (56).

Kore Ulusal Beslenme ve Sağlık Araştırması'na göre, artmış kahve tüketimi yüksek obezite ve abdominal obezite riski ve düşük yüksek dansiteli lipoprotein (HDL) kolesterol düzeyi, tip II diyabetes mellitus ve metabolik sendrom riski ile ilişkili bulunmuştur. Bunun nedeninin kahve tüketiminin büyük oranda instant kahve karışımı tüketimine dayanması ve bunların içeriğinde bulunan ilave şeker ve süt tozu ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir. Filtre kahve tüketen bireylerde bu olumsuz ilişki gözlenmemiştir (57).

Kahve tüketiminin bozulmuş glikoz toleransına karşı koruyucu olduğu gösterilmiştir (58,59). Yapılan bir çalışmaya göre, kafeinin akut dönemde insülin hassasiyetini düşürücü etkisi olabileceği gösterilmiştir (60). Uzun dönem kahve tüketiminin insülin direncini düşürdüğü gösterilmiştir (61,62). Kahve tüketiminin inflamatuvar belirteçlerin düzeylerini düşürdüğü ve antiinflamatuvar belirteçlerin düzeylerini yükselttiği bildirilmiştir (62-64) .

Kahve tüketimi ve Tip II diyabetes mellitus arasındaki ters ilişkinin mekanizması henüz net olarak açıklanamamıştır. Farklı kahve bileşenlerinin glikoz regülasyonu üzerine olası etkileri üzerinde durulmaktadır. Klorojenik asitlerin glikoz-6-fosfataz üzerine, polifenollerin α -glikosidaz üzerine, kafeinin insülin sekresyonu ve pankreatik beta hücreleri üzerine olası etkileri bildirilmiştir. Kahve tüketimi, glikozun postprandiyal tutulumunun azalması, hepatik glikoz-6-fosfatazın inhibisyonu, vücut ağırlığında azalma ve magnezyum alımındaki artışla ilişkilendirilmektedir (6,65).

2.3.3. Kahve ve Karaciğer Hastalıkları İlişkisi

Düzenli kahve tüketiminin hepatositleri hasarlara karşı koruduğu öne sürülmektedir. Bu durum anormal karaciğer fonksiyonları, siroz ve hepatoselüler karsinom riskinin azaldığı anlamına gelmektedir (66).

Kahve tüketimi, alanin amino transferaz (ALT), aspartat amino transferaz ve γ -glutamil transferaz gibi karaciğer enzimlerinin serum konsantrasyonlarının azalmasıyla ilişkilendirilmektedir (6,67). Amerika Ulusal Sağlık ve Beslenme Araştırması'na katılan ve karaciğer hasarı olan (anormal serum ALT aktivitesi) bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada, kahve tüketiminin ve özellikle kafeinin ALT düzeylerindeki artış riski ile ters olarak ilişkili olduğu gösterilmiştir (68).

Kahve tüketiminin alkolik olmayan karaciğer yağlanması şiddetini düşürdüğü gösterilmiştir (69,70). İsrail'de yürütülen bir prospektif çalışmada kahve tüketimi ile karaciğer fibrozu arasında ters ilişki olduğu bulunmuş ancak kahve tüketimi alkolik olmayan karaciğer hastalığıyla ilişkili bulunmamıştır (71). Alkolik olmayan steatohepatit hastalarında kahve ile kafein tüketimi fibroz riskinde anlamlı azalmayla ilişkilendirilmiştir (72). Yapılan bir çalışmada kafeinin, karaciğer

fibrozunu hepatik stellat hücrelerini bağlayarak ve aktivasyonunu inhibe ederek önlediği gösterilmiştir (73).

Kahve tüketiminin viral olmayan, hepatite bağlı siroza ve alkole bağlı siroza karşı koruyucu olabileceği gösterilmiştir (74,75).

2.3.4. Kahve ve Kanser İlişkisi

Kahve, kanser etiyojisini karsinogenezden hücrel apoptoza kadar birçok yolak üzerinden etkileyebilmektedir. Farklı kanser türleri üzerinde yapılan kohort çalışmaların metaanalizinde, kahve tüketimi azalmış mesane, meme, farinks, bukkal mukoza(yanak), kolorektal, endometrial, özofajiyal, hepatoselüler, lökemik, pankreas, prostat kanseri riskiyle ilişkilendirilmiştir. Genel olarak, kahve tüketimindeki 1 porsiyonluk artış ile kanser riskinde %3'lük azalma gösterilmiştir (76).

Birçok çalışmada kahve tüketimiyle kolorektal kanser riski arasında anlamlı ters ilişki olduğu gösterilmiştir (36,77-79). Japonya'da yürütülen ve kahve tüketimi ile kolorektal kanser riski ilişkisinin incelendiği geniş ölçekli bir prospektif kohort çalışmada, erkeklerde artmış kolon kanseri riski ile kahve tüketimi arasında anlamlı güçlü bir ilişki saptanmış, ancak kadınlarda kahve tüketimi kolorektal kanser riski ile ilişkilendirilmemiştir (80). Kahve tüketimi ile kolorektal kanser riski ilişkisinin bulunmadığını veya ters ilişkinin bulunduğunu gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (81,82).

Kahve tüketiminin pankreas kanserine karşı koruyucu olduğu gösterilmiştir (83). Pankreas kanseri ile kahve tüketimi ilişkisini inceleyen bir metaanalizde, pankreas kanseri riski ile kahve tüketimi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (84).

Kahve tüketiminin ve mesane kanseri ilişkisinin incelendiği bir metaanalizde, vaka kontrol çalışmalarında kahve tüketimi artmış mesane kanseri riski ile ilişkilendirilirken, kohort çalışmalarda böyle bir ilişki saptanmamıştır. Kahvenin türü, üretim aşamaları, kahve hazırlama yöntemi, şeker/krema eklenmesi gibi

faktörler kahvenin kimyasal bileşimini etkileyebileceğinden, sonuçlar herhangi bir mekanizma ile ilişkilendirilememiştir (85).

Kahvenin ve biyoaktif bileşenlerinin kansere karşı koruyucu etkileri temel olarak iki ana mekanizmaya bağlanmaktadır. Bunlar reaktif oksijen bileşiklerinin oksidatif hasarının önlenmesi ve reaktif deoksiribonükleik asit (DNA) karsinogenlerinin detoksifikasyonu ve aktivasyonuna katılan enzim aktivitelerinin değişmesidir (6).

2.3.5. Kahve ve Nörolojik Hastalıklar İlişkisi

Kahve tüketimi, bilişsel performansın artması ve Alzheimer ve Parkinson hastalıklarının insidansının azalması ile ilişkilendirilmektedir (86-88).

Kahvenin beyin sağlığı üzerine olumlu etkileri ilk olarak adenosin reseptör antagonisti olan kafein ile ilişkilendirilmiştir. Kafeinin yanı sıra; klorojenik asit, kafeik asit, trigonellin, kahveol ve kafestol gibi diğer kahve biyoaktif bileşenlerinin de olumlu nörolojik etkileri bulunmaktadır. Nörodejeneratif hastalıklar, oksidatif stres ve inflamatuvar beyin hasarı ile güçlü bir şekilde ilişkilendirilmektedir. Kahve bileşenlerinin de olası olumlu etkileri bu iki yol üzerinden gözlenmektedir (89).

2.3.6. Kahve ve Osteoporoz İlişkisi

Kore ulusal beslenme ve sağlık araştırmasının verileri kullanılarak yapılan bir çalışmada, premenapozal kadınlarda kahve tüketimi ile lomber omurga ve femoral boyunun kemik mineral yoğunlukları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Buna göre, kahve tüketimi ile lomber omurga ve femoral boyun kemik mineral yoğunlukları arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (90).

Kadınlarda uzun dönem kahve tüketimi ile kırık riski ve kemik mineral yoğunluğu ilişkisinin araştırıldığı bir çalışmada, kahve tüketiminin artmasıyla kırık riskinde artış gözlenmemiştir. Ancak günde ≥ 4 fincandan fazla kahve tüketimi, günde <1 fincandan kahve tüketimine göre, %2-4 daha düşük mineral yoğunluğuyla ilişkilendirilmiştir (35).

Kahve tüketimiyle kemik mineral yoğunluğunun düşmesi, artmış kahve tüketimi ile kahvenin asidik yükünün artması ve bunun sonucu olarak üriner kalsiyum atımının artmasıyla ilişkilendirilmektedir. Kemik, kalsiyum tuzları sayesinde tamponlanma kapasitesiyle büyük bir rezervuar oluşturur ve bu tuzların atımı asidoza neden olabilmektedir (4).

2.4. Yeşil Kahvenin Kimyasal Bileşimi

Yeşil kahvenin bileşimini temel olarak su, karbonhidratlar ve posa, proteinler ve serbest aminoasitler, yağlar, mineraller, organik asitler, klorojenik asitler, laktonlar, trigonellin, diterpenler ve kafein oluşturmaktadır (27). Tablo 2.2.'de yeşil kahvenin kimyasal bileşimi gösterilmiştir. Yeşil kahve, kuru ağırlığının yaklaşık %60'ı kadar karbonhidrat içermektedir. Bu karbonhidratlar arasında, çözünen ve çözünmez polisakkaritler (selüloz, arabinogalaktan ve galaktomannan), oligosakkaritler (stakioz, rafinoz), disakkaritler (sukroz) ve monosakkaritler (glukoz, galaktoz, arabinoz, fruktoz, mannoz, mannitol, ksiloz, riboz) bulunmaktadır. Yeşil kahvede lipid içeriği kuru ağırlığın %8-18'i kadardır ve *arabica* türü kahvenin yağ içeriği *robustadan* anlamlı oranda fazladır. Kahve yağının %75'ini trigliseritler oluştururken; steroller (stigmasterol, sitosterol), yağ asitleri (linoleik, linolenik, oleik, palmitik, stearik, araşidonik, lignoserik, behenik), pentasiklik diterpenler (kafestol, kahveol) ve yağ açıl triptamidleri diğer kısmı oluşturmaktadır. Proteinler, peptidler ve serbest aminoasitler yeşil kahve çekirdeğinde kuru ağırlığın %9-16'sını oluşturmaktadırlar. Temel aminoasitler arasında, protein yapıda veya serbest olarak, asparajin, glutamik asit, alanin, aspartik asit ve lizin sayılabilmektedir. Kahvede kafein ve trigonelline ek olarak teobromin ve teofilin gibi birçok azot içeren bileşik bulunmaktadır (91). Mikro besin öğeleri açısından kahvenin niasin, magnezyum ve potasyumdan zengin olduğu bilinmektedir (4).

Kahve, yaklaşık 1000 biyoaktif bileşen içermektedir. Bunlar arasında en fazla bilineni kafeindir. Ancak kahve, kafeinin dışında klorojenik asit, kafeik asit, laktonlar, diterpenler ve trigonellin gibi bileşikleri içermektedir (4).

Tablo 2.2. Yeşil Kahvenin Kimyasal Bileşimi (27)

Bileşen	Konsantrasyon (g/100g)	
	<i>Arabica</i>	<i>Robusta</i>
Karbonhidrat/Posa		
Sukroz	6.0-9.0	0.9-4.0
İndirgenmiş Şeker	0.1	0.4
Polisakkaritler	34-44	48-55
Lignin	3.0	3.0
Pektin	2.0	2.0
Nitrojenli Bileşikler		
Protein/Peptitler	10.0-11.0	11.0-15.0
Serbest Aminoasitler	0.5	0.8-1.0
Kafein	0.9-1.3	1.5-2.5
Trigonellin	0.6-2.0	0.6-0.7
Lipidler		
Kahve Yağı (sabunlaşamayan trigliseritler, steroller/tokoferoller)	15.0-17.0	7.0-10.0
Diterpenler (serbest ve esterleşmiş)	0.5-1.2	0.2-0.8
Mineraller	3.0-4.2	4.4-4.5
Asitler ve Esterler		
Klorojenik Asitler	4.1-7.9	6.1-11.3
Alifatik Asitler	1.0	1.0
Kinik Asit	0.4	0.4

2.5. Yeşil Kahvenin İşlenmesi

Kahve bitkisinin meyvesi, genellikle iki endospermin (çiğ kahve çekirdekleri) üzerinde musilaj tabakası ve en dışta sert bir kabukla çevrelenmiştir (92). Kahve meyvesinin en iç kısmını oluşturan endospermilerin her biri, gümüş zar olarak da adlandırılan epidermis tabakasıyla çevrilidirler. Bunun dışında ise endokarp (parşömen), mezokarp (küspe) ve ekzokarbi (zar) içeren perikarp tabakası

bulunmaktadır. Mezokarp ile endokarpın arasında musilaj denen yapışkan pektin tabakası bulunmaktadır. Kahve meyvesinin rengi olgunlaşma süresi içerisinde yeşilden sarıya ve sonra kırmızıya dönüşmektedir (93,94).

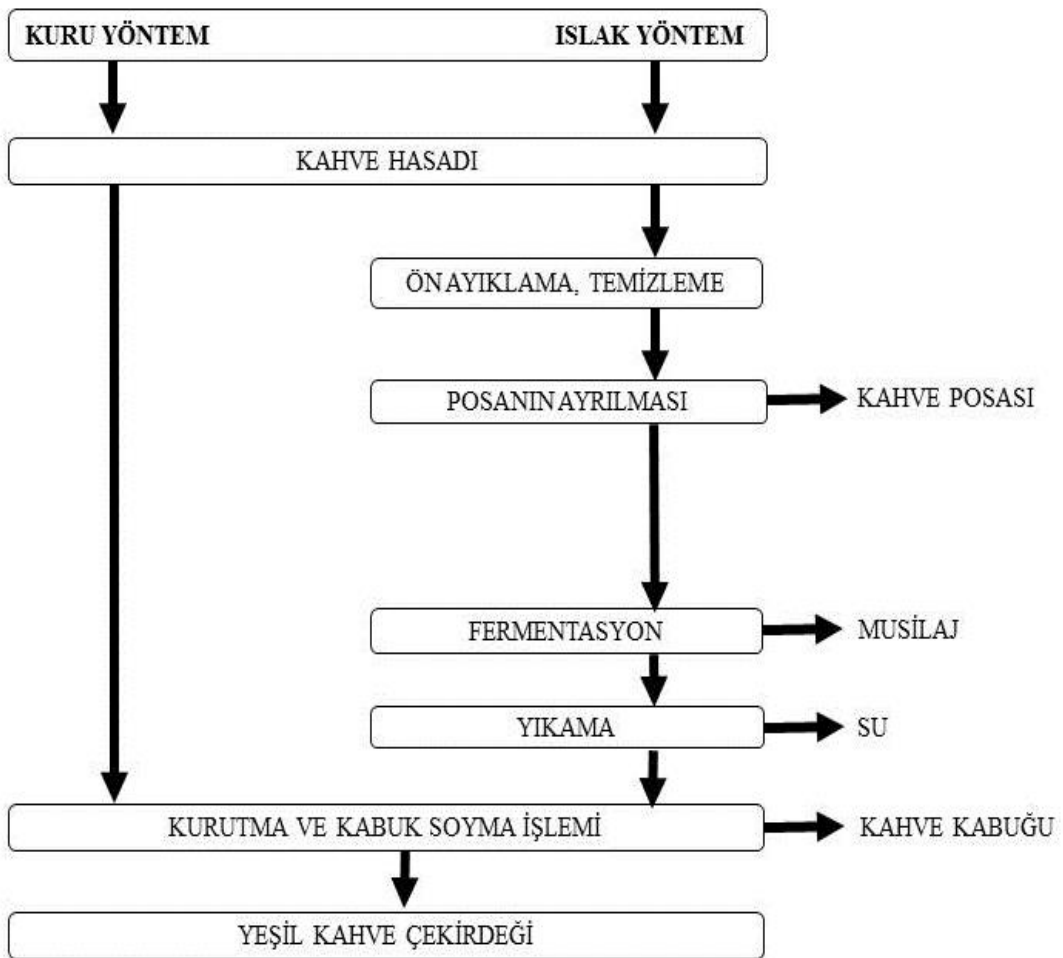
Olgunlaşmış kahve meyveleri seçilerek elle toplanabileceği gibi, meyvelerin tamamı mekanik olarak tek seferde de toplanabilmektedir. Bu iki hasat yöntemi kahve kalitesi açısından fark yaratabilmektedir. Olgunlaşmamış ve hasar görmüş kahve meyveleri, kahvenin kalitesini bozarak acılığa neden olabilmektedirler. Bu nedenle, olgunlaşmamış meyveler ya hasattan hemen sonra ayrılır ya da tüm kahve meyveleri birlikte işlendikten sonra olgunlaşmamış tohumlar ayrılır (93). Ayrılan hasarlı veya olgunlaşmamış tohumlar da düşük kaliteli kahve olarak pazara sunulabilmektedir (95). Kahve meyvesinin %50'sinden fazlası işleme sırasında atılarak kahve üretiminde kullanılmamaktadır (94).

Hasat edilen kahve meyvelerinin tüketiciye içecek halinde sunulması süreci, bir dizi adımdan oluşmaktadır. Hasat sonrası kahve meyveleri, yeşil kahve çekirdeklerinin üretilmesi için posalarından ayrılırlar. Bunun için sıklıkla kullanılan iki yöntem; ıslak ve kuru yöntemlerdir. Islak yöntem ile genellikle daha kaliteli son ürün elde edilmektedir (27). Teknolojik olarak daha basit olan kuru yöntem genellikle *robusta* türü kahve için kullanılırken, ıslak yöntem ise daha çok *arabica* türü için kullanılmaktadır (17).

Kahvenin yıkanmadığı veya doğal kahve eldesi olarak da adlandırılan kuru yöntem, bilinen en eski ve basit işleme yöntemidir. Bu yöntemde tüm meyve fermente olurken, elde edilen son ürün daha hafif bir gövdeye, tatlı, yumuşak bir tada sahiptir ve bileşimi daha komplekstir. Hasat edilen kahve meyveleri merkezi bir işleme alanında güneş altında yayılır (geceleri tekrar yığın haline getirilir) ve çekirdekler küçülerek kendisini çevreleyen parşömen tabakasından ayrılana kadar kurutulmaktadır. On ile yirmi beş gün arasında süren güneşte kurutma işlemi esnasında son ürünün kalitesini etkileyen doğal mikrobiyal fermentasyon gerçekleşmektedir. Kabuk çıkarma makineleri ile boyutlarına göre ayrılan kurutulmuş meyvelerden kabuk ve dış zar ayrılmaktadır. Çekirdek etrafında 0.5-2.0 mm kalınlığında yapışkan musilaj tabakası (parenkima) kalmaktadır (96-98).

Islak yöntemde posa, el ile toplanan olgunlaşmış kahve meyvesinden hala tazeyken ayrılır ve musilaj tabakasının çekirdeklerden ayrılması için ortalama 24-48 saat fermente edilir. Pektik şekerlerin fermentasyonu ile etanol, asetik, laktik, bütirik ve yüksek karboksilik asitler üretilmektedir. Bakteriyel fermentasyon sonucu oluşan propiyonik ve bütirik asitler, kahve çekirdeklerine difüzyon ile geçerek kalite kaybına neden olabilmektedirler (98). Fermentasyon ile oluşan mikrobiyal uçucu bileşikler zengin aroma kalitesine sahip kahve üretilmesine olanak sağlamaktadır (17).

Yeşil kahvenin kalite değerlendirmesi, büyüklük, şekil, renk, sertlik, hasarlı çekirdeklerin varlığı gibi durumlar ile tat ve koku testlerine dayanmaktadır (17). Şekil 2.1’de yeşil kahvenin işlenmesindeki basamaklar özetlenmiştir.



Şekil 2.1. Yeşil Kahvenin İşlenmesi (97)

Islak ve kuru yöntemler arasındaki temel farklar; ıslak yöntemde posanın tohumdan kurutma aşamasından önce ayrılması ve kuru yöntemde fermentasyonun kurutma aşamasında gerçekleşmesidir (99). Kuru ve ıslak yöntemle işlenen kahvelerin duyuşal profilleri karşılaştırıldığında, ıslak yöntemle işlenen kahvenin daha aromatik ve daha az acı, yanmış ve odunsu notlara (kokuya) sahip olduğu gösterilmiştir. Duyusal özelliklerdeki bu fark, genellikle ıslak işlemede fermentasyonla musilaj tabakasının uzaklaştırılmasına dayandırılmaktadır (100).

2.5.1. Kafeinsiz Kahve Üretimi

Dekafeinizasyon işlemleri, kavurma işleminden önce gerçekleştirilir ve toplam kahve üretimindeki payı %10 kadardır. Kafein, kahve tohumlarından ekstrakte edilir ve tohumlar tekrar ilk ağırlıklarına gelinceye kadar kurutulurlar. Kafeinin ekstraksiyon yöntemlerinde genellikle diklorometan, alkol, aseton, kloroform ve su gibi çözücüler kullanılmaktadır. En sık kullanılan yöntem, çekirdeğin direkt olarak önce bir çözücü veya su, sonra da organik bir çözücü ile ekstrakte edilmesine dayanmaktadır. Dekafeinizasyon esnasında kafein dışında başka bileşikler de ekstrakte olabilmektedir. Örneğin klorojenik asitlerin miktarı *arabica* ve *robusta* türü kahvelerde kuru ağırlıkta sırasıyla %16 ve %11 oranında azalmaktadır. Kafeinin ayrılmasıyla bazı temel aroma vericiler kayba uğramakta ve bu durum kahve aroması eklenmesiyle giderilebilmektedir (27,101).

Kafeinsiz kahve için maksimum kalıntı kafein miktarının belirtilmesi gerekmektedir ve bu miktarlar ulusal mevzuatlarla belirlenmektedirler. İngiltere ve diğere birçok Avrupa ülkesinde kafeinsiz kavrulmuş kahve ve instant kahve için maksimum kalıntı kafein miktarları kuru ağırlıkta sırasıyla %0.1 ve %0.3 olarak belirlenmiştir (102). TKG Kahve ve Kahve Ekstraktları Tebliğı'ne göre, kafeinsiz çiğ çekirdek kahvede kafein miktarı kuru maddede ağırlıkça %0.2'yi, kafeinsiz kavrulmuş ve kafeinsiz öğütölmüş kahvelerde kafein miktarı kuru maddede ağırlıkça %0.1'i ve instant kahvede ise kuru maddede ağırlıkça %0.3'ü geçmemelidir (25).

2.5.2. Kavurma Aşaması

Kavurma, kahve çekirdeklerinin belirli bir süre içerisinde 170-240 °C'de ısıtılması işlemi olarak tanımlanmaktadır (103). Kavurmayla kahve çekirdeğinin hacmi %50-80 oranında artarken, yapısı ve rengi değişmektedir. Yeşil renkli çekirdek kahverengi rengini alırken, ağırlıkta %11-20 oranında bir azalma olmaktadır. Özgül ağırlığı 1.126-1.272 olan yeşil kahvenin, kavrulmayla özgül ağırlığı 0.570–0.694 olmaktadır (96).

Kavurmayla ilk değişiklikler, 50°C veya üzerinde doku hücrelerindeki proteinin denatürasyonu ve suyun buharlaşmasıyla başlamaktadır. Organik bileşikler 100°C'nin üzerinde yanmaya ve çekirdek kahverengileşmeye başlamaktadır. 150°C'nin üzerinde uçucu bileşiklerin (su, karbondioksit, karbonmonoksit) serbestleşmesiyle çekirdek hacminde artış meydana gelmektedir. Ayrışma aşaması, 180-240°C'de gerçekleşir ve kahve çekirdekleri açılır, çatlar ve bu aşamada kahveye özgü aroma salınmaktadır. Çekirdeğin nem oranı %1.5-3.5'e ulaştığında kavurma işlemi sonlandırılmaktadır (96) .

Kahvenin kavrulması esnasında birçok kimyasal reaksiyon aynı anda gerçekleşmektedir. Bunlar arasında Maillard ve Strecker reaksiyonları, karbonhidratların karamelizasyonu, proteinlerin, polisakkaritlerin, trigonellinin ve klorojenik asitin yıkılması gibi reaksiyonlar bulunmaktadır (104 ,105). Kavrulma derecesi arttıkça, karbonhidratların yıkımı ve uçucu bileşiklerin uzaklaşmasına bağlı olarak yağ miktarı orantısal olarak artmaktadır (106). Isıya karşı stabilitesi olduğundan, kafein düzeyleri kavurmadan çok fazla etkilenmemektedir (107,108). *Arabica* türü kahvede %5-8 olan klorojenik asit miktarı, kavrulmayla %0.2'ye düşebilmektedir. Yıkılan klorojenik asitlerin kavrulma esnasında oluşan aromatik bileşiklerin veya melanoidinlerin yapısına katıldığı düşünülmektedir(109,110).

Kavurma kolay bir işleme olarak değerlendirilmesine karşın altında yatan aroma gelişimine dair kimyası oldukça komplekstir ve henüz tam olarak anlaşılmamıştır (27). Kavurma, kahvenin kimyasal bileşimini belirgin bir biçimde etkilemekte ve kahveye özgü tat ve kokunun oluşumuna öncülük etmektedir (105).

Tablo 2.3’de *arabica* türü yeşil ve kavrulmuş kahvenin kuru ağırlıkta % bileşimi verilmiştir.

Tablo 2.3. Yeşil ve Kavrulmuş *Arabica* Türü Kahve Çekirdeğinin Bileşimi (% Kuru Ağırlık) (111)

	<i>Arabica</i>	
	Yeşil Kahve Çekirdeği	Kavrulmuş Kahve Çekirdeği
Polisakkaritler	50.0 - 55.0	24.0 - 39.0
Oligosakkaritler	6.0 - 8.0	0.0 - 3.5
Lipitler	12.0 - 18.0	14.5 - 20.0
Serbest Amino Asitler	2.0	0.0
Proteinler	11.0 - 13.0	13.0 - 15.0
Klorojenik Asitler	5.5 - 8.0	1.2 - 2.3
Kafein	0.9 - 1.2	0.0 - 1.0
Trigonellin	1.0 - 1.2	0.5 - 1.0
Yağ Asitleri	1.5 - 2.0	1.0 - 1.5
Mineraller	3.0 - 4.2	3.5 - 4.5
Melanoidinler	-	16.0 - 17.0

Kavurma işleminden sonra ise kahve öğütülüp paketlenabilir veya instant kahve üretimi için işlenmeye devam devam edilebilmektedir (27).

2.5.3 İstant Kahve Üretimi

İstant kahve (çözünür kahve), tüketiciye toz veya granül formunda sunulabilen ve sıcak suda hızlıca hazırlanabilen kavrulmuş kahvenin kurutulmuş suda çözünen kısımlarıdır (112). Bu kahve, içecek olarak kolay hazırlanması ve uzun raf ömrü nedeniyle tercih edilmektedir (113). İstant kahvenin işlenmesi, kavrulmuş ve öğütülmüş kahve üretimine göre daha fazla yatırım ve teknoloji gerektirmektedir (114).

İstant kahve üretimi temel olarak, öğütülmüş-kavrulmuş kahvenin sıcak su ve yüksek basınçta işlem görmesine dayalı olarak suda çözünen bileşiklerin ekstrakte edilmesine dayanır (27). Bundan sonra termal evaporasyonla konsantre hale getirilen kahve dondurularak ve püskürtülerek kurutulmaktadır. Küçük parçalar haline getirip paketlenmektedir. İstant kahvenin işlenmesi esnasında uçucu bileşiklerin nitelik ve niceliklerini değiştiren aromatik kayıp ve dönüşümler gerçekleşmektedir (113,114).

2.6. Antioksidan Aktiviteye Sahip Biyoaktif Kahve Bileşenleri

Kahve, bitkinin ikincil metabolitleri olan polifenoller açısından zengindir (22). Kahvenin temel polifenolleri arasında klorojenik asit ve türevleri gibi fenolik asitler gelmektedir. Kahve, bunun yanı sıra epikateşinler, isoflavonlar, prosiyanidinler ve antosiyanidinler gibi flavonoidlerin de potansiyel kaynakları arasındadır (9,115,116). Kafein, trigonellin ve diterpenler de yeşil kahvenin önemli biyoaktif bileşenleridirler. Kavrulma esnasında meydana gelen ve klorojenik asitlerin yıkım ürünleri olan melanoidinler de biyolojik aktiviteye sahip olmalarıyla bilinmektedirler (117,118).

2.6.1. Klorojenik Asitler

Klorojenik asitler yeşil kahvede renkten, aroma gelişiminden ve sertlikten sorumlu bileşiklerdir (104). Yeşil kahvede klorojenik asit içeriği; gen, tür, iklim, yetiştiği toprağın biyolojik yapısı, olgunluk derecesi ve işlenmesinden etkilenmektedir. Kahve, klorojenik asitlerin zengin kaynağı olup, *arabica* ve *robusta* türü kahvelerde kuru ağırlıkta klorojenik asit miktarı sırasıyla %3.40–7.24 ve %5.17–14.4 aralığındadır (8,119). Bir fincan kahve, fincan başına 10 g kahve kullanıldığında 15-325 mg klorojenik asit içermektedir (105). Düzenli kahve tüketenlerde günlük klorojenik asit alımı 1 g'a ulaşabilmektedir (120).

Klorojenik asitlerin ana yapısı; kinik asit ve bazı hidroksisünamik asitlerin (kafeik, ferulik ve p-kumarik asit) konjugasyonuna dayanmaktadır. Sikoheksan kısmındaki izomerler ve epimerler ile aromatik halka etrafındaki yer değiştirmeler sayesinde klorojenik asitler geniş bir gruptur. Yeşil kahvede klorojenik asitlerin ana alt sınıfları; kafeoil kinik asitler, dikafeoil kinik asitler, feruloil kinik asitler ve daha

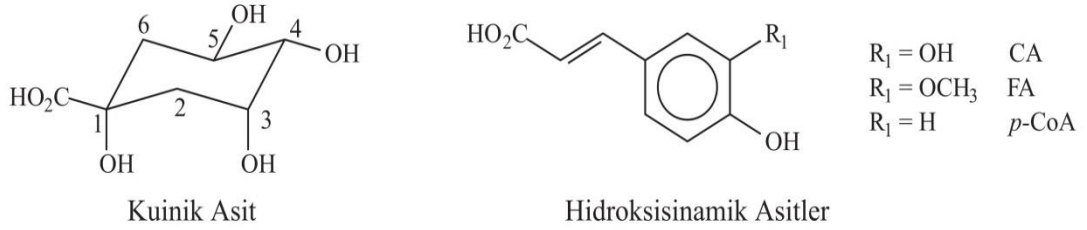
az miktarda p-kumaroil kinik asitler ve kafeoil-feruloil kinik asitlerdir (27,121). Klorojenik asitlerin isimlendirilmesi, International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) sistemine göre ve merkezde kinik asit olacak şekilde yapılmaktadır. Kinik asit, 4. ve 5. pozisyonlarda ekvatorial hidroksil gruplarına; 1. ve 3. pozisyonlarda eksende hidroksil gruplarına sahiptir. Kinik asitler, 3., 4. ve 5. pozisyonlarda ester bağı oluşturmaya yatkındırlar (8). Kafeik asidin görece yaygın monoesterleri, kafeoil kinik asitler, p-kumaroil kinik asitler ve feruloil kinik asitlerdir. Kafeik asitin diesterleri, triesterleri arasında dikafeoil kinik asitler ve trikafeoil kinik asitler bulunmaktadır. Kafeik asit ve ferulik asitin; kafeoil feruloil kinik asitler gibi karışık diesterleri bulunmaktadır (122). En yaygın klorojenik asit 5-kafeoil kinik asit olarak bilinmektedir ve yeşil kahvedeki toplam klorojenik asit miktarının ortalama %50'si kadardır. 3- ve 4-kafeoil kinik asitlerin toplam miktarı yaklaşık toplam klorojenik asit miktarının %10'u kadardır. 3,4-, 3,5- ve 4,5-dikafeoil kinik asitlerin miktarı ise toplamda toplam klorojenik asit miktarının ortalama olarak %15-20'si kadardır. 3-, 4- ve 5-feruloil kinik asitler ise toplam klorojenik asitlerin %5-13'ünü oluşturmaktadırlar (8,121). Şekil 2.2'de klorojenik asitler ve ilişkili bileşiklerin kimyasal yapıları verilmiştir.

Klorojenik asit, perisperimde sentezlenmekte ve çekirdeğin endosperminde depolanmaktadır. Di-kafeoil kinik asitler, çekirdeğin olgunlaşmasının son aşamasında mono-kafeoil kinik asitlere dönüştürülürler. Bu, hasat yönetimi için önemlidir çünkü di-kafeoil kinik asitler, kahvenin duyusal kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedirler (121).

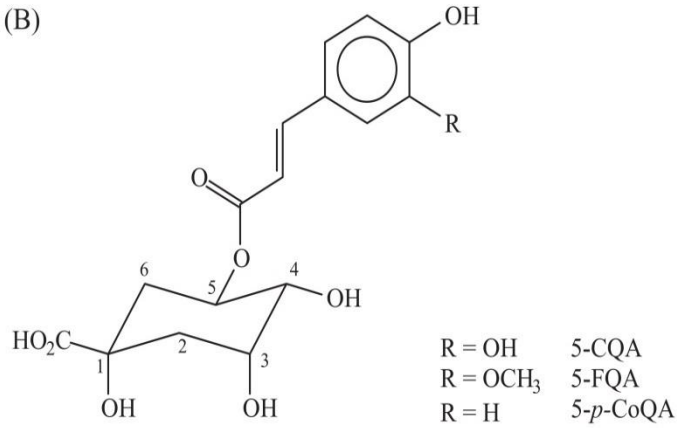
Kavrulma ile kahvedeki serbest klorojenik asit miktarı kavrulma derecesine bağlı olarak kademeli olarak azalmakta (sonunda bu kayıplar %50'den fazla olmakta) ve kahveye özgü bir takım dönüşüm ürünleri oluşmaktadır (121,123). Kavurma esnasında klorojenik asitler ısı ile yıkılırken; acı tadın oluşumunu sağlayan bazı fenolik bileşikler ve son ürünün kalitesini etkileyecek fenoller gibi bazı aromatik bileşikler oluşmaktadır. Kahvenin kavrulma süreci, klorojenik asitlerin izomerizasyonunu sağlamanın yanı sıra klorojenik asitin hidrolizi ile kinik asitin ve çeşitli sinamik asitlerin oluşumuna da olanak sağlamaktadır. Melanoidinlerin yapısını

oluşturması nedeniyle klorojenik asitlerin renk oluşumunda rol aldığı da söylenebilmektedir (99,123,124).

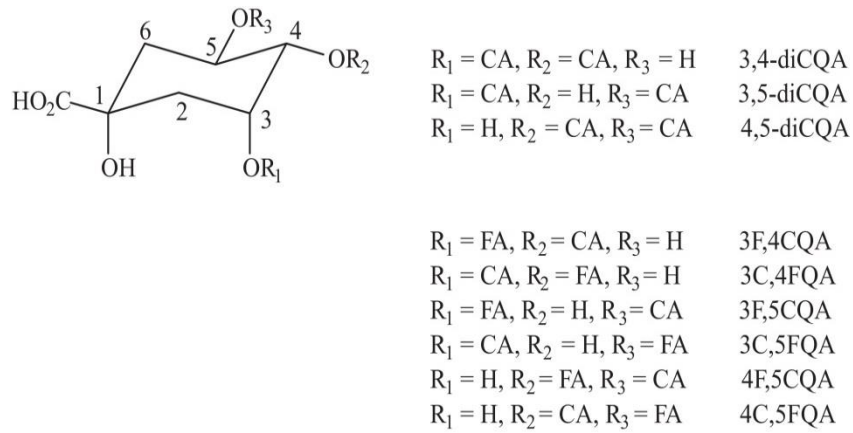
(A)



(B)



(C)



Şekil 2.2. Klorojenik Asitler ve İlişkili Bileşikler (27). Ana Bileşikler (A), Kinik Asidin Hidroksisinamik Asitler ile Monoesterleri (B), Kinik Asidin Kafeik Asit ile Diesterleri ve Karışık Esterleri (C). diCQA: dikafeoil kinik asitler; FQA: feruloil kinik asitler; *p*-CoQA: *p*-kumaroil kinik asitler.

Klorojenik asit laktonları; kavrulma esnasında klorojenik asidin kinik asit kısmından bir molekül suyun ayrılması ve moleküller arası ester bağının oluşmasıyla meydana gelmektedirler (123,125). Sinamoil-1,5- γ -kinolaktanlar kavrulmuş kahvenin temel klorojenik asit laktonudur ve kuru ağırlıktaki miktarı yaklaşık %0.5 kadardır (126).

Klorojenik asitlerin küçük bir kısmının üst gastrointestinal sistemden emildiği ve %51-67 oranında kolona ulaştığı gösterilmiştir. Kafeik ve kinik asitler arasındaki ester bağının yıkımıyla burada bakteriyel fermentasyon başlamaktadır. Serbestleşen kafeik asit, direkt emilebilir veya metillenmiş, sülfatlanmış ve glukuronitratlanmış metabolitlerine metabolize olabileceği gibi, dihidrokafeik asit ve dihidroferulik asit gibi dihidro metabolitlerine ya da bunların sülfatlarına metabolize olabilmektedir (120,127).

Klorojenik asidin, antioksidan, antibakteriyel, antikarsinojenik aktiviteleri ve hipoglisemik etkisi olduğu gösterilmiştir (128-131). Klorojenik asitler, askorbik aside benzer antioksidan aktiviteye sahip olmalarıyla bilinmektedirler. Demir(II) gibi geçiş metallerini şelatlayıcı, serbest radikalleri süpürücü ve serbest radikal zincir reaksiyonlarını durdurucu etki gösterebilmektedirler. Ayrıca *in vitro* olarak DNA hasarı ve LDL oksidasyonuna karşı koruyucu oldukları gösterilmiştir. Bu olumlu sağlık etkileri sadece antioksidan aktiviteleriyle ilgili olmayıp gastrointestinal sistemden metabolize olmaları sonucu oluşan ve dolaşım sistemine verilen yeni metabolitlerle de ilişkilidir (132,133). Özellikle μ opioid reseptör antagonizmi ve adozin transportu gibi beyin fonksiyonlarıyla ilgili aktiviteler klorojenik asit laktonlarıyla ilişkilendirilmiştir (134).

2.6.2. Melanoidinler

Melanoidinler, polimerik yüksek molekül ağırlıklı, kahverengi renkli ve nitrojen içeren maillard reaksiyonu son ürünleridir ve diyetdeki en önemli kaynakları arasında kahve bulunmaktadır (135). Kahvede kavrulma esnasında, kahve çekirdeklerinde belirgin bir kahverengileşme (enzimatik olmayan esmerleşme) ile birlikte kahve bileşenlerinin instrinsik olarak transformasyonu gerçekleşir, aromatik uçucu bileşikler ve melanoidinler meydana gelir (121,136).

Kavrulmuş kahve çekirdeğinde melanoidinlerin miktarı %25'e kadar çıkabilmektedir ve daha koyu kavurma derecelerinde bu oran daha fazla olabilmektedir (137). Demlenmiş kahvede ise suda çözünen melanoidinlerin miktarı %29 civarında olup, bu oran yeşil kahvenin türü, kavrulma derecesi ve demlenme şekline bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (138).

Melanoidinlerin kimyasal yapıları büyük oranda tanımlanmamıştır. Bu nedenle, besinlerdeki miktarı yüzde üzerinden diğer besinlerden çıkarılarak kahverengi renge katkısını renk dilüsyon analiziyle ölçülmesiyle veya 400 nm'de absorbansın ölçülmesiyle elde edilmektedir (123). Melanoidinlerin molekül ağırlıkları için farklı tanımlamalar olsa da genellikle 10kDa'dan büyük şeklinde ifade edilmektedir (139,140).

Kahve melanoidinlerinin temel bileşeni polisakkaritlerdir ve bunun yanı sıra oluşumunda proteinler, hidrokisisinamik asitler gibi fenolik bileşikler, arabinogalaktan ve galaktomannan gibi karbonhidratlar da yer almaktadır (123,135).

Kahvede kavrulmayla oluşan melanoidinler, gastrointestinal sistemi geçerek barsakta metabolize olmaktadır. Gastrointestinal sistem koşullarından zarar görmeden barsaklara ulaşabilen bileşikler burada antioksidan aktivite gösterebilmektedirler. Melanoidinler hem fenolik hem de kavrulmayla indirgenen antioksidan bileşikleri içerdiklerinden, gastrointestinal sistem boyunca birçok radikale karşı koruyucu olabilmektedirler (109).

Melanoidinlerin büyük kısmı kavurmanın ilk aşamalarında oluşurken, daha koyu kavrulma derecelerinde melanoidinlerin antioksidan aktiviteye katkısı artmaktadır (141). Melanoidinler, antioksidan ve metal şelatlayıcı aktivite gösterirler ve diyet posası olarak da görev yaparlar (118,142). Diyet posasının tanımı 'çiğ besinlerde doğal olarak bulunan polisakkaritler' şeklinde olduğundan melanoidinler bu tanıma uymamaktadırlar. Bunun yanı sıra, sindirilmeden kolona ulaşmaları ve kolonda mikroorganizmalar tarafından kısmen fermente edilmeleri nedeniyle fiili olarak diyet posası olarak kabul edilebilmektedirler (142).

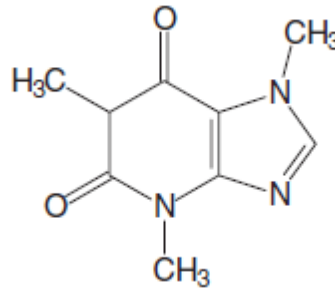
Melanoidinlerin sahip oldukları antioksidan aktivitenin, yapılarına katılan klorojenik asitler ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (109). Troup ve

arkadaşlarının(143) çalışmasında da, demlenmiş kahvenin antioksidan aktivitesinin daha çok düşük molekül ağırlıklı fenolik bileşikler ile ilişkili olduğu belirtilmiştir.

2.6.3. Kafein

Dünya genelinde tüketimi en yaygın olan biyoaktif bileşen kafeindir. Kafein içeren içeceklerin tüketimi, örnek bir popülasyonda %85 olarak saptanmıştır (144). Kahve, kafeinin en önemli kaynağıdır ve dekafeinizasyon işlemiyle kahveden elde edilen kafein diğer içeceklere de eklenebilmektedir (145). Bir porsiyon filtre (240 ml), kafeinsiz filtre (240 ml), instant (240 ml) ve espresso (30ml) kahvelerdeki kafein miktarı sırasıyla 95–330 mg, 3-12 mg, 30-70 mg ve 50-150 mg'dır (7).

Kafein (1,3,7-trimetilksantin), pürin degradasyonu sonucu oluşan metillenmiş bir pürin alkaloididir (Şekil 2.3). Kimyasal yapısına bağlı olarak kafein metilksantinlere dahildir ve besinlerde genellikle teobromin ve teofillin gibi ksantin türevleri ile birlikte bulunmaktadır (146).



Şekil 2.3. Kafeinin Kimyasal Yapısı (121)

Kafein biyosentezi yapraklarda ve perikarpta gerçekleşmektedir. Yaşlanmış yapraklarda kafein içeriği daha azdır. Perikarp dokularında, ışık güçlü bir şekilde kafein sentezinin metilasyon basamaklarını stimüle etmektedir. Meyve içerisindeki tohum büyümeye başladığında, kafein membranlar aracılığı ile yer değiştirmekte ve endosperme depolanmaktadır. Burada son değere, çiçeklenme başladıktan 8 ay sonra ulaşılır (121).

Kahvede kafein konsantrasyonu tür, orijin ve genetik özelliklerden etkilenmektedir (7). Kafein ısıya dayanıklıdır ve kavurmayla kuru madde bazında kafein içeriğinde anlamlı bir azalma gözlenmemektedir (147).

Kafein, tüketildikten sonra hızlı bir şekilde ve tamamen (%99) mide (%20) ve ince barsaklar (%80) tarafından emilmektedir (146). Bir saat içerisinde vücuda dağılarak kan beyin bariyerini geçmektedir (121). Emildikten sonra, kafeinin dozuna ve bireysel farklılıklara bağlı olarak kafeinin yarılanma ömrü gerçekleşmektedir. Kafein alımı 10 mg/kg dozunda olduğunda, yarılanma ömrü 2.5 ile 10 saat arasında değişmekte ve tüketim sonrası plazma pik konsantrasyonuna 15 ile 120 dakika arasında ulaşılmaktadır. Kafein metabolizması birincil olarak karaciğerde ve sitokrom P450 1A2 enzimi aracılığıyla gerçekleştirilmektedir (148).

Kafeinin metabolizması sonucu, dimetilksantinler, paraksantin, teobromin ve teofillin gibi bileşikler oluşmaktadır. Bu metabolitler vücutta dikkatin ve hissetmenin artması gibi ayırt edici özelliklere sahiptir (149).

Kafeinin sağlık üzerine etkileri, çoğunlukla adenosin reseptör antagonizmine dayandırılmaktadır. Adenozin reseptörleri iskelet kası, adipoz doku, sinir sistemi ve pankreas gibi birçok dokuda bulunmaktadır. Dört tip adenozin reseptörü tanımlanmıştır. Bunlar A1, A2a, A2b ve A3 reseptörleridir; her biri farklı fizyolojik etkilerle ilişkilidir ve kafein A3 izoformu hariç her birini inhibe edebilmektedir (150,151). Adenozinin görevleri, uzamış mental aktiviteyi takiben adenozin birikimi sonucunda; uyku ihtiyacı, uyarılmanın baskılanması ve motor aktivitenin azaltılmasıdır. Kafeinin adenozin ile moleküler benzerliği, kafeinin adenozin reseptörlerine bağlanmak için adenozinle yarışmasının nedeni olarak açıklanmaktadır (148).

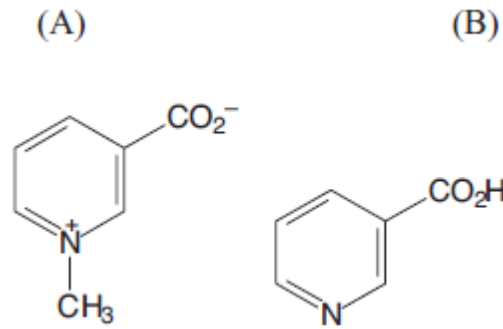
Kafeinin kronik olarak tüketimi, kafein için sitokrom P450 1A2'nin regülasyonunun yukarı çekilmesine ve affinitesinin artmasına neden olur. Düzenli kahve tüketenlerde kahvenin stimüle edici etkisinin yeni tüketmeye başlayanlara oranla daha az gözlenmesi bu şekilde açıklanabilmektedir (148). Kafeinin kahve tüketimiyle ulaşılabilen düzeyleri, siklik adenozin monofosfata (cAMP) özgü

fosfodiesterazları inhibe edebilmekte ve ryanodin reseptörleri aracılığıyla intrasellüler depolardan kalsiyum salınımını sağlamaktadır (152).

2.6.4. Trigonellin

Trigonellin (N-metil nikotinik asit), kahvenin kafeinden sonra en önemli alkaloididir ve yeşil kahve çekirdeğinde kuru ağırlıktaki miktarı % 1-3 arasındadır (153). Trigonellin (Şekil 2.4), nikotinik asidin (niasin) nitrojen atomunun metilasyonu ile elde edilen bir piridin alkaloididir (154). Yaprak gelişimi esnasında, yapraklarda ve meyvenin perikarbinde sentezlenmekte ve tohumda depolanmaktadır (121).

Trigonellin, kavrulma ile, kavurma sıcaklığı ve süresine bağlı olarak, hızlı bir şekilde yıkılır ve %60-90 civarında kayba uğrar (121).



Şekil 2.4. Trigonellinin (A) ve Nikotinik Asidin (B) Kimyasal Yapısı (27)

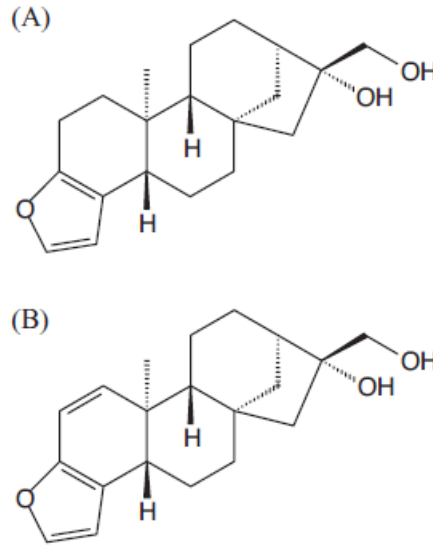
Trigonellinin ürünlerinin, kavrulmuş kahve ve içeceğinin genel aromatik algısı üzerine etkisi bulunmaktadır. Trigonellinin yıkım ürünlerinden niasinin (nikotinik asit), insan beslenmesinde vitamin olarak önemli bir yeri vardır (121).

Trigonellinin insan sağlığıyla ilişkilendirilen biyolojik aktiviteleri arasında, streptokokkus mutanların dişe tutunmasına engelleyerek diş çürüklerinden koruması ve kanser hücrelerine karşı anti-invazif aktiviteleri sayılabilmektedir (153). Nükleer reseptör faktör 2 (Nrf2) gen transkripsiyonunun inhibitörü olarak işlev göstermesi, pankreas kanser hücrelerinin apoptoza bağlı hücre ölümüne daha duyarlı olmasına

neden olmaktadır (155). Ayrıca trigonellinin antidiyabetik etkisi ratlar üzerinde gösterilmiştir (156).

2.6.5. Diterpenler

Kahve lipidlerinin bir kısmı da, kauran iskeleti üzerinde pentasiklik diterpen alkoller olan kafestol ve kahveol ile yağ asidi esterlerinin ve ilgili metoksil bileşiklerin C-17 pozisyonunda esterleşmesiyle oluşmaktadır (121). Kahveol, kafestolden C-1 ve C-2 karbon atomları arasındaki bir çift bağ ile farklılık göstermektedir. Her iki bileşiğin de ısıya, ışığa ve asitlere stabilitesi oldukça düşüktür ve kahveol serbest halde oldukça kararsızdır (157). Şekil 2.5'te kafestol ve kahveolün kimyasal yapıları verilmiştir.



Şekil 2.5. Kafestol (A) ve Kahveolün (B) Kimyasal Yapıları (27)

Diterpenlerin miktarları toplam kahve yağlarının %15'i kadardır. Kahveol ve kafestol sadece *coffea* genine ait bitkilerde bulunan diterpenlerdir. Kafestol hem *arabica* türü kahvede hem de *canephora* türü kahvede bulunurken, kahveol çoğunlukla *arabica* türü kahveye spesifiktir. *Robusta* türü kahveye özgü 16-O-metilkafestol esterleri, kavurmaya karşı dirençlidir. Kavurulmuş kahveler için *arabica* ve *canephora* türlerinin ayırt edilmesinde 16-O-metilkafestol, ticari olarak kullanılmaktadır (121,157). Kavurma sürecinde kahveol ve kafestolün

dehidrokafestol ve dehidrokahveol gibi yan ürünleri oluşmaktadır. Bunlar ise buharlama işlemi uygulanan kahvelerde büyük oranda azalmaktadır, kahveol yoğun buharlama işlemi sonucunda tamamen kaybolmaktadır. Bu nedenle, kahveol buharlama işlemi için bir indikatör olarak kullanılmaktadır (158).

Ester içeriği kaynamış kahve, *french pres* ve orta doğu stili hazırlamalarda daha yüksektir, espresso kahvede orta düzeyde, instant ve filtre kahvelerde ise ihmal edilebilir düzeydedir (121).

2.7. Kahvenin Demlenmesi

Demlenmiş kahve, dünyanın hemen her yerinde kendine özgü tadı ve psikostimulan etkisi gibi nedenlerle sıklıkla tüketilmektedir. Kahvenin nasıl tüketildiği; bireysel seçimlere, piyasadaki arza ve bunun ulaşılabilirliğine ve sosyokültürel alışkanlıklara bağlı olarak değişmektedir. Hazırlama yönteminin kahvenin kimyasal kompozisyonu, fizikokimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine önemli etkisi vardır. Kahve demleme yöntemine göre, İskandinav tipi kaynamış kahve, filtre kahve, espresso kahve, instant/çözünür kahve, Türk kahvesi ve moka kahve gibi kahveler bulunmaktadır (3).

Birçok demleme yöntemi içerisinde infüzyon yöntemiyle en yaygın olarak hazırlanan kahve filtre kahve iken, basınç yöntemiyle en fazla espresso kahve hazırlanmaktadır (10). Çözünür (instant) kahve kullanımı, 1901 yılında bulunmasına karşın, kolay ve hızlı hazırlanması ve uzun raf ömrü sayesinde oldukça popülerdir (13). Yaygın kullanımına karşın instant kahvenin antioksidan aktivitesine dair çalışmalar oldukça sınırlıdır (20). Özellikle son yıllarda tüketimi artan hazır instant kahve karışımlarının da total fenolik içerikleri ve antioksidan aktivitelerine yönelik değerlendirmeler yetersizdir.

Demleme, kahvenin antioksidan aktivite gösterebilmesi için gereklidir, çünkü kavrulmuş-öğütölmüş kahve taneciklerinin su ile teması kahve bileşenlerinin ekstraksiyonu için önemli bir aşamadır. Demleme yöntemi kadar demleme koşulları da antioksidan aktivite üzerinde etkilidir. Kahve hazırlanırken suyun sıcaklığı, basıncı, kahve/su oranı ve hazırlama yöntemi gibi faktörler hazırlanan kahvenin antioksidan aktivitesini etkileyebilmektedir (9,159). Kahve demleme yöntemine göre

(Amerikan kahve, Türk kahvesi, instant kahve vs.) demlenme süresi, sıcaklık, kahve/su oranı ve basınç gibi koşullar belirli olmakla beraber, kahve bileşenlerinin bu koşullarda ne kadar ekstrakte oldukları üzerine çalışılmakta ve daha optimum koşullar araştırılmaktadır (10). Bu başlığın devamında yaygın olarak kullanılan farklı demleme yöntemlerinin temel prensiplerine değinilmiştir.

2.7.1. Amerikan Filtre Kahve

Amerikan filtre makinesinin, dayanıklı cam su ısıtıcısı ve öğütülmüş kahvenin tüketicinin isteğine göre eklendiği özel bir filtresi vardır. Bu cihaz, filtresi aracılığıyla sıcak suyun süzülmesini ve kahve deminin su ısıtıcısında toplanmasını sağlamaktadır. Filtre kahve olarak da bilinen Amerikan kahvesi, 25 g kavrulmuş- öğütülmüş kahvenin 300 ml su ile hazırlanmasına dayanmaktadır. Ekstraksiyon süresi 2 dakikadır (160,161).

2.7.2. Neapolitan (Napoliten) Kahve

Napoliten makine ile hazırlanan kahve (flip drop pot olarak da bilinir) infüzyona dayanan en basit demleme yöntemlerinden biri olup 1800'lü yılların başında bir İtalyan geleneği olarak bilinmektedir (162). Orta büyüklükte iri taneli öğütülmüş kahve üzerinden sıcak su yer çekimiyle süzülmemektedir. Damla filtre ve Napoliten ekstraksiyon yöntemi arasındaki temel fark, ikincisinde öğütülmüş kahve iki delikli filtre plaka arasında hareketsiz olarak durmaktadır ve böylece granüllerin sudaki hareketi engellenmektedir. Başta Napoliten kahve olmak üzere İtalyan kahve geleneğinde, kahve/su oranı genellikle kabul edilen oranlara göre daha yüksektir. Ayrıca kahve haznesine kahve bastırılarak yerleştirilmez, ancak hazne kapasitesine göre fazla miktarda kahve yerleştirilir ve bu porosite (gözeneklilik) ve ekstraksiyon esnasında iç basınçta değişikliğe neden olur (160).

Napoliten kahve makinesinin özel alüminyum bir haznesi olup, bu hazne su ile doldurulup, filtre takılarak öğütülmüş kahve ilave edilir ve üst kısım kapatılarak çalıştırılır. Su kaynamaya başladığında makine hızla ters çevrilir ve su metal delikli bölme içerisindeki filtreden süzülür. Ters çevirdikten hemen sonra aletin ibrik kısmına kağıt bir bardak kapatılarak kahve aromasının kaybı önlenmeye

çalışılmaktadır. Kahve demi, yaklaşık 5 dakika ekstraksiyon süresinin sonunda alt kısımda toplanmaktadır. Napoliten kahve, 145 ml suda 15,4 g kavrulmuş-öğütülmüş kahve kullanılarak hazırlanmakta ve son hacim yaklaşık 75 ml'ye ulaşmaktadır (162).

2.7.3. Moka Kahve

Moka, İtalya'da yerel olarak en fazla tüketilen kahve olup dünyada da en sık tüketilen kahveler arasındadır. Otoklav tipi alüminyum veya çelik su ısıtıcısı içerisinde açık alev üzerinde kaynatma ile suya basınç uygulanmakta ve süzgeçli sepet içerisindeki öğütülmüş kahve içerisinden boru yardımıyla geçmeye zorlanmaktadır. Üst hazne alt hazneye vidalanarak suyun sızması engellenmekte ve böylece içecek boru yardımıyla üstteki hazneye çıkabilmektedir. Temas süresi temel olarak hidrolik rezistansa bağlıdır; bu da öğütülmüş kahve miktarı, partikül büyüklüğü ve kahve üzerine uygulanan sıkıştırma kuvvetine bağlıdır. Cihaz, tabanda suyu kaynatmak için metal bir tank ile öğütülmüş kahvenin bulunduğu metal bir filtreden oluşmaktadır. Cihazın üst kısmı, alt kısma sıkıca vidalanmakta ve kahve silindirik boru yardımıyla hızlı bir şekilde soğutulurak üst haznede toplanabilmektedir. Kaynayan su, yukarı doğru zorlanarak metal filtre içerisindeki öğütülmüş kahve telvesi içerisinden süzülerek üstteki hazneye geçmektedir. Moka kahve, 11.3 g öğütülmüş kahvenin 80 ml su ile hazırlanmasına dayanmaktadır. Ekstraksiyon süresi yaklaşık 3 dakikadır. Napoliten ve moka kahveler için, kahvenin yanmasını önlemek adına ısıtılma esnasında ateş kısık olarak tutulmaktadır (160,162,163).

2.7.4. Espresso Kahve

Espresso kahve, sınırlı miktarda sıcak suyun öğütülmüş kahve telvesi içerisinden basınca bağlı olarak süzülmesine dayanan bir hazırlama yöntemidir. Espresso kahve, sıcak su ve yüksek basınç gerektiren özel bir kahve makinası ile yaklaşık 25 saniye kadar kısa bir süre içerisinde, ortalama 25 ml kadar küçük bir hacimde ve üzerinde yaklaşık 2 ml kadar krema tabakası olacak şekilde hazırlanmaktadır. Termostat yaklaşık 95 °C'de ve pompa basıncı 15 bar olacak

şekilde çalışmaktadır (160). Lungo ise standart espressodan daha fazla, yaklaşık iki katı kadar, su kullanılarak hazırlanan bir espresso türüdür (164).

2.7.5. Türk Kahvesi

Türk kahvesi, eski zamanlarda en iyi tadı almak adına taze kavrulmuş arabica türü kahve çekirdeklerinden ve demlenmeden hemen önce öğütülerek hazırlanmaktaydı. Öğütme işlemi ya dibek adı verilen taş havanlarda ya da değirmenlerde yapılmaktadır. Türk kahvesi espresso kahveden dahi daha fazla öğütülmekte ve toz haline getirilmektedir. Kahve türleri arasında en ince öğütülen Türk kahvesidir. Hazırlama esnasında soğuk su kullanılır. Kullanılacak su miktarı fincanlarla ölçülmekte ve öğütülmüş kahve ve şeker eklenecekse, soğuk suya sonradan ilave edilmektedir. Fincan başına bir ile iki tepeleme çay kaşığı kadar kahve ilave edilmektedir. Türkiye’de kahve, sade, az şekerli, orta şekerli ve şekerli olmak üzere dört farklı tatlılık derecesinde hazırlanmaktadır. Sade kahveye hiç şeker eklenmezken, az şekerli olana yarım çay kaşığı şeker, orta kahveye bir çay kaşığı şeker ve şekerli kahveye bir buçuk veya iki çay kaşığı kadar şeker eklenmektedir. Kahve genellikle bakır veya çelikten yapılmış cezvelerde, kısık ateşte karıştırarak pişirilmektedir. Kaynama işlemi başlayana kadar geçen sürede cezvede oluşan köpükler fincanlara aktarılmaktadır. Kahve kaynamaya başladığı anda ateş kapatılır ve hazırlanmış kahve fincanlara aktarılmaktadır (11).

2.7.6. Demleme Yönteminin Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi

Farklı kahve hazırlama yöntemlerinin antioksidan aktivite üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada total fenol içeriği ve antioksidan aktivite porsiyon başına en yüksek espresso kahvede bulunmuş, bunu birbirine çok yakın değerlerle moka, *french press* ve filtre kahveler izlemiştir (159). Moka, espresso ve filtre kahvelerin total fenol içeriği ve antioksidan aktivitelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, kavrulma derecesi sabit tutulduğunda total fenol içeriği ve antioksidan aktivite en yüksek filtre kahvede bulunmuş, bunu sırasıyla espresso ve moka takip etmiştir (165). Napoliten kahvenin kimyasal bileşiminin espresso, Amerikan ve moka kahvelerle karşılaştırıldığı bir çalışmada; napoliten ve Amerikan kahvenin demlenme yöntemleri benzer olmasına rağmen, napoliten kahvenin antioksidan aktivitesi ve

total fenol içeriği moka kahve ile daha benzer bulunmuştur. Konsantrasyon bazında en yüksek antioksidan aktiviteye espresso kahve sahipken, bunu moka, napoliten ve Amerikan kahveler takip etmiştir (160).

Gündüç ve arkadaşları (15) tarafından yapılan bir çalışmada, Türk kahvesinin total fenol içeriği ve antioksidan aktivitesi instant kahveden daha yüksek bulunmuştur. Farklı hazırlama yöntemleri ile hazırlanmış kahvelerin antioksidan aktivitelerinin ve kafein içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada; porsiyon bazında en yüksek antioksidan aktiviteye Türk kahvesinin sahip olduğu, buna karşın en yüksek kafein içeriğine moka kahvenin sahip olduğu saptanmıştır (12). Tablo 2.4 'te farklı araştırmacıların çalışmalarından derlenen, farklı demleme yöntemleriyle demlenmiş kahvelerin antioksidan aktiviteleri ve total fenol içerikleri verilmiştir.

Öğütülmüş ve instant kahvelerin antioksidan aktivitelerinin ve bunların kafein ve klorojenik asit içerikleriyle ilişkisinin incelendiği bir araştırmada; öğütülmüş kahvenin antioksidan aktivitesi instant kahveden %27 oranında daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi kavrulma derecelerinden fark olarak açıklanabilmektedir çünkü instant kahveler genellikle koyu kavrulmuş kahvelerden üretilirken, öğütülmüş kahveler açık, orta ve koyu kavrulmuş kahvelerden üretilebilmektedir. Antioksidan aktiviteyle klorojenik asit içerikleri arasında anlamlı pozitif bir ilişki bulunmuştur. Kafeinsiz kahve ile normal kahvenin antioksidan aktiviteleri benzer bulunmuştur, dolayısıyla antioksidan aktivitenin kafeinden bağımsız olduğu gösterilmiştir (123).

Filtre ve çözünür kahvelerin, reaktif oksijen ve nitrojen bileşiklerini süpürücü aktivitelerinin araştırıldığı bir çalışmada, demlenmiş kahvelerin indirgeyici kapasiteleri 109 ile 145 mg Gallik Asit Eşdeğeri(GAE)/g arasında değişmektedir. Bu değerler klorojenik asit yönünden zengin olan yaban mersini, erik ve elma gibi meyvelerin kuru ağırlıklarındaki indirgeyici kapasitelerinden çok yüksektir. Demlenmiş kahvelerin indirgeyici kapasiteleri, askorbik asit ve 5-kafeoil kinik asite göre 5 kat daha düşüktür; 5-hidroksimetil furfural, kafein ve teofiline göre ise 20 kat daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada, demlenmiş kahvelerin reaktif oksijen ve nitrojen radikallerini süpürücü aktiviteleri klorojenik asitler ve maillard reaksiyonu ürünleri ile ilişkilendirilmiştir (166).

Niseteo ve arkadaşlarının (14) çalışmasında, farklı kafeinli ve kafeinsiz olmak üzere espresso, Türk kahvesi, instant kahve ile filtre kahve çeşitleri üzerinde ve aynı örneklere süt eklenerek çalışılmıştır. Total fenol ve total flavonoid içerikleri en fazla klasik instant kahvede bulunmuş, en düşük ise filtre kahvede bulunmuştur. İnanstant kahvenin üretimindeki spesifik basamaklar fenoller gibi suda çözünen veya dağılan bileşiklerin bu kahve demleme yönteminde daha fazla ekstrakte olmasının sebebi olarak açıklanabilmektedir. Filtre kahvede total fenol ve flavonoid içeriklerinin düşük olması ise filtreleme işlemi esnasında bazı biyoaktif bileşenlerin kaybolmasına bağlı olarak açıklanmaktadır.

Bazı ülkelerde filtre kahve uzun süreler demlikte sıcak tutularak tüketilmektedir. Kahvenin demlikte sıcak (85°C) bekletilmesi sonucunda ilk bir saatte antioksidan aktivite azalırken, dört saatte antioksidan aktivitede yaklaşık %34 oranında artış gözlenmiştir. Bunun sebebinin birinci saatinin sonunda başlayan maillard reaksiyonu ve ürünleri olduğu öne sürülmüştür (165). Türk kahvesinin hazırlandıktan sonra tekrar kaynama noktasına getirilmesiyle klorojenik asit ve kafein içeriğinin arttığı gösterilmiştir (14). Tablo 2.5'te farklı araştırmacıların çalışmalarından derlenmiş, farklı demleme yöntemleriyle demlenmiş kahvelerin klorojenik asit ve kafein içerikleri verilmiştir.

Ludwig ve arkadaşlarının (10) çalışmasına göre, demlenen espresso ve filtre kahvelerin demlenme esnasında ve farklı zamanlarda alınan örneklerinde farklı antioksidan aktiviteler ölçüldüğü gösterilmiştir. Espresso kahvenin demlenmesi sabit basınç ve sabit akış hızına dayanmaktadır. Filtre kahvede ise basınç olmadığından suyun kendi basıncı zamanla azalmaktadır. Genel bir kanun olarak 1g kahve 2 ml su çekmektedir. Espresso kahvede yüksek basınç antioksidanların ekstraksiyon hızını artırırken, filtre kahvede temas süresinin uzaması ve türbülans gibi faktörler ekstraksiyon verimliliğini artırabilmektedir.

Kahveye süt eklenmesiyle antioksidan aktivitenin, eklenen süt miktarı ile paralel olarak düşüş gösterdiği bulunmuştur (165). Süt eklenmesi instant *cappuchino* kahve hariç diğer kahvelerde total fenol ve flavonoid içeriğinde düşüşe neden olmuştur. Süt içeren besinlerin kompleks matriksi nedeniyle bilinen polifenol-protein etkileşimleri gerçekleşmiş olabileceği düşünülmüştür (14).

Kahvenin raf ömrünü uzatmak için eklenen pH dengeleyici ajanların, pH'yı bir miktar artırarak moka ve espresso kahvelerde antioksidan aktiviteyi modifiye ettiği gösterilmiştir (159).

Tablo 2.4. Farklı Demleme Yöntemleriyle Demlenen Kahvelerin Total Fenol İçerikleri ve İn Vitro Antioksidan Kapasiteleri

Kahve	Total Fenol İçeriği	ABTS	FRAP	Kahve/Su Oranı	Kaynak
Filtre					
			396.0–1203.0 µmol Fe(II) /g	1/10	(123)
	106.0-153.0 mg gallik asit eşd/g			1/10	(166)
		102.9 ± 0.90 µmol Troloks/g	261.4 ± 8.60 µmol Fe(II) /g	7/50	(14)
	27.0 ± 2.20 mg gallik asit eşd/g	116.0 ± 18.00 µmol Troloks/g	236.0 ± 25.00 µmol Troloks/g	1/12.2	(165)
Amerikan		188.8 ± 49.30 µmol Troloks/g		1/32	(12)
Amerikan	22.0 ± 0.91 mg gallik asit eşd/g	210.0 ± 10.00 µmol Troloks/g		1/12	(160)
Espresso					
	27.8 ± 2.28 mg gallik asit eşd/g	290.0 ± 20.00 µmol Troloks/g			(160)
		108.6-285.0 µmol Troloks/g	195.7-874.3 µmol Fe(II) /g	7/50	(14)
		39.2 ± 4.88 µmol Troloks/ml			(12)
	21.0 ± 2.20 mg gallik asit eşd/g	77.0 ± 8.00 µmol Troloks/g	162.0 ± 35.00 µmol Troloks/g	1/31.9	(165)
İnstant					
	104.0-122.0 mg gallik asit eşd/g			1/50	(166)
		292.9-352.9 µmol Troloks/g	1655.7-1754.3 µmol Fe(II) /g	7/50	(14)
			2116.0–3244.0 µmol Fe(II)/g	1/20	(123)

Tablo 2.4. Farklı Demleme Yöntemleriyle Demlenen Kahvelerin İn Vitro Antioksidan Kapasiteleri ve Total Fenol İçerikleri (devamı)

Kahve	Total Fenol İçeriği	ABTS	FRAP	Kahve/Su Oranı	Kaynak
Türk Kahvesi					
		267.9-274.3 µmol Troloks/g	565.7-629.8 µmol Fe(II) /g	7/50	(14)
		541.0 ± 76.20 µmol Troloks/g		1/10	(12)
Moka					
	29.7 ± 2.14 mg gallik asit eşd/g	390.0 ± 30.00 µmol Troloks/g		1/7.1	(160)
		51.5 ± 8.80 µmol Troloks/g		1/5	(12)
	32.0 ± 2.80 mg gallik asit eşd/g	117.0 ± 17.00 µmol Troloks/g	199.0 ± 28.00 µmol Troloks/g	1/11.3	(165)
Neopolitan					
	34.1 ± 1.45 mg gallik asit eşd/g	240.0 ± 70.00 µmol Troloks/g		1/9.4	(160)
		285.0 ± 40.65 µmol Troloks/g		1/5	(12)

Tablo 2.5. Farklı Demleme Yöntemleriyle Demlenen Kahvelerde Kafein ve Klorojenik Asit İçerikleri

Kahve	Kafein	Toplam Klorojenik Asit	5-kafeoil kinik asit	4,5-dikafeoil kinik asit	Kahve/Su Oranı	Kaynak
Filtre						
	7.1-10.7 mg/g	8.8 mg/g	4.5 ± 0.48 mg/g		7/50	(14)
		5.2-17.4 mg/g	2.1-7.1 mg/g	0.1-0.7 mg/g	1/36	(167)
	0.9-101.8 mg/g	13.6-252.9 mg/g	5.3-106.6 mg/g	0.4-10.3 mg/g	1/10	(123)
Amerikan	16.8 ± 3.60 mg/g				1/12	(160)
Amerikan	12.8 ± 3.84 mg/g				1/32	(12)
Espresso						
	2.4 ± 0.24 mg/ml					(160)
	3.6-14.3 mg/g	3.5-6.6 mg/g	1.6-3.6 mg/g		7/50	(14)
	3.3 ± 0.48 mg/ml					(12)
İnstant						
	28.6-35.7 mg/g	16.4-18.0 mg/g	6.3-7.0 mg/g		7/50	(14)
	1.5-32.9 mg/g	15.8-65.2 mg/g	4.0-19.1 mg/g	0.8-2.3 mg/g	1/20	(123)

Tablo 2.5. Farklı Demleme Yöntemleriyle Demlenmiş Kahvelerde Kafein ve Klorojenik Asit İçerikleri (devamı)

Kahve	Kafein	Toplam Klorojenik Asit	5 kafeoil kinik asit	Kahve/Su Oranı	Kaynak
Türk Kahvesi					
	14.3-21.4 mg/g	11.0-14.4 mg/g	5.7-7.3 mg/g	7/50	(14)
	19.4 ± 3.54 mg/g			1/10	(12)
Moka					
	11.9 ± 1.42 mg/g			1/7.1	(160)
	27.0 ± 4.10 mg/g			1/5	(12)
Neopolitan					
	12.2 ± 1.69 mg/g			1/9.4	(160)
	9.4 ± 1.27 mg/g			1/5	(12)

Türkiye'de sıklıkla tüketilen kahveler arasında Türk kahvesinin önemi fazladır. Türk kahvesi geleneksel olarak bakır cezvede, soğuk suyun üzerine bir veya iki tepeleme çay kaşığı kadar öğütölmüş kahve ve arzu edilen tatlılık derecesine göre şeker ilave edilerek hazırlanmaktadır. Kahve, karıştırılmadan kısık ateşte kaynayana kadar yavaş yavaş pişirilmekte ve kaynamaya başladığı anda ateşten alınarak fincanlara servis edilmektedir (11,168). Yapılan bir çalışmada Türk kahvesi, 100 ml distile suya 10 g kahve eklenerek yavaş yavaş kaynatılmıştır. Ancak kahvenin dibe çökmesini engellemek adına, kaynama noktasına gelen kahveye soğuk distile su eklenerek tekrar kaynama noktasına getirilmiştir (12). Geleneksel olarak hazırlanan Türk kahvesinin total fenol içeriğı ve antioksidan aktivitesinin değerlendirildiğı çalışmalara rastlanamamıştır.

Kahvenin içerisine eklenen süt ve şeker gibi besinlerin total fenol içeriğini veya antioksidan aktiviteyi nasıl etkilediğini araştıran çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı, Türk kahvesinin farklı hazırlama yöntemleri ile total fenol içeriğı ve antioksidan aktivitelerindeki değışimi değerlendirmek; Türk kahvesinin total fenol içeriğı ve antioksidan aktivitelerini, hazır karışım instant kahvelerin total fenol içerikleri ve antioksidan aktiviteleri ile karşılaştırmaktır.

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Yeri, Zamanı ve Örneklem

Araştırma Ankara ilinde, Kasım 2014 – Haziran 2015 tarihleri arasında yürütülmüştür. Farklı kahve türlerinin total fenol içeriği, antioksidan kapasitesi, klorojenik asit ve kafein içerikleri tespit edilmiştir.

Çalışmada yerel pazarda kolaylıkla ulaşılabilen ve sıklıkla tüketilen Türk kahveleri ve instant kahveler kullanılmıştır. Türk kahveleri 3 ayrı firmadan, instant Türk kahveleri bir firmadan, instant kahveler ve kahve karışımları 3 ayrı firmadan temin edilmiştir. Sade, şekerli, sütlü ve sütlü-şekerli olarak hazırlanması planlanmış olan Türk kahveleri ile karşılaştırabilmek adına, piyasada 4 farklı tatlılık derecesinde instant Türk kahvesi üreten tek firma olduğu için, diğer kahve örneklerinden farklı olarak, instant Türk kahvesi örnekleri bir firmadan temin edilmiştir. Türk kahveleri geleneksel olarak hazırlanmış ancak instant kahve karışımları üretici firmanın önerdiği şekilde hazırlanmıştır. Instant kahve örnekleri için klasik ve gold olmak üzere iki farklı tür kullanılmış; instant kahve karışımı örnekleri ise piyasada bulunan kremalı, kremalı-şekerli, fındık aromalı, latte ve moka hazır karışımlarından seçilmiştir.

Total fenol içeriği, total flavonoid içeriği ve antioksidan aktivite analizleri Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmakognozi Laboratuvarı'nda, klorojenik asit ve türevleri ile kafein miktarı tayini Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü Araştırma Laboratuvarı'nda yürütülmüştür.

3.1.1 Kimyasallar

Çalışmada kullanılan, Folin-Ciocalteu reaktifi, sodyum karbonat, formaldehit, alüminyum klorid, sodyum asetat, kersetin, klorojenik asit, 3,5-dikafeoilkinik asit, 4,5-dikafeoilkinik asit, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil, ABTS radikali, troloks, potasyum persülfat, demir (III) klorid, hidroklorik asit, demir (II) sülfat heptahidrat, kurşun (II) asetat ve metanol Sigma-Aldrich'ten; 5-kafeoilkinik asit, kafein ve formik asit Fluka'dan temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan HPLC kolonu ise Macherey-Nagel firmasından temin edilmiştir.

3.1.2 Kahvelerin Hazırlanması

Kahveler, tüketim önerilerine uyularak, porsiyon bazında hazırlanmıştır. Tablo 3.1 kahvelerin hazırlanma işlemini özetlemektedir.

Tablo 3.1. Kahve Hazırlama İşlemi

Kahvenin Adı	Hazırlanışı
Türk Kahvesi (Sade)	10 g Türk kahvesi + 100 ml distile su
Türk Kahvesi (Şekerli)	10 g Türk kahvesi + 100 ml distile su + 5 g şeker
Türk Kahvesi (Sütlü/Sade)	10 g Türk kahvesi + 100 ml tam yağlı inek sütü
Türk Kahvesi (Sütlü/Şekerli)	10 g Türk kahvesi + 100 ml tam yağlı inek sütü + 5 g şeker
İstant Türk Kahvesi (Sade)	Paket içeriği (7 g) + 70 ml distile su
İstant Türk Kahvesi (Şekerli)	Paket içeriği (11 g) + 70 ml distile su
İstant Türk Kahvesi (Sütlü/Sade)	Paket içeriği (22 g) + 150 ml distile su
İstant Türk Kahvesi (Sütlü/Şekerli)	Paket içeriği (28 g) + 150 ml distile su
Sade İstant Kahveler	2 g instant kahve + 180 ml distile su
Kremalı İstant Kahveler	Paket içeriği (11 g, 14 g, 12 g) + 180 ml distile su
Kremalı ve Şekerli İstant Kahveler	Paket içeriği (18.5 g, 12 g, 13 g) + 180 ml distile su
Fındık Aromalı İstant Kahveler	Paket içeriği (17 g, 13 g) + 180 ml distile su
Latte Aromalı İstant Kahveler	Paket içeriği (17 g) + 180 ml distile su
Moka Aromalı Kahve	Paket içeriği (17.9 g) + 180 ml distile su

Çalışmada kullanılan Türk kahveleri ve sade instant kahveler paketlerinde beyan edildiği üzere %100 *arabica* türü kahvelerdir. İstant Türk kahvelerinin içeriğinde bulunan kahvenin *arabica* türü kahve olduğu belirtilmiştir. Bunun yanı sıra instant Türk kahvelerinin bileşiminde akasya gamı, süt proteini, şeker, ksantan gam, yağsız süt tozu ve laktoz gibi bileşenlerin olduğu paket üzerinde firma tarafından beyan edilmiştir. İstant kahve karışımlarında (kremalı, kremalı-şekerli,

findık aromalı, latte ve moka örneklerinde) kullanılan kahvenin türü firmalar tarafından paket içeriğinde beyan edilmemiştir. Hazır kahve karışımlarının paket içeriğinde firmalara ve kahvenin çeşidine göre değişmekle birlikte; şeker, glikoz şurubu, süt tozu, süt proteini, asitliği düzenleyici, tam hidrojenize bitkisel yağ, emülgatör, topaklanmayı önleyici, renklendirici, tuz, aroma verici, krema-süt aroması ve tatlandırıcı gibi maddelerin bulunabildiği etiket bilgisi ile tespit edilmiştir.

Türk kahveleri bakır cezvede, kısık ateşte yavaş yavaş kaynayanaya kadar pişirilmiş ve kaynamaya başladığı anda ateşten alınmıştır (168). Pişirme esnasında standardizasyonu sağlamak açısından pişirme sıcaklığı ve süresi sabitlenmeye çalışılmıştır. İstant kahveler için, belirlenen miktarda kahve veya kahve karışımının üzerine belirlenen miktarda kaynamış distile su ile karıştırılmıştır. Tüm kahveler paketleri açıldıktan hemen sonra kullanılmıştır.

Türk kahveleri sütlü ve/veya şekerli hazırlanmasına göre isimlendirilmiş, buna karşın instant kahve karışımlarına verilen kremalı, kremalı-şekerli veya sütlü gibi isimler firmaların beyanına göre belirlenmiştir. Tablo 3.2.'de kahvelerin kısa ve açık isimleri verilmiştir.

Kahveler hazırlandıktan sonra 2 gün -18°C 'de bekletilmiş ve liyofilizere yerleştirilerek 3 gün boyunca dondurularak kurutulmuştur. Tüm analizler liyofilize örnekler üzerinden yapılmıştır. Tablo 3.3'te kahvelerin liyofilizasyon sonrasında yüzde (%) verimleri verilmiştir.

Tablo 3.2. Kahvelerin Kısa ve Açık Adları

Kısa Adı	Açık Adı
TK1	Birinci Türk kahvesi firmasına ait sade Türk kahvesi
TK2	İkinci Türk kahvesi firmasına ait sade Türk kahvesi
TK3	Üçüncü Türk kahvesi firmasına ait sade Türk kahvesi
TK1-Şekerli	Birinci Türk kahvesi firmasına ait şekerli Türk kahvesi
TK2-Şekerli	İkinci Türk kahvesi firmasına ait şekerli Türk kahvesi
TK3-Şekerli	Üçüncü Türk kahvesi firmasına ait şekerli Türk kahvesi
TK1-Sütlü	Birinci Türk kahvesi firmasına ait sütlü Türk kahvesi
TK2-Sütlü	İkinci Türk kahvesi firmasına ait sütlü Türk kahvesi
TK3-Sütlü	Üçüncü Türk kahvesi firmasına ait sütlü Türk kahvesi
TK1-Sütlü/Şekerli	Birinci Türk kahvesi firmasına ait sütlü ve şekerli Türk kahvesi
TK2-Sütlü/Şekerli	İkinci Türk kahvesi firmasına ait sütlü ve şekerli Türk kahvesi
TK3-Sütlü/Şekerli	Üçüncü Türk kahvesi firmasına ait sütlü ve şekerli Türk kahvesi
ITK	İnstant Türk kahvesi firmasına ait sade Türk kahvesi
ITK-Şekerli	İnstant Türk kahvesi firmasına ait şekerli Türk kahvesi
ITK-Sütlü	İnstant Türk kahvesi firmasına ait sütlü Türk kahvesi
ITK-Sütlü/Şekerli	İnstant Türk kahvesi firmasına ait sütlü ve şekerli Türk kahvesi

Tablo 3.2. Kahvelerin Kısa ve Açık Adları (devamı)

Kısa Adı	Açık Adı
I1-Klasik	Birinci instant kahve firmasına ait klasik instant kahve
I1-Gold	Birinci instant kahve firmasına ait gold instant kahve
I2-Gold	İkinci instant kahve firmasına ait gold instant kahve
I1-Kremalı	Birinci instant kahve firmasına ait kremalı instant kahve
I3-Kremalı	Üçüncü instant kahve firmasına ait kremalı instant kahve
I2-Kremalı	İkinci instant kahve firmasına ait kremalı instant kahve
I1-Kremalı-Şeker	Birinci instant kahve firmasına ait kremalı ve şekerli instant kahve
I3-Kremalı-Şeker	Üçüncü instant kahve firmasına ait kremalı ve şekerli instant kahve
I2-Kremalı-Şeker	İkinci instant kahve firmasına ait kremalı ve şekerli instant kahve
I1-Fındık Aromalı	Birinci instant kahve firmasına ait kremalı, şekerli ve fındık aromalı instant kahve
I3-Fındık Aromalı	Üçüncü instant kahve firmasına ait kremalı, şekerli ve fındık aromalı instant kahve
I1-Latte	Birinci instant kahve firmasına ait şekerli, latte instant kahve
I3-Latte	Üçüncü instant kahve firmasına ait şekerli, latte instant kahve
I1-Moka	Birinci instant kahve firmasına ait kremalı, şekerli ve çikolatalı instant kahve

Tablo 3.3 Liyofilizasyon Sonrası Yüzde Verim

Kahve	% Verim
TK1	53.50
TK1-Şekerli	47.93
TK1-Sütlü	45.70
TK1-Sütlü/Şekerli	26.00
TK2	59.48
TK2-Şekerli	52.79
TK2-Sütlü	47.16
TK2-Sütlü/Şekerli	37.33
TK3	66.62
TK3-Şekerli	49.10
TK3-Sütlü	35.82
TK3-Sütlü/Şekerli	28.30
ITK	73.35
ITK-Şekerli	67.76
ITK-Sütlü	54.00
ITK-Sütlü/Şekerli	45.15

Tablo 3.3 Liyofilizasyon Sonrası Yüzde Verim (devamı)

Kahve	% Verim
I1-Klasik	88.05
I1-Gold	90.80
I2-Gold	88.85
I1-Kremalı	74.48
I3-Kremalı	76.85
I2-Kremalı	79.35
I1-Kremalı-Şeker	71.27
I3-Kremalı-Şeker	74.16
I2-Kremalı-Şeker	64.98
I1-Fındık Aromalı	70.54
I3-Fındık Aromalı	70.39
I1-Latte	72.35
I3-Latte	70.41
I1-Moka	73.39

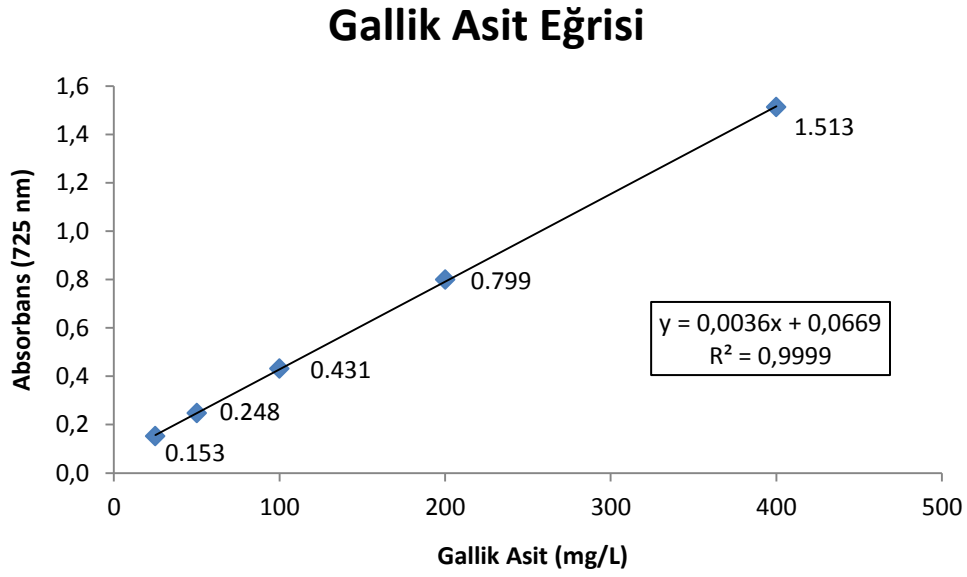
3.2. Analizler

3.2.1. Total Fenol İçeriği Analizi

Total fenol içeriği, Folin–Ciocalteu reaktifi kullanılarak, Singleton ve Rossi'nin yöntemine göre uyarlanmıştır. Folin-Ciocalteu yöntemi, fenolik bileşiklerden alkali ortamda elektronların fosfomolibtik ve fosfotungistik asitlere taşınarak mavi renkli bileşiklerin oluşumuna dayanmaktadır, oluşan bu bileşikler ortalama 760 nanometre'de (nm) spektrofotometrik olarak okunmaktadır (169). Folin-Ciocalteu reaksiyonunun kimyası tam olarak bilinmemekle birlikte, tersinir tek veya çift elektron reaksiyon dizilerinin mavi renkli bileşiklerin oluşumuna neden olduğuna inanılmaktadır (170).

Folin-Ciocalteu testinin yorumlanmasında, kimyasının spesifik olmaması ve örnek ekstrakttaki diğer oksidasyon substratlarının engelleyici (inhibe edici) veya artırıcı etkilerinin olabilecek olması önemli noktalardır. İnhibisyon, oksidanların Folin-Ciocalteu reaktifiyle rekabetine veya örnek alkali yapıldıktan sonra hava ile oksidasyona bağlı olarak gelişebilir. Bu nedenle, Folin-Ciocalteu reaktifi alkali eklenmeden önce eklenir. Katkıda bulunan olumlu etkiler ise, öngörülemeyen fenoller, aromatik aminler, yüksek şeker düzeyi ve askorbik aside bağlı olarak görülebilmektedir. Askorbik asit, Folin-Ciocalteu reaktifiyle kolayca reaksiyona girmektedir ve bu nedenle dikkate alınmalıdır. Folin-Ciocalteu'nun genel kimyasına bağlı olarak, total fenollerin ve diğer oksidan substratların ölçütüdür denilebilir. Bununla birlikte, Folin-Ciocalteu deneyi basit, tekrarlanabilir ve fenolik antioksidanların çalışılmasında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (170).

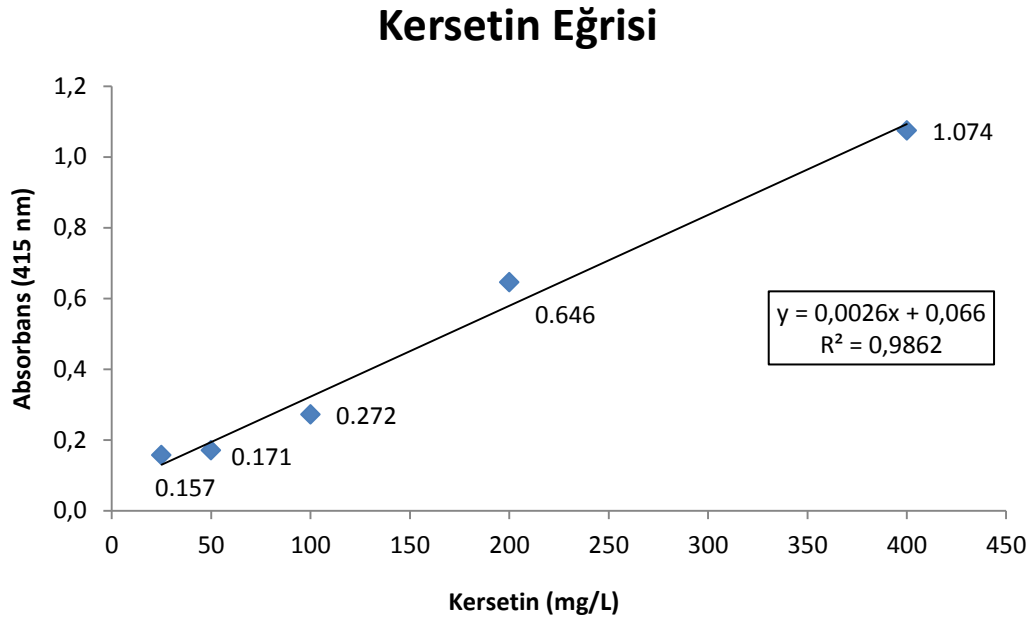
Gallik asit farklı konsantrasyonlarda seyreltilerek kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Şekil 3.1'de farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış gallik asit çözeltilerinden elde edilmiş kalibrasyon eğrisi verilmiştir. Ekstreler veya gallik asit çözeltileri, Folin-Ciocalteu reaktifi ve sodyum karbonat ile karıştırılmıştır. İki saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra absorbans 725 nm'de okunmuştur. Ekstrelerin total fenol içerikleri mg GAE/g olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.1 Gallik Asit Kalibrasyon Eğrisi

3.2.2. Total Flavonoid İçeriği Analizi

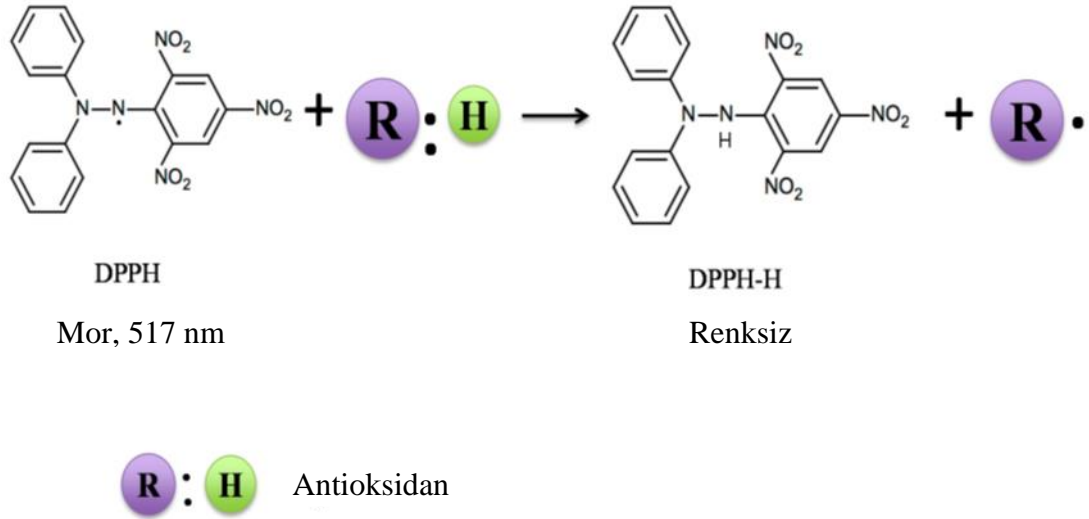
Ekstrelerin total flavonoid içeriği, alüminyum klorid kolorimetrik yöntemine göre hesaplanmıştır. Farklı konsantrasyonlarda kersetin çözeltileri hazırlanarak kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur (Şekil 3.2). Ekstreler veya kersetin çözeltileri, etanol, alüminyum klorid ve sodyum asetat ile karıştırıldıktan sonra 30 dakika oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Absorbans 415 nm’de kaydedilmiş ve sonuçlar mg kersetin eşdeğeri(KE) /g olarak verilmiştir (171).



Şekil 3.2 Kersetin Kalibrasyon Eğrisi

3.2.3. 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) Radikal Süpürücü Aktivite Analizi

Besinlerde antioksidan aktivitenin tayininde kullanılan, hızlı, basit, maliyetsiz ve yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, antioksidanların DPPH radikalini redoks reaksiyonlarına bağlı olarak süpürmesi temeline dayanmaktadır (28). Şekil 3.3'de DPPH radikali ve stabil formu verilmiştir.



Şekil 3.3 DPPH radikali ve stabil formu (28)

DPPH, tek elektronuna bağlı olarak 517 nm dalga boyunda güçlü bir absorpsiyon bandı gösterir. Çözelti koyu mor renklidir ve absorpsiyon ile renk kaybolurken, eşlenmemiş elektronlar da eşlenir. Bu yöntem örneğin, su veya metanol içerisinde çözülmüş DPPH ile reaksiyonuna dayanmaktadır, böylece antioksidan bileşiklerin ekstraksiyonu kolaylaştırılmış olur. DPPH yönteminin avantajı örneğin tamamının reaksiyona girebilmesidir ve yöntemde yeterince zamanın verilmesiyle DPPH zayıf antioksidanlarla da yavaşça reaksiyona girebilmektedir. DPPH yöntemiyle hem hidrofilik hem de lipofilik antioksidanların aktivitesi test edilebilir (172,173).

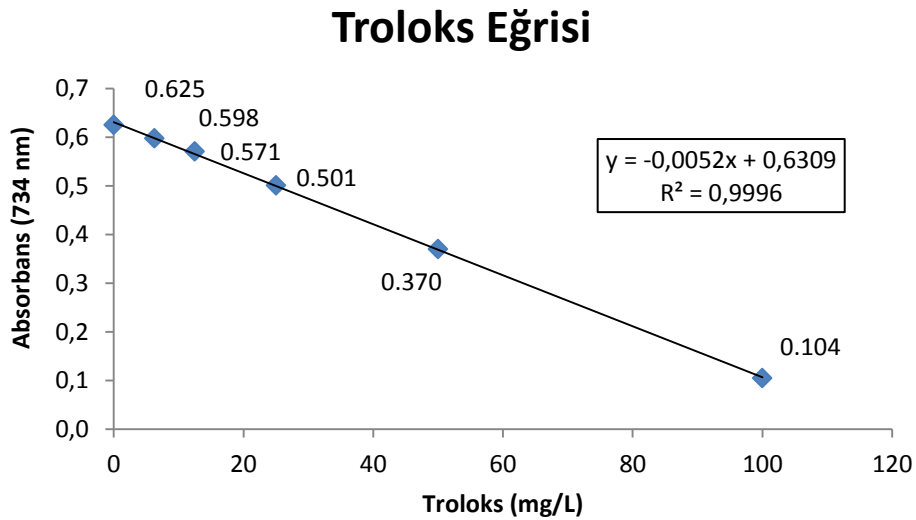
Metanolde çözülmüş örnekler DPPH ile karıştırıldıktan sonra yarım saat inkübe edilmiş ve absorpsiyon 517 nm'de okunmuştur. Referans olarak askorbik asit kullanılmış ve sonuçlar askorbik asit ile karşılaştırılarak hesaplanmıştır. % İnhibisyon değeri; $\%I = [(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}}] \times 100$ formülü üzerinden hesaplanmıştır. Burada A_{kontrol} , kontrol reaksiyonunun absorpsiyon değerini ve $A_{\text{örnek}}$ örneklerin veya askorbik asitin absorpsiyon değerini ifade etmektedir (171).

3.2.4 2,2'-azino-bis 3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit (ABTS) Radikal Süpürücü Aktivite Analizi

Bu yöntem, antioksidanların uzun ömürlü radikal kation ABTS'yi süpürme yetilerine dayanmaktadır. Bu yöntemde ABTS, peroksil radikalleri veya oksidanlar

aracılığıyla yoğun olarak renkli olan radikal katyonuna okside olur ve antioksidan aktivite, antioksidan bileşiklerin radikal ABTS katyonu ile reaksiyona girerek rengi azaltmalarına bağlı olarak ölçülür (174). ABTS radikal katyonu mavi/yeşil renklidir ve suda en yüksek absorbanı 734 nm'dedir. Sonuçlar troloks (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit) eşdeğeri olarak ifade edilmektedir (28).

ABTS radikal katyonunu elde etmek için çeşitli kimyasal veya enzimatik reaksiyonlar kullanılabilir. Burada potasyum persülfat kullanılmıştır. Potasyum persülfat ve ABTS, antioksidan eklenmeden önce karıştırılmış ve böylece örnekle ABTS'nin katyon oluşturması önlenmiştir (174). Hazırlanan 7 milimolar (mM) ABTS ve 2.45 mM potasyum persülfat çözeltileri karıştırıldıktan sonra 12-16 saat karanlık ortamda bekletilmiştir. Bu solüsyon seyreltilerek belirli konsantrasyonlarda hazırlanmış troloks veya örnekler ile karıştırıldıktan sonra, 6 dakika inkübe edilmiş ve absorban 734 nm'de okunmuştur (175). Şekil 3.4'te troloksun kalibrasyon eğrisi verilmiştir.



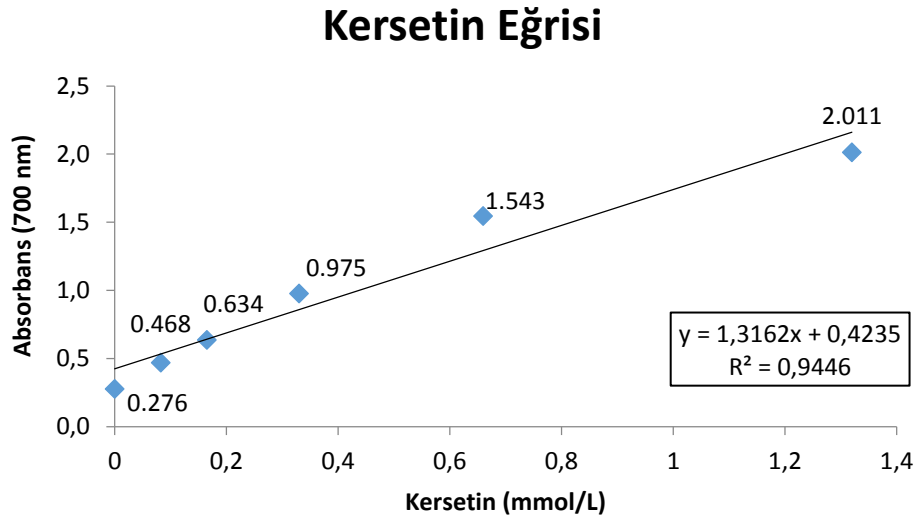
Şekil 3.4 Troloks Kalibrasyon Eğrisi

3.2.5 Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite (FRAP) Tayini

FRAP, antioksidanın molar konsantrasyonu ile ilişkilendirilen redoks bağımlı kolorimetrik bir deneydir. Bu yöntem antioksidanların ferrik demiri ferröz demire indirgeme yetisine dayanmaktadır. Bir bileşiğin antioksidan aktivitesi genellikle o

bileşimin indirgeyici kapasitesi ile ilişkilendirildiğinden FRAP deneyi antioksidan aktivitenin çeşitli bileşiklerde çalışılması konusunda güvenilir bir yöntem olarak görünmektedir (176).

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan ekstre veya kersetinin (referans) üzerine fosfat tamponu (pH 6.6) ve potasyum ferrisiyanit eklendikten sonra 50 °C'de 20 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra karışımın üzerine %10'luk trikloroasetik asit (TCA) eklenmiş ve kuvvetlice çalkalanmıştır. Karışıma distile su ve demir(III)klorür eklenmiştir. Absorbans, 30 dakika inkübasyondan sonra 700 nm'de spektrofotometrik olarak okunmuştur. Kersetin kalibrasyon eğrisi Şekil3.5'te verilmiştir. Sonuçlar mmol KE/g cinsinden verilmiştir (171,177).



Şekil 3.5 Kersetin Kalibrasyon Eğrisi

3.2.6 Klorojenik Asit Türevleri ve Kafeinin Kantitatif Analizi

Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC), organik moleküllerin veya iyonların analizi için kullanılabilen ayırma tekniğidir. HPLC, kullanılan sabit fazın tipine bağlı olarak adsorbsiyon, partisyon ve iyon değiştirme mekanizmalarına dayanan bir yöntemdir. HPLC, sıvı hareketli faz ile paslanmaz çelik kolon içindeki katı sabit fazdan oluşur. Bir solüsyondaki bileşenlerin ayrıştırılması, iki faz arasındaki çözünenlerin relatif dağılım oranlarının farkına göre değerlendirilmektedir (178).

HPLC çalışma koşulları ve sıvı faz akış şeması Tablo 3.4 ve Tablo 3.5'te verilmiştir.

Tablo 3.4 HPLC Çalışma Koşulları (179)

Model:	Thermo Finnigan HPLC
Kolon:	Macherey – Nagel Nucleodur marka 250 x 4.6 mm, 5µm id (RP-C18)
Mobil Faz:	A: % 3 Formik Asit B: HPLC Grade Metanol
Akış Hızı:	1 ml/dk
Kolon Sıcaklığı:	Ortam Sıcaklığı (25°C)
Enjeksiyon Miktarı:	20 µL
Dedeksiyon:	Klorojenik Asit: 277 nm 4,5- ve 3,5-diKafeoil Kinik Asit: 283 nm 5-Kafeoil Kinik Asit: 320 nm Kafein: 278 nm

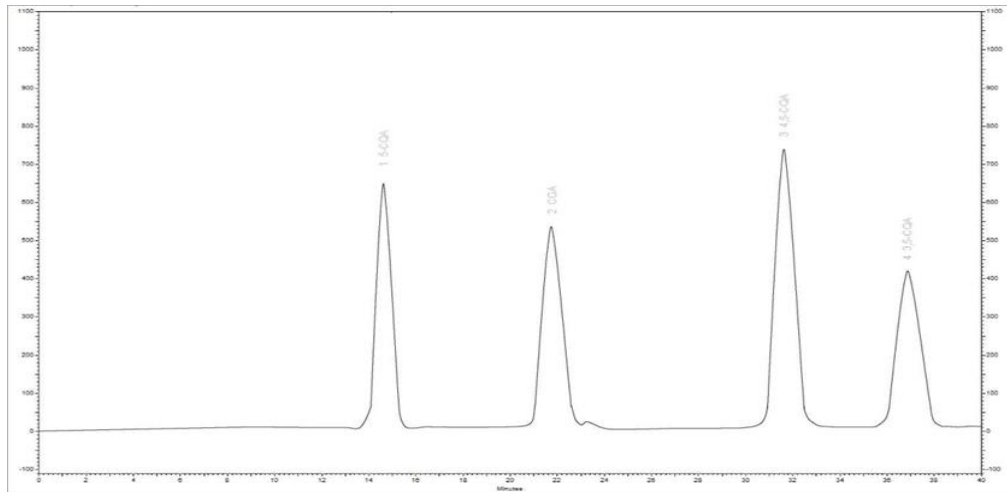
Tablo 3.5 HPLC Akış Şeması (179)

	% 3 Formik Asit	Metanol
0'	% 98	% 2
20'	% 68	% 32
30'	% 60	% 40
40'	% 5	% 95
45'	% 5	% 95

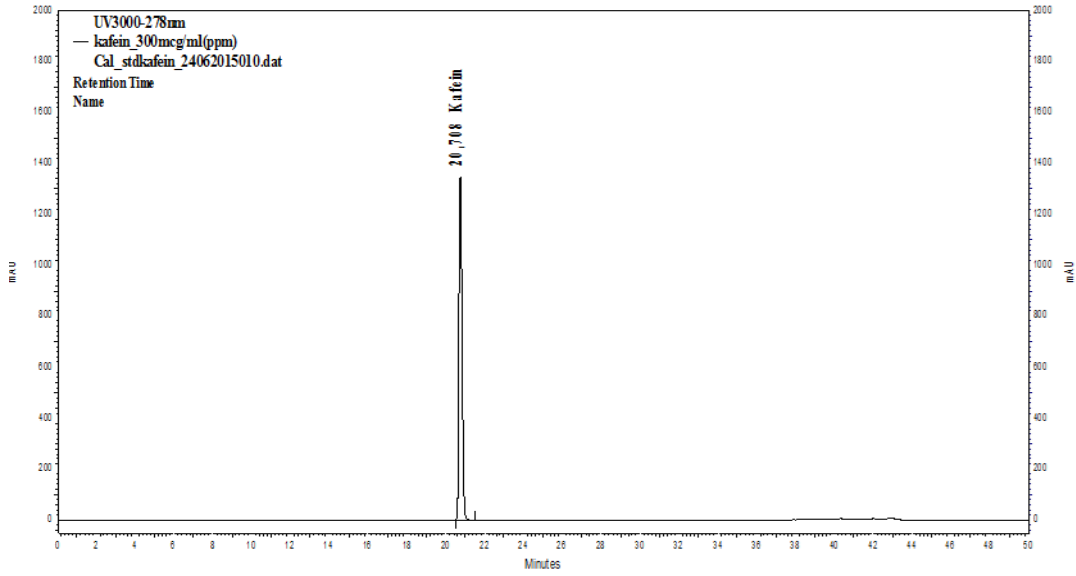
Tablo 3.6’da HPLC standartlarının regresyon denklemleri ve korelasyon katsayıları verilmiştir. Klorojenik asit, 5-kafeoil kinik asit, 3,5-dikafeoil kinik asit ve 4,5-dikafeoil kinik asit standartları için stok çözeltiler 0.3 mg/ml konsantrasyonda ve metanolde hazırlanıp ara stok çözelti konsantrasyonları 0.003-0.3 mg/ml arasında hazırlanmıştır. Kafein için standart stok çözelti 0.3 mg/ml konsantrasyonda suda hazırlanmıştır ve ara stok çözelti konsantrasyonları 0.003-0.3 mg/ml arasındadır. Liyofilize örneklerden 20 µL HPLC kolonuna enjekte edilmiştir. Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de sırasıyla klorojenik asitler ve kafeine ait standart kromatogramlar verilmiştir.

Tablo 3.6 Standart Maddelerin Regresyon Denklemi ve Korelasyon Katsayısı

Standart Madde	Regresyon Denklemi ($y = ax + b$)	Korelasyon Katsayısı (r^2)
Klorojenik asit	$y = 0.000346728x + 0.0$	0.998014
5-kafeoil kinik asit	$y = 0.000155725x + 0.0$	0.999786
3,5-dikafeoil kinik asit	$y = 0.000720989x + 0.0$	0.998699
4,5-dikafeoil kinik asit	$y = 0.000163648x + 0.0$	0.997235
Kafein	$y = (1.98393e-005)x + 0.0$	0.999798



Şekil 3.6 Klorojenik Asit; 5-Kafeoil Kinik Asit; 3,5-diKafeoil Kinik Asit; 4,5-diKafeoil Kinik Asit Standart Kromatogramı



Şekil 3.7 Kafein Standart Kromatogram

3.3 İstatistiksel Analiz

Çalışmadan elde edilen veriler Statistical Package for Social Science (SPSS) 22.0 istatistik paket programıyla değerlendirilmiştir. Üç tekrarlı ölçüm sonuçları, ortalama ve standart sapma cinsinden verilmiştir. Test edilecek gruplarda örneklem sayısı düşük olduğundan parametrik olmayan testler tercih edilmiştir. Gruplar arasında fark olup olmadığına Kruskal-Wallis testi ile karar verildikten sonra ikişerli karşılaştırmalar için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Farklı yöntemlerle tayin edilen sonuçlar arasında korelasyon olup olmadığı parametrik olmayan Spearman korelasyon testi yardımıyla saptanmıştır. Yapılan tüm istatistiksel testlerde anlamlılık düzeyi $p < 0.050$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1 Kahvelerin Total Fenol İçeriği

Liyofilize edilmiş kahve örneklerinin belirli konsantrasyonda distile su ile ekstraksiyonu sonucunda elde edilen örneklerin total fenol içerikleri mg GAE/g cinsinden Tablo 4.1 ve Tablo 4.2’de verilmiştir. Elde edilen bu verilere göre, sade Türk kahveleri (119.5 ± 10.42 mg GAE/g) ile klasik ve gold instant kahvelerin (102.0 ± 5.14 mg GAE/g) total fenol içeriklerinin benzer olduğu gözlenmiştir ($p=0.050$). Türk kahvelerinin farklı şekillerde hazırlanmasının total fenol içeriğini (mg GAE/g) anlamlı oranda etkilediği gözlenmiştir ($p=0.016$). Şekerli (39.1 ± 3.23 mg GAE/g; $p=1.000$), sütlü (31.1 ± 0.93 mg GAE/g; $p=0.249$) ve sütlü-şekerli (22.3 ± 0.83 mg GAE/g; $p=0.013$) Türk kahvelerinin her birinin total fenol içeriğinin sade Türk kahvelerinden (119.5 ± 10.42 mg GAE/g) daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak bu fark sütlü-şekerli Türk kahvesi hariç diğer kahveler için istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Sade instant Türk kahvesinin (92.9 ± 1.53 mg GAE/g) total fenol içeriği sade Türk kahvelerinden (119.5 ± 10.42 mg GAE/g) daha düşük bulunmuştur. Sade instant Türk kahvesinin (92.9 ± 1.53 mg GAE/g) total fenol içeriği şekerli (24.2 ± 0.25 mg GAE/g), sütlü (5.0 ± 1.07 mg GAE/g) ve sütlü-şekerli (6.7 ± 0.80 mg GAE/g) instant Türk kahvelerinden yüksek bulunmuştur. Sade instant Türk kahveleri tek firmadan temin edildikleri için bunların istatistiksel olarak karşılaştırılması yapılamamıştır.

Birinci, ikinci ve üçüncü Türk kahvesi markalarının (TK1, TK2, TK3) total fenol içerikleri hem sade, hem de şekerli ve/veya sütlü hazırlandıklarında birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulunmuştur (her bir hazırlama yöntemi için; $p=0.018$). Sade Türk kahvelerinde birinci (118.7 ± 1.15) ve üçüncü (130.3 ± 5.67) markalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0.014$). Diğer markalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.472$).

Tablo 4.1. Sade, Şekerli ve/veya Sütü Türk Kahveleri ve İstant Türk Kahvelerin Total Fenol İçerikleri (mg GAE/g)

Türk Kahvesi	Total Fenol İçeriği ($\bar{x} \pm SS$)	P
Sade Türk Kahvesi (n=3)	119.5 ± 10.42	
TK1	118.7 ± 1.15	<0.050 ^a
TK2	109.5 ± 10.56	
TK3	130.3 ± 5.67	
Şekerli Türk Kahvesi (n=3)	39.1 ± 3.23	>0.050 ^b
TK1-Şekerli	42.5 ± 0.98	<0.050 ^a
TK2-Şekerli	38.9 ± 0.63	
TK3-Şekerli	36.0 ± 4.49	
Sütü Türk Kahvesi (n=3)	31.1 ± 0.93	>0.050 ^b
TK1-Sütü	32.2 ± 1.65	<0.050 ^a
TK2-Sütü	30.4 ± 1.33	
TK3-Sütü	30.7 ± 3.34	
Sütü ve Şekerli Türk Kahvesi (n=3)	22.3 ± 0.83	<0.050 ^b
TK1-Sütü/Şekerli	21.6 ± 0.71	<0.050 ^a
TK2-Sütü/Şekerli	22.0 ± 1.72	
TK3-Sütü/Şekerli	23.2 ± 0.74	
İstant Türk Kahvesi (n=1)		
ITK	92.9 ± 1.53	
ITK-Şekerli	24.2 ± 0.25	
ITK-Sütü	5.0 ± 1.07	
ITK-Sütü/Şekerli	6.7 ± 0.80	

^a: Firmalar arası fark esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

^b: Sade Türk kahveleri esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

Tablo 4.2’de instant kahve ve kahve karışımlarının total fenol içerikleri (mg GAE/g) verilmiştir. Aynı markanın klasik (100.1 ± 40.94 mg GAE/g) ve gold (98.04 ± 34.00 mg GAE/g) instant kahvelerinin total fenol içerikleri benzerdir. Sade instant kahvelerin total fenol içeriği (102.0 ± 5.14 mg GAE/g) kremalı instant (20.0 ± 6.71 mg GAE/g) ve kremalı-şekerli instant kahvelerden (15.9 ± 5.03 mg GAE/g) yüksektir bulunmuştur, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.051$). Kremalı-şekerli instant kahvelerin (15.9 ± 5.03 mg GAE/g) total fenol içerikleri kremalı-şekerli fındık aromalı instant kahvelerden (17.9 mg GAE/g) düşüktür; ancak bu fark da istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.564$). Kremalı-şekerli instant kahvelerin (15.9 ± 5.03 mg GAE/g) total fenol içerikleri latte kahvelerin (8.1 mg GAE/g) total fenol içeriğinden yüksektir, ancak bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.083$). Kremalı-şekerli instant kahvelerin (15.9 ± 5.03 mg GAE/g) total fenol içerikleri kremalı-şekerli moka kahveye (14.6 mg GAE/g) oranla yüksektir. Sadece bir firmaya ait instant moka kahve karışımı ile çalışıldığı için burada istatistik vermek doğru değildir.

Instant gold kahvelerde birinci marka ile ikinci marka total fenol içeriği açısından birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı oranda farklı bulunmamıştır ($p=0.100$). Kremalı ve kremalı-şekerli instant kahve karışımlarında total fenol içeriği markalar arasında anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir (sırasıyla; $p=0.018$, $p=0.018$). Fındık aromalı ve latte kahve karışımlarının total fenol içeriği markalar arasında anlamlı bir farklılık göstermemektedir (sırasıyla; $p=0.100$, $p=0.100$).

Tablo 4.2 İstant Kahve ve Kahve Karışımlarının Total Fenol İçerikleri (mg GAE/g)

İstant Kahve	Total Fenol İçeriği ($\bar{x} \pm SS$)	P
Sade İstant Kahve (n=3)	102.0 ± 5.14	=0.050 ^a
Klasik Kahve (n=1)	100.1	
I1-Klasik	100.1 ± 40.94	
Gold Kahve (n=2)	102.9	
I1-Gold	98.0 ± 34.00	>0.050 ^d
I2-Gold	107.8 ± 11.74	
Kremalı Kahve Karışımı (n=3)	20.0 ± 6.71	>0.050 ^b
I1-Kremalı	24.4 ± 0.78	<0.050 ^d
I3-Kremalı	23.3 ± 0.96	
I2-Kremalı	12.3 ± 2.31	
Kremalı-Şekerli Kahve Karışımı (n=3)	15.9 ± 5.03	>0.050 ^b
I1-Kremalı-Şeker	12.1 ± 0.50	<0.050 ^d
I3-Kremalı-Şeker	13.9 ± 0.55	
I2-Kremalı-Şeker	21.6 ± 1.18	
Aromalı Kahve Karışımı (n=2)	17.9	>0.050 ^c
I1-Fındık Aromalı	15.1 ± 0.11	>0.050 ^d
I3-Fındık Aromalı	20.7 ± 0.48	
Latte Karışımı (n=2)	8.1	>0.050 ^c
I1-Latte	7.5 ± 0.22	>0.050 ^d
I3-Latte	8.7 ± 0.38	
Moka Karışımı (n=1)	14.6	
I1-Moka	14.6 ± 0.83	

^a: Sade Türk kahveleri esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

^b: Sade instant kahveler esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

^c: Kremalı-şekerli kahve karışımları esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

^d: Firmalar arası fark esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

4.2 Kahvelerin Total Flavonoid İçeriği

Tablo 4.3'te sade, şekerli ve/veya sütlü Türk kahveleri ve instant Türk kahvelerinin total flavonoid içeriği mg KE/g cinsinden verilmiştir. Bu verilere göre; Türk kahvelerinin total flavonoid içeriklerinin hazırlama yöntemine göre farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır ($p=0.041$). Sade Türk kahvelerinin (45.6 ± 32.48 mg KE/g) total flavonoid içeriği, şekerli (10.1 ± 3.06 mg KE/g; $p=0.055$), sütlü (15.4 ± 1.62 mg KE/g; $p=1.000$) ve sütlü-şekerli (10.8 ± 5.49 mg KE/g; $p=1.000$) Türk kahvelerinden yüksektir. Ancak bu farklılıklar kendi içerisinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Sade instant Türk kahvesinin (30.9 ± 8.98 mg KE/g) total flavonoid içeriği sade Türk kahvelerinden (45.6 ± 32.48 mg KE/g) düşüktür. Sade instant Türk kahvesinin (30.9 ± 8.98 mg KE/g) total flavonoid içeriği şekerli (9.3 ± 4.61 mg KE/g), sütlü (4.2 ± 2.58 mg KE/g) ve sütlü-şekerli (8.0 ± 1.53 mg KE/g) instant Türk kahvelerinden yüksektir. Instant Türk kahvelerinin istatistiksel karşılaştırması yapılamamıştır. Sade Türk kahvelerinin (45.6 ± 32.48 mg KE/g) total flavonoid içeriklerinin sade instant kahvelerle (29.9 ± 1.19 mg KE/g) benzer olduğu sonucuna varılmıştır ($p=0.827$).

Total flavonoid içeriği Türk kahvesi markaları arasında sade, şekerli ve/veya sütlü hazırlandıklarında birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulunmuştur (sade, şekerli, sütlü ve sütlü-şekerli için; $p=0.018$). Üçüncü markanın (83.0 ± 24.76) sade Türk kahvelerinde total flavonoid içeriğinin ikinci (24.2 ± 6.83) markaya oranla anlamlı oranda daha yüksek olduğu gösterilmiştir ($p=0.014$). Diğer markalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.472$).

Tablo 4.3 Sade, Şekerli ve/veya Sütü Türk Kahveleri ve İstant Türk Kahvelerinin Total Flavonoid İçerikleri (mg KE/g)

Türk Kahvesi	Total Flavonoid İçeriği ($\bar{x} \pm SS$)	P
Sade Türk Kahvesi (n=3)	45.6 ± 32.48	
TK1	29.6 ± 5.30	<0.050 ^a
TK2	24.2 ± 6.83	
TK3	83.0 ± 24.76	
Şekerli Türk Kahvesi (n=3)	10.1 ± 3.06	>0.050 ^b
TK1-Şekerli	9.5 ± 1.24	<0.050 ^a
TK2-Şekerli	7.3 ± 0.17	
TK3-Şekerli	13.4 ± 4.36	
Sütü Türk Kahvesi (n=3)	15.4 ± 1.62	>0.050 ^b
TK1-Sütü	14.6 ± 1.49	<0.050 ^a
TK2-Sütü	17.3 ± 1.54	
TK3-Sütü	14.4 ± 5.96	
Sütü ve Şekerli Türk Kahvesi (n=3)	10.8 ± 5.49	>0.050 ^b
TK1-Sütü/Şekerli	15.0 ± 0.22	<0.050 ^a
TK2-Sütü/Şekerli	12.8 ± 7.35	
TK3-Sütü/Şekerli	4.6 ± 5.37	
İstant Türk Kahvesi (n=1)		
ITK	30.9 ± 8.98	
ITK-Şekerli	9.3 ± 4.61	
ITK-Sütü	4.2 ± 2.58	
ITK-Sütü/Şekerli	8.0 ± 1.53	

^a: Firmalar arası fark esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

^b: Sade Türk kahveleri esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

Tablo 4.4'te instant kahve ve kahve karışımlarının total flavonoid içerikleri (mg KE/g) verilmiştir. Sade (29.9 ± 1.19 mg KE/g), kremalı (12.0 ± 4.01 mg KE/g) ve kremalı-şekerli (3.6 ± 0.87 mg KE/g) instant kahvelerin total flavonoid içerikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır ($p=0.027$). Sade instant kahvenin (29.9 ± 1.19 mg KE/g) total flavonoid içeriğinin kremalı instant kahve (12.0 ± 4.01 mg KE/g; $p=0.539$) ile istatistiksel olarak ilişkili olmamasına karşın, kremalı-şekerli instant kahvenin (3.6 ± 0.87 mg KE/g; $p=0.022$) total flavonoid içeriğinden anlamlı oranda yüksek olduğu saptanmıştır. Kremalı-şekerli instant kahveler (3.6 ± 0.87 mg KE/g), kremalı-şekerli fındık aromalı instant kahveler (5.6 mg KE/g) ve kremalı-şekerli latte kahveler (6.2 mg KE/g) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna varılmıştır ($p=0.368$). Kremalı-şekerli instant kahvelerin (3.6 ± 0.87 mg KE/g) total flavonoid içerikleri moka kahveden (4.7 ± 0.48 mg KE/g) düşüktür. Moka kahve tek örnek ile çalışıldığından istatistiksel olarak anlamlılığı test edilememiştir.

Birinci ve ikinci marka instant gold kahvelerin total flavonoid içerikleri benzer bulunmuştur ($p=0.100$). Kremalı ve kremalı-şekerli instant kahve karışımlarında total flavonoid içeriği markalar arasında anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir (sırasıyla; $p=0.018$, $p=0.018$). Fındık aromalı ve latte kahve karışımlarının total flavonoid içeriği markalara göre anlamlı farklılık göstermemektedir (sırasıyla; $p=0.100$, $p=0.100$).

Tablo 4.4. İstant Kahve ve Kahve Karışımlarının Total Flavonoid İçerikleri (mg KE/g)

İstant Kahve	Total Flavonoid İçeriği ($\bar{x} \pm SS$)	P
Sade İstant Kahve (n=3)	29.9 ± 1.19	>0.050 ^a
Klasik Kahve (n=1)	31.2	
I1-Klasik	31.2 ± 0.86	
Gold Kahve (n=2)	29.2	
I1-Gold	29.5 ± 2.50	>0.050 ^d
I2-Gold	28.9 ± 1.79	
Kremalı Kahve Karışımı (n=3)	12.0 ± 4.01	>0.050 ^b
I1-Kremalı	13.9 ± 1.31	<0.050 ^d
I3-Kremalı	14.7 ± 3.08	
I2-Kremalı	7.4 ± 0.56	
Kremalı-Şekerli Kahve Karışımı (n=3)	3.6 ± 0.87	<0.050 ^b
I1-Kremalı-Şeker	4.6 ± 1.11	<0.050 ^d
I3-Kremalı-Şeker	3.0 ± 0.21	
I2-Kremalı-Şeker	3.2 ± 0.13	
Aromalı Kahve Karışımı (n=2)	5.6	>0.050 ^c
I1-Fındık Aromalı	4.1 ± 0.85	>0.050 ^d
I3-Fındık Aromalı	7.2 ± 1.16	
Latte Karışımı (n=2)	6.2	>0.050 ^c
I1-Latte	8.5 ± 1.64	>0.050 ^d
I3-Latte	3.9 ± 1.20	
Moka Karışımı (n=1)	4.7	
I1-Moka	4.7 ± 0.48	

^a: Sade Türk kahveleri esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

^b: Sade instant kahveler esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

^c: Kremalı-şekerli kahve karışımları esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

^d: Firmalar arası fark esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

4.3 Kahvelerin DPPH Radikal Süpürücü Aktivitesi

Tablo 4.5’de Türk kahveleri ve instant Türk kahvelerinin % inhibisyon değerleri verilmiştir. Yüzde (%) inhibisyon değeri, örneğin üç tekrarlı olarak ölçülen absorbans değerinin ortalaması alınarak hesaplanmıştır; bu nedenle değerler tabloda ortalama \pm standart sapma olarak değil sadece ortalama olarak verilmiştir. Türk kahvesinin farklı şekillerde hazırlanması % inhibisyon oranını anlamlı oranda etkilemektedir ($p=0.016$). Sade Türk kahvelerinin (% 86.9 ± 3.82) % inhibisyon değerleri şekerli (% 38.8 ± 4.84 ; $p=1.000$), sütlü (% 22.6 ± 2.48 ; $p=0.249$) ve sütlü-şekerli (% 15.3 ± 3.27 ; $p=0.013$) Türk kahvelerinden yüksektir. Ancak bu farklılık sadece sütlü-şekerli Türk kahveleri için anlamlıdır. Sade instant Türk kahvesinin (% 74.8) % inhibisyon değeri sade Türk kahvelerinden (% 80.4 ± 12.68) düşük bulunmuştur. Sade instant Türk kahvesinin (% 74.8) % inhibisyon değeri şekerli (% 27.3), sütlü (% 3.1) ve sütlü-şekerli (% 2.6) instant Türk kahvelerinden yüksektir. Sade instant Türk kahveleri tek bir firmadan temin edildikleri için istatistiksel karşılaştırma yapılamamıştır. Sade Türk kahvelerinin (% 86.9 ± 3.82) % inhibisyon değerleri sade instant kahvelerden (% 63.5 ± 9.45) daha yüksek bulunmuştur, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.827$).

Sade, şekerli, sütlü ve sütlü-şekerli Türk kahvelerinin % inhibisyon değerleri markalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p=0.018$). Sade Türk kahvelerinde birinci markanın % inhibisyon değeri ikinci ($p=0.014$) ve üçüncü ($p=0.472$) markalardan yüksek bulunmuştur. Yalnızca birinci ve ikinci markalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 4.5 Türk Kahveleri ve İstant Türk Kahvelerinin % İnhibisyon Değerleri (%)

Kahve	%İnhibisyon	p
Sade Türk Kahvesi (n=3)	86.9 ± 3.82	
TK1	91.1	<0.050 ^a
TK2	83.6	
TK3	86.1	
Şekerli Türk Kahvesi (n=3)	38.8 ± 4.84	>0.050 ^b
TK1-Şekerli	44.4	<0.050 ^a
TK2-Şekerli	35.7	
TK3-Şekerli	36.3	
Sütlü Türk Kahvesi (n=3)	22.6 ± 2.48	>0.050 ^b
TK1-Sütlü	22.1	<0.050 ^a
TK2-Sütlü	25.2	
TK3-Sütlü	20.3	
Sütlü ve Şekerli Türk Kahvesi (n=3)	15.3 ± 3.27	<0.050 ^b
TK1-Sütlü/Şekerli	19.1	<0.050 ^a
TK2-Sütlü/Şekerli	13.2	
TK3-Sütlü/Şekerli	13.7	
İstant Türk Kahvesi (n=1)		
ITK	74.8	
ITK-Şekerli	27.3	
ITK-Sütlü	3.1	
ITK-Sütlü/Şekerli	2.6	
Askorbik Asit	94.1	

^a: Firmalar arası fark esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

^b: Sade Türk kahveleri esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

Tablo 4.6’da instant kahve ve kahve karışımlarına ait % inhibisyon değerleri verilmiştir. Sade instant kahvelerin (63.5 ± 9.45) % inhibisyon değerleri, kremalı (13.8 ± 5.78) ve kremalı-şekerli (11.9 ± 2.51) instant kahvelerden yüksek bulunmuştur, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.061$). Kremalı-şekerli kahveler (11.9 ± 2.51) ile kremalı şekerli fındık aromalı (13.9) ve latte (6.4) kahveler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p=0.507$). Kremalı-şekerli kahvelerin (11.9 ± 2.51) % inhibisyon değerleri moka kahveden (5.5) yüksek bulunmuştur. Moka kahve için tek örnek olduğundan istatistiksel hesaplama yapılmamıştır.

İnstant gold kahvelerin % inhibisyon değerleri markalar arasında benzer bulunmuştur ($p=0.100$). Kremalı ve kremalı-şekerli instant kahve karışımlarının % inhibisyon değerleri markalar arasında anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir (sırasıyla; $p=0.018$, $p=0.018$). Fındık aromalı ve latte kahve karışımlarının total flavonoid içeriği markalara göre farklılık göstermemektedir (sırasıyla; $p=0.100$, $p=0.100$).

Tablo 4.6 İntant Kahve ve Kahve Karışımlarının % İnhibisyon Değerleri

Kahve	%İnhibisyon	p
Sade İntant Kahve (n=3)	63.5 ± 9.45	>0.050 ^a
Klasik Kahve (n=1)	68.4	
I1-Klasik	68.4	
Gold Kahve (n=2)	61.1	
I1-Gold	52.6	>0.050 ^d
I2-Gold	69.6	
Kremalı Kahve Karışımı (n=3)	13.8 ± 5.78	>0.050 ^b
I1-Kremalı	19.0	<0.050 ^d
I3-Kremalı	14.7	
I2-Kremalı	7.6	
Kremalı-Şekerli Kahve Karışımı (n=3)	11.9 ± 2.51	>0.050 ^b
I1-Kremalı-Şeker	9.2	<0.050 ^d
I3-Kremalı-Şeker	14.2	
I2-Kremalı-Şeker	12.3	
Aromalı Kahve Karışımı (n=2)	13.9	>0.050 ^c
I1-Fındık Aromalı	8.1	>0.050 ^d
I3-Fındık Aromalı	19.6	
Latte Karışımı (n=2)	6.4	>0.050 ^c
I1-Latte	9.8	>0.050 ^d
I3-Latte	3.0	
Moka Karışımı (n=1)	5.4	
I1-Moka	5.4	
Askorbik Asit	94.1	

^a: Sade Türk kahveleri esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

^b: Sade instant kahveler esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

^c: Kremalı-şekerli kahve karışımları esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

^d: Firmalar arası fark esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

4.4 Kahvelerin ABTS Radikal Süpürücü Aktivitesi

Tablo 4.7 ve 4.8’de kahvelerin Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (TEAC) değerleri mmol Troloks/g cinsinden verilmiştir. Türk kahvelerinin farklı hazırlama yöntemlerinin TEAC değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0.052$). Sade Türk kahvelerinin (0.689 ± 0.02 mmol Troloks/g) TEAC değerleri sade instant Türk kahvesinden (0.487 ± 0.02 mmol Troloks/g) yüksektir. Sade instant Türk kahvesinin (0.487 ± 0.02 mmol Troloks/g) TEAC değeri şekerli (0.181 ± 0.02 mmol Troloks/g), sütlü (0.034 ± 0.01 mmol Troloks/g) ve sütlü-şekerli (0.036 ± 0.01 mmol Troloks/g) instant kahvelerden yüksektir. Tek firmadan temin edilen instant Türk kahvelerine dair istatistiksel hesaplama yapılamamıştır. Sade Türk kahveleri (0.689 ± 0.02 mmol Troloks/g) ve sade instant kahveler (0.535 ± 0.03 mmol Troloks/g) arasında TEAC değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p=0.050$).

Farklı şekillerde hazırlanan Türk kahvelerinin TEAC değerleri markalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p=0.018$). Sade Türk kahvelerinde birinci markanın TEAC değeri ikinci ($p=0.014$) ve üçüncü ($p=0.472$) markalardan yüksek bulunmuştur. Birinci ve ikinci markalar arasındaki farklılık hariç diğer farklar anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 4.7 Türk Kahveleri ve İstant Türk Kahvelerinin TEAC Değerleri (mmol Troloks/g)

Türk Kahvesi	TEAC ($\bar{x} \pm SS$)	P
Sade Türk Kahvesi (n=3)	0.689 ± 0.02	
TK1	0.690 ± 0.03	<0.050 ^a
TK2	0.665 ± 0.04	
TK3	0.710 ± 0.03	
Şekerli Türk Kahvesi (n=3)	0.195 ± 0.08	>0.050 ^b
TK1-Şekerli	0.251 ± 0.01	<0.050 ^a
TK2-Şekerli	0.227 ± 0.02	
TK3-Şekerli	0.106 ± 0.02	
Sütlü Türk Kahvesi (n=3)	0.091 ± 0.08	>0.050 ^b
TK1-Sütlü	0.142 ± 0.00	<0.050 ^a
TK2-Sütlü	0.130 ± 0.01	
TK3-Sütlü	0.0	
Sütlü ve Şekerli Türk Kahvesi (n=3)	0.081 ± 0.07	>0.050 ^b
TK1-Sütlü/Şekerli	0.142 ± 0.00	<0.050 ^a
TK2-Sütlü/Şekerli	0.101 ± 0.01	
TK3-Sütlü/Şekerli	0.0	
İstant Türk Kahvesi (n=1)		
ITK	0.487 ± 0.02	
ITK-Şekerli	0.181 ± 0.02	
ITK-Sütlü	0.034 ± 0.01	
ITK-Sütlü/Şekerli	0.036 ± 0.01	

^a: Firmalar arası fark esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

^b: Sade Türk kahveleri esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

Sade instant kahvelerin TEAC değerleri (0.535 ± 0.03 mmol Troloks/g), kremalı instant kahveler (0.087 ± 0.03 mmol Troloks/g) ve kremalı-şekerli instant kahvelerden (0.093 ± 0.03 mmol Troloks/g) yüksek bulunmuştur ($p=0.055$). Kremalı-şekerli instant kahvelerin (0.093 ± 0.03 mmol Troloks/g) TEAC değerleri kremalı şekerli fındık aromalı kahvelerden (0.105 mmol Troloks/g) düşüktür ($p=0.564$). Kremalı-şekerli instant (0.093 ± 0.03 mmol Troloks/g) kahvelerin TEAC değerleri latte kahvelerden (0.018 mmol Troloks/g) yüksek bulunmuştur ($p=0.083$). Ancak bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir. Kremalı-şekerli instant kahvelerin (0.093 ± 0.03 mmol Troloks/g) TEAC değerleri moka kahveden (0.055 mmol Troloks/g) yüksektir. Moka kahve için tek örnek olması nedeniyle istatistiksel olarak değerlendirilmemiştir.

Markalar arasındaki farklılık açısından instant gold kahvelerin TEAC değerleri benzer bulunmuştur ($p=0.100$). Kremalı ve kremalı-şekerli instant kahve karışımlarının TEAC değerleri markalar arasında anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir (sırasıyla; $p=0.018$, $p=0.018$). Fındık aromalı ve latte kahve karışımlarının TEAC değerleri markalara göre farklılık göstermemektedir (sırasıyla; $p=0.100$, $p=0.100$).

Tablo 4.8 İstant Kahve ve Kahve Karışımlarının TEAC Değerleri (mmol Troloks/g)

Kahve	TEAC ($\bar{x} \pm SS$)	P
Sade İstant Kahve (n=3)	0.535 ± 0.03	=0.050 ^a
Klasik Kahve (n=1)	0.557	
I1-Klasik	0.557 ± 0.02	
Gold Kahve (n=2)	0.525	
I1-Gold	0.498 ± 0.02	>0.050 ^d
I2-Gold	0.552 ± 0.04	
Kremalı Kahve Karışımı (n=3)	0.087 ± 0.03	>0.050 ^b
I1-Kremalı	0.120 ± 0.01	<0.050 ^d
I3-Kremalı	0.073 ± 0.01	
I2-Kremalı	0.069 ± 0.02	
Kremalı-Şekerli Kahve Karışımı (n=3)	0.093 ± 0.03	>0.050 ^b
I1-Kremalı-Şeker	0.073 ± 0.01	<0.050 ^d
I3-Kremalı-Şeker	0.084 ± 0.01	
I2-Kremalı-Şeker	0.122 ± 0.01	
Aromalı Kahve Karışımı (n=2)	0.105	>0.050 ^c
I1-Fındık Aromalı	0.093 ± 0.01	>0.050 ^d
I3-Fındık Aromalı	0.116 ± 0.01	
Latte Karışımı (n=2)	0.018	>0.050 ^c
I1-Latte	0.019 ± 0.00	>0.050 ^d
I3-Latte	0.017 ± 0.02	
Moka Karışımı (n=1)	0.055	
I1-Moka	0.055 ± 0.00	

^a: Sade Türk kahveleri esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

^b: Sade instant kahveler esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

^c: Kremalı-şekerli kahve karışımları esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

^d: Firmalar arası fark esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

4.5 Kahvelerin Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite Tayini

Tablo 4.9'ta kahvelerin demir (III) iyonu indirgeyici aktiviteleri mmol KE/g cinsinden verilmiştir. Sade Türk kahveleri, sade instant Türk kahvesi ve sade instant kahveler dışındaki kahvelerin aktiviteleri (mmol KE/g cinsinden) verilememiştir. Sade Türk kahvelerinin antioksidan aktivitesi (0.341 ± 0.05 mmol KE/g) sade instant Türk kahvesinden (0.188 ± 0.012 mmol KE/g) yüksektir. Bu fark, sade instant Türk kahvesi örneği yeterli sayıda olmadığından istatistiksel olarak değerlendirmeye alınmamıştır. Sade Türk kahveleri (0.341 ± 0.049 mmol KE/g) ile sade instant kahveler (0.386 ± 0.003 mmol KE/g) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0.050$).

Sade Türk kahvelerinin FRAP değerleri markalar açısından anlamlı oranda farklılık göstermektedir ($p=0.018$). Birinci (0.285 ± 0.021) markanın FRAP değerleri ikinci (0.378 ± 0.054 ; $p=0.014$) ve üçüncü (0.361 ± 0.045 ; $p=0.472$) markaların FRAP değerlerinden düşük bulunmuştur. Yalnızca birinci ve ikinci markaların FRAP değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Instant gold kahvelerin FRAP değerleri markalar açısından anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($p=0.100$).

Tablo 4.9 Kahvelerin Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasiteleri (mmol KE/g)

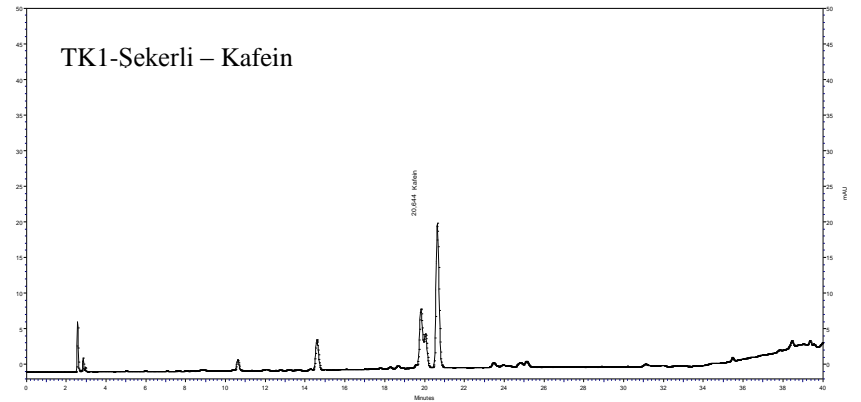
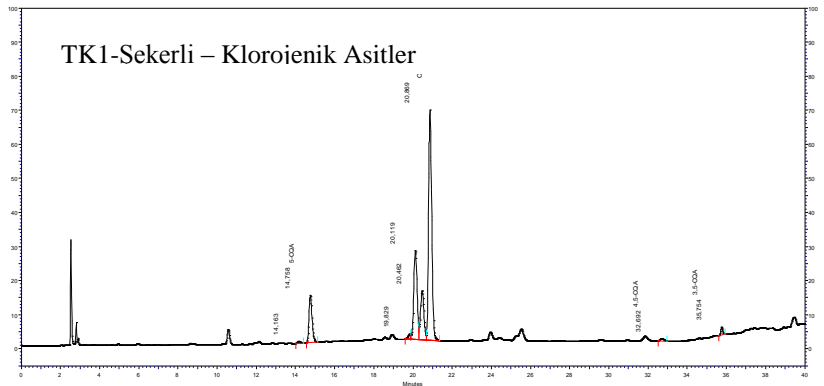
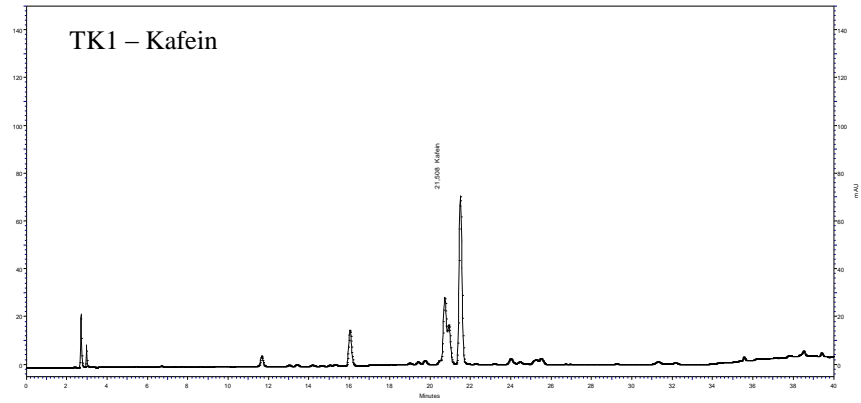
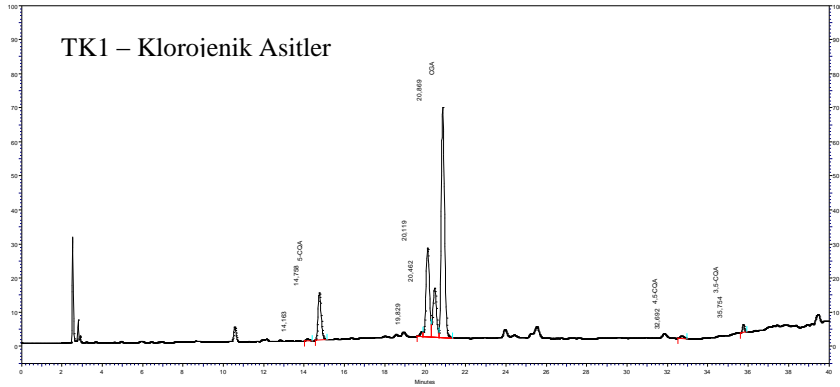
Kahve	FRAP ($\bar{x} \pm SS$)	P
Sade Türk Kahvesi (n=3)	0.341 ± 0.05	
TK1	0.285 ± 0.02	>0.050 ^a
TK2	0.378 ± 0.05	
TK3	0.361 ± 0.05	
İstant Türk Kahvesi (n=1)	0.188	
ITK	0.188 ± 0.01	
Sade İstant Kahve (n=3)	0.386 ± 0.00	=0.050 ^b
Klasik Kahve (n=1)	0.383	
I1-Klasik	0.383 ± 0.05	
Gold Kahve (n=2)	0.387	
I1-Gold	0.389 ± 0.03	>0.050 ^a
I2-Gold	0.385 ± 0.09	

^a: Firmalar arası fark esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

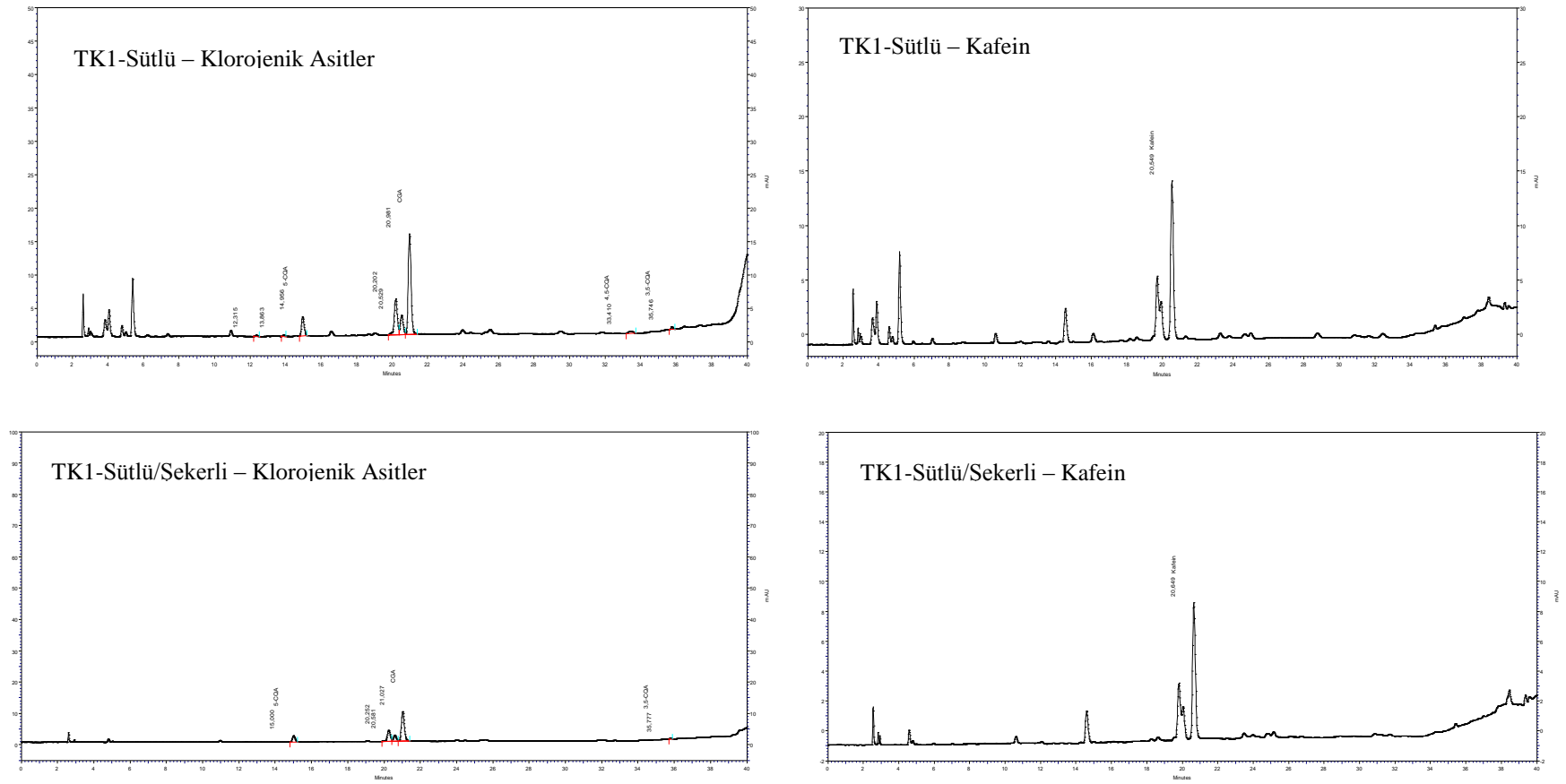
^b: Sade Türk kahveleri esas alınarak hesaplanmıştır; p<0.050.

4.6 Kahvelerin Fenolik Kompozisyonu ve Kafein İçerikleri

Kahve ekstraları belirli konsantrasyonda suda çözülerek klorojenik asit ile türevleri ve kafeinin HPLC ile kalitatif ve kantitatif olarak varlığı saptanmıştır. Standartların (klorojenik asit, 4,5-dikafeoil kinik asit, 3,5-dikafeoil kinik asit, 5-dikafeoil kinik asit ve kafein) 0.003 ile 0.3 mg/ml aralığında hazırlanan çözeltilerine dair kalibrasyon eğrisi çizilerek hesaplamalar yapılmıştır. Şekil 4.1'de bazı kahve örneklerine ait kromatogramlar verilmiştir.



Şekil 4.1 Bazı Kahve Örneklerine Ait Kromatogramlar



Şekil 4.1 Bazı Kahve Örneklerine Ait Kromatogramlar (devamı)

Tablo 4.10’da Türk kahveleri ve instant Türk kahvelerinin klorojenik asit ve türevleri ile kafein miktarları mg/g cinsinden verilmiştir. Türk kahvesinin farklı hazırlanması klorojenik asit içeriğini anlamlı oranda etkilemektedir ($p=0.031$). Sade Türk kahvelerinin (398.4 ± 211.60 mg/g) klorojenik asit içeriği şekerli (87.9 ± 40.93 mg/g; $p=1.000$), sütlü (35.2 ± 21.02 mg/g; $p=0.141$) ve sütlü-şekerli (27.3 ± 17.31 mg/g; $p=0.039$) Türk kahvelerinden yüksek bulunmuştur. Bu fark yalnızca sütlü-şekerli Türk kahveleri için anlamlı bulunmuştur. Sade instant Türk kahvesinin (169.2 mg/g) klorojenik asit içeriği sade Türk kahvelerinden (398.4 ± 211.60 mg/g) düşüktür. Sade instant Türk kahvesi (169.2 mg/g) klorojenik asit içeriği bakımından şekerli (57.9 mg/g), sütlü (6.5 mg/g) ve sütlü-şekerli (5.1 mg/g) instant Türk kahvesinden zengindir. Instant Türk kahveleri için istatistiksel değerlendirme örnek sayısının az olması nedeniyle yapılmamıştır. Sade Türk kahvelerinin (398.4 ± 211.60 mg/g) klorojenik asit içeriği sade instant kahveler (716.4 ± 71.00 mg/g) ile benzer bulunmuştur ($p=0.050$).

Sade Türk kahveleri (13.1 ± 3.36 mg/g) 4,5-dikafeoil kinik asit içerikleri açısından şekerli (3.1 ± 0.69 mg/g; $p=1.000$), sütlü (1.2 ± 0.67 mg/g; $p=0.215$) ve sütlü-şekerli (0.5 ± 0.25 mg/g; $p=0.016$) Türk kahvelerinden zengindir. Bu farklılık yalnızca sütlü-şekerli Türk kahveleri için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Sade instant Türk kahvesinin (1.4 mg/g) 4,5-dikafeoil kinik asit içeriği sade Türk kahvelerine (13.1 ± 3.36 mg/g) göre daha düşüktür. Sade instant Türk kahvesinin (1.4 mg/g) 4,5-dikafeoil kinik asit içeriği şekerli (0.2 mg/g) instant Türk kahvesinden daha yüksektir. Sütlü (0.0) ve sütlü-şekerli (0.0) instant Türk kahvelerinin 4,5-dikafeoil kinik asit içeriği olmadığı sonucuna varılmıştır. Instant Türk kahvelerine ilişkin istatistikler örneklerin tek firmadan elde edilmesi nedeniyle yapılmamıştır. Sade Türk kahvelerinin 4,5-dikafeoil kinik asit içeriği (13.1 ± 3.36 mg/g) sade instant kahvelerden (5.6 ± 2.17 mg/g) yüksek bulunmuştur, ancak bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.050$).

Sade Türk kahvelerinin (38.5 ± 22.72 mg/g) 3,5-dikafeoil kinik asit içeriği şekerli (14.0 ± 6.72 mg/g), sütlü (7.7 ± 0.95 mg/g) ve sütlü-şekerli (7.1 ± 0.68 mg/g) Türk kahvelerinden yüksektir, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.063$). Sade instant Türk kahvesinin (21.0 mg/g) 3,5-dikafeoil kinik asit içeriği

sade Türk kahvelerinden (38.5 ± 22.72 mg/g) düşük bulunmuştur. Sade instant Türk kahvesinin (21.0 mg/g) 3,5-dikafeoil kinik asit içeriği yönünden şekerli (7.9 mg/g), sütlü (0.9 mg/g) ve sütlü-şekerli (1.3 mg/g) instant Türk kahvelerinden zengin olduğu sonucuna varılmıştır. Instant Türk kahveleri tek firmadan temin edildikleri için istatistiksel olarak değerlendirilmemişlerdir. Sade Türk kahvelerinin (38.5 ± 22.72 mg/g) 3,5-dikafeoil kinik asit içeriği sade instant kahvelerden (18.8 ± 4.68 mg/g) yüksek bulunmuştur, ancak bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0.275$).

Sade Türk kahvelerinin (171.9 ± 8.74 mg/g) 5-kafeoil kinik asit içerikleri şekerli (53.3 ± 7.05 mg/g) ($p=1.000$), sütlü (30.5 ± 3.39 mg/g) ($p=0.249$) ve sütlü-şekerli (18.1 ± 9.28 mg/g) ($p=0.013$) Türk kahvelerinden yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın sadece sütlü-şekerli Türk kahveleri için anlamlı bulunduğu gösterilmiştir. Sade instant Türk kahvesinin (88.2 mg/g) 5-kafeoil kinik asit içeriği sade Türk kahvelerinden (171.9 ± 8.74 mg/g) düşüktür. Sade instant Türk kahvesinin (88.2 mg/g) 5-kafeoil kinik asit içeriği şekerli (30.9 mg/g), sütlü (5.4 mg/g) ve sütlü-şekerli (3.5 mg/g) instant Türk kahvelerinden yüksektir. Instant Türk kahveleri, tek firmadan temin edilmeleri nedeniyle, istatistiksel olarak değerlendirilmemişlerdir. Sade Türk kahvelerinin (171.9 ± 8.74 mg/g) 5-kafeoil kinik asit içeriği sade instant kahvelerden (66.6 ± 10.71 mg/g) yüksek bulunmuştur, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.050$).

Sade Türk kahvelerinin (50.8 ± 4.59 mg/g) kafein içerikleri şekerli (16.2 ± 1.98 mg/g) ($p=1.000$), sütlü (9.0 ± 1.13 mg/g) ($p=0.249$) ve sütlü-şekerli (6.4 ± 0.10 mg/g) ($p=0.013$) Türk kahvelerinden yüksektir. Ancak yalnızca sütlü-şekerli Türk kahveleri için bu değer istatistiksel olarak anlamlıdır. Sade instant Türk kahvesinin (30.3 mg/g) kafein içeriği sade Türk kahvelerinden (50.8 ± 4.59 mg/g) düşüktür. Sade instant Türk kahvesinin (30.3 mg/g) kafein içeriği şekerli (10.6 mg/g), sütlü (1.1 mg/g) ve sütlü-şekerli (0.9 mg/g) instant Türk kahvelerinden yüksektir. Instant Türk kahvelerine ilişkin istatistikler örneklerin tek firmadan elde edilmesi nedeniyle yapılmamıştır. Sade Türk kahvelerinin (50.8 ± 4.59 mg/g) kafein içerikleri sade instant kahvelerden (42.6 ± 4.84 mg/g) yüksek bulunmuştur ($p=0.127$).

Sade, şekerli, sütlü ve sütlü-şekerli Türk kahvelerinin her birinde markaların klorojenik asit, 4,5-dikafeoil kinik asit, 3,5-dikafeoil kinik asit, 5-kafeoil kinik asit ve kafein içeriklerini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilediği belirlenmiştir (her biri için, $p=0.018$).

Klorojenik asit açısından sade Türk kahvelerinde birinci (610.7 mg/g) markanın değerleri ikinci (187.5 mg/g; $p=0.014$) ve üçüncü (397.1 mg/g; $p=0.472$) markalardan yüksek bulunmuştur. Ancak bu farklılık yalnızca birinci ve ikinci markalar için anlamlı bulunmuştur. Üçüncü markanın (15.8 mg/g) sade Türk kahvelerinin 4,5-dikafeoil kinik asit içeriğinin ikinci (9.3 mg/g; $p=0.014$) ve birinci (14.2 mg/g; $p=0.472$) markalardan daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Bu farklılık yalnızca üçüncü ve ikinci Türk kahvesi markaları için anlamlıdır. 3,5-dikafeoil kinik asit içeriği bakımından sade Türk kahvelerinden üçüncü (58.8 mg/g) markanın birinci (13.9 mg/g; $p=0.014$) ve ikinci (42.7 mg/g; $p=0.472$) markadan daha zengin olduğu gösterilmiştir. Ancak sadece birinci ve üçüncü markalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Üçüncü markaya (181.2 mg/g) ait sade Türk kahvelerinin 5-kafeoil kinik asit içeriklerinin birinci (170.5 mg/g; $p=0.472$) ve ikinci (163.9 mg/g; $p=0.014$) markaya oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak bu farklılık yalnızca ikinci ve üçüncü marka sade Türk kahveleri için istatistiksel olarak anlamlıdır. Kafein değerleri sade Türk kahveleri için en yüksek ikinci markada (54.6 mg/g) saptanırken bunu sırasıyla üçüncü (52.1 mg/g; $p=0.472$) ve birinci (45.7 mg/g; $p=0.014$) markalar takip etmiştir. Bu farklılık istatistiksel olarak yalnızca birinci ve ikinci markalar arasında anlamlı bulunmuştur.

Tablo 4.10 Türk Kahveleri ve İstant Türk Kahvelerinin Klorojenik Asit, 4,5-diKafeoil Kinik Asit, 3,5-diKafeoil Kinik Asit, 5-Kafeoil Kinik Asit ve Kafein İçerikleri (mg/g)

Kahve	CGA	4,5-diCQA	3,5-diCQA	5-CQA	Kafein
Sade Türk Kahvesi (n=3)*	398.4 ± 211.60	13.1 ± 3.36	38.5 ± 22.72	171.9 ± 8.74	50.8 ± 4.59
TK1	610.7 ^c	14.2 ^c	13.9 ^c	170.5 ^c	45.7 ^c
TK2	187.5	9.3	42.7	163.9	54.6
TK3	397.1	15.8	58.8	181.2	52.1
Şekerli Türk Kahvesi (n=3)*	87.9 ± 40.93^a	3.1 ± 0.69^a	14.0 ± 6.72^a	53.3 ± 7.05^a	16.2 ± 1.98^a
TK1-Şekerli	74.4 ^c	3.4 ^c	7.3 ^c	46.4 ^c	13.9 ^c
TK2-Şekerli	55.5	2.3	13.9	52.9	17.7
TK3-Şekerli	133.9	3.6	20.7	60.5	16.8
Sütlü Türk Kahvesi (n=3)*	35.2 ± 21.02^a	1.2 ± 0.67^a	7.7 ± 0.95^a	30.5 ± 3.39^a	9.0 ± 1.13^a
TK1-Sütlü	19.8 ^c	2.0 ^c	7.1 ^c	34.4 ^c	10.3 ^c
TK2-Sütlü	26.8	0.8	7.3	28.1	8.6
TK3-Sütlü	59.2	0.9	8.8	29.0	8.1
Sütlü ve Şekerli Türk Kahvesi (n=3)*	27.3 ± 17.31^b	0.5 ± 0.25^b	7.1 ± 0.68^a	18.1 ± 9.28^b	6.4 ± 0.10^b
TK1-Sütlü/Şekerli	22.1 ^c	0.4 ^c	7.6 ^c	23.9 ^c	6.5 ^c
TK2-Sütlü/Şekerli	13.3	0.8	63.0	7.4	6.4
TK3-Sütlü/Şekerli	46.6	0.3	7.3	22.9	6.3

* $\bar{x} \pm SS$ olarak ifade edilmiştir.

^a: $p > 0.050$; ^b: $p < 0.050$. ^a ve ^b sade Türk kahveleri esas alınarak hesaplanmıştır.

^c: $p < 0.050$. Firmalar arasındaki fark esas alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.10 Türk Kahveleri ve İstant Türk Kahvelerinin Klorojenik Asit, 4,5-diKafeoil Kinik Asit, 3,5-diKafeoil Kinik Asit, 5-Kafeoil Kinik Asit ve Kafein İçerikleri (mg/g) (devamı)

Kahve	CGA	4,5-diCQA	3,5-diCQA	5-CQA	Kafein
İstant Türk Kahvesi (n=1)					
ITK	169.2	1.4	21.0	88.2	30.3
ITK-Şekerli	57.9	0.2	7.9	30.9	10.6
ITK-Sütlü	6.5	0.0	0.9	5.4	1.1
ITK-Sütlü/Şekerli	5.1	0.0	1.3	3.5	0.9

Tablo 4.11’de instant kahve ve kahve karışımlarının klorojenik asit, 4,5-, 3,5-, 5-kafeoil kinik asit ve kafein içerikleri mg/g cinsinden verilmiştir. Sade instant kahvelerin (716.4 ± 71.00 mg/g) klorojenik asit içerikleri, kremalı (114.8 ± 29.94 mg/g) ($p=0.539$) ve kremalı-şekerli (76.6 ± 3.98 mg/g) ($p=0.022$) instant kahvelerden yüksek bulunmuştur. Bu fark kremalı-şekerli instant kahveler için anlamlıdır. Kremalı-şekerli fındık aromalı instant kahvelerin (99.0 mg/g) klorojenik asit içerikleri kremalı-şekerli instant (76.6 ± 3.98 mg/g) kahvelerden yüksektir ($p=0.083$). Kremalı-şekerli instant kahvelerin (76.6 ± 3.98 mg/g) klorojenik asit içeriğinin latte kahvelerden (28.0 mg/g) yüksek olduğu saptanmıştır ($p=0.083$). Ancak bu değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir. Kremalı-şekerli instant kahvelerin (76.6 ± 3.98 mg/g) klorojenik asit içeriği moka (62.9 mg/g) kahveden yüksektir. Moka kahve için tek firmadan temin edilmesinden dolayı istatistiksel analiz yapılmamıştır.

Sade instant kahvelerin (5.6 ± 2.19 mg/g) 4,5-dikafeoil kinik asit içerikleri kremalı (0.01 ± 0.02 mg/g) ($p=0.046$) ve kremalı-şekerli (0.14 ± 0.17 mg/g) ($p=0.286$) kahvelerden yüksektir. Bu farklılık yalnızca kremalı instant kahveler için anlamlı bulunmuştur. Fındık aromalı kahvelerin 4,5-dikafeoil kinik asit içeriği saptanmamıştır. Kremalı-şekerli instant kahvelerin (0.14 ± 0.17 mg/g) 4,5-dikafeoil kinik asit içerikleri instant latte kahvelerden (0.02 mg/g) yüksektir, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0.374$). Kremalı-şekerli instant

kahvelerin (0.14 ± 0.17 mg/g) 4,5-dikafeoil kinik asit içeriği moka kahveden (0.07 mg/g) fazla bulunmuştur. Tek grup olması dolayısıyla, moka kahve için istatistiksel analiz sonuçları verilmemiştir.

Sade instant kahvelerin (18.8 ± 4.68 mg/g) 3,5-dikafeoil kinik asit içerikleri kremalı (3.3 ± 1.15 mg/g) ve kremalı-şekerli (3.6 ± 1.15 mg/g) instant kahvelerden yüksektir ($p=0.066$). Kremalı-şekerli instant kahvelerin (3.6 ± 1.15 mg/g) 3,5-dikafeoil kinik asit içeriği kremalı-şekerli fındık aromalı instant kahvelerden (4.7 mg/g) düşüktür ($p=0.083$). Kremalı-şekerli instant kahvelerin (3.6 ± 1.15 mg/g) 3,5-dikafeoil kinik asit içerikleri latte (0.8 mg/g) kahvelerden yüksektir ($p=0.083$). Ancak bu farklılığın hiçbiri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Kremalı-şekerli instant kahveler (3.6 ± 1.15 mg/g) 3,5-dikafeoil kinik asit içeriği yönünden moka kahveden (0.4 mg/g) zengindir. Moka kahve için istatistiksel anlamlılık verilmesi tek firmadan temin edilmesi nedeniyle uygun bulunmamıştır.

Sade instant kahveler (66.6 ± 10.71 mg/g) 5-kafeoil kinik asit içeriği bakımından kremalı instant kahveler (8.5 ± 4.84 mg/g) ve kremalı-şekerli instant kahvelerden (6.6 ± 0.82 mg/g) zengindir ($p=0.061$). Kremalı-şekerli instant kahveler (6.6 ± 0.82 mg/g) 5-kafeoil kinik asit içeriği bakımından kremalı-şekerli fındık aromalı instant kahvelerden (10.1 mg/g) fakir bulunmuştur ($p=0.564$). Kremalı-şekerli instant kahvelerin (6.6 ± 0.82 mg/g) 5-kafeoil kinik asit içerikleri kremalı-şekerli instant latte kahvelerden (2.6 mg/g) anlamlı oranda yüksek bulunmuştur ($p=0.083$). Ancak bu farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir. Instant moka (5.0 mg/g) kahvenin 5-kafeoil kinik asit içeriği kremalı-şekerli instant kahvelerden (6.6 ± 0.82 mg/g) düşüktür. Moka kahve örneği bir tane olması nedeniyle istatistiksel olarak analiz edilmemiştir.

Sade instant kahvelerin (42.6 ± 4.84 mg/g) kafein içerikleri kremalı (6.3 ± 1.66 mg/g) ve kremalı-şekerli (5.5 ± 2.20 mg/g) instant kahvelerden yüksek bulunmuştur ($p=0.051$). Kremalı-şekerli instant kahvelerin (5.5 ± 2.20 mg/g) kafein içerikleri kremalı-şekerli fındık aromalı kahvelerle (5.8 mg/g) benzerdir ($p=0.564$). Kremalı-şekerli instant kahvelerin (5.5 ± 2.20 mg/g) kafein içerikleri latte (1.5 mg/g) kahvelerden yüksektir ($p=0.083$). Bulunan bu değerler istatistiksel olarak anlamlı değildir. Kremalı-şekerli moka kahvenin (3.4 mg/g) kafein içeriği kremalı-şekerli

instant kahvelerden (5.5 ± 2.20 mg/g) düşük bulunmuştur. Moka kahve için tek firmadan temin edilmesi nedeniyle istatistiksel analiz yapılmamıştır.

Markalar arasındaki farklılık açısından instant gold kahvelerin klorojenik asit, 4,5-dikafeoil kinik asit, 3,5-dikafeoil kinik asit, 5-kafeoil kinik asit ve kafein içerikleri benzer bulunmuştur (her biri için, $p=0.100$). Kremalı ve kremalı-şekerli instant kahve karışımlarının klorojenik asit, 4,5-dikafeoil kinik asit, 3,5-dikafeoil kinik asit, 5-kafeoil kinik asit ve kafein içerikleri markalar arasında anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir (her biri için, $p=0.018$). Fındık aromalı ve latte kahve karışımlarının klorojenik asit, 4,5-dikafeoil kinik asit, 3,5-dikafeoil kinik asit, 5-kafeoil kinik asit ve kafein içerikleri markalara göre farklılık göstermemektedir (herbiri için, $p=0.100$).

Tablo 4.11 İstant Kahve ve Kahve Karışımlarının Klorojenik Asit, 4,5-diKafeoil Kinik Asit, 3,5-diKafeoil Kinik Asit, 5-Kafeoil Kinik Asit ve Kafein İçerikleri (mg/g)

Kahve	CGA	4,5-diCQA	3,5-diCQA	5-CQA	Kafein
Sade İstant Kahve (n=3)	716.4 ± 71.00^a	5.6 ± 2.17^a	18.8 ± 4.68^a	66.6 ± 10.71^a	42.6 ± 4.84^a
Klasik Kahve (n=1)	787.4	7.6	22.9	78.8	44.3
I1-Klasik	787.4	7.6	22.9	78.8	44.3
Gold Kahve (n=2)*	680.90	4.6	16.7	60.5	41.7
I1-Gold	645.4 ^e	3.3 ^e	13.7 ^e	58.9 ^e	37.1 ^e
I2-Gold	716.4	6.0	19.8	62.0	46.3
Kremalı Kahve Karışımı (n=3)*	114.8 ± 29.94^b	0.01 ± 0.02^c	3.3 ± 1.15^b	8.5 ± 4.84^b	6.3 ± 1.66^b
I1-Kremalı	149.3 ^f	0.0 ^f	3.4 ^f	12.7 ^f	8.2 ^f
I3-Kremalı	99.5	0.03	4.5	9.6	5.6
I2-Kremalı	95.6	0.0	2.2	3.2	5.2
Kremalı ve Şekerli Kahve Karışımı (n=3)*	76.6 ± 3.98^c	0.14 ± 0.17^b	3.6 ± 1.15^b	6.6 ± 0.82^b	5.5 ± 2.20^b
I1-Kremalı-Şeker	75.07 ^f	0.1 ^f	4.4 ^f	6.5 ^f	4.0 ^f
I3-Kremalı-Şeker	81.23	0.0	2.3	7.4	4.4
I2-Kremalı-Şeker	73.8	0.3	4.0	5.8	8.0
Aromalı Kahve Karışımı (n=2)*	99.0^d	0.0	4.7^d	10.1^d	5.8^d
I1-Fındık Aromalı	89.0 ^e	0.0	4.5 ^e	6.3 ^e	5.3 ^e
I3-Fındık Aromalı	108.9	0.0	4.9	13.8	6.3
Latte Karışımı (n=2)*	28.0^d	0.02^d	0.8^d	2.6^d	1.5^d
I1-Latte	30.0 ^e	0.0	0.9 ^e	2.3 ^e	1.6 ^e
I3-Latte	26.0 ^e	0.03	0.7	2.9	1.4
Moka Karışımı (n=1)	62.9	0.07	0.4	5.0	3.4
I1-Moka	62.9	0.07	0.4	5.0	3.4

* $\bar{x} \pm SS$ olarak ifade edilmiştir.

^a: $p \geq 0.050$. Sade Türk kahveleri esas alınarak hesaplanmıştır.

^b: $p > 0.050$. ^c: $p < 0.050$. ^b ve ^c sade instant kahveler esas alınarak hesaplanmıştır.

^d: $p > 0.050$. Kremalı-şekerli kahve karışımları esas alınarak hesaplanmıştır.

^e: $p > 0.050$. ^f: $p < 0.050$. ^e ve ^f markalar arası fark esas alınarak hesaplanmıştır.

4.7. Kahvelerin Antioksidan Aktiviteleri ile İlgili Parametrelerin İlişkileri

Kahvelerin total fenol içerikleri, total flavonoid içerikleri, üç farklı yöntem ile tespit edilmiş olan antioksidan aktiviteleri, klorojenik asit içerikleri ve kafein içerikleri bundan önceki başlıklarda verilmiştir. Tablo 4.12’de bu değerlerin korelasyon katsayıları ile bunların p değerleri verilmiştir.

Buna göre, tüm yöntemler birbirleriyle istatistiksel olarak anlamlı düzeyde korelasyon göstermektedir. Kahvelerin 4,5-dikafeoil kinik asit değerleri ile klorojenik asit değerleri arasındaki ilişki ($p < 0.050$), diğer parametreler arasındaki ilişkiden ($p < 0.010$) daha az anlamlı bulunmuştur.

Tablo 4.12 Kahvelerin Total Fenol İçerikleri, Total Flavonoid İçerikleri, Antioksidan Aktiviteleri, Klorojenik Asit ve Kafein İçerikleri ile İlgili İlişki (Korelasyon) Tablosu

		TFİ	TFLİ	DPPH	ABTS	FRAP	CGA	4,5-diCQA	3,5-diCQA	5-CQA	Kafein
TFİ	r _s	1.000	0.790**	0.951**	0.827**	0.700**	0.646**	0.897**	0.901**	0.949**	0.974**
	p		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
TFLİ	r _s	0.790**	1.000	0.792**	0.695**	0.550**	0.507**	0.711**	0.752**	0.768**	0.764**
	p	0.000		0.000	0.000	0.002	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
DPPH	r _s	0.951**	0.792**	1.000	0.859**	0.631**	0.645**	0.846**	0.921**	0.971**	0.960**
	p	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
TEAC	r _s	0.827**	0.695**	0.859**	1.000	0.687**	0.599**	0.747**	0.769**	0.827**	0.888**
	p	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
FRAP	r _s	0.700**	0.550**	0.631**	0.687**	1.000	0.679**	0.604**	0.557**	0.639**	0.707**
	p	0.000	0.002	0.000	0.000		0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
CGA	r _s	0.646**	0.507**	0.645**	0.599**	0.679**	1.000	0.446*	0.555**	0.600**	0.644**
	p	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000		0.014	0.001	0.000	0.000
4,5-diCQA	r _s	0.897**	0.711**	0.846**	0.747**	0.604**	0.446*	1.000	0.867**	0.874**	0.880**
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014		0.000	0.000	0.000
3,5-diCQA	r _s	0.901**	0.752**	0.921**	0.769**	0.557**	0.555**	0.867**	1.000	0.950**	0.923**
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000		0.000	0.000
5-CQA	r _s	0.949**	0.768**	0.971**	0.827**	0.639**	0.600**	0.874**	0.950**	1.000	0.945**
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000
Kafein	r _s	0.974**	0.764**	0.960**	0.888**	0.707**	0.644**	0.880**	0.923**	0.945**	1.000
	p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

r_s: Spearman korelasyon testi ile elde edilen korelasyon katsayısı; p: anlamlılık düzeyi. * p < 0.050; ** p < 0.010; TFİ: Total Fenol İçeriği; TFLİ: Total Flavonoid İçeriği; CGA: Klorojenik Asit; 4,5-diCQA: 4,5-dikafeoil kinik asit; 3,5-diCQA: 3,5-dikafeoil kinik asit; 5-CQA: 5-kafeoil kinik asit.

5. TARTIŞMA

Kahve, yapısındaki antioksidan bileşenler ve sıklıkla tüketilmesi nedeniyle diyetin birincil antioksidan kaynakları arasında yer almaktadır (180,181). Bu çalışma, Türkiye’de sıklıkla tüketildiği şekillerde Türk kahvesinin ve Türkiye piyasasında yaygın olarak bulunan bazı instant kahve ve kahve karışımlarının total fenol içeriği, antioksidan aktivitesi ve fenolik kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

5.1 Kahvelerin Total Fenol ve Flavonoid İçerikleri

Kahvenin total fenol ve flavonoid içeriği kahve bitkisinin genetiğinden, işlenmesi ve hazırlama yöntemine kadar birçok etmeden etkilenmektedir (94,121,182). Niseteo ve arkadaşlarının (14) çalışmasında farklı kahvelerin total fenol içerikleri incelenmiş ve klasik instant kahvenin (17307 mg GAE/L ve 8460 mg GAE/L) total fenol içeriği en yüksek bulunurken filtre kahvenin (2967 mg GAE/L ve 1633 mg GAE/L) total fenol içeriği en düşük bulunmuştur. İstant kahvelerin suda çözünmesi nedeniyle, bu demleme yöntemiyle hazırlanan kahvelerin bileşimdeki fenollerin daha fazla ekstrakte olduğu belirtilmiştir. Filtre kahvelerin ise, bazı biyoaktif bileşenlerini filtreleme işlemi esnasında kaybedebileceği öne sürülmüştür (14). Bu çalışmada, en yüksek total fenol içeriği sade Türk kahvelerinde (11866 mg GAE/L, 10950 mg GAE/L, 13030 mg GAE/L) saptanırken sade instant kahvelerin (1112 mg GAE/L, 1089 mg GAE/L, 1198 mg GAE/L) total fenol içeriği daha düşük bulunmuştur. Bu farklılığın nedeninin Türk kahvesinin pişirme süresinin daha uzun olması olabileceği gibi Türk kahvelerinde kahve/su oranı 1/10 iken instant kahvelerde bu oranın 1/90 olmasının da sonuçları etkileyebileceği düşünülmüştür. Niseteo ve arkadaşlarının (14) çalışmalarında kullandıkları kahve/su oranı tüm kahveler için 1/7 olarak belirtilmiştir ve bu çalışmadaki oranlardan daha yüksektir. Sonuçlar buna göre düzenlendiğinde birbirleriyle tutarlıdır. Yine Türkiye’de yapılan bir çalışmada, Türk kahvesinin total fenol içeriği instant kahvenin yaklaşık 2 katı kadar yüksek bulunmuştur (15).

Farklı yoğunluklarda kavrulmuş filtre ve instant kahvelerin total fenol içerikleri kuru ağırlıkta 109 ile 145 mg GAE/g arasında bulunmuştur (166). Bu

çalışmada, sade Türk kahvelerinin total fenol içeriği, Rodrigues ve arkadaşlarının (166) çalışmasında koyu kavrulmuş kahveler için saptanan değerler (110-124 mg GAE/g) ile benzer bulunmuştur. Bu çalışmada, sade instant kahveler için saptanan total fenol içeriği, Rodrigues ve arkadaşlarının (166) çalışmalarında saptanan değerlerden düşüktür. Rodrigues ve arkadaşlarının (166) çalışmasında kullanılan instant kahvelerin *robusta* türü kahveler olmasının bunun temel nedeni olabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra instant kahvelerin kavurma derecelerindeki farklılıklar da bu çalışmada saptanan total fenol içeriklerinin daha düşük olmasının nedeni olarak açıklanabilmektedir (183).

Kahvenin hazırlanması sırasında eklenen süt, şeker gibi diğer besinlerin total fenol içeriğini, total flavonoid içeriğini ve buna bağlı olarak antioksidan aktiviteyi etkileyebileceği gösterilmiştir (165). Niseteo ve arkadaşlarının (14) çalışmasında süt eklenmesiyle total fenol içeriğinde azalma gerçekleştiği saptanmıştır. Bu çalışmada da benzer şekilde süt eklenmesi ile (veya kremalı/latte instant kahvelerde) saptanan total fenol içeriğinde azalma gösterilmiştir. Bunun nedeninin polifenollerin kuinonlara dönüşerek proteinlerin nükleofilik gruplarıyla geri dönüşsüz olarak reaksiyona girmesi (polifenol-protein etkileşimleri) olabileceği düşünülmektedir (184,185). Siyah çay ile yapılan bir çalışmada, süt veya şeker eklenmesi ile total fenol içeriğinin azaldığı gösterilmiştir (186). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, bu durumun kahve için de geçerli olduğunu göstermektedir. Total fenol içeriğindeki azalmanın aksine, bu çalışmada total flavonoid içeriğinin süt ilavesiyle değişmediği gösterilmiştir. Buna göre süt ilavesiyle flavonoidler dışındaki fenollerin süt proteinleriyle bağlandığı öne sürülebilir.

Bu çalışma, instant Türk kahvelerinin total fenol içeriğini ve total flavonoid içeriğinin analiz edildiği ilk çalışmadır. Bu çalışmada, sade Türk kahvelerinin total fenol içeriği ve total flavonoid içeriği sade instant Türk kahvelerinden yüksek bulunmuştur. Bunun nedeninin sade instant Türk kahvelerinin içeriğinde bulunan süt proteini olabileceği düşünülmektedir. Proteinlerin, polifenolleri bağlayarak serbest polifenol içeriğini %5 ile 76 oranında düşürebildiği gösterilmiştir (187).

Caporaso ve arkadaşlarının çalışmasında (160) Amerikan, Napoliten, moka ve espresso kahvelerinin total fenol içerikleri (mg/g) değerlendirilmiş ve en yüksek

total fenol içeriğine Napoliten kahvenin sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun nedeninin demlenme esnasında su ile temas süresinin diğerlerinden daha uzun olması olabileceği öne sürülmüştür. Bu çalışmada, sade instant kahveler ile sade Türk kahvelerinin total fenol içerikleri, Caporaso ve arkadaşlarının (160) çalışmasındaki kahvelere (22.0 mg GAE/g, 34.1 mg GAE/g, 29.7 mg GAE/g ve 27.8 mg GAE/g) oranla daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni demleme yöntemlerindeki farklılık olabileceği gibi farklı işleme koşullarının sonucu olarak da bu farklılığın gözlemlendiği öne sürülebilir (20). Yapılan bir çalışmada, yeşil kahve infüzyonlarının total fenol içeriklerinin Türk kahvesi gibi demlendiklerinde filtre kahve gibi demlemeye oranla daha yüksek olduğu gösterilmiştir (188). Türk kahvesinin demlenme süresi filtre kahveye göre daha uzun olduğu için, kahvenin su ile temas süresi uzamakta ve fenoller suda daha fazla çözünebilmektedir (10).

Caporaso ve arkadaşlarının (160) çalışmasına göre, sırasıyla espresso, moka Napoliten ve Amerikan kahvelerinin total fenol içerikleri 197.1 ile 299.4 mg GAE/porsiyon arasında değişmektedir. Başka bir çalışmada İtalyan, espresso ve filtre kahvelerinin ortalama total fenol içerikleri porsiyon başına sırasıyla; 150 mg GAE/porsiyon, 200 mg GAE/g, 290 mg GAE/g bulunmuştur (165). Bu çalışmada, sade Türk kahvelerinin total fenol içeriği 1095 mg GAE/porsiyon iken sade instant kahvelerinin total fenol içeriği 204 mg GAE/porsiyon olarak saptanmıştır. Sade Türk kahvesinin bir porsiyonunun total fenol içeriğinin yüksek olmasının nedeni kahve miktarının fazla olması olabileceği düşünülmektedir (9).

Hazır kahve karışımlarının total fenol ve flavonoid içeriklerine ilişkin literatürde çalışmalara rastlanmamıştır. Niseteo ve arkadaşlarının (14) çalışmasında instant kahvelere süt ilave edilerek çalışılmıştır, ancak kahve karışımlarının içerikleri daha komplekstir. Bunların içerisinde yağsız süt tozu, şeker ve çeşitli koruyucu maddeler bulunabilmektedir ve bunların miktarları üreticiler tarafından genellikle gizli tutulmaktadır. Bu çalışmanın sonuçları, instant kahveye eklenen aroma vericilerin total fenol ve flavonoid içeriğini etkilemediğini göstermiştir.

5.2 Kahvelerin Antioksidan Aktiviteleri

Kahve, bileşimindeki kafein, klorojenik asit, hidrokisisinamik asitler ve melanoidinler gibi bileşikler sayesinde diyetin önemli antioksidan kaynaklarından. Kahvenin antioksidan aktivitesi hem doğal bileşenleriyle hem de işleme esnasında oluşan bileşiklerle ilişkilidir (189). Kafeinin antioksidan aktivitesi halen tartışmalıdır (123). Birçok çalışma kahvenin yüksek polifenol içeriğinin güçlü antioksidan aktivitesinde etkili olduğu konusunda uzlaşmaktadır (128,132,190).

Komes ve arkadaşlarının (191) çalışmasında kavrulmuş-öğütülmüş ve instant kahvelere süt eklenmesiyle eklenen süt miktarıyla orantılı olarak antioksidan aktivitenin azaldığı gösterilmiştir. Bu çalışmada polifenol içeriğindeki düşüğe paralel olarak antioksidan aktivitede de süt ve/veya şeker ilavesiyle beklendiği üzere azalma gözlenmiştir. Süt ve şeker ilavesiyle, bilinen protein-polifenol etkileşimleri nedeniyle polifenol içeriğininin azalması ile kafeinin glikoz ve fruktoz ile bağ yapmasının bu durumun sebebi olabileceği düşünülmektedir (192,193). Bu düşüşün nedenleri arasında, 1 g ekstredeki kahve miktarının süt ve şeker ilavesi ile azalmasının da olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışmada sade Türk kahvelerinin antioksidan aktivitesi, her üç antioksidan aktivite tayin yönteminde de sade instant Türk kahvesinden yüksek bulunmuştur. Bunun nedenleri arasında, sade instant Türk kahvelerinin içeriğindeki süt proteini, kavrulma-öğütülme derecelerindeki olası farklılıklar ve Türk kahvesinin daha uzun sürede pişirilmesi gibi değişkenlerin olabileceği düşünülmektedir (14,17).

Yeşil kahve infüzyonlarının antioksidan aktivitelerinin, Türk kahvesi gibi demlendiklerinde arttığı gösterilmiştir (188). Kahvenin demlikte sıcak (85°C) bir şekilde dört saate kadar bekletilmesiyle antioksidan aktivitenin arttığı belirtilmiştir (165). Bu çalışmada, sade Türk kahvelerinin antioksidan aktivitesi (TEAC ve DPPH yöntemleri ile analizde) sade instant kahvelerden yüksek bulunmuştur. Türk kahvesinin geleneksel olarak yavaş yavaş kısık ateş üzerinde pişirilmesi antioksidan aktivitesinin daha yüksek olmasının nedeni olarak açıklanabilir (11,188).

Yapılan bir çalışmada, Amerikan, Napoliten, moka ve espresso kahvelerinin antioksidan aktiviteleri (mmol Troloks/g) karşılaştırıldığında, Moka kahvenin

antioksidan aktivitesinin en yüksek olduğu saptanmıştır. Bunun nedeninin, demlenme süresinin uzun olması ve basıncın yüksek olması olabileceği öne sürülmüştür (160). Bu çalışmada, sade Türk kahvesi ve sade instant kahveler için saptanan antioksidan aktiviteler Caporaso ve arkadaşlarının (160) çalışmasına göre daha yüksek bulunmuştur. Türk kahvesinin ince öğütülmesi, yavaş yavaş kaynama noktasına getirilmesi ve instant kahvelerin suda kolayca dağılması bu durumu açıklayabilmektedir (11,14).

Kavrulma derecesi arttıkça antioksidan aktivitenin azaldığı gösterilmiştir (123). Üç farklı kavrulma derecesindeki instant kahvenin antioksidan aktivitelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, kahvelerin antioksidan aktiviteleri kavrulma derecesine göre artan sırayla; 1.2, 1.2 ve 0.6 mmol Troloks/g olarak saptanmıştır (194). Bu çalışmada sade instant kahvelerin antioksidan aktivitesi 0.5 mmol Troloks/g ve sade Türk kahvelerinin antioksidan aktivitesi ise 0.7 mmol Troloks/g olarak saptanmıştır. Instant kahveler genellikle koyu kavrulmuş kahvelerden üretilirken öğütülmüş kahveler açık, orta ve koyu kavrulmuş kahvelerden üretilmektedirler (123). Bu çalışmada kullanılan kahvelerin antioksidan aktiviteleri Delgado-Andrade ve arkadaşlarının (194) çalışmasındaki açık ve orta kavrulmuş kahvelerden (kahve/su oranı benzer) düşük bulunmuştur. Buna göre bu çalışmada kullanılan kahvelerin koyu kavrulmuş olduğu yorumuna gidilebileceği gibi kahvelerin türleri ve işleme-demleme yöntemlerindeki farklılığın da etkili olabileceği düşünülmektedir (121).

Yapılan bir çalışmada öğütülmüş-kavrulmuş kahvelerin (filtre kahve) antioksidan aktivitelerinin instant kahvelerden yaklaşık %27 kadar daha fazla olduğu gösterilmiştir. Bunun nedeninin ise, instant kahvelerin genellikle koyu kavrulmuş kahvelerden üretilmesi ancak kavrulmuş-öğütülmüş kahvelerin farklı kavrulma dereceleri olabileceği öne sürülmüştür (123). Bu çalışmadan elde edilen veriler instant ve Türk kahvelerinin (kavrulmuş-öğütülmüş) antioksidan aktivitelerinin benzer olduğunu göstermektedir. Buna göre, Türk kahvelerinin de koyu kavrulmuş olduğu düşünülebilir, ancak kahve/su oranları ve su ile temas sürelerinin farklılık gösterdiği göz önünde bulundurulmalıdır (10,123).

Santini ve arkadaşlarının (12) çalışmasında, Türk kahvesinin antioksidan aktivitesi Napoliten kahve ile benzer bulunmuştur. Bunun nedeninin kahve ile sıcak suyun temas süresinin her iki demleme yönteminde benzer olması olabileceği belirtilmiştir. Bu çalışmada sade Türk kahvelerinin antioksidan aktivitesi (68.9 μmol Troloks/ml) Santini ve arkadaşlarının (12) çalışmasında saptanan (54.1 μmol Troloks/ml) değerden bir miktar daha yüksektir. Kahvelerin öğütülme ve kavrulma dereceleri arasındaki olası farklılıklar bu durumun nedeni olarak gösterilebilir (195). Aynı zamanda, Santini ve arkadaşlarının (12) çalışmasında kahvenin su ile temas süresi bir miktar daha uzatılmıştır, buna karşın kahve/su oranı bir miktar daha yüksektir. Sonuçlar arasındaki farklılık yukarıda bahsedilen durumlar ile ilişkilendirilebilmektedir.

Yapılan bir çalışmada, porsiyon bazında en yüksek antioksidan aktiviteye Türk kahvesinin (2.703 mmol Troloks/porsiyon) sahip olduğu saptanmıştır (12). Santini ve arkadaşlarının (12) çalışmasında, Türk kahvesinin porsiyon ölçüsü bu çalışmada belirtilen porsiyon miktarının yarısı kadardır, bu nedenle Türk kahvesi için bu çalışmada saptanan antioksidan aktivite değeri daha yüksektir. Sánchez-González ve arkadaşlarının (165) çalışmasında ise filtre kahvenin (1.295 mmol Troloks/porsiyon) antioksidan aktivitesi bir porsiyonda en yüksek bulunmuştur. Yine farklı demleme yöntemlerinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise moka kahvenin (2.870 mmol Troloks/porsiyon) antioksidan aktivitesi en yüksek olarak bildirilmiştir (160). Bu çalışmada da, sade Türk kahvesinin (6.890 mmol Troloks/porsiyon) antioksidan aktivitesi sade instant kahveden (1.070 mmol Troloks/porsiyon) daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeninin Türk kahvesinin bir porsiyonuna daha fazla kahve katılması olabileceği düşünülmektedir (159). Bunun yanı sıra, kahvelerin türü, kavrulma-öğütülme dereceleri gibi değişkenlerin de antioksidan aktiviteyi etkilediği bilinmektedir (196).

Kahvelere raf ömrünü uzatmak amacıyla eklenen koruyucuların antioksidan aktiviteyi artırabildiği gösterilmiştir (159). Bu çalışmanın sonuçları bu veri ile paralellik göstermemektedir. Bunun nedeni olarak, içerisinde koruyucu olan kahvelerin aynı zamanda süt proteini ve/veya şeker içermeleri nedeniyle antioksidan aktivitelerinin buna bağlı olarak azalabildiği düşünülmektedir (197).

5.3 Kahvelerin Klorojenik Asit, Türevleri ve Kafein İçerikleri

Kahve hem klorojenik asit ve türevlerinin hem de kafeinin birincil kaynakları arasında yer almaktadır (120,145). Demlenmiş kahvede klorojenik asit ve kafein içeriği gen, tür, iklim, yetiştiği toprağın biyolojik yapısı, olgunluk derecesi, işlenmesi ve demlenme yöntemi ve koşullarından etkilenmektedir (7,119,159). *Robusta* türü kahvenin klorojenik asit ve kafein içerikleri kuru ağırlıkta, *arabica* kahveye oranla daha yüksektir (27). Kavrulmayla *arabica* türü kahvede klorojenik asit miktarı kuru ağırlıkta %1.2'ye düşmektedir (111). Kafein düzeyleri ısı ile çok fazla değişmemektedir (107). Yine kahvenin demlenmesi esnasında suyun sıcaklığı, kahve/su oranı, demlenme süresi ve basınç gibi koşullar da kahvenin klorojenik asit ve kafein içeriğini etkileyebilmektedir (10).

Süt ilavesiyle klorojenik asit ve türevleri ile kafein içeriklerinde de total fenol içerikleri ve antioksidan aktiviteye paralel olarak düşüş gözlenmiştir. Buna göre hem klorojenik asitlerin hem de kafeinin antioksidan aktivite gösterdikleri söylenebilmektedir. Tagliazucchi ve arkadaşlarının (198) çalışmasında süt proteinlerinin klorojenik asitlere bağlanarak kahvenin *in vitro* biyoerişilebilirliğini düşürdüğü gösterilmiştir. Kahveye ilave edilen şeker kafeini bağlayarak serbest kafein miktarını azaltabilmektedir (193).

Fujioka ve arkadaşlarının çalışmasında (167), farklı markalara ait kavrulmuş-öğütülmüş kahveler filtre kahve olarak hazırlanarak kafein ve klorojenik asit türevleri incelenmiştir. Kavrulmuş öğütülmüş kahvelerde kafein içeriği, 10.9 ± 0.04 mg/g ile 16.5 ± 0.24 mg/g arasında değişmekteyken, 5-CQA içeriği 2.13 ± 0.04 ile $7.06 \mu\text{g/g} \pm 0.01 \mu\text{g/g}$ arasında, 3,5-diCQA içeriği $0.01 \pm 0.00 \mu\text{g/g}$ ile $0.67 \pm 0.00 \mu\text{g/g}$ arasında ve 4,5-diCQA içeriği $0.11 \pm 0.00 \mu\text{g/g}$ ile $0.73 \pm 0.00 \mu\text{g/g}$ arasında değişmektedir (167). Bu çalışmada hem sade Türk kahvelerinin hem de sade instant kahvelerin kafein içerikleri Fujioka ve arkadaşlarının (167) çalışmasına göre daha yüksek bulunmuştur. Ancak bu çalışmada saptanan mono- ve di-kafeoil kinik asit içerikleri Fujioka ve arkadaşlarının (167) çalışmasına göre daha düşüktür. Klorojenik asitlerin miktarı kavrulma ile azalırken kafein ısıya karşı stabildir (199,200). Buna göre, bu durumun temel olarak kavrulma derecelerindeki farklılıktan kaynaklanabileceği düşünülmüştür (201). Yapılan bir çalışmada, kavrulma

derecelerine göre ayrılmış, öğütülmüş kahveler ile instant kahvelerin 5-kafeoil kinik asit, 4,5-dikafeoil kinik asit ve 3,5-dikafeoil kinik asit içerikleri araştırılmış ve sonuçlar, kavrulma derecesi arttıkça klorojenik asit içeriğinin orantılı olarak azaldığını göstermiştir (202).

Bu çalışma, instant Türk kahvelerinin kafein ve klorojenik asit içeriklerini araştıran ilk çalışmadır. Instant Türk kahvelerinin klorojenik asit içerikleri ile kafein içeriklerinin Türk kahvelerinden daha düşük bulunmasının nedeni, Türk kahvesinin sıcak su ile temas süresinin daha uzun olması olabileceği gibi, kahvelerin kavrulma dereceleri, türleri gibi değişkenlerin de etkili olmuş olabileceği düşünülmektedir (10).

Yapılan bir çalışmada, kavrulmuş-öğütülmüş kahvelerin 5-CQA, 3,5-diCQA, 4,5-diCQA ve kafein içerikleri (mg/g çözünmüş katı) instant kahvelere göre daha yüksek bulunmuştur (123). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Moreira ve arkadaşlarının (123) çalışması ile benzerdir. Türk kahvesinin hazırlandıktan sonra tekrar kaynama noktasına getirilmesiyle klorojenik asit ve kafein içeriğinin arttığı gösterilmiştir (14). Bu çalışmada Türk kahvesi sadece bir defa kaynama noktasına getirilmiştir. Buna karşın bu çalışmada elde edilen 5-kafeoil kinik asit ve kafein değerleri Niseteo ve arkadaşlarının (14) çalışmasına göre daha yüksektir. Bunun nedeni kahvelerin kavrulma ve öğütülme derecelerindeki farklılıklar olabileceği gibi, kullanılan kahvelerin türü ve depolanma koşulları gibi etkenler de etkili olabilmektedir (121).

Amerikan, Napoliten, moka ve espresso kahvelerin incelendiği çalışmada, Amerikan kahvenin kafein içeriği (mg/g) en yüksek bulunurken Napoliten kahvenin kafein içeriği en düşük bulunmuştur (160). Santini ve arkadaşlarının (12) çalışmasında, Moka ve espresso kahvelerin kafein içerikleri Türk kahvesinden (19.43 mg/g) daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada ise Türk kahvesinin kafein içeriği instant kahvelerden daha yüksek bulunmuştur. Türk kahvesinin su ile temas süresinin uzun olmasının, kafein içeriğini yükseltebileceği düşünülmüştür (165).

Caporaso ve arkadaşlarının (160) çalışmasında, Napoliten, espresso, moka ve Amerikan kahvelerin porsiyon bazında kafein içerikleri 52.00 mg/porsiyon ile 173.25

mg/porsiyon arasındadır. Bu çalışmada sade Türk kahvesinin (508.00 mg/porsiyon) kafein içeriği, sade instant kahvenin (85.00 mg/porsiyon) kafein içeriğinden fazladır. Bunun temel nedeni, porsiyon başına kullanılan kahve miktarlarının farklılık göstermesidir (27). Bunun yanı sıra kahvelerin türleri, kavrulma-öğütülme dereceleri ve diğer işleme koşulları ile demlenme karakteristiklerinin de kafein içeriğini etkileyebileceğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (10,203).

Çikolata, bileşiminde, kafein ve az miktarda klorojenik asitler de dahil olmak üzere birçok biyoaktif bileşeni barındırmaktadır (204). Bu çalışmada kremalı şekerli moka kahvelerin içeriğinde bulunan içilebilir çikolatanın kafein ve klorojenik asit içeriğini artırmadığı gözlenmiştir. Moka kahvenin içeriğindeki çikolatanın ne kadar kakao içerdiği ve bileşimine dair bilgi bulunmamaktadır. Instant kahve karışımlarının içeriğinde bulunan koruyucu, beyazlatıcı gibi bileşenlerin klorojenik asit ve kafein içeriğini ne ölçüde etkilediği bilinmemektedir.

Aromalı kahvelerin içeriğindeki aromaların kahvenin bileşimini nasıl etkilediği ve kahve karışımının bileşimindeki koruyucu, beyazlatıcı vb. gibi maddelerin etkileri bilinmemektedir. Bu çalışmada aromalı kahvelerin klorojenik asit ve kafein içerikleri aromalı olmayan kremalı-şekerli kahvelere oranla daha yüksek bulunmuştur, ancak bu farklılığın eklenen aromadan kaynaklandığını söylemek doğru değildir.

Sonuç olarak; gerek sade Türk kahvelerinin gerekse sade instant kahvelerin antioksidan aktiviteleri oldukça yüksek bulunmuştur. Türk kahvelerinin ince öğütülmüş olmaları ve yavaş yavaş kısık ateşte pişirilmesi; instant kahvelerin ise suda çözünmesi antioksidan aktivitelerinin yüksek olmasında etkili olmuş olabilir (14,165). Literatürde instant Türk kahvelerinin ve instant kahve karışımlarının antioksidan aktivitelerini değerlendiren çalışmalara rastlanmamıştır. Bu çalışma şekerli, sütlü ve sütlü-şekerli Türk kahveleri ile çeşitli instant kahve karışımlarının antioksidan aktivitelerini değerlendiren ilk çalışmadır. Kullanılan kahve örneklerinin kavrulma dereceleri ile kahve karışımlarının içeriğindeki bileşenlerin ve/veya miktarlarının tam olarak bilinmemesi, çalışmada elde edilen sonuçların yorumlanmasını güçleştirdiğinden, bu çalışmanın en önemli sınırlayıcıları olarak kabul edilmektedir. Bu çalışma uzun dönemde sağlıklı kahve tüketimine yönelik,

bireysel ve toplumsal bazda öneri geliştirebilmeyi hedeflediğinden, bu ayrıntılar hesaba katılmadan kahve türlerinin tüketime hazır halleri üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Ancak kahve türleri arasında oluşan farklılıkların nedenlerinin açıklanabilmesi için, kahve türü/cinsi, kavrulma derecesi, kahveye eklenen bileşenler ve miktarları vb. özelliklerin bilinmesi ve bunların sabitlenmesi gerekmektedir. Gelecekte, bu koşullar altında yapılacak çalışmalar elde edilecek sonuçların daha rahat ve doğru yorumlanmasını sağlayacaktır.

6. SONUÇLAR

Bu çalışma Türk kahvelerinin geleneksel tüketim şekillerine uygun olarak total fenol içeriği, antioksidan aktivitesi ve fenolik bileşiminin belirlenmesi ve bunun Türkiye piyasasında bulunan bazı instant kahvelerle karşılaştırılması amacıyla planlanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları aşağıda sunulmuştur.

1. Sade Türk kahvelerinin total fenol içerikleri, total flavonoid içerikleri, % inhibisyon değerleri, TEAC değerleri klasik ve gold instant kahvelerden ve sade instant Türk kahvelerinden yüksektir. Sade Türk kahvelerinin FRAP değerleri sade instant Türk kahvelerinden yüksek, sade instant kahvelerden düşük bulunmuştur.
2. Sade Türk kahvelerinin klorojenik asit içerikleri, sade instant kahvelerden düşük bulunmuştur.
3. Sade Türk kahvelerinin 4,5-dikafeoil kinik asit içerikleri, 3,5-dikafeoil kinik asit içerikleri, 5-kafeoil kinik asit içerikleri ve kafein içerikleri sade instant kahvelerden yüksektir.
4. Sade Türk kahvelerinin klorojenik asit içerikleri, 4,5-dikafeoil kinik asit içerikleri, 3,5-dikafeoil kinik asit içerikleri, 5-kafeoil kinik asit içerikleri ve kafein içerikleri sade instant Türk kahvelerinden yüksektir.
5. Sade Türk kahvelerinin total fenol ve total flavonoid içeriklerinin şekerli, sütlü ve sütlü-şekerli Türk kahvelerinden yüksek olduğu gösterilmiştir. Sade Türk kahvelerinin %İnhibisyon oranı ve TEAC değerlerinin şekerli, sütlü ve sütlü-şekerli Türk kahvelerinden yüksek olduğu saptanmıştır.
6. Sade Türk kahvelerinin klorojenik asit içerikleri, 4,5-dikafeoil kinik asit içerikleri, 3,5-dikafeoil kinik asit içerikleri, 5-kafeoil kinik asit içerikleri ve kafein içerikleri şekerli, sütlü ve sütlü-şekerli Türk kahvelerinden yüksek bulunmuştur.
7. Sade instant kahvelerin total fenol içerikleri, total flavonoid içerikleri, % inhibisyon değerleri ve TEAC değerleri kremalı ve kremalı-şekerli instant kahvelerden yüksek bulunmuştur.
8. Sade instant kahvelerin klorojenik asit içerikleri, 4,5-dikafeoil kinik asit içerikleri, 3,5-dikafeoil kinik asit içerikleri, 5-kafeoil kinik asit içerikleri ve

kafein içerikleri kremalı ve kremalı-şekerli instant kahvelerden yüksek bulunmuştur.

9. Fındık aromalı instant kahvelerin total fenol içerikleri, total flavonoid içerikleri, % inhibisyon değerleri ve TEAC değerleri kremalı-şekerli instant kahvelerden ve moka kahveden yüksektir.
10. Fındık aromalı instant kahvelerin klorojenik asit içerikleri, 3,5-dikafeoil kinik asit içerikleri, 5-kafeoil kinik asit içerikleri ve kafein içerikleri kremalı-şekerli instant kahvelerden ve moka kahveden yüksektir.
11. Latte kahvelerin total fenol içerikleri, % inhibisyon değerleri ve TEAC değerleri kremalı-şekerli instant kahvelerden düşüktür.
12. Latte kahvelerin klorojenik asit içerikleri, 4,5-dikafeoil kinik asit içerikleri, 3,5-dikafeoil kinik asit içerikleri, 5-kafeoil kinik asit içerikleri ve kafein içerikleri kremalı-şekerli instant kahvelerden düşüktür.

7. ÖNERİLER

Oksidatif stres ve yol açtığı hastalıklar göz önünde bulundurulduğunda antioksidan aktivite gösteren besinlerin önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Antioksidan aktivitesinin yüksek olmasının yanında bireyler tarafından tüketim sıklığının fazla olması ve günlük tüketilebilen miktarlarla antioksidan etkilerini gösterebilmeleri, antioksidan aktivite gösteren bu besinlerin önemini daha da arttırmaktadır. Hem antioksidan aktivitesinin yüksek olması hem de yüksek miktarlarda tüketimi nedeniyle kahve, diyetin temel antioksidan kaynakları arasındadır.

Kahve, yüzyıllardır toplumlarca farklı şekillerde hazırlanarak tüketilmiştir. Bu farklılıklar sosyokültürel etmenlerin yanında kahvenin piyasaya arzından da etkilenmiştir. Türkiye’de Türk kahvesinin yanı sıra instant kahve ve kahve karışımlarına da kolaylıkla ulaşılabilmektedir ve bunların marketteki yeri artmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda geleneksel yöntemle hazırlanmış sade Türk kahvelerinin total fenol içerikleri ve antioksidan aktiviteleri sade instant kahveler ile benzer bulunmuştur. Süt ve şeker gibi besinlerin ilave edilmesinin hem Türk kahvelerinin hem de instant kahvelerin antioksidan aktivitesini düşürdüğü gösterilmiştir.

Bu çalışmada sadece demleme yöntemine yönelik yorum yapmak güçtür, çünkü kahvelerin orijinleri, kavrulma dereceleri gibi işlemeye dair bazı koşullar sabit değildir. Ayrıca instant kahve karışımlarının ve instant Türk kahvelerinin içeriğinde bulunan süt proteini, koruyucu gibi bileşenlerin miktarları bilinmemektedir. Bu nedenle, ileriye yönelik daha kapsamlı, belirli şartların sabitlenebildiği çalışmalara ihtiyaç vardır. Yapılacak başka çalışmalarla kahvelerin *in vitro* ortamda gösterdikleri antioksidan aktivitenin *in vivo* koşullarda hayvan ve insan çalışmalarıyla desteklenmesi, kahvelerin tüketimi ve sağlık ile ilişkisine yönelik klinik veriler oluşturulma aşamasında önemlidir.

Sonuç olarak, ince öğütülmüş olması, kısık ateşte yavaş yavaş pişirilmesi ve kahve/su oranının yüksek olması gibi nedenlerle Türk kahvesi iyi bir antioksidan kaynağıdır. Birçok demleme yöntemine göre, porsiyon başına gösterdiği antioksidan

aktivite daha yüksektir. İstant kahvelerin de suda kolayca ekstrakte olabildikleri için yüksek antioksidan aktivite gösterdikleri belirlenmiştir. Kavrulmayla birlikte serbest klorojenik asit miktarının azaldığı bilinmektedir. Bu nedenle daha açık kavrulmuş kahvelerin tercih edilmesi antioksidan aktiviteyi artırabilmektedir. Süt ve şeker ilavesiyle (ve instant kahve karışımlarının) saptanan antioksidan aktivitede düşüş gözlemlendiğinden, kahvelerin sade tüketilmesinin önemi vurgulanabilir.

Kafeinin 300-400 mg'a kadar alımının sağlıklı yetişkinler için güvenli olduğu bildirilmiştir (205,206). Bu çalışmanın sonuçlarına göre, sade Türk kahvesini bir porsiyon tüketmekle bu miktardan daha fazla kafein (508.1 mg) alınmaktadır. Bir porsiyon sade instant kahve tüketimi ile alınan kafein miktarının 85.1 mg olduğu gösterilmiştir. Buradan yola çıkarak başka kaynaklardan kafein alınmadığı varsayıldığında; sade Türk kahvesi tüketiminin günlük bir porsiyonu, instant kahve tüketiminin ise günlük beş porsiyonu aşmaması, önerilebilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Bresciani, L., Calani, L., Bruni, R., Brighenti, F., Del Rio, D. (2014) Phenolic composition, caffeine content and antioxidant capacity of coffee silverskin. *Food Research International*, 61, 196-201.
2. Bhatti, S.K., O'Keefe, J.H., Lavie, C.J. (2013) Coffee and tea: perks for health and longevity? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 16 (6), 688-697.
3. Komes, D., Belščak-Cvitanović, A. (2014). Chapter 10 - Effects of Preparation Techniques on the Antioxidant Capacity of Coffee Brews. V. Preedy (Ed.). *Processing and Impact on Antioxidants in Beverages* (s. 87-97). San Diego: Academic Press
4. Cano-Marquina, A., Tarin, J.J., Cano, A. (2013) The impact of coffee on health. *Maturitas*, 75 (1), 7-21.
5. O'Keefe, J.H., Bhatti, S.K., Patil, H.R., DiNicolantonio, J.J., Lucan, S.C., Lavie, C.J. (2013) Effects of habitual coffee consumption on cardiometabolic disease, cardiovascular health, and all-cause mortality. *J Am Coll Cardiol*, 62 (12), 1043-1051.
6. Faustmann, G., Cavin, C., Nersesyan, A., Knasmüller, S. (2009). *Chemopreventive Properties of Coffee and Its Constituents. Chemoprevention of Cancer and DNA Damage by Dietary Factors* (s. 579-594): Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA
7. Gonzalez de Mejia, E., Ramirez-Mares, M.V. (2014) Impact of caffeine and coffee on our health. *Trends Endocrinol Metab*, 25 (10), 489-492.
8. Narita, Y., Inouye, K. (2015). Chapter 21 - Chlorogenic Acids from Coffee. V. R. Preedy (Ed.). *Coffee in Health and Disease Prevention* (s. 189-199). San Diego: Academic Press
9. Alves, R.C., Almeida, I.M., Casal, S., Oliveira, M.B. (2010) Isoflavones in coffee: influence of species, roast degree, and brewing method. *J Agric Food Chem*, 58 (5), 3002-3007.
10. Ludwig, I.A., Sanchez, L., Caemmerer, B., Kroh, L.W., De Peña, M.P., Cid, C. (2012) Extraction of coffee antioxidants: Impact of brewing time and method. *Food Research International*, 48 (1), 57-64.

- 11.Kucukkomurler, S.,Özgen, L. (2009) Coffee and Turkish coffee culture. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8 (10), 1693-1700.
- 12.Santini, A., Ferracane, R., Mikušová, P., Eged, Š., Šrobárová, A., Meca, G. ve diğ erleri. (2011) Influence of different coffee drink preparations on ochratoxin A content and evaluation of the antioxidant activity and caffeine variations. *Food Control*, 22 (8), 1240-1245.
- 13.da Silveira, T.M.L., Tavares, É.,Glória, M.B.A. (2007) Profile and levels of bioactive amines in instant coffee. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 (6), 451-457.
- 14.Niseteo, T., Komes, D., Belščak-Cvitanović, A., Horžić, D.,Budeč, M. (2012) Bioactive composition and antioxidant potential of different commonly consumed coffee brews affected by their preparation technique and milk addition. *Food Chemistry*, 134 (4), 1870-1877.
- 15.Gunduc, N.,El, S.N. (2003) Assessing Antioxidant Activities of Phenolic Compounds of Common Turkish Food and Drinks on In Vitro Low-Density Lipoprotein Oxidation. *Journal of Food Science*, 68 (8), 2591-2595.
- 16.Hatzold, T. (2012). Introduction. Coffee (s. 1-20): Wiley-Blackwell
- 17.Mussatto, S., Machado, E.S., Martins, S.,Teixeira, J. (2011) Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues. *Food and Bioprocess Technology*, 4 (5), 661-672.
- 18.Ellis, M. (2008) An introduction to the coffee-house: A discursive model. *Language & Communication*, 28 (2), 156-164.
- 19.Stadler, R.H., Hughes, G.,Guillaume-Gentil, O. (2014). Safety of Food and Beverages: Coffee, Tea and Herbals, Cocoa and Derived Products. Y. Motarjemi (Ed.). Encyclopedia of Food Safety (s. 371-383). Waltham: Academic Press
- 20.Vignoli, J.A., Bassoli, D.G.,Benassi, M.T. (2011) Antioxidant activity, polyphenols, caffeine and melanoidins in soluble coffee: The influence of processing conditions and raw material. *Food Chemistry*, 124 (3), 863-868.
- 21.Komes, D.,Bušić, A. (2014). Chapter 3 - Antioxidants in Coffee. V. Preedy (Ed.). Processing and Impact on Antioxidants in Beverages (s. 25-32). San Diego: Academic Press

- 22.Wang, Y.,Ho, C.T. (2009) Polyphenolic chemistry of tea and coffee: a century of progress. *J Agric Food Chem*, 57 (18), 8109-8114.
- 23.TC Sağlık Bakanlığı, H.Ü. (2014) Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2010, Beslenme Durumu ve Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi Sonuç Raporu. 188,196.
- 24.Kahve(Çiğ Çekirdek). (Mart 2010, Ankara) *Türk Standardı*, TS-3117.
- 25.Tebliği, K.v.K.E. (Tebliğ No: 2006/52) Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. *02.12.2006-26364 nolu Resmi Gazete*.
- 26.Bohn, S.K., Ward, N.C., Hodgson, J.M.,Croft, K.D. (2012) Effects of tea and coffee on cardiovascular disease risk. *Food Funct*, 3 (6), 575-591.
- 27.Farah, A. (2012). Coffee Constituents. Coffee (s. 21-58): Wiley-Blackwell
- 28.Liang, N.,Kitts, D.D. (2014) Antioxidant Property of Coffee Components: Assessment of Methods that Define Mechanisms of Action. *Molecules*, 19 (11), 19180-19208.
- 29.Higdon, J.V.,Frei, B. (2006) Coffee and health: a review of recent human research. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 46 (2), 101-123.
- 30.Serafini, M.,Testa, M.F. (2009) Redox ingredients for oxidative stress prevention: the unexplored potentiality of coffee. *Clin Dermatol*, 27 (2), 225-229.
- 31.Ding, M., Bhupathiraju, S.N., Satija, A., van Dam, R.M.,Hu, F.B. (2014) Long-term coffee consumption and risk of cardiovascular disease: a systematic review and a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Circulation*, 129 (6), 643-659.
- 32.Lee, J.K., Kim, K., Ahn, Y., Yang, M.,Lee, J.E. (2015) Habitual coffee intake, genetic polymorphisms, and type 2 diabetes. *Eur J Endocrinol*.
- 33.Kjaergaard, M., Thiele, M.,Krag, A. (2014) [Coffee can be beneficial for patients with liver diseases.]. *Ugeskr Laeger*, 176 (43).
- 34.Qi, H.,Li, S. (2014) Dose-response meta-analysis on coffee, tea and caffeine consumption with risk of Parkinson's disease. *Geriatr Gerontol Int*, 14 (2), 430-439.

- 35.Hallstrom, H., Byberg, L., Glynn, A., Lemming, E.W., Wolk, A.,Michaelsson, K. (2013) Long-term coffee consumption in relation to fracture risk and bone mineral density in women. *Am J Epidemiol*, 178 (6), 898-909.
- 36.Guertin, K.A., Loftfield, E., Boca, S.M., Sampson, J.N., Moore, S.C., Xiao, Q. ve diğ erleri. (2015) Serum biomarkers of habitual coffee consumption may provide insight into the mechanism underlying the association between coffee consumption and colorectal cancer. *Am J Clin Nutr*.
- 37.Parazzini, F., Chatenoud, L., Di Cintio, E., Mezzopane, R., Surace, M., Zanconato, G. ve diğ erleri. (1998) Coffee consumption and risk of hospitalized miscarriage before 12 weeks of gestation. *Human Reproduction*, 13 (8), 2286-2291.
- 38.Rubach, M., Lang, R., Hofmann, T.,Somoza, V. (2008) Time-dependent Component-specific Regulation of Gastric Acid Secretion-related Proteins by Roasted Coffee Constituents. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1126 (1), 310-314.
- 39.Kim, J., Oh, S.W., Myung, S.K., Kwon, H., Lee, C., Yun, J.M. ve diğ erleri. (2014) Association between coffee intake and gastroesophageal reflux disease: a meta-analysis. *Dis Esophagus*, 27 (4), 311-317.
- 40.Renda, G., Zimarino, M., Antonucci, I., Tatasciore, A., Ruggieri, B., Bucciarelli, T. ve diğ erleri. (2012) Genetic determinants of blood pressure responses to caffeine drinking. *Am J Clin Nutr*, 95 (1), 241-248.
- 41.Steffen, M., Kuhle, C., Hensrud, D., Erwin, P.J.,Murad, M.H. (2012) The effect of coffee consumption on blood pressure and the development of hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Hypertension*, 30 (12), 2245-2254
2210.1097/HJH.2240b2013e3283588d3283573.
- 42.Winkelmayer, W.C., Stampfer, M.J., Willett, W.C.,Curhan, G.C. (2005) Habitual caffeine intake and the risk of hypertension in women. *Jama*, 294 (18), 2330-2335.
- 43.Cai, L., Ma, D., Zhang, Y., Liu, Z.,Wang, P. (2012) The effect of coffee consumption on serum lipids: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Clin Nutr*, 66 (8), 872-877.

44. Jick, H., Miettinen, O.S., Neff, R.K., Shapiro, S., Heinonen, O.P., Slone, D. (1973) Coffee and Myocardial Infarction. *New England Journal of Medicine*, 289 (2), 63-67.
45. Hammar, N., Andersson, T., Alfredsson, L., Reuterwall, C., Nilsson, T., Hallqvist, J. ve diğeri. (2003) Association of boiled and filtered coffee with incidence of first nonfatal myocardial infarction: the SHEEP and the VHEEP study. *J Intern Med*, 253 (6), 653-659.
46. Wu, J.-n., Ho, S.C., Zhou, C., Ling, W.-h., Chen, W.-q., Wang, C.-l. ve diğeri. Coffee consumption and risk of coronary heart diseases: A meta-analysis of 21 prospective cohort studies. *International Journal of Cardiology*, 137 (3), 216-225.
47. Mostofsky, E., Rice, M.S., Levitan, E.B., Mittleman, M.A. (2012) Habitual coffee consumption and risk of heart failure: a dose-response meta-analysis. *Circ Heart Fail*, 5 (4), 401-405.
48. Newcombe, P.F., Renton, K.W., Rautaharju, P.M., Spencer, C.A., Montague, T.J. (1988) High-dose caffeine and cardiac rate and rhythm in normal subjects. *Chest*, 94 (1), 90-94.
49. Glatter, K.A., Myers, R., Chiamvimonvat, N. (2012) Recommendations regarding dietary intake and caffeine and alcohol consumption in patients with cardiac arrhythmias: what do you tell your patients to do or not to do? *Curr Treat Options Cardiovasc Med*, 14 (5), 529-535.
50. Kim, B., Nam, Y., Kim, J., Choi, H., Won, C. (2012) Coffee Consumption and Stroke Risk: A Meta-analysis of Epidemiologic Studies. *Korean J Fam Med*, 33 (6), 356-365.
51. Larsson, S.C., Orsini, N. (2011) Coffee consumption and risk of stroke: a dose-response meta-analysis of prospective studies. *Am J Epidemiol*, 174 (9), 993-1001.
52. Rustenbeck, I., Lier-Glaubitz, V., Willenborg, M., Eggert, F., Engelhardt, U., Jorns, A. (2014) Effect of chronic coffee consumption on weight gain and glycaemia in a mouse model of obesity and type 2 diabetes. *Nutr Diabetes*, 4, e123.

- 53.Zhang, Y., Lee, E.T., Cowan, L.D., Fabsitz, R.R.,Howard, B.V. (2011) Coffee consumption and the incidence of type 2 diabetes in men and women with normal glucose tolerance: The Strong Heart Study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 21 (6), 418-423.
- 54.von Ruesten, A., Feller, S., Bergmann, M.M.,Boeing, H. (2013) Diet and risk of chronic diseases: results from the first 8 years of follow-up in the EPIC-Potsdam study. *Eur J Clin Nutr*, 67 (4), 412-419.
- 55.Muley, A., Muley, P.,Shah, M. (2012) Coffee to reduce risk of type 2 diabetes?: a systematic review. *Curr Diabetes Rev*, 8 (3), 162-168.
- 56.van Dam, R.M., Willett, W.C., Manson, J.E.,Hu, F.B. (2006) Coffee, caffeine, and risk of type 2 diabetes: a prospective cohort study in younger and middle-aged U.S. women. *Diabetes Care*, 29 (2), 398-403.
- 57.Kim, H.J., Cho, S., Jacobs, D.R., Jr.,Park, K. (2014) Instant coffee consumption may be associated with higher risk of metabolic syndrome in Korean adults. *Diabetes Res Clin Pract*, 106 (1), 145-153.
- 58.Hiramatsu, T., Tajima, O., Uezono, K., Tabata, S., Abe, H., Ohnaka, K. ve diğ erleri. (2013) Coffee consumption, serum gamma-glutamyltransferase, and glucose tolerance status in middle-aged Japanese men. *Clin Chem Lab Med*, 51 (6), 1233-1239.
- 59.Bidel, S., Hu, G., Sundvall, J., Kaprio, J.,Tuomilehto, J. (2006) Effects of coffee consumption on glucose tolerance, serum glucose and insulin levels--a cross-sectional analysis. *Horm Metab Res*, 38 (1), 38-43.
- 60.van Dam, R.M.,Feskens, E.J.M. (2002) Coffee consumption and risk of type 2 diabetes mellitus. *The Lancet*, 360 (9344), 1477-1478.
- 61.Pham, N.M., Nanri, A., Kochi, T., Kuwahara, K., Tsuruoka, H., Kurotani, K. ve diğ erleri. (2014) Coffee and green tea consumption is associated with insulin resistance in Japanese adults. *Metabolism*, 63 (3), 400-408.
- 62.Jia, H., Aw, W., Egashira, K., Takahashi, S., Aoyama, S., Saito, K. ve diğ erleri. (2014) Coffee intake mitigated inflammation and obesity-induced insulin resistance in skeletal muscle of high-fat diet-induced obese mice. *Genes Nutr*, 9 (3), 389.

- 63.Kempf, K., Herder, C., Erlund, I., Kolb, H., Martin, S., Carstensen, M. ve diğerleri. (2010) Effects of coffee consumption on subclinical inflammation and other risk factors for type 2 diabetes: a clinical trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 91 (4), 950-957.
- 64.Williams, C.J., Fagnoli, J.L., Hwang, J.J., van Dam, R.M., Blackburn, G.L., Hu, F.B. ve diğerleri. (2008) Coffee Consumption Is Associated With Higher Plasma Adiponectin Concentrations in Women With or Without Type 2 Diabetes: A prospective cohort study. *Diabetes Care*, 31 (3), 504-507.
- 65.Tuomilehto, J., Hu, G., Bidel, S., Lindström, J.,Jousilahti, P. (2004) COffee consumption and risk of type 2 diabetes mellitus among middle-aged finnish men and women. *JAMA*, 291 (10), 1213-1219.
- 66.Masterton, G.S.,Hayes, P.C. (2010) Coffee and the liver: a potential treatment for liver disease? *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 22 (11), 1277-1283.
- 67.Morisco, F., Lembo, V., Mazzone, G., Camera, S.,Caporaso, N. (2014) Coffee and liver health. *J Clin Gastroenterol*, 48 Suppl 1, S87-90.
- 68.Ruhl, C.E.,Everhart, J.E. (2005) Coffee and caffeine consumption reduce the risk of elevated serum alanine aminotransferase activity in the United States. *Gastroenterology*, 128 (1), 24-32.
- 69.Gutierrez-Grobe, Y., Chavez-Tapia, N., Sanchez-Valle, V., Gavilanes-Espinar, J.G., Ponciano-Rodriguez, G., Uribe, M. ve diğerleri. (2012) High coffee intake is associated with lower grade nonalcoholic fatty liver disease: the role of peripheral antioxidant activity. *Ann Hepatol*, 11 (3), 350-355.
- 70.Birerdinc, A., Stepanova, M., Pawloski, L.,Younossi, Z.M. (2012) Caffeine is protective in patients with non-alcoholic fatty liver disease. *Aliment Pharmacol Ther*, 35 (1), 76-82.
- 71.Zelber-Sagi, S., Salomone, F., Webb, M., Lotan, R., Yeshua, H., Halpern, Z. ve diğerleri. (2015) Coffee consumption and nonalcoholic fatty liver onset: a prospective study in the general population. *Transl Res*, 165 (3), 428-436.
- 72.Molloy, J.W., Calcagno, C.J., Williams, C.D., Jones, F.J., Torres, D.M.,Harrison, S.A. (2012) Association of coffee and caffeine consumption with fatty liver disease, nonalcoholic steatohepatitis, and degree of hepatic fibrosis. *Hepatology*, 55 (2), 429-436.

73. Shim, S.G., Jun, D.W., Kim, E.K., Saeed, W.K., Lee, K.N., Lee, H.L. ve diğerleri. (2013) Caffeine attenuates liver fibrosis via defective adhesion of hepatic stellate cells in cirrhotic model. *J Gastroenterol Hepatol*, 28 (12), 1877-1884.
74. Goh, G.B.-B., Chow, W.-C., Wang, R., Yuan, J.-M., Koh, W.-P. (2014) Coffee, alcohol and other beverages in relation to cirrhosis mortality: The Singapore Chinese Health Study. *Hepatology*, 60 (2), 661-669.
75. Klatsky, A.L., Morton, C., Udaltsova, N., Friedman, G.D. (2006) Coffee, cirrhosis, and transaminase enzymes. *Arch Intern Med*, 166 (11), 1190-1195.
76. Yu, X., Bao, Z., Zou, J., Dong, J. (2011) Coffee consumption and risk of cancers: a meta-analysis of cohort studies. *BMC Cancer*, 11, 96.
77. Tian, C., Wang, W., Hong, Z., Zhang, X. (2013) Coffee consumption and risk of colorectal cancer: a dose-response analysis of observational studies. *Cancer Causes Control*, 24 (6), 1265-1268.
78. Li, G., Ma, D., Zhang, Y., Zheng, W., Wang, P. (2013) Coffee consumption and risk of colorectal cancer: a meta-analysis of observational studies. *Public Health Nutr*, 16 (2), 346-357.
79. Galeone, C., Turati, F., La Vecchia, C., Tavani, A. (2010) Coffee consumption and risk of colorectal cancer: a meta-analysis of case-control studies. *Cancer Causes Control*, 21 (11), 1949-1959.
80. Yamada, H., Kawado, M., Aoyama, N., Hashimoto, S., Suzuki, K., Wakai, K. ve diğerleri. (2014) Coffee consumption and risk of colorectal cancer: the Japan Collaborative Cohort Study. *J Epidemiol*, 24 (5), 370-378.
81. Dominianni, C., Huang, W.Y., Berndt, S., Hayes, R.B., Ahn, J. (2013) Prospective study of the relationship between coffee and tea with colorectal cancer risk: the PLCO Cancer Screening Trial. *Br J Cancer*, 109 (5), 1352-1359.
82. Budhathoki, S., Iwasaki, M., Yamaji, T., Sasazuki, S., Tsugane, S. (2014) Coffee intake and the risk of colorectal adenoma: The colorectal adenoma study in Tokyo. *Int J Cancer*.
83. Dong, J., Zou, J., Yu, X.F. (2011) Coffee drinking and pancreatic cancer risk: a meta-analysis of cohort studies. *World J Gastroenterol*, 17 (9), 1204-1210.

84. Turati, F., Galeone, C., Edefonti, V., Ferraroni, M., Lagiou, P., La Vecchia, C. ve diğerleri. (2012) A meta-analysis of coffee consumption and pancreatic cancer. *Ann Oncol*, 23 (2), 311-318.
85. Zhou, Y., Tian, C., Jia, C. (2012) A dose-response meta-analysis of coffee consumption and bladder cancer. *Preventive Medicine*, 55 (1), 14-22.
86. Ross, G., Abbott, R.D., Petrovitch, H., et al. (2000) A Association of coffee and caffeine intake with the risk of parkinson disease. *JAMA*, 283 (20), 2674-2679.
87. de Mendonca, A., Cunha, R.A. (2010) Therapeutic opportunities for caffeine in Alzheimer's disease and other neurodegenerative disorders. *J Alzheimers Dis*, 20 Suppl 1, S1-2.
88. Basurto-Islas, G., Blanchard, J., Tung, Y.C., Fernandez, J.R., Voronkov, M., Stock, M. ve diğerleri. (2014) Therapeutic benefits of a component of coffee in a rat model of Alzheimer's disease. *Neurobiology of Aging*, 35 (12), 2701-2712.
89. Kim, J., Lee, K.W. (2015). Chapter 46 - Coffee and its Active Compounds are Neuroprotective. V. R. Preedy (Ed.). *Coffee in Health and Disease Prevention* (s. 423-427). San Diego: Academic Press
90. Choi, E.J., Kim, K.H., Koh, Y.J., Lee, J.S., Lee, D.R., Park, S.M. (2014) Coffee consumption and bone mineral density in korean premenopausal women. *Korean J Fam Med*, 35 (1), 11-18.
91. Ludwig, I.A., Clifford, M.N., Lean, M.E., Ashihara, H., Crozier, A. (2014) Coffee: biochemistry and potential impact on health. *Food Funct*, 5 (8), 1695-1717.
92. Cruz, R., Morais, S., Casal, S. (2015). Chapter 66 - Mineral Composition Variability of Coffees: A Result of Processing and Production. V. Preedy (Ed.). *Processing and Impact on Active Components in Food* (s. 549-558). San Diego: Academic Press
93. Huch, M., Franz, C.M.A.P. (2015). 21 - Coffee: fermentation and microbiota. W. Holzapfel (Ed.). *Advances in Fermented Foods and Beverages* (s. 501-513): Woodhead Publishing

94. Esquivel, P., Jiménez, V.M. (2012) Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*, 46 (2), 488-495.
95. Oliveira, L.S., Franca, A.S., Mendonça, J.C.F., Barros-Júnior, M.C. (2006) Proximate composition and fatty acids profile of green and roasted defective coffee beans. *LWT - Food Science and Technology*, 39 (3), 235-239.
96. Coffee, Tea, Cocoa. (2009). *Food Chemistry* (s. 938-970): Springer Berlin Heidelberg
97. Rattan, S., Parande, A.K., Nagaraju, V.D., Ghiwari, G.K. (2015) A comprehensive review on utilization of wastewater from coffee processing. *Environ Sci Pollut Res Int.*
98. Silva, C.F., Batista, L.R., Abreu, L.M., Dias, E.S., Schwan, R.F. (2008) Succession of bacterial and fungal communities during natural coffee (*Coffea arabica*) fermentation. *Food Microbiology*, 25 (8), 951-957.
99. Duarte, G.S., Pereira, A.A., Farah, A. (2010) Chlorogenic acids and other relevant compounds in Brazilian coffees processed by semi-dry and wet post-harvesting methods. *Food Chemistry*, 118 (3), 851-855.
100. Lee, L.W., Cheong, M.W., Curran, P., Yu, B., Liu, S.Q. (2015) Coffee fermentation and flavor – An intricate and delicate relationship. *Food Chemistry*, 185 (0), 182-191.
101. Rostagno, M.A., Celeghini, R.M.S., Debien, I.C.N., Nogueira, G.C., Meireles, M.A.A. (2015). Chapter 15 - Phenolic Compounds in Coffee Compared to Other Beverages. V. R. Preedy (Ed.). *Coffee in Health and Disease Prevention* (s. 137-142). San Diego: Academic Press
102. Clarke, R.J. (2003). COFFEE | Decaffeination. B. Caballero (Ed.). *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (Second Edition) (s. 1506-1511). Oxford: Academic Press
103. Gonzalez-Rios, O., Suarez-Quiroz, M.L., Boulanger, R., Barel, M., Guyot, B., Guiraud, J.-P. ve diğerleri. (2007) Impact of “ecological” post-harvest processing on coffee aroma: II. Roasted coffee. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 (3–4), 297-307.

104. Farah, A., Monteiro, M.C., Calado, V., Franca, A.S., Trugo, L.C. (2006) Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. *Food Chemistry*, 98 (2), 373-380.
105. Richelle, M., Tavazzi, I., Offord, E. (2001) Comparison of the antioxidant activity of commonly consumed polyphenolic beverages (coffee, cocoa, and tea) prepared per cup serving. *J Agric Food Chem*, 49 (7), 3438-3442.
106. Dias, R., de Faria-Machado, A., Mercadante, A., Bragagnolo, N., Benassi, M.d. (2014) Roasting process affects the profile of diterpenes in coffee. *European Food Research and Technology*, 239 (6), 961-970.
107. Tfouni, S.A.V., Carreiro, L.B., Teles, C.R.A., Furlani, R.P.Z., Cipolli, K.M.V.A.B., Camargo, M.C.R. (2014) Caffeine and chlorogenic acids intake from coffee brew: influence of roasting degree and brewing procedure. *International Journal of Food Science & Technology*, 49 (3), 747-752.
108. Vignoli, J.A., Viegas, M.C., Bassoli, D.G., Benassi, M.d.T. (2014) Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffees. *Food Research International*, 61 (0), 279-285.
109. Bekedam, E.K., Schols, H.A., Cämmerer, B., Kroh, L.W., van Boekel, M.A.J.S., Smit, G. (2008) Electron Spin Resonance (ESR) Studies on the Formation of Roasting-Induced Antioxidative Structures in Coffee Brews at Different Degrees of Roast. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (12), 4597-4604.
110. Nunes, F.M., Coimbra, M.A. (2007) Melanoidins from Coffee Infusions. Fractionation, Chemical Characterization, and Effect of the Degree of Roast. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (10), 3967-3977.
111. Wei, F., Tanokura, M. (2015). Chapter 10 - Chemical Changes in the Components of Coffee Beans during Roasting. V. R. Preedy (Ed.). *Coffee in Health and Disease Prevention* (s. 83-91). San Diego: Academic Press
112. Clarke, R.J. (2003). COFFEE | Instant. B. Caballero (Ed.). *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (Second Edition) (s. 1493-1498). Oxford: Academic Press

113. Capek, P., Paulovičová, E., Matulová, M., Mislovičová, D., Navarini, L., Suggi-Liverani, F. (2014) *Coffea arabica* instant coffee—Chemical view and immunomodulating properties. *Carbohydrate Polymers*, 103 (0), 418-426.
114. Weschenfelder, T.A., Lantin, P., Viegas, M.C., de Castilhos, F., Scheer, A.d.P. (2015) Concentration of aroma compounds from an industrial solution of soluble coffee by pervaporation process. *Journal of Food Engineering*, 159 (0), 57-65.
115. Mullen, W., Nemzer, B., Stalmach, A., Ali, S., Combet, E. (2013) Polyphenolic and Hydroxycinnamate Contents of Whole Coffee Fruits from China, India, and Mexico. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61 (22), 5298-5309.
116. Ramirez-Coronel, M.A., Marnet, N., Kolli, V.S.K., Roussos, S., Guyot, S., Augur, C. (2004) Characterization and Estimation of Proanthocyanidins and Other Phenolics in Coffee Pulp (*Coffea arabica*) by Thiolytic-High-Performance Liquid Chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (5), 1344-1349.
117. Rodrigues, N.P., Bragagnolo, N. (2013) Identification and quantification of bioactive compounds in coffee brews by HPLC–DAD–MSn. *Journal of Food Composition and Analysis*, 32 (2), 105-115.
118. Coelho, C., Ribeiro, M., Cruz, A.C., Domingues, M.R., Coimbra, M.A., Bunzel, M. ve diğerleri. (2014) Nature of phenolic compounds in coffee melanoidins. *J Agric Food Chem*, 62 (31), 7843-7853.
119. Farah, A., Monteiro, M., Donangelo, C.M., Lafay, S. (2008) Chlorogenic acids from green coffee extract are highly bioavailable in humans. *J Nutr*, 138 (12), 2309-2315.
120. Tomas-Barberan, F., Garcia-Villalba, R., Quartieri, A., Raimondi, S., Amaretti, A., Leonardi, A. ve diğerleri. (2014) In vitro transformation of chlorogenic acid by human gut microbiota. *Mol Nutr Food Res*, 58 (5), 1122-1131.
121. Oestreich-Janzen, S. (2013). *Chemistry of Coffee*. Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering: Elsevier

- 122.Clifford, M.N. (1999) Chlorogenic acids and other cinnamates – nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79 (3), 362-372.
- 123.Moreira, A.S., Nunes, F.M., Domingues, M.R.,Coimbra, M.A. (2012) Coffee melanoidins: structures, mechanisms of formation and potential health impacts. *Food Funct*, 3 (9), 903-915.
- 124.Ky, C.L., Louarn, J., Dussert, S., Guyot, B., Hamon, S.,Noirot, M. (2001) Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. *Food Chemistry*, 75 (2), 223-230.
- 125.Farah, A., de Paulis, T., Trugo, L.C.,Martin, P.R. (2005) Effect of Roasting on the Formation of Chlorogenic Acid Lactones in Coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (5), 1505-1513.
- 126.Perrone, D., Farah, A., Donangelo, C.M., de Paulis, T.,Martin, P.R. (2008) Comprehensive analysis of major and minor chlorogenic acids and lactones in economically relevant Brazilian coffee cultivars. *Food Chemistry*, 106 (2), 859-867.
- 127.Mills, C.E., Tzounis, X., Oruna-Concha, M.J., Mottram, D.S., Gibson, G.R.,Spencer, J.P. (2015) In vitro colonic metabolism of coffee and chlorogenic acid results in selective changes in human faecal microbiota growth. *Br J Nutr*, 1-8.
- 128.Obloh, G., Agunloye, O.M., Adefegha, S.A., Akinyemi, A.J.,Ademiluyi, A.O. (2015) Caffeic and chlorogenic acids inhibit key enzymes linked to type 2 diabetes (in vitro): a comparative study. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*, 26 (2), 165-170.
- 129.Jin, S., Chang, C., Zhang, L., Liu, Y., Huang, X.,Chen, Z. (2015) Chlorogenic Acid Improves Late Diabetes through Adiponectin Receptor Signaling Pathways in db/db Mice. *PLoS One*, 10 (4), e0120842.
- 130.Du, W.Y., Chang, C., Zhang, Y., Liu, Y.Y., Sun, K., Wang, C.S. ve diğerleri. (2013) High-dose chlorogenic acid induces inflammation reactions and oxidative stress injury in rats without implication of mast cell degranulation. *J Ethnopharmacol*, 147 (1), 74-83.

131. Karunanidhi, A., Thomas, R., van Belkum, A., Neela, V. (2013) In vitro antibacterial and antibiofilm activities of chlorogenic acid against clinical isolates of *Stenotrophomonas maltophilia* including the trimethoprim/sulfamethoxazole resistant strain. *Biomed Res Int*, 2013, 392058.
132. Farah, A., Duarte, G. (2015). Chapter 87 - Bioavailability and Metabolism of Chlorogenic Acids from Coffee. V. R. Preedy (Ed.). *Coffee in Health and Disease Prevention* (s. 789-801). San Diego: Academic Press
133. Ludwig, I.A., Paz de Pena, M., Concepcion, C., Alan, C. (2013) Catabolism of coffee chlorogenic acids by human colonic microbiota. *Biofactors*, 39 (6), 623-632.
134. Farah, A., de Paulis, T., Moreira, D.P., Trugo, L.C., Martin, P.R. (2006) Chlorogenic acids and lactones in regular and water-decaffeinated arabica coffees. *J Agric Food Chem*, 54 (2), 374-381.
135. Fogliano, V., Morales, F.J. (2011) Estimation of dietary intake of melanoidins from coffee and bread. *Food Funct*, 2 (2), 117-123.
136. Pastoriza, S., Rufian-Henares, J.A. (2014) Contribution of melanoidins to the antioxidant capacity of the Spanish diet. *Food Chem*, 164, 438-445.
137. Rufián-Henares, J.A., Pastoriza, S. (2015). Chapter 20 - Melanoidins in Coffee. V. R. Preedy (Ed.). *Coffee in Health and Disease Prevention* (s. 183-188). San Diego: Academic Press
138. Argirova, M.D., Stefanova, I.D., Krustev, A.D. (2013) New biological properties of coffee melanoidins. *Food Funct*, 4 (8), 1204-1208.
139. Tagliacruzchi, D., Bellesia, A. (2015) The gastro-intestinal tract as the major site of biological action of dietary melanoidins. *Amino Acids*.
140. De Marco, L.M., Fischer, S., Henle, T. (2011) High molecular weight coffee melanoidins are inhibitors for matrix metalloproteases. *J Agric Food Chem*, 59 (21), 11417-11423.
141. Smrke, S., Opitz, S.E., Vovk, I., Yeretian, C. (2013) How does roasting affect the antioxidants of a coffee brew? Exploring the antioxidant capacity of coffee via on-line antioxidant assays coupled with size exclusion chromatography. *Food Funct*, 4 (7), 1082-1092.

142. Vitaglione, P., Fogliano, V., Pellegrini, N. (2012) Coffee, colon function and colorectal cancer. *Food Funct*, 3 (9), 916-922.
143. Troup, G.J., Navarini, L., Liverani, F.S., Drew, S.C. (2015) Stable radical content and anti-radical activity of roasted arabica coffee: from in-tact bean to coffee brew. *PLoS One*, 10 (4), e0122834.
144. Mitchell, D.C., Knight, C.A., Hockenberry, J., Teplansky, R., Hartman, T.J. (2014) Beverage caffeine intakes in the U.S. *Food and Chemical Toxicology*, 63 (0), 136-142.
145. Alpert, P.T. (2012) The Health Lowdown on Caffeine. *Home Health Care Management & Practice*.
146. Burdan, F. (2015). Chapter 22 - Caffeine in Coffee. V. R. Preedy (Ed.). *Coffee in Health and Disease Prevention* (s. 201-207). San Diego: Academic Press
147. Casal, S., Beatriz Oliveira, M., Ferreira, M.A. (2000) HPLC/diode-array applied to the thermal degradation of trigonelline, nicotinic acid and caffeine in coffee. *Food Chemistry*, 68 (4), 481-485.
148. Volk, B.M., Creighton, B.C. (2013). Chapter 51 - An Overview on Caffeine. D. B. N. K. Sen (Ed.). *Nutrition and Enhanced Sports Performance* (s. 487-495). San Diego: Academic Press
149. Butt, M.S., Sultan, M.T. (2011) Coffee and its Consumption: Benefits and Risks. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51 (4), 363-373.
150. Beaudoin, M.-S., Graham, T.E. (2015). Chapter 53 - The Influence of Acute Caffeine and Coffee Consumption on Glucose Homeostasis: Whole-Body and Tissue-Specific Effects and Mechanisms of Actions. V. R. Preedy (Ed.). *Coffee in Health and Disease Prevention* (s. 479-489). San Diego: Academic Press
151. Fisone, G., Borgkvist, A., Usiello, A. (2004) Caffeine as a psychomotor stimulant: mechanism of action. *Cell Mol Life Sci*, 61 (7-8), 857-872.
152. Guarino, M.P., Sacramento, J., Ribeiro, M.J., Conde, S.V. (2015). Chapter 83 - Caffeine, Insulin Resistance, and Hypertension. V. R. Preedy (Ed.). *Coffee in Health and Disease Prevention* (s. 747-755). San Diego: Academic Press

153. Ashihara, H. (2015). Chapter 3 - Plant Biochemistry: Trigonelline Biosynthesis in *Coffea arabica* and *Coffea canephora*. V. R. Preedy (Ed.). *Coffee in Health and Disease Prevention* (s. 19-28). San Diego: Academic Press
154. Nuhu, A.A. (2014) Bioactive micronutrients in coffee: recent analytical approaches for characterization and quantification. *ISRN Nutr*, 2014, 384230.
155. Arlt, A., Sebens, S., Krebs, S., Geismann, C., Grossmann, M., Kruse, M.L. ve diğ erleri. (2013) Inhibition of the Nrf2 transcription factor by the alkaloid trigonelline renders pancreatic cancer cells more susceptible to apoptosis through decreased proteasomal gene expression and proteasome activity. *Oncogene*, 32 (40), 4825-4835.
156. Yoshinari, O., Igarashi, K. (2010) Anti-diabetic effect of trigonelline and nicotinic acid, on KK-A(y) mice. *Curr Med Chem*, 17 (20), 2196-2202.
157. Benassi, M.d.T., Dias, R.C.E. (2015). Chapter 109 - Assay of Kahweol and Cafestol in Coffee. V. R. Preedy (Ed.). *Coffee in Health and Disease Prevention* (s. 993-1004). San Diego: Academic Press
158. Speer, K., Kölling-Speer, I. (2006) The lipid fraction of the coffee bean. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18, 201-216.
159. Pérez-Martínez, M., Caemmerer, B., De Peña, M.P., Cid, C., Kroh, L.W. (2010) Influence of Brewing Method and Acidity Regulators on the Antioxidant Capacity of Coffee Brews. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (5), 2958-2965.
160. Caporaso, N., Genovese, A., Canela, M.D., Civitella, A., Sacchi, R. (2014) Neapolitan coffee brew chemical analysis in comparison to espresso, moka and American brews. *Food Research International*, 61 (0), 152-160.
161. Gross, G., Jaccaud, E., Huggett, A.C. (1997) Analysis of the content of the diterpenes cafestol and kahweol in coffee brews. *Food Chem Toxicol*, 35 (6), 547-554.
162. Petracco, M. (2008). Technology IV: Beverage Preparation: Brewing Trends for the New Millennium. *Coffee* (s. 140-164): Blackwell Science Ltd

163. Restuccia, D., Spizzirri, U.G., Parisi, O.I., Cirillo, G., Picci, N. (2015) Brewing effect on levels of biogenic amines in different coffee samples as determined by LC-UV. *Food Chemistry*, 175, 143-150.
164. Gloess, A., Schönbacher, B., Klopprogge, B., D'Ambrosio, L., Chatelain, K., Bongartz, A. ve diğerleri. (2013) Comparison of nine common coffee extraction methods: instrumental and sensory analysis. *European Food Research and Technology*, 236 (4), 607-627.
165. Sánchez-González, I., Jiménez-Escrig, A., Saura-Calixto, F. (2005) In vitro antioxidant activity of coffees brewed using different procedures (Italian, espresso and filter). *Food Chemistry*, 90 (1-2), 133-139.
166. Rodrigues, N.P., Toledo Benassi, M., Bragagnolo, N. (2014) Scavenging capacity of coffee brews against oxygen and nitrogen reactive species and the correlation with bioactive compounds by multivariate analysis. *Food Research International*, 61 (0), 228-235.
167. Fujioka, K., Shibamoto, T. (2008) Chlorogenic acid and caffeine contents in various commercial brewed coffees. *Food Chemistry*, 106 (1), 217-221.
168. Baysal, A., Merdol-Kutluay, T., Sacır, F., Çiğirim-Taşçı, N., Başoğlu, S. (2006). Samples From Turkish Cuisine. Ankara, Turkey: The Ministry of Health of Turkey.
169. Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965) Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16 (3), 144-158.
170. Ainsworth, E.A., Gillespie, K.M. (2007) Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent. *Nat Protoc*, 2 (4), 875-877.
171. Tümen, İ., Şenol, F.S. (2012) Evaluation of possible in vitro neurobiological effects of two varieties of *Cupressus sempervirens* (Mediterranean cypress) through their antioxidant and enzyme inhibition actions. *Turk J Bioch*, 37 (1), 5-13.
172. Kedare, S.B., Singh, R.P. (2011) Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of food science and technology*, 48 (4), 412-422.

173. Blois, M.S. (1958) Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. *Nature*, 181 (4617), 1199-1200.
174. Prior, R.L., Wu, X., Schaich, K. (2005) Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J Agric Food Chem*, 53 (10), 4290-4302.
175. Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med*, 26 (9-10), 1231-1237.
176. Benzie, I.F., Strain, J.J. (1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal Biochem*, 239 (1), 70-76.
177. Oyaizu, M. (1986) Studies on products of browning reaction. Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine.: Antioxidative Activities of Products of Browning Reaction Prepared from Glucosamine. *Jpn.J.Nutr.Diet.*, 44 (6), 307-315.
178. Edition, T.I.P.F. (2014). Methods of Analysis: 1. Physical and Physicochemical Methods: 1.14 Chromatography: 1.14.4 High-performance liquid chromatography 15.06.2015, Aĝ
179. Hećimović, I., Belščak-Cvitanović, A., Horžić, D., Komes, D. (2011) Comparative study of polyphenols and caffeine in different coffee varieties affected by the degree of roasting. *Food Chemistry*, 129 (3), 991-1000.
180. Crippa, A., Discacciati, A., Larsson, S.C., Wolk, A., Orsini, N. (2014) Coffee consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: a dose-response meta-analysis. *Am J Epidemiol*, 180 (8), 763-775.
181. Freedman, N.D., Park, Y., Abnet, C.C., Hollenbeck, A.R., Sinha, R. (2012) Association of Coffee Drinking with Total and Cause-Specific Mortality. *New England Journal of Medicine*, 366 (20), 1891-1904.
182. Cheong, M.W., Tong, K.H., Ong, J.J.M., Liu, S.Q., Curran, P., Yu, B. (2013) Volatile composition and antioxidant capacity of Arabica coffee. *Food Research International*, 51 (1), 388-396.
183. Krings, U., Berger, R.G. (2001) Antioxidant activity of some roasted foods. *Food Chemistry*, 72 (2), 223-229.

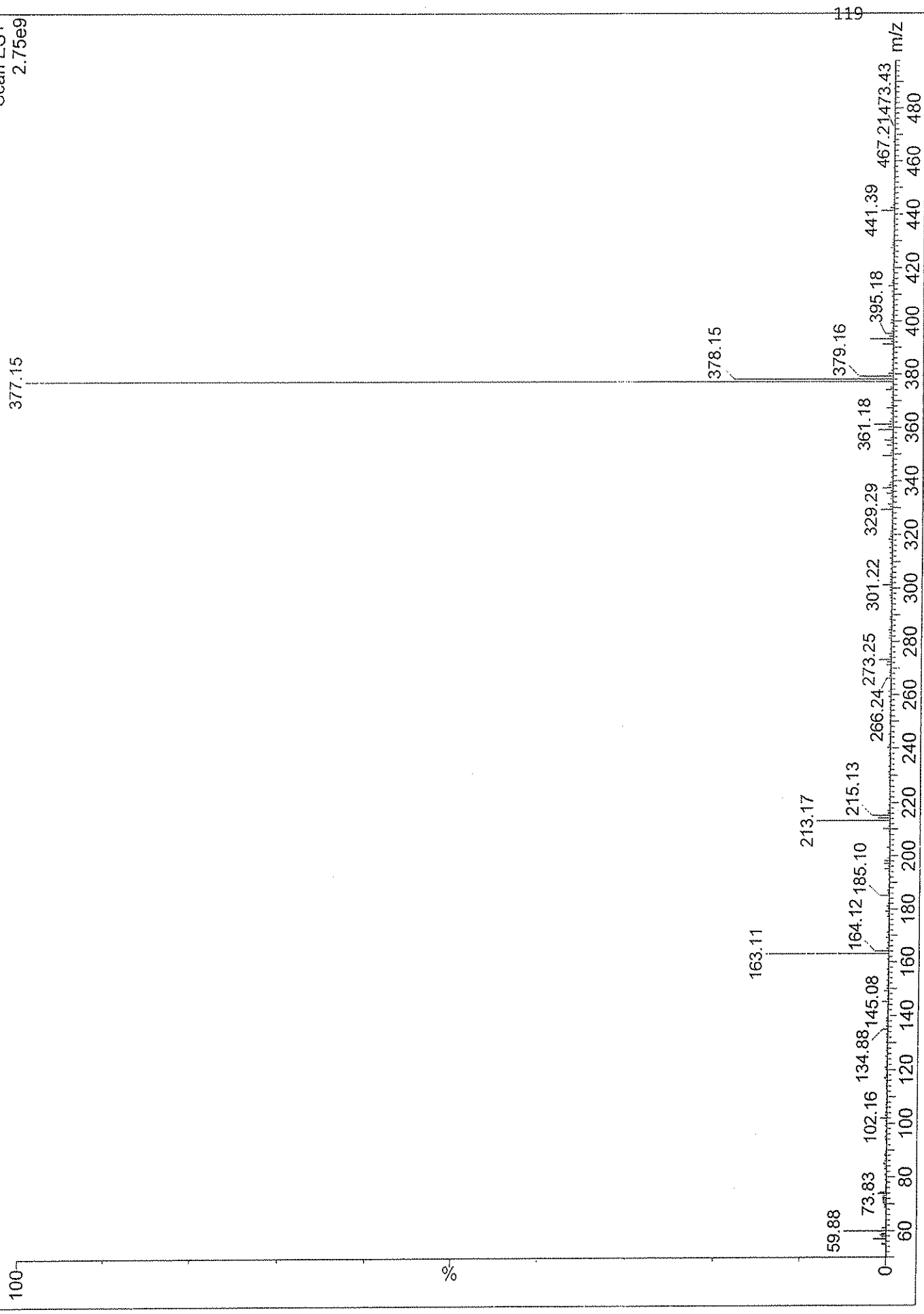
184. Jakobek, L. (2015) Interactions of polyphenols with carbohydrates, lipids and proteins. *Food Chemistry*, 175, 556-567.
185. Ozdal, T., Capanoglu, E., Altay, F. (2013) A review on protein–phenolic interactions and associated changes. *Food Research International*, 51 (2), 954-970.
186. Sharma, V., Vijay Kumar, H., Jagan Mohan Rao, L. (2008) Influence of milk and sugar on antioxidant potential of black tea. *Food Research International*, 41 (2), 124-129.
187. Ziyatdinova, G., Nizamova, A., Budnikov, H. (2011) Novel Coulometric Approach to Evaluation of Total Free Polyphenols in Tea and Coffee Beverages in Presence of Milk Proteins. *Food Analytical Methods*, 4 (3), 334-340.
188. Stelmach, E., Pohl, P., Szymczycha-Madeja, A. (2015) The content of Ca, Cu, Fe, Mg and Mn and antioxidant activity of green coffee brews. *Food Chemistry*, 182, 302-308.
189. Pérez-Hernández, L.M., Chávez-Quiroz, K., Medina-Juárez, L.Á., Gámez Meza, N. (2012) Phenolic Characterization, Melanoidins, and Antioxidant Activity of Some Commercial Coffees from *Coffea arabica* and *Coffea canephora*. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 56, 430-435.
190. Duarte, S.M.d.S., Abreu, C.M.P.d., Menezes, H.C.d., Santos, M.H.d., Gouvêa, C.M.C.P. (2005) Effect of processing and roasting on the antioxidant activity of coffee brews. *Food Science and Technology (Campinas)*, 25, 387-393.
191. Komes, D., Bušić, A., Vojvodić, A., Belščak-Cvitanović, A., Hruškar, M. (2015) Antioxidative potential of different coffee substitute brews affected by milk addition. *European Food Research and Technology*, 241 (1), 115-125.
192. Dupas, C.J., Marsset-Baglieri, A.C., Ordonaud, C.S., Ducept, F.M.G., Maillard, M.-N. (2006) Coffee Antioxidant Properties: Effects of Milk Addition and Processing Conditions. *Journal of Food Science*, 71 (3), S253-S258.
193. Tavagnacco, L., Engstrom, O., Schnupf, U., Saboungi, M.L., Himmel, M., Widmalm, G. ve diğeri. (2012) Caffeine and sugars interact in aqueous

- solutions: a simulation and NMR study. *J Phys Chem B*, 116 (38), 11701-11711.
194. Delgado-Andrade, C., Rufián-Henares, J.A., Morales, F.J. (2005) Assessing the Antioxidant Activity of Melanoidins from Coffee Brews by Different Antioxidant Methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (20), 7832-7836.
195. Daglia, M., Papetti, A., Gregotti, C., Bertè, F., Gazzani, G. (2000) In Vitro Antioxidant and ex Vivo Protective Activities of Green and Roasted Coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (5), 1449-1454.
196. del Castillo, M.D., Ames, J.M., Gordon, M.H. (2002) Effect of Roasting on the Antioxidant Activity of Coffee Brews. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (13), 3698-3703.
197. Bandyopadhyay, P., Ghosh, A.K., Ghosh, C. (2012) Recent developments on polyphenol-protein interactions: effects on tea and coffee taste, antioxidant properties and the digestive system. *Food Funct*, 3 (6), 592-605.
198. Tagliazucchi, D., Helal, A., Verzelloni, E., Conte, A. (2012) The type and concentration of milk increase the in vitro bioaccessibility of coffee chlorogenic acids. *J Agric Food Chem*, 60 (44), 11056-11064.
199. Perrone, D., Farah, A., Donangelo, C.M. (2012) Influence of Coffee Roasting on the Incorporation of Phenolic Compounds into Melanoidins and Their Relationship with Antioxidant Activity of the Brew. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60 (17), 4265-4275.
200. Nebesny, E., Budryn, G. (2003) Antioxidative activity of green and roasted coffee beans as influenced by convection and microwave roasting methods and content of certain compounds. *European Food Research and Technology*, 217 (2), 157-163.
201. Lakenbrink, C., Lapczynski, S., Maiwald, B., Engelhardt, U.H. (2000) Flavonoids and other polyphenols in consumer brews of tea and other caffeinated beverages. *J Agric Food Chem*, 48 (7), 2848-2852.
202. Mills, C.E., Oruna-Concha, M.J., Mottram, D.S., Gibson, G.R., Spencer, J.P.E. (2013) The effect of processing on chlorogenic acid content of commercially available coffee. *Food Chemistry*, 141 (4), 3335-3340.

203. Bell, L.N., Wetzel, C.R., Grand, A.N. (1996) Caffeine content in coffee as influenced by grinding and brewing techniques. *Food Research International*, 29 (8), 785-789.
204. Katz, D.L., Doughty, K., Ali, A. (2011) Cocoa and chocolate in human health and disease. *Antioxid Redox Signal*, 15 (10), 2779-2811.
205. Mitchell, D.C., Knight, C.A., Hockenberry, J., Teplansky, R., Hartman, T.J. (2014) Beverage caffeine intakes in the U.S. *Food and Chemical Toxicology*, 63, 136-142.
206. Fitt, E., Pell, D., Cole, D. (2013) Assessing caffeine intake in the United Kingdom diet. *Food Chemistry*, 140 (3), 421-426.

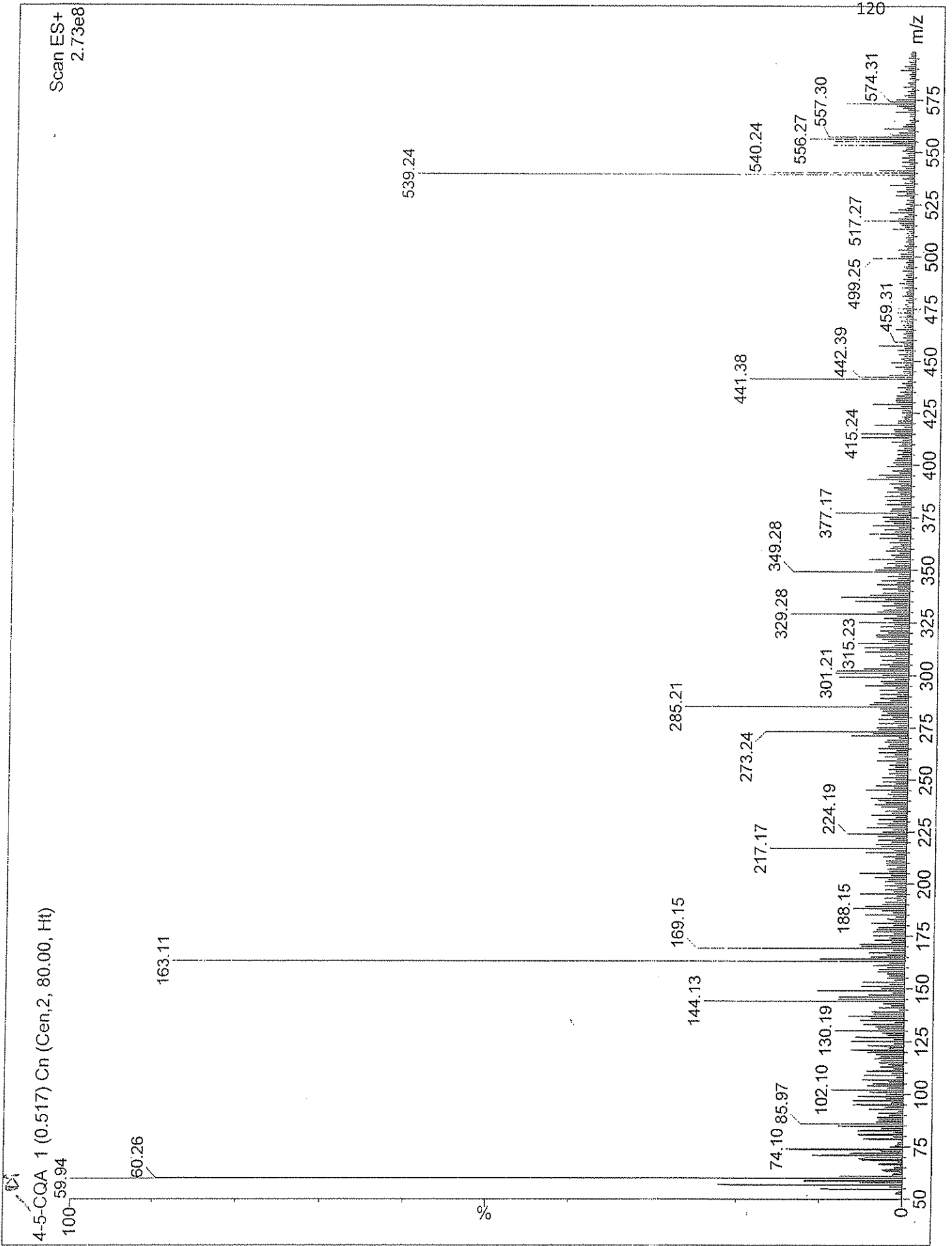
CGA 1 (0.443) Cn (Cen,2, 80.00, Ht)

Scan ES+
2.75e9



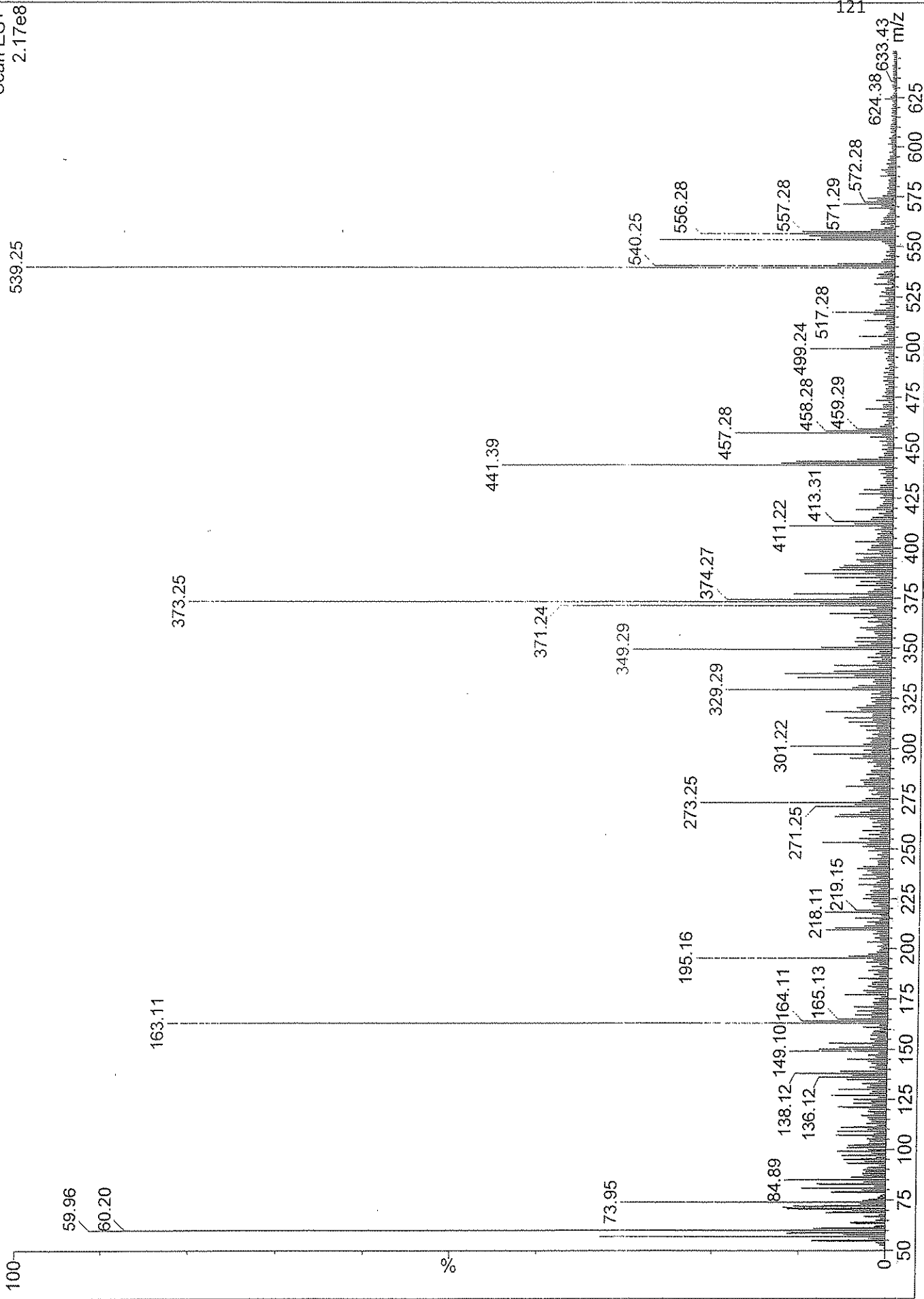
4-5-CQA 1 (0.517) Cn (Cen,2, 80.00, Ht)

Scan ES+
2.73e8



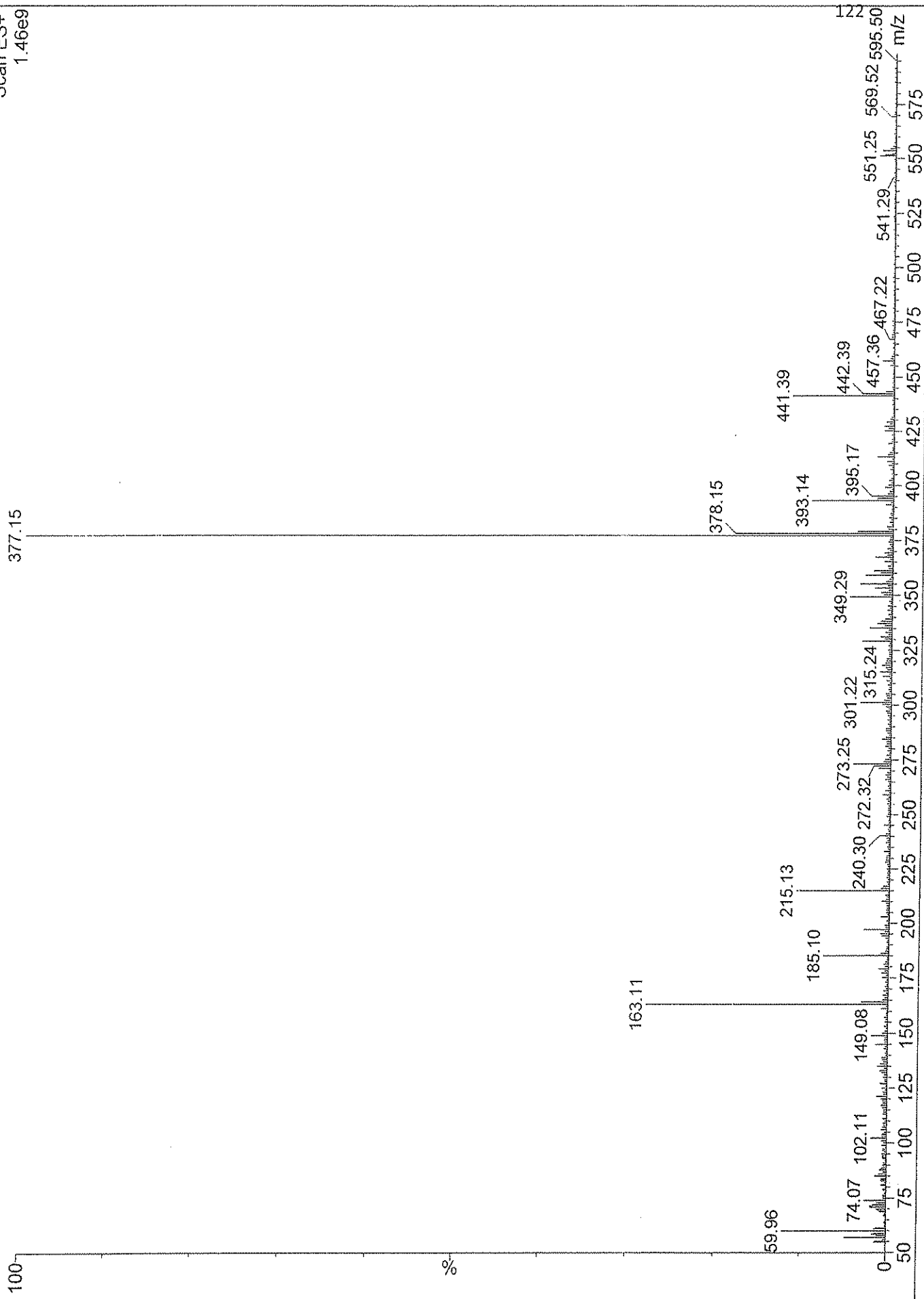
3-5-DICQA 1 (0.517) Cn (Cen,2, 80.00, Hf)

Scan ES+
2.17e8



5-CQA 1 (0.499) Cn (Cen,2, 80.00, Ht)

Scan ES+
1.46e9



KAFEINE 1 (0.351) Cn (Cen,2, 80.00, Ht)

Scan ES+
2.35e9

