

## Kavurma işlemi, demleme/pişirme yöntemlerinin kahvenin biyoaktif bileşenlerine etkisi: Fonksiyonel içecek olarak insan sağlığına faydaları

İlkay GÖK

### Cite this article as:

Gök, İ. (2021). Kavurma işlemi, demleme/pişirme yöntemlerinin kahvenin biyoaktif bileşenlerine etkisi: Fonksiyonel içecek olarak insan sağlığına faydaları. *Food and Health*, 7(4), 311-328. <https://doi.org/10.3153/FH21032>

İstanbul Okan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gastronomi Bölümü, Tuzla, İstanbul, Türkiye

### ORCID IDs of the authors:

I.G. 0000-0002-4871-8981

Submitted: 16.12.2020

Revision requested: 08.04.2021

Last revision received: 12.04.2021

Accepted: 13.04.2021

Published online: 30.09.2021

Correspondence: İlkay GÖK

E-mail: [ilkay.gok@okan.edu.tr](mailto:ilkay.gok@okan.edu.tr)



© 2021 The Author(s)

Available online at  
<http://jfhns.scientificwebjournals.com>

### ÖZ

Dünyada en popüler içeceklerden biri olan kahve, sağlığa kanıtli faydalarından dolayı fonksiyonel gıda olarak değerlendirilebilir. Kahve içeceğinin fonksiyonel özelliği, yapısında bulunan kafein, klorojenik asit ve malliard reaksiyonun ürünü melanoidinler gibi biyoaktif bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Kavrulmuş ve öğütülmüş kahve çekirdeğinden, kahve çözünenlerinin ekstraksiyonu kompleks bir işlemdir ve demleme/pişirme yöntemleri, kahve içeceğindeki ana bileşenlerin ekstraksiyonunda ve miktarlarında önemli rol oynar. Bu derlemede kavurma seviyesi ve demleme/pişirme tekniklerinin kahve içeceğinin ana bileşenlerine, fizikokimyasal niteliklerine ve sağlığa etkileri aktarılmıştır. Kafein, klorojenik asitler, diterpenler kahveol ve kafestol ve melanoidinlerin vücuttaki görevleri, sağlığa faydaları kahve tüketimiyle ilgili çalışma sonuçları incelenerek derlenmiştir. İncelenen araştırma sonuçlarına göre günlük 2-3 fincan kahve içeceği tüketiminin güvenli olduğu, kahve içeceğinin metabolik ve mental sağlığı destekleyici, keyif verici ve uyanıklık artırıcı, yüksek tansiyon ve depresyonla savaşmaya yardımcı, tip2 diyabet, Alzaymır ve Parkinson hasatlıkları gibi bazı kronik hastalıkları, karaciğer kanseri gibi bazı kanser türlerini ve kardiyovasküler hastalıklar gibi dejenaratif hastalıkları önleyebileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte bazı çalışmalarda olumsuz etkileri açıklanmış, hamile kadınlar için zararlı olabileceği ve kahve tüketiminin 300 mg/g kafein miktarıyla sınırlandırılması gerektiği aktarılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kahve, Demleme/pişirme, Kahve kavurma, Biyoaktif bileşenler, Fonksiyonel gıda

### ABSTRACT

#### Effect of roasting, brewing/cooking techniques on the bioactive compounds of coffee: Benefits on human health as a functional food

Coffee beverage is one of the most popular beverages worldwide and because of its proved health benefits, it may be regarded as functional food. The potential functional properties of coffee beverage have been associated with its bioactive compounds including caffeine, chlorogenic acids, and melanoidins which are Maillard reaction products. The extraction of coffee soluble from the roasted and ground coffee seed is a complex operation and brewing/cooking method plays an important role on the extraction and amount of the key compounds in the coffee beverage. This review provides how the roasting level and brewing techniques affect the key compounds, physicochemical attributes, and health of coffee beverage. The role of compounds caffeine, chlorogenic acids, melanoidins and the diterpenes cafestol and kahweol in the body are reviewed along with their impact on health by examining the results of the studies involving the coffee consumption. According to the reviewed studies daily intake of 2 to 3 cups of coffee beverage is safe and may support metabolic health, mental health, enhance mood, increase alertness, be effective against hypertension, help us to fight depression, prevent several chronic disease risks including type 2 diabetes, Alzheimer's and Parkinson's diseases and degenerative diseases, such as cancer like liver cancer, cardiovascular disorders. However, some data implies the negative effects on health that it may be cautious for pregnant women and need to limit coffee consumption no more than 300 mg/d of caffeine.

**Keywords:** Coffee, Brewing technique, Coffee roasting, Bioactive compounds, Functional food

## Giriş

Kahve dünyada en çok tüketilen içeceklerden biridir (Farah & dos Santos, 2015). Türkiye’de kahve tüketimi ülkelerle kıyaslandığında, Uluslararası Kahve Organizasyonu (ICO) 2019 verilerine göre Avrupa Birliği, Amerika, Japonya, Rusya, Kanada, Cezayir, Güney Kore, Avustralya ve Suudi Arabistan’dan sonra yedinci sıradadır (ICO, 2020). 100 farklı türe sahip olduğu belirtilen kahve ağacının *Coffea arabica* (Arabika) ve *Coffea canephora* (Robusta) adlı iki türünün meyvesi kullanılır. Kahve türlerinin genetik orijinini ve yetiştirilme koşullarını bilmek bu iki tür arasındaki kimyasal ve lezzet profili arasındaki farklılıkları ve benzerlikleri anlamak açısından önem taşımaktadır (Ferreira ve diğ., 2019). Etiyopya orjinli Arabika kahvesi, dünya kahve ticaretinde yaklaşık %70’lik payla ilk sıradadır ve Robusta’yla kıyaslandığında, Arabika’dan çok üstün kaliteli kahve içeceği elde edilir ve çok daha fazla tüketilir (Farah ve dos Santos, 2015; Ferreira ve diğ., 2019). Yetiştirilmesi daha kolay ve ucuz olan Robusta kahve, çözünebilir madde ekstraksiyonu yüksek olduğu için genellikle instant kahve üretiminde tercih edilir (Moeenfard ve Alves, 2020).

Euromonitor verilerine göre dünyada kahve 2017 de 84,3 milyar dolar, 2018 de 86,95 milyar dolar ve 2019 da 87,5 milyar dolarlık ticaret hacmiyle artan bir tüketim potansiyeline sahiptir. Dünya da kahve tüketimi 2018 de 7.54 milyon ton iken 2019 da 7.70 milyon tona yükselmiştir. Türkiye’de ise 2017 de 157 bin ton, 49,54 milyar TL, 2018 de 186 bin ton, 51,56 milyar TL, 2019 da 206 bin ton, 52,45 milyar TL lik tüketim ve ticaret hacmine sahiptir. Euromonitor verilerine göre, gün geçtikçe dünyanın pek çok ülkesinde olduğu gibi Türkiye’de de kahve tüketim miktarı artan bir eğilim göstermektedir (Euromonitor, 2019). Bu nedenle kahvenin sadece içecek olarak değil sağlık açısından faydaları da gittikçe önem kazanmaktadır. Faydaları tespit edildikçe diyet listelerinde ve sağlıklı beslenme önerileri arasında kahve yerini almaya başlamıştır (Cornelis, 2019; Ciaramelli ve diğ., 2019). Bazı araştırmalar kahvenin fonksiyonel bir içecek potansiyeline sahip olabileceğini belirtmektedir (Samoggia ve Riedel, 2019; Ciaramelli ve diğ., 2019).

Kahve 1000’den fazla kimyasal bileşeniyle kompleks bir yapıdır (O’Keefe, ve diğ., 2013). Kahve çekirdeğinin türü, hasat öncesi ve sonrası uygulanan yöntemler, kavurma işlemi, öğütme boyutu, demleme/kaynatma yöntemi, kullanılan su miktarı ve sıcaklığı gibi faktörler kahve içeceğinin kimyasal kompozisyonunu etkilediği açıklanmıştır (Cornelis, 2019; Ciaramelli ve diğ., 2019; Pereira ve diğ., 2020). Benzer şekilde kahve içeceğinin aroma ve lezzetini etkileyen uçucu bi-

leşenlerin miktarındaki değişimin de demleme yöntemlerine ait farklı ekstraksiyon tekniklerinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Cordoba ve diğ., 2020).

Bu derlemede, kavurma ve demleme yöntemlerinin kahve içeceğindeki beş ana bileşen üzerine etkileri ve sağlığa olan faydaları, bu zamana kadar yapılmış pek çok bilimsel araştırmaların sonuçları irdelenerek açıklanmıştır. Öncelikle kahve çekirdeğinin kimyasal yapısı özetlendikten sonra kahve çekirdeğine uygulanan kavurma yöntemiyle çekirdekte meydana gelen değişim, ardından da kahve içeceği hazırlanırken kullanılan demleme/pişirme yöntemlerinin etkileri vurgulanmıştır. Kahve içeceğinin sağlık açısından faydalarını belirleyen beş ana bileşen olan klorojenik asit, kafein, kafestol ve kahveol ve melanodinlerin uygulanan yöntemler sonucunda değişen miktarlarının nedenleri belirtilmiştir.

## Kahve Çekirdeğinin Kimyasal İçeriği

Kahve çekirdeği yeşil renktedir ve kavrulduktan sonra kahverengi olur. Yeşil ve kavrulmuş kahve çekirdeklerinin kompleks kimyasal içeriği pek çok bilimsel çalışmada araştırılmış ve aralarındaki farklar belirlenmiştir. Yeşil kahve çekirdeğinin kuru ağırlık üzerinden yaklaşık %60 ı karbonhidrattır. Karbonhidratların yapısında çözünebilir ve çözünemeyen polisakkaritler (selüloz, arabinogalakton ve galaktomanan) bulunur. Robusta türünde Arabika’ya göre oligosakkaritler (stakioz ve rafinoz), disakkaritler ve monosakkaritler (glukoz, galaktoz, arabinoz, fruktoz, mannoz, mannitol, ksiloz ve riboz) biraz daha yüksektir (Ludwing ve diğ., 2014).

Yeşil ve kavrulmuş çekirdeklerde bulunan aktif biyolojik maddeler: klorojenik asit ve laktonların (sınıf başına en az üç izomeriyle kafeoilkinik asit, feruloilkinik asit, dikafeoilkinik asit) temelini oluşturan fenolik asitler, metilksantinler (kafein, teofillin ve teobromin), diterpenler (kafestol ve kahveol), nikotinik asit (vitamin B<sub>3</sub>) ve ön maddesi trigonelin ve önemli miktarda antioksidanlar bulunur (Jeszka-Skowron ve diğ., 2020). Arabikanın yağ oranı Robustadan daha yüksektir. Kahve yağ içeriğinin yaklaşık %75’ini trigliserid oluştururken diğer kısmını seteroller (stigmasterol, sitosterol), yağ asitleri (linoleik, linoleik, palmitik, steirik, arşidik, lignoserik ve behenik) ve pentakiklik diterpenler (kafestol ve kahveol) oluşturur (Ludwing ve diğ., 2014; Moeenfard ve Alves, 2020). Potasyum, magnezyum, kalsiyum, sodyum, demir, manganez, sülfat, çinko, bakır, stronsiyum, baryum, nikel, kobalt, kurşun, kadmiyum, brom, selyum, lantan, rubidyum, skandiyum ve fosfor mineralleri bulunur (Zain ve diğ., 2017). Robustanın kafein oranı Arabika’dan iki kat daha yüksektir (Zain ve diğ., 2017; Farah, 2012) ve Robusta çok daha yüksek oranda polifenoller içerir (Tablo 1) (Vitaglione ve diğ., 2012; Godos, ve diğ., 2014).

### Kavurma İşleminin Kahve Çekirdeği ve Kahve İçeceğinin Kimyasal Yapısına Etkileri

Kavurma işlemi kahve için en önemli basamaklardan biridir ve yeşil renkli kahve çekirdeği kahverengi renge dönüşürken, yapısında çok çeşitli kimyasal reaksiyonlar meydana gelerek istenen lezzet ve aroma gelişir. Genel olarak uygulanan kavurma sıcaklığı 150-250 °C arasındadır. Kahve kavurma sıcaklığında belirli bir sıcaklık ve süre sabit olarak verilmez (Aliah ve diğ., 2015; Yeretian ve diğ., 2002; Ku Madihah ve diğ., 2012). Bu nedenle kavurma sıcaklık ve süresini belirlemek için farklı yöntemler kullanılır. Bunlardan biri Agtron/SCA (Specialty Coffee Association) renk skalasıdır (Elmacı ve Gok, 2021). Elmacı ve Gok (2021) çalışmasında açık, orta ve koyu kavurulmuş kahve çekirdeği elde etmek için sırasıyla 95, 55 ve 35 Agtron numaralarını kullanmışlardır.

Kavurma süresi uygulanan sıcaklık derecesine göre 2-25 dakika arasında değişir, yüksek sıcaklıkta daha düşük sürede kavurma yapılır. Tipik bir kavurma işlemi 10-15 dakika içinde biter. Kavurma işleminin en son aşaması egzotermiktir, karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve farklı uçucu gazlar oluşur. Oluşan gazlar kahve çekirdeğinin iç basıncını 5-7 atmosfere yükseltirken, iç sıcaklık ise 180°C üstüne çıkar ve kahve çekirdeği bir basınç kabı görevini alır (Ludwing ve diğ., 2014; George ve diğ., 2008; Yeretian ve diğ., 2002). Pirolitik reaksiyonlar sonucu oluşan gazın büyük kısmını CO<sub>2</sub> (5-12 L/kg) oluşturur ve kahve çekirdeğinin içindeki boşluklara dolarak iç basıncı yükseltir ve sonuç olarak çekirdek %50-100 şişerek büyür ve bu safhada kahve çekirdeklerinin mısır gibi patladığı duyulur. Kavurma devam ettikçe çekirdekte ikinci patlama olur. Kahve çekirdeğindeki kimyasal reaksiyonların ardından, pH, lezzet ve aromasında meydana gelen değişimle, çekirdek koyu kahverengi ve daha gövdeli (baskın tat) olur (Yeretian ve diğ., 2002; Aliah ve diğ., 2015).

**Tablo1.** Yeşil ve orta kavrum Arabika ve Robusta kahve çekirdeklerinin kimyasal kompozisyonu\* (Farah, 2012)

**Table 1.** Chemical composition of green and medium roasted Arabica and Robusta coffee seeds (Farah, 2012)

Bileşenler	Yeşil Kahve Çekirdeği		Orta Kavurulmuş Kahve Çekirdeği	
	Arabika Kahve (g/100g)	Robusta Kahve (g/100g)	Arabika Kahve (g/100g)	Robusta Kahve (g/100g)
<b>Karbonhidrat</b>				
Sakkaroz	6.0-9.0	0.9-4.0	4.2	1.6
İndirgen Şeker	0.1	0.4	0.3	0.3
Polisakkaritler	34-44	48-55	31-33	37
Lignin	3.0	3.0	2.0	2.0
Pektin	2.0	2.0	2.0	2.0
<b>Nitrojenli Bileşenler</b>				
Protein/peptidler	10.0-11.0	11.0-15.00	7.5-10	7.5-10
Serbest amino asitler	0.5	0.8-1.0		
Kafein	0.9-1.3	1.5-2.5	1.1-1.3	2.4-2.5
Trigonelin	0.6-2.0	0.6-0.7	1.2-0.2	0.7-0.3
<b>Lipidler</b>				
Kahve yağı	15-17.0	7.0-10.0	17.0	11.0
Diterpenler	0.5-1.2	0.2-0.8	0.9	0.2
<b>Asitler ve esterler</b>				
Klorojenik asitler	4.1-7.9	6.1-11.3	1.9-2.5	3.3-3.8
Alifatik asitler	1.0	1.0	1.6	1.6
Kinik asit	0.4	0.4	0.8	1.0
Melanoidinler	-	-	25	25

\*Kuru Madde

Yeşil kahve çekirdeğindeki bileşenler Maillard reaksiyonu, karbonhidrat karamelizasyonu ve organik bileşiklerin pirolizi ile farklı bileşenlere dönüşür. Kavrurma esnasında meydana gelen kahve bileşenlerindeki değişimler ve kimyasal reaksiyonlar kahve içeceğinin lezzetine, kimyasal dengesine ve insan sağlığına etki eder (Ludwing ve diğ., 2014; George ve diğ., 2008; Smrke ve diğ., 2013; Vignoli ve diğ., 2014). Uzun kavrurma süresi ve koyu kavrulmuş (230 °C ve 20 dk. üstü) kahve çekirdeğiyle hazırlanan kahve içeceğinin antioksidan kapasitesinin düştüğü bulunmuştur (Opitz ve diğ., 2017; Esquivel ve Jiménez, 2012).

Bir araştırmada, açık (105 Agtron, 180°C), orta (85 Agtron, 205°C) ve koyu (50 Agtron 210°C) kavrurma sıcaklığının, iki farklı demleme yöntemiyle, Türk kahvesi ve filtre kahve, hazırlanan kahve içeceğindeki toplam antioksidan kapasitesine etkisi araştırılmıştır. Toplam antioksidan kapasitesi gallik asit ve kuersetin cinsinden elektrokimyasal yöntemlerle belirlenen çalışmada, en yüksek toplam antioksidan değerinin düşük derecede kavurulmuş kahve çekirdeğinde olduğu, filtre kahvenin antioksidan kapasitesinin Türk kahvesinden daha yüksek olduğu bulunmuştur (Yıldırım ve diğ., 2020).

Yaklaşık 800 uçucu bileşen gelişerek kavurulmuş kahvenin kokusunu sağlar. Kavrurma esnasında karbonhidrat, protein, klorojenik asit, aminoasit ve lipit miktarında düşme meydana gelir. Yeşil kahvede çekirdeğinin temel oligosakkariti sakkaroz, indirgen şekerler glukoz ve früktoza parçalanarak, serbest amino asitler ve proteinlerin serbest amino gruplarıyla reaksiyona girer ve Maillard reaksiyonu gerçekleşir. Maillard reaksiyonuyla aminoketonlar ve/veya aminoaldozlar oluşur. Amadori ve Heyns reaksiyonlarıyla oluşan ürünlerle ileri reaksiyonlara devam eder ve sonuç olarak çok çeşitli aromatik uçucular ve renk verici maddeler oluşur. Kafein miktarında önemli bir değişiklik olmaz (Yeretzian ve diğ., 2002; Farah ve Donangelo, 2006; Ku Madihah ve diğ., 2012). Kavrurma esnasında, kahve çekirdeği klorojenik asit miktarının %95 ini kaybedebilir. Bu azalma, klorojenik asitin farklı yeni bileşenlere dönüşümüyle örneğin klorojenik asit laktonları oluşumuyla açıklanabilir. Ayrıca kavrurma esnasında melanoidinler oluşur ve kahve içeceğinin antioksidan özelliğini artırır. Kahve içeceğinde ağırlıkça galaktomananlar ve tip II arabino galaktonlar, gibi sindirilemeyen polisakkaritler bulunur (Moreira ve diğ., 2012; Yeretzian ve diğ., 2002; Bicho ve diğ., 2011).

#### ***Kahve Öğütme İşlemi ve Kahve Partikül Boyutunun Kahve İçeceğinin Kimyasal Bileşenine Etkileri***

Kahve öğütme işlemi sırasında kavurulmuş kahve çekirdeği küçük parçalara indirgenir. Öğütme işlemi sırasında farklı partikül boyutu ve şekilleri meydana gelir. Kahve parçacık boyutunun küçülmesiyle, yüzey alanı artarak suyla temas ve

ekstraksiyon oranının arttırır ve parçacıkların daha fazla suyu alarak hızla şişmesini sağlar ( Hargarten, Kuhn, & Briesen, 2020; Cordoba, Fernandez-Alduenda, Moreno, & Ruiz, 2020). Farklı demleme yöntemleri için kullanılan kahve partikül boyutunun su/kahve oranı, ekstraksiyon süresi ve uygulanan basınçla kıyaslandığı bilimsel araştırmalarda, partikül boyutunun kahve içeceğindeki çözünen madde miktarı ve uçucu bileşenlerine etkisi ile ilgili sonuçlarda farklılıklar vardır ama genel olarak pek çok araştırmada partikül boyutunun kahve içeceğinin kimyasal yapısına önemli bir etkisi bulunmamıştır. Kahve partiküllerinin suyla temas süresinin kahve ekstraksiyonunu için çok daha önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir. Elde edilen verilere göre demlemenin ilk birkaç saniyesinde (espresso da 8 sn, filtre kahvede 75 sn), basit karbonhidratlar, organik asitler ve kafein %90 oranında, düşük çözünürlükteki bileşenlerse daha uzun sürede kahve içeceğine geçmektedir (Gloess ve diğ., 2013; Cordoba ve diğ., 2020). Derossi ve diğ., (2018) tarafından yapılan çalışmada öğütme derecesinin kahve kalitesine etkisi tespit edilmiş, bununla beraber demleme tekniklerinin kahve içeceğinin tüm niteliklerini anlamlı şekilde etkilediği sonucuna varılmıştır (Derossi ve diğ., 2018).

#### ***Kahve Demleme/Pişirme Yöntemlerinin Kahve İçeceğinin Kimyasal Bileşenine Etkileri***

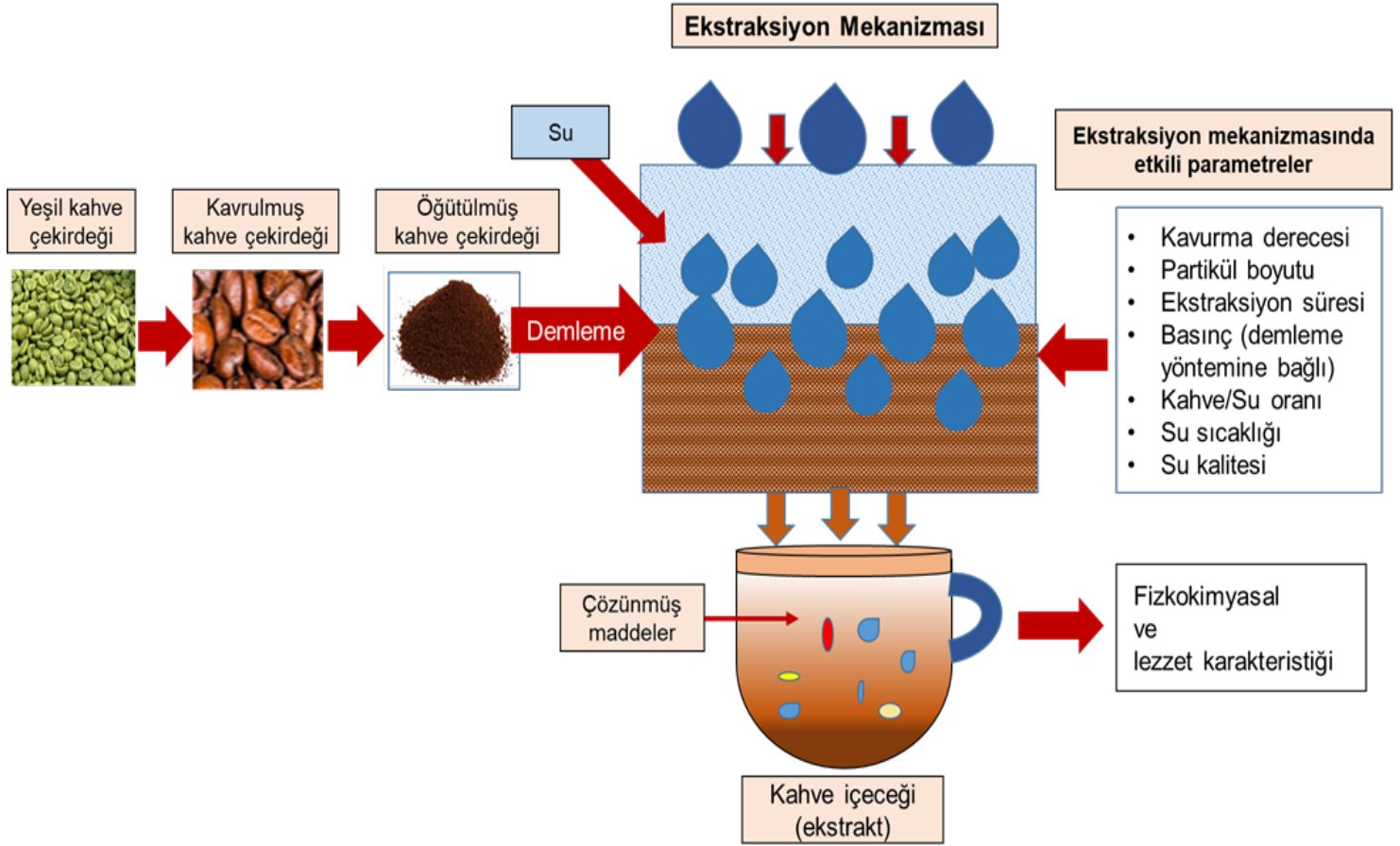
Kahve içeceği, kavurulmuş ve öğütülmüş kahve çekirdeğinin suyla demlenmesiyle/pişirilmesiyle hazırlanır. Kahve içeceği hazırlama katı-sıvı ekstraksiyon yöntemidir ve kavurulmuş kahvenin yapısında bulunan farklı kimyasal bileşenlerinin ekstraksiyonu için çeşitli yöntemler kullanılır. Uygulanan yöntemlerin ekstraksiyon kinetiğine anlamlı etkisi vardır. Kahve içeceği birkaç dakika içinde hazırlansa da uygulanan demleme yöntem ve süreci, demlenmiş kahvenin son kalitesine doğrudan etki eder (Cordoba ve diğ., 2020; Moroney ve diğ., 2016).

Kahve çekirdeği hasadı, yeşil çekirdeğe uygulanan yöntemler ve sonrasında kahve kavrurma sıcaklık dereceleri, çekirdeğin kalitesini belirleyen önemli parametrelerdir. Kavurulmuş kahve çekirdeğinin öğütülmesi ve ardından uygulanan kahve demleme yöntemleri, kahve içeceğinin kalitesini belirler. Kahve içeceğinin fiziko kimyasal ve lezzet karakteristiğini etkileyen değişkenler; ekstraksiyon süresi, basınç, kahve çekirdeğinin öğütülme boyutu, kullanılan suyun kalitesi, sıcaklığı ve miktarı olarak belirtilir (Şekil 1). Pek çok işlem değişkeni kahve ekstraksiyonunu etkiler (Cordoba ve diğ., 2020; Moroney ve diğ., 2016; Petracco, 2001).

Öncelikle uygulanan kavrurma işlemiyle yeşil kahve çekirdeğindeki lezzeti etkileyen bileşenler, uçucu ve uçucu olmayan bileşenlere dönüşür ve ardından uygulanan demleme/pişirme yöntemiyle de pek çok bileşen kahve içeceğine geçer. Kahve

içeceğiindeki bileşenlerin miktarı; öğütülmüş kahve çekirdeğinin partikül boyutu, demleme esnasında su ve kahve partiküllerinin teması yani ekstraksiyon süresi, basınç, sıcaklık,

kullanılan su miktarı ve kalitesi ve uygulanan demleme yöntemlerine göre değişiklik gösterir (Şekil 1) (Farah ve dos Santos, 2015; Cordoba ve diğ., 2020).



**Şekil 1.** Kahve içeceğinin fizyokimyasal özellikleri ve lezzet profilini etkileyen ana parametreleri gösteren diagram (Cordoba ve diğ., 2020)

**Figure 1.** Diagram which indicates main parameters effective on physicochemical properties and sensory profile of coffee beverage (Cordoba, et al., 2020)

## Kahve Demleme/Piştirme (Ekstraksiyon) Metotları

Kahve çekirdeğinden suyla çözdürülerek kahve içeceği hazırlanması bir katı-sıvı ekstraksiyon yöntemidir. Katının sıvıdan ayrılması yöntemine temel işlemlerde filtrasyon denir ve sıvının sabit bir yataktan süzülmesi mantığına dayanır. Katı-sıvı ekstraksiyon yönteminde üç önemli basamak vardır. Bunlar; 1) Öğütülmüş kahvenin suyla teması ve suyu yapısına çekmesi, 2) Temas sonrasında çözünen maddelerin çözücü olan suya geçmesi 3) Elde edilen çözeltinin (kahve içeceğinin) kalan kahve partiküllerinden ayrılma işlemidir (Petraçco, 2001; Moroney ve diğ., 2016; Cordoba ve diğ., 2020) (Şekil 1).

Dünyada kahve içeceğini hazırlanmak için kullanılan farklı ekstraksiyon yöntemleri vardır (Şekil 2). Genel olarak ekstraksiyon işlemi tüketiciler arasında demleme/piştirme yöntemi olarak bilinir. Liksviasyon (sıvıda özütleme), süzme, infüzyon (üstüne sıcak su akıtılarak demleme), dekoksasyon/piştirme (kaynatarak özünü çıkarma), yıkama ve maserasyon olarak farklı demleme/piştirme yöntemleri vardır (Petraçco, 2001; Cordoba ve diğ., 2020; Moroney ve diğ., 2016; Gloess ve diğ., 2013).

### Temel Demleme Yöntemlerinde Uygulanan Prensipler

**1. Dekoksasyon/Kaynatma yöntemi;** Türk kahvesi, kaynatılmış kahve, perkolatör kahve ve vakum kahve en çok bilinen dekoksasyon yöntemleridir. Bu yöntemde öğütülmüş kahve partikülleri belirli sıcaklıktaki suyun içinde kalır, suyun kaynama sıcaklığında olması gerekmez, sıvının içerisine çözünen madde miktarını arttıracak sürede kalması yeterlidir. Genel olarak katı ve sıvının teması uzun sürelidir (Derossi ve diğ., 2018; Cordoba ve diğ., 2020).

**a) Türk kahvesi:** Kavrulmuş ve çok küçük boyutta öğütülmüş (ortalama 120 mikron) kahve çekirdeği oda sıcaklığında suyla cezve içinde karıştırılır ve ateş üstünde köpürme noktasına kadar, karıştırılmadan pişirilir. Köpüklenme ve baloncuklar oluştuğunda ateş üstünden alınır, kaynatılmaz. Türk kahvesine özel kahve fincanına köpüğüne zarar vermeden, kahve partikülleri ile boşaltılarak içilir. Köpürme esnasında sıcaklığın 93-95°C aralığına ulaştığı ve kaynatılmadan bu sıcaklıkta fincana boşaltılmasının ve köpüklenme süresinin üç dakika içinde tamamlanacak şekilde ısının ayarlanmasının lezzet ve sağlık açısından önemi belirtilir. Kahve hazırlanırken kullanılan cezvenin ısı iletkenliği önem taşır (Girginol, 2018; Özdeştan, 2014; Cordoba ve diğ., 2020; Elmacı ve Gok, 2021).

**b) Kaynatılmış Kahve:** Norveç ve Finlandiya gibi Nordik ülkelerinin favori içeceğidir. Öğütülmüş kahve çekirdeği suyla pot içinde karıştırıldıktan sonra kaynatılarak hazırlanır. Kahve partikülleri çöktükten sonra fincana servis edilerek içilir. Sıcak kalması için pot içinde süzülmeden uzun süre bekletilir (Derossi ve diğ., 2018; Cordoba ve diğ., 2020).

**c) Perkolatör Kahve:** Amerikan'ın en eski demleme yöntemidir. Perkolatör özel bir kahve demliğidir. Üstünde delikli hazneye öğütülmüş kahve, en alt tabana su konur ve ateş üstünde ısıtılır. Tabandaki su kaynayınca, perkolatör içindeki çubuktan yukarı çıkar ve yayıcı levhanın üstünden altındaki öğütülmüş kahveye, sıcak bir yağmur gibi yağar. İnce çekilmiş kahve çekirdeklerinin arasından sızan sıcak su, süzülerek alttaki hazneye akar. Suyun borudan yukarı çıkıp, kahve olarak aşağı süzülmesinden sonra da döngü devam eder (Cordoba ve diğ., 2020).

**d. Vakum (Sifon) Kahve:** Alt haznedeki su kaynadıkça basınç oluşturarak üst hazneye çıkar ve buradaki öğütülmüş kahve çekirdeği ile karışması beklenir. Ardından ısıtıcı kapanır ve alttaki hazne soğumaya başlayınca, vakum oluşturarak üstteki demlenmiş kahve aşağıdaki hazneye çekilir (Cordoba ve diğ., 2020).

**2. İnfüzyon yöntemi;** Filtre kahve ve Neapolitan ( $90 \pm 5^\circ\text{C}$ ) en bilinen iki yöntemdir. Öğütülmüş kahve çekirdekleri (ortalama 838 mikron) filtre üstüne yerleştirilir ve sıcak suyun öğütülmüş kahve çekirdeği üstünden akıtılmasıyla hazırlanır. Dekoksasyon yöntemindeki gibi doğrudan ısıtma ve uzun süre su ve kahve partikülleriyle temas yoktur. Kahve partikül boyutu daha büyüktür (Cordoba ve diğ., 2020; Caporaso ve diğ., 2014).

**3. Basınç yöntemi;** French press (piston), Moka kahve ( $90 \pm 5^\circ\text{C}$ ) ve espresso ( $90 \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $9 \pm 5$  bar,  $30 \pm 5$  s) en çok bilinen yöntemlerdir. Kahve içeceği basınç kullanılarak hazırlanır. Basınç, demleme için eklenen sıcak suyun öğütülmüş (ortalama 351 mikron) kahve çekirdeklerinin sıkıştırılmasıyla hazırlanan kahve kekinin içinden akmasını sağlar. Uygulanan basınç seviyesi kahve içeceğinin karakteristik özelliğini etkiler (Petraçco, 2001; Parenti, ve diğ., 2014; Cordoba ve diğ., 2020; Navarini ve diğ., 2009).

**4. Soğuk demleme yöntemi;** Soğuk demleme yönteminde diğer yöntemler gibi sıcak su kullanılmaz ve demleme süresi çok daha uzundur, uygulanan tekniğe göre demleme süresi 8 ile 24 saat arasında olabilir. Genel olarak oda sıcaklığında veya daha düşük sıcaklıkta su, öğütülmüş kahve üstüne damlatılarak, French press gibi direkt temasla ya da damlatılarak hazırlanabilir. Düşük sıcaklık ve uzun ekstraksiyon süresi,



kahve içeceğine farklı fizikokimyasal özellik ve lezzet karakteristiği sağlar (Cordoba, Pataquiva, Osorio, Moreno, & Ruiz, 2019).

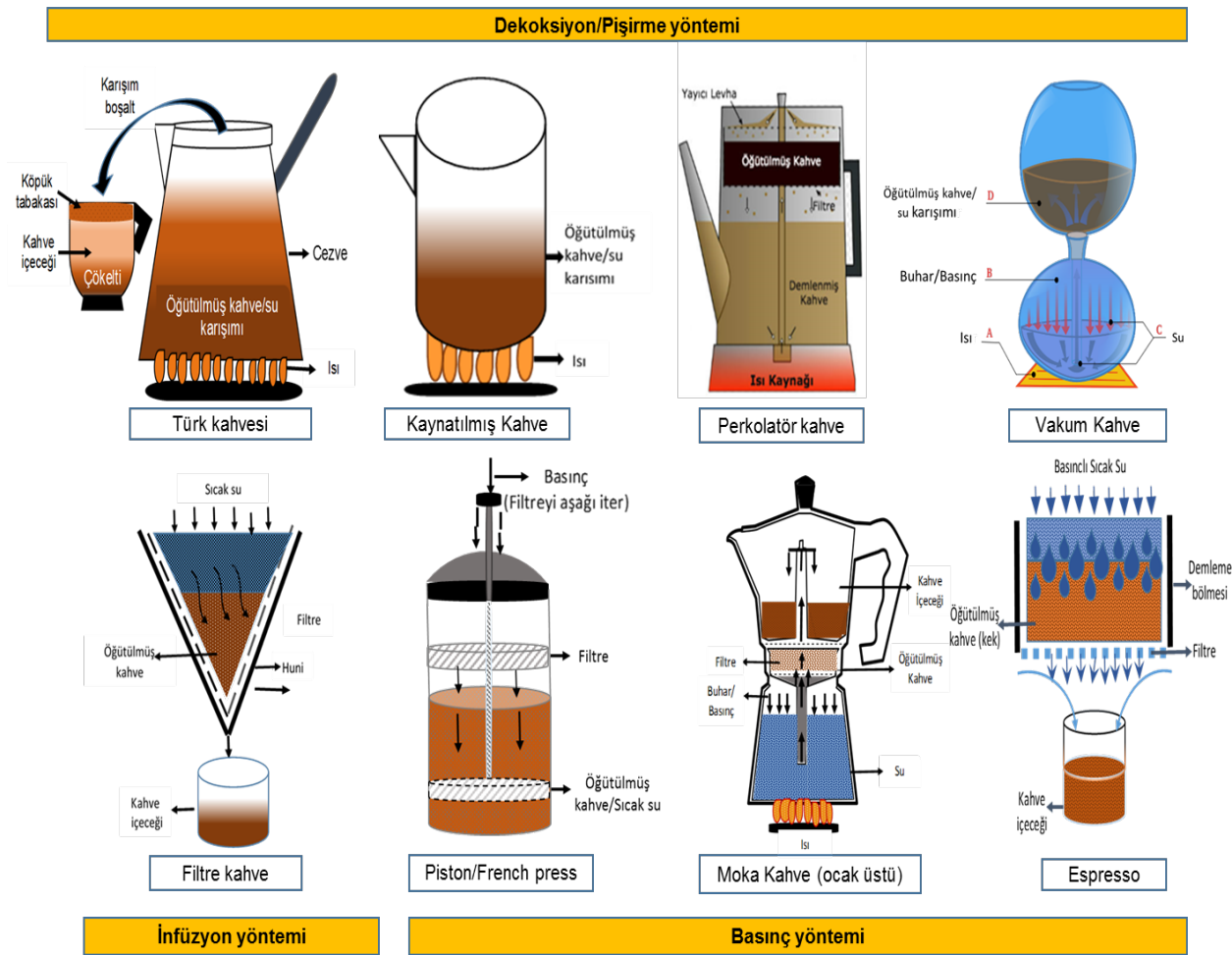
## Kahve İçeceğinin İnsan Sağlığına Faydaları ve Fonksiyonel İçecek Olarak Değerlendirilmesi

Kahve içeceğinin insan sağlığına faydaları Tablo 2 de listelenmiştir.

## Kahve İçeceğindeki Önemli Bileşenlerin Sağlığına Olumlu Etkileri

Kahvenin sağlığına faydalarından bahsedebilmek, farklı faktörlerin neden olduğu kompleks yapıdan dolayı kısıtlıdır. Kahve

kavurma ve demleme teknikleri bu faktörlerden sadece ikisidir. Yapılan araştırmalarda kahvenin dört ana bileşeni olan kafein, klorojenik asit, kafestol ve kahveol ün sağlık açısından önemli etlikleri tespit edilmiştir (Şekil 3). Kahve içeceğindeki bileşenlerin miktarı ve sağlığa faydası, çekirdeğindeki bileşenlerin miktarı, uygulanan kavurma ve demleme teknikleri, kahve türü, toprak ve iklim kombinasyonu, kahve çekirdeğinin elde edilmiş metotları gibi pek çok uygulamadan etkilenir. Ayrıca kahve çekirdeğini kavurma esnasında oluşan melanoidinlerin sağlık açısından önemli faydaları olduğu da bilimsel olarak açıklanmıştır (Coelho ve diğ., 2014; Farah ve Lima, 2019; Lagner ve Rzeski, 2014; Moreira ve diğ., 2012).



**Şekil 2.** Kahve demleme yöntemleri; **Dekoksyon/Pişirme yöntemi:** Türk kahvesi, Kaynatılmış kahve, Perkolatör kahve, Vakum (sifon) kahve (Web2, 2020), **İnfüzyon yöntemi;** Filtre kahve **Basınç yöntemi;** French press, Moka kahve ve Espresso (Cordoba ve diğ., 2020; Navarini ve diğ., 2009; Elmaci ve Gok, 2021)

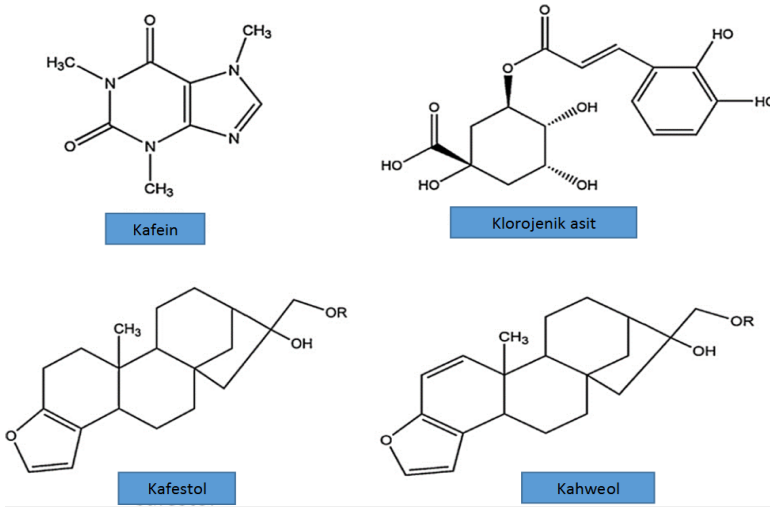
**Figure 2.** Coffee brewing methods: **Decoction methods** (Turkish coffee, Boiled coffee, Percolator coffee, and Vacuum coffee), **Infusion methods** (Filter coffee), and **Pressure methods** (Plunger, Moka, and Espresso) (Cordoba et al., 2020; Navarini et al., 2009; Elmaci and Gok, 2021)

**Tablo 2.** Kahve içeceğinin insan sağlığına etkileri (Pourshahidi ve diğ., 2016; Goodman ve diğ., 2017; Wachamo, 2017; Saltan ve Kaya, 2018; Oğuz ve Erdoğan, 2016; Wierzejska, 2017; Dirks-Naylor, 2015; Ludwing ve diğ., 2014; Poole ve diğ., 2017; Cano-Marquina ve diğ., 2013)

**Table 2.** Effect of the coffee beverage on health etkileri (Pourshahidi et al., 2016; Goodman et al., 2017; Wachamo, 2017; Saltan and Kaya, 2018; Oğuz and Erdoğan, 2016; Wierzejska, 2017; Dirks-Naylor, 2015; Ludwing et al., 2014; Poole et al., 2017; Cano-Marquina et al., 2013)

Sağlık Konusu	Kahvenin Etkisi	Etki Mekanizması
<b>Karaciğer</b>	Karaciğer kanseri ve hasatlıklarında azalma	Lipit metabolizmasına etkisi, alkolik olmayan karaciğer yağlanma şiddetini düşürme, karaciğer enzimlerine olumlu etki (Poole ve diğ., 2017; Ludwing ve diğ., 2014)
<b>Metabolik sağlık</b>	Tip 2 diyabet riskinde azalma	Glukoz toleransına doğrudan etki, insülin direncini zayıflatma
	Obezite/Yağ Yakımı/Vücut yağ oranında azalma/Tokluk hissinde artış	Tokluk hormonunu (ghrelin ve serotonin) yükselterek enerji alımını azaltma (Ludwing ve diğ., 2014; Poole, ve diğ., 2017)
<b>Sinir sistemi/Mental sağlık/Zihinsel durum</b>	Parkinson hastalığı riskinde azalma	Santral ve periferik sinir sisteminde adenosin reseptörlerinin potansiyel bir antagonistik etki (Wierzejska, 2017; Ludwing ve diğ., 2014)
	Bunama ve Alzaymır hastalıklarında azalma olasılığı	
	Sinir sistemine uyarıcı etki	
	Yorgunluk giderici ve ağrı kesici	
	Bilişsel performansta artış	
	Dikkat/Odaklanma artışı	
<b>Kanser</b>	Genel kanser riskinde azalma	Faz II enziminin fitokimyasal veya besinsel faktörlerle (Poole ve diğ., 2017; Ludwing ve diğ., 2014)
<b>Kardiyovasküler hastalıklar &amp; Kan basıncı</b>	Kardiyovasküler hastalık riskinde azalma veya artış olduğu ile ilgili çelişkili sonuçlar olsa da genel olarak bir antioksidan kaynağı olan kahvenin, inflamasyonu inhibe ederek, kardiyovasküler ve diğer inflamatuvar hastalık riskini azalttığı bulunmuştur	Yüksek antioksidan ve antiinflamatuvar özelliğiyle endotel disfonksiyonunu iyileştirici, vasküler endotelial fonksiyonunu koruyucu etki (Oğuz ve Erdoğan, 2016; Ding ve diğ., 2014; Farah ve Lima, 2019; Lim ve diğ., 2020)
	Kalp yetmezliği riskinde azalma	
	Kan basıncında artış	
<b>İskelet kaslarına etkisi</b>	Kas erimesinde azalma ve kas gücünde, ağırlığında ve dayanıklılığında artış, zedelenmiş kaslarda iyileşim	Kas sisteminde otofajiye neden olabilir, insülin hassasiyetinin gelişmesi ve glukoz alımının artışı kas erimesinde azaltma potansiyeli sağlar (Dirks-Naylor, 2015)
<b>Gastrointestinal Sistem</b>	Gastrit ve gastroözofagal reflü de azalma	(Poole ve diğ., 2017)
<b>Antiinflamatuvar/Antioksidan özellikler</b>	Kan serumunda immün sistem ve inflamatuvar belirteçlerinde azalma	Lipofilik antioksidan etki- siklooksigenaz-2 enzimini inhibe etme potansiyeli (Lang ve diğ., 2013; George ve diğ., 2008)
	Oksidatif strese azalma	
<b>Antimikrobiyal etki</b>	<i>Streptococcus mutans</i> ve bazı patajenik bakterilere mikroorganizmaların gelişimini baskılama	Kahvenin mikroorganizmalar üzerine mutajenik etkisi (Saltan ve Kaya, 2018; dePaula ve Farah, 2019; Nawrot ve diğ., 2003; George ve diğ., 2008).
<b>Dermatolojik etki</b>	Kırışıklıkların azalması, peeling ve antiselülitik etki, antiaging	Kafeinin kan damarlarını genişleterek etki sağlaması (George ve diğ., 2008)





**Şekil 3.** Kahve içeceğinde bulunan dört önemli temel bileşenin moleküler yapısı (Cano-Marquina ve diğ. 2013)

**Figure 3.** Molecular structure of four main compounds found in coffee beverage (Cano-Marquina et al., 2013)

### Kafein

Kafein (1,3,7-trimethylxanthine) temel bileşeni olan ksantin 3 metil grubu ile birleşen bir purin alkaloididir (Higdon ve Frei, 2006; Akça ve diğ., 2018; Ludwig, ve diğ., 2014). Kahvede en çok araştırılan bileşen olan kafein 1820 yılında kahve çekirdeğinden izole edilmiştir. Tüketilen içecekler arasında en yüksek kafein miktarı kahvede bulunmuştur (Cano-Marquina ve diğ., 2013). Bilimsel araştırma sonuçları yetişkin bireylerin günlük 400 mg kafein tüketiminin güvenli olduğunu belirtmektedir (Coso, Salinero, & Lara, 2020; dePaula & Farah, 2019). Kafein oda sıcaklığında renksiz ve acıdır. Kahvedeki acılığı sağlayan ana bileşendir. Bitkileri böceklerden koruyucu özelliğine sahiptir (dePaula ve Farah, 2019).

Kafein Robusta türünde Arabika'dan yaklaşık %40-70 daha fazla bulunur (Tablo 1). Kafein oranı düşük olan Arabika bu nedenle biyolojik ve mekanik strese karşı daha hassastır (Farah, 2012; dePaula & Farah, 2019). Yeşil kahve çekirdeğinin kavrulma sonrasında kafein oranında önemli bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Kavrulmuş Arabika kahve çekirdeğinde, 100 g kuru maddede yaklaşık olarak 0.7-1.6 g, Robusta' da ise 1.8-2.6 g kafein tespit edilmiştir (dePaula ve Farah, 2019).

Şekil 1 de gösterildiği gibi, kahve ekstraksiyonunda etkili faktörlerin ve Şekil 2 de yer alan farklı demleme/pişirme yöntemlerinin kahve içeceğindeki kafein miktarına etkisi pek çok araştırmanın konusu olmuştur. Kafein sıcak suyun kullanıldığı

ekstraksiyon yöntemlerinde çok iyi çözünür. Türk kahvesi, kaynatılmış kahve demlemenin yer aldığı dekoksasyon yönteminde, filtre kahvenin yer aldığı infüzyon yöntemine göre kafein oranı daha yüksek bulunmuştur. Su miktarının öğütülmüş kahve çekirdeğine oranı, suyun sıcaklığı, kavurma derecesi, öğütülmüş kahvenin partikül büyüklüğü ve demleme süresi kahve içeceğindeki kafein oranını etkiler. Koyu kavrulmuş kahve çekirdeğinde yüksek kafein miktarı bulunur. Ayseli ve diğ. (2021) kavurma işleminin Türk kahvesinin fizikokimyasal etkilerini araştırdığı çalışmada orta kavurulmuş (155°C de 18 dk.) Arabika kahve çekirdeğiyle hazırlanmış Türk kahvesinde kafein miktarını 571 mg/L olarak belirlemişlerdir. Aynı çekirdeğin daha yüksek ısıda kavurulmasıyla (170°C de 18 dk.) hazırlanmış Türk kahvesinde ise kafein miktarının artarak 601 mg/L e yükseldiği bulunmuştur. Araştırmacılar bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını vurgulamışlardır (Ayseli ve diğ., 2021). Kahve içeceğinde, genel olarak tercih edilen fincan boyutuna göre yaklaşık olarak 76-112 mg/240 mL, ya da 32-47 mg/100 mL de kafein olduğu belirtilse de yapılan bir araştırmada aynı kahve çekirdeğinin farklı yerlerde hazırlanan kahve içeceğinde kafein oranı 54-118 mg/100 mL bulunmuştur. Bu sonuçlar demleme tekniklerindeki farklılığın, kahve içeceğindeki kafein miktarında 6 kattan fazla farklılığa neden olabileceğini gösteriyor. Aynı çekirdekte uygulanan demleme yöntemlerinin neden olduğu kafein miktarındaki büyük farklılık, toplumun kafein alım oranının tespitinin oldukça zor olduğunu açıkça göstermektedir (dePaula ve Farah, 2019; Derossi ve diğ., 2018; Ludwig ve diğ., 2014). Espresso kahvenin bir fincanında kafein miktarı 200-300 mg olabilmektedir (Cano-Marquina ve diğ., 2013).

Kafein 15-120 dk içinde kanda en yüksek seviyeye ulaşır ve alınan miktara göre merkezi sinir sisteminde uyarıcı etki gösterir. Günde 250-400 mg arası ya da 1-5 mg/vücut ağırlığı kafein, keyif verme, enerjik hissetme, işte isteklilik ve motivasyon, güçlü dikkat ve odaklanmayla kendine güven ve bilişsel fonksiyonların artması gibi olumlu etkilere sahipken bilimsel araştırmalar 500 mg üstü kafein alımının tedirginlik, huzursuzluk gibi olumsuz etkilere neden olduğunu göstermektedir. Günde dokuz fincandan fazla (600-900 mg kafein) tüketimin kalp hızı ve kan basıncında artışa neden olduğu bildirilmiştir. Kafeinin ayrıca midenin asit salgısını artışıma ve diüretik etkiye neden olduğu belirtilmektedir (Higdon ve Frei, 2006; Gariþağaođlu ve Kuyrukçu, 2009; dePaula ve Farah, 2019; Nawrot, ve diğ., 2003; Grosso ve diğ., 2017).

Kafeinin sağlık üzerine etkilerine ilişkin birçok alanda araştırmalar devam etmektedir. Son yıllarda "kafein tüketimi ile Tip 2 diyabet, Alzaymır ve Parkinson hastalığı riskinde azalma, kafein tüketimi ile karaciğer dokusunda yenilenme" en çok araştırılan konularındandır. İskandinav ülkeleri ve

ABD’de yapılan büyük çaplı, prospektif kohort tipi araştırmalarda (hastaların zaman içinde ileriye yönelik izlenmesi), günde üç fincan ve üzerinde kahve tüketen kişilerde Tip 2 diyabetin anlamlı olarak düşük olduğu saptanmıştır (dePaula ve Farah, 2019; Nawrot, ve diğ., 2003; Cornelis, 2019; Grosso ve diğ., 2017; Wierzejska, 2017).

Günlük 300 mg kafein tüketiminin metabolizmayı hızlandırdığı, yaklaşık 79 kcal lik enerji harcamasını sağladığı bulunmuştur. Düzenli kahve tüketiminin, beslenme programına kahve konulmasının, kilo veremeye ve egzersiz uygulamasında yardımcı olarak kilo kontrolünü desteklediği tespit edilmiştir (Ludwing, Clifford, Lean, Ashihara, & Croizer, 2014). Kafein içeren içeceklerin Parkinson hastalığı riskini azalttığını açıklayan araştırmalar, düzenli olarak günde bir fincan kahve ya da çay içen erkeklerde, içmeyenlere göre Parkinson hastalığı riskinin %30-50 daha düşük olduğu göstermektedir. Fare deneylerinde yüksek kafein tüketimi insanlar için günlük 500 mg ya da 5 kahve fincanı kahveye gelen miktarın Alzheimer hastalığına karşı koruyucu etkisi doğrulanmıştır (dePaula & Farah, 2019; Nawrot, ve diğerleri, 2003; Cornelis, 2019; Grosso, Godos, Galvano, & Giovannucci, 2017; Wierzejska, 2017; Nehlig, 2016).

Kahvede bulunan kafein, ağrı giderici, migren ya da obeziteyi tedavide kullanılmaktadır. Antioksidan ve antimikrobiyal özelliğine sahip kafeinin kanserojenik bakteri *Streptococcus mutans* ve patojenik bakterilere karşı etkili olduğu ve anti-inflamatuar potansiyeli araştırmalarda ispatlanmıştır (Saltan ve Kaya, 2018; dePaula ve Farah, 2019; Nawrot, ve diğ., 2003).

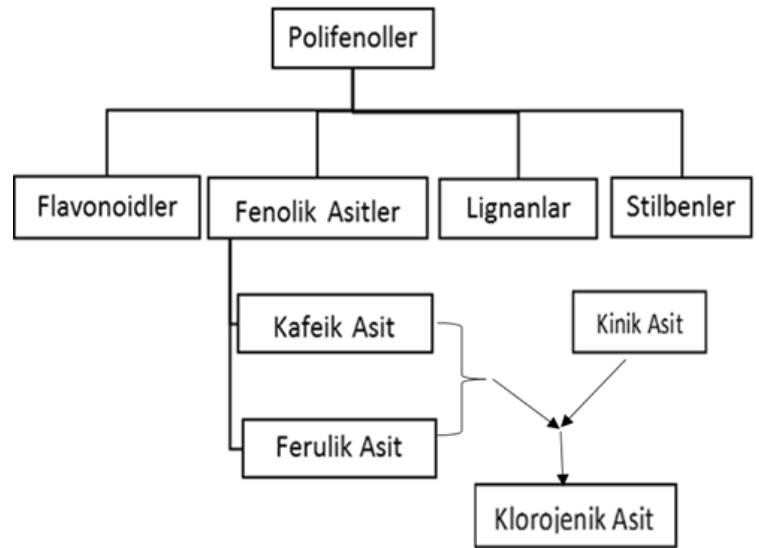
Kardiyovasküler sisteme etkileri üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Norveç araştırmalarında kronik kalp hastalığının kahve tüketimiyle azaldığı bulunsada kesin bir sonuç değildir (Ramalakshmi ve Raghavan, 1999; Godos ve diğ., 2014). Risk faktörü yüksek insanlarda içerdiği kafein miktarına bağlı olarak kahvenin hipertansiyonu arttırdığı, 3.3 mg/kg kafeinin kan basıncını yükselttiği belirtiliyor (Lim, Chang, Ahn, & Kim, 2020). Kafein ve uyku üzerine çalışmalar, yaş, kilo vb özelliklerine göre 200 mg kafein ve fazlasını tüketen kişilerde uyanıklığı arttırdığı, uykusuzluğu azalttığı, uzun gece yolculuklarında performansı desteklediği açıklanmıştır (Clark ve Landolt, 2017; Cornelis, 2019; Grosso ve diğ., 2017; Ludwing ve diğ., 2014).

### Klorojenik Asit

Polifenoller çok yüksek antioksidan kapasitesine sahiptir ve sağlığı destekleyen önemli biyoaktif maddelerdir (Ozcan ve diğ., 2014; Herawati ve diğ., 2019). Polifenoller açısından zengin kahve, antioksidan potansiyeline sahip polifenol grubundaki flavanoidler, fenolik asitler, lignanlar ve stilbenler

gibi bileşikler içerir. Klorojenik asit; kafeik asit, ferulik asit ve kinik asidin yapısını oluşturduğu *trans*-sinamik asit esteridir (Şekil 3 ve Şekil 4). Kahvede 45 çeşit klorojenik asit tespit edilmiştir (Mills ve diğ., 2013). Oluşan klorojenik asit formları ester bağındaki pozisyonuna göre kafeoil, kumaroil- veya feruloil-kinik asitlerin farklı isomerik yapılarını içerirler ve kavurma sonrasında bu asitlerin laktonlarına dönüşürler (Cano-Marquina ve diğ., 2013; Farah, 2012; Ludwing ve diğ., 2014; Farah ve Lima, 2019; Zain ve diğ., 2017; Farah ve Donangelo, 2006). Klorojenik asit kafein gibi ısıya dayanıklı değildir ve kavurulmuş kahvede kafein/klorojenik oranı yükselir (Ludwing ve diğ., 2014).

5-O-Kafeolkinik asit olarak da bilinen klorojenik asit, karbonhidrat emilimini yavaşlatma özelliğine sahiptir (Wachamo, 2017). Isıya duyarlı olmasından dolayı kavurma esnasında düşük ve yüksek molekülü farklı yapılara dönüşür ve kavurma sıcaklığı arttıkça klorojenik asit miktarı düşer fakat yeni oluşan bileşiklerden dolayı çeşitlilik artar. Kavurma sonrası kahvede benzer özellikte yaklaşık 200 bileşik tespit edilmiştir (Goodman ve diğ., 2017; Ludwing ve diğ., 2014). Bu nedenle kavurma esnasında düşen klorojenik asit miktarı, kahve içeceğinin antioksidan kapasitesinin düşmesi anlamına gelmemektedir (Liang ve diğ., 2016). Benzer şekilde Ayseli ve diğ. (2021) orta kavurulmuş Arabika kahve çekirdeğiyle hazırlanmış Türk kahvesinde klorojenik asit miktarını 1399.5 (mg/L), koyu kavurulmuş çekirdekle hazırlanan Türk kahvesinde ise 912.0 (mg/L) olarak saptamışlardır.



Şekil 4. Kahvede en yaygın bulunan polifenoller ve fenolik asitler (Cano-Marquina ve diğ., 2013)

Figure 4. The most common polyphenols and phenolic acids in coffee (Cano-Marquina et al., 2013)

Yüksek ısıyla protein ve karbonhidratlar arasında oluşan Maillard reaksiyonu ürünü melanoidin, bir kısım klorojenik asit ile birleşebilir. Klorojenik asit ve melanoidin bileşenleri kavurulmuş kahvenin toplam antioksidan potansiyelini oluştururlar. Her iki grubun kimyasal yapısı farklı olduğu için antioksidan aktiviteleri de farklılık gösterir ve klorojenik asidin antioksidan kapasitesi çok daha yüksektir. Kahvenin antioksidan kapasitesi düşük kavurma sıcaklığında daha yüksektir ve sıcaklık arttıkça düşer (Goodman ve diğ., 2017; Bicho ve diğ., 2011; Vignoli ve diğ., 2014; Demir ve diğ., 2020). Aynı öğütülmüş kahve ile hazırlanan sıcak ve soğuk demleme kahve içeceklerindeki klorojenik asit konsantrasyonları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (Fuller ve Rao, 2017).

Klorojenik asit vücuttaki metabolizması tam olarak net olmasa da ince bağırsak ve kolon da gerçekleştiği üzerine bilimsel çalışmalar vardır ve ürede farklı metabolitleri tespit edilmiştir (Cano-Marquina ve diğ., 2013; Ludwing ve diğ., 2014). Kahve içeceğindeki klorojenik asitin hücre içi antioksidan etkisinin araştırılmasında, insan kolon karsinoma hücresi Caco-2 üzerine etkisi tespit edilmiştir. Böylece klorojenik asidin sağlık açısından potansiyel faydası hücre içi antioksidan kapasitesine sahip olmasıyla açıklanmıştır (Liang ve diğ., 2016).

Glukoz ve lipit metabolizmasına önemli etkiye sahip klorojenik asidin diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, obezite, kanser ve karaciğer yağlanması ile ilgili sorunların düzenlenmesi üzerine olumlu etkileri, ayrıca bağışıklık sistemi destekleyici, antiinflamatuvar, antiobezite, antimikrobiyal, antiviral etkileri açıklanmıştır (Wachamo, 2017; Farah, 2018).

Yeşil kahve çekirdeğinde (kuru ağırlık) toplam klorojenik asit miktarı yaklaşık olarak Arabika' da %4-8, Robusta' da %6-12 arasındadır. Bir fincan kahve içeceğindeki klorojenik asit miktarı, kavurma derecesi, demleme yöntemi, su ve öğütülmüş kahve oranı, suyun sıcaklığı, kahve ve suyun temas süresine bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak kahve içeceğinde klorojenik asit miktarının çok büyük değişkenlik gösterdiği görülmektedir (Farah ve Donangelo, 2006; Ludwing ve diğ., 2014). Bir çalışmada kahve içeceğindeki klorojenik asit miktarı 20-675 mg aralığında tespit edilmişken (Cano-Marquina ve diğ., 2013; Ludwig ve diğ., 2014; Farah ve Lima, 2019), başka bir çalışmada bir fincan ya da 200 mL kahve içeceğinde klorojenik asit miktarı 70-350 mg, kafeik asit miktarı 35-175 mg arasında (Wachamo, 2017), diğer bir çalışmada ise 200 mL kahve içeceğinde klorojenik asit miktarı 15-325 mg aralığında bulunmuştur (Mills ve diğ., 2013). Farah ve Lima (2019) çalışmasında klorojenik asit miktarının 100 mL de 26-1141 mg aralığında, klorojenik izomerleri ve kavurma esnasında oluşan laktonlarını içeren

toplam miktarın ise 100 mL de 50-200 mg aralığında olduğunu belirtmişlerdir (Farah ve Lima, 2019; Ludwing ve diğ., 2014).

Hafif ve koyu kavurma dereceleri ve demleme yöntemlerinin etkisini araştıran çalışmalarda, 100 mL kahve içeceğinin toplam klorojenik asit miktarı, elektrikli filtre kahveyle demlemede 35-170 mg, espresso demlemede 40-1000 mg, moka kahve demleme yönteminde 55-150 mg, French press demleme yönteminde 40-280 mg Türk kahvesi pişirme yönteminde 110-200 mg, kaynatarak pişirme yönteminde 70-230 mg, soğuk demleme yönteminde 35-319 mg aralığında tespit edilmiştir (Farah ve Lima, 2019). Klorojenik asit ekstraksiyon oranının ilk 2 dk da ve 93°C de yüksek olduğu tespit edilmiştir. Espresso yöntemiyle demlenen kahve içeceğinin klorojenik asit miktarı diğer demleme yöntemlerinden daha yüksektir (Şekil 2). Bunun nedeninin espresso demlemede kullanılan su miktarının öğütülmüş kahve miktarına göre diğer yöntemlerden daha az olması ve basınç (9 bar) uygulanmasıyla açıklanmaktadır (Farah ve Lima, 2019).

Kahve içeceğindeki klorojenik asit ve laktonlarının yüksek antioksidan kapasitesi, Brezilya, Norveç, Japonya gibi çok tüketen toplumlar için kahveyi önemli bir antioksidan kaynağı durumuna getirdiği belirtilmektedir. Klorojenik asit askorbik asitle benzer antioksidan aktivitesi göstermektedir. Genel olarak bilimsel çalışmalara göre sağlığa faydaları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Farah ve Lima, 2019; Ludwing ve diğ., 2014; Lang, ve diğ., 2013).

- Antioksidan özelliğiyle birlikte anti inflamatuvar etkiyle yara iyileşmesine destek verir,
- Antimutajenik ve anti kanserojenik etkileri,
- Karaciğer koruyucu (aşırı demir yüklenmesi, yüksek alkol tüketimi, obezite kaynaklı karaciğer sorunları) (2 fincan/gün tüketiminin 40% karaciğer kanseri riskinde azalma sağlayabilir),
- Antidiyabetik etkisi (3-4 kahve/gün),
- Kalbi koruyan ve antihipertansif etkisi,
- Antiobezite ve Anti-metabolik sendrom etkisi (1-4 fincan/gün),
- Sinir sistemi koruyucu etkisi,
- Antimikrobiyal, antiviral etkisi,
- Prebiyotik etkisi bulunduğu açıklanmıştır.

### **Kahveol ve Kafestol**

Kahveol (182-1265 mg/100 g Arabika) ve kafestol (182-1308 mg/100 g Arabika) (Şekil 2), kahve yağının yaklaşık %20 sini oluşturan ana diterpenlerdir (Wuerges ve diğ., 2020). Antioksidan kapasitesi, antiinflamatuvar etkisi, kanser ve toksik maddelere karşı koruyucu etkileri olduğu açıklanmıştır. Fakat aynı zamanda serum kolesterol seviyesini arttırdığı ile ilgili bulgular açıklanmıştır. Günlük 2 mg kafestol tüketiminin serum kolesterol seviyesini 1 mg/dL arttırdığı yönünde çalışmalar bulunmaktadır (Wuerges ve diğ., 2020; Ludwing ve diğ., 2014; Moeenfarid ve Alves, 2020; Moeenfarid ve Alves, 2020). Pek çok güncel araştırma sonuçlarında kahve içeceğindeki miktarların demleme/pişirme yöntemine göre değiştiği, doza bağlı olarak kandaki lipit seviyesine etkisi olduğu, serum kolesterol seviyesi artışının ancak belirli bir miktar üstündeki tüketimle oluşabileceği belirlenmiştir (Lim ve diğ., 2020; Cano-Marquina ve diğ., 2013; Pourshahidi ve diğ., 2016).

Kaynatılmış ve filtre edilmeden hazırlanmış kahve içeceklerinde diğer demleme yöntemlerine göre kahveol ve kafestol daha yüksek miktarda tespit edilmiştir. Filtre yöntemiyle hazırlanan kahve içeceğinde kahveol ve kafestolün, filtreden geçemediği ve üstte kaldığı, bu nedenle filtre yöntemiyle demlenen kahve içeceğinde neredeyse yok denecek kadar az bulunduğu belirtilir. İskandinav kaynamış kahve, French press ve Türk kahvesinde bir fincanda 6-12 mg bulunurken filtre kahvede 0.6 mg bulunmuştur. Diterpenlerin kolesterol artırıcı etkisi olduğu belirtilse de kimyasalların zararlı etkilerine karşı koruyucu potansiyele sahip olduğu açıklanmıştır (Ludwing ve diğ., 2014). Lim ve diğ. (2020) 100 mL espresso kahvede, 0.4-0.7 mg kahveol ve 0.3 ve 0.6 mg kafestol olduğunu açıklamıştır (Lim ve diğ., 2020).

Zang ve diğ. (2012) kavurma sıcaklığının ve dört ayrı demleme yönteminin; kaynamış, Türk kahvesi, French press ve moka (Şekil 2), kahve içeceğindeki kafestol miktarına etkisini araştırmıştır. Her iki faktörün de kafestol miktarına anlamlı etkilerini ve ekstraksiyon veriminin bu iki faktöre bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda, en yüksek kafestol miktarının French press (11.9-4.6 mg/L), kaynamış kahve (10-14 mg/L) ve Türk kahvesinde (2.8-1.4) olduğunu, moka kahvede (2.4-1.1) daha düşük kafestol bulunduğunu, ayrıca artan kavurma sıcaklığıyla kafestol miktarında azalmanın demleme yöntemine bağlı olarak %42 oranında olabileceğini göstermişlerdir (Zhang ve diğ., 2012).

Önceki çalışmalar, diterpenlerin serum kolesterolünün artışına neden olan olumsuz etkisine rağmen enflamasyonu düzenleyen ve kansorejen maddelerin detoksifikasyonu ile kanseri önleme etkisinin göz ardı edilmemesi gerektiğini ortaya

koymuştur. Çok eski birkaç araştırma sonucuna bakarak henüz olumsuz etkileri tam olarak kanıtlanmamış kahve içeceğini diterpenlerin varlığından dolayı kötülemek doğru değildir. Aksine kahve diterpenlerinin biyolojik öneminden dolayı, demleme tekniklerine bağlı olarak günlük içilen kahvede bulunan miktarları sağlığa faydalı olabilir (Moeenfarid ve Alves, 2020) ve bu nedenle çok daha fazla bilimsel araştırma yapılmalıdır.

### **Melanoidinler**

Melanoidinler kahve çekirdeğinin kavrulması esnasında, proteinlerin serbest amino gruplarıyla indirgen şekerler arasında meydana gelen Maillard reaksiyonunun son ürünleridir ve kahveye özgü renk ve aromaların oluşumuna katkı sağlar. Kahve önemli bir melanoidin kaynağıdır ve kuru maddede kahve içeceğinin yaklaşık %25'ini oluşturur. Melanoidinlerin yapısı kahve çekirdeğinde bulunan galaktomananlar ve arabinogalaktanlar gibi polisakkaritler, aminoasitler, proteinler ile klorojenik asit, kafeik asit ve ferulik asit gibi fenolik bileşenlere bağlıdır. Kahve kavurma işlemi süresi arttıkça melanoidin oluşumu artar (Lagner ve Rzeski, 2014). Kahve melanoidinlerin oluşumunda reaksiyona giren klorojenik asitin yaklaşık %23 oranında kaybı meydana geldiği belirtilir (Coelho ve diğ., 2014).

Kavurmayla oluşan melanoidinler ve yeni bileşenler, yüksek antioksidan özelliği taşırlar. Melanoidinlerin kahve içeceğinde %10-15 oranında antioksidan aktivitesine sahip olduğu belirtilmiştir. Kahve çekirdeğine uygulanan kavurma derecesi arttıkça toplam klorojenik asit miktarı düşmesine rağmen, toplam antioksidan kapasitesi artmıştır (Liang ve diğ., 2016).

Kafeik asidin antioksidan aktivitesinin, klorojenik asitten daha yüksek olduğunu gösteren çalışmalar, kavurma süresi ve sıcaklığı arttıkça kahve çekirdeğinin antioksidan aktivitesinde önemli bir kayıp meydana geldiğini fakat kavurma sırasında oluşan melanoidinlerin kahvenin antioksidan aktivitesini arttırarak, bu kaybı tamamladığını göstermektedir (Pérez-Hernández ve diğ., 2012).

Melanoidinlerin sağlığa pozitif ve negatif etkileri henüz araştırma aşamasındadır. Eski araştırmalarda gıdaların besin değerini düşürdüğüne dair çok olumsuz açıklamalar olsa da yeni araştırmalar çeşitli faydalarından bahsetmeye başlamıştır. Klorojenik asit ve indirgenme ürünlerini yapısında barındıran melanoidinlerin antioksidan, antimikrobiyal, antihipertansif, antialerjik ve prebiyotik özelliğiyle sağlığı destekleyici özelliklere sahip olduğu, bu özelliklere ek olarak metal iyonlarıyla bağ yapabildiği için antimitojenik ve timör büyüme önleyici özellikleri de yeni çalışmalarda gösterilmektedir (Lagner ve Rzeski, 2014; Coelho, ve diğ., 2014).

## Kahve İçeceğindeki Önemli Bileşenlerin İnsan Sağlığına Olumsuz Etkileri

Kahve içeceğinin insan sağlığına olumsuz etkileri ile ilgili çelişkili bilgiler bulunmaktadır ve olumsuz etkiler tüketim miktarıyla ilişkilendirilmektedir (Pourshahidi ve diğ., 2016; Sözlü ve diğ., 2017; Godos ve diğ., 2014). Fazla kahve tüketiminin kansere karşı koruyucu etkisinin yanında kanser sürecindeki farklı basamaklara müdahale etmesi ve/veya ters etkiye oluşturabileceği, kalın bağırsak, mesane, kanseri, pankreas ve göğüs kanser oluşum riskini arttırabileceği belirtilmektedir (Pourshahidi ve diğ., 2016). Japonya’da 50.000 sağlıklı kadın ve erkek üzerinde yapılan 7-9 yıllık bir araştırmada kahve tüketiminin hepatosellüler karsinomaya etkisi olmadığı rapor edilmiştir (Higdon ve Frei, 2006). Çok sayıda epidemiyolojik çalışma kahve tüketimi ve kanser oluşum riski arasında çok düşük bir ilişki olabileceğini ortaya koymaktadır (Higdon ve Frei, 2006).

Kardiyovasküler hastalıklara kahve tüketiminin olumsuz etkisi kesin olarak açıklanmasa da kahvede bulunan diterpenlerin serum LDL, toplam kolesterol ve plazma homosistein seviyelerini ve hipertansiyonu etkileyebileceği ve bu etkilerin sonucunda kalp hastalıkları gelişim riskine neden olabileceği düşünülmektedir. İskoçya, ABD ve Finlandiya’da yapılan kohort tipi araştırmada koroner kalp hastalıkları riski ve kahve tüketimi arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (Sözlü ve diğ., 2017; Higdon ve Frei, 2006; Godos, ve diğ., 2014). Higdon ve Frei (2006) günde beş fincan ve üstünde kahve içeceği tüketenlerin içmeyenlere göre koroner kalp hastalıkları riskinin %40-60 daha fazla olabileceğini açıklamıştır. Araştırmada ayrıca 600 mL kahve tüketiminin akut koroner kalp riski oluşabileceği, 300 mL atında tüketiminse riskinin çok daha düşük olacağı belirtilmiştir (Higdon ve Frei, 2006).

Kahve tüketiminin hipertansiyon ve aritmi ile ilişkisini araştıran çalışmaların sonuçları farklılık göstermektedir. 2- 6 fincan kahve tüketenlerin kan basınçlarında anlamlı bir artış bulunmamıştır. Kohort tipi araştırmada kan basıncı veya hipertansiyon üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır (Sözlü ve diğ., 2017).

Kahve ve hamilelik sürecindeki olumsuzluk ile ilgili çelişkili sonuçlar bulunmaktadır. Bazı çalışmalar fazla miktarda kahve tüketiminin düşük riskine neden olabileceğini açıklarken, kahve tüketiminin 300 mg/g kafein miktarıyla sınırlandırılması gerektiğini, bazıları ise bir etkisi olmadığını açıklamıştır (Higdon ve Frei, 2006).

Kahve içeceğinin osteoporoz ile ilişkisi tam olarak kesinleştirilmemiştir. Bazı çalışmalar 300 mg/gün üstünde kafein tüketiminin riskli insanlarda düşük kemik yoğunluğu, kemik

kaybı ve kırıklara neden olabileceğini, bazı çalışmalar ise günlük 20 mL kahve tüketiminin kemik mineral yoğununa destek verdiğini göstermektedir. Yemeklerle birlikte 150-250 mL kahve içeceği tüketiminin demir emilimini %24-73 oranında azalttığına dair bulgulara yer verilmiştir (Sözlü ve diğ., 2017).

## Sonuç

Kahve ve içeriğindeki aktif biyolojik maddelerle ilgili çok sayıda hücre çalışmaları, hayvansal deneyler ve epidemiyolojik araştırmalar bulunmaktadır fakat insanlarla ilgili bilimsel araştırmalar yetersizdir. Sağlığa olumsuz etkileri ile ilgili henüz kesinleşmiş yeterli bilgiler olmamasına rağmen olumsuz düşünceler daha yaygındır. Bunun nedenini de çok eski ilk bilimsel çalışmalarda kahvenin insanlarda, kanda lipit ve LDL miktarını arttırdığına dair bilgilerin yer alması olabilir. Bu ilk olumsuz sonuçlar kahvenin potansiyel faydalarının belirlenmesi için yapılan bilimsel çalışmaların önünde engel oluşturmaya devam etmektedir. Fakat günümüzde yüzlerce bilimsel araştırma vardır ve bunlar ortak bir sonucu göstermektedir. Bu da kahvenin sağlığa olumsuz etkileri ile ilgili asıl konunun tüketilen kahvenin miktarından kaynaklandığıdır.

Eski bilimsel çalışmalarda özellikle kaynatılarak demlenen/pişirilen kahvenin kalp sağlığına olumsuz etkileri olduğu belirtilmesine rağmen, günümüz çalışmaları bu sonuçları tam olarak desteklememektedir. Kaynatılarak filtre edilmeden hazırlanan kahvenin günde altı fincandan fazla tüketildiğinde zararlı olabileceği ile ilgili yeni bilimsel çalışmalar, sadece kaynatılarak değil filtre edilerek hazırlanmış kahveler için de benzer olumsuzluğun geçerli olabileceğini göstermiştir.

Çok fazla kahve tüketiminde doza bağlı olarak, kahvede bulunan diterpen yağlarının plazma kolesterolü ve LDL miktarında artırdığı ve kalp sağlığı için risk oluşturduğu belirtilmektedir. Çok yüksek miktarda kahve içilmesinin zararlı olduğu belirtilse de, günlük ortalama 6 fincandan, az kahve, 400 mg kafein tüketiminin sağlığa pek çok faydaları olduğu ispatlanmıştır (Moenfard & Alves, 2020) ve bu nedenle artık günümüzde pek çok bilimsel çalışmada kahve fonksiyonel içecek olarak adlandırılmaktadır.

Kahvenin sağlığa faydalı olmasını sağlayan öncelikle yapısındaki polifenollerdir. Kahvede bulunan klorojenik asit kan basıncı ve endotelial fonksiyonlarına olumlu etkisi bilimsel araştırmaların en çok yoğunlaştığı çalışmalar arasındadır. Filtre edilmiş ve filtre edilmeden kaynatılarak hazırlanmış kahvelerde bulunan polifenollerin, çok güçlü antioksidan özelliklerinden dolayı insan epitel dokularında oksidatif hasarı önlenmede faydası olduğunu açıklanmıştır. Kahvenin sa-

hip olduğu güçlü antioksidanların LDL ve VLDL ye bağlanarak oksidasyonu engellediği, kan basıncını düşürücü etkiye sahip olduğunu ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde faydaları olduğu bulunmuştur.

Sonuç olarak araştırmalar kahvede bulunan aktif biyolojik maddelerin sağlığa pek çok açıdan faydası olduğu, içerdiği güçlü antioksidan polifenollerin, kahve melanoidinlerinin ve hatta yeni araştırma sonuçlarına göre kahvede bulunan kafein ve diterpenlerin, kahve içeceğinin neden olabileceği olumsuz etkileri tersine çevirebileceğini gösteriyor.

Fonksiyonel gıdalar üzerine son zamanlarda çok sayıda bilimsel araştırma yürütülmektedir ve genel olarak bir gıdanın fonksiyonel olması için sağlığı destekleyici (probiyotik, prebiyotik özelliğiyle bağırsaklar için faydalı), bazı özel sağlık problemleri için fayda sağlayıcı (obezite, diyabet, kanser ve timör gibi sorunlara karşı fayda), yaşamı kolaylaştırıcı (laktosuz süt, glutensiz ürünler) özelliklere sahip olması ve bunların bilimsel olarak kanıtlanması gerektiğini belirtilir (Gok & Ulu, 2019). Kahve içeceği sahip olduğu sağlık destekleyici pek çok özelliğinden dolayı (Tablo 1), bir fonksiyonel içecek olarak değerlendirilebilir. Benzer şekilde birkaç araştırmada kahve, sağlığa faydalarından dolayı fonksiyonel gıda olarak tanımlanmıştır (Dórea & da Costa, 2005; Esquivel & Jiménez, 2012; Cano-Marquina, Tarin, & Cano, 2013). Kahvenin insan sağlığına pek çok faydası olduğu belirlenmesine rağmen henüz eksik kalan ve araştırılması gereken konular vardır. Önümüzdeki dönemlerde kahve ile ilgili bilimsel araştırmalar daha fazla yapılmalıdır.

#### Etik Standart ile Uyumluluk

**Çıkar çatışması:** Yazarlar bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

**Etik izin:** Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

**Finansal destek:** -

**Teşekkür:** -

**Açıklama:** -

#### Kaynaklar

**Akça, F., Aras, D., Arslan, E. (2018).** Kafein, etki mekanizmaları ve fiziksel performansa Etkileri. *Spormetre*, 16(1), 1-12.

[https://doi.org/10.1501/Sporm\\_0000000336](https://doi.org/10.1501/Sporm_0000000336)

**Ayseli, M. T., Kelebek, H., Selli, S. (2021).** Elucidation of aroma-active compounds and chlorogenic acids of Turkish

coffee brewed from medium and dark roasted Coffea Arabica bean. *Food Chemistry*, 338, 1-10.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127821>

**Bicho, C.N., Leitão, A.E., Coclico, J.R., Alvarenga, N.B., Lidon, F.C. (2011).** Identification of nutritional descriptors of roasting intensity in beverage. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(8), 865-8671.

<https://doi.org/10.3109/09637486.2011.588594>

**Cano-Marquina, A., Tarin, J.J., Cano, A. (2013).** The impact of coffee on health. *Maturitas*, 75, 7-21.

<https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.02.002>

**Caporaso, N., Genovese, A., Canela, M., Civitella, A., Sacchi, R. (2014).** Neapolitan coffee brew chemical analysis in comparison to espresso, moka and American brew. *Food Research International*, 61, 152-160.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.01.020>

**Ciaramelli, C., Palmioli, A., Airoidi, C. (2019).** Coffee variety, origin and extraction procedure: Implications for coffee beneficial effects on human health. *Food Chemistry*, 278, 47-55.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.063>

**Clark, I., Landolt, H.P. (2017).** Coffee, caffeine, and sleep: A systematic review of epidemiological studies and randomized controlled trial. *Sleep Medicine Reviews*, 31, 70-78.

<https://doi.org/10.1016/j.smrv.2016.01.006>

**Coelho, C., Ribeiro, M., Cruz, A.C., Domingues, R.M., Coimbra, M.A., Bunzel, M., Nunes, F.M. (2014).** Nature of phenolic compounds in coffee melanoidin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, 7843-7853.

<https://doi.org/10.1021/jf501510d>

**Cordoba, N., Fernandez-Alduenda, M., Moreno, F.I., Ruiz, Y. (2020).** Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brew. *Trends in Food Science Technology*, 96, 45-60.

<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.004>

**Cordoba, N., Pataquiva, L., Osorio, C., Moreno, F.L., Ruiz, R.Y. (2019).** Effect of grinding, extraction time and type of coffee on the physicochemical and flavour characteristics of cold brew coffee. *Scientific Reports*, 9.

<https://doi.org/10.1038/s41598-019-44886-w>



- Cornelis, M.C. (2019).** The impact of caffeine and coffee on human health. *Nutrients*, 11(2), 416. <https://doi.org/10.3390/nu11020416>
- Coso, J.D., Salinero, J.J., Lara, B. (2020).** Effects of caffeine and coffee on human functioning. *Nutrients*, 12(125), 1-5. <https://doi.org/10.3390/nu11020416>
- dePaula, J., Farah, A. (2019).** Caffeine consumption through coffee: content in the beverage, metabolism, health benefits and risk. *Beverages*, 5(2), 37. <https://doi.org/10.3390/beverages5020037>
- Derossi, A., Ricci, I., Caporizzi, R., Fiore, A., Severini, C. (2018).** How grinding level and brewing method (Espresso, American, Turkish) could affect the antioxidant activity and bioactive compounds in a coffee cup. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 3198–3207. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8826>
- Ding, M., Bhupathiraju, S.N., Satija, A., van Dam, R.M., Hu, F. (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, 643–659. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005925>
- Dirks-Naylor, A.J. (2015).** The benefits of coffee on skeletal muscle. *Life Sciences*, 143, 182–186. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2015.11.005>
- Dórea, J., da Costa, T.H. (2005).** Is coffee a functional food? *British Journal of Nutrition*. 93, 773–782. <https://doi.org/10.1079/BJN20051370>
- Elmaci, I., Gok, I. (2021).** Effect of three post-harvest methods and roasting degrees on sensory profile of Turkish coffee assessed by Turkish and Brazilian panelist. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(13), 5368–5377. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11185>
- Esquivel, P., Jiménez, V. M. (2012).** Functional properties of coffee and coffee by-product. *Food Research International*, 46, 488–495. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>
- Euromonitor International. (2019).** *Hot drink coffee/ Euromonitor from trade sources/national statistic.* <https://www.euromonitor.com/turkey> (Accessed 16 May 2020).
- Farah, A. (2012).** Coffee Constituents. Y.-F. Chu içinde, *Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention* (s. 21-58). John Wiley Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119949893.ch2>
- Farah, A. (2018).** Nutritional and health effects of coffee. P. Lashermes içinde, *Achieving sustainable cultivation of coffee. Breeding and quality traits* (s. 1-31). Cambridge: Burleigh Dodds Science Publishing Limited. <https://doi.org/10.19103/AS.2017.0022.14>
- Farah, A., Donangelo, C. M. (2006).** Phenolic compounds in coffee. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18(1), 1-13. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202006000100003>
- Farah, A., dos Santos, T.F. (2015).** The Coffee Plant and beans: An introduction. V. R. Preedy içinde, *Coffee. In Health and Disease Prevention* (s. 5-10). Academic Pres. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00001-2>
- Farah, A., Lima, J. d. (2019).** Consumption of chlorogenic acids through coffee and health. Implication *Beverages*, 5(11), 1-29. <https://doi.org/10.3390/beverages5010011>
- Ferreira, T., Shuler, J., Guimarães, R., Farah, A. (2019).** Introduction to coffee plant and genetics. A. Farah içinde, *Coffee: Production, Quality and Chemistry* (s. 3-25). The Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781782622437-00001>
- Fuller, M., Rao, N. Z. (2017).** The effect of time, roasting temperature, and grind size on caffeine and chlorogenic acid concentrations in cold brew coffee. *Scientific Reports*, 7, 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18247-4>
- Garipağaoğlu, M., Kuyrukçu, N. (2009).** Çocuk sağlığı ve kafein. *Çocuk Dergisi*, 9(3), 110-115.
- George, E., Ramalakshmi, K., Rao, L. J. (2008).** A perception on health benefits of coffee. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 464–486. <https://doi.org/10.1080/10408390701522445>
- Girginol, C. R. (2018).** *Kahve-Fincandan Lezzete.* İstanbul: Oğlak Yayınları. ISBN: 9753292757.
- Gloess, A.N., Schönbächler, B., Klopprogge, B., D'Ambrosio, L., Chatelain, K., Bongartz, A., ... Yeretizian, C. (2013).** Comparison of nine common coffee extraction



methods: instrumental and sensory analysis. *European Food Research and Technology*, 236, 607–627.

<https://doi.org/10.1007/s00217-013-1917-x>

**Godos, J., Pluchinotta, F. R., Marventano, , Buscemi, , Li Volti, G., Galvano, F., Grosso, G. (2014).** Coffee components and cardiovascular risk: beneficial and detrimental effect. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 65(8), 925-36.

<https://doi.org/10.3109/09637486.2014.940287>

**Gok, I., Ulu, E.K. (2019).** Functional foods in Turkey: marketing, consumer awareness and regulatory aspect. *Nutrition&Food Science*, 49(4), 668-686.

<https://doi.org/10.1108/NFS-07-2018-0198>

**Goodman, B.A., Opitz, E., Smrke, , Yeretjian, C. (2017).** Engineering the composition of coffee to potentially improve its health benefits. *Journal of Nutrition and Dietetics*, 1(1), 1-9

**Grosso, G., Godos, J., Galvano, F., Giovannucci, E. L. (2017).** Coffee, Caffeine, and Health Outcomes: An Umbrella Review. *Annual Review of Nutrition*, 37, 131-156.

<https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-071816-064941>

**Hargarten, V.B., Kuhn, M., Briesen, H. (2020).** Swelling properties of roasted coffee particle. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 100(10), 3960–3970.

<https://doi.org/10.1002/jsfa.10440>

**Herawati, D., Giriwono, P.E., Dewi, F.N., Kashiwagi, T., Andarwulan, N. (2019).** Three major compounds showing significant antioxidative,  $\alpha$ -glucosidase inhibition, and antiglycation activities in Robusta coffee brew. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 994-1010.

<https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1622562>

**Higdon, J.V., Frei, B. (2007).** Coffee and health: A review of recent human research. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46, 101-123.

<https://doi.org/10.1080/10408390500400009>

**ICO. (2020).** *International Coffee Organization*. [ico.org](http://www.ico.org): <http://www.ico.org>.

**Jeszka-Skowron, M., Frankowski, R., Zgola-Grześkowiak, A. (2020).** Comparison of methylxantines, trigonelline, nicotinic acid and nicotinamide contents in brews of green and processed Arabica and Robusta coffee beans-Influence of steaming, decaffeination and roasting

processes on coffee bean. *LWT - Food Science and Technology*, 125, 109344

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109344>

**Ku Madihah, K., Zaibunnisa, A., Norashikin, S., Rozita, O., Misnawi, J. (2012).** Optimization of roasting conditions for high-quality Arabica coffee. *APCBEE Procedia*, 4(4), 209-214.

<https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.11.035>

**Lagner, E., Rzeski, W. (2014).** Biological Properties of Melanoidins: A Review. *International Journal of Food Properties*, 17(2), 344-353.

<https://doi.org/10.1080/10942912.2011.631253>

**Lang, R., Dieminger, N., Beusch, A., Lee, Y.-M., Dunkel, A., Suess, B., ... Hofmann, T. (2013).** Bioappearance and pharmacokinetics of bioactives upon coffee consumption. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 405, 8487–8503.

<https://doi.org/10.1007/s00216-013-7288-0>

**Liang, N., Xue, W., Kennepohl, P., Kitts, D.D. (2016).** Interactions between major chlorogenic acid isomers and chemical changes in coffee brew that affect antioxidant activities. *Food Chemistry*, 213, 251–259.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.041>

**Lim, D., Chang, J., Ahn, J., Kim, J. (2020).** Conflicting effects of coffee consumption on cardiovascular diseases: does coffee consumption aggravate pre-existing risk factors? *Process*, 8(4), 438.

<https://doi.org/10.3390/pr8040438>

**Ludwig, I.A., Mena, P., Calani, L., Cid, C., Del Rio, D., Lean, M.E., Crozier, A. (2014).** Variations in caffeine and chlorogenic acid contents of coffees: what are we drinking? *Food & Function*, 5, 1718-1726.

<https://doi.org/10.1039/C4FO00290C>

**Ludwig, I.A., Clifford, M.N., Lean, M.E., Ashihara, H., Crozier, A. (2014a).** Coffee: biochemistry and potential impact on health. *Food Function*, 5(8), 1695-1717.

<https://doi.org/10.1039/C4FO00042K>

**Mills, C.E., Oruna-Concha, M.J., Mottram, D., Gibson, G., R., Spencer, J.P. (2013).** The effect of processing on chlorogenic acid content of commercially available coffee. *Food Chemistry*, 141(4), 3335–3340.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.014>

**Majid, N.A.B.A, Edzuan, F.A.M., Noor, A.M. (2015).** A review of quality coffee roasting degree evaluation. *Journal of Applied Science and Agriculture*, 10(7), 18-23.

- Moenfard, M., Alves, A. (2020). New trends in coffee diterpenes research from technological to health aspect. *Food Research International*, 134, 109207  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109207>
- Moreira, A., Nunes, F.M., Domingues, R.M., Coimbra, C.A. (2012). Coffee melanoidins: structures, mechanisms of formation and potential health impact. *Food & Function*, 2012(9), 903–915.  
<https://doi.org/10.1039/C2FO30048F>
- Moroney, K., Lee, W., O'Brien, B., Suijver, F., Marra, J. (2016). Coffee extraction kinetics in a well mixed system. *Journal of Mathematics in Industry*, 7(3).  
<https://doi.org/10.1186/s13362-016-0024-6>
- Navarini, L., Nobile, E., Pinto, F., Scheri, A., Suggi-Liverani, F. (2009). Experimental investigation of steam pressure coffee extraction in a stove-top coffee maker. *Applied Thermal Engineering*, 29, 998–1004.  
<https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2008.05.014>
- Nawrot, P., Jordan, S., Eastwood, J., Rotstein, J., Hugenholtz, A., Feeley, M. (2003). Effects of caffeine on human health. *Food Additives & Contaminants*, 20(1), 1-30.  
<https://doi.org/10.1080/0265203021000007840>
- Nehlig, A. (2016). Effects of coffee/caffeine on brain health and disease: What should I tell my patients? *Practical Neurology*, 16(2), 89-95.  
<http://dx.doi.org/10.1136/practneurol-2015-001162>
- O'Keefe, J. H., Bhatti, K., Patil, H.R., DiNicolantonio, J.J., Lucan, C., Lavie, C. J. (2013). Effects of habitual coffee consumption on cardiometabolic disease, cardiovascular health, and all-cause mortality. *Journal of the American College of Cardiology*, 62(12), 1043-1050.  
<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.06.035>
- Oğuz, S., Erdoğan, Z. (2016). Kahve tüketiminin kalp sağlığı üzerine etkisi. *journal of cardiovascular. Kardiyovasküler Hemşirelik Dergisi*, 7(14), 136-139.  
<https://doi.org/10.5543/khd.2016.29290>
- Opitz, E., Goodman, B.A., Keller, M., Smrke, S., Wellinger, M., Schenker, S., Yeretjian, C. (2017). Understanding the effects of roasting on antioxidant components of coffee brews by coupling on-line abts assay to high performance size exclusion chromatography. *Phytochemical Analysis*, 28, 106-114.  
<https://doi.org/10.1002/pca.2661>
- Ozcan, T., Akpınar-Bayizit, A., Yılmaz-Ersan, L., Delikanlı, B. (2014). Phenolics in human health. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 5(5), 393-397.  
<https://doi.org/10.7763/IJCEA.2014.V5.416>
- Özdestan, Ö. (2014). Evaluation of bioactive amine and mineral levels in Turkish coffee. *Food Research International*, 61, 167-175.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.12.027>
- Parenti, A., Guerrini, L., Masella, P., Spinelli, S., Calamai, L., Spugnoli, P. (2014). Comparison of espresso coffee brewing technique. *Journal of Food Engineering*, 121, 112-117.  
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.08.031>
- Pereira, L.L., Guarçoni, R.C., Pinheiro, P.F., Osório, V.M., Pinheiro, C.A., Moreira, T.R., Schwengber ten Caten, C. (2020). New propositions about coffee wet processing: Chemical and sensory perspective. *Food Chemistry*, 310(25), 125943.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125943>
- Pérez-Hernández, L.M., Chávez-Quiroz, K., Medina-Juárez, L.Á., Meza, N.G. (2012). Phenolic characterization, melanoidins, and antioxidant activity of some commercial coffees from *Coffea Arabica* and *Coffea Canephora*. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 56(4), 430-435.
- Petracco, M. (2001). Technology IV: Beverage preparation: Brewing trends for the new millennium. Chapter 7. R.J. Clarke, O.G. Vitzthum içinde, *Coffee. Recent Developments* (s.140-162). Blackwell Science Ltd.  
<https://doi.org/10.1002/9780470690499.ch7>
- Poole, R., Kennedy, O., Roderick, P., Fallowfield, J., Hayes, P., Parkes, J. (2017). Coffee consumption and health: umbrella review of meta-analyses of multiple health outcome. *BMJ*, 359, 1-18.  
<https://doi.org/10.1136/bmj.j5024>
- Pourshahidi, K.L., Navarini, L., Petracco, M., Strain, J.J. (2016). A comprehensive overview of the risks and benefits of coffee consumption. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 671-684.  
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12206>
- Ramalakhmi, K., Raghavan, B. (1999). Caffeine in Coffee: Its Removal. Why and How? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39(5), 441-456.

<https://doi.org/10.1080/10408699991279231>

**Saltan, F.Z., Kaya, H. (2018).** Kahve: Bir farmakognozok derleme. *Journal of Pharmaceutical Science*, 43(3), 279-289.

**Samoggia, A., Riedel, B. (2019).** Consumers' perceptions of coffee health benefits and motives for coffee consumption and purchasing. *Nutrients*, 11(3), 653.  
<https://doi.org/10.3390/nul1030653>

**Smrke, S., Opitz, 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 & Function*, 4, 1082–1092.  
<https://doi.org/10.1039/C3FO30377B>

**Sözlü, S., Yılmaz, B., Tek, N. (2017).** Kahve Tüketimi ve Bazı Hastalıklarla İlişkisi Coffee Consumption and Relation with some disease. *Sdū Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 33-39.  
<https://doi.org/10.22312/sdusbed.273937>

**Vignoli, J.A., Viegas, M.C., Bassoli, D.G., Benassi, M. (2014).** Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffee. *Food Research International*, 61, 279–285.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.006>

**Vitaglione, P., Fogliano, V., Pellegrini, N. (2012).** Coffee, colon function and colorectal cancer. *Food&Function*, 3, 916-922.  
<https://doi.org/10.1039/C2FO30037K>

**Wachamo, H.L. (2017).** Review on health benefit and risk of coffee consumption. *Medicinal Aromatic Plants*, 6(4), 1-12.  
<https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000301>

**Web1. (2020, Haziran 02).**

<http://www.olaganustukanitlar.com/percolator-perkolator-nedir-nasil-calisir/>

<http://www.olaganustukanitlar.com/>

**Web2. (2020, Haziran 4).**

[https://www.wikiwand.com/en/Vacuum\\_coffee\\_maker](https://www.wikiwand.com/en/Vacuum_coffee_maker)

<https://www.wikiwand.com> adresinden alındı.

**Wierzejska, R. (2017).** Can coffee consumption lower the risk of Alzheimer's disease and Parkinson's disease? A literature review. *Archives of Medical Science*, 13(3), 507-514.  
<https://doi.org/10.5114/aoms.2016.63599>

**Wuerges, K.L., Dias, R.C., Viegas, M.C., Benassi, M.T. (2020).** Kahweol and cafestol in coffee brews: comparison of preparation method. *Revista Ciência Agronômica*, 51(1).  
<https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200005>

**Yıldırım, S., Demir, E., Gök, İ. (2020).** Türk ve filtre kahve örneklerindeki toplam antioksidan kapasiterin elektro-kimyasal yöntemle belirlenmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 382-393.  
<https://doi.org/10.35193/bseufbd.736123>

**Yeretian, C., Jordan, A., Badoud, R., Lindinger, W. (2002).** From the green bean to the cup of coffee: investigating coffee roasting by on-line monitoring of volatiles. *European Food Research and Technology*, 214, 92–104.  
<https://doi.org/10.1007/s00217-001-0424-7>

**Zain, M.Z.M., Shori, A.B., Baba, A.S. (2017).** Composition and health properties of coffee bean. *European Journal of Clinical and Biomedical Sciences*, 3(5), 97-100.  
<https://doi.org/10.11648/j.ejcb.20170305.13>

**Zhang, C., Linforth, R., Fisk, I.D. (2012).** Cafestol extraction yield from different coffee brew mechanism. *Food Research International*, 49, 27-31.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.06.032>