



## DEPOLAMA SICAKLIĞININ TÜRK KAHVESİNİN KAFEİN, KLOROJENİK ASİT VE YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ

**Gülderen COŞGUN, Mehmet TORUN\***

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

Geliş / Received: 16.06.2022; Kabul / Accepted: 07.10.2022; Online baskı / Published online: 10.10.2022

Coşgun, G, Torun, M. (2022). Depolama sıcaklığının Türk kahvesinin kafein, klorojenik asit ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisi. *GIDA* (2022) 47 (5) 904-915 doi: 10.15237/gida.GD22059

*Coşgun, G, Torun, M. (2022). The effect of storage temperature on caffeine, chlorogenic acid and fatty acid composition of Turkish coffee. GIDA (2022) 47 (5) 904-915 doi: 10.15237/gida.GD22059*

### ÖZ

Bu çalışmada, Türk kahvesi boyutlarını temsil eden çok ince (47.13-54.64 µm), ince (89.25-119.88 µm) ve ince-orta (248.77-312.23 µm) olmak üzere farklı öğütme derecelerine sahip kahvelerin 5, 25 ve 45 °C'lerde 28 günlük depolama periyodunda (0., 14. ve 28. gün) klorojenik asit miktarı, kafein miktarı ve yağ asidi bileşimi üzerindeki değişim incelenmiştir. Kahvenin biyoaktif özelliklerinden sorumlu bileşenleri olan klorojenik asit ve kafein depolama koşullarına bağlı olarak sırasıyla 1.05-1.38 g/100g KM ve 1.49-1.80 g/100g KM arasında değişmiştir. Kahve örneklerinde başlıca yağ asitleri olarak linoleik asit (%41.86-42.89) ve palmitik asit (%33.23-36.36) belirlenmiş, ayrıca oleik asit (%10.59-11.47), stearik asit (%7.38-8.48) ile iz miktarlarda miristik asit, margarik asit, elaidik asit, cis-11 eikosenoik asit, arşidik asit ve behenik asitler de tespit edilmiştir. Kahve örneklerinin sahip oldukları partikül boyutu ve depolama sıcaklığı farklılığının yağ asidi bileşim oranları üzerinde belirgin bir değişikliğe neden olmadığı, ancak depolama süresi boyunca miktarlarında belirgin azalmalar olduğu gözlemlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Türk kahvesi, öğütme derecesi, depolama koşulları, klorojenik asit, kafein, yağ asidi

## THE EFFECT OF STORAGE TEMPERATURE ON CAFFEINE, CHLOROGENIC ACID AND FATTY ACID COMPOSITION OF TURKISH COFFEE

### ABSTRACT

In this study, coffees with different grinding degrees, including very fine (47.13-54.64 µm), fine (89.25-119.88 µm) and fine medium (248.77-312.23 µm), representing the dimensions of Turkish coffee, were stored at 5, 25 and 45 °C for 28 days. The changes in chlorogenic acid content, caffeine content and fatty acid composition were investigated during storage period (0<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup>, 28<sup>th</sup> day). Chlorogenic acid and caffeine, which are the components responsible for the bioactive properties of coffee, varied between 1.05-1.38 g/100g DM and 1.49-1.80 g/100g DM, respectively, depending on the storage conditions. Linoleic acid (41.86-42.89%) and palmitic acid (33.23-36.36%) were determined as the main fatty acids in coffee samples, as well as oleic acid (10.59-11.47%), stearic acid (7.38-8.48%) and trace amounts of myristic acid, margaric acid, elaidic acid, cis-11 eicosenoic acid, arachidic acid and behenic acids were also detected. It was observed that the difference in particle size and storage temperature of the coffee samples did not cause a significant change on the fatty

\*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ torun@akdeniz.edu.tr

☎ (+90) 242 310 6520

☎ (+90) 242 310 6306

Gülderen Coşgun; ORCID no: 0000-0002-6689-943X

Mehmet Torun; ORCID no: 0000-0002-6287-2993

acid composition ratios, but there were significant decreases in their amounts during the storage period.

**Keywords:** Turkish coffee, grinding degree, storage conditions, chlorogenic acid, caffeine, fatty acid

## GİRİŞ

Kahve sudan sonra en fazla tüketilen alkolsüz içeceklerden biri olup tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. Tüketimindeki yaygınlık kahvenin ticaretine de yansımış ve kahve petrolden sonra en yüksek ticaret hacmine sahip ürün olmuştur (Butt ve Sultan, 2011). Dünyada 2020 yılında 10.520.820 ton kahve üretimi yapılmış, bu üretimin yaklaşık %40'lık kısmı Brezilya tarafından gerçekleştirilirken; Vietnam, Kolombiya, Endonezya ve Etiyopya da diğer önemli kahve üreticisi ülkeler olmuştur (Anonymous, 2021). Kahvenin 100'den fazla türü olmasına rağmen arabica (*Coffea arabica* L. var. arabica) ve robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner var. robusta) olarak bilinen türleri ticarete konu olmaktadır (Cagliani vd., 2013). Aromasının daha iyi ve kafein içeriğinin daha düşük olmasına bağlı olarak acılığının daha az olması nedeniyle arabica türü, robustaya göre daha çok tercih edilmektedir. Nitekim ticareti robustaya göre daha fazla yapılan arabicanın ekonomik değeri de daha yüksektir (Zhu vd., 2021). Kahvenin içim özelliği üzerinde hasat öncesi (yetiştigi bölgenin rakımı, toprak özellikleri, günlük sıcak değişimi, yağış miktarı, gübreleme, budama uygulamaları ve hasat metodu) ve hasat sonrası (pulp ayırma, kurutma, kabuk soyma, temizleme, ayıklama, sınıflama, kavurma, öğütme, depolama ve pişirme) işlemler etkili olup, fiziksel özellikler (çekirdek boyutu, ağırlığı, öğütme derecesi), kimyasal özellikler (kafein, trigonelin, klorojenik asit, aroma vb.) ve duyuşsal özellikler içim kalitesini oluşturmaktadır (Bote ve Vos, 2017; Haile ve Kang, 2020). Kahve hasadı meyveler (kahve kirazları) tam olgunluğa ulaştığında yapılmakta, istenmeyen fermentasyon ve mikroorganizma gelişimini engellemek için meyveler hızlı bir şekilde işlenmektedir (De Melo Pereira vd., 2019). Kahve meyvesinde meyve etinin uzaklaştırılmasının amaçlandığı kabuk soyma işleminde kuru, yaş ve yarı kuru işleme olarak bilinen üç farklı yöntemden biri kullanılmakta, her bir yöntemle elde edilen kahvenin içim lezzeti de farklılık göstermektedir. Meyve etinin uzaklaştırılmasından sonra yeşil

kahve çekirdeği üretim prosesinin en kritik aşamalarından olan kurutma işleminde güneşte kurutma veya mekanik kurutma yöntemiyle çekirdeklerin nem içeriği %10-12 seviyelerine kadar azaltılmaktadır (Taveira vd., 2015). Kahvenin arzu edilen karakteristik aroması ve lezzetinin oluşabilmesi için yeşil kahve çekirdekleri kavurma işlemine tabi tutulmaktadır. Kavurma işlemi ile kahveye özgü aroma kazandırılmakta aynı zamanda koyu bir renk, öğütme ve ekstraksiyon için kırılğan, gözenekli doku elde edilmektedir (Schenker ve Rothgeb, 2017). Kahvenin bileşimi türü, yetiştiği bölgenin rakımı, toprak tipi, iklimi, işlenme şekli, çekirdeğin kavurma derecesine göre farklılık göstermekte olup, bileşimindeki en önemli değişim kavurma sırasında meydana gelmektedir (Wintgens, 2009; Cano-Marquina vd., 2013; Borém ve Shuler, 2014; Folmer, 2016; Schenker ve Rothgeb, 2017). Yeşil kahve çekirdeği temel olarak karbonhidratlar, azot içeren bileşikler (özellikle protein, trigonellin ve kafein), lipidler, organik asitler ve sudan oluşmakta olup, kavurma sırasında gerçekleşen bir dizi reaksiyon sonucunda kahvenin lezzet profili oluşmaktadır (Baggenstoss vd., 2008). Kavurulmuş kahve çekirdeklerini içecek olarak tüketmek için çekirdeklerin öğütülerek küçük parçalara ayrılması gerekmektedir. Kahve kavrulduktan sonra en az 12-18 saat sonra gerçekleştirilen bu işlem ile kahve çekirdeklerinin yüzey alanı artırılmakta ve bu durum yapısında bulunan çözünür maddeler, aroma ve diğer lezzet bileşenlerinin suya geçişini hızlandırmaktadır (Girginol, 2017).

Günümüzde ülke, yöre ve tüketici isteklerine göre farklı şekillerde demlenip sunulan kahve, ülkemizde kendine özgü bir hazırlama şekliyle daha çok Türk kahvesi şeklinde tüketilmektedir. Türk kahvesi pişirme işleminde partikül boyutu elde edilecek içeceğin özellikleri üzerindeki en önemli etkiye sahip değişkenlerden biridir. Kahve terminolojisinde çok ince (50-75 µm), ince (76-125 µm), ince-orta (240-400 µm), orta (401-500 µm), orta-kalın (600-800 µm), kalın (1000-1200 µm), çok kalın (1201-1500 µm) olarak adlandırılan öğütme dereceleri tanımlanmış (Anonymous,

2020) ve tüketici tercih ettiği demleme şekline göre öğütülmüş olan toz kahveleri tedarik etmektedir. Tüketici tarafından genellikle düşük miktarlarda temin edilen öğütülmüş kahveler, ambalajlarının açılmasını takiben tüketilmeye başlanmakta ve nispeten kısa sürelerde depolanmakta ve bu periyot ikincil raf ömrü olarak adlandırılmaktadır. Tüm gıdalarda olduğu gibi kahvede de depolama koşullarına bağlı olarak depolama süresi boyunca kalite kayıpları ve değişimleri meydana gelebilmektedir. Kavrulmuş kahve düşük su aktivitesinden dolayı mikrobiyal açıdan stabil bir ürün olsa da bileşimindeki aroma, yağ ve biyoaktif bileşenlerin ısı, oksijen, ışık vb. çevresel koşullara hassas olması depolama koşullarını önemli hale getirmektedir. Nitekim bu çalışmada çok ince (47.13-54.64  $\mu\text{m}$ ), ince (89.25-119.88  $\mu\text{m}$ ) ve ince-orta (248.77-312.33  $\mu\text{m}$ ) olmak üzere farklı öğütme derecelerine sahip kahvelerin 5, 25 ve 45 °C'lerde 28 günlük depolama periyodundaki klorojenik asit miktarı, kafein miktarı ve yağ asidi bileşimindeki değişim incelenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Çalışma kapsamında kullanılan Brezilya orijinli arabica çeşidi kavrulmuş ve öğütülmüş kahve örnekleri İstanbul'da faaliyet gösteren Anisah Gıda Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.'den temin edilmiştir. Türk kahvesi için özelliğine uygun olarak orta derecede kavrulan (185-200 °C'de 15 dakika) kahve çekirdekleri firma tarafından 6 farklı boyutta öğütülmüştür (Çizelge 1). Örneklerin boyutları ölçülmüş ve öğütme derecelerine göre 1. örnek (47.13-54.64  $\mu\text{m}$ ), 2. örnek (89.25-119.88  $\mu\text{m}$ ), 3. örnek (134.27-245.93  $\mu\text{m}$ ), 4. örnek (248.77-312.23  $\mu\text{m}$ ), 5. örnek (326.38-426.99  $\mu\text{m}$ ), 6. örnek (434.33-594.74  $\mu\text{m}$ ) olduğu görülmüştür. Türk kahvesi için kütlece toplam partiküllerin %70-75'inin 75-125 mikron olması gerektiği bildirildiğinden (Özgür, 2012) dolayı çalışmada materyal olarak 1 (47.13-54.64  $\mu\text{m}$ ), 2 (89.25-119.88  $\mu\text{m}$ ) ve 4 (248.77-312.23  $\mu\text{m}$ ) numaralı örnekler kullanılmıştır.

Çizelge 1. Farklı derecelerde öğütülmüş kahve örneklerinin partikül boyutları

Table 1. Particle size distribution of coffee samples ground at different degree

Örnek Kodu Sample Code	Partikül Boyut Dağılımı ( $\mu\text{m}$ )* Particle Size Distribution ( $\mu\text{m}$ )*
1	47.13-54.64
2	89.25-119.88
3	134.27-245.93
4	248.77-312.23
5	326.38-426.99
6	434.33-594.74

\*Partiküllerin %50'si verilen aralıkta bulunmaktadır./ \* Shows that 50% of the particles in these size range.

### Kahve örneklerinin depolanması

Çalışmada 3 farklı partikül boyutuna sahip kahve örnekleri 3 farklı depolama sıcaklığında (5, 25 ve 45°C) depolanmış ve depolama süresinin 0, 14 ve 28. günlerinde örneklerde klorojenik asit miktarı, kafein miktarı ve yağ asidi bileşimi analizleri yapılmıştır. Bu amaçla 3 farklı partikül boyuna ait kahve örnekleri (su aktivitesi değeri  $\sim 0.150$ ) 50 mL'lik cam kavanozlar içerisine 25'er g tartılarak depolanmaya alınmıştır.

### Partikül boyutu ölçümü

Firma tarafından gönderilen 6 farklı boyuttaki öğütülmüş toz kahve örneklerinin parçacık

boyutlarının belirlenmesinde, lazer ışığı kırınım prensibi ile çalışan parçacık boyutu analiz cihazı (Malvern, Mastersize 2000, Birleşik Krallık) kullanılarak 10 farklı ölçüm yapılmış olup elde edilen sonuçların ortalamaları alınmıştır.

### Su aktivitesi

Kahve örneklerinin, su aktivitesi değeri su aktivitesi ölçüm cihazı (AquaLab 4TE, ABD) ile oda sıcaklığında (25°C) ölçülmüştür. Ölçüm kabına yerleştirilen örneklerin su aktivitesi değeri, ortam denge nisbi nemine ulaştıktan sonra cihaz ekranından okunmuştur.

**Klorojenik asit ve kafein miktarı**

Kahve yapısında bulunan biyoaktif bileşenlerden kafein ve klorojenik asit, Wang vd. (2000) ve Salman (2017) tarafından uygulanan metotların modifiye edilmesiyle belirlenmiştir. Analiz için 0.5 g toz kahve örnekleri 50 mL distile su ile 80°C'deki çalkalamalı su banyosunda 150 rpm'de 30 dk ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Süre sonunda örnekler kaba filtre kağıdından filtre edilmiş, elde edilen ekstraktlar 0.45µm'lik membran filtreden geçirilip 20 µL örnek HPLC-DAD (Shimadzu, Japonya) sistemine enjekte edilmiştir. Bileşenlerin ayrımı C-18 kolonda (InertSustain AQ-C18), 30°C sıcaklıkta, 1 mL/dk sabit akış hızında %0.1 ortafosforik asit içeren su (A) ve %0.1 ortafosforik asit içeren metanol (B) kullanılarak gradient elüsyon altında gerçekleştirilmiştir. Elüsyon programı A mobil fazı için 0. dak. %80, 5. dak. %76, 7. dk %60 ve 20. dk %80 olarak ayarlanmış, analiz 23 dk sürmüştür. Bileşenlerin tanımlanmasında saf standartlar (kafein 280 nm, klorojenik asit 325 nm) kullanılmış, konsantrasyonları ise dış standart yöntemi ile hesaplanmıştır.

**Yağ ekstraksiyonu**

Toz kahve örneklerinin yağ asidi bileşimini belirlemek amacıyla kahve yağı ekstraksiyonu Cong vd. (2020) tarafından uygulanan metodun modifiye edilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 12.5 g toz kahve 250 mL'lik kavanozlara aktarılmış üzerine 100 mL petrol eteri ilave edilmiştir. Hazırlanan karışım 35 kHz genlikteki 25°C'deki 320 W'lık ultrasonik su banyosunda (RK 100 H, Bandelin Sonorox, Berlin, Almanya) 30 dk süreyle ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Süre sonunda karışım 50 mL falkon tüplerine alınıp 25 °C sıcaklıkta 10.000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi sonrasında kahve yağı içeren süpernatantın içerdiği petrol eteri döner buharlaştırıcı (IKA RV 10 Control V, Almanya) kullanılarak ekstraktan uzaklaştırılmıştır. Evaporasyon aşamasında 45°C sıcaklık ve 50 rpm dönüş hızı kullanılmıştır. Evaporasyon sonunda elde edilen kahve yağlarında petrol eteri kalıntısı olmasına karşın yağ içeren balonlar 60 °C'lik etüvde 10 dk bekletilmiş süre sonunda yağlar 2 mL'lik epondorflara alınarak -18 °C'de analiz gününe kadar saklanmıştır.

**Yağ asidi bileşimi**

Ekstrakte edilen kahve yağı örnekleri 4 °C'de çözündürüldükten sonra 30 s vortekslenmiş ve 0.1 g örnek tüpe tartılmıştır. Amerikan Yağ Kimyacıları Cemiyeti'nin (AOCS) yağ asidi esterifikasyon metoduna göre örnek üzerine 2 mL heptan ilave edilmiş ve 30 s vortekslenmiştir. 0,2 mL 2 N'lik metanolik KOH tüpe aktarılmış ve tekrardan 30 s vortekslenmiş tüpler berraklaşınca kadar bekletilmiş, metil esterleri içeren berrak faz 20 kat seyrelterek vialle alınmıştır (AOCS, 1999). Hazırlanan örnekler Raba vd. (2018) tarafından uygulanan metodun modifiye edilmesiyle GC-MS (QP2010-Plus, Shimadzu, Kyoto, Japonya) kullanılarak analiz edilmiştir. Bileşenlerin ayrımı için TRB5-MS (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm) kolon kullanılmış olup sıcaklık programı: 150 °C'de 2 dk bekleme, 10 °C/dk artışla 200 °C'ye yükselme, 200°C'de 2 dk bekleme, 3°C/dk artışla 220'ye yükselme, 220 °C'de 3 dk bekleme, 3°C/dk artışla 240°C'ye yükselme ve bu sıcaklıkta 5 dk bekleme olarak uygulanmıştır. Taşıyıcı gaz hızı 0.80 mL/dk olup, enjeksiyon sıcaklığı 250°C ve iyon kaynağı sıcaklığı 200°C olarak kullanılmıştır. Örneklerin yağ asidinin tanımlanmasında C<sub>7</sub>-C<sub>24</sub> alkan standardının metotta aynı şartlarda yürütülmesi ile cihaz yazılımı (GC-MS solution 5.60) kullanılarak ve Wiley 10 ve NIST 02 kütüphaneleriyle alıkonma indeksleri karşılaştırılarak gerçekleştirilmiştir

**İstatistiksel analiz**

Çalışma faktöriyel deneme desenine (3 öğütme derecesi x 3 depolama sıcaklığı x 3 depolama süresi x 2 tekerrür) göre gerçekleştirilmiştir. Sonuçların ortalamaları "The SAS system for Windows V7" (Cary, NC, ABD) isimli istatistiksel yazılım programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, farklı bulunan sonuçlarda Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır (Düzgüneş vd., 1987).

**BULGULAR VE TARTIŞMA****Klorojenik asit miktarı**

Kahvenin sağlık üzerine olumlu etki gösteren en önemli bileşenlerden biri klorojenik asit olup, polifenoller grubundaki bu bileşen trans-sinamik ve kuinik asitin esterleri formundadır (Pimpley

vd., 2020). Farklı boyutlardaki kahvenin depolama sıcaklığına bağlı olarak depolama süresince klorojenik asit miktarının 1.05-1.38 g/100 g KM arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Bennat vd. (1994) tarafından farklı ticari kahve örneklerinin klorojenik asit miktarının değişimini konu alan çalışmada örneklerin klorojenik asit miktarının 0.81-2.70 g/100g KM arasında değiştiği görülmüştür. Arabica türüne ait kahvelerin klorojenik asit miktarlarının

yetiştirildiği bölgeye göre değişiminin araştırıldığı bir çalışmada ise örneklerin klorojenik asit miktarı 1.65-2.15 g/100g KM arasında belirlenmiştir (Farah ve Donangelo, 2006). Elde edilen sonuçlar literatürde yer alan sonuçlarla büyük oranda benzerlik göstermekle birlikte aradaki farklılıkların kahvenin yetiştirilme koşulları, işlenme farklılıkları (yaş işleme ve kuru işleme) kavurma derecesi, partikül boyutu ve ekstraksiyon şartlarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 2. Farklı partikül boyutlarında öğütülmüş, farklı sıcaklıklarda depolanan kahve örneklerinin depolama süresine bağlı klorojenik asit içeriği (g/100 g KM)

Table 2. Chlorogenic acid content of coffee samples ground in different particle sizes and stored at different temperatures, depending on the storage time (g/100 g DM)

Partikül boyutu <i>Particle size</i>		Çok ince <i>Very fine</i>	İnce <i>Fine</i>	İnce-orta <i>Fine-medium</i>
Sıcaklık <i>Temperature</i>	Süre (Gün) <i>Time (Day)</i>			
5 °C	0	1.38 <sup>a</sup> ABa±0.00	1.29 <sup>b</sup> ABa±0.05	1.19 <sup>c</sup> ABa±0.00
	14	1.30 <sup>a</sup> ABa±0.01	1.28 <sup>b</sup> ABa±0.02	1.33 <sup>c</sup> ABa±0.04
	28	1.28 <sup>a</sup> ABb±0.15	1.24 <sup>b</sup> ABb±0.02	1.07 <sup>c</sup> ABb±0.00
25 °C	0	1.38 <sup>a</sup> Ba±0.00	1.29 <sup>b</sup> Ba±0.05	1.19 <sup>c</sup> Ba±0.00
	14	1.21 <sup>a</sup> Ba±0.01	1.21 <sup>b</sup> Ba±0.02	1.25 <sup>c</sup> Ba±0.03
	28	1.30 <sup>a</sup> Bb±0.07	1.25 <sup>b</sup> Bb±0.03	1.05 <sup>c</sup> Bb±0.01
45 °C	0	1.38 <sup>a</sup> Aa±0.00	1.29 <sup>b</sup> Aa±0.05	1.19 <sup>c</sup> Aa±0.00
	14	1.28 <sup>a</sup> Aa±0.00	1.34 <sup>b</sup> Aa±0.00	1.36 <sup>c</sup> Aa±0.00
	28	1.33 <sup>a</sup> Ab±0.07	1.25 <sup>b</sup> Ab±0.02	1.05 <sup>c</sup> Ab±0.01

Farklı harfler ortalamaların P<0.05 seviyesinde fark olduğunu göstermekte olup, 1. sıradaki küçük harf partikül boyutuna, 2. sıradaki büyük harf sıcaklığa, 3. sıradaki küçük harf ise depolama süresine bağlı farklılığı göstermektedir.

Different letters indicate the difference in the mean at the P<0.05 level, lower case letter in the 1<sup>st</sup> row indicates the difference depending on the particle size, uppercase letter in the 2<sup>nd</sup> row, and lowercase letter in the 3<sup>rd</sup> row depending on the storage time.

Kahve örneklerinin klorojenik asit miktarının partikül boyutunun artması ile azaldığı ve depolama süresince de azaldığı belirlenmiştir. Beklenildiği şekliyle partikül boyutunun küçülmesiyle klorojenik asidin ekstraksiyon verimliliği artmıştır. Bu sonuç demleme sırasında küçük boyutta kahvenin kullanılmasıyla elde edilen içeceğin daha fazla klorojenik asit içereceğini göstermiştir. Bilindiği üzere klorojenik asit iyi bir antioksidan özellik gösteren bir bileşik olup, ekstraktta miktarının artması tüketimi

sırasındaki fonksiyonel özelliği açısından oldukça önemlidir. Klorojenik asit miktarının depolama süresince azalmasının nedenlerinden birinin fenolik bileşenlerin oksidasyona hassasiyeti olduğu düşünülmektedir. Król vd. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada kahvenin klorojenik asit içeriği depolama başlangıcında 5.56 mg/g olarak belirlenmiş ve bu değer 12 aylık depolama sonunda 0.02 mg/g'a azaldığı bildirilmiştir.

**Kafein miktarı**

Kahve en fazla kafein içeren gıdaların başında gelmekte olup kafeinin birçok sağlığa olumlu özelliklerinin olduğu, merkezi sinir sistemini uyardığı ve kan dolaşımını hızlandırdığı bildirilmektedir (Mandel, 2002). Ancak yüksek dozda kafein alınımının anksiyeteyi arttırdığı (Lieberman, 1992; Sicard vd., 1996), gerginlik ve sinirliliğe yol açtığı (Loke, 1988), artan uyarılmanın etkisiyle el dengesinin bozulmasına (Loke, 1988) ve uykuya dalma süresinin

uzamasına neden olduğu (Smith, 2002) araştırmalar sonucunda tespit edilmiştir. Biyolojik etkileri yanında acı lezzetinden dolayı da kahve için önemli bir bileşen olan kafeinin miktarı kalite açısından önemli bir kriterdir (Esquivel ve Jimenez, 2012). Farklı partikül boyutlarında öğütülmüş kahvenin depolama sıcaklığına bağlı olarak depolama süresince kafein miktarındaki değişim Çizelge 3'de verilmiştir. Örneklerin kafein miktarlarının 1.49-1.80 g/100 g KM arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 3. Farklı partikül boyutlarında öğütülmüş ve farklı depolama sıcaklıklarında depolanan kahve örneklerinin depolama süresine bağlı kafein miktarları (g/100 g KM)

Table 3. Caffeine content of coffee samples ground in different particle sizes and stored at different temperatures, depending on the storage time (g/100 g DM)

Partikül boyutu <i>Particle size</i>		Çok ince <i>Very fine</i>	İnce <i>Fine</i>	İnce-orta <i>Fine-medium</i>
Sıcaklık <i>Temperature</i>	Süre (Gün) <i>Time (Day)</i>			
5 °C	0	1.71 <sup>aABa</sup> ±0.01	1.65 <sup>aABa</sup> ±0.01	1.65 <sup>bABa</sup> ±0.02
	14	1.58 <sup>aABb</sup> ±0.06	1.61 <sup>aABb</sup> ±0.10	1.53 <sup>bABb</sup> ±0.01
	28	1.52 <sup>aABc</sup> ±0.01	1.50 <sup>aABc</sup> ±0.03	1.53 <sup>bABc</sup> ±0.01
25 °C	0	1.71 <sup>aBa</sup> ±0.01	1.65 <sup>aBa</sup> ±0.01	1.65 <sup>bBa</sup> ±0.02
	14	1.52 <sup>aBb</sup> ±0.01	1.55 <sup>aBb</sup> ±0.00	1.53 <sup>bBb</sup> ±0.00
	28	1.50 <sup>aBc</sup> ±0.00	1.51 <sup>aBc</sup> ±0.01	1.51 <sup>bBc</sup> ±0.01
45 °C	0	1.71 <sup>aAa</sup> ±0.01	1.65 <sup>aAa</sup> ±0.01	1.65 <sup>bAa</sup> ±0.02
	14	1.53 <sup>aAb</sup> ±0.01	1.80 <sup>aAb</sup> ±0.01	1.53 <sup>bAb</sup> ±0.00
	28	1.51 <sup>aAc</sup> ±0.02	1.49 <sup>aAc</sup> ±0.00	1.50 <sup>bAc</sup> ±0.01

Farklı harfler ortalamaların P<0.05 seviyesinde fark olduğunu göstermekte olup, 1. sıradaki küçük harf partikül boyutuna, 2. sıradaki büyük harf sıcaklığa, 3. sıradaki küçük harf ise depolama süresine bağlı farklılığı göstermektedir.

*Different letters indicate the difference in the mean at the P<0.05 level, lower case letter in the 1<sup>st</sup> row indicates the difference depending on the particle size, uppercase letter in the 2<sup>nd</sup> row, and lowercase letter in the 3<sup>rd</sup> row depending on the storage time.*

Fibrianto vd. (2018) tarafından yapılan çalışma sonucunda kahvenin kafein içeriğinin kavurma derecesine göre 2.21-2.59 g/100g KM arasında değiştiği, en fazla kafein içeriğinin orta derecede kavruan kahvelerde tespit edildiği rapor edilmiştir. Farklı bölgelerden temin edilen arabica çeşidi kahvelerin kafein içeriklerinin 0.7-1.6 g/100g KM arasında değiştiği bildirilmiştir (de Paula Lima ve Farah, 2019).

Kahve örneklerinin kafein içeriği ekstraksiyondaki verimliliğe bağlı olarak depolama başlangıcında 47.13-54.64 µm partikül boyutuna sahip örneklerde (1.71 g/100g KM) bulunmuşken, 89.25-119.88 µm ve 248.77-312.23 µm partikül boyutuna sahip ürünlerin kafein miktarında (1.65 g/100g KM) bir farklılık görülmemiştir. Depolama süresi ile birlikte genel olarak örneklerin kafein miktarında bir azalış tespit edilmiştir.

**Yağ asidi bileşimi**

Kahvenin ana bileşimini oluşturan yağlar, kahvenin aroması ve lezzeti açısından önemli olup, kahvenin depolanması sırasında değişikliklere uğrayarak duyu kalite kayıplarına neden olabilmektedir. Özellikle depolama süresi boyunca ısı, ışık, oksijen vb. çevresel faktörlerle hızlanan reaksiyonlar sonucu serbest radikaller ve/veya reaktif oksijen bileşenleri oluşarak lipit oksidasyonu başlamaktadır (Barden ve Decker, 2016). Nitekim doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu kahvede hoş olmayan aroma bileşenlerinin oluşumuna ve istenmeyen duyu özelliklere neden olmaktadır (Koshima vd., 2020).

Farklı partikül boyutunda öğütülüp, farklı sıcaklıklarda depolanan kahve örneklerinde depolama süresince yağ asidi bileşimi incelenmiş olup, sonuçlar Çizelge 4'de % alan cinsinden verilmiştir. Çizelge incelendiğinde kahvenin başlıca yağ asitlerinin linoleik asit (%41.86-42.89) ve palmitik asit (%33.23-36.36) olduğu

görülmektedir. Nitekim Martı n vd. (2001) ve Nikolova-Damyanova vd. (1998) tarafından yapılan çalışmalarda da kahvenin başlıca yağ asitlerinin palmitik ve linoleik asit olduğu bildirilmiştir. Çalışmada analiz edilen kahve örneklerinde palmitik ve linoleik aside göre daha düşük oranlarda oleik asit (%10.59-11.47), stearik asit (%7.38-8.48) ve iz miktarda miristik asit, margirik asit, elaidik asit, cis-11 eikosenoik asit, araşidik asit ve behenik asitler de tespit edilmiştir.

Kahve örneklerinin sahip oldukları partikül boyutu ve depolama sıcaklığı farklılığının yağ asidi bileşimi oranları üzerinde belirgin bir değişikliğe neden olmadığı, ancak depolama süresi boyunca miktarlarında belirgin azalmalar gözlemlenmiştir. Yağ asidi bileşiminde bulunan araşidik, stearik, palmitik gibi doymuş yağ asitleri daha iyi içim kalitesi olarak ifade edilen özel kahveler için bir belirteç olmakla birlikte elaidik, oleik, linoleik, linolenik gibi doymamış yağ asitleri daha az kokuya, gövdeye ve aromaya sahip kahvelerle ilişkilendirilmektedir (Figueiredo vd., 2015).

Çizelge 4. Farklı partikül boyutlarında öğütülmüş ve farklı depolama sıcaklıklarında depolanan kahve örneklerinin depolama süresine bağlı yağ asidi bileşimi (% Alan)

Table 4. Fatty acid composition of coffee samples ground in different particle sizes and stored at different storage temperatures, depending on the storage time (Area %)

Bileşen Compound	Partikül boyutu Particle size		Çok ince Very fine	İnce Fine	İnce-orta Fine-medium
	Sıcaklık Temperature	Süre (Gün) Time (Day)			
Miristik asit Myristic acid	5 °C	0	0.08±0.00	0.11±0.01	0.10±0.01
		14	0.08±0.00	0.09±0.01	0.06±0.01
		28	0.06±0.00	0.07±0.01	0.07±0.01
	25 °C	0	0.08±0.00	0.11±0.01	0.10±0.01
		14	0.07±0.01	0.10±0.01	0.08±0.01
		28	0.06±0.01	0.06±0.00	0.09±0.05
	45 °C	0	0.08±0.00	0.11±0.01	0.10±0.01
		14	0.07±0.01	0.07±0.00	0.08±0.01
		28	0.05±0.00	0.06±0.00	0.07±0.01
Palmitik asit Palmitic acid	5 °C	0	34.66±1.55	36.17±0.51	35.61±1.17
		14	34.74±0.04	36.68±0.38	33.94±0.23
		28	35.76±0.51	33.36±0.52	35.48±0.41
	25 °C	0	34.66±1.55	36.17±0.51	35.61±1.17
		14	35.55±1.36	36.53±0.59	35.78±0.42
		28	35.78±0.39	34.75±0.00	36.36±3.06
	45 °C	0	34.66±1.55	36.17±0.51	35.61±1.17
		14	33.28±0.89	34.82±0.25	35.78±1.17
		28	33.46±0.35	33.48±0.00	33.99±2.48

Türk kahvesinin depolanması

Margarik asit <i>Margaric Acid</i>	5 °C	0	0.10±0.03	0.11±0.00	0.11±0.01
		14	0.08±0.01	0.11±0.03	0.12±0.02
		28	0.09±0.02	0.10±0.00	0.08±0.03
	25 °C	0	0.10±0.03	0.11±0.00	0.11±0.01
		14	0.12±0.00	0.09±0.00	0.10±0.01
		28	0.09±0.01	0.08±0.00	0.13±0.02
	45 °C	0	0.10±0.03	0.11±0.00	0.11±0.01
		14	0.09±0.01	0.14±0.01	0.11±0.05
		28	0.10±0.00	0.11±0.00	0.09±0.00
Linoleik asit <i>Linoleic acid</i>	5 °C	0	42.44±0.44	42.13±0.21	41.96±0.42
		14	42.52±0.07	41.86±0.11	42.89±0.24
		28	42.03±0.13	42.53±0.02	42.29±0.21
	25 °C	0	42.44±0.44	42.13±0.21	41.96±0.42
		14	42.16±0.54	41.99±0.08	42.23±0.20
		28	42.08±0.21	42.40±0.00	41.90±1.27
	45 °C	0	42.44±0.44	42.13±0.21	41.96±0.42
		14	42.79±0.11	42.61±0.09	42.22±0.45
		28	42.65±0.01	42.68±0.00	42.59±0.23
Oleik asit <i>Oleic acid</i>	5 °C	0	10.77±0.16	10.59±0.04	10.91±0.20
		14	11.05±0.09	10.69±0.29	11.32±0.11
		28	10.89±0.11	11.35±0.33	11.04±0.01
	25 °C	0	11.02±0.20	10.59±0.04	10.91±0.20
		14	10.92±0.20	10.74±0.37	11.02±0.11
		28	10.88±0.02	11.06±0.00	10.85±0.49
	45 °C	0	11.02±0.20	10.59±0.04	10.91±0.20
		14	11.36±0.20	11.12±0.06	10.98±0.23
		28	11.19±0.05	11.47±0.00	11.29±0.64
Elaidik asit <i>Elaidic acid</i>	5 °C	0	0.65±0.13	0.59±0.01	0.60±0.04
		14	0.68±0.03	0.84±0.01	0.67±0.00
		28	0.65±0.01	0.66±0.07	0.54±0.05
	25 °C	0	0.65±0.13	0.59±0.01	0.60±0.04
		14	0.65±0.01	0.76±0.13	0.72±0.01
		28	0.59±0.01	0.60±0.00	0.66±0.09
	45 °C	0	0.65±0.13	0.59±0.01	0.60±0.04
		14	0.69±0.02	0.70±0.00	0.64±0.02
		28	0.74±0.04	0.70±0.00	0.67±0.04
Stearik asit <i>Stearic acid</i>	5 °C	0	7.71±0.01	7.50±0.05	7.72±0.25
		14	7.90±0.02	7.38±0.09	8.08±0.01
		28	7.72±0.06	8.48±0.18	7.81±0.04
	25 °C	0	7.96±0.36	7.50±0.05	7.72±0.25
		14	7.86±0.29	7.46±0.21	7.65±0.13
		28	7.71±0.15	8.02±0.00	7.55±0.68
	45 °C	0	7.96±0.36	7.50±0.05	7.72±0.25
		14	8.32±0.29	7.81±0.06	7.66±0.24
		28	8.33±0.11	8.31±0.00	8.19±0.79
cis-11- Eikosenoik asit <i>cis-11 eicosenoic acid</i>	5 °C	0	0.19±0.06	0.22±0.01	0.27±0.04
		14	0.24±0.02	0.15±0.01	0.21±0.00
		28	0.25±0.01	0.27±0.02	0.21±0.01
	25 °C	0	0.19±0.06	0.22±0.01	0.27±0.04
		14	0.20±0.00	0.18±0.04	0.22±0.01
		28	0.24±0.01	0.26±0.00	0.21±0.06
	45 °C	0	0.19±0.06	0.22±0.01	0.27±0.04
		14	0.28±0.01	0.19±0.06	0.23±0.07
		28	0.28±0.04	0.23±0.00	0.23±0.06



Çok ince partikül boyutuna sahip örneklerin başlıca yağ asiti kompozisyonlarında (linoleik, palmitik, oleik ve elaidik asit) 14. güne kadar bir azalma olduğu, ancak depolamanın sonunda serbest yağ asitlerinin oranlarında bir miktar artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum depolama sırasında triaçilgliserollerin hidrolizi sonucu serbest yağ asidi miktarının oluşumundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer taraftan ince ve ince-orta boyutuna sahip örneklerde ise 14. güne kadar meydana gelen oksidasyon sonucu serbest yağ asidi miktarındaki azalmanın çok ince partikül boyutuna sahip örneklerdeki gibi belirgin olmadığı görülmüştür. Toci vd. (2013) yapmış oldukları bir çalışmada kavrulmuş kahveleri farklı atmosferik koşullar altındaki ambalajlarda 5 °C ve 25 °C'de 6 ay boyunca depolamışlar ve depolamanın 1. ayında örneklerin triaçilgliserol içeriğinde artış olduğunu rapor etmişlerdir. Aynı çalışmada örneklerin yağ asiti içeriğinin 2 aylık depolamadan sonra %7 oranında azaldığı bu azalışın 4. ve 5. aydan sonra sırasıyla %36 ve %42 oranlarına ulaştığı bildirilmiştir.

Yağ asidi kompozisyonunun kahvenin duyuşal özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada doymuş yağ asitlerinden araşidik, strearik ve palmitik asidin kahvenin duyuşal özelliklerinde pozitif bir etkisinin olduğu, diğer taraftan doymamış yağ asitlerinden elaidik asidinin ise negatif bir etkisinin olduğu bildirilmiştir (Figueiredo vd., 2015). Özellikle kaliteli kahvedeki yağ asitleri bileşiminin, kahve içeceğinin ağızda bıraktığı his özellikleri (gövde ve doku) ve aroma ile lezzet bileşenleri kazandırmak için önemli olduğu ve bu özelliklerin doymuş yağ asitlerinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Fassio vd., 2017). Doymamış yağ asitlerinin (elaidik, linoleik ve linolenik asit) oksidasyona olan eğilimi yağlarda ransitide oluşumu ile istenmeyen aromalardan sorumlu olduğu, özellikle oleik asidin trans izomeri olan elaidik asidin kahvede bulunan doymamış yağ asitlerinde en belirgin olduğu rapor edilmiştir. Çalışma kapsamında da duyuşal açıdan en belirgin doymamış yağ asidi olarak bildirilen elaidik asidin partikül boyutunun artması ile alanının azaldığı belirlenmiştir. Depolama süresi ile belirlenen temel yağ asitlerinden olan palmitik ve linoleik asidin azaldığı görülmüştür. Partikül

boyutunun depolama etkisi incelendiğinde ise söz konusu bileşenlerde parçacık boyutunun artması ile tespit edilen miktarlarında artış gözlenmiştir. Elaidik asidin miktarında ise benzer şekilde partikül boyutu ve depolama süresinde doğrusal bir ilişki gözlenmekte iken depolama sıcaklığı ile negatif bir ilişki gözlenmiştir.

## SONUÇ

Dünyada farklı şekillerde tüketimi olan kahvenin ülkemizde de kendine özgü bir kültürü oluşmuş, pişirme tekniği ve sunumuyla Türk kahvesi kültürü ortaya çıkmıştır. Türk kahvesini pişirme ve sunum tekniği yanında diğer kahvelerden ayıran en önemli özelliği çekirdeğin öğütme derecesinin de standartlar çerçevesinde belirlenmiş olmasıdır (Özgür, 2012). Bu çalışma sonucunda Türk kahvesinin depolanmasında partikül boyutu, depolama sıcaklığı ve depolama süresinin ürünün klorojenik asit miktarı, kafein miktarı ve yağ asidi miktarı üzerinde etkisinin olduğu görülmüştür. Kahvenin önemli biyoaktif bileşenlerinden biri olan klorojenik asit miktarının depolama süresi arttıkça azaldığı belirlenmiştir. Kahvenin kalitesi açısından belirleyici bileşenlerden biri olan kafeinin depolama süresi ile birlikte azaldığı ve 28 gün sonunda başlangıca göre yaklaşık %10'luk bir azalmanın olduğu tespit edilmiştir. Kahve örneklerinin yağ asidi bileşiminde depolama sıcaklığı belirgin bir değişikliğe neden olmazken yağ asidi miktarlarında azalmaya neden olduğu görülmüştür.

## ÇIKAR ÇATISMASI BEYANI

Bu makalede yer alan yazarların, başka kişiler ve/veya kurumlar ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## YAZARLARIN KATKISI

Bu makale Gülderen COŞGUN'un yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Gülderen COŞGUN analizlerin yürütülmesi, sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi ve makale taslağının yazım sürecinde katkı sağlamış; Mehmet TORUN, denemenin kurulması, analiz sonuçlarının kontrol edilerek değerlendirilmesi, taslak makalenin düzeltilmesi ve çalışma için maddi kaynak temini

aşamalarında katkı sağlayarak yüksek lisans öğrencisine danışmanlık yapmıştır.

## TEŞEKKÜR

Çalışmanın materyalini sağlayan Anisah Gıda Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.'ye teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

Anonymous (2020). TSE 13423 "Kahve - Öğütülmüş", Türk Standartları Enstitüsü.

Anonymous. (2021). "Internatinol Coffee Organization " Accessed 23.09.2021, from <https://ico.org/historical/1990%20onwards/PDF/5a-imports-non-members.pdf>.

AOCS (1999). Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society 5th ed. AOCS. Champaign, IL.

Baggenstoss, J., Poisson, L., Kaegi, R., Perren, R. ve Escher, F. (2008). "Roasting and aroma formation: Effect of initial moisture content and steam treatment." *Journal of agricultural and food chemistry* 56(14): 5847-5851. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf8003288>.

Barden, L. ve Decker, E. A. (2016). "Lipid oxidation in low-moisture food: a review." *Critical reviews in food science and nutrition* 56(15): 2467-2482. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.848833>.

Bennat, C., Engelhardt, U. H., Kiehne, A., Wirries, F.-M. ve Maier, H. G. (1994). "HPLC analysis of chlorogenic acid lactones in roasted coffee." *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung* 199(1): 17-21. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01192945>.

Borém, F. M. ve Shuler, J. (2014). *Handbook of Coffee Post-harvest Technology: A Comprehensive Guide to the Processing, Drying, and Storage of Coffee*, Gin Press.

Bote, A. D. ve Vos, J. (2017). "Tree management and environmental conditions affect coffee (*Coffea arabica* L.) bean quality." *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences* 83: 39-46. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.njas.2017.09.002>.

Butt, M. S. ve Sultan, M. T. (2011). "Coffee and its consumption: benefits and risks." *Critical reviews*

*in food science and nutrition* 51(4): 363-373. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408390903586412>.

Cagliani, L. R., Pellegrino, G., Giugno, G. ve Consonni, R. (2013). "Quantification of *Coffea arabica* and *Coffea canephora* var. *robusta* in roasted and ground coffee blends." *Talanta* 106: 169-173. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2012.12.003>.

Cano-Marquina, A., Tarín, J. ve Cano, A. (2013). "The impact of coffee on health." *Maturitas* 75(1): 7-21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.02.002>.

Cong, S., Dong, W., Zhao, J., Hu, R., Long, Y. ve Chi, X. (2020). "Characterization of the Lipid Oxidation Process of Robusta Green Coffee Beans and Shelf Life Prediction during Accelerated Storage." *Molecules* 25(5): 1157. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25051157>.

De Melo Pereira, G. V., de Carvalho Neto, D. P., Júnior, A. I. M., Vásquez, Z. S., Medeiros, A. B., Vandenberghe, L. P. ve Soccol, C. R. (2019). "Exploring the impacts of postharvest processing on the aroma formation of coffee beans—A review." *Food chemistry* 272: 441-452. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.061>.

de Paula Lima, J. ve Farah, A. (2019). *Caffeine and minor methylxanthines in coffee*. Coffee: 543-564.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. (1987). "Araştırma ve deneme metodları (İstatistik Metodları-II)." *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* 1021(295): 10-13.

Esquivel, P. ve Jimenez, V. M. (2012). "Functional properties of coffee and coffee by-products." *Food Research International* 46(2): 488-495. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>.

Farah, A. ve Donangelo, C. M. (2006). "Phenolic compounds in coffee." *Brazilian journal of plant physiology* 18: 23-36. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1677-04202006000100003>.

Fassio, L., Malta, M., Carvalho, G., Liska, G., Lima, P., Nadaleti, D. ve Pimenta, C. (2017). "Fatty acids profile of *Coffea arabica* L. resistant

- to leaf rust grown in two environments of Minas Gerais, Brazil." *J Agric Sci* 9: 88-98. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v9n12p88>
- Fibrianto, K., Umam, K. ve Wulandari, E. S. (2018). Effect of roasting profiles and brewing methods on the characteristics of Bali Kintamani coffee. 4th International Conference on Food, Agriculture and Natural Resources (FANRes 2018), Atlantis Press.
- Figueiredo, L. P., Borém, F. M., Ribeiro, F. C., Giomo, G. S., da Silva Taveira, J. H. ve Malta, M. R. (2015). "Fatty acid profiles and parameters of quality of specialty coffees produced in different Brazilian regions." *African journal of agricultural research* 10(35): 3484-3493. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.9697>
- Folmer, B. (2016). *The craft and science of coffee*, Academic Press, Amsterdam.
- Girginol, C. R. (2017). *Kahve: Topraktan Fincana*, Cinius Yayınları, İstanbul
- Haile, M. ve Kang, W. H. (2020). "Antioxidant properties of fermented green coffee beans with *Wickerhamomyces anomalus* (Strain KNU18Y3)." *Fermentation* 6(1): 18. DOI: <https://doi.org/10.3390/fermentation6010018>.
- Koshima, Y., Kitamura, Y., MZ, I. ve Kokawa, M. (2020). "Quantitative and Qualitative Evaluation of Fatty Acids in Coffee Oil and Coffee Residue." *Food Science and Technology Research* 26(4): 545-552. DOI: <https://doi.org/10.3136/fstr.26.545>.
- Król, K., Gantner, M., Tatarak, A. ve Hallmann, E. (2020). "The content of polyphenols in coffee beans as roasting, origin and storage effect." *European Food Research and Technology* 246(1): 33-39. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03388-9>.
- Lieberman, H. (1992). "Caffeine." *Handbook of Human Performance*, vol. 2, Academic Press, London (1992), pp. 49-72
- Loke, W. H. (1988). "Effects of caffeine on mood and memory." *Physiology & behavior* 44(3): 367-372.
- Mandel, H. (2002). "Update on caffeine consumption, disposition and action." *Food and Chemical Toxicology* 40(9): 1231-1234. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0278-6915\(02\)00093-5](https://doi.org/10.1016/S0278-6915(02)00093-5).
- Martíñ, M. a. J., Pablos, F., González, A. G., Valdenebro, M. a. S. ve León-Camacho, M. (2001). "Fatty acid profiles as discriminant parameters for coffee varieties differentiation." *Talanta* 54(2): 291-297. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0039-9140\(00\)00647-0](https://doi.org/10.1016/S0039-9140(00)00647-0).
- Nikolova-Damyanova, B., Velikova, R. ve Jham, G. N. (1998). "Lipid classes, fatty acid composition and triacylglycerol molecular species in crude coffee beans harvested in Brazil." *Food research international* 31(6-7): 479-486. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(99\)00016-2](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(99)00016-2).
- Özgür, N. (2012). "Türk Kahvesi Standartları ve Pişirme Ekipmanları Teknik Analizi." *Türk Kahvesi Kültürü ve Araştırmaları Derneği*.
- Pimpley, V., Patil, S., Srinivasan, K., Desai, N. ve Murthy, P. S. (2020). "The chemistry of chlorogenic acid from green coffee and its role in attenuation of obesity and diabetes." *Preparative Biochemistry & Biotechnology* 50(10): 969-978. DOI: <https://doi.org/10.1080/10826068.2020.1786699>.
- Raba, D. N., Chambre, D. R., Copolovici, D.-M., Moldovan, C. ve Copolovici, L. O. (2018). "The influence of high-temperature heating on composition and thermo-oxidative stability of the oil extracted from Arabica coffee beans." *PloS one* 13(7): e0200314. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200314>.
- Salman, S. (2017). *Kateşince Zenginleştirilmiş Çözünür Yeşil Çay Üretimi ve Elde Edilen Ürünün In Vitro Gastrointestinal Sistemde Salınımının İncelenmesi*. Akdeniz Üniversitesi Yüksek lisans tezi.
- Schenker, S. ve Rothgeb, T. (2017). *The roast—Creating the Beans' signature*. The craft and science of coffee, Elsevier: 245-271.
- Sicard, B. A., Perault, M. C., Enslin, M., Chauffard, F., Vandel, B. ve Tachon, P. (1996). "The effects of 600 mg of slow release caffeine on mood and alertness." *Aviation, space, and environmental medicine*.

- Smith, A. (2002). "Effects of caffeine on human behavior." *Food and chemical toxicology* 40(9): 1243-1255.
- Taveira, J. D. S., Borém, F. M., Da Rosa, S. D. V., Oliveira, P. D., Giomo, G. S., Isquierdo, E. P. ve Fortunato, V. A. (2015). "Post-harvest effects on beverage quality and physiological performance of coffee beans." *Embrapa Café-Artigo em periódico indexado (ALICE)*. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2014.9263>.
- Toci, A. T., Neto, V. J., Torres, A. G. ve Farah, A. (2013). "Changes in triacylglycerols and free fatty acids composition during storage of roasted coffee." *LWT-Food Science and Technology* 50(2): 581-590. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.08.007>.
- Wang, H., Provan, G. J. ve Helliwell, K. (2000). "Tea flavonoids: their functions, utilisation and analysis." *Trends in Food Science & Technology* 11(4-5): 152-160. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(00\)00061-3](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(00)00061-3).
- Wintgens, J. (2009). "Factors influencing the quality of green coffee." *Coffee: growing, processing, sustainable production. A guidebook for growers, processors, traders and researchers*: 797-817.
- Zhu, M., Long, Y., Ma, Y., Chen, Y., Yu, Q., Xie, J., Li, B. ve Tian, J. (2021). "Comparison of chemical and fatty acid composition of green coffee bean (*Coffea arabica* L.) from different geographical origins." *LWT* 140: 110802. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110802>.