



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**FARKLI DEMLEME YÖNTEMLERİNİN KAHVELERİN
TOPLAM FENOLİK MADDE İÇERİĞİNE, ANTİOKSİDAN VE
OKSİDAN AKTİVİTELERİNE ETKİSİ**

Yeliz VERGİ

**BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Alev KESER**

**ANKARA
2024**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI DEMLEME YÖNTEMLERİNİN KAHVELERİN
TOPLAM FENOLİK MADDE İÇERİĞİNE, ANTİOKSİDAN VE
OKSİDAN AKTİVİTELERİNE ETKİSİ**

Yeliz VERGİ

**BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Alev KESER**

**ANKARA
2024**

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürlüğü'ne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Farklı Demleme Yöntemlerinin Kahvelerin Toplam Fenolik Madde İçeriğine, Antioksidan ve Oksidan Aktivitelerine Etkisi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Yeliz VERGİ

Tarih:

İmza:

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı'nda

Yeliz VERGİ tarafından hazırlanan

“Farklı Demleme Yöntemlerinin Kahvelerin Toplam Fenolik Madde İçeriğine, Antioksidan ve Oksidan Aktivitelerine Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından DOKTORA TEZİ olarak

OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir

Tez Savunma Tarihi: 05.06.2024

Prof. Dr. Efsun KARABUDAK

Sanko Üniversitesi
Jüri Başkanı

Prof. Dr. Alev KESER
Ankara Üniversitesi
Raportör

Prof. Dr. Aslı UÇAR
Ankara Üniversitesi
Üye

Prof. Dr. Derya DİKMEN
Hacettepe Üniversitesi
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Volkan YILMAZ
Ankara Üniversitesi
Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fügen AKTAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Farklı Demleme Yöntemlerinin Kahvelerin Toplam Fenolik Madde İçeriğine, Antioksidan ve Oksidan Aktivitelerine Etkisi

Dünyanın en popüler içeceklerinden biri olan kahvenin menşei, hasat sonrası kavurma, öğütme işlemleri, demleme yöntemleri; bileşimini ve antioksidan aktivitesini etkileyebilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, farklı demleme yöntemlerinin, kahvelerin toplam fenolik madde içeriği, antioksidan ve oksidan aktiviteleri üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. İki farklı firmadan *Arabica* kahve çekirdeği türüne sahip olan Latin Amerika bölgesinden *Guatemala Huehuetenang* ve Afrika bölgesinden Etiyopya *Yirgacheffe* menşei yeşil kahve çekirdekleri temin edilmiştir. Yeşil kahve çekirdekleri orta düzeyde kavurulmuştur. Tüm kahve çekirdekleri orta düzeyde öğütülerek geleneksel ve yeni nesil yöntemlerle 1/10 oranında distile su ile demlenmiştir. Geleneksel demleme yöntemlerinden Türk Kahvesi (makine ve cezve), *Espresso*, Filtre Kahve ile yeni nesil demleme yöntemlerinden *French Press*, *Cold Brew* (14 saat ve 24 saat demleme), *V60*, *Aeropress* ve *Chemex* tercih edilmiştir. Tüm yeşil ve kavurulmuş kahve çekirdeklerinin, demleme öncesi ve sonrası toplam fenolik madde içeriği (TFM) Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemle, toplam antioksidan aktivitesi (TAA) ABTS (2,2'-Azino-bis 3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) ve toplam oksidan aktivitesi (TOA) ferröz iyon-o-dianisidin yöntemleri ile iki tekrarlı şekilde analiz edilmiştir. Demlenme yöntemleri uygulanmış Etiyopya ve Guatemala menşei kavurulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Kavurulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdekleri makine ile yapılan Türk Kahvesi, *Espresso*, Filtre Kahve, *French Press*, *Cold Brew* (24 saat ve 14 saat) ve *V60* yöntemleri ile demlendiğinde TFM, tüm demleme yöntemlerinde ise TAA ve TOA değerleri yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla yüksektir ($p<0,05$). Yeşil öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinde TFM ve TAA değerleri *Aeropress* yönteminde en yüksek ve *Cold Brew* (14 saat) yönteminde en düşüktür ($p<0,05$). Guatemala menşei yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinde TOA değeri en yüksektir ($p<0,05$). Kavurulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinde TFM ve TAA değerleri makineyle yapılan Türk Kahvesi yönteminde en yüksek ve *Cold Brew* (14 saat) yönteminde en düşüktür ($p<0,05$). Kavurulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinde TOA değeri *Aeropress* yönteminde en düşüktür ($p<0,05$). Geleneksel demleme yöntemleri uygulanan kavurulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinde TFM, TAA ve TOA değerlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Guatemala menşei kavurulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde uygulanan geleneksel demleme yöntemlerinin TFM, TAA ve TOA değerlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Sonuç olarak kahvenin TFM, TAA ve TOA değerlerinin kahvenin menşei ile kavurma ve demleme aşamalarından etkilendiği görülmüştür. Bu nedenle kahvenin kavurma ve öğütülme özellikleri ile demleme için kullanılan kahve/su oranı gibi özelliklerin bilinmesi ve bunların stabilitesinin sağlanması gerekmektedir. Farklı kahve demleme yöntemlerini TFM, TAA, TOA açısından karşılaştıran sınırlı sayıda çalışmalardan biri olması nedeniyle bu çalışmadan elde edilen verilerin literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Antioksidan aktivite, fenolik madde, kahve, kahve demleme yöntemleri, yeşil kahve

SUMMARY

The Effect of Different Brewing Methods on Total Phenolic Content, Antioxidant and Oxidant Activities of Coffees

The origin, post-harvest roasting, grinding processes, brewing methods of coffee, one of the world's most popular beverages, can affect its composition and antioxidant activity. Therefore, this study aimed to evaluate the effects of different brewing methods on the total phenolic content, antioxidant and oxidant activities of coffees. Green coffee beans originating from Guatemala Huehuetenang in the Latin American region and from Ethiopia Yirgacheffe in the African region, which have the Arabica coffee bean type, procured supplied from two different companies. Green coffee beans are medium roasted. All coffee beans are ground at medium level and brewed with 1/10 distilled water using traditional and new generation methods. Among the traditional brewing methods, Turkish Coffee (machine and coffee pot), Espresso, Filter Coffee, and among the new generation brewing methods, French Press, Cold Brew (14-hour and 24-hour brewing), V60, Aeropress and Chemex were preferred. Total phenolic substance content (TFM) of all green and roasted coffee beans before and after brewing was determined by Folin-Ciocalteu colorimetric method, total antioxidant activity (TAA) by ABTS (2,2'-Azino-bis 3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) and total oxidant activity (TOA) was analyzed by ferrous ion-o-dianisidine methods in duplicate. It was determined that TFM, TAA and TOA values in roasted ground coffee beans originating from Ethiopia and Guatemala with brewing methods were higher than in green ground coffee beans ($p < 0.05$). Roasted, ground whole (Ethiopian and Guatemala) coffee beans were brewed with machine-made Turkish Coffee, Espresso, Filter Coffee, French Press, Cold Brew (14-hour and 24-hour brewing) and V60 methods, TFM; and in all brewing methods, TAA ve TOA values are higher than green ground coffee beans ($p < 0.05$). TFM and TAA values in green ground whole (Ethiopian and Guatemala) coffee beans are highest in the Aeropress method and lowest in the Cold Brew (14 hours) method ($p < 0.05$). The TOA value of green ground coffee beans originating from Guatemala is highest in the Turkish Coffee method made with a coffee pot ($p < 0.05$). TFM and TAA values in roasted, ground whole (Ethiopian and Guatemala) coffee beans are highest in the machine-made Turkish coffee method and lowest in the Cold Brew (14 hours) method ($p < 0.05$). The TOA value in roasted, ground whole (Ethiopian and Guatemala) coffee beans is lowest in the Aeropress method ($p < 0.05$). TFM, TAA and TOA values were found to be higher in roasted whole (Ethiopian and Guatemala) coffee beans using traditional brewing methods compared to green ground coffee beans ($p < 0.05$). It was determined that the TFM, TAA and TOA values of traditional brewing methods applied in roasted ground coffee beans originating from Guatemala were higher than in green ground coffee beans ($p < 0.05$). As a result, it was seen that the TFM, TAA and TOA values of coffee were affected by the origin of the coffee and the roasting and brewing stages. For this reason, it is necessary to know the roasting and grinding properties of coffee and the coffee/water ratio used for brewing and to ensure their stability. It is thought that the data obtained from this study will contribute to the literature, as it is one of the limited number of studies comparing different coffee brewing methods in terms of TFM, TAA, TOA.

Keywords: Antioxidant activity, coffee brewing methods, green coffee, phenolic content, coffee

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
Özet	iv
Summary	v
İçindekiler	vi
Önsöz	viii
Simgeler ve Kısaltmalar	x
Şekiller	xi
Çizelgeler	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Kahvenin Tarihçesi ve Tanımı	3
1.2. Yeşil Kahve Çekirdeğinin Üretilmesi ve Kimyasal Yapısı	4
1.3. Yeşil Kahvenin Kavrulması	5
1.4. Kahvenin Öğütülmesi	6
1.5. Kahvenin Demlenmesi	7
1.5.1. Makine ile Yapılan Türk Kahvesi	8
1.5.2. Cezve ile Yapılan Türk Kahvesi	9
1.5.3. Espresso	9
1.5.4. Filtre Kahve	9
1.5.5. French Press	9
1.5.6. Cold Brew	10
1.5.7. V60	10
1.5.8. Aeropress	11
1.5.9. Chemex	11
1.6. Kahvenin Antioksidan Kapasitesi ve Etki Eden Bileşenler	12
1.6.1. Klorojenik Asitler	12
1.6.2. Melanoidinler	13
1.6.3. Trigonelin	13
1.6.4. Kahveol ve Kafestol	14
1.6.5. Kafein	14
2. GEREÇ VE YÖNTEM	15
2.1. Araştırma Dizaynı	15
2.1.1. Kahve Numuneleri	17
2.1.2. Kavurma	18
2.1.3. Öğütme	18
2.1.4. Demleme	20
2.1.4.1. Makine ile Yapılan Türk Kahvesi Yöntemi	20
2.1.4.2. Cezve ile Yapılan Türk Kahvesi Yöntemi	22
2.1.4.3. Espresso	24
2.1.4.4. Filtre Kahve	26
2.1.4.5. French Press	28
2.1.4.6. Cold Brew (14 Saat ve 24 Saat Demleme)	30
2.1.4.7. V60	32
2.1.4.8. Aeropress	34
2.1.4.9. Chemex	36
2.2. Analizler	37
2.2.1. Toplam Fenolik Madde İçeriğinin Belirlenmesi	38
2.2.2. Toplam Antioksidan Aktivite Analizi	39
2.2.3. Toplam Oksidan Aktivite Analizi	39
2.3. İstatistiksel Analiz	40

3. BULGULAR	41
3.1. Öğütölmüş Kahve Çekirdeklerinin Genel Değerlendirilmesi	41
3.2. Yeşil ve Kavrulmuş Öğütölmüş Kahve Çekirdeklerinin Menşei ve Demlenme Yöntemlerine Göre Değerlendirilmesi	42
4. TARTIŞMA	63
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	73
KAYNAKLAR	78
ÖZGEÇMİŞ	91



ÖNSÖZ

Demlenmiş kahvenin kimyasal bileşimini etkileyen temel faktörler arasında ait olduğu menşei, kavrulma işlemi ve demleme yöntemi bulunmaktadır. Bunlarla birlikte demleme yöntemlerinde, kahve ve suyun oranı, sıcaklığı, süresi ve kahvenin tane boyutu farklılık göstermektedir. Türk Kahvesi (makine ve cezve), *Espresso*, Filtre Kahve bilinen yaygın geleneksel demleme yöntemleridir. Ancak günümüzde French Press, *Cold Brew*, *V60*, *Aeropress*, *Chemex* gibi yeni nesil kahve demleme yöntemleri de tüketiciler tarafından giderek daha çok tercih edilmektedir. Bu demleme yöntemlerinin kahvenin içeriğindeki toplam fenolik madde içeriği, antioksidan ve oksidan aktivitelerine etkisi oldukça önemlidir. Bu nedenle bu çalışma, farklı menşeiye sahip yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde yapılan farklı demleme yöntemlerinin kahvelerin toplam fenolik madde içeriğine, antioksidan ve oksidan aktivite özelliklerine etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

Doktora eğitimi döneminde bana yol gösteren, akademik hayatım boyunca bilimsel ve manevi desteğini esirgemeyen, tez çalışmam süresince bana büyük katkıları bulunan danışman hocam sayın Prof. Dr. Alev KESER'e,

Bilgi ve değerli görüşleriyle tez aşamama katkı sağlayan Tez İzleme Komitesi üyelerim sayın Prof. Dr. Efsun KARABUDAK ve Prof. Dr. Aslı UÇAR'a; akademik gelişimime katkı sağlayan ve emeklerini esirgemeyen Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü'nün öğretim üyelerine ve çalışma arkadaşlarıma,

Bu dönemde bana destek olan, beni hiçbir konuda kırmayan ve yardımını esirgemeyen değerli arkadaşım Arş. Gör. Ayşe SALTEKİN ile her daim anlayış gösteren ve çalışma sürecimi kolaylaştıran Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi'ndeki oda arkadaşlarıma,

Her zaman yanımda olan, beni her konuda yüreklendiren ve zor zamanlarımda hep desteğini hissettiğim, yeri bende özel ve farklı olan canım arkadaşım Arş. Gör. Dr. Gül Eda KILINÇ'a

Maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, her konuda en büyük destekçilerim olan ve bugünlere gelmemde sonsuz emekleri olan kıymetlilerim annem Meryem VERGİ ve

babam Yüksel VERGİ'ye; ayrıca bana neşe veren ve sevgisiyle güç bulduğum sevgili kardeşim Asel Beliz VERGİ'ye,

Eğitim hayatım boyunca ve doktora aşamamda karşılaştığım güzel fırsatların yanında yaşadığım zorluklara rağmen güçlü kalabilmeyi başararak istikrarla çalışmaya devam ettiğim ve bu dönemi en güzel şekilde bitirip emeklerimin karşılığını aldığım için kendime,

İçtenlikle teşekkür ederim.



SİMGELER ve KISALTMALAR

ABTS	2,2'-Azino-bis 3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit
°C	Santigrat derece (Celsius)
CUPRAC	Bakır (II) indirgeyici antioksidan kapasite (Cupric Reducing Antioxidant Capacity)
FRAP	Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite (Ferric Reducing Antioxidant Power)
DPPH	2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil
g	Gram
GAE	Gallik asit eşdeğeri
kg	Kilogram
L	Litre
mg	Miligram
mL	Mililitre
mmol	Milimol
nm	Nanometre
®	Tescillidir (Register)
µL	Mikrolitre
µmol	Mikromol
$\bar{X}$	Ortalama
SS	Standart sapma
TAA	Toplam antioksidan aktivitesi
TOA	Toplam oksidan aktivitesi
TFM	Toplam fenolik madde
™	Ticari marka (Trade Mark)
~	Yaklaşık

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Kahve çekirdeği üretim aşamaları	7
Şekil 1.2. Kahve içeceğinin kimyasal özelliklerini etkileyen parametreler	8
Şekil 2.1. Yeşil kahve çekirdeklerinin temin edildiği yer ve menşeleri	16
Şekil 2.2. Kullanılan demleme yöntemler	16
Şekil 2.3. Distile su cihazı	16
Şekil 2.4. Kronometreli hassas terazi	17
Şekil 2.5. Termometre	17
Şekil 2.6. Kavurma makinesi	18
Şekil 2.7. Öğütme makinesi	19
Şekil 2.8. Kahve eleği	19
Şekil 2.9. Makine ile yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemi	20
Şekil 2.10. Türk kahve makinesi	20
Şekil 2.11. Makine ile yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri	21
Şekil 2.12. Makine ile yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri	21
Şekil 2.13. Cezve ile yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemi	22
Şekil 2.14. Bakır cezve	22
Şekil 2.15. Cezve ile yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri	23
Şekil 2.16. Cezve ile yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri	23
Şekil 2.17. Espresso demleme yöntemi	24
Şekil 2.18. Espresso makinesi	24
Şekil 2.19. Espresso demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri	25
Şekil 2.20. Espresso demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri	25
Şekil 2.21. Filtre kahve demleme yöntemi	26
Şekil 2.22. Filtre kahve makinesi	26
Şekil 2.23. Filtre kahve demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri	27
Şekil 2.24. Filtre kahve demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri	27
Şekil 2.25. French Press demleme yöntemi	28
Şekil 2.26. French Press ekipmanı	28
Şekil 2.27. French Press demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri	29
Şekil 2.28. French Press demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri	29
Şekil 2.29. Cold Brew (14 saat ve 24 saat) demleme yöntemi	30
Şekil 2.30. Cold Brew 14 saat demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri	30
Şekil 2.31. Cold Brew 14 saat demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri	31

Şekil 2.32. Cold Brew 24 saat demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri	31
Şekil 2.33. Cold Brew 24 saat demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri	31
Şekil 2.34. V60 demleme yöntemi	32
Şekil 2.35. V60 ekipmanı	32
Şekil 2.36. V60 demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri	33
Şekil 2.37. V60 demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri	33
Şekil 2.38. Aeropress demleme yöntemi	34
Şekil 2.39. Aeropress ekipmanı	34
Şekil 2.40. Aeropress demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri	35
Şekil 2.41. Aeropress demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri	35
Şekil 2.42. Chemex demleme yöntemi	36
Şekil 2.43. Chemex ekipmanı	36
Şekil 2.44. Chemex demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri	37
Şekil 2.45. Chemex demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri	37
Şekil 2.46. Demlenmiş kahve örneklerin depolandığı dondurucu	38
Şekil 2.47. Toplam fenolik madde içeriğini ölçen spektrofotometre cihazı (REL BIOCHEM-REL ASSAY)	38
Şekil 2.48. Toplam antioksidan ve oksidan aktivitesini ölçen cihaz (MINDRAY-BS400)	40

ÇİZELGELER

Çizelge 3.1. Demleme yöntemleri uygulanmamış öğütülmüş kahve çekirdeklerinin türlerine göre karşılaştırılması	41
Çizelge 3.2. Demleme yöntemleri uygulanmış öğütülmüş kahve çekirdeklerinin türlerine göre karşılaştırılması	42
Çizelge 3.3. Demleme yöntemleri uygulanmış yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin menşelerine göre karşılaştırılması	43
Çizelge 3.4. Yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinin demleme yöntemlerine göre karşılaştırılması	47
Çizelge 3.5. Etiyopya menşeli yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin demleme yöntemlerine göre karşılaştırılması	51
Çizelge 3.6. Guatemala menşeli yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin demleme yöntemlerine göre karşılaştırılması	55
Çizelge 3.7. Yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinin geleneksel ve yeni nesil demleme yöntemlerine göre karşılaştırılması	58
Çizelge 3.8. Etiyopya menşeli yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin geleneksel ve yeni nesil demleme yöntemlerine göre karşılaştırılması	60
Çizelge 3.9. Guatemala menşeli yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin geleneksel ve yeni nesil demleme yöntemlerine göre karşılaştırılması	62

1. GİRİŞ

Kahve, “*Coffea*” adı verilen tropikal bir çalıktan gelen kavrulmuş çekirdeklerden elde edilen çözünür maddenin suda çözünmesiyle hazırlanan bir içecektir (Kıvançlı, 2011; Moroney vd., 2015). Altmıştan fazla farklı türü olup, bunlardan sadece üçünün, *Coffea Arabica* L., *Coffea Robusta* L. ve *Coffea Iberica* L. ticari değeri vardır (Moeenfard ve Alves, 2020). Etiyopya'da yetişen *Coffea Arabica* en yaygın olanıdır ve dünya kahve üretiminin %80'inin kaynağıdır (Esquivel ve Jimenez, 2012; Kufa vd., 2011; Mussatto vd., 2011).

Bilinen kahve, yeşil kahve çekirdeklerinin birkaç aşamada işlenmesiyle üretilir. Yeşil kahve, *Coffea* meyvelerinin çiğ veya kavrulmamış tohumlarını (çekirdeklerini) ifade eder (Şemen vd., 2017; Valentin ve Watling, 2013). Yeşil kahve çekirdeklerinin temel bileşenleri, suda çözünen (galaktomannan, arabinogallaktan) ve çözünmeyen (selüloz) karbonhidratlar (kuru ağırlığın %60'ı kadar), klorojenik asitler (CGA), polisakkaritlere ek olarak proteinler, polifenoller, melanoidinler, kafein, kafestol, kahveol, lipitler ve minerallerdir (Ewelina vd., 2015; Kim vd., 2022; Wei vd., 2012). Bununla birlikte, yeşil kahvenin kimyasal bileşimi ve biyolojik aktivitesi kavurma sürecinden oldukça etkilenir. Kavurma işleminde özellikle klorojenik asitler bozulmakta, ayrıca fenolik bileşiklerin içeriği antioksidan aktivite ile birlikte azalmaktadır (Yılmaz vd., 2014; Wei ve Tanokura, 2015).

Kahvenin demlenmesi, tüketilmeden önceki son adımdır. Kahve demleme işlemi kavrulmuş ve yeşil kahvede bulunan farklı kimyasal bileşiklerin ekstraksiyon kinetiği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bir katı-sıvı ekstraksiyonudur. Kahve demleme, tek bir fincan kahve üretmek için ev tipi ekipmanlarda veya endüstriyel ekipmanlarda farklı ölçeklerde gerçekleştirilir (Moroney vd., 2015). Kahve demleme yöntemleri coğrafi, kültürel ve sosyal çevreye ve bireysel tercihlere göre değişiklik göstermektedir (Caporaso vd., 2014; Gloess vd., 2013; Mestdagh vd., 2017). Kahve demleme; kaynatma yöntemleri (Türk Kahvesi), infüzyon yöntemleri (Filtre Kahve) ve basınç yöntemleri (*Espresso*) olmak üzere üç ana kategoriye ayrılmaktadır (D'Agostina vd., 2004; Moroney vd., 2015). Genel olarak, kaynatma, katılar ve su arasında uzun süreli temas gerektiren bir toplu işlemdir. İnfüzyon yöntemi ise bir kahve yatağından sıcak suyun akmasını gerektirerek, her hacimdeki su ile kısa bir temas süresi sağlamaktadır. Son olarak, basınç yönteminde, kahve telvesinden yapılmış kompakt bir yataktan su akışı için bir itici kuvvet (basınç) gereklidir. Baristalar tarafından özel ekipmanlarla hazırlanan yeni kahve demleme yöntemleri de kullanılmaya

başlanmıştır. Bunlar *French Press*, *Cold Brew*, *V60*, *Aeropress* ve *Chemex*'dir (Angeloni vd., 2019).

Kahve antioksidan içeriği yüksek bir içecek olarak bilinmektedir. Özellikle vücut ağırlık kaybı hedefi olan bireylerin tercih ettiği yeşil kahve içerdiği antioksidan ve diğer sağlığa yararlı özellikleri nedeniyle kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Sudeep ve Shyam Prasad, 2021). Kahvede antioksidan aktivite kaynakları, fenolik madde içeriği ve özellikle klorojenik asitlerdir (Kim vd., 2018; Ludwig vd., 2014; Pimpley vd., 2020; Reis vd., 2018). Yeşil kahvenin ana biyoaktif bileşeni olan klorojenik asitin kan basıncı, inflamatuvar belirteçler, oksidatif stres ve diyabet üzerinde faydalı etkileri olduğu belirtilmektedir (Khalili-Moghadam vd., 2023). Diğer antioksidan bileşikler ise kafestol, kahveol, trigonelin ve melanoidinlerdir (Bobková vd., 2020; Ludwig vd., 2014).

Kahvenin tüketicilerin diyetinde günlük alınan içeceklerde ilk antioksidan kaynağı olduğu düşünülmekte ve işlemenin kahvenin fizyolojik özelliklerini etkilediği ifade edilmektedir (Sridevi vd., 2011). Çalışmalarda kahvenin farklı hazırlama yöntemleri ile antioksidan özellikleri üzerindeki olası etkileri değerlendirilmiştir (de Melo Pereira vd., 2019; Farah, 2019; Kulapichitr vd., 2019; Odzakovic vd., 2016). Çeşitli çalışmalar, demleme yöntemlerini karşılaştırmış ve üretilen kahvelerin toplam fenolik madde içeriği, antioksidan ve oksidan aktivitelerine etkisini tanımlamıştır. Bu çalışmalarda farklı demleme yöntemlerinin kahvenin bu özelliklerini farklı bir şekilde etkilediği gösterilmektedir (Caporaso vd., 2014; Gloess vd., 2013; Kaur vd., 2018; Masella vd., 2015).

Kahve demleme yöntemleri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, farklı hazırlama prosedürleri temelinde yaygın demleme yöntemleri (Filtre Kahve, Türk Kahvesi, *Espresso*) kullanılarak yapılan kahvenin antioksidan ve fenolik bileşik özelliklerine ilişkin yapılan çalışmalar mevcuttur (Jiménez Monreal vd., 2012; Parras vd., 2007; Yildirim vd., 2022). Baristalar tarafından bilinen ve tüketicilerin çoğunlukla tercih ettiği yeni nesil kahve demleme yöntemlerinin (*French Press*, *Cold Brew*, *V60*, *Aeropress*, *Chemex*), kahvenin bu özelliklerine etkisini inceleyen çalışmalar az sayıda olup, bu çalışmanın bulguları bu konuda yapılacak olan araştırmalara katkı sağlayacaktır.

Amaç ve Hipotezler

Bu tez çalışmasında, farklı menşeli yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde yapılan farklı demleme yöntemlerinin kahvelerin toplam fenolik madde içeriğine, antioksidan ve oksidan aktivite özelliklerine etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın hipotezleri;

- Farklı demleme yöntemleri kahvenin toplam fenolik madde içeriğini, toplam antioksidan ve oksidan aktivitesini etkiler.
- Farklı menşeli yeşil kahve ile kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde uygulanan farklı demleme yöntemleri kahvenin toplam fenolik madde içeriğini, toplam antioksidan ve oksidan aktivitesini etkiler.
- Demleme yöntemleri uygulanmamış farklı menşeli yeşil kahve ile kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin toplam fenolik madde içeriği, toplam antioksidan ve oksidan aktivitesi farklıdır.

1.1. Kahvenin Tarihçesi ve Tanımı

Kahve, *Rubiaceae* familyasının bir üyesi olup küçük, geniş yapraklı bir çalının kırmızı meyvelerinden üretilmektedir. Dünyanın en popüler içeceklerinden biri olarak kabul edilen kahvenin tarihi, çok eskilere dayanmaktadır. Altıncı yüzyılda Habeşistan/Etiyopya'daki 'Keffa' eyaletinde çobanların kahveyi keşfetmesiyle bulunduğu bölgenin adından türetilmiştir (Gebeyehu ve Bikila, 2015; Monente vd., 2015). Köle ticareti yoluyla, 15. yüzyıldan itibaren Arap Yarımadası'nda kahve ekimi başlamış ve ilk olarak Ortadoğu ülkelerinde tanınmıştır (Bond, 2012; Butt ve Sultan, 2011). Kaşifler tarafından 17. yüzyılda Avrupa'ya yayılmıştır. Kahve, meyvelerinin uyarıcı özellikleri keşfedilmesinden itibaren geniş çapta yayılmaya başlayarak popüler hale gelmiştir. Günümüzde dünya genelinde yetişkin nüfusun çoğunluğu tarafından en çok tüketilen alkolsüz içeceklerden biri ve petrolden sonra en çok ticareti yapılan ikinci ürün olmuştur (Esquivel ve Jimenez, 2012; Getachew ve Chun, 2016; Mussatto vd., 2011; Şemen vd., 2017).

Altmıştan fazla farklı türü olmasına rağmen bunlardan yalnızca üçü (*Coffea Arabica* L., *Coffea Robusta* L. ve *Coffea Iberica* L.) ticari değere sahiptir. Yüksek rakımlı bölgelerde

daha çok üretimi yapılan *Arabica* kahvesi, hastalıklara ve olumsuz iklim koşullarına karşı hassas olma eğilimindeyken, *Robusta* nispeten alçak rakımlarda yetişmekte ve daha yüksek sıcaklıklara tolerans gösterebilmektedir. Ancak *Arabica*, daha tatlı aroması ve yumuşak içimli olması nedeniyle tercih edilme bakımından *Robusta*'dan daha popülerdir (Moeenfard ve Alves, 2020). Kahve ticari olarak Etiyopya, *Guatemala*, *Hawaii*, *Jamaika*, *Kenya*, *Brezilya* ve *Vietnam* gibi birçok bölgede yetiştirilmektedir. Dünya kahve üretiminin %80'ini oluşturan Etiyopya kökenli kahve en yaygındır. Etiyopya, *Arabica* kahvesinin kökeni ve odak noktasıdır (Kufa vd., 2011; Sánchez-González vd., 2005).

Kahve, "*Coffea*" olarak bilinen tropikal bir bitkinin meyvelerinin yeşil veya kavrularak öğütülmesiyle oluşan çözünabilir maddenin su ile çözünmesiyle elde edilen bir içecektir (Kıvançlı, 2011; Moroney vd., 2015). Fizyolojik ve metabolik etkileri açısından kahve, sinir sistemini harekete geçiren, fiziksel performansı iyileştiren, algıyı artıran ve yorgunluğu azaltan nitelikleriyle bilinmektedir (Bizzo vd., 2015; Patay vd., 2016; Sánchez-González vd., 2005; Santana-Gálvez vd., 2017; Scalbert vd., 2005; Sridevi vd., 2011). Kahve öncelikle hoş aroması ve uyarıcı özellikleri nedeniyle tüketilmesinin yanı sıra birçok kronik ve dejeneratif hastalığın görülme sıklığının azalmasıyla da ilişkili olduğu öne sürülmektedir (de Melo Pereira vd., 2020; Kulapichitr vd., 2019). Yapılan çalışmalar, kahvenin bazı kanser türleri, kardiyovasküler hastalıklar (KVH) ve diyabet gibi çeşitli sağlık sorunları üzerinde potansiyel faydalı etkileri olduğunu göstermektedir (Chieng ve Kistler, 2022; Grosso vd., 2017; Surma vd., 2023). Ayrıca yeşil kahvenin de vücut ağırlık kaybı, diyabet, hipertansiyon ve kan lipitleri üzerinde önemli sağlık etkileri olması nedeniyle tüketimi giderek artmaktadır (Bosso vd., 2023; Khalili-Moghadam vd., 2023; Sudeep ve Shyam Prasad, 2021). Ayrıca kafein nörodejeneratif hastalıkların gelişme riskini azaltmakta ve klorojenik asitler (CGA) ve diterpen alkoller de antioksidan ve antikarsinojen etki göstermektedir (Erskine vd., 2022; Gökçen ve Şanlıer, 2019; Kim vd., 2018; Reis vd., 2018; Tajik vd., 2017).

1.2. Yeşil Kahve Çekirdeğinin Üretilmesi ve Kimyasal Yapısı

Yeşil kahve, *Coffea* meyvelerinin çiğ veya kavrulmamış tohumlarını (fasulyelerini) ifade etmektedir (Şemen vd., 2017). Olgun kırmızı kahve meyveleri toplanarak dış kabuk suya batırılıp çıkarılmakta veya alternatif olarak meyveler kurumaya bırakılmaktadır. Ardından kurutulmuş dış kabuk aşındırılarak uzaklaştırılmaktadır. Her iki yöntemde de dış kabuğun kaldırılmasıyla tohumun yeşil kahve çekirdekleri ortaya çıkmaktadır (Bond, 2012; Bresciani vd., 2014).

Yeşil kahve çekirdekleri monosakkaritler, polisakkaritler, yağ asitleri, steroller, lipitler, fenolik asitler ve esterleri, alkaloidler, terpenler gibi birçok madde içermektedir (Kim vd., 2022; Parras vd., 2007; Stalmach, 2012). Bu bileşiklerin yanı sıra yeşil kahve çekirdeklerinde kalsiyum, magnezyum, potasyum, fosfor, kükürt, krom, çinko, bakır, demir, kurşun ve nikel gibi çeşitli elementler de bulunmaktadır (Samsonowicz vd., 2019).

Yeşil kahve, çözünür ve çözünmeyen polisakkaritler (selüloz, arabinogalaktan ve galaktomannan), oligosakkaritler (stakioz ve rafinoz), disakkaritler (sakkaroz) ve monosakkaritler (glikoz, galaktoz, arabinoz, fruktoz, mannoz, manitol, ksiloz ve riboz) dahil olmak üzere kuru ağırlığının %60'ı kadar karbonhidrat içermektedir. Bunların çoğu çekirdeğe oranla dış kabukta daha fazla bulunmaktadır (Ewelina vd., 2015;; Kim vd., 2022). Yeşil kahvenin lipit içeriği, kuru maddesinin %8-18'ini oluşturmaktadır. Kahve lipitlerinin çoğunluğu trigliserit (%75), geri kalanı ise steroller (stigmasterol, sitosterol), yağ asitleri (linoleik, linolenik, oleik, palmitik, stearik, araşidik, lignoserik ve behenik) ve pentasiklik diterpenlerdir (kafestol ve kahveol) (Kurzrock ve Spee, 2001; Stalmach, 2012).

Proteinler, peptitler ve serbest amino asitler, yeşil kahve çekirdeklerinin kuru ağırlığının %9-16'sını oluşturmaktadır. Hem proteine bağlı hem de serbest olan temel amino asitler asparajin, glutamik asit, alanin, aspartik asit ve lizindir (Ludwig vd., 2014).

Antioksidan etki gösteren (poli)fenoller, yeşil kahvenin kuru ağırlığının %12-14'ünü içermektedir. Kahve polifenollerı başlıca kafeoilkinik asitler, daha düşük miktarlarda ise feruloilkinik asitlerin ve dikafeoilkinik asitlerin hakim olduğu klorojenik asitler açısından zengindir (Çelik ve Gökmen, 2018; dos Santos vd., 2019; Hu vd., 2001). Yeşil kahvede bunlara ek olarak kafein, kafestol, kahveol, trigonelin ve melanoidinler gibi biyoaktif bileşenler de antioksidan etki göstermektedir (Ludwig vd., 2014).

1.3. Yeşil Kahvenin Kavrulması

Kahve, yeşil kahve çekirdeklerinin çeşitli işleme aşamalarına dayalı olarak elde edilmektedir. Yeşil kahve içilebilir hale gelene kadar kavurma, paketleme, taşıma, demleme gibi işlemlerden geçmektedir (Ambinakudige ve Choi, 2009; de Melo Pereira vd., 2019). Yeşil kahvenin kendine has bir aroması olmasına rağmen, kahve içeceklerinde arzu edilen koku ve tat kavurma aşamasında meydana gelmektedir. Kavurma aşaması ve sıcaklığı hem duyuusal hem de antioksidan özellikleri etkileyen önemli bir faktördür. Tipik kavurma işlemi

180-250 °C aralığındaki sıcaklıklarda gerçekleşmektedir. Kavurma süresi, kullanılan tekniğe ve istenilen kavurma derecesine bağlı olarak düşük sıcaklıklarda 25 dakika ile yüksek sıcaklıklarda 2 dakika arasında değişebilmektedir (Amanpour ve Selli, 2016; Caporaso vd., 2014; Wei ve Tanokura, 2015).

Kavurma işleminin sonraki aşamaları ekzotermiktir ve kahve çekirdeğinin iç sıcaklığı 180 °C 'yi aşarak tahmini iç basıncı 5-7 bar arasına yükselmektedir. Kahve çekirdeği bu nedenle kavurma sırasında bir “basıncı kap” görevi görmektedir. Bu reaksiyonların bir sonucu olarak, kahve çekirdeğindeki karbonhidratlarda, proteinlerde, CGA'larda ve serbest amino asitlerde kayıp olmaktadır. Aynı zamanda lipit ve alifatik asit seviyelerinde de düşüşler meydana gelmektedir (Ludwig vd., 2014). Genel olarak kavrulmuş kahvenin yapısını karbonhidratlar (%38-42'si), melanoidinler (%23), lipitler (%11-17), proteinler (%10), mineraller (%4,5-4,7), klorojenik asitler (%2,7-3,1), alifatik asitler (%2,4-2,5) ve kafein (%1,3-2,4) oluşturmaktadır (Pimpley vd., 2020)

1.4. Kahvenin Öğütülmesi

Kahve çekirdeğinin çözünürlüğünü artırmak ve katı yüzeyi ile suyun temasını sağlamak amacıyla küçük parçalar haline getirilmesi işlemine öğütme denir. Kahve çekirdeğinin sertliği öğütme işlemini etkilemekte olup, yeşil kahve çekirdeği kavrulmuş kahveye göre zor öğütülmektedir. Kahve çekirdeğinin kavurma sıcaklığı ve süresi, öğütücü makinenin bıçak özellikleri ve yetiştiği coğrafi bölge öğütme aşamasını etkileyen diğer etmenlerdir (Dziki vd., 2015). Öğütme sırasında kahve çekirdeğinin sıcaklığı artmaktadır. Bu sıcaklık kavrulma sıcaklığından daha düşük olan 80°C'ye kadar çıkabilmektedir. Bu sıcaklık kavrulma sıcaklığından düşük olsa da öğütme işleminin hızıyla birlikte kahvede oksidasyon ve Maillard tepkimesi oluşmaktadır (Petracco, 2005).

Yukarıda bahsedilen kahve çekirdeği üretim aşamaları Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Kahve çekirdeğinin üretim aşamaları (Yılmaz vd., 2017)

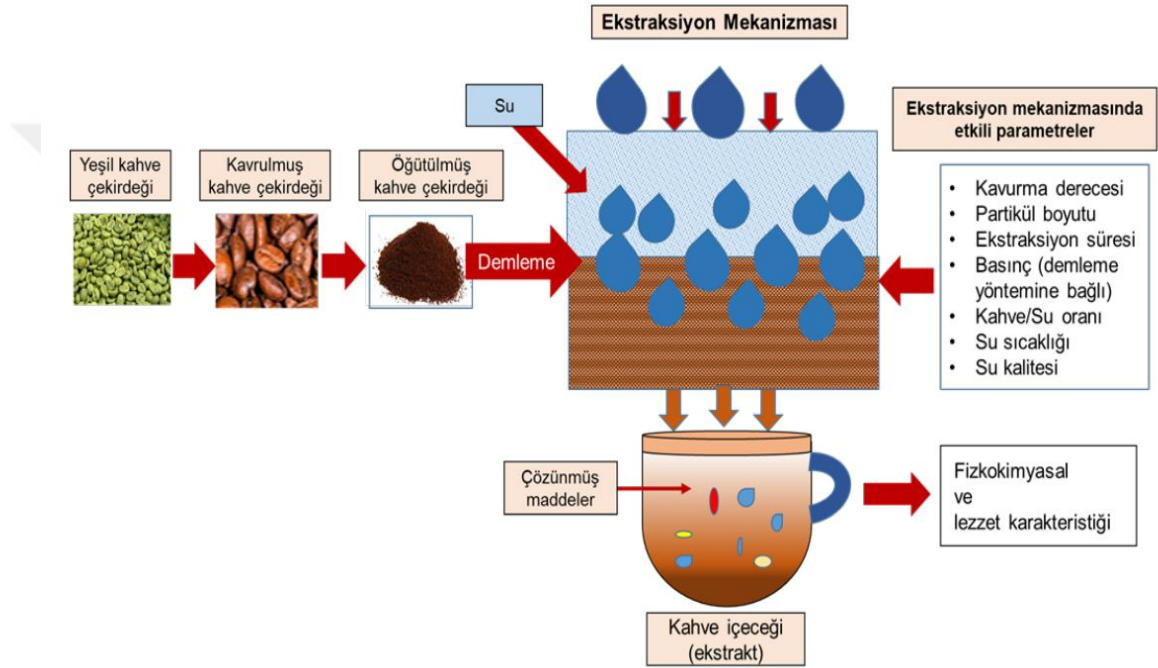
1.5. Kahvenin Demlenmesi

Yeşil kahve veya kavrulmuş kahvenin toz haline getirilerek sıcak su ile çeşitli yöntemlerle karıştırılarak "bir fincan kahve" olarak bilinen içeceğin elde edilmesi demleme aşamasıdır. Kahvenin demlenmesi, üretim sürecinin tüketilmeden önceki son adımındır (Ludwig vd., 2014; Moroney vd., 2015).

Kahve demleme yöntemleri coğrafi bölge, kültürel özellikler, sosyal çevre ve bireysel tercihlere bağlı olarak değişmektedir (Caporaso vd., 2014; Gloess vd., 2013; Mestdagh vd., 2017).

Yaygın olarak bilinen demleme yöntemleri [Türk Kahvesi (makine ve cezve), Espresso, Filtre Kahve ve French Press] için gerekli olan süre, sıcaklık, basınç, kahve ile suyun oran ve miktarı genel olarak bilinmektedir (Ludwig vd., 2012). Bunlara ek olarak French Press, Cold Brew, V60, Aeropress ve Chemex olmak üzere yeni nesil demleme

ekipmanları ile de demleme yapılabilir (Arslan, 2019; Yıldırım vd., 2022). Bu demleme için kullanılan ekipmanların icatları eskiye dayansa da yeni nesil kahvecilik ile tekrar önem kazanmıştır. Genellikle “*pour over*” olarak adlandırılan üstten su dökme anlamına gelen yöntem kullanılmaktadır. Bu özel demlemelerin tam olarak uygulanması için suyun sıcaklığı ile kullanılan su ve öğütülmüş kahve çekirdeğinin oranı önemli bir etkidir (Rhinehart, 2023). Bu nedenle yeni nesil kahve bileşenlerinin optimal koşulları ve bu koşullarda ekstrakte olma durumları üzerine çalışmalar devam etmektedir (Angeloni vd., 2019; Kement vd., 2022) (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Kahve içeceğinin kimyasal özelliklerini etkileyen parametreler (Cordoba vd., 2020)

1.5.1. Makine ile Yapılan Türk Kahvesi

Teknolojiyle birlikte günümüzde Türk Kahvesi yapımında kahve makineleri de kullanılmaktadır. Bu makinede kahve ve suyun eklendiği hazne bulunmaktadır. Pişirme haznesi hem içerisindeki sistem sayesinde kahvenin su ile karışmasını sağlamakta hem de kahveyi ısıtmaktadır. Makinede kahve köpüğü oluşumuyla birlikte kaynamayı algılayan sensörler bulunmaktadır. Bu sensörler sayesinde ısıtma otomatik olarak durdurulmaktadır (Başarır, 2002; den Hartigh vd., 2017; Yüksel ve Bayram, 2018).

1.5.2. Cezve ile Yapılan Türk Kahvesi

Türk Kahvesi, geleneksel demleme yöntemlerinden biri olup bu yöntemde cezve kullanılmaktadır (Elmacı ve Gök, 2021). Türk Kahvesi yapılırken, oda sıcaklığındaki su ile kahve, bakır cezvede tahta kaşıkla homojen bir karışım elde edilinceye kadar karıştırılmaktadır (Yılmaz vd., 2017). Ardından orta ateşte 2-2,5 dakika hiç karıştırılmadan pişirilmektedir (Özgür, 2023). Kahve kaynamaya başladığı anda ocaktan alınıp, fincana 45 derecelik açıyla eklenmektedir (Demir ve Bertan, 2023).

1.5.3. Espresso

Espresso kahve yapımı makinesi kazan, çıkarma portu ve filtre tutucudan oluşmaktadır. Kazan; kahvenin ekstraksiyonu için sıcak su ve buhar üretmektedir. İç sıcaklık 114–121 °C arasındadır. Çıkarma portu; filtre tutucunun takıldığı yerdir. Filtre tutucu, öğütülmüş kahve ile doldurulmuş filtre içeren bir aksesuardır. Kahveyi çıkarmak için kullanılan su kazan içinde ısıtılmaktadır. Filtre tutucu; öğütülmüş veya sıkıştırılmış kahvenin bir kısmını tutan yeridir. Kahveyi sıkıştırmak için gereken kuvvet 20 kg'dır. Filtre tutucudaki sıkıştırılmış kahveye nüfuz etmek için, sıcak su doğru basınçta (8-9 bar), sıcaklıkta (90-96 °C) ve zamanda (25-30 sn.) verilmektedir (Parenti vd., 2014).

1.5.4. Filtre Kahve

Makine ısıtma için bir dirençli su tankı, bir sıcak plaka, bir filtre tutucusu ve bir sürahi içeren yapıdan oluşmaktadır. Kahve yapmak için tank su ile doldurulmakta, filtre tutucusuna kahve içeren bir filtre konulmakta ve bu sıcak plaka üzerine konulan sürahinin üstüne yerleştirilmektedir. Makine çalıştırıldığında, su ısıtılarak katı kahvenin içinden süzülmekte ve içecek aşağıdaki sürahide toplanmaktadır. Demleme 90 °C'de 7-8 dakika sürmektedir. Demleme tamamlandığında, sürahideki kahve sıcak plaka üzerinde 83 °C'de tutulmaktadır (Sanchez- Gonzalez vd., 2005).

1.5.5. French Press

French Press en eski ve geleneksel demleme yöntemine en yakın olan yeni nesil demleme yöntemlerinden biridir. *French Press* kahve demleme yönteminin yanı sıra kullanılan ekipmanın ismini de ifade etmektedir. Bu ekipmanın patenti 1929 yılında Attilio

Calimani tarafından alınmıştır. Bu demleme yöntemi kolay ve sade olması nedeniyle bireyler tarafından ev, ofis ve sosyal ortamlarda sıklıkla tercih edilmektedir (Kement vd., 2022). Ekipman, cam veya paslanmaz çelik silindirik kap, ince gözenekli filtreli piston ve kapaktan oluşmaktadır. Bu yöntemde kahve demlemek için, öğütülmüş kahve kaptaki sıcak suyla karıştırılarak birkaç dakika beklenmektedir. Piston, süzgeç görevi görerek aşağı bastırıldığında kahve tanelerinin sıvıdan ayrılmasını sağlamaktadır (Angeloni vd., 2019; Kaur vd., 2018). Bu yöntemin en önemli özelliği kahvenin demlendikten sonra posasıyla bekletilmeyip ayrı bir kaba alınmasıdır böylece suyla teması azaltılarak kahvenin acılaşması önlenmektedir (Kement vd., 2022).

1.5.6. Cold Brew

Geleneksel olarak insanlar kahveyi yüksek su sıcaklıklarında demleyerek tüketmektedir. Yüksek sıcaklıkla demleme kahvenin acı olmasına ve kahve çekirdeklerindeki bazı uçucu bileşiklerin kaybolmasına neden olabilmektedir (Mestdagh vd., 2017). Bu olumsuz durumları en aza indirmek için yeni nesil demleme yöntemlerinden olan soğuk demleme tekniği kullanılmaktadır. Bu teknik *Cold Brew* yöntemi olarak da bilinmektedir. Kahvenin yeterince ekstrakte edilmesi için, soğutulmuş veya oda sıcaklığındaki suda demlenmesini içeren bir yöntemdir. Soğuk demlenmiş kahve, geleneksel sıcak demleme yöntemlerinden daha uzun bir süre boyunca daha düşük sıcaklıklarda hazırlanmaktadır. Bu demleme yönteminde, demleme süreleri 8-24 saat arasında değişmekte ve kahveler 4 °C'de buzdolabında veya 25 °C oda sıcaklığında bekletilmektedir (Angeloni vd., 2019; Batali vd., 2022; Cordoba vd., 2019; Córdoba vd., 2021; Fuller ve Rao, 2017; Mestdagh vd., 2014; Rao ve Fuller, 2018). Daha düşük sıcaklıklarda hazırlanması kahvenin yağı ve tadının sıcak sudaki gibi çözülmemesine yol açmaktadır. Ayrıca kahvenin hızlı bir şekilde demlenerek soğumaya bırakılması tadını da daha yoğun hale getirmekte ve görüntüsünü daha koyu yapmaktadır (Kement vd., 2022).

1.5.7. V60

Yeni nesil demleme yöntemlerinden biri olan V60, Japon şirketi Hario'nun (Tokyo, Japonya) patentli bir sistemidir ve “V şeklinde” (adını aldığı 60 °C açılı) bir kahve ekipmanından oluşmaktadır. Bir sürahi veya cam taban, ters koni şeklinde seramik damlama kahve sürahi ve bir kağıt filtre olmak üzere üç parçadan oluşmaktadır. Önce ön demleme yapmak için 93 °C sıcak suyun bir miktarı filtrenin ortasındaki kahveye küçük bir krater

oluşturacak şekilde dökülmekte ve ortalama 30 saniye boyunca ön demleme için bekletilmektedir. Daha sonra kalan su eşmerkezli daireler halinde, merkezden başlayıp daha sonra sabit bir akış sağlamak için genişletilerek dökülmeye devam etmektedir (Angeloni vd., 2019; Santanatoglia vd., 2023b).

1.5.8. Aeropress

İlk olarak 2005 yılında Alan Adler tarafından bulunan *AeroPress*, yeni nesil demleme yöntemlerinden biri olarak 2015 yılında son halini almıştır (Kement vd., 2022). Demleme işlemi sırasında elle üretilen basıncı kullanan manuel bir kahve demleme ekipmanıdır (Santanatoglia vd., 2023a). *Aeropress* iç içe geçmiş iki silindirden oluşmaktadır. Biri esnek biri de hava geçirmez contaya sahip pistonla sahiptir ve bir şırıngaya benzer sistemle daha büyük silindire sığmaktadır (Angeloni vd., 2019; Janda vd., 2020). Öncelikle filtre kağıdına kahve ilave edilmektedir. Daha sonra "çiçeklenme" aşamasında (taze kahve içerisinde kavurma sırasında meydana gelen CO₂ ve başka gazların çıkmasını sağlamak için demlemeye başlamadan önce öğütülmüş kahvenin üstüne su dökme işlemi), tüm kahve yatağının üzerine bir miktar sıcak su dökülerek (93 °C), kahvenin tamamen doyması ve karbondioksit salması için ortalama 30 saniye bekletilmektedir. Sonra ekstra su eklenip, bir spatula ile karıştırılmasının ardından istenilen süre bekletilerek daha sonra üst kısmından hava geçirmez contalı pistonla aşağı doğru bastırılmakta ve basınç uygulanarak kahve elde edilmektedir. Bu yöntemle demlenen kahvenin tadı ve rengi diğer demleme yöntemlerine kıyasla daha yoğun ve koyudur (Kement vd., 2022; Santanatoglia vd., 2023a).

1.5.9. Chemex

Alman kimyager Peter Schlumbohm tarafından 1941 yılında icat edilen *Chemex*, yeni nesil kahve demleme yöntemlerinden biridir (Kement vd., 2022). *Chemex* sürahesi şeffaf camdan yapılmıştır ve tipik bir kum saati şekline sahiptir. Filtre konisinin iç yüzeyi tamamen pürüzsüz ve oyuksuzdur. Bu, filtrenin daha fazla kahve parçacığını tutmasını sağlamaktadır. Ekipmana özel filtre kağıdı demleme sürahesinin açıklığına yerleştirilmektedir. Önceden ısıtılan su (93 °C), öğütülmüş kahvenin üzerine dökülerek ön demleme için yaklaşık 30 saniye bekletilmektedir. Daha sonra dairesel hareketlerle kalan su yavaşça eklenerek kahve demleme gerçekleşmektedir. *Chemex* yöntemiyle elde edilen kahve genellikle daha berrak görünmekte ve kahvenin tadı daha ön plana çıkmaktadır (Bhumiratana vd., 2011; Kement vd., 2022; Santanatoglia vd., 2023b).

1.6. Kahvenin Antioksidan Kapasitesi ve Etki Eden Bileşenler

Kahve içecekleri, meyve ve sebzelerin yanı sıra tüketicilerin diyetinde günlük antioksidan alımına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır (Sridevi vd., 2011). Bu nedenle kahvede fizyolojik olarak aktif maddeler olarak görev yapabilecek spesifik biyoaktif bileşiklere olan ilgi giderek artmaktadır (de Melo Pereira vd., 2019; Kulapichitr vd., 2019; Odzakovic vd., 2016). Kahvedeki antioksidan kapasiteye sahip bileşik sınıfları, CGA'lar, kafein, kafestol, kahveol, kafein, trigonelin ve melanoidinlerdir. Kahvenin sağlığa yararlı etkisini temsil eden bu bileşikler, oksidasyon sürecini engelleme yeteneğine sahiptir (Bobková vd., 2020; Cheynier, 2005; Jeszka-Skowron vd., 2016; Macheiner vd., 2019; Manach vd., 2004).

Doğal kahveyi işlerken, kavurma, öğütme ve demleme aşamalarında biyoaktif bileşiklerde değişiklikler ortaya çıkmaktadır (Anese ve Nicoli, 2003; Bobková vd., 2020; Delgado-Andrade ve Morales, 2005; Yen vd., 2005; Zain vd., 2018). Toplam fenol madde içeriği (TFM) kavrulma derecesine bağlıdır ve kavurma sırasında kahvenin toplam antioksidan kapasitesi başlangıçtaki miktarının yarısına düşmektedir (Cotter ve Hopfer, 2018; Fikry vd., 2019; Votavová vd., 2009). Bu azalmaya rağmen orta derecede kavurma sırasında fenolik bileşiklerin salınması nedeniyle antioksidan özelliklerin korunmakta veya artmakta olduğu öne sürülmektedir (Cämmerer ve Kroh, 2006; Cheng vd., 2019; Sacchetti vd., 2009).

Demleme, kavrulup öğütülmüş hale gelen kahvenin su ile teması sonucu oluşan kahvenin antioksidan bileşenlerinin ekstraksiyonu için önemli bir aşamadır. Demleme yöntemlerinde su sıcaklığı, basınç, süre, kahvenin çeşidi ve menşei, suyun oranı antioksidan kapasite üzerinde etkili olmaktadır (Kaur vd., 2018; Safdar vd., 2016)

1.6.1. Klorojenik Asitler

Fenolik bileşikler, kahvedeki antioksidan aktivitenin önemli kaynaklarından biridir (Ludwig vd., 2014; Pimpley vd., 2020). Kahvedeki fenolik bileşiklerin ana kaynağı klorojenik asitlerdir ve kahvenin kuru ağırlığının %3,5-7,5'ünü oluşturmaktadır (Olthof vd., 2001; Pimpley vd., 2020; Roshan vd., 2018). İçilebilir kahvedeki toplam fenol içeriğindeki farklılıklar hem demleme yöntemine hem de kavurma derecesine bağlıdır. Sert kavurma koşulları, CGA'lerde %95 oranında kayıplara neden olabilmektedir (Váradý vd., 2020). Her

%1 kuru madde kaybı için %8-10'luk bir kayıp söz konusudur (Ludwig vd., 2014). Çözünebilir kahve üretimi/demleme sırasında da CGA'ların dönüşümü olmakta ve kayıplar gerçekleşmektedir (Niseteo vd., 2012).

1.6.2. Melanoidinler

Kahvenin kavrulması sırasında meydana gelen değişiklikler sonucunda melanoidinler oluşmaktadır. Kavurma işlemi sırasında kahve çekirdekleri yüksek sıcaklıklara maruz kalmakta ve sonuç olarak amino asitler ile indirgenmiş şekerler arasında Maillard reaksiyonu meydana gelmektedir. Yeşil kahve çekirdeğinde doğal olarak bulunan maddelerin Maillard reaksiyonundan türetilen bileşiklere (karbonhidrat karamelizasyonu) dönüşmesiyle kimyasal bileşiminde önemli değişiklikler görülmektedir (Tamanna ve Mahmood, 2015). Bu değişiklikler sonucunda oluşan melanoidinler, kavrulmuş kahvenin kuru maddesinin yaklaşık %29'unu oluşturmaktadır. Melanoidinler, heterojen, kahverengi renkli, nitrojen içeren, yüksek molekül ağırlıklı olup Maillard tepkimesinin son ürünleri olarak tanımlanmaktadırlar. Melanoidinler kavurma işlemi sırasında ortaya çıkmaya başlamakta ve daha yüksek kavurma derecelerinde miktarları artarak antioksidan aktiviteyi yükseltmektedir (Cotter ve Hopfer, 2018; Fikry vd., 2019; Liu ve Kitts 2011; Smrke vd., 2013). Kavurma işlemi sırasında yüksek antioksidan aktivite gösteren fenilalaninler ve heterosiklik bileşikler oluşmaktadır (Bobková vd., 2020; Yashin vd., 2013). Şeker ve polisakkarit bozunma ürünlerinin amino asitler, protein ve CGA'lar ile etkileşimleri olduğu düşünülmektedir. Ancak tam bileşimi bilinmemekle birlikte melanoidinlerin yapılarına dahil olan klorojenik asitlerin antioksidan aktivite ile ilişkili olduğu öne sürülmektedir (Daglia vd., 2008; Moreira vd., 2012; Nunes ve Coimbra, 2010; Perrone vd., 2012). Kahvenin demlenme aşaması da melanoidinlerin miktarını etkilemektedir. Demlenmiş kahvede yaklaşık %25 oranında melanoidin bulunmaktadır ve bireylerin beslenmesinde kahve, melanoidinlerin ana kaynaklarından biri olarak kabul edilmektedir (Arauz vd., 2017; Fogliano ve Morales, 2011).

1.6.3. Trigonelin

Trigonelin yeşil kahvede kuru ağırlığın yaklaşık %1'ini oluşturmaktadır. *Arabica* kahvelerinde *Robustas*'a göre biraz daha yüksek miktarlarda bulunmaktadır. Kavrulmuş ve öğütülmüş kahvede trigonelin miktarı 0,2-0,9 mg arasında değişmektedir (Arauz vd., 2017; Lang vd., 2013; Maeztu vd., 2001; Perrone vd., 2008). Kavurma sırasında trigonelin bozunarak nikotinik asit ve çeşitli piridin türevlerine (1metilpiridinyum ve 1,2-

dimetilpiridinyum) parçalanmaktadır. Kahve demleme aşamasında miktarları, büyük ölçüde kahve yapma prosedürüne, çeşidine ve kavrulma derecesine bağlı olarak 40-110 mg arasında değiştiği görülmektedir (Arauz vd., 2017; Ludwig vd., 2014).

1.6.4. Kahveol ve Kafestol

Diterpenler, kahvenin lipit içeriğinin sabunlaşmayan maddesinde bulunan bir grup bileşiktir. Pentasiklik alkol olan kahveol ve kafestol bu grubun ana temsilcileridir (Dias vd., 2013; Farah, 2012; Farah, 2019). Kafestol ve kahveol, kahve çekirdeklerinden elde edilen ve esas olarak filtrelenmemiş kahvede yağ esterleri olarak bulunan doğal diterpenlerdir (Farah, 2019; van Cruchten vd., 2010). Yapılarındaki tek fark, kahveolün fazladan bir çift bağa sahip olmasıdır (Ren vd., 2019). *Robusta* ve *Arabica* kahvelerinin çekirdeğinde toplam diterpen içeriği sırasıyla %0,2-1,5 ve %1,3-1,9 olarak saptanmıştır (Moeenfarid vd., 2015). Bu bileşikler bulundukları içeceğin acı tadına katkıda bulunmakta ve miktarları, farklı kavurma dereceleri, hazırlama ve demleme yöntemlerinden büyük ölçüde etkilenmektedir (Karabudak vd., 2015; Moeenfarid vd., 2015). Kahveol, kafestole göre ışığa, ısıya, aside ve oksijene daha duyarlı olduğu için miktarlarının daha az olduğu belirtilmektedir (Farah, 2019) Demleme, öğütülmüş kahveden diterpen içeren yağ damlacıklarının salınmasına neden olmaktadır, ancak bunlar büyük ölçüde filtreleme yoluyla uzaklaştırılmaktadır. Kavurma aşamasının kahveol ve kafestol miktarlarını çok etkileyip etkilemediği hala tartışma konusu olsa da kaynatılmış ve filtrelenmemiş kahvede bol miktarda bulunduğu bilinmektedir. Ancak filtrelendiğinde ise tamamen kaybolduğu görülmektedir (Eren ve Besler, 2022; Moeenfarid vd., 2016; Moeenfarid vd., 2020; Rebello ve van Dam, 2013).

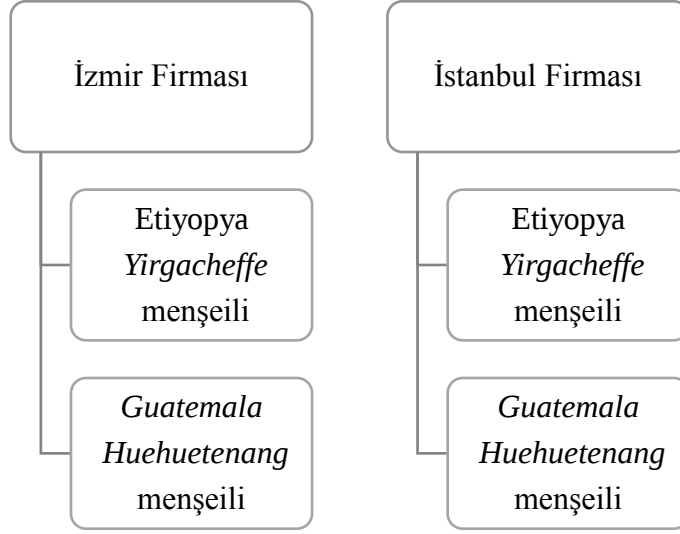
1.6.5. Kafein

Birçok tüketici için kahve, pürin alkaloidi olan kafeinin (1,3,7-trimetilksantin) temel besin kaynağıdır. Yeşil kahvenin kafein içeriği, *Arabica* ve *Robusta* kahveleri için sırasıyla %0,9–1,3 ve %1,5–2,5 olarak değişmektedir (Heckman vd., 2010; Farah, 2012). Kavrulmuş kahvenin kafein içeriği, CGA'ların aksine belirgin bir şekilde azalmamakla birlikte, yüksek sıcaklıklara maruz kalındığında süblimleşme nedeniyle kayıplar meydana geldiği görülmektedir (Crozier vd., 2012). Farklı kahve demleme yöntemlerinde daha belirgin değişiklikler görülmekle birlikte bir fincan kahvedeki genel kafein seviyeleri ortalama 40-130 mg arasındadır (Garipoğlu ve Kuyrukçu, 2009; Heckman vd., 2010). Kafeinin antioksidan kapasitesinin, metilksantin ve metilürjik asit metabolitlerine parçalanmasından kaynaklandığı öne sürülmektedir (Farah, 2019).

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Dizaynı

Çalışmada, dünya genelinde yüksek kalitede iyi verim elde edilerek daha fazla üretilen ve sahip olduğu duyuusal özellikler ile yumuşak içimi nedeniyle daha çok tüketilen *Arabica* kahve çekirdek türü tercih edilmiştir (Moeenfard ve Alves, 2020). İçerdiği antioksidan ve fenolik bileşiklere bağlı olarak diyabet, hipertansiyon, kardiyovasküler vb. kronik rahatsızlıklar ile vücut ağırlığı kaybı noktasında faydalı olduğu öne sürülen ve bu nedenlere dayalı olarak tüketimi giderek artan yeşil kahve çekirdekleri de çalışmaya dahil edilmiştir (Muñoz vd., 2020; Wolska vd., 2017). Kullanılacak olan kahve çekirdeklerinin menşesi yaygın olarak yetiştirilmesi nedeniyle Latin Amerikan bölgesinden *Guatemala Huehuetenang* ve Afrika bölgesinden Etiyopya *Yirgacheffe* olarak belirlenmiştir (Esquivel ve Jimenez, 2012; Aroufai, 2020). Yeşil kahve çekirdekleri İzmir ve İstanbul'daki farklı iki firmadan temin edilmiştir (Şekil 2.1). Alınan yeşil kahve çekirdekleri Ankara'da butik bir kahvecide orta düzeyde kavrulmuştur. Tüm kahve çekirdekleri orta düzeyde öğütülerek bir barista yardımı ile demleme işlemleri yapılmıştır. Çalışma için geleneksel demleme yöntemlerinden makine ve cezve ile yapılan Türk Kahvesi, Espresso, Filtre Kahve yöntemleri ile yeni nesil demleme yöntemlerinden *French Press*, *Cold Brew* (14 saat ve 24 saat demleme), *V60*, *Aeropress* ve *Chemex* yöntemleri tercih edilmiştir (Ludwig vd., 2012; Arslan, 2019; Yildirim vd., 2022) (Şekil 2.2). Demleme işlemlerinde kullanılacak su *Nüve Nd 12* marka distile su cihazında distile edilmiştir (Şekil 2.3). Her demleme yöntemi için öğütülmüş kahve çekirdeği ve distile su 1/10 oranında belirlenmiştir (Angeloni vd., 2019). Bu oran temel alınarak, demleme yöntemleri ve ekipmanlarının su alma kapasitesine bağlı olarak kahve çekirdekleri ve distile su miktarına karar verilmiştir (Angeloni vd., 2019; Bilge, 2020). Öğütülmüş kahve çekirdek miktarını ve demleme sürelerini ölçmek için *Hario VSTN-2000b* marka kronometreli hassas kahve terazisi kullanılmıştır (Şekil 2.4). Demlemeye eklenecek distile suyun ve elde edilen kahve örneklerinin çıkış sıcaklığını ölçmek için *Motto* marka hassas termometre kullanılmıştır (Şekil 2.5). Kahveler demlendikten sonra -20 °C'de dondurucu içinde analizler yapılana kadar depolanmış ve analiz sırasında oda sıcaklığında çözdürülerek kullanılmıştır (Isac-Torrente vd., 2020). Ayrıca, tüm yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdekleri demleme yöntemleri uygulanmadan önce de analiz edilmiştir. Bu çalışmada toplam fenolik madde içeriği, antioksidan ve oksidan aktivite analizleri iki tekrarlı şekilde *özel bir firmanın* laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın bütçesi araştırmacı tarafından karşılanmıştır.



Şekil 2.1. Yeşil kahve çekirdeklerinin temin edildiği yer ve menşeleri

Geleneksel Demleme Yöntemleri	Yeni Nesil Demleme Yöntemleri
☐ Makineyle yapılan Türk Kahvesi	☐ French Press
☐ Cezveyle yapılan Türk	☐ Cold Brew (14 saat)
☐ Filtre Kahve	☐ Cold Brew (24 saat)
☐ Espresso	☐ V60
	☐ Aeropress
	☐ Chemex

Şekil 2.2. Kullanılan demleme yöntemleri



Şekil 2.3. Distile su cihazı



Şekil 2.4. Kronometreli hassas terazi



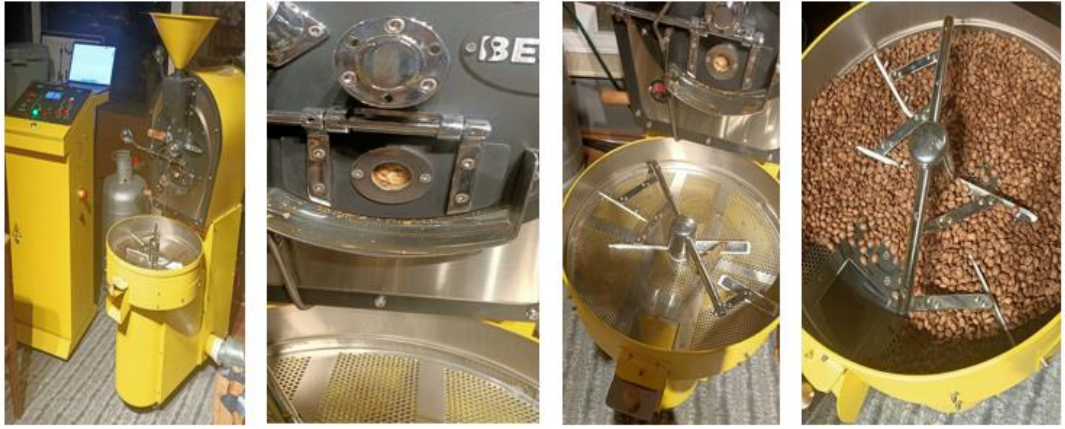
Şekil 2.5. Termometre

2.1.1. Kahve Numuneleri

Etiyopya *Yirgacheffe* ve Guatemala *Huehuetenango* menşeiili yeşil kahve çekirdekleri İstanbul ve İzmir'deki farklı firmalardan temin edilmiştir. Temin edilen kahveler hava almayacak şekilde vakumlu paketlerde doğrudan güneş ışığına maruz kalmadan 21 ± 2 °C saklanmıştır (Coşgun ve Torun, 2022; Durmaz, 2015; Gornas vd., 2014; Perez-Martinez vd., 2010).

2.1.2. Kavurma

Yeşil kahve çekirdekleri, toplam kavurma kapasitesi 2 kg olan *BESCA BSC-02* marka kavurma makinesi ile kavrulmuştur (Şekil 2.6). Kazandaki sıcaklığın 186,9 °C'ye gelmesi ile kavurma işlemi başlamıştır. Sıcaklık 195,3 °C'ye geldiğinde 1. çatlama gözlenmiş ve istenilen orta kavrulmuş derecesine ulaşmak için sıcaklık artırılmaya devam edilmiştir. Sıcaklık 205±3 °C'ye gelene kadar ~10 dakika 1 saniyede işlem tamamlanmıştır (Wang ve Tak-Lim, 2014).



Şekil 2.6. Kavurma makinesi

2.1.3. Öğütme

Öğütme işlemine başlanmadan önce kavrulmuş kahve çekirdekleri 21±2 °C sıcaklığa soğutulduktan sonra karbondioksit atımının sağlanması için 6 gün süreyle karanlı, kuru ve rutubetsiz bir ortamda gaz çıkışının sağlanabileceği özel paketlerde bekletilmiştir (Aroufai, 2020; Durmaz, 2015; Gornas vd., 2014). Toplam çekirdek alma kapasitesi 1,5 kg olan *Mahlkönig EK43* marka öğütücü makinesi ile öğütme işlemi yapılmıştır (Şekil 2.7). Kahve çekirdeklerinin boyutu, orta düzey öğütme derecesi olan 400 mikrona denk gelen 5-6 ayarına getirilerek öğütülmüştür. Orta düzey öğütme derecesi olan 400 mikron boyut stabilitesini öğütülmüş kahvelerde sağlamak için Kruve Sifter 2 marka kahve eleği kullanılmıştır (Khamitova vd., 2020) (Şekil 2.8). Öğütme işlemi sonrası oksijen, ısı ve ışık ile temas olmaması için kahveler özel vakumlu paketlerde saklanmıştır. Her işlem sonrası makine temizlenerek aynı öğütme işlemi yeşil kahve çekirdekleri için de yapılmıştır (Durmaz, 2015; Perez-Martinez vd., 2010).



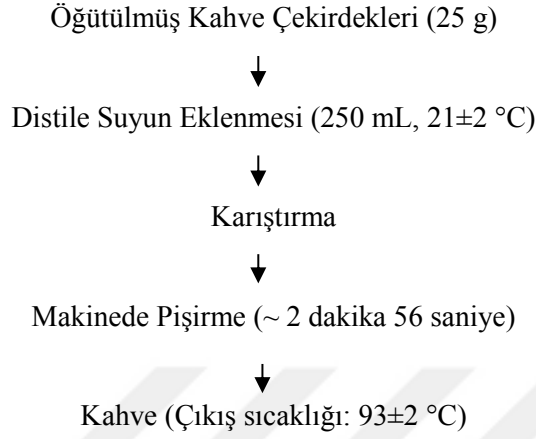
Şekil 2.7. Öğütme makinesi



Şekil 2.8. Kahve eleği

2.1.4. Demleme

2.1.4.1. Makine ile Yapılan Türk Kahvesi Yöntemi



Şekil 2.9. Makine ile yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemi

Yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin demlenmesi Şekil 2.9'da gösterilen demleme yöntemine göre ayrı ayrı Karaca Hatır Türk Kahvesi pişirme makinesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.10). Demleme süresi ortalama ~2 dakika 56 saniye olarak kaydedilmiştir (Özgür, 2023). Alınan kahve örneklerinin çıkış sıcaklığı 93 ± 2 °C olarak ölçülmüştür (Şekil 2.11) (Şekil 2.12). Her pişirmenin ardından makinenin kahve haznesi yıkanarak ve kurutularak diğer pişirmeler için kullanılmaya hazır duruma getirilmiştir.



Şekil 2.10. Türk Kahve makinesi



(a)

(b)

(c)

(d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

Şekil 2.11. Makine ile yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri



(a)

(b)

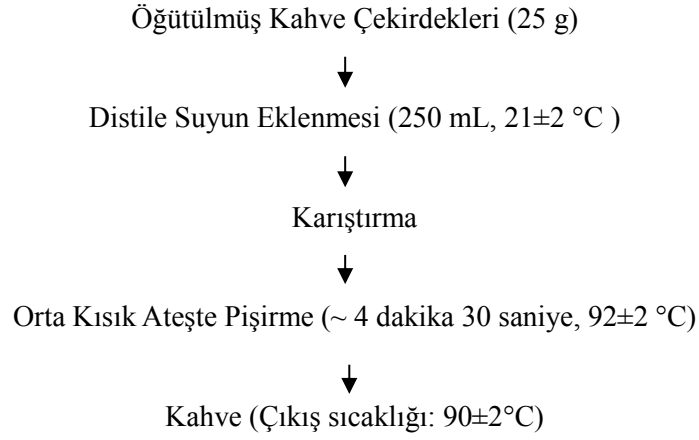
(c)

(d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

Şekil 2.12. Makine ile yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri

2.1.4.2. Cezve ile Yapılan Türk Kahvesi Yöntemi

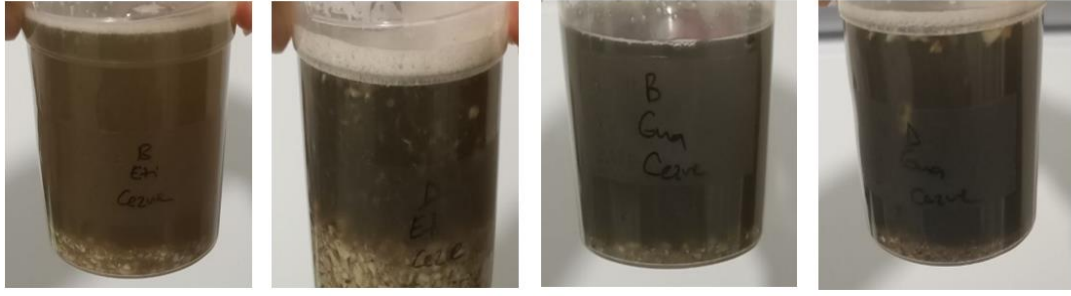


Şekil 2.13. Cezve ile yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemi

Yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin demlenmesi Şekil 2.13'te gösterilen demleme yöntemine göre ayrı ayrı Demleme Saint Belisama marka bakır cezve kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.14). Kahveler kaynamaya başladığı an ateşten uzaklaştırılmıştır. Demleme süresi ~ 4 dakika 30 saniye olarak kaydedilmiştir (Amanpour ve Selli, 2016; Yeniçağ ve Rakıcioğlu, 2024). Elde edilen kahve örneklerinin çıkış sıcaklığı 90 ± 2 °C bulunmuştur (Şekil 2.15) (Şekil 2.16). Her pişirmenin ardından cezve yıkanarak ve kurutularak diğer pişirmeler için kullanılmaya hazır duruma getirilmiştir.



Şekil 2.14. Bakır cezve



(a)

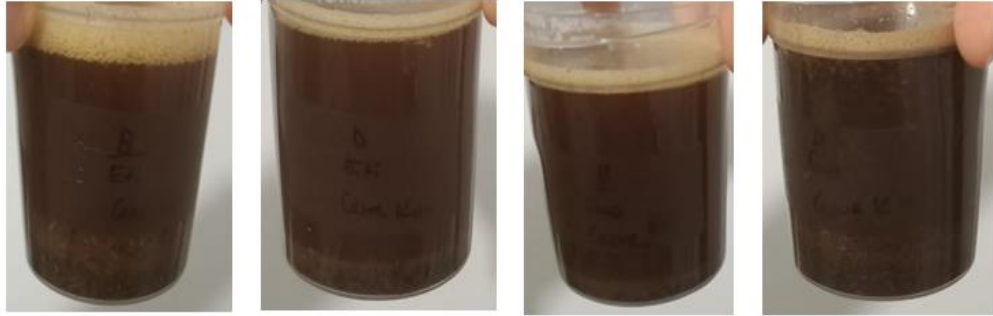
(b)

(c)

(d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya *Yirgacheffe*; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya *Yirgacheffe*; İzmir'den temin edilen Gutemala *Huehuetenango*; İstanbul'dan temin edilen Guatemala *Huehuetenango*

Şekil 2.15. Cezve ile yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri



(a)

(b)

(c)

(d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya *Yirgacheffe*; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya *Yirgacheffe*; c:İzmir'den temin edilen Gutemala *Huehuetenango*; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala *Huehuetenango*

Şekil 2.16. Cezve ile yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri

2.1.4.3. Espresso

Öğütülmüş Kahve Çekirdekleri (yeşil: 16 g; kavrulmuş: 18 g)



Distile Suyun Eklenmesi (yeşil kahve için: 160 mL, 21 ± 2 °C; kavrulmuş kahve için: 180 mL, 21 ± 2 °C)



Demleme (9 bar basınç, 93°C ve 25 saniye)



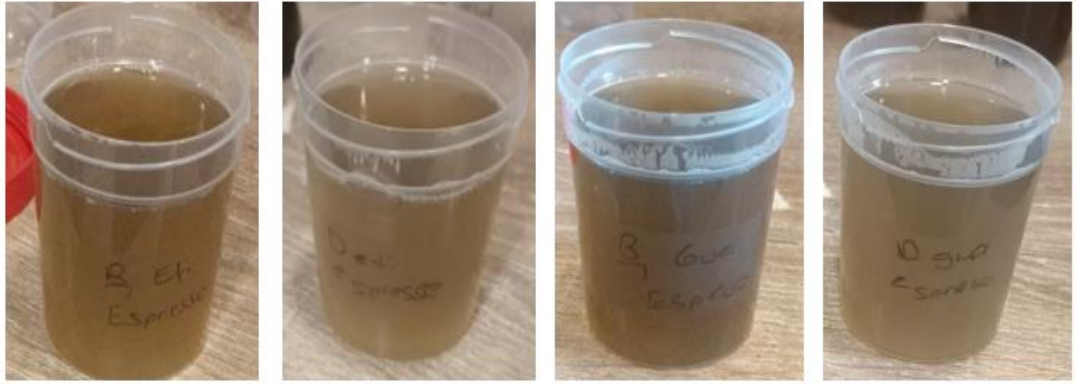
Kahve (Çıkış sıcaklığı: 90 ± 2 °C)

Şekil 2.17. Espresso demleme yöntemi

Belirli miktarda yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdekleri ayrı ayrı olacak şekilde *Fiamma Quadrant 2 DSP TC* marka Espresso makinesinin alt bölümüne ve belirlenen distile su ise orta bölüme eklenerek, kaynar suyun filtreden kahve ile üst kısma geçmesi ile demleme işlemi 9 bar basınçta, 93°C’de ve 25 saniyede gerçekleşmiştir (Parenti vd., 2014) (Şekil 2.17) (Şekil 2.18). Alınan kahve örneklerinin çıkış sıcaklığı 90 ± 2 °C bulunmuştur (Şekil 2.19) (Şekil 2.20). Her demleme sonrası gerekli ekipmanlar yıkanarak ve kurutularak bir sonraki demleme işlemi için hazır hale getirilmiştir.



Şekil 2.18. Espresso Makinesi



(a)

(b)

(c)

(d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

Şekil 2.19. Espresso demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri



(a)

(b)

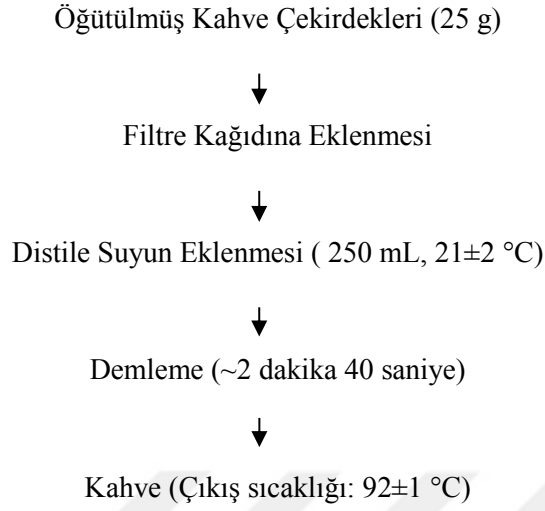
(c)

(d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

Şekil 2.20. Espresso demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri

2.1.4.4. Filtre Kahve



Şekil 2.21. Filtre kahve demleme yöntemi

Belirli miktarda yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdekleri ayrı ayrı olacak şekilde Bosch marka Filtre Kahve makinesinde filtre kağıdına (Rubin marka 4 numara boyutunda) alınıp makinenin tank kısmına distile su eklenmiştir (Bosch Filtre Kahve Makinası, 2024) (Şekil 2.22). İşlem sırasında ısınan suyun kahve içinden süzülmesiyle demleme süresi ~2 dakika 40 saniye olarak kaydedilmiştir (Şekil 2.21). Elde edilen kahve örneklerinin çıkış sıcaklığı 92 ± 1 °C bulunmuştur (Şekil 2.23) (Şekil 2.24). Her demleme sonrası gerekli ekipmanlar yıkanarak ve kurutularak bir sonraki demleme işlemi için hazır hale getirilmiştir.



Şekil 2.22. Filtre Kahve Makinesi



(a)

(b)

(c)

(d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

Şekil 2.23. Filtre kahve demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri



(a)

(b)

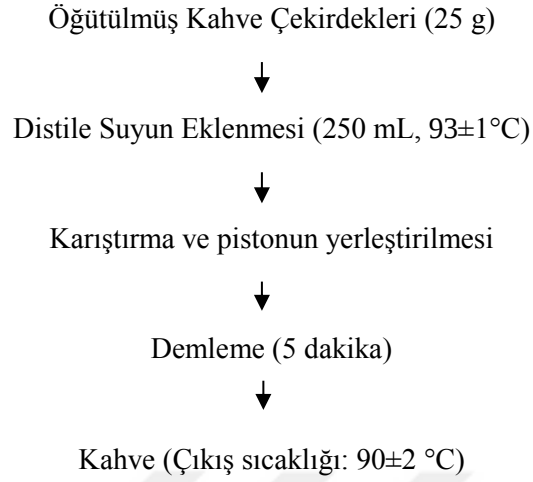
(c)

(d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

Şekil 2.24. Filtre kahve demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri

2.1.4.5. French Press



Şekil 2.25. French Press demleme yöntemi

Yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin demlenmesi Şekil 2.25'te gösterilen demleme yöntemine göre ayrı ayrı Taşev T1382 marka *French Press* ekipmanı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.26). Piston, kabın içine yerleştirilip 5 dakika bekletilerek demleme tamamlanmıştır (Angeloni vd., 2019; Bilge, 2020). Aşağıya doğru basınç uygulanarak alınan kahve örneğinin çıkış sıcaklığı $90\pm2^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür (Şekil 2.27) (Şekil 2.28). Her pişirmenin ardından ekipmanlar yıkanarak ve kurutularak diğer demlemeler için kullanılmaya hazır duruma getirilmiştir.



Şekil 2.26. French Press ekipmanı



(a)

(b)

(c)

(d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

Şekil 2.27. French Press demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri



(a)

(b)

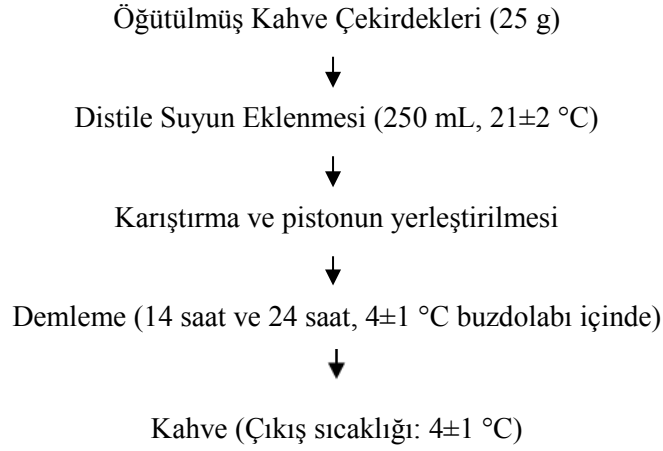
(c)

(d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

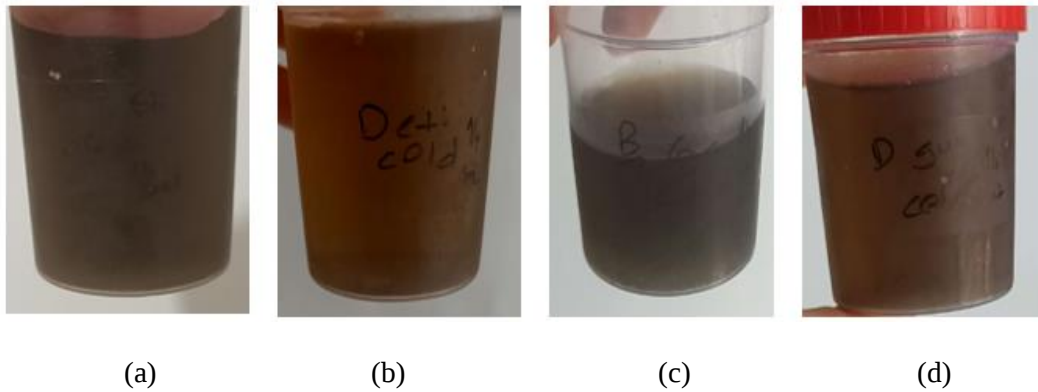
Şekil 2.28. French Press demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri

2.1.4.6. Cold Brew (14 saat ve 24 saat demleme)



Şekil 2.29. Cold Brew (14 saat ve 24 saat) demleme yöntemi

Yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin demlenmesi Şekil 2.29’da gösterilen demleme yöntemine göre ayrı ayrı Taşev T1382 marka *French Press* ekipmanı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.26). Buzdolabı içinde 14 saat ve 24 saat bekletilerek demleme tamamlanmıştır (Angeloni vd., 2019; Batalı vd., 2022; Cordoba vd., 2019). Alınan kahve örneklerinin çıkış sıcaklığı 4±1 °C olarak ölçülmüştür (Şekil 2.30) (Şekil 2.31) (Şekil 2.32) (Şekil 2.33). Her pişirmenin ardından ekipmanlar yıkanarak ve kurutularak diğer demlemeler için kullanılmaya hazır duruma getirilmiştir.



a: İzmir’den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul’dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir’den temin edilen Guatemala Huehuetenango; d:İstanbul’dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

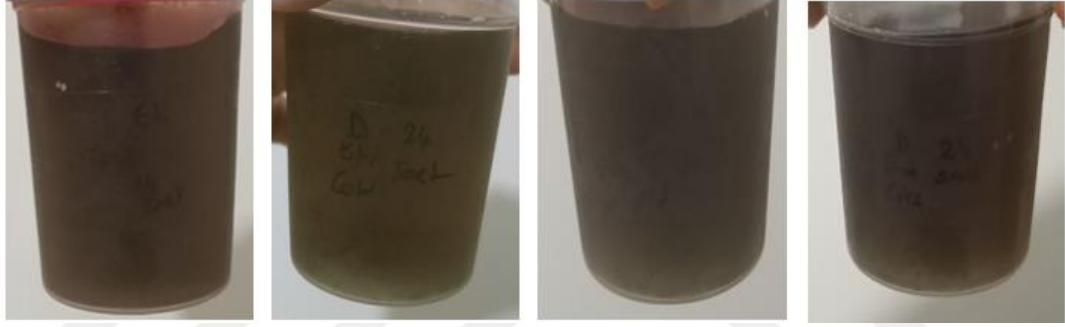
Şekil 2.30. Cold Brew 14 saat demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri



(a) (b) (c) (d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

Şekil 2.31. Cold Brew 14 saat demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri



(a) (b) (c) (d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

Şekil 2.32. Cold Brew 24 saat demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri

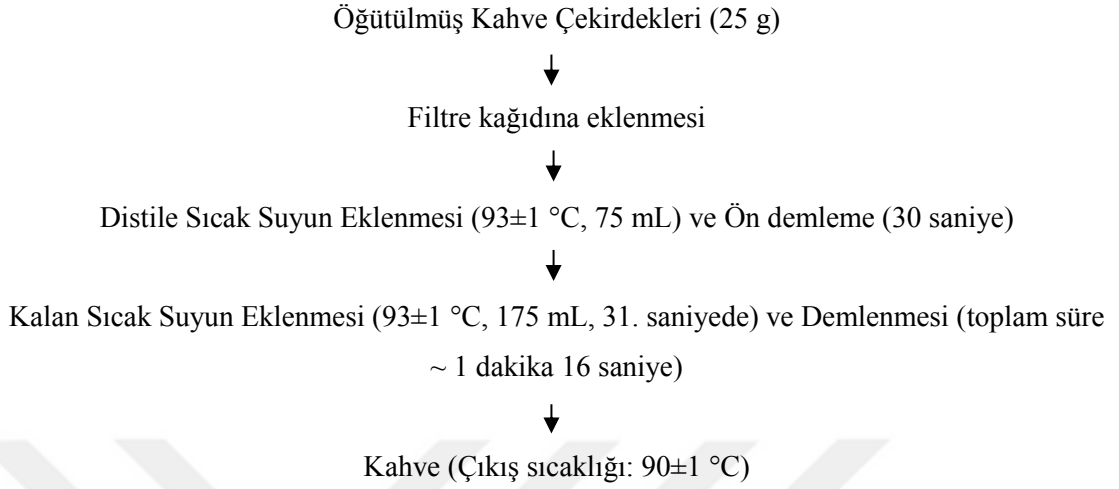


(a) (b) (c) (d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

Şekil 2.33. Cold Brew 24 saat demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri

2.1.4.7. V60

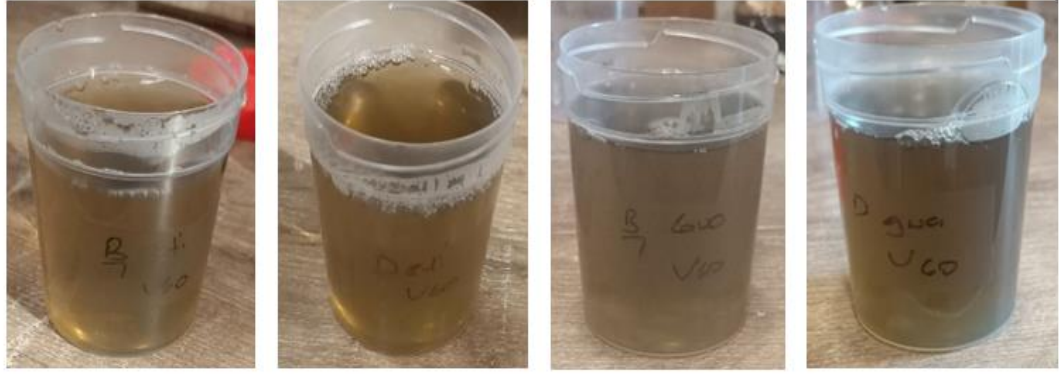


Şekil 2.34. V60 demleme yöntemi

Belirli miktarda yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdekleri ayrı ayrı olacak şekilde *Hario V60 02 Dripper* marka ekipmanında filtre kağıdına (*Hario V60 02 Dripper* marka ekipmanına özel filtre kağıdı) alınıp üzerine 93 ± 1 °C'ye getirilen sıcak distile sudan 75 mL eklenmiştir (Şekil 2.35). Ön demleme yapıldıktan sonra (30 saniye) 250 mL'ye tamamlanmak üzere 175 mL sıcak distile sudan eşmerkezli daireler şeklinde eklenmiş ve demleme devam ettirilmiştir (Santanatoglia vd., 2023b) (Şekil 2.34). Demleme süresi ~ 1 dakika 16 saniye olarak kaydedilmiştir. Alınan kahve örneklerinin çıkış sıcaklığı 90 ± 1 °C ölçülmüştür (Şekil 2.36) (Şekil 2.37). Her demleme sonrası gerekli ekipmanlar yıkanarak ve kurutularak bir sonraki demleme işlemi için hazır duruma getirilmiştir.



Şekil 2.35. V60 ekipmanı



(a)

(b)

(c)

(d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

Şekil 2.36. V60 demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri



(a)

(b)

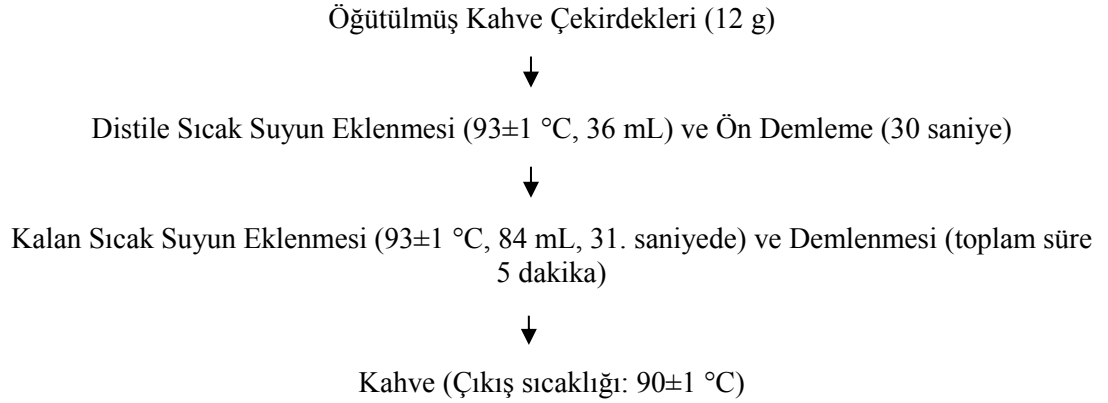
(c)

(d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

Şekil 2.37. V60 demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri

2.1.4.8. Aeropress



Şekil 2.38. Aeropress demleme yöntemi

Belirli miktarda yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdekleri ayrı ayrı olacak şekilde Aeropress marka ekipmanının silindrine alınıp üzerine 93 ± 1 °C sıcaklığındaki sudan 36 mL eklenmiştir (Şekil 2.39). Ön demleme yapıldıktan sonra (30 saniye) 120 mL'ye tamamlanmak üzere 86 mL 93 ± 1 °C'deki sıcak distile sudan eklenmiş ve toplamda 5 dakika bekletilerek demleme tamamlanmıştır (Angeloni vd., 2019; Pei-Ling vd., 2022) (Şekil 2.38). Pistonun silindir tüp içinden bastırılmasıyla filtre kağıdından (Aeropress marka ekipmanına özel filtre kağıdı) geçirilerek elde edilen kahve örneklerinin çıkış sıcaklığı 90 ± 1 °C ölçülmüştür (Şekil 2.40) (Şekil 2.41). Her demleme sonrası gerekli ekipmanlar yıkanarak ve kurutularak bir sonraki demleme işlemi için hazır duruma getirilmiştir.



Şekil 2.39. Aeropress ekipmanı



(a)

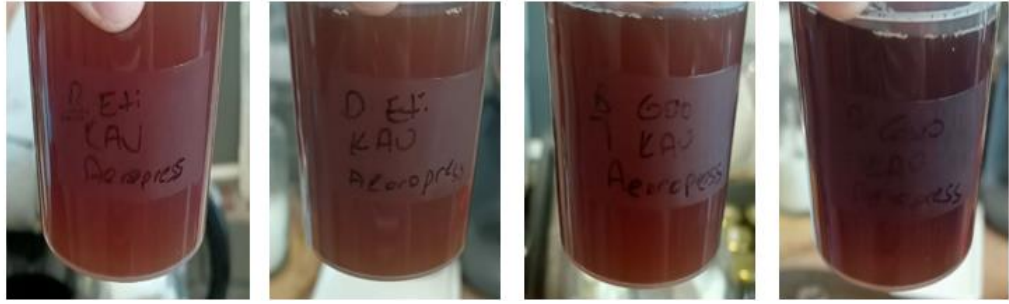
(b)

(c)

(d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

Şekil 2.40. Aeropress demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri



(a)

(b)

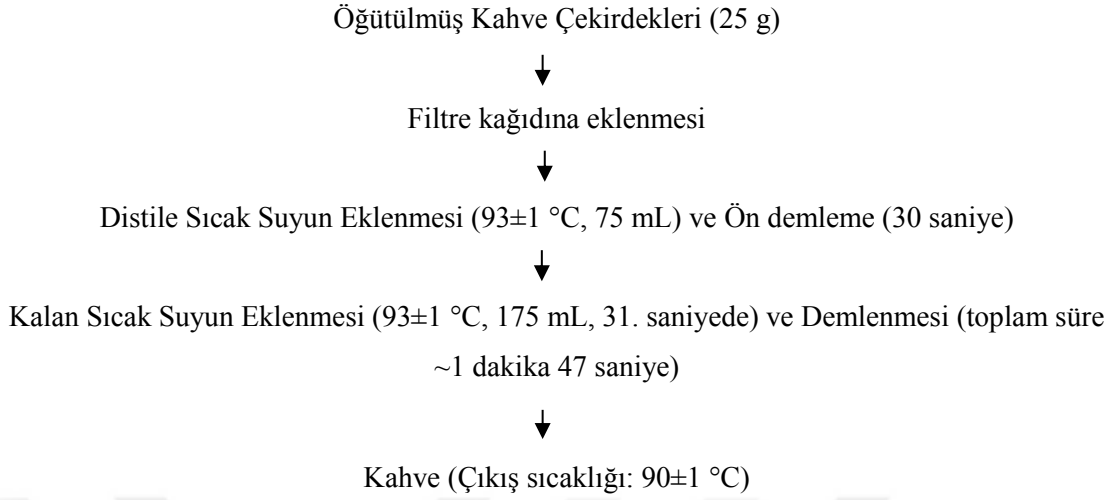
(c)

(d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

Şekil 2.41. Aeropress demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri

2.1.4.9. Chemex



Şekil 2.42. Chemex demleme yöntemi

Belirli miktarda yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdekleri ayrı ayrı olacak şekilde Chemex marka ekipmanında filtre kağıdına (Chemex marka ekipmana özel filtre kağıdı) alınıp üzerine 93 ± 1 °C'ye getirilen sudan 75 mL eklenmiştir (Şekil 2.43). Ön demleme yapıldıktan sonra (30 saniye) 250 ml'ye tamamlanmak üzere 175 mL 93 ± 1 °C'deki sıcak distile sudan eklenmiş ve demleme devam ettirilmiştir (Pei-Ling vd., 2022; Santanoglia vd., 2023) (Şekil 2.42). Demleme süresi ortalama 1 dakika 47 saniye olarak kaydedilmiştir. Elde edilen kahve örneklerinin çıkış sıcaklığı 90 ± 1 °C bulunmuştur (Şekil 2.44) (Şekil 2.45) Her demleme sonrası gerekli ekipmanlar yıkanarak ve kurutularak bir sonraki demleme işlemi için hazır duruma getirilmiştir.



Şekil 2.43. Chemex ekipmanı



(a)

(b)

(c)

(d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

Şekil 2.44. Chemex demleme yöntemiyle elde edilen yeşil kahve örnekleri



(a)

(b)

(c)

(d)

a: İzmir'den temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; b: İstanbul'dan temin edilen Etiyopya Yirgacheffe; c:İzmir'den temin edilen Gutemala Huehuetenango; d:İstanbul'dan temin edilen Guatemala Huehuetenango

Şekil 2.45. Chemex demleme yöntemiyle elde edilen kavrulmuş kahve örnekleri

2.2. Analizler

Kahve örnekleri -20 °C DT FYDL-268 marka dondurucu içinde analizler yapılana kadar depolanmış ve analiz sırasında oda sıcaklığında çözündürülmüştür (Isac-Torrente vd., 2020; Yildirim vd., 2022) (Şekil 2.46). Analizler özel bir firmanın laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.46. Demlenmiş kahve örneklerin depolandığı dondurucu

2.2.1. Toplam Fenolik Madde İçeriğinin Belirlenmesi

Tüm kahve örneklerindeki toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemle belirlenmiştir. Örnek ekstraksiyonu için öğütülmüş kahve çekirdekleri 1:1 etanol ve saf su içinde homojenleştirilerek 5 dakika 30 °C’de ısıtılmıştır. *Whatman* filtre kağıdı (4 numara boyutunda) ile ekstraktların filtrasyonu sonrası tortuya 1:1 etanol ve saf su ilave edilmiş ve 10 dakika 4 °C ısıtılarak ekstraksiyonu sağlamak için tekrar filtre edilmiştir. Kahve çekirdek ekstraktları ve kahve örneklerinin içilebilir sulu çözeltisinden 80 µL’lik bir kısım, bir test tüpü içindeki 400 µL seyreltik Folin-Ciocalteu (1:10) reaktifine ilave edilmiştir. Daha sonra 320 µL %7,5 sodyum karbonat çözeltisi ilave edilmiştir. Çözelti alüminyum folyo ile kaplanarak 45°C’deki su banyosunda 30 dakika süreyle inkübe edilmiştir. Absorbans, boş çözeltiye (yalnızca su) karşı bir UV-VIS spektrofotometre kullanılarak 765 nm’de kaydedilmiştir (Şekil 2.47). Toplam fenolik madde içeriği mg/L gallik asit eşdeğerleri (GAE) şeklinde ifade edilmiştir (Singleton vd., 1999).



Şekil 2.47. Toplam Fenolik Madde İçeriğini Ölçen Spektrofotometre Cihazı (REL BIOCHEM-REL ASSAY)

2.2.2. Toplam Antioksidan Aktivite Analizi

Kahve numunelerinin TAA düzeyleri ticari olarak temin edilebilen kit (Rel Assay Diagnostics kit®, Türkiye) ve Mindray BS400 Auto Biochemistry Analyzer™ kullanılarak kit protokolüne göre analiz edilmiştir (Şekil 2.48). Bu analizde uygulanan Erel (2004) yöntemi herhangi bir tam otomatik biyokimya analizörü tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Bu kit, ölçüm haslığını belirleyen tüm otoanalizörler için uygun olup, 660 nm absorbansta kolorimetrik yöntem temelinde çalışabilmekte ve hızı 1 saatte 200 testtir. Yeni otomatikleştirilmiş yöntem, daha kararlı radikal katyon olan ABTS'nin (2,2'-Azino-bis 3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) antioksidanlar tarafından kendine özgü renginin ağartılması ilkesine dayanmaktadır. Sonuçları mmol *Trolox* eşdeğeri/L olarak ifade edilen bu test %3'ten daha düşük hassasiyet değerlerine sahiptir. Rel Assay tek tam otomatik kit olduğundan Erel (2004) yöntemi, TAA'ni ölçmek için mevcut kitlerden daha hızlı ve kolaydır.

2.2.3. Toplam Oksidan Aktivite Analizi

Kahve numunelerinin TOA düzeyleri, ticari olarak temin edilebilen kitler (Rel Assay Diagnostics kit®, Türkiye) ve Mindray BS400 Auto Biochemistry analyzer™ kullanılarak kit protokolüne göre analiz edilmiştir (Şekil 2.48). Yeni yöntemde, örneklerde bulunan oksidanlar, ferröz iyon-o-dianisidin kompleksini ferrik iyonuna oksitlemiştir. Oksidasyon reaksiyonu, reaksiyon ortamında bol miktarda bulunan gliserol molekülleri tarafından güçlendirilmiştir. Ferrik iyon, asidik bir ortamda ksilenol turuncuyla renkli bir kompleks oluşturmuştur. Spektrofotometrik olarak 530 nm'de ölçülen renk yoğunluğu, numunede bulunan oksidan moleküllerin toplam miktarı ile ilişkili olup, test, hidrojen peroksit ile kalibre edilerek sonuçlar, litre başına mikromolar hidrojen peroksit eşdeğeri ($\mu\text{mol/L H}_2\text{O}_2$ eşdeğeri / L) cinsinden ifade edilmiştir (Erel, 2005).



Şekil 2.48. Toplam Antioksidan ve Oksidan Aktivitesini Ölçen Cihaz (MINDRAY-BS400)

2.3. İstatistiksel Analiz

Çalışma sonucundan elde edilen veriler SPSS (*Statistical Package for Social Science for Windows 25.0*) paket yazılımından yararlanılarak değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistiksel yöntem olarak ortalama ($\bar{X}$), standart sapma (SS), Alt-Üst değerler kullanılmıştır. İki bağımsız grup arasında nicel değişkenler normal dağılım göstermediğinde *Mann Whitney U testi*, üç veya üçten fazla bağımsız grup arasında nicel değişkenlerin normal dağılım varsayımını sağlamadığı durumlarda ise *Kruskal Wallis testi* kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık; $p < 0,05$ düzeylerinde değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Öğütülmüş Kahve Çekirdeklerinin Genel Değerlendirilmesi

Çizelge 3.1’de demleme yöntemleri uygulanmamış öğütülmüş kahve çekirdeklerinin türlerine göre TFM, TAA ve TOA sonuçları karşılaştırılarak verilmiştir. Buna göre, yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM değerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p=0,021$). Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TAA ve TOA değerlerinin ise yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p=0,019$; $p=0,021$).

Çizelge 3.1. Demleme yöntemleri uygulanmamış öğütülmüş kahve çekirdeklerinin göre karşılaştırılması

Değişkenler	Öğütülmüş Kahve Çekirdekleri				p ^a
	Yeşil		Kavrulmuş		
	$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (Alt-Üst)	$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (Alt-Üst)	
TFM (mg/L)	215,17±68,58	187,48 (169,52-316,19)	134,52±16,15	131,74 (118,04-156,56)	0,021*
TAA (mmol/L)	3,64±0,01	3,64 (3,64-3,65)	3,66±0,01	3,66 (3,65-3,66)	0,019*
TOA (μmol/L)	2,96±1,72	3,24 (0,74-4,63)	96,18±8,86	95,30 (87,40-106,70)	0,021*

$\bar{X}$:Ortalama, SS:Standart Sapma, α :Mann-Whitney U testi *: Aynı satırdaki tüm örneklerin karşılaştırmasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder ($p<0,05$).

Çizelge 3.2’de demleme yöntemleri uygulanmış öğütülmüş kahve çekirdeklerinin türlerine göre TFM, TAA ve TOA sonuçları karşılaştırılarak verilmiştir. Buna göre, kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,001$).

Çizelge 3.2. Demleme yöntemleri uygulanmış öğütülmüş kahve çekirdeklerinin karşılaştırılması

Değişkenler	Öğütülmüş Kahve Çekirdekleri				
	Yeşil		Kavrulmuş		p ^a
	$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (Alt-Üst)	$\bar{X} \pm SS$	Ortanca (Alt-Üst)	
TFM (mg/L)	159,52±19,65	164,61 (101,19-182,11)	176,73±6,76	176,93 (161,37-188,96)	
TAA (mmol/L)	3,64±0,01	3,64 (3,62-3,66)	3,68±0,08	3,64 (3,65-4,16)	
TOA (μmol/L)	2,31±1,9	1,89 (0,30-9,48)	54,78±8,23	55,58 (37,00-75,00)	

$\bar{X}$:Ortalama, SS:Standart Sapma, α :Mann-Whitney U testi *: Aynı satırdaki tüm örneklerin karşılaştırmasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder (p<0,05).

3.2. Yeşil ve Kavrulmuş Öğütülmüş Kahve Çekirdeklerinin Menşei ve Demleme Yöntemlerine Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 3.3'te demleme yöntemleri uygulanmış yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin menşelerine göre TFM, TAA ve TOA değerleri karşılaştırılarak verilmiştir. Demleme yöntemleri uygulanmış Etiyopya menşeli ve Guatemala menşeli kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır (p<0,001).

Demleme yöntemleri uygulanmış Guatemala menşeli yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinin Etiyopya menşeli yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla TOA değerinin önemli düzeyde daha düşük olduğu saptanmıştır (p=0,011). Her iki grupta da TFM ve TAA değerlerindeki karşılaştırmada önemli farklılık elde edilmemiştir (p>0,05). Etiyopya menşeli kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin Guatemala menşeli kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla TOA değerinin önemli düzeyde daha düşük olduğu saptanmıştır (p=0,001). Her iki grupta da değerlerindeki karşılaştırmada önemli farklılık elde edilmemiştir (p>0,05).

Çizelge 3.3. Denleme yöntemleri uygulanmış yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin menşelerine göre karşılaştırılması

Öğütülmüş Kahve Çekirdekleri	Yeşil			Kavrulmuş		
	TFM ¹	TAA ²	TOA ³	TFM ¹	TAA ²	TOA ³
Etiyopya menşeli						
$\bar{X} \pm SS$	151,42±34,13	3,65±0,01	2,92±2,4	176,89±10,71	3,66±0,01	51,52±8,45
Ortanca (Alt-Üst)	163,96 (61,74-183,22)	3,64 (3,61-3,66)	2,76 (0,10-12,40)	178,22 (139,15-202,85)	3,66 (3,63-3,68)	52,60 (30,10-66,30)
Guatemala menşeli						
$\bar{X} \pm SS$	155,37±21,57	3,64±0,01	1,70±1,43	176,55±7,81	3,68±0,15	58,04±8,31
Ortanca (Alt-Üst)	161,74 (81,74-187,67)	3,64 (3,61-3,65)	1,30 (0,26-6,39)	176,56 (160,63-197,67)	3,66 (3,65-4,66)	57,80 (39,70-76,10)
p^a	0,525	0,500	0,011**	0,287	0,357	0,001**

$\bar{X}$:Ortalama, SS:Standart Sapma, α :Mann-Whitney U testi *: Aynı satırdaki tüm örneklerin karşılaştırılmasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder (p<0,05). **: Aynı sütundaki tüm örneklerin karşılaştırılmasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder (p<0,05).

Çizelge 3.4'te yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinin demleme yöntemlerine göre TFM, TAA ve TOA sonuçları karşılaştırılarak verilmiştir. Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde makine ile yapılan Türk Kahvesi ($p=0,016$), *Espresso* ($p=0,001$), Filtre Kahve ($p=0,001$), *French Press* ($p=0,001$), *Cold Brew* (24 saat ve 14 saat) ($p=0,016$; $p=0,016$) ve *V60* ($p=0,002$) demleme yöntemlerinin TFM değerlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde yapılan tüm demleme yöntemlerinin TAA değerlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,002$; $p=0,012$; $p=0,001$; $p=0,001$; $p=0,001$; $p=0,002$; $p=0,001$; $p=0,001$; $p=0,001$).

Yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinde yapılan tüm demleme yöntemlerinin TOA değerlerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük olduğu saptanmıştır ($p=0,001$).

Tüm demleme yöntemlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM değerlerindeki genel karşılaştırmada *Aeropress* demleme yönteminin en yüksek, *Cold Brew* (14 saat) demleme yönteminin ise en düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir ($p=0,001$). Tüm demleme yöntemlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki ikili karşılaştırmalarında ise *Espresso* demleme yönteminin *Cold Brew* (24 saat), makineyle yapılan Türk Kahvesi, *Chemex*, cezveyle yapılan Türk Kahvesi ve *Aeropress* demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TFM değerine sahip olduğu saptanmıştır (E-CB24: $p=0,030$; E-MTK: $p=0,009$; E-C: $p=0,002$; E-CTK: $p<0,001$; E-A: $p<0,001$). Ek olarak *Cold Brew* (14 saat) demleme yönteminin *Chemex*, cezveyle yapılan Türk Kahvesi ve *Aeropress* demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TFM değerine sahip olduğu saptanmıştır (CB14-C: $p=0,013$; CB14-CTK: $p=0,003$; CB14-A: $p=0,002$). Ayrıca Filtre Kahve demleme yönteminin cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TFM değerine sahip olduğu (F-CTK: $p=0,026$); *French Press* ve *V60* demleme yöntemlerinin *Aeropress* demleme yöntemine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TFM değerine sahip olduğu saptanmıştır (FP-A: $p=0,017$; V60-A: $p=0,037$).

Tüm demleme yöntemlerinin yeşil öğütölmüş kahve çekirdeklerindeki TAA değeriindeki genel karşılaştırmada *Aeropress* ve cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemlerinin en yüksek, *Cold Brew* (14 saat) demleme yönteminin ise en düşük değeri sahibi olduğu belirlenmiştir ($p=0,034$). Tüm demleme yöntemlerinin *Cold Brew* (14 saat) demleme yönteminin *V60*, *Espresso*, *French Press*, *Cold Brew* (24 saat), *Aeropress* ve cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TAA değeri sahibi olduğu saptanmıştır (CB14-V: $p=0,045$; CB14-E: $p=0,024$; CB14-FP: $p=0,006$; CB14-CB24: $p=0,005$; CB14-A: $p=0,003$; CB14-CTK: $p<0,001$). Ayrıca *Chemex* demleme yönteminin cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TAA değeri sahibi olduğu saptanmıştır (C-CTK: $p=0,027$).

Tüm demleme yöntemlerinin yeşil öğütölmüş kahve çekirdeklerindeki TOA değeriindeki genel karşılaştırmada cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminin en yüksek, *Chemex* demleme yönteminin ise en düşük değeri sahibi olduğu belirlenmiştir ($p=0,001$). Tüm demleme yöntemlerinin ikili karşılaştırmalarında ise *V60* demleme yönteminin *Cold Brew* (14 saat), *Cold Brew* (24 saat) ve cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TOA değeri sahibi olduğu saptanmıştır (V-CB14: $p=0,003$; V-CB24: $p=0,001$; V-CTK: $p=0,001$). Ek olarak *Chemex* demleme yönteminin *Cold* (14 saat), *Cold Brew* (24 saat) ve cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TOA değeri sahibi olduğu saptanmıştır (C-CB14: $p=0,003$; C-CB24: $p=0,002$; C-CTK: $p=0,001$). Ayrıca makineyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminin *Cold Brew* (14 saat), *Cold Brew* (24 saat) ve cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TOA değeri sahibi olduğu saptanmıştır (MTK-CB14: $p=0,033$; MTK-CB24: $p=0,019$; MTK-CTK: $p=0,015$). Bunların yanı sıra Filtre demleme yönteminin *Cold Brew* (24saat) ve cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TOA değeri sahibi olduğu (F-CB24: $p=0,034$; F-CTK: $p=0,027$); *French Press* demleme yönteminin *Cold Brew* (24saat) ve cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TOA değeri sahibi olduğu saptanmıştır (FP-CB24: $p=0,048$; FP-CTK: $p=0,039$).

Tüm demleme yöntemlerinin kavrulmuş öğütölmüş kahve çekirdeklerindeki TFM değeriindeki genel karşılaştırmada makineyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminin en yüksek, *Cold Brew* (14 saat) demleme yönteminin ise en düşük değeri sahibi olduğu belirlenmiştir ($p=0,015$). Tüm demleme yöntemlerinin ikili karşılaştırmalarında ise *Cold*

Brew (14 saat) demleme yönteminin TFM değeri Filtre Kahve, makineyle yapılan Türk Kahvesi, *Cold Brew* (24 saat) ve *French Press* demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşüktür (CB14-F: $p=0,027$; CB14-MTK: $p=0,004$; CB14-CB24: $p=0,002$; CB14-FP: $p=0,001$). Ek olarak *Espresso* demleme yönteminin TFM değeri makineyle yapılan Türk Kahvesi, *Cold Brew* (24 saat) ve *French Press* demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşüktür (E-MTK: $p=0,020$; E- CB24: $p=0,010$; E-FP: $p=0,006$).

Tüm demleme yöntemlerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TAA değerlerindeki genel karşılaştırmada makineyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemi en yüksek, *Espresso* ve *Cold Brew* (14 saat) demleme yöntemleri ise en düşüktür ($p=0,030$). Tüm demlemelerin ikili karşılaştırmalarında ise *Espresso* demleme yönteminin TAA değeri V60, *French Press*, *Chemex*, *Cold Brew* (24 saat) ve Filtre Kahve demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşüktür (E-V: $p=0,047$; E-FP: $p=0,034$; E-C: $p=0,003$; E-CB24: $p=0,003$; E-F: $p<0,001$). Ek olarak, cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminin TAA değeri *Chemex*, *Cold Brew* (24 saat) ve Filtre Kahve demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşüktür (CTK-C: $p=0,021$; CTK-CB24: $p=0,019$; CTK-F: $p=0,003$). Ayrıca *Cold Brew* (14 saat) demleme yönteminin TAA değeri *Chemex*, *Cold Brew* (24 saat) ve Filtre Kahve demleme yöntemlerine kıyasla (CB14-C: $p=0,022$; CB14-CB24: $p=0,020$; CB14-F: $p=0,003$), Filtre Kahve demleme yönteminin makineyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemine kıyasla önemli düzeyde daha düşüktür (MTK-F: $p=0,010$).

Tüm demleme yöntemlerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TOA değerlerindeki genel karşılaştırmada *Espresso* demleme yöntemi en yüksek, *Aeropress* demleme yöntemi ise en düşüktür ($p=0,005$). Tüm demleme yöntemlerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki ikili karşılaştırmalarında ise *Aeropress* demleme yönteminin TOA değeri *French Press*, Filtre Kahve, V60 ve *Espresso* demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşüktür (A-FP: $p=0,048$; A-F: $p=0,036$; A-V: $p=0,006$; A-E: $p<0,001$). Ek olarak cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminin TOA değeri V60, *Cold Brew* (14 saat) ve *Espresso* demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşüktür (CTK-V: $p=0,032$; CTK-CB14: $p=0,004$; CTK-E: $p=0,003$). Ayrıca *Cold Brew* (24 saat) demleme yönteminin *Espresso* demleme yöntemine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TOA değerine sahip olduğu (CB24-E: $p=0,036$); *Chemex* demleme yönteminin *Espresso* demleme yöntemine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TOA değerine sahip olduğu saptanmıştır (C-E: $p=0,044$).

Çizelge 3.4. Yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinin demleme yöntemlerine göre karşılaştırılması

Demleme Yöntemleri		Yeşil				Kavrulmuş				
		TFM ¹ (mg/L)	TAA ² (mmol/L)	TOA ³ (µmol/L)	TFM ¹ (mg/L)	TAA ² (mmol/L)	TOA ³ (µmol/L)	p ^{1a}	p ^{2a}	p ^{3a}
Makine ile Türk Kahvesi	Ȳ±SS	163,91±12,93 ^{ACDE}	3,64±0,01 ^{ABC}	1,46±0,90 ^C	182,80±12,38 ^A	3,78±0,35 ^{ACD}	52,15±11,72 ^{ABCD}			
	Ortanca (Alt-Üst)	163,77 (148,41-179,89)	3,64 (3,61- 3,65)	1,27 (0,26- 2,80)	179,33 (164,33- 202,85)	3,66 (3,65-4,66)	55,18 (34,40 66,50)	0,016*	0,001*	0,001*
Cezve ile Türk Kahvesi	Ȳ±SS	171,55± 9,24 ^{AD}	3,65± 0,01 ^C	4,10 ±2,25 ^A	174,51±15,31 ^{ABC}	3,66±0,01 ^{CD}	49,96±8,34 ^{BD}			
	Ortanca (Alt-Üst)	172,48 (159,89-187,67)	3,64 (3,62-3,65)	3,84 (1,45-6,69)	175,63 (139,15-186,56)	3,66 (3,65-3,66)	49,00 (38,40-65,50)	0,371	0,002*	0,001*
Espresso	Ȳ±SS	133,96±24,23 ^B	3,64±0,01 ^{AC}	2,28±0,84 ^{ABCD}	174,00±2,43 ^{BC}	3,65±0,01 ^C	62,67±7,63 ^A			
	Ortanca (Alt-Üst)	136,56 (81,74-156,93)	3,64 (3,64-3,65)	2,53 (0,52-3,09)	172,85 (172,11-178,41)	3,66 (3,63-3,66)	60,35 (53,60-75,90)	0,001*	0,012*	0,001*
Filtre Kahve	Ȳ±SS	148,22±25,23 ^{BC}	3,64±0,01 ^{ABC}	2,92±4,34 ^{BD}	177,71±3,66 ^{AB}	3,67±0,01 ^B	54,27±10,88 ^{AC}			
	Ortanca (Alt-Üst)	160,44 (102,85-167,67)	3,64 (3,64-3,65)	0,90 (0,34-12,40)	178,41 (172,48-182,48)	3,66 (3,66-3,68)	57,30 (30,10-64,30)	0,001*	0,001*	0,001*
French Press	Ȳ±SS	136,37±44,21 ^{AB}	3,64±0,01 ^{AC}	1,66±1,19 ^{BCD}	181,51±4,90 ^A	3,66±0,01 ^{BD}	55,12±3,38 ^{ABC}			
	Ortanca (Alt-Üst)	155,81 (66,56-171,74)	3,64 (3,63-3,64)	1,32 (0,38-3,61)	179,89 (176,56-190,63)	3,66 (3,66-3,67)	56,05 (48,90-58,50)	0,001*	0,001*	0,001*
Cold Brew (24saat)	Ȳ±SS	156,69±24,11 ^{ACDE}	3,64±0,01 ^{AC}	3,61± 1,92 ^A	181,23±5,36 ^A	3,67±0,01 ^{AB}	53,70±4,95 ^{BCD}			
	Ortanca (Alt-Üst)	162,66 (108,04-183,22)	3,64 (3,63-3,66)	3,62 (0,85-6,18)	180,44 (173,96-188,78)	3,66 (3,66-3,67)	53,95 (43,60-60,30)	0,016*	0,001*	0,001*
Cold Brew (14saat)	Ȳ±SS	125,90±45,60 ^{BE}	3,63±0,01 ^B	3,02±0,93 ^{AD}	169,05±6,37 ^C	3,65±0,01 ^{CD}	62,46±8,92 ^{AC}			
	Ortanca (Alt-Üst)	142,11 (61,74-174,70)	3,63 (3,61-3,64)	3,37 (1,70-4,39)	167,48 (160,63-179,15)	3,66 (3,64-3,67)	61,90 (51,50-76,10)	0,016*	0,002*	0,001*

Ȳ:Ortalama, SS:Standart Sapma, α:Mann-Whitney U testi, β: Kruskal Wallis H testi A,B,C,D,E: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder p<0,05). *: Aynı satırdaki tüm örneklerin karşılaştırılmasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder (p<0,05). **: Aynı sütundaki tüm örneklerin karşılaştırılmasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder (p<0,05). MTK:Makine ile Türk Kahvesi, CTK:Cezve ile Türk Kahvesi, E:Espresso, F:Filtre Kahve, FP:French Press, CB14:Cold Brew 14 saat, CB24: Cold Brew 24 saat, V:V60, A:Aeropress, C:Chemex; Sütundaki ikili karşılaştırmalar (Yeşil TFM, E-CB24: p=0,030; E-MTK: p=0,009; E-C: p=0,002; E-CTK: p<0,001; E-A: p<0,001; CB14-C: p=0,013; CB14-CTK: p=0,003; CB14-A: p=0,002; F-CTK: p=0,026; FP-A: p=0,017; V60-A: p=0,037); (Yeşil TAA, CB14-V: p=0,045; CB14-E: p=0,024; CB14-FP: p=0,006; CB14-CB24: p=0,005; CB14-A: p=0,003; CB14-CTK: p<0,001; C-CTK: p=0,001; V-CB24: p=0,003; V-CB14: p=0,001; V-CTK: p=0,001; E-CB14: p=0,003; C-CB24: p=0,002; C-CTK: p=0,001; MTK-CB14: p=0,033; MTK-CB24: p=0,019; MTK-CTK: p=0,015; F-CB24: p=0,034; F-CTK: p=0,027; FP-CB24: p=0,048; FP-CTK: p=0,039); (Kavrulmuş TFM, CB14-F: p=0,027; CB14-MTK: p=0,004; CB14-CB24: p=0,002; CB14-FP: p=0,001; E-MTK: p=0,020; E- CB24: p=0,010; E-FP: p=0,006); (Kavrulmuş TAA, E-V: p=0,047; E-FP: p=0,034; E-C: p=0,003; E-CB24: p=0,003; E-F: p<0,001; CTK-C: p=0,021; CTK-CB24: p=0,019; CTK-F: p=0,003; CB14-C: p=0,022; CB14-CB24: p=0,020; CB14-F: p=0,003; F-MTK: p=0,010); (Kavrulmuş TOA, A-FP: p=0,048; A-F: p=0,036; A-V: p=0,006; A-E: p<0,001; CTK-V: p=0,032; CTK-CB14: p=0,004; CTK-E: p=0,003; CB24-E: p=0,036; C-E: p=0,044).

Çizelge 3.4. Devam

Demleme Yöntemleri		Yeşil		Kavrulmuş			
		TFM ¹ (mg/L)	TAA ² (mmol/L)	TOA ³ (µmol/L)	TFM ¹ (mg/L)	TAA ² (mmol/L)	TOA ³ (µmol/L)
V60	$\bar{X} \pm SS$	158,13±11,87 ^{AB}	3,64±0,01 ^{AC}	1,09±1,33 ^{BC}	175,39±5,72 ^{ABC}	3,66±0,01 ^{ABD}	57,90±4,32 ^{AC}
	Ortanca (Alt-Üst)	161,37 (133,22-168,78)	3,64 (3,64-3,64)	0,45 (0,19-3,54)	176,55 (163,96-183,59)	3,66 (3,66-3,67)	57,55 (52,08-63,80)
Aeropress	$\bar{X} \pm SS$	171,69±6,64 ^{CD}	3,65±0,01 ^{AC}	1,95±1,39 ^{ABCD}	174,47±11,53 ^{ABC}	3,66±0,01 ^{ABC}	45,35±8,47 ^D
	Ortanca (Alt-Üst)	173,03 (161,00-181,00)	3,65 (3,62-3,65)	1,91 (0,32-4,02)	177,48 (147,67-185,81)	3,66 (3,66-3,67)	44,30 (31,70-57,60)
Chemex	$\bar{X} \pm SS$	167,57±6,17 ^{ACD}	3,64±0,01 ^{AB}	1,01±0,94 ^{BC}	176,55±11,48 ^{ABC}	3,67±0,01 ^{AB}	54,21±5,21 ^{BCD}
	Ortanca (Alt-Üst)	168,78 (157,30-175,07)	3,64 (3,63-3,64)	0,58 (0,10-2,52)	178,59 (163,22-196,93)	3,66 (3,66-3,67)	52,55 (47,40-61,30)
p ^β		0,001**	0,034**	0,001**	0,015**	0,030**	0,005**

$\bar{X}$:Ortalama, SS:Standart Sapma, α :Mann-Whitney U testi, β Kruskal Wallis H testi A,B,C,D,E: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder (p<0,05). *: Aynı satırdaki tüm örneklerin karşılaştırılmasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder (p<0,05). **: Aynı sütundaki tüm örneklerin karşılaştırılmasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder (p<0,05). MTK:Makine ile Türk Kahvesi, CTK:Cezve ile Türk Kahvesi, E:Espresso, F:Filtre Kahve, FP:French Press, CB14:Cold Brew 14 saat, CB24: Cold Brew 24 saat, V:V60, A:Aeropress, C:Chemex; Sütundaki ikili karşılaştırmalar (Yeşil TFM, E-CB24: p=0,030; E-MTK: p=0,009; E-C: p=0,002; E-CTK: p<0,001; E-A: p<0,001; CB14-C: p=0,013; CB14-CTK: p=0,003; CB14-A: p=0,002; F-CTK: p=0,026; FP-A: p=0,017; V60-A: p=0,037); (Yeşil TAA, CB14-V: p=0,045; CB14-E: p=0,024; CB14-FP: p=0,006; CB14-CB24: p=0,005; CB14-A: p=0,003; CB14-CTK: p<0,001; C-CTK: p=0,027); (Yeşil TOA, V-CB14: p=0,003; V-CB24: p=0,001; V-CTK: p=0,001; C-CB14: p=0,003; C-CB24: p=0,002; C-CTK: p=0,001; MTK-CB14: p=0,033; MTK-CB24: p=0,019; MTK-CTK: p=0,015; F-CB24: p=0,034; F-CTK: p=0,027; FP-CB24: p=0,048; FP-CTK: p=0,039); (Kavrulmuş TFM, CB14-F: p=0,027; CB14-MTK: p=0,004; CB14-CB24: p=0,002; CB14-FP: p=0,001; E-MTK: p=0,020; E- CB24: p=0,010; E-FP: p=0,006); (Kavrulmuş TAA, E-V: p=0,047; E-FP: p=0,034; E-C: p=0,003; E-CB24: p=0,003; E-F: p<0,001; CTK-C: p=0,021; CTK-CB24: p=0,019; CTK-F: p=0,003; CB14-C: p=0,022; CB14-CB24: p=0,020; CB14-F: p=0,003; F-MTK: p=0,010); (Kavrulmuş TOA, A-FP: p=0,048; A-F: p=0,036; A-V: p=0,006; A-E: p<0,001; CTK-V: p=0,032; CTK-CB14: p=0,004; CTK-E: p=0,003; CB24-E: p=0,036; C-E: p=0,044).

Çizelge 3.5'te Etiyopya menşeli yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin demleme yöntemlerine göre TFM, TAA ve TOA sonuçları karşılaştırılarak verilmiştir. Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde *Espresso* ($p=0,020$), Filtre Kahve ($p=0,021$), *French Press* ($p=0,020$), *Cold Brew* (14 saat) ($p=0,021$), *V60* ($p=0,021$) ve *Chemex* ($p=0,021$) demleme yöntemlerinin TFM değerlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde makineyle yapılan Türk Kahvesi ($p=0,021$), Filtre Kahve ($p=0,020$), *French Press* ($p=0,021$), *Cold Brew* (24 saat) ($p=0,020$), *V60* ($p=0,019$), *Aeropress* ($p=0,021$) ve *Chemex* ($p=0,020$) demleme yöntemlerinin TAA değerlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinde yapılan tüm demleme yöntemlerinin TOA değerleri kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük olduğu saptanmıştır ($p=0,021$).

Tüm demleme yöntemlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM değerlerindeki genel karşılaştırmada cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminin en yüksek, *Cold Brew* (14 saat) demleme yönteminin ise en düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir ($p=0,020$). Tüm demleme yöntemlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki ikili karşılaştırmalarında ise *Cold Brew* (14 saat) demleme yönteminin *Cold Brew* (24 saat), makineyle yapılan Türk Kahvesi, *Chemex*, *Aeropress* ve cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TFM değerine sahip olduğu saptanmıştır (CB14-CB24: $p=0,017$; CB14-MTK: $p=0,008$; CB14-C: $p=0,005$; CB14-A: $p=0,003$; CB14-CTK: $p=0,001$). Ek olarak *Espresso* demleme yönteminin *Chemex*, *Aeropress* ve cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TFM değerine sahip olduğu saptanmıştır (E-C: $p=0,041$; E-A: $p=0,028$; E-CTK: $p=0,012$).

Tüm demleme yöntemlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TAA ve TOA değerlerindeki genel ve ikili karşılaştırmalarda ise önemli farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$).

Tüm demleme yöntemlerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM değerindeki genel ve ikili karşılaştırmalarda ise önemli farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$).

Tüm demleme yöntemlerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TAA değerlerindeki genel karşılaştırmada Filtre Kahve, V60 ve Chemex demleme yöntemlerinin en yüksek, Espresso ve Cold Brew (14 saat) demleme yöntemlerinin ise en düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir ($p=0,015$). Tüm demleme yöntemlerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki ikili karşılaştırmalarında ise Cold Brew (14 saat) demleme yönteminin Cold Brew (24 saat), Chemex, Aeropress, cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TAA değerine sahip olduğu saptanmıştır (CB14-CB24: $p=0,012$; CB14-C: $p=0,012$; CB14-V: $p=0,010$; CB14-F: $p=0,004$). Ek olarak kavrulmuş kahve çekirdeklerindeki Espresso demleme yönteminin Cold Brew (24 saat) Chemex, V60 ve Filtre Kahve demleme yöntemlerine göre önemli düzeyde daha düşük TAA değerine sahip olduğu saptanmıştır (E-CB24: $p=0,032$; E-C: $p=0,032$; E-V: $p=0,026$; E-F: $p=0,013$). Ayrıca cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminin V60 ve Filtre Kahve demleme yöntemlerine göre önemli düzeyde daha düşük TAA değerine sahip olduğu (CTK-V: $p=0,044$; CTK-F: $p=0,023$); makineyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminin Filtre Kahve demleme yöntemine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TAA değerine sahip olduğu saptanmıştır (MTK-F: $p=0,033$).

Tüm demleme yöntemlerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TOA değerlerindeki genel karşılaştırmada Espresso demleme yönteminin en yüksek, Aeropress demleme yönteminin ise en düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir ($p=0,038$). Tüm demleme yöntemlerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki ikili karşılaştırmalarında ise cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminin Cold Brew (24 saat), Filtre Kahve, Cold Brew (14 saat), V60 ve Espresso demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TOA değerine sahip olduğu saptanmıştır (CTK-CB24: $p=0,037$; CTK-F: $p=0,020$; CTK-CB14: $p=0,020$; CTK-V: $p=0,019$; CTK-E: $p=0,002$). Ek olarak Aeropress demleme yönteminin Filtre Kahve, Cold Brew (14 saat), V60 ve Espresso demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TOA değerine sahip olduğu saptanmıştır (A-F: $p=0,034$; A-CB14: $p=0,034$; A-V: $p=0,033$; A-E: $p=0,004$). Ayrıca Chemex demleme yönteminin Espresso demleme yöntemine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TOA değerine sahip olduğu saptanmıştır (C-E: $p=0,041$).

Çizelge 3.5. Etiyopya menşeli yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin demleme yöntemlerine göre karşılaştırılması

Demleme Yöntemleri	Yeşil			Kavrulmuş		
	TFM ¹ (mg/L)	TAA ² (mmol/L)	TOA ³ (μmol/L)	TFM ¹ (mg/L)	TAA ² (mmol/L)	TOA ³ (μmol/L)
Makine ile Türk Kahvesi						
Özet	168,03±12,29 ^{AC}	3,63±0,01	2,14±0,68	183,40±15,83	3,66±0,01 ^{AB}	47,74±12,73 ^{AB}
Ortanca (Alt-Üst)	169,52 (153,22-179,89)	3,63 (3,61-3,65)	2,30 (1,18-80)	183,22 (164,33-202,85)	3,66 (3,65-3,66)	47,13 (34,40-62,30)
Cezve ile Türk Kahvesi						
Özet	172,94±5,50 ^A	3,65±0,01	4,67±2,32	174,15±23,35	3,66±0,01 ^{BD}	43,56±3,49 ^B
Ortanca (Alt-Üst)	174,89 (165,07-176,93)	3,65 (3,62-3,65)	4,86 (2,27-6,69)	185,44 (139,15-186,56)	3,66 (3,65-3,66)	44,87 (38,40-46,10)
Espresso						
Özet	146,00±10,97 ^{BC}	3,64±0,01	2,04±1,14	174,14±2,91	3,65±0,01 ^B	59,20±5,42 ^A
Ortanca (Alt-Üst)	145,26 (136,56-156,93)	3,64 (3,64-3,65)	2,28 (0,52-3,09)	173,03 (172,11-178,41)	3,65 (3,63-3,66)	58,45 (53,60-66,30)
Filtre Kahve						
Özet	161,55±4,45 ^{AB}	3,64±0,01	5,07±5,62	178,13±2,01	3,67±0,01 ^C	52,36±15,15 ^{AD}
Ortanca (Alt-Üst)	160,63 (157,30-167,67)	3,64 (3,64-3,64)	3,64 (0,59-12,40)	178,41 (175,44-180,26)	3,66 (3,66-3,68)	57,62 (30,10-64,10)
French Press						
Özet	119,70±58,62 ^{AB}	3,64±0,01	2,01±1,68	179,98±1,06	3,66±0,01 ^{ABC}	52,40±2,58 ^{AB}
Ortanca (Alt-Üst)	120,63 (66,56-171,00)	3,64 (3,64-3,64)	2,03 (0,38-3,61)	179,89 (178,78-181,37)	3,66 (3,66-3,67)	52,95 (48,90-54,80)
Cold Brew (24saat)						
Özet	153,22±35,92 ^{AC}	3,65±0,01	4,79±1,46	177,57±3,37	3,66±0,01 ^{ACD}	54,45±2,79 ^{ACD}
Ortanca (Alt-Üst)	160,81 (108,04-183,22)	3,64 (3,64-3,66)	4,82 (3,37-6,18)	177,11 (173,96-182,11)	3,66 (3,66-3,67)	54,45 (51,30-57,60)
Cold Brew (14saat)						
Özet	87,85±30,47 ^B	3,64±0,01	3,20±0,54	168,49±5,16	3,65±0,01 ^B	56,02±4,92 ^{AB}
Ortanca (Alt-Üst)	80,63 (61,74-128,41)	3,64 (3,63-3,64)	3,43 (2,39-3,55)	167,48 (163,59-175,44)	3,65 (3,64-3,66)	55,25 (51,50-62,10)

Özet: Ortalama, SS: Standart Sapma, α: Mann-Whitney U testi, β: Kruskal Wallis H testi A, B, C, D: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder p<0,05). *: Aynı satırdaki tüm örneklerin karşılaştırılmasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder (p<0,05). **: Aynı sütundaki tüm örneklerin karşılaştırılmasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder (p<0,05). MTK: Makine ile Türk Kahvesi, CTK: Cezve ile Türk Kahvesi, FP: French Press, CB14: Cold Brew 14 saat, CB24: Cold Brew 24 saat, V: V60, A: Aeropress, C: Chemex, Sütundaki ikili karşılaştırmalar (Yeşil TFM, CB14-CB24; p=0,017; CB14-MTK; p=0,008; CB14-C; p=0,005; CB14-A: p=0,003; CB14-CTK; p=0,001; E-C: p=0,041; E-A: p=0,028; E-CTK; p=0,012); (Kavrulmuş TAA, CB14-CB24; p=0,012; CB14-C; p=0,012; CB14-V; p=0,010; CB14-F; p=0,004; E-CB24; p=0,032; E-C: p=0,032; E-V: p=0,026; E-F: p=0,013; CTK-V: p=0,044; CTK-F: p=0,023; p=MTK-F: 0,033); (Kavrulmuş TOA, CTK-CB24; p=0,037; CTK-F: p=0,020; CTK-CB14: p=0,020; CTK-V: p=0,019; CTK-E: p=0,002; A-F: p=0,034; A-CB14: p=0,034; A-V: p=0,033; A-E: p=0,004; C-E: p=0,041)

Çizelge 3.5. Devam

Demleme Yöntemleri	Yeşil			Kavrulmuş			p ^{1a}	p ^{2a}	p ^{3a}
	TFM ¹ (mg/L)	TAA ² (mmol/L)	TOA ³ (µmol/L)	TFM ¹ (mg/L)	TAA ² (mmol/L)	TOA ³ (µmol/L)			
V60	$\bar{X} \pm SS$	163,68±5,39 ^{AB}	3,64±0,01	1,76±1,71	178,50±3,82	3,67±0,01 ^{AC}	56,19±5,40 ^{AD}		
	Ortanca (Alt-Üst)	164,15 (157,67-168,78)	3,64 (3,64-3,64)	1,65 (0,19-3,54)	178,04 (174,33-183,59)	3,66 (3,66-3,67)	54,45 (52,08-63,80)	0,021*	0,019*
Aeropress	$\bar{X} \pm SS$	170,81±6,91 ^A	3,64±0,01	2,15±1,69	170,53±15,49	3,66±0,01 ^{ABC}	43,08±8,57 ^{BC}		
	Ortanca (Alt-Üst)	173,03 (161,00-176,19)	3,64 (3,62-3,65)	2,05 (0,49-4,02)	176,37 (147,67-181,74)	3,66 (3,66-3,67)	44,30 (31,70-52,03)	0,468	0,021*
Chemex	$\bar{X} \pm SS$	170,44±3,17 ^A	3,64±0,01	1,38±1,22	184,05±8,89	3,67±0,00 ^{ACD}	50,22±2,35 ^{BD}		
	Ortanca (Alt-Üst)	169,33 (168,04-175,07)	3,64 (3,63-3,64)	1,46 (0,10-2,52)	181,37 (176,56-196,93)	3,66 (3,66-3,67)	50,40 (47,40-52,70)	0,021*	0,020*
p ^β	0,020**	0,262		0,154	0,111	0,015**	0,038**		

$\bar{X}$:Ortalama, SS:Standart Sapma, α :Mann-Whitney U testi, β Kruskal Wallis H testi A,B,C,D: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder p<0,05). *: Aynı satırdaki tüm örneklerin karşılaştırılmasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder (p<0,05). **: Aynı sütundaki tüm örneklerin karşılaştırılmasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder (p<0,05). MTK:Makine ile Türk Kahvesi, CTK:Cezve ile Türk Kahvesi, E:Espresso, F:Filtre Kahve, FP:French Press, CB14:Cold Brew 14 saat, CB24:Cold Brew 24 saat, V:V60, A:Aeropress, C:Chemex; Sütundaki ikili karşılaştırmalar (Yeşil TFM, CB14-CB24; p=0,017; CB14-MTK; p=0,008; CB14-C: p=0,005; CB14-A: p=0,003; CB14-CTK: p=0,001; E-C: p=0,028; E-A: p=0,041; E-A: p=0,041; E-A: p=0,028; E-CTK: p=0,012); (Kavrulmuş TAA, CB14-CB24; p=0,012; CB14-C: p=0,010; CB14-F: p=0,004; E-CB24; p=0,032; E-C: p=0,026; E-V: p=0,013; CTK-V: p=0,044; CTK-F: p=0,023; p=MTK-F: 0,033); (Kavrulmuş TOA, CTK-CB24; p=0,037; CTK-F: p=0,020; CTK-CB14; p=0,020; CTK-V: p=0,019; CTK-E: p=0,002; A-F: p=0,034; A-CB14: p=0,033; A-E: p=0,004; C-E: p=0,041)

Çizelge 3.6'da Guatemala menşeli yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin demleme yöntemlerine göre TFM, TAA ve TOA sonuçları karşılaştırılarak verilmiştir. Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde *Espresso* ($p=0,020$), Filtre Kahve ($p=0,021$), *French Press* ($p=0,021$), *Cold Brew* (24 saat) ($p=0,021$) ve *V60* ($p=0,043$) demleme yöntemlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde yapılan tüm demleme yöntemlerinin TAA değerlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu olduğu saptanmıştır (sırasıyla $p=0,020$; $p=0,019$; $p=0,020$; $p=0,020$; $p=0,020$; $p=0,021$; $p=0,021$; $p=0,020$; $p=0,019$; $p=0,020$).

Yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinde yapılan tüm demleme yöntemlerinin TOA değerleri karşılaştırıldığında kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük olduğu olduğu saptanmıştır ($p=0,021$).

Tüm demleme yöntemlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM ve TAA değerlerindeki genel ve ikili karşılaştırmalarda ise önemli farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$).

Tüm demleme yöntemlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TOA değerlerindeki genel karşılaştırmada cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminin en yüksek, *V60* demleme yönteminin ise en düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir ($p=0,004$). Tüm demleme yöntemlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki ikili karşılaştırmalarında ise *V60* demleme yönteminin *Cold Brew* (24 saat), *Espresso*, *Cold Brew* (14 saat) ve cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TOA değerine sahip olduğu saptanmıştır (V-CB24: $p=0,018$; V-E: $p=0,003$; V-CB14: $p=0,003$; V-CTK: $p=0,002$). Ek olarak *Chemex* demleme yönteminin *Espresso*, *Cold Brew* (14 saat) ve cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TOA değerine sahip olduğu saptanmıştır (C-E: $p=0,012$; C-CB14: $p=0,011$; C-CTK: $p=0,009$). Ayrıca Filtre Kahve demleme yönteminin *Espresso*, *Cold Brew* (14 saat) ve cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TOA değerine sahip olduğu (F-E: $p=0,022$; F-CB14: $p=0,020$; F-CTK: $p=0,017$); makineyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminin *Espresso*, *Cold Brew* (14 saat) ve cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük

TOA değerine sahip olduğu saptanmıştır (MTK-E: $p=0,022$; MTK-CB14: $p=0,021$; MTK-CTK: $p=0,018$).

Tüm demleme yöntemlerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM değerlerindeki genel karşılaştırmada *Cold Brew* (24 saat) demleme yöntemi en yüksek, *Chemex* demleme yöntemi ise en düşüktür ($p=0,032$). Tüm demleme yöntemlerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki ikili karşılaştırmalarında ise *Chemex* demleme yönteminin TFM değeri makineyle yapılan Türk Kahvesi, *French Press* ve *Cold Brew* (24 saat) demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşüktür (C-MTK: $p=0,047$; C-FP: $p=0,017$; C-CB24: $p=0,004$). Ek olarak, *Cold Brew* (14 saat) demleme yönteminin *French Press* ve *Cold Brew* (24 saat) demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TFM değerine sahip olduğu (CB14-FP: $p=0,028$; CB14-CB24: $p=0,007$); *Espresso* demleme yönteminin *French Press* ve *Cold Brew* (24 saat) demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TFM değerine sahip olduğu saptanmıştır (E-FP: $p=0,042$; E-CB24: $p=0,012$). Ayrıca *V60* demleme yönteminin TFM değeri *French Press* ve *Cold Brew* (24 saat) demleme yöntemlerine kıyasla (V-FP: $p=0,042$; V-CB24: $p=0,012$); cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminin ise *Cold Brew* (24 saat) demleme yöntemine kıyasla önemli düzeyde daha düşüktür (CTK-CB24: $p=0,028$).

Tüm demleme yöntemlerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TAA değerindeki genel ve ikili karşılaştırmalarda ise önemli farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$).

Tüm demleme yöntemlerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TOA değerlerindeki genel karşılaştırmada *Cold Brew* (14 saat) demleme yöntemi en yüksek, *Aeropress* demleme yöntemi ise en düşüktür ($p=0,044$). Tüm demleme yöntemlerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki ikili karşılaştırmalarında ise *Aeropress* demleme yönteminin TOA değeri *V60*, *Espresso*, *Cold Brew* (14 saat) demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşüktür (A-V: $p=0,046$; A-E: $p=0,007$; A-CB14: $p=0,001$). Ek olarak, *Cold Brew* (24 saat) demleme yönteminin TOA değeri *Espresso* ve *Cold Brew* (14 saat) demleme yöntemlerine kıyasla önemli düzeyde daha düşüktür (CB24-E: $p=0,041$, CB24-CB14: $p=0,007$). Ayrıca cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminin *Cold Brew* (14 saat) demleme yöntemine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TOA değerine sahip olduğu (CTK-CB14: $p=0,015$); Filtre Kahve demleme yönteminin *Cold Brew* (14 saat) demleme yöntemine göre önemli düzeyde daha düşük TOA değerine sahip olduğu saptanmıştır (F-CB14: $p=0,018$).

Çizelge 3.6. Guatemala menşeli yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin demleme yöntemlerine göre karşılaştırılması

Demleme Yöntemleri	Yeşil			Kavrulmuş			
	TFM ¹ (mg/L)	TAA ² (mmol/L)	TOA ³ (µmol/L)	TFM ¹ (mg/L)	TAA ² (mmol/L)	TOA ³ (µmol/L)	
Makine ile Türk Kahvesi	$\bar{X} \pm SS$	159,79±13,92	3,64±0,01	0,78±0,47 ^{BC}	182,20±10,31 ^{AC}	3,91±0,49	56,57±10,32 ^{ABC}
	Ortanca (Alt-Üst)	156,74 (148,41-177,30)	3,64 (3,63-3,65)	0,76 (0,26-1,37)	177,30 (176,56-197,67)	3,66 (3,66-4,66)	58,70 (42,40-66,50)
Cezve ile Türk Kahvesi	$\bar{X} \pm SS$	170,16±12,80	3,64±0,01	3,54±2,37 ^A	174,88±1,23 ^{AB}	3,66±0,00	56,37±6,38 ^{BCD}
	Ortanca (Alt-Üst)	166,55 (159,89-187,67)	3,64 (3,64-3,65)	3,17 (1,45-6,39)	175,07 (173,22-176,19)	3,66 (3,65-3,66)	54,05 (51,90-65,50)
Espresso	$\bar{X} \pm SS$	121,92±29,39	3,64±0,01	2,51±0,44 ^A	173,87±2,31 ^{AB}	3,66±0,01	66,15±8,62 ^{AD}
	Ortanca (Alt-Üst)	127,85 (81,74-150,26)	3,64 (3,64-3,64)	2,56 (1,97-2,97)	172,85 (172,48-177,30)	3,66 (3,65-3,66)	65,65 (57,40-75,90)
Filtre Kahve	$\bar{X} \pm SS$	134,88±31,48	3,64±0,01	0,78±0,47 ^{BC}	177,29±5,17 ^{ABCD}	3,67±0,01	56,19±6,08 ^{BCD}
	Ortanca (Alt-Üst)	137,11 (102,85-162,48)	3,64 (3,64-3,65)	0,74 (0,34-1,30)	177,11 (172,48-182,48)	3,66 (3,66-3,67)	54,71 (51,03-64,30)
French Press	$\bar{X} \pm SS$	153,03±19,60	3,64±0,01	1,31±0,46 ^{ABC}	183,04±6,99 ^{CE}	3,66±0,01	57,85±0,50 ^{ABC}
	Ortanca (Alt-Üst)	155,81 (128,78-171,74)	3,64 (3,63-3,64)	1,32 (0,78-1,85)	182,48 (176,56-190,63)	3,66 (3,66-3,67)	57,80 (57,30-58,50)
Cold Brew (24saat)	$\bar{X} \pm SS$	160,16±5,89	3,64±0,01	2,43±1,66 ^{ABD}	184,89±4,49 ^{CD}	3,66±0,01	52,95±6,92 ^{CB}
	Ortanca (Alt-Üst)	162,66 (151,37-163,96)	3,64 (3,63-3,65)	2,36 (0,85-4,15)	186,00 (178,78-188,78)	3,66 (3,66-3,67)	53,95 (43,60-60,30)
Cold Brew (14saat)	$\bar{X} \pm SS$	163,96±7,97	3,62±0,01	2,84±1,27 ^A	169,61±8,20 ^{AB}	3,66±0,01	68,90±7,15 ^A
	Ortanca (Alt-Üst)	162,66 (155,81-174,70)	3,62 (3,61-3,63)	2,63 (1,70-4,39)	169,33 (160,63-179,15)	3,66 (3,65-3,67)	68,90 (61,70-76,10)
						0,386	0,021*

$\bar{X}$:Ortalama, SS:Standart Sapma, α :Mann-Whitney U testi, β Kruskal Wallis H testi A,B,C,D,E: Aynı sütundaki farklı harfler örnekler arasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder p<0,05). *: Aynı satırdaki tüm örneklerin karşılaştırılmasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder (p<0,05). MTK:Makine ile Türk Kahvesi, CTK:Cezve ile Türk Kahvesi, E:Espresso, F:Filtre Kahve, FP:French Press, CB14:Cold Brew 14 saat, CB24: Cold Brew 24 saat, V:V60, A:Aeropress, C:Chemex; Sütundaki ikili karşılaştırmalar (Yeşil TOA, V-CB24: p=0,018; V-E: p=0,003; V-CB14: p=0,003; V-CTK: p=0,002; C-E: p=0,012; C-CB14: p=0,011; C-CTK: p=0,009; F-E: p=0,022; F-CB14: p=0,020; F-CTK: p=0,017; MTK-E: p=0,022; MTK-CB14: p=0,021; MTK-CTK: p=0,018); (Kavrulmuş TFM, C-MTK: p=0,047; C-FP: p=0,017; C-CB24: p=0,004; CB14-FP: p=0,028; CB14-CB24: p=0,007; E-FP: p=0,042; E-CB24: p=0,012; V-FP: p=0,042; V-CB24: p=0,012; CTK-CB24: p=0,028); (Kavrulmuş TOA, A-V: p=0,046; A-E: p=0,007; A-CB14: p=0,001, CB24-E: p=0,041, CB24-CB14: p=0,007, CTK-CB14: p=0,015, F-CB14: p=0,018).

Çizelge 3.7’de yeşil ve kavrulmuş öğütölmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinin geleneksel ve yeni nesil demleme yöntemlerine göre TFM, TAA ve TOA değeri karşılaştırılarak verilmiştir.

Yeşil ve kavrulmuş öğütölmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değeri karşılaştırıldığında geleneksel ve yeni nesil demleme yöntemleri arasında önemli farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$).

Geleneksel demleme yöntemleri uygulanan kavrulmuş öğütölmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değeriye yeşil öğütölmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,001$). Yeni nesil demleme yöntemleri uygulanan kavrulmuş öğütölmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değeriye yeşil öğütölmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,001$).

Çizelge 3.7. Yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinin geleneksel ve yeni nesil demleme yöntemlerine göre karşılaştırılması

Demleme Yöntemleri		Yeşil			Kavrulmuş			p ^{1a}	p ^{2a}	p ^{3a}
		TFM ¹ (mg/L)	TAA ² (mmol/L)	TOA ³ (μmol/L)	TFM ¹ (mg/L)	TAA ² (mmol/L)	TOA ³ (μmol/L)			
Geleneksel	$\bar{X} \pm SS$	154,41±23,46	3,64±0,00	2,69±2,59	177,26±10,23	3,69±0,17	54,76±10,51			
	Ortanca (Alt-Üst)	160,63 (81,74- 187,67)	3,64 (3,61-3,65)	2,10 (0,26-12,40)	176,74 (139,15-202,85)	3,66 (3,63-4,66)	56,55 (30,10-75,90)			
Yeni Nesil	$\bar{X} \pm SS$	152,72±31,54	3,64±0,00	2,06±1,58	176,37±8,75	3,66±0,00	54,79±7,86	<0,001*	<0,001*	<0,001*
	Ortanca (Alt-Üst)	163,59 (61,74-183,22)	3,64 (3,61-3,66)	1,77 (0,10-6,18)	177,67 (147,67-196,93)	3,66 (3,64-3,67)	54,55 (31,70-76,10)			
p ^a		0,937	0,104	0,772	0,530	0,425	0,483			

$\bar{X}$: SS:Standart Sapma, α :Mann-Whitney U testi *: Ayrı ayrı tüm örneklerin karşılaştırılmasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder p<0,05).

Çizelge 3.8’de Etiyopya menşeli yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin geleneksel ve yeni nesil demleme yöntemlerine göre TFM, TAA ve TOA sonuçları karşılaştırılarak verilmiştir.

Yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerleri karşılaştırıldığında geleneksel ve yeni nesil demleme yöntemleri arasında önemli farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$).

Geleneksel demleme yöntemleri uygulanan kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,001$; $p<0,001$). Yeni nesil demleme yöntemleri uygulanan kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,001$).

Çizelge 3.8. Etiyopya menşeli yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin geleneksel ve yeni nesil demleme yöntemlerine göre karşılaştırılması

Demleme Yöntemleri	Yeşil			Kavrulmuş		
	TFM ¹ (mg/L)	TAA ² (mmol/L)	TOA ³ (µmol/L)	TFM ¹ (mg/L)	TAA ² (mmol/L)	TOA ³ (µmol/L)
Geleneksel						
$\bar{X} \pm SS$	162,13±13,20	3,64±0,01	3,48±3,13	177,45±13,30	3,66±0,00	50,71±11,07
Ortanca						
(Alt-Üst)	(136,56-179,89)	(3,61-3,65)	(0,52-12,40)	(139,15-202,85)	(3,63-3,68)	(30,10-66,30)
Yeni Nesil						
$\bar{X} \pm SS$	144,28±41,57	3,64±0,00	2,55±1,73	176,52±8,88	3,67±0,00	52,06±6,36
Ortanca						
(Alt-Üst)	(61,74-183,22)	(3,62-3,66)	(0,10-6,18)	(147,67-196,93)	(3,64-3,67)	(31,70-63,80)
p^a	0,699	0,825	0,825	0,553	0,164	0,890

$\bar{X}$: SS:Standart Sapma, α :Mann-Whitney U testi *: Aynı satırdaki tüm örneklerin karşılaştırılmasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder p<0,05).

Çizelge 3.9’da Guatemala menşeli yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin geleneksel ve yeni nesil demleme yöntemlerine göre TFM, TAA ve TOA sonuçları karşılaştırılarak verilmiştir.

Yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerleri karşılaştırıldığında geleneksel ve yeni nesil demleme yöntemleri arasında önemli farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$).

Geleneksel demleme yöntemleri uygulanan kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,001$). Yeni nesil demleme yöntemleri uygulanan kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,001$).

Çizelge 3.9. Guatemala menşeli yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin geleneksel ve yeni nesil demleme yöntemlerine göre karşılaştırılması

Demleme Yöntemleri		Yeşil		Kavurulmuş			
	TFM ¹ (mg/L)	TAA ² (mmol/L)	TOA ³ (µmol/L)	TFM ¹ (mg/L)	TAA ² (mmol/L)	TOA ³ (µmol/L)	
Geleneksel	$\bar{X} \pm SS$	146,69±28,91	3,65±0,00	1,90±1,65	177,06±6,25	3,72±0,24	58,82±8,41
	Ortanca (Alt-Üst)	155,07 (81,74-187,67)	3,64 (3,63-3,65)	1,41 (0,26-6,39)	175,63 (172,48-197,67)	3,66 (3,65-4,66)	57,40 (42,40-75,90)
Yeni Nesil	$\bar{X} \pm SS$	161,16±12,50	3,64±0,00	1,56±1,27	176,21±8,81	3,66±0,00	57,52±8,39
	Ortanca (Alt-Üst)	163,03 (128,78-181,00)	3,64 (3,61-3,65)	1,16 (0,27-4,39)	177,48 (160,63-190,63)	3,66 (3,65-3,67)	58,20 (39,70-76,10)
p ^a		0,082	0,135	0,516	0,740	0,278	1,000

$\bar{X}$:Ortalama, SS:Standart Sapma, α :Mann-Whitney U testi *: Aynı satırdaki tüm örneklerin karşılaştırılmasında istatistiksel açıdan önemli farklılığı ifade eder p<0,05).

4. TARTIŞMA

Kahvenin bileşiminde yer alan klorojenik asitler, melanoidinler, trigonelin, kafestol, kahveol ve kafein gibi bileşikler önemli antioksidan kaynaklarını oluşturmaktadır. Kahvenin toplam fenolik madde içeriği, antioksidan ve oksidan aktivitesi doğal bileşenleriyle beraber işleme aşamalarında oluşan bileşiklerle ilişkilidir (Pérez-Hernández vd., 2012). Literatürde kahvenin yüksek fenolik madde içeriğinin antioksidan aktivitesinde etkili olduğu görülürken, aynı zamanda kavurma, demleme, öğütme aşaması ile menşei gibi nedenlerle farklı sonuçların çıktığı çalışmalar yer almaktadır (Farah ve Duarte, 2015; Górecki ve Hallmann, 2020; Moreira vd., 2012; Oboh vd., 2015).

Demlenen kahvenin kimyasal bileşimi, menşei ve iklim gibi çevresel koşulların yanı sıra işleme, kavurma, öğütme ve yapım teknikleri gibi birçok faktöre de bağlıdır. Demlenmiş kahvenin hoş aroması, tadı, rengi, kahvenin kimyasal bileşiminde değişikliklere yol açan kavurma işleminden etkilenmektedir. Ancak sağlık üzerindeki olumlu etkilerine dair kanıtların artması ile birlikte yeşil kahve de bireyler tarafından tercih edilmeye başlanmıştır (Bosso vd., 2023; Roshan vd., 2018).

Yeşil kahvenin bileşiminde bulunan fenolik bileşikler, antioksidan kapasiteye etki etmekte ve bu bileşimler demleme yöntemlerinden etkilenmektedir. Kavurma işlemi kahvenin çözünürlüğünü ve aromasını etkilese de istenmeyen bileşiklerin oluşmasına ya da var olan bileşik kayıplarına neden olabilmektedir. Bu yönüyle yeşil kahvenin daha az işlenerek yapılan demleme yöntemlerinin uygulanmasıyla elde edilecek sonuçlar sağlık üzerindeki etkileri açısından önemli bir yere sahiptir (Muñoz vd., 2020; Wolska vd., 2017).

Kavurma işlemi, kahvenin kimyasal ve biyolojik yapısını etkileyen önemli bir aşamadır. Bu nedenle yapılan çalışmalarda kahve çekirdeklerinin kavrulmasıyla, antioksidan aktivite ve toplam fenolik içerikleri arasındaki korelasyonlara ilişkin farklı sonuçların bildirildiği görülmektedir (Alnsour vd., 2022; Ludwig vd., 2013; Muñoz vd., 2020; Saeed Alkaltham vd., 2020). Bu çalışmada demleme yöntemleri uygulanmamış yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla TFM değeri önemli düzeyde daha yüksek, TAA değeri ise düşük bulunmuştur (Çizelge 3.1). Aroufai (2020) tarafından Etiyopya ve *Guatemala* menşei kahvelerin de dahil edildiği farklı menşei kahve çekirdekleriyle yapılan çalışmada paralel olarak yeşil kahve çekirdeklerinin

TFM değeri yüksek ve kavrulmuş çekirdeklerin de TAA değeri anlamlı olarak yüksek çıkmıştır. Mehaya ve Mohammad'in (2020) Etiyopya menşeli kahve çekirdekleri ile yaptığı çalışmada yeşil kahve çekirdeklerinde anlamlı olarak TFM değeri yüksek ve TAA değeri ise düşük bulunmuştur. Kavrulmuş kahvede, kavurma sırasında oluşan melanoidinler, serbest klorojenik asidin bozulması nedeniyle azalan antioksidan kapasiteyi telafi edebilir. Bunlara ek olarak kavurma esnasında klorojenik asidin kayba uğraması da toplam fenolik maddedeki farklılığı açıklayabilir. Yapılan bir diğer çalışmada, farklı olarak hem antioksidan aktivite hem de toplam fenolik madde içeriği orta derecede kavrulmuş farklı menşeli kahvelerde yeşil kahvelere göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (Liao vd., 2022). Toplam fenolik madde içeriğinin farklı çıkmasının nedeni kahvelerin ekstraktlarının alınma yöntemlerinin değişiklik göstermesinden kaynaklanabilir. *Guatemala* menşeli yeşil ve kavrulmuş kahve çekirdeğinin dahil edildiği farklı bir çalışmada yeşil kahve çekirdeğinde kavrulmuşla kıyasla anlamlı olarak daha yüksek TFM ve TAA değeri gözlenmiştir (Song vd., 2018). Kavurma işlemi, kahvedeki antioksidan özelliği yüksek fenolik bileşiklerin kaybına neden olduğundan, yüksek sıcaklıkların antioksidan aktiviteyi olumsuz etkilediği söylenebilir. Yapılan başka bir çalışmada, kavruktan *Arabica* kahve çekirdeklerinde TFM değeri yüksek bulunmuştur (Alves vd., 2010). Bu farklılıklar kullanılan kahve çeşitlerinde bulunan toplam fenolik içeriğinin değişiklik göstermesine bağlı olarak ortaya çıkabilir.

Demleme kahvenin kavurmadan sonraki en önemli aşamalarından biridir ve kahvenin farklı bileşenlerinin ortaya çıkmasına katkıda bulunmaktadır (Kaur vd., 2018; Safdar vd., 2016). Bazı otoriteler, kavurma sırasında biyoaktif bileşenlerin kaybı nedeniyle yeşil kahvenin demlenme sonrası, kavrulmuş kahveye göre daha fazla antioksidan özelliğe sahip olduğunu bulmuşlardır (Perrone vd., 2012). Diğer yandan Liang vd. (2016), yaptığı bir araştırmada, kavrulmuş kahvenin aslında demlenme sonrası yeşil kahveden daha yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin TFM ve TAA değerleri yeşil öğütülmüş kahveye kıyasla anlamlı olarak daha yüksek saptanmıştır (Çizelge 3.2). Benzer olarak yapılan bir diğer çalışmada, antioksidan aktivite analizleri, yeşil ve kavrulmuş kahve demlemeleri arasında önemli bir fark göstermemekle birlikte kavrulmuş kahvenin TAA ve TFM değeri yeşil kahveye göre daha yüksek bildirilmiştir (Muñoz vd., 2020). Bu sonuçlar kavurma sırasında ortaya çıkan tüm bileşiklerin diğer bazı maddelerin kaybını telafi ederek, demleme işlemi yapılmasıyla da antioksidan kapasiteyi artırabileceğini gösterebilir.

Kahve çekirdeklerindeki biyoaktif kimyasalların konsantrasyonu coğrafi köken, tarımsal teknikler, işleme ve depolama gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Górecki ve Hallmann, 2020; Haile vd., 2020; Król vd., 2020). Bu çalışmada, Etiyopya menşeli ve Guatemala menşeli kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin TFM ve TAA değerleri yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.3). Aroufai vd.'nin (2022) çalışmasında, farklı olarak Etiyopya ve Guatemala menşeli yeşil kahve çekirdeklerinin TFM değeri aynı menşeli kavrulmuş kahve çekirdeklerine kıyasla daha yüksek, TAA değeri ise benzer olarak daha düşük bulunmuştur. Bu çalışmada yeşil öğütülmüş kahve çekirdekleri karşılaştırıldığında önemli bir farklılık elde edilmemesine rağmen Guatemala menşeli öğütülmüş kahve çekirdeklerinin Etiyopya menşeli öğütülmüş kahve çekirdeklerine göre TFM değeri daha yüksek ve TAA değeri daha düşük ölçülmüştür (Çizelge 3.3). Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdekleri karşılaştırıldığında ise önemli bir farklılık elde edilmemesine rağmen Etiyopya menşeli öğütülmüş kahve çekirdeklerinin TFM değeri Guatemala menşeli öğütülmüş kahve çekirdeklerine göre daha yüksek ve TAA değeri daha düşük ölçülmüştür (Çizelge 3.3). Aroufai vd.'nin (2022) çalışmasında yeşil kahve çekirdeklerinin menşeleri karşılaştırıldığında, farklı olarak TFM değeri Etiyopya menşeli kahve çekirdeğinde Guatemala menşeli kahve çekirdeğine kıyasla daha yüksek, TAA değeri ise benzer olarak Etiyopya menşeli kahve çekirdeğinde daha yüksek ölçülmüştür. Kavrulmuş kahve çekirdekleri karşılaştırıldığında ise Etiyopya menşeli kahve çekirdeklerinde TFM ve TAA değeri Guatemala menşeli kahve çekirdeklerine göre daha yüksek bildirilmiştir. Yapılan analizde kullanılan kahve örneklerinin demlenme işlemlerinin uygulanması sonrası elde edilmesi ya da demlenme işlemleri uygulanmaksızın ekstraktlarından alınması bu çalışma ile paralellik göstermeyen sonuçları açıklayabilir. Bunun yanı sıra kahvenin menşei, toplanması, işlenmesi ve hazırlanması kahvede bulunan bileşenleri etkileyebilir. Kahvenin biyokimyasal içeriği çevre farklılığından dolayı bölgeler arasında da farklılık gösterebilir.

Demleme yöntemleri, kullanılan ekipmanlar ve sıcaklık genellikle bileşiklerin çözünürlüğünü büyük ölçüde etkilemektedir. Dolayısıyla demleme yöntemleri farklılık oluşturmaktadır (Cordoba vd., 2020; Kaur vd., 2018). Bu çalışmada kavrulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinde *Cold Brew* (14 saat) demleme yönteminin TFM ve TAA değerleri yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek saptanmıştır. Kavrulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinde yeşil öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerine kıyasla *Chemex* demleme yönteminin önemli farklılık elde edilmemesine rağmen TFM

değeri daha yüksek, TAA değeri ise anlamlı olarak daha yüksek saptanmıştır (Çizelge 3.4). Üç farklı menşeli kahve çekirdekleri kullanılarak yapılan bir başka çalışmada da iki farklı menşeli çekirdeklerde yapılan *Chemex* ve *Cold Brew* (12 saat) demleme yönteminin TFM değeri kavrulmuş kahve çekirdeklerinde yeşil kahve çekirdeklerine kıyasla daha yüksek, TAA değeri de *Chemex* demleme yöntemi için kavrulmuş kahve çekirdeklerinde yüksek iken, *Cold Brew* (12 saat) demleme yöntemi için ise yeşil kahve çekirdeklerine kıyasla kavrulmuş kahve çekirdeklerinde daha düşük bulunmuştur (Bilge, 2020). *Cold Brew* demleme yöntemindeki TAA sonucunun farklı çıkması, demleme süresinin daha kısa olmasının bir etkisiyle kaynaklanabilir.

Bu çalışmada yeşil öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinde cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminin önemli düzeyde en yüksek TAA değerine sahip olduğu bildirilmiştir (Çizelge 3.4). Basit demleme, *Espresso*, *French Press* ve cezve ile yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminin dahil edildiği yeşil kahve çekirdeklerinde yapılan bir çalışmada aynı şekilde cezveyle yapılan Türk Kahvesi yönteminde antioksidan kapasite en yüksek ölçülmüştür (Wolska vd., 2017). Türk Kahvesi demleme yönteminde pişirme süresinin daha uzun olması kahvenin içindeki antioksidan aktivite gösteren bileşimleri artırabilmesi özelliği ile bu sonucu destekleyebilir.

Bu çalışmada kavrulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinde demleme yöntemlerinin TFM ve TAA değerleri anlamlılık göstermekte olup ikili karşılaştırmada V60 demleme yöntemi ile *Cold Brew* (24 saat) demleme yöntemi arasında önemli fark elde edilmemesine rağmen V60 demleme yönteminde TFM ve TAA değerleri daha düşük ölçülmüştür (Çizelge 3.4). Stanek vd. (2021) farklı menşeli kavrulmuş kahve çekirdekleriyle yaptıkları çalışmada, farklı olarak V60 demleme yönteminde soğuk demleme yöntemine göre anlamlı olarak TFM ve TAA değerlerinin daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Bu sonucun nedeni kahvelerin öğütülme derecelerinin aynı olmaması ve buna bağlı olarak çözünürlüklerinin değişmesi ile demleme yönteminde kullanılan kahve/su oranının (1/16) farklı olması ve demleme sürelerinin değişkenlik göstermesinden kaynaklanabilir. Bu çalışmada kavrulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinde *Espresso* ve cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemlerinde Filtre Kahve demleme yöntemine kıyasla önemli düzeyde daha düşük TAA değeri ölçülmüştür (Çizelge 3.4). Gorjanović vd. (2017) hazır kahve, *Espresso*, Filtre Kahve ve cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemi ile yaptıkları çalışmada farklı olarak antioksidan değeri hazır kahvede en yüksek, *Espresso*, Filtre Kahve ve Türk Kahvesi demleme örneklerinde ise

sonuçları benzer bulmuştur. Yapılan demleme yöntemlerinde musluk suyunun kullanılması, su/kahve oranının aynı olmaması ile kahve örneklerinin analizinin demleme işlemlerinden hemen sonra depolanmadan yapılması farklılığın nedenini açıklayabilir.

Bu çalışmada kavrulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinde TFM ve TAA değerine bakıldığında demleme yöntemleri arasında anlamlı farklılık bulunmuş olup, *Cold Brew* (24 saat) demleme yönteminin TFM ve TAA değeri sıcak demleme yöntemlerine göre daha yüksek ölçülmüştür (Çizelge 3.4). Yapılan bir çalışmada benzer olarak soğuk demleme yöntemi ile yapılan kavrulmuş kahvelerde TFM ve TAA değeri sıcak demleme yöntemlerine göre anlamlı olarak yüksek saptanmıştır (Kang vd., 2020). Soğuk demleme yöntemlerinde TFM değerlerinin yüksek çıkması, daha uzun demleme süreleri sayesinde kahve çekirdeğinin daha derinlerinde bulunan bileşiklerin ekstrakte edilmesinden kaynaklanabilir. Bunlara ek olarak, buharlaşmaya bağlı uçucu aromatik bileşiklerin kaybı, soğuk demlemede yüksek sıcaklıkta demlemeye göre daha az belirgindir ve bu da sonuçların farklılaşmasına yol açabilir. Yüksek sıcaklığa uzun süre maruz kalacak şekilde yapılan demlemelerin sonucu antioksidanların yok olması nedeniyle, soğuk demlenmiş kahve, sıcak demlenmiş kahveye göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu düşünülebilir. Başka bir çalışma, orta derecede kavrulmuş kahve çekirdeklerinde sıcak demleme yapılmasının soğuk demlemeye göre farklı olarak toplam fenolik madde içeriğinin ve antioksidan aktivitenin önemli ölçüde daha yüksek sonuçlandığını bulmuştur (Pan vd., 2023). Sıcak ve soğuk demlemelerdeki demlenme süresi farkı, demleme sonrası örneklerin filtrelenerek depolanmadan analizlerinin yapılması ve çeşitli menşeli kahve çekirdeklerinin kullanılması sonuçlardaki farklılığın kaynağını oluşturabilir.

Bu çalışmada kavrulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinde *Cold Brew* (24 saat) demleme yönteminin *Cold Brew* (14 saat) demleme yöntemine kıyasla TFM ve TAA değeri sıcak demleme yöntemlerine göre önemli düzeyde daha yüksek ölçülmüştür (Çizelge 3.4). Orta derecede kavrulmuş kahve çekirdeklerinin 12 ve 24 saatlik soğuk demlenme örneklerinin incelendiği bir çalışmada önemli bir farklılık elde edilmemesine rağmen benzer olarak 24 saatlik demlemede toplam fenolik madde içeriğinin ve antioksidan aktivitelerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Han vd., 2020). Soğuk demlenmiş kahve için kullanılan daha uzun demleme süreleri kahve taneciklerinin suyla temasını artırmasıyla kimyasal ekstraksiyonun daha hızlı meydana gelmesini sağlayarak kahvenin fenolik madde ve antioksidan bileşimini artırabilir.

Bu çalışmada, Etiyopya menşeli yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinde TFM değeri *Cold Brew* (24 saat) demleme yönteminde *Cold Brew* (14 saat) demleme yöntemine kıyasla önemli düzeyde yüksek ve Guatemala menşeli yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinde ise önemli farklılık elde edilmese de TFM değeri ise *Cold Brew* (14 saat) demleme yönteminde *Cold Brew* (24 saat) demleme yöntemine kıyasla daha yüksek saptanmıştır. Etiyopya ve Guatemala menşeli yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinde TAA değeri önemli bir farklılık elde edilmemesine rağmen *Cold Brew* (24 saat) demleme yönteminde *Cold Brew* (14 saat) demleme yöntemine kıyasla daha yüksek ölçülmüştür (Çizelge 3.5) (Çizelge 3.6). Muzykiewicz-Szymańska vd.'nin (2021) beş farklı menşeli yeşil kahve çekirdekleri ile yaptığı bir çalışmada üç farklı menşeli yeşil kahve çekirdeklerinde 9 saatlik soğuk demlemenin 24 saatlik soğuk demlemeden daha fazla TFM içerdiği görülmüş, diğer iki farklı menşeli yeşil kahve çekirdeklerinde ise tam tersi sonuç elde edilmiştir. Toplam antioksidan kapasite değerleri ise birbirine yakın çıkmıştır. Kavrulmamış kahve çekirdeklerinde soğuk demleme uygulanmasının incelenen bileşiklerin daha yüksek bir şekilde görülebileceğine yol açabileceği düşünülürken, farklılığın ise menşei çeşitliliğine bağlı olarak yeşil kahvelerin farklı bileşimlerinden kaynaklanabileceği söylenebilir. Ayrıca çalışmada musluk suyunun kullanımı ve kahve örneklerinin demleme sonrası filtrelenerek saklanması da analiz sonuçlarını farklılaştırabilir. Etiyopya menşeli yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinde TFM değeri sıcak demlemelerde soğuk demlemelere kıyasla önemli düzeyde daha yüksek, TAA değeri ise benzerdir (Çizelge 3.6). Başka bir çalışmada farklı olarak sıcak ve soğuk demlemeler karşılaştırılmış ve TAA değerlerinde önemli bir fark görülmezken TFM değeri soğuk demlemelerde sıcak demlemelere göre yüksek çıkmıştır (Muzykiewicz-Szymańska vd., 2021). Farklı menşeli kahvelerin yetiştirme koşulları ve buna bağlı olarak değişen kimyasal bileşimleri, sıcak demlemelerde kullanılan suyun sıcaklığı ve demleme süresi sonuçların farklılığını açıklayabilir.

Etiyopya menşeli yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinde TFM değeri *Chemex* demleme yönteminde *Cold Brew* (14 saat) demleme yöntemine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek ve önemli bir farklılık olmamasına rağmen *French Press* demleme yöntemine kıyasla daha yüksektir. TAA değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 3.5). *Guatemala* menşeli yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinde yapılan demlemelerde önemli farklılık elde edilmemesine rağmen TFM değeri *Chemex* demleme yönteminde *Cold Brew* (14 saat) ve *French Press* demleme yöntemine kıyasla daha yüksek ve TAA değerleri de önemli farklılık olmamasına rağmen *French Press* demleme yönteminde *Cold Brew* (14 saat) ve *Chemex* demleme yöntemine kıyasla daha yüksek ölçülmüştür (Çizelge 3.6). Üç farklı

menşeli yeşil kahve çekirdekleri kullanılarak yapılan bir başka çalışmada da iki farklı menşeli yeşil kahve çekirdeklerinde TFM değeri *French Press* demleme yönteminde yüksek, TAA değeri ise *Cold Brew* (12 saat) demleme yönteminde yüksek, diğer farklı menşeli yeşil kahve çekirdeğinde ise TFM ve TAA değeri *Cold Brew* (12saat) demleme yönteminde yüksek çıkmıştır (Bilge, 2020). Antioksidan analizinde başka bir yöntem kullanılmasına (DPPH analizi) ek olarak kullanılan kahve çekirdeklerinin menşeleri, demlenme sonrası örneklerin saklanmadan oda sıcaklığında analizlerin yapılması ve çekirdeklerin öğütülme derecesinin farklılığı yeşil kahvedeki biyoaktif bileşik profilini etkileyebileceği söylenebilir.

Bu çalışmada Etiyopya menşeli kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdekleri ile yapılan demlemelerde TFM değeri önemli farklılık elde edilmemesine rağmen *French Press* demleme yönteminde *Cold Brew* (14 saat), *Espresso* ve *Aeropress* demleme yöntemine kıyasla yüksek, TAA değeri ise önemli düzeyde *Aeropress* ve *French Press* demleme yönteminde yüksek çıkmıştır (Çizelge 3.5). Etiyopya menşeli kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeği ile yapılan bir çalışmada *Cold Brew* ve *Espresso* demleme yöntemlerinde anlamlı olarak TFM değeri yüksek ve TAA değeri ise *Espresso* ve *Aeropress* demleme yöntemlerinde anlamlı olarak yüksektir (Lapčíková vd., 2023). Bu sonuçlardaki farklılık *French Press* demleme süresinin daha uzun tutulması ve soğuk demlemede kullanılan suyun sıcaklığının aynı derecede olmamasından kaynaklanabilir. Bunun yanı sıra *Espresso* kahvesinde kullanılan sıcaklık ve basınç, ekstraksiyonu etkileyerek rapor edilen daha yüksek seviyeleri açıklayabilir. Antioksidan aktivite analiz yöntem farklılığı ve analizlerin tekrarlanma sayısı da sonuçlarda değişkenlik gösterebilir.

Bu çalışmada Etiyopya menşeli kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde demleme yöntemlerinin TAA değerleri önemli düzeyde *Espresso* demleme yönteminde en düşük ve Filtre Kahve demleme yönteminde en yüksek ölçülmüştür (Çizelge 3.5). Benzer olarak üç demleme yönteminin (*Espresso*, *Italiano*, Filtre Kahve) kullanıldığı ve Etiyopya menşeli kavrulmuş kahve çekirdeğinin de dahil edildiği farklı bir çalışmada da *Espresso* demleme yönteminin antioksidan kapasitesi diğer iki demleme yöntemine kıyasla önemli düzeyde düşük bildirilmiştir (Jiménez Monreal vd., 2012). Bu çalışmada Guatemala menşeli kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde demleme yöntemlerinin TAA değerlerinde önemli bir farklılık elde edilmese de *Espresso* demleme yöntemi Filtre Kahve demleme yöntemine kıyasla daha düşük bulunmuştur (Çizelge 3.6). *Guatemala* ve Etiyopya menşeli kavrulmuş kahve çekirdeklerinin de dahil edildiği üç demleme yönteminin (*Espresso*,

Italiano, Filtre Kahve) kullanıldığı başka bir çalışmada da her iki menşei kahve çekirdeklerinde Filtre Kahve demleme yönteminde antioksidan kapasite en yüksek bulunmuştur (Parras vd., 2007). Bu çalışmadan elde edilen bu bulgular literatür ile paralellik göstermektedir. Bu çalışmada Guatemala menşei kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde demleme yöntemlerinin TAA değerlerinde önemli bir farklılık elde edilmese de makineyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminde en yüksektir (Çizelge 3.6). Türk Kahvesi, *Espresso* ve Filtre Kahve demleme yöntemi kullanılan ve *Guatemala* menşei kavrulmuş kahve çekirdeği ile farklı iki menşei kavrulmuş kahve çekirdeğinin belli miktarlarda karıştırılıp kullanıldığı diğer bir çalışmada, farklı olarak Türk Kahvesi demleme yönteminde antioksidan aktivite anlamlı olarak en yüksek bulunmuştur (Yildirim vd., 2022). Kahve çekirdeklerinin karıştırılarak kullanımı, her demleme yönteminde kullanılan kahve/su oranının farklı olması ile analizlerin yapıldığı yöntemin aynı olmaması bu farklılığı açıklayabilir.

Bu çalışmada TFM değerleri, *Guatemala* menşei kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde önemli düzeyde ve Etiyopya menşei kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde ise önemli farklılık elde edilmese de *Cold Brew* (24 saat) demleme yönteminde *Cold Brew* (14 saat) demleme yöntemine kıyasla daha yüksek saptanmıştır. Etiyopya menşei kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde TAA değeri *Cold Brew* (24 saat) demleme yönteminde *Cold Brew* (14 saat) demleme yöntemine kıyasla önemli düzeyde daha yüksek iken, *Guatemala* menşei kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde ise önemli bir farklılık elde edilmemiştir (Çizelge 3.5) (Çizelge 3.6). Farklı beş menşei kavrulmuş kahve çekirdeklerinin dahil edildiği bir çalışmada iki farklı menşei kahvelerde 24 saatlik soğuk demleme yönteminde 9 saatlik soğuk demleme yöntemine göre daha fazla TFM içerdiği görülmüş ancak diğer üç farklı menşei kahvelerde ise tam tersi sonuç elde edilmiştir. Toplam antioksidan kapasite değerleri ise birbirine yakın çıkmıştır (Muzykiewicz-Szymańska vd., 2021). Genel olarak, daha uzun demlenme süreleri, soğuk demlenmiş kahvelerdeki daha yüksek TFM konsantrasyonları ile ilişkilendirilebilir. Kullanılan suyun çeşme suyu olması da farklılık oluşturabilir. Bu çalışmada TFM değeri sıcak demleme yapılan Etiyopya menşei kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde önemli farklılık elde edilmemesine rağmen yüksek iken, *Guatemala* menşei kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde ise *Cold Brew* (24 saat) demleme yöntemi sıcak demlemelere kıyasla önemli düzeyde yüksektir (Çizelge 3.5) (Çizelge 3.6). Etiyopya menşei kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde TAA değeri sıcak demleme yöntemlerinde soğuk demleme yöntemlerine kıyasla anlamlı olarak yüksek *Guatemala* menşei kavrulmuş öğütülmüş kahve

çekirdeklerinde de önemli bir farklılık elde edilmemesine rağmen sıcak demlemelerde TAA değeri soğuk demleme yöntemlerine kıyasla yüksek bulunmuştur yüksek (Çizelge 3.5) (Çizelge 3.6). Muzykiewicz-Szymańska vd.'nin (2021) yaptıkları çalışmada farklı olarak sıcak ve soğuk demlemeler karşılaştırılmış ve TAA değerlerinde önemli bir fark görülmezken, üç farklı menşei kavrulmuş kahve çekirdeklerinde TFM değerleri soğuk demlemede sıcak demlemeye göre yüksek çıkmıştır. Bu çalışmalar kullanılan kahvenin menşei farklılığı ile soğuk demleme yöntemlerindeki saat farklılığının kahve örneklerinin antioksidan üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu gösterebilir. Fibrianto vd. (2018) kavrulmuş *Arabica* kahve çekirdeklerinden hazırlanan sıcak ve soğuk demlemelerin toplam fenolik madde içeriğine etkisini karşılaştırmış, sıcak su kullanılarak elde edilen kahve örneklerinde TFM değerinin anlamlı olarak daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Kısa sürede yapılan sıcak demleme yöntemlerinde su sıcaklığı, kavurma sırasında oluşan antioksidanların bir kısmını çıkarmaya yetecek kadar yüksek olabilir. Bu durum da kısa demleme süresi ekstraksiyon verimliliğini etkileyerek bileşiklerin fenolik ve antioksidan kapasitesini ortaya çıkarabilir. Ayrıca kullanılan kahve çekirdeklerinin menşei farklılıkları ile analizlerin saklanmadan demleme sonrası oda sıcaklığında ivedikle yapılması da bu bileşikleri etkileyebilir.

Bu çalışmada kavrulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinin ve *Guatemala* menşei kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin geleneksel demleme yönteminde önemli farklılık elde edilmemesine rağmen TFM ve TAA değerinin yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.7) (Çizelge 3.9). Farklı demleme yöntemlerinin kullanıldığı başka bir çalışmada geleneksel demleme yöntemi kullanılan demlemelerde (cezve ile yapılan Türk Kahvesi, Pure Brew), yeni nesil demleme yöntemi kullanılan demlemelere (*French Press*, *Aeropress*, *V60*, *Chemex*) göre TFM ve TAA değeri benzer şekilde yüksek çıkmıştır (Santanatoglia vd., 2023b). Chavez vd.'nin (2022) farklı demleme yöntemleri ile yaptıkları bir çalışmada, paralel olarak geleneksel demleme yöntemleri içinde kabul edilen ve kullanılan demlemelerde, yeni nesil demleme yöntemlerine dahil edilen ve kullanılan demleme yöntemlerine göre TFM ve TAA değeri anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Perez-Martinez vd.'nin (2010) yaptığı bir diğer çalışmada da benzer olarak TFM değeri geleneksel demleme yöntemi içinde yer alan Filtre Kahve ve *Espresso* demleme yöntemlerinde, yeni nesil demleme yöntemlerine içinde yer alan moka ve *French Press* demleme yöntemlerinde anlamlı olarak yüksek, TAA ise farklı olarak önemli düzeyde düşük çıkmıştır. Bunun nedeni çalışmalarda kullanılan demleme yöntemlerinin sayısının az olması ve farklı bir yeni nesil demleme yöntemi olan moka demleme yönteminin

kullanılmasından kaynaklanabilir. Ayrıca demleme sonrası kahve örneklerinin oda sıcaklığına geldiği anda analizlerinin yapılması da bu farklılığı oluşturabilir. Bu çalışmada Etiyopya menşeli kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin geleneksel demleme yönteminde önemli farklılık elde edilmemesine rağmen TFM değeri yeni nesil demleme yöntemine kıyasla daha yüksek, TAA değeri ise daha düşüktür (Çizelge 3.8). Başka bir çalışmada yeni nesil demleme yöntemleri olarak bilinen *Aeropress*, *V60*, *French Press* demleme yöntemlerinin benzer olarak geleneksel demleme içinde kabul edilen diğer demleme yöntemlerine göre TFM değeri düşük ve TAA değeri yüksek çıkmıştır (Barrera López ve Hernández Carrión, 2023). Janda vd.'nin (2020) yaptığı çalışmada da yeni nesil demleme yöntemlerinin içinde kabul edilen demleme yöntemlerinde, geleneksel demleme yöntemlerine dahil edilen demleme yöntemlerine göre TFM ve TAA sonucu yüksek bulunmuştur. Farklı menşeli kahve çekirdeği karışımlarının kullanımı ile geleneksel demleme yöntemlerinin uygulanma farklılıkları sonucu etkileyebilir.

Bu çalışmada yeşil öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinin ve Etiyopya menşeli yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinin geleneksel demleme yönteminde önemli farklılık elde edilmemesine rağmen TFM değerleri daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 3.6). *Guatemala* menşeli yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinin ise önemli farklılık elde edilmemesine rağmen yeni nesil demleme yönteminde TFM değeri daha yüksektir (Çizelge 3.9). Yeşil *Arabica* ve yeşil *Robusta* kahveleri ile yapılan bir çalışmada kullanılan demleme yöntemleri karşılaştırıldığında geleneksel demleme yönteminde yer alan demleme yöntemlerinin uygulanması sonucunda TFM değeri yüksek bulunmuştur (Kaur vd., 2018). Kullanılan kahvelerin menşei farklılığı ve buna bağlı içerdikleri bileşenler ile kullanılan demleme yöntemlerinin hazırlanma ve demlenme süreleri ile ilgili farklılıklar bu sonuca neden olabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı demleme yöntemlerinin kahvelerin toplam fenolik madde içeriğine, antioksidan ve oksidan aktivitelerine etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan bu çalışmanın ana sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

- Demleme yöntemleri uygulanmamış yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM değeri kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla daha yüksektir ($p<0,05$). Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TAA ve TOA değerleri yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla daha yüksektir ($p<0,05$).
- Demleme yöntemleri uygulanmış kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerleri yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinde kıyasla daha yüksektir ($p<0,05$).
- Demleme yöntemleri uygulanmış Etiyopya ve Guatemala menşeli kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerleri yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla daha yüksektir ($p<0,05$). Demleme yöntemleri uygulanmış Guatemala menşeli yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinin Etiyopya menşeli yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla TOA değeri daha düşüktür ($p<0,05$). Etiyopya menşeli kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin Guatemala menşeli kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla TOA değeri daha düşüktür ($p<0,05$). Demleme yöntemleri uygulanmış Etiyopya ve Guatemala menşeli yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM ve TAA değerlerinde önemli farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).
- Kavrulmuş öğütülmüş tüm (Etiyopya ve Guatemala) kahve çekirdeklerinin TFM değerleri yeşil kahve çekirdeklerine kıyasla makine ile yapılan Türk Kahvesi, Espresso, Filtre Kahve, French Press, Cold Brew (24 saat ve 14 saat) ve V60 demleme yöntemlerinde daha yüksektir ($p<0,05$). Tüm demleme yöntemlerinde TAA ve TOA değerleri yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde daha yüksektir ($p<0,05$). Yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, Aeropress demleme yönteminde en yüksek, Cold Brew (14 saat) demleme yönteminde ise en düşük değere sahiptir ($p<0,05$). Yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinin TAA değeri, Aeropress ve cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yöntemlerinde en yüksek, Cold Brew (14 saat) demleme

yönteminde ise en düşüktür ($p<0,05$). Yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinin TOA değeri, cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminde en yüksek, *Chemex* demleme yönteminde ise en düşüktür ($p<0,05$). Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin TFM değeri makineyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminde en yüksek, *Cold Brew* (14 saat) demleme yönteminde ise en düşüktür ($p<0,05$). Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin TAA değeri makineyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminde en yüksek, *Espresso* ve *Cold Brew* (14 saat) demleme yöntemlerinde ise en düşüktür ($p<0,05$). Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TOA değeri *Espresso* demleme yönteminde en yüksek, *Aeropress* demleme yönteminde ise en düşüktür ($p<0,05$).

- Etiyopya menşeli kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde TFM değeri *Espresso*, Filtre Kahve, *French Press*, *Cold Brew* (14 saat), *V60* ve *Chemex* demleme yöntemlerinde yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla daha yüksektir ($p<0,05$). Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde TAA değeri makineyle yapılan Türk Kahvesi, Filtre Kahve, *French Press*, *Cold Brew* (24 saat), *V60*, *Aeropress* ve *Chemex* demleme yöntemlerinde yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla daha yüksektir ($p<0,05$). Tüm demleme yöntemlerinde TOA değerleri kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinde daha düşüktür ($p<0,05$). Yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerinin TFM değeri, cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminde en yüksek, *Cold Brew* (14 saat) demleme yönteminde ise en düşüktür ($p<0,05$). Tüm demleme yöntemlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TAA ve TOA değerlerinde önemli farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Tüm demleme yöntemlerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM değerinde önemli farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TAA değerleri Filtre Kahve, *V60* ve *Chemex* demleme yöntemlerinde en yüksek, *Espresso* ve *Cold Brew* (14 saat) demleme yöntemlerinde ise en düşüktür ($p<0,05$). Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin TOA değeri *Espresso* demleme yönteminde en yüksek, *Aeropress* demleme yönteminde ise en düşüktür ($p<0,05$).
- Guatemala menşeli kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde TFM değeri *Espresso*, Filtre Kahve, *French Press*, *Cold Brew* (24 saat) ve *V60* demleme yöntemlerinde yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla daha yüksektir ($p<0,05$). Tüm demleme yöntemlerinde TAA ve TOA değerleri yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinde daha

yüksektir ($p<0,05$). Tüm demleme yöntemlerinin yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM ve TAA değerlerinde önemli farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TOA değeri cezveyle yapılan Türk Kahvesi demleme yönteminde en yüksek, V60 demleme yönteminde ise en düşüktür ($p<0,05$). Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerinin TFM değeri *Cold Brew* (24 saat) demleme yönteminde en yüksek, *Chemex* demleme yönteminde ise en düşüktür ($p<0,05$). Tüm demleme yöntemlerinin kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TAA değerinde önemli farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TOA değeri *Cold Brew* (14 saat) demleme yönteminde en yüksek, *Aeropress* demleme yönteminde ise en düşüktür ($p<0,05$).

- Yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki geleneksel ve yeni nesil demleme yöntemlerinin TFM, TAA ve TOA değerlerinde önemli farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Geleneksel demleme yöntemleri uygulanan kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerleri yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla daha yüksektir ($p<0,05$). Yeni nesil demleme yöntemleri uygulanan kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerleri yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla daha yüksektir ($p<0,05$).
- Etiyopya menşeli yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki geleneksel ve yeni nesil demleme yöntemlerinin TFM, TAA ve TOA değerlerinde önemli farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Geleneksel demleme yöntemleri uygulanan kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerleri yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla daha yüksektir ($p<0,05$). Yeni nesil demleme yöntemleri uygulanan kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerleri yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla önemli düzeyde daha yüksektir ($p<0,05$).
- Guatemala menşeli kahvelerde yeşil ve kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki geleneksel ve yeni nesil demleme yöntemlerinin TFM, TAA ve TOA değerlerinde önemli farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Geleneksel demleme yöntemleri uygulanan kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerleri yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla daha yüksektir ($p<0,05$). Yeni nesil demleme yöntemleri uygulanan kavrulmuş öğütülmüş kahve çekirdeklerindeki TFM, TAA ve TOA değerleri yeşil öğütülmüş kahve çekirdeklerine kıyasla daha yüksektir ($p<0,05$).

Bu çalışma geleneksel (makine ve cezve ile yapılan Tük kahvesi, *Espresso*, Filtre Kahve) ve yeni nesil [*French Press*, *Cold Brew* (14 ve 24 saat), *V60*, *Aeropress*, *Chemex*] kahve demleme yöntemlerinin toplam fenolik madde içeriği, antioksidan ve oksidan aktivite etkisini değerlendirmek amacıyla planlanıp yürütülmüştür. Literatürde tüm parametrelere (özellikle TOA değerine), farklı demleme yöntemlerinin ve menşein etkisini karşılaştıran çalışma sayısı yeterli değildir. Bu çalışmada TAA değeri ile birlikte TOA'nın değerlendirilmesi çalışmanın güçlü yanlarından birisidir. Kahvenin çeşitli aşamalardan geçmesi TAA değerini etkilediği gibi istenmeyen bazı maddelerin oluşması da TOA değeri ile belirlenebilmektedir. Bu açıdan bu iki değerin birlikte incelenmesi önemli olup çalışmayı değerli ve özgün kılmaktadır.

Bu çalışmada yapılan deneyler, demleme yönteminin kahve içeceklerindeki toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteyi önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Sonuçlar seçilen kahvenin yeşil ya da kavrulmuş olmasına, menşesine, kavurma ve öğütme derecesi ile kullanılan demleme yöntemlerine bağlı olarak değişmektedir. Bu tez çalışmasında değerlendirilen TFM, TAA ve TOA'nın birden fazla parametre tarafından etkilenmesi karşılaştırma yapılmasını ve ilişki kurulmasını güçleştirdiğinden, bu çalışmanın en önemli kısıtlılığı olarak kabul edilmektedir.

Özet olarak, bu çalışmanın sonuçlarına göre, kahvenin türü, kavrulması ve kullanılan demleme yöntemlerinin kahvenin toplam fenolik madde içeriğini, antioksidan ve oksidan aktivitesini etkileyerek azalttığı ya da artırdığı görülmektedir. Kullanılan bazı demleme yöntemlerinin yapılma aşamaları birbirine yakın olduğu için TAA değerleri genelde birbirine benzer çıkmıştır. Literatüre bakıldığında sonuçlarda görülen farklılıkların nedenlerinin açıklanabilmesi için, kahvenin kavrulma ve öğütülme özellikleri ile demleme için kullanılan kahve/su oranı gibi özelliklerin bilinmesi ve bunların stabilitesinin sağlanması gerekmektedir. Ancak çalışmalardan elde edilen bu çelişkili sonuçların daha fazla araştırma yapmak için yeni bir bakış açısı sağlayabileceği düşünülmektedir. Bunlara ek olarak literatürdeki çalışmalarda antioksidan kapasitenin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerin (FRAP, CUPRAC, ABTS, DPPH) mekanizmalarının, hassas bileşiklerinin, seçicilikleri ve çalışma koşullarının birbirinden tamamen farklı olması ile antioksidan aktivitenin çeşitli yöntemlerden elde edilmesi çalışmalar arasında çelişkili sonuçların çıkmasına yol açmaktadır. Ayrıca bu çalışmada toplam fenolik madde içeriğinin hepsine teker teker bakılmamasına bağlı olarak farklılığı oluşturan maddelerin belirsizliği de sonuçları yorumlamayı zorlaştırmaktadır. Dolayısıyla bu özelliklerin bilinmesi ve bunlar için belli

standartların oluşturulması, gelecekte yapılacak çalışmalardan elde edilecek sonuçların daha kolay ve doğru yorumlanmasını sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Alnsour, L., Issa, R., Awwad, S., Albals, D. & Al-Momani, I. (2022). Quantification of total phenols and antioxidants in coffee samples of different origins and evaluation of the effect of degree of roasting on their levels. *Molecules*, 27(5),1591. <https://doi.org/10.3390/molecules27051591>
- Alves, R. C., Almeida, I. M., Casal, S. & Oliveira, M. B. (2010). Isoflavones in coffee: influence of species, roast degree, and brewing method. *J Agric Food Chem*, 58(5),3002-3007. <https://doi.org/10.1021/jf9039205>
- Amanpour, A. and Selli, S. (2016). Differentiation of volatile profiles and odor activity values of Turkish coffee and French press coffee. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(5),1116-1124. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12692>
- Ambinakudige, S. and Choi, J. (2009). Global coffee market influence on land-use and land-cover change in the Western Ghats of India. *Land Degradation Development*, 20(3),327-335. <https://doi.org/10.1002/ldr.921>
- Anese, M. and Nicoli, M. C. (2003). Antioxidant properties of ready-to-drink coffee brews. *J. Agric. Food Chem.*, 51,942–946. <https://doi.org/10.1021/jf025859+>
- Angeloni, G., Guerrini, L., Masella, P., Bellumori, M., Daluiso, S., Parenti, A. & Innocenti, M. (2019). What kind of coffee do you drink? An investigation on effects of eight different extraction methods. *Food Research International*, 116,1327-1335. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.022>
- Arauz, J., Ramos-Tovar, E. & Muriel, P. (2017). Coffee and the liver. In *Liver Pathophysiology* (ss. 675-685). New York: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804274-8.00048-5>
- Aroufai, İ. A. (2020). *Farklı ülkelerde yetiştirilen kahve çekirdeklerinin antioksidan özelliklerinin ve biyoalınabilirliklerinin belirlenmesi* [Doktora tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Aroufai, İ. A., Sabuncu, M., Dülger Altiner, D. & Sahan, Y. (2022). Antioxidant properties and bioaccessibility of coffee beans and their coffee silverskin grown in different countries. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16(3),1873-1888. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01271-4>
- Arslan, F. (2019). Tüketicilerin kahve tüketim alışkanlıkları ve kahve dükkânı tercihleri: Antalya ilinde bir araştırma. *International Journal of Contemporary Tourism Research*, 3(2),224-234. <https://doi.org/10.30625/ijctr.618828>
- Barrera López, J. A. and Hernández Carrión, M. (2023). Functional properties and sensory profile of coffee prepared by different brewing methods. *Food Science and Technology International*, 1,1-10. <https://doi.org/10.1177/10820132231205625>
- Başarır, S. (2002). *A comparative study on design of turkish coffee brewing machines for self-service: "Telve", "Kahve" and "Gondol"*. [Yüksek lisans tezi]. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü.
- Batali, M. E., Lim, L. X., Liang, J., Yeager, S. E., Thompson, A. N., Han, J., Ristenbart, W. D. & Guinard, J. X. (2022). Sensory analysis of full immersion coffee: Cold brew is more floral, and less bitter, sour, and rubbery than hot brew. *Foods*, 11(16),2440. <https://doi.org/10.3390/foods11162440>
- Bhumiratana, N., Adhikari, K. & Chambers IV, E. (2011). Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee. *LWT-Food Science and Technology*, 44(10),2185-2192. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.001>

- Bilge, G. (2020). Investigating the effects of geographical origin, roasting degree, particle size and brewing method on the physicochemical and spectral properties of Arabica coffee by PCA analysis. *Journal of Food Science and Technology*, 57,3345-3354. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04367-9>
- Bizzo, M. L. G., Farah, A., Kemp, J. A. & Scancetti, L. B. (2015). Highlights in the history of coffee science related to health. *Coffee in Health and Disease Prevention* (ss. 11-17). London: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00002-4>
- Bobková, A., Hudáček, M., Jakabová, S., Belej, L., Capcarová, M., Čurlej, J., Bobko, M., Árvay, J., Jakab, I., Čapla, J. & Demianová, A. (2020). The effect of roasting on the total polyphenols and antioxidant activity of coffee. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 55(5),495-500. <https://doi.org/10.1080/03601234.2020.1724660>
- Bosch Filtre Kahve Makinası. (2024, Nisan 29). <https://www.bosch-home.com.tr/urun-listesi/kucuk-ev-aletleri/TKA6A044#/Tabs=section-technical-overview/Togglebox=accessories/Togglebox=accessoriesOthers/Togglebox=manuals/>
- Bosso, H., Barbalho, S. M., de Alvares Goulart, R. & Otoboni, A. M. M. B. (2023). Green coffee: economic relevance and a systematic review of the effects on human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(3),394-410. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1948817>
- Bresciani, L., Calani, L., Bruni, R., Brighenti, F. & Del Rio, D. (2014). Phenolic composition, caffeine content and antioxidant capacity of coffee silverskin. *Food Research International*, 61,196-201. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.10.047>
- Butt, M. S. and Sultan, M. T. (2011). Coffee and its consumption: benefits and risks. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(4),363-373. <https://doi.org/10.1080/10408390903586412>
- Cämmerer, B. and Kroh, L. W. (2006). Antioxidant activity of coffee brews. *European Food Research and Technology*, 223,469-474. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0226-4>
- Caporaso, N., Genovese, A., Canela, M. D., Civitella, A. & Sacchi, R. (2014). Neapolitan coffee brew chemical analysis in comparison to espresso, moka and American brews. *Food Research International*, 61,152-160. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.01.020>
- Chavez, S. G., Mendoza, M. M. & Caetano, A. C. (2022). Antioxidants, phenols, caffeine content and volatile compounds in coffee beverages obtained by different methods. *Food Science and Technology*, 42,e47022. <https://doi.org/10.1590/fst.47022>
- Cheng, K.e., Dong, W., Long, Y., Zhao, J., Hu, R., Zhang, Y. & Zhu, K. (2019). Evaluation of the impact of different drying methods on the phenolic compounds, antioxidant activity, and in vitro digestion of green coffee beans. *Food Science & Nutrition*, 7(3),1084–1095. <https://doi.org/10.1002/fsn3.948>
- Cheyrier, V. (2005). Polyphenols in foods are more complex than often thought. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1),223S-229S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.1.223S>
- Chieng, D. and Kistler, P. M. (2022). Coffee and tea on cardiovascular disease (CVD) prevention. *Trends in Cardiovascular Medicine*, 32(7),399-405. <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2021.08.004>
- Cordoba, N., Fernandez-Alduenda, M., Moreno, F. L. & Ruiz, Y. (2020). Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brews. *Trends in Food Science & Technology*, 96,45-60. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.004>
- Córdoba, N., Moreno, F. L., Osorio, C., Velásquez, S., Fernandez-Alduenda, M. & Ruiz-Pardo, Y. (2021). Specialty and regular coffee bean quality for cold and hot brewing: Evaluation of sensory profile and physicochemical characteristics. *Lwt*, 145,111363. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111363>

- Cordoba, N., Pataquiva, L., Osorio, C., Moreno, F. L. M. & 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(1), 8440. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44886-w>
- Coşgun, G. ve Torun, M. (2022). Depolama Sıcaklığının Türk Kahvesinin Kafein, Klorojenik Asit Ve Yağ Asidi Kompozisyonu Üzerine Etkisi. *Gıda*, 47(5), 904-915. <https://doi.org/10.15237/gida.GD22059>
- Cotter, A. R. and Hopfer, H. (2018). The effects of storage temperature on the aroma of whole bean Arabica coffee evaluated by coffee consumers and HS-SPME-GC-MS. *Beverages*, 4(3), 68. <https://doi.org/10.3390/beverages4030068>
- Crozier, A., Ashihara, H. & Tomás-Barbérán, F. (Ed.). (2011). *Teas, cocoa and coffee: plant secondary metabolites and health*. Oxford: John Wiley & Sons. <http://dx.doi.org/10.1002/9781444347098>
- Crozier, T. W., Stalmach, A., Lean, M. E. & Crozier, A. (2012). Espresso coffees, caffeine and chlorogenic acid intake: potential health implications. *Food & Function*, 3(1), 30-33. <https://doi.org/10.1039/C1FO10240K>
- Çelik, E. E. and Gökmen, V. (2018). A study on interactions between the insoluble fractions of different coffee infusions and major cocoa free antioxidants and different coffee infusions and dark chocolate. *Food Chemistry*, 255, 8–14. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.048>
- Daglia, M., Papetti, A., Aceti, C., Sordelli, B., Gregotti, C. & Gazzani, G. (2008). Isolation of high molecular weight components and contribution to the protective activity of coffee against lipid peroxidation in a rat liver microsome system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(24), 11653-11660. <https://doi.org/10.1021/jf802018c>
- D'Agostina, A., Boschini, G., Bacchini, F. & Arnoldi, A. (2004). Investigations on the high molecular weight foaming fractions of espresso coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(23), 7118-7125. <https://doi.org/10.1021/jf049013c>
- de Melo Pereira, G. V., de Carvalho Neto, D. P., Júnior, A. I. M., do Prado, F. G., Pagnoncelli, M. G. B., Karp, S. G. & Soccol, C. R. (2020). Chemical composition and health properties of coffee and coffee by-products. *Advances in Food and Nutrition Research*, 91, 65-96. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.10.002>
- de Melo Pereira, G. V., de Carvalho Neto, D. P., Júnior, A. I. M., Vásquez, Z. S., Medeiros, A. B., Vandenberghe, L. P., & Soccol, C. R. (2019). Exploring the impacts of postharvest processing on the aroma formation of coffee beans—A review. *Food Chemistry*, 272, 441-452. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.061>
- Delgado-Andrade, C. and Morales, F. J. (2005). Unraveling the contribution of melanoidins to the antioxidant activity of coffee brews. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(5), 1403-1407. <https://doi.org/10.1021/jf048500p>
- Demir, Y. and Bertan, S. (2023). Spatial distribution of Türkiye's local Turkish coffee kinds. *Journal of Ethnic Foods*, 10(1), 32. <https://doi.org/10.1186/s42779-023-00200-8>
- den Hartigh, E., Uzun, P. & Anwar, A. A. (2017). Company innovation system: an exploration based on examples from arçelik and vestel. *PressAcademia Procedia*, 4(1), 93-104. <https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2017.523>
- Dias, R. C., Faria, A. F. D., Mercadante, A. Z., Bragagnolo, N. & Benassi, M. D. T. (2013). Comparison of extraction methods for kahweol and cafestol analysis in roasted coffee. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 24, 492-499. <https://doi.org/10.5935/0103-5053.20130057>

- dos Santos, A. M., Marques, L. C., Gonçalves, C. P. & Marcucci, M. C. (2019). Botanical aspects, caffeine content and antioxidant activity of *Coffea Arabica*. *American Journal of Plant Sciences*, 10(06),1013. <https://doi.org/10.4236/ajps.2019.106073>.
- Dziki, D., Gawlik-Dziki, U., Pecio, Ł., Różyło, R., Świeca, M., Krzykowski, A. & Rudy, S. (2015). Ground green coffee beans as a functional food supplement–Preliminary study. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1),691-699. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.076>
- Durmaz, A. A. (2015). *Farklı kahve çekirdekleri ve pişirme ekipmanlarıyla hazırlanan türk kahvesinin duyuşal ve kimyasal analizlerle optimizasyonu* [Yüksek lisans tezi]. Okan Üniversitesi.
- Elmacı, İ. ve Gök, İ. (2021). Türk ve Brezilyalı panelistler tarafından değerlendirilen üç hasat sonrası yöntemin ve kavurma derecesinin Türk kahvesinin duyuşal profiline etkisi. *Gıda ve Tarım Bilimleri Dergisi*, 101,1-10. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11185>
- Erel, O. (2004). A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. *Clinical Biochemistry*, 37(4),277-285. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2003.11.015>
- Erel, O. (2005). A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *Clinical Biochemistry*, 38(12),1103-1111. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2005.08.008>
- Eren, F. H. ve Besler, T. H. (2022). Bioactive diterpenes (cafestol and kahweol) in Turkish coffees: Impact of roasting. *International Food Research Journal*, 29(2),328-337. <https://doi.org/10.47836/ifrj.29.2.11>
- Erskine, E., Gültekin-Subaşı, B., Vahapoglu, B. & Capanoglu, E. (2022). Coffee phenolics and their interaction with other food phenolics: Antagonistic and synergistic effects. *ACS Omega*, 7(2),1595-1601. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c06085>
- Esquivel, P. and Jimenez, V. M. (2012). Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*, 46(2),488-495. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>
- Ewelina, S., Pwael, P., Anna S.M. (2005). The content of Ca, Cu, Fe, Mg and Mn and antioxidant activity of green coffee brews. *Food Chem.*, 182,302-308. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.105>
- Farah, A. (2012). Coffee constituents. Chu, Y.F. (Ed.). *Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention* (ss. 21-58). Oxford: John Wiley & Sons <https://doi.org/10.1002/9781119949893.ch2>
- Farah, A. (Ed.). (2019). *Coffee: production, quality and chemistry*. Cambridge: Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781782622437>.
- Farah, A. and Duarte, G. (2015). Bioavailability and metabolism of chlorogenic acids from coffee. V. R. Preedy (Ed.). *Coffee in Health and Disease Prevention* (ss. 789-801). San Diego: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00087-5>
- Fibrianto, K., Umam, K. & Wulandari, E. S. (2018, November). *Effect of roasting profiles and brewing methods on the characteristics of Bali Kintamani coffee*. In 4th International Conference on Food, Agriculture and Natural Resources (ss. 193-196). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/fanres-18.2018.40>
- Fikry, M., Yusof, Y. A., Al-Awaadh, A. M., Rahman, R. A., Chin, N. L., Mousa, E. & Chang, L. S. (2019). Effect of the roasting conditions on the physicochemical, quality and sensory attributes of coffee-like powder and brew from defatted palm date seeds. *Foods*, 8(2),61. <https://doi.org/10.3390/foods8020061>
- Fogliano, V. and Morales, F. J. (2011). Estimation of dietary intake of melanoidins from coffee and bread. *Food & Function*, 2(2),117-123. <https://doi.org/10.1039/C0FO00156B>

- Fuller, M. and 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),17979. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18247-4>
- Garipoğlu, M. ve Kuyrukçu, N. (2009). Çocuk sağlığı ve kafein. *Çocuk Dergisi*, 9(3),110- 115.
- Górnaś, P., Siger, A., Pugajeva, I., Czubinski, J., Waśkiewicz, A. & Polewski, K. (2014). New insights regarding tocopherols in Arabica and Robusta species coffee beans: RP-UPLC-ESI/MSn and NP-HPLC/FLD study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 36(1-2), 117-123.
- Gebeyehu, B. T. and Bikila, S. L. (2015). Determination of caffeine content and antioxidant activity of coffee. *Am J Appl Chem*, 3(2),69-76. <https://doi.org/10.11648/j.ajac.20150302.16>
- Getachew, A. T. and Chun, B. (2016). Optimization of coffee oil flavor encapsulation using response surface methodology. *LWT-Food Science and Technology*, 70,126–134. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.025>
- Gloess, A. N., Schönbächler, B., Klopprogge, B., D'Ambrosio, L., Chatelain, K., Bongartz, A., Strittmatter, A., Rast, M. & 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>
- Górecki, M. and Hallmann, E. (2020). The antioxidant content of coffee and its in vitro activity as an effect of its production method and roasting and brewing time. *Antioxidants*, 9(4),308. <https://doi.org/10.3390/antiox9040308>
- Gorjanović, S., Komes, D., Laličić-Petronijević, J., Pastor, F. T., Belščak-Cvitanović, A., Veljović, M., Pezo, L. & Sužnjević, D. Ž. (2017). Antioxidant efficiency of polyphenols from coffee and coffee substitutes-electrochemical versus spectrophotometric approach. *Journal of Food Science and Technology*, 54,2324–2331. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2672-y>
- Górnaś, P., Siger, A., Pugajeva, I., Czubinski, J., Waśkiewicz, A. & Polewski, K. (2014). New insights regarding tocopherols in Arabica and Robusta species coffee beans: RP-UPLC-ESI/MSn and NP-HPLC/FLD study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 36(1-2),117-123. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.08.005>
- Gök, İ. (2021). Kavurma, demleme/pişirme tekniklerinin kahvenin biyoaktif bileşikleri üzerine etkisi: Fonksiyonel bir gıda olarak insan sağlığına faydaları. *Gıda ve Sağlık*, 7(4),311–328. <https://doi.org/10.3153/FH21032>
- Gökçen, B. B. and Şanlıer, N. (2019). Coffee consumption and disease correlations. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(2),336-348. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1369391>
- 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>
- Haile, M., Bae, H. M. & Kang, W. H. (2020). Comparison of the antioxidant activities and volatile compounds of coffee beans obtained using digestive bio-processing (elephant dung coffee) and commonly known processing methods. *Antioxidants*, 9(5),408. <https://doi.org/10.3390/antiox9050408>
- Han, J. W., Boo, H. & Chung, M. S. (2020). Effects of extraction conditions on acrylamide/furan content, antioxidant activity, and sensory properties of cold brew coffee. *Food Science and Biotechnology*, 29,1071-1080. <https://doi.org/10.1007/s10068-020-00747-1>
- Heckman, M. A., Weil, J. & De Mejia, E. G. (2010). Caffeine (1, 3, 7-trimethylxanthine) in foods: a comprehensive review on consumption, functionality, safety, and regulatory matters. *Journal of Food Science*, 75(3),R77-R87. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01561.x>

- Hu, Q., Zhou, T., Zhang, L. & Fang, Y. (2001). Study of the separation and determination of monosaccharides in soluble coffee by capillary zone electrophoresis with electrochemical detection. *Analyst*, 126(3),298-301. <https://doi.org/10.1039/B006223P>
- Isac-Torrente, L., Fernandez-Gomez, B., & Miguel, M. (2020). Coffee capsules: implications in antioxidant activity, bioactive compounds, and aluminum content. *European Food Research and Technology*, 246,2335-2347. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03577-x>
- Janda, K., Jakubczyk, K., Baranowska-Bosiacka, I., Kapczuk, P., Kochman, J., Rębacz-Marón, E. & Gutowska, I. (2020). Mineral composition and antioxidant potential of coffee beverages depending on the brewing method. *Foods*, 9(2),121. <https://doi.org/10.3390/foods9020121>
- Jeszka-Skowron, M., Sentkowska, A., Pyrżyńska, K. & De Peña, M. P. (2016). Chlorogenic acids, caffeine content and antioxidant properties of green coffee extracts: influence of green coffee bean preparation. *European Food Research and Technology*, 242,1403-1409. <https://doi.org/10.1007/s00217-016-2643-y>
- Jiménez Monreal, A. M., Sánchez Manzanera, M. & Martínez Tomé, M. (2012). Optimization of the DPPH method to evaluate antioxidant activity of coffee brew. *Anales de Veterinaria de Murcia*, 28,67-78.
- Kang, D. E., Lee, H. U., Davaatseren, M. & Chung, M. S. (2020). Comparison of acrylamide and furan concentrations, antioxidant activities, and volatile profiles in cold or hot brew coffees. *Food Science and Biotechnology*, 29,141-148. <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00644-2>
- Karabudak, E., Türközü, D. & Köksal, E. (2015). Association between coffee consumption and serum lipid profile. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 9(5),1841-1846. <https://doi.org/10.3892/etm.2015.2342>
- Kaur, M., Tyagi, S. & Kundu, N. (2018). Effect of brewing methods and time on secondary metabolites, total flavonoid and phenolic content of green and roasted coffee *Coffea Arabica*, *Coffea canephora* and Monsooned malabar. *European Journal of Medicinal Plants*, 23(1),1-16. <https://doi.org/10.9734/EJMP/2018/40565>
- Kement, Ü., Başar, B. & Güner, Ç. (2022). Üçüncü nesil kahve demleme yöntemlerinde duyuların rolü. *Gastroia: Journal of Gastronomy And Travel Research*, 6(2),277-293. <https://doi.org/10.32958/gastoria.1093593>
- Khalili-Moghadam, S., Hedayati, M., Golzarand, M. & Mirmiran, P. (2023). Effects of green coffee aqueous extract supplementation on glycemic indices, lipid profile, CRP, and malondialdehyde in patients with type 2 diabetes: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Frontiers in Nutrition*, 10,1241844. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1241844>
- Khamitova, G., Angeloni, S., Borsetta, G., Xiao, J., Maggi, F., Sagratini, G., Vittori, S. & Caprioli, G. (2020). Optimization of espresso coffee extraction through variation of particle sizes, perforated disk height and filter basket aimed at lowering the amount of ground coffee used. *Food Chemistry*, 314,126220. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126220>
- Kıvançlı, J. (2011). *Türk kahvesinin karakteritik lezzetinin gc/ms ve lezzet profil analizi tekniği ile belirlenmesi* []. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Kim, J. S., Park, S. E., Kim, E. J., Seo, S. H. & Son, H. S. (2022). Investigation of metabolite differences in green coffee beans fermented with various microbes. *LWT*, 172,114202. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114202>
- Kim, Y., Kim, Y. & Jhon, D. Y. (2018). Changes of the chlorogenic acid, caffeine, gamma-aminobutyric acid (GABA) and antioxidant activities during germination of coffee bean (*Coffea Arabica*). *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30,675-680. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i8.1763>

- Król, K., Gantner, M., Tatarak, A. & Hallmann, E. (2020). The content of polyphenols in coffee beans as roasting, origin and storage effect. *European Food Research and Technology*, 246,33-39. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03388-9>
- Kufa, T., Ayano, A., Yilma, A., Kumela, T. & Tefera, W. (2011). The contribution of coffee research for coffee seed development in Ethiopia. *Journal of Agricultural Research and Development*, 1(1),009-016.
- Kulapichitr, F., Borompichaichartkul, C., Suppavorasatit, I. & Cadwallader, K. R. (2019). Impact of drying process on chemical composition and key aroma components of Arabica coffee. *Food Chemistry*, 291,49-58. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.152>
- Kurzrock, T. and Speer, K. (2001). Diterpenes and diterpene esters in coffee. *Food Reviews International*, 17(4),433-450. <https://doi.org/10.1081/FRI-100108532>
- Lang, R., Yagar, E. F., Wahl, A., Beusch, A., Dunkel, A., Dieminger, N., Eggers, R., Bytof, G., Stiebitz, H., Lantz, I. & Hofmann, T. (2013). Quantitative studies on roast kinetics for bioactives in coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(49),12123-12128. <https://doi.org/10.1021/jf403846g>
- Lapčíková, B., Lapčík, L., Barták, P., Valenta, T. & Dokládlová, K. (2023). Effect of Extraction Methods on Aroma Profile, Antioxidant Activity and Sensory Acceptability of Specialty Coffee Brews. *Foods*, 12(22),4125. <https://doi.org/10.3390/foods12224125>
- 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>
- Liao, Y. C., Kim, T., Silva, J. L., Hu, W. Y. & Chen, B. Y. (2022). Effects of roasting degrees on phenolic compounds and antioxidant activity in coffee beans from different geographic origins. *Lwt*, 168,113965. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113965>
- Liu, Y. and Kitts, D. D. (2011). Confirmation that the Maillard reaction is the principle contributor to the antioxidant capacity of coffee brews. *Food Research International*, 44(8),2418-2424. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.037>
- Ludwig, I. A., Bravo, J., De Peña, M. P. & Cid, C. (2013). Effect of sugar addition (torrefacto) during roasting process on antioxidant capacity and phenolics of coffee. *LWT-Food Science and Technology*, 51(2),553-559. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.12.010>
- Ludwig, I. A., Clifford, M. N., Lean, M. E., Ashihara, H. & Crozier, A. (2014). Coffee: biochemistry and potential impact on health. *Food & Function*, 5(8),1695-1717. <https://doi.org/10.1039/C4FO00042K>
- Ludwig, I.A., Sanchez, L., Caemmerer, B., Kroh, L.W., De Peña, M.P. & Cid, C. (2012). Extraction of coffee antioxidants: Impact of brewing time and method. *Food Research International*, 48(1),57-64. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.02.023>
- Macheiner, L., Schmidt, A., Schreiner, M. & Mayer, H. K. (2019). Green coffee infusion as a source of caffeine and chlorogenic acid. *Journal of Food Composition and Analysis*, 84,103307. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103307>
- Maeztu, L., Andueza, S., Ibañez, C., Paz de Pena, M., Bello, J. & Cid, C. (2001). Multivariate methods for characterization and classification of espresso coffees from different botanical varieties and types of roast by foam, taste, and mouthfeel. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(10),4743-4747. <https://doi.org/10.1021/jf010314l>
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C. & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5),727-747. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727>

- Masella, P., Guerrini, L., Spinelli, S., Calamai, L., Spugnoli, P., Illy, F. & Parenti, A. (2015). A new espresso brewing method. *Journal of Food Engineering*, 146,204-208. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.09.001>
- Mehaya, F. M. and Mohammad, A. A. (2020). Thermostability of bioactive compounds during roasting process of coffee beans. *Heliyon*, 6(11),e05508. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05508>
- Mestdagh, F., Davidek, T., Chaumonteuil, M., Folmer, B. & Blank, I. (2014). The kinetics of coffee aroma extraction. *Food Research International*, 63,271-274. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.03.011>
- Mestdagh, F., Glabasnia, A. & Giuliano, P. (2017). The brew-extracting for excellence. Folmer, B. (Ed.). *The Craft and Science of Coffee* (ss. 355–380). London: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803520-7.00015-3>
- Moeenfar, M. and Alves, A. (2020). New trends in coffee diterpenes research from technological to health aspects. *Food Research International*, 134,109207. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109207>
- Moeenfar, M., Erny, G. L. & Alves, A. (2020). Determination of diterpene esters in green and roasted coffees using direct ultrasound assisted extraction and HPLC–DAD combined with spectral deconvolution. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14,1451-1460. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00395-3>
- Moeenfar, M., Erny, G. L., & Alves, A. (2016). Variability of some diterpene esters in coffee beverages as influenced by brewing procedures. *Journal of Food Science And Technology*, 53, 3916-3927. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2378-6>
- Moeenfar, M., Silva, J. A., Borges, N., Santos, A. & Alves, A. (2015). Diterpenes in espresso coffee: impact of preparation parameters. *European Food Research and Technology*, 240(4),763-773. <https://doi.org/10.1007/s00217-014-2381-y>
- Monente, C., Ludwig, I. A., Irigoyen, A., De Peña, M. P. & Cid, C. (2015). Assessment of total (free and bound) phenolic compounds in spent coffee extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(17),4327-4334. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b01619>
- Moreira, A. S., Nunes, F. M., Domingues M. R. & Coimbra, M. A. (2012). Coffee melanoidins: structure, mechanisms of formation and potential health impacts, *Food Funct*, 3,903–915. <http://dx.doi.org/10.1039/c2fo30048f>
- Moroney, K. M., Lee, W. T., Suijver, F. & Marra, J. (2015). Modelling of coffee extraction during brewing using multiscale methods: An experimentally validated model. *Chemical Engineering Science*, 137,216-234. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2015.06.003>
- Muñoz, A. E., Hernández, S. S., Tolosa, A. R., Burillo, S. P. & Herrera, M. O. (2020). Evaluation of differences in the antioxidant capacity and phenolic compounds of green and roasted coffee and their relationship with sensory properties. *LWT-Food Science and Technology*, 128,109457. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109457>
- Mussatto, S. I., Machado, E. M., Martins, S. & Teixeira, J. A. (2011). Production, composition, and application of coffee and its industrial residues. *Food And Bioprocess Technology*, 4,661-672. <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0565-z>
- Muzykiewicz-Szymańska, A., Nowak, A., Wira, D., & Klimowicz, A. (2021). The effect of brewing process parameters on antioxidant activity and caffeine content in infusions of roasted and unroasted Arabica coffee beans originated from different countries. *Molecules*, 26(12),3681. <https://doi.org/10.3390/molecules26123681>
- Niseteo, T., Kmes, D., Belcak-Cvitanovic, A., Horzic, D. & Budec, M. (2012). Bioactive composition and antioxidant potential of different commonly consumed coffee brews

- affected by their preparation technique and milk addition. *Food Chemistry*, 134(4),1870-1877. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.095>
- Nosal, B. M., Sakaki, J. R., Kim, D. O. & Chun, O. K. (2022). Impact of coffee preparation on total phenolic content in brewed coffee extracts and their contribution to the body's antioxidant status. *Food Science and Biotechnology*, 31(8),1081-1088. <https://doi.org/10.1007/s10068-022-01100-4>
- Nunes, F. M. and Coimbra, M. A. (2010). Role of hydroxycinnamates in coffee melanoidin formation. *Phytochemistry Reviews*, 9,171-185. <https://doi.org/10.1007/s11101-009-9151-7>
- Oboh, G., Agunloye, O.M., Adefegha, S.A., Akinyemi, A.J. & Ademiluyi, A.O. (2015). Caffeic and chlorogenic acids inhibit key enzymes linked to type 2 diabetes (in vitro): a comparative study. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*, 26(2),165-170. <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2013-0141>
- Odžaković, B., Džinić, N., Kukrić, Z. & Grujić, S. (2016). Effect of roasting degree on the antioxidant activity of different Arabica coffee quality classes. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 15(4),409-417. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2016.4.39>
- Olthof, M., Zock, P. & Katn, M. (2001). Consumption of high doses of chlorogenic acid, present in coffee, or for black tea increases plasma total homocysteine concentrations in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 73,532–538. <https://doi.org/10.1093/ajcn/73.3.532>
- Özgür, N. (2023, 15 Mart). Türk Kahvesi Standartları ve Pişirme Ekipmanları Teknik Analizi. *Türk Kahvesi Kültürü ve Araştırmaları Derneği Yayını*. <http://turkkahvesidernegi.org/images/pdf/Standartlarimiz.pdf>
- Pan, L., Xiao, Y., Jiang, F., Jiang, T., Zhu, J., Tang, W., Liu, X., Zhou, Y. & Yu, L. (2023). Comparison of characterization of cold brew and hot brew coffee prepared at various roasting degrees. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2023,1-15. Article ID: 3175570. <https://doi.org/10.1155/2023/3175570>
- Parenti, A., Guerrini, L., Masella, P., Spinelli, S., Calamai, L. & Spugnoli, P. (2014). Comparison of espresso coffee brewing techniques. *Journal of Food Engineering*, 121,112-117. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.08.031>
- Parras, P., Martínez-Tomé, M., Jiménez, A. M. & Murcia, M. A. (2007). Antioxidant capacity of coffees of several origins brewed following three different procedures. *Food Chemistry*, 102(3),582-592. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.05.037>
- Patay, É. B., Bencsik, T. & Papp, N. (2016). Phytochemical overview and medicinal importance of Coffea species from the past until now. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 9(12),1127-1135. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.11.008>
- Pei-Ling, H., Yu-Cheng, C., Cheng-Hao, L. & Hsuan-Yu, P. (2022). Analysis of hand brewed coffee take Taiwan coffee beans as an example. *Business & Entrepreneurship Journal*, 11(2), 1-1. <https://doi.org/10.47260/bej/1121>
- Pérez-Hernández, L.M., Chávez-Quiroz, K., Medina-Juárez, L. Á. & Gámez Meza, N. (2012). Phenolic characterization, melanoidins, and antioxidant activity of some commercial coffees from Coffea Arabica and Coffea canephora. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 56,430-435.
- Perez-Martinez, M., Caemmerer, B., De Peña, M. P., Cid, C., & Kroh, L. W. (2010). Influence of brewing method and acidity regulators on the antioxidant capacity of coffee brews. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(5),2958-2965. <https://doi.org/10.1021/jf9037375>
- Perrone, D., Donangelo, C. M. & Farah, A. (2008). Fast simultaneous analysis of caffeine, trigonelline, nicotinic acid and sucrose in coffee by liquid chromatography–mass spectrometry. *Food Chemistry*, 110(4), 1030-1035. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.012>

- Perrone, D., Farah, A., & Donangelo, C. M. (2012). Influence of coffee roasting on the incorporation of phenolic compounds into melanoidins and their relationship with antioxidant activity of the brew. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(17), 4265-4275. <https://doi.org/10.1021/jf205388x>
- Petracco, M. (2005). Grinding. Illy, A. and Viani, R. (Eds.). *Espresso coffee: The science of quality* (2th ed.). (ss. 215-229). London: Elsevier Academic Press.
- Pimpley, V., Patil, S., Srinivasan, K., Desai, N. & 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. <https://doi.org/10.1080/10826068.2020.1786699>
- Rao, N. Z. and Fuller, M. (2018). Acidity and antioxidant activity of cold brew coffee. *Scientific Reports*, 8(1),16030. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34392-w>
- Rebello, S. A. and van Dam, R. M. (2013). Coffee consumption and cardiovascular health: getting to the heart of the matter. *Current Cardiology Reports*, 15,1-12. <https://doi.org/10.1007/s11886-013-0403-1>
- Reis, C. E., Dórea, J. G. & da Costa, T. H. (2019). Effects of coffee consumption on glucose metabolism: A systematic review of clinical trials. *Journal Of Traditional and Complementary Medicine*, 9(3),184-191. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2018.01.001>
- Ren, Y., Wang, C., Xu, J. & Wang, S. (2019). Cafestol and kahweol: A review on their bioactivities and pharmacological properties. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(17),4238. <https://doi.org/10.3390/ijms20174238>
- Rhinehart, R. (2023, 11 Mart). What is Specialty Coffee? *SCA News*. <https://scanews.coffee:https://scanews.coffee/2017/03/17/what-is-specialty-coffee/>
- Roshan, H., Nikpayam, O., Sedaghat, M. & Sohrab, G. (2018). Effects of green coffee extract supplementation on anthropometric indices, glycaemic control, blood pressure, lipid profile, insulin resistance and appetite in patients with the metabolic syndrome: a randomised clinical trial. *Br. J. Nutr.* 119,250–258. <https://doi.org/10.1017/S0007114517003439>
- Sacchetti, G., Di Mattia, C., Pittia, P. & Mastrocola, D. (2009). Effect of roasting degree, equivalent thermal effect and coffee type on the radical scavenging activity of coffee brews and their phenolic fraction. *Journal of Food Engineering*, 90(1),74-80. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.06.005>
- Saeed Alkaltham, M., Musa Özcan, M., Uslu, N., Salamatullah, A. M., & Hayat, K. (2020). Effect of microwave and oven roasting methods on total phenol, antioxidant activity, phenolic compounds, and fatty acid compositions of coffee beans. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(11),1-9. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14874>
- Safdar, N., Sarfaraz, A., Kazmi, Z. & Yasmin, A. (2016). Ten different brewing methods of green tea: comparative antioxidant study. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 4(3),033-040. <https://doi.org/10.7324/JABB.2016.40306>
- Samsonowicz, M., Regulska, E., Karpowicz, D. & Leśniewska, B. (2019). Antioxidant properties of coffee substitutes rich in polyphenols and minerals. *Food Chemistry*, 278,101-109. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.057>
- Sánchez-González, I., Jiménez-Escrig, A. & Saura-Calixto, F. (2005). In vitro antioxidant activity of coffees brewed using different procedures (Italian, espresso and filter). *Food Chemistry*, 90(1-2),133-139. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.037>
- Santana-Gálvez, J., Cisneros-Zevallos, L. & Jacobo-Velázquez, D. A. (2017). Chlorogenic acid: Recent advances on its dual role as a food additive and a nutraceutical against metabolic syndrome. *Molecules*, 22(3),358. <https://doi.org/10.3390/molecules22030358>

- Santanatoglia, A., Alessandroni, L., Fioretti, L., Sagratini, G., Vittori, S., Maggi, F. & Caprioli, G. (2023a). Discrimination of filter coffee extraction methods of a medium roasted specialty coffee based on volatile profiles and sensorial traits. *Foods*, 12(17),3199. <https://doi.org/10.3390/foods12173199>
- Santanatoglia, A., Angeloni, S., Bartolucci, D., Fioretti, L., Sagratini, G., Vittori, S. & Caprioli, G. (2023b). Effect of Brewing Methods on Acrylamide Content and Antioxidant Activity: Studying Eight Different Filter Coffee Preparations. *Antioxidants*, 12(10),1888. <https://doi.org/10.3390/antiox12101888>
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C. & Jiménez, L. (2005). Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(4),287-306. <https://doi.org/10.1080/1040869059096>
- Singleton V. L., Orthofer R. & Lamuela-Raventós, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*, 299,152-178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Smrke, S., Opitz, S. E., Vovk, I. & Yeretizian, C. (2013). How does roasting affect the antioxidants of a coffee brew? Exploring the antioxidant capacity of coffee via on-line antioxidant assays coupled with size exclusion chromatography. *Food Funct*, 4(7),1082-1092. <https://doi.org/10.1039/C3FO30377B>
- Song, J. L., Asare, T. S., Kang, M. Y. & Lee, S. C. (2018). Changes in bioactive compounds and antioxidant capacity of coffee under different roasting conditions. *Korean Journal of Plant Resources*, 31(6),704-713. <https://doi.org/10.7732/KJPR.2018.31.6.704>
- Sridevi, V., Giridhar, P. & Ravishankar, G. A. (2011). Evaluation of roasting and brewing effect on antinutritional diterpenes-cafestol and kahweol in coffee. *Global Journal of Medical Research*, 11(5),1-7.
- Stalmach, A. (2012). Bioavailability of coffee chlorogenic acids. Chu, Y.F. (Ed.). *Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention* (Vol.59, ss. 59-76). Oxford: Wiley-Blackwell.
- Stanek, N., Zarebska, M., Biłos, Ł., Barabosz, K., Nowakowska-Bogdan, E., Semeniuk, I., Błaszkiwicz, J., Kulesza, R., Matejuk, R. & Szkutnik, K. (2021). Influence of coffee brewing methods on the chromatographic and spectroscopic profiles, antioxidant and sensory properties. *Scientific Reports*, 11(1),21377. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01001-2>
- Sudeep, H. V. & Shyam Prasad, K. (2021). Supplementation of green coffee bean extract in healthy overweight subjects increases lean mass/fat mass ratio: A randomized, double-blind clinical study. *SAGE Open Medicine*, 9,20503121211002590. <https://doi.org/10.1177/20503121211002590>
- Surma, S., Sahebkar, A. & Banach, M. (2023). Coffee or tea: Anti-inflammatory properties in the context of atherosclerotic cardiovascular disease prevention. *Pharmacological Research*, 187,106596. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2022.106596>
- Şemen, S., Mercan, S., Yayla, M. & Açıkkol, M. (2017). Elemental composition of green coffee and its contribution to dietary intake. *Food Chemistry*, 215,92-100. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.176>
- Tajik, N., Tajik, M., Mack, I. & Enck, P. (2017). The potential effects of chlorogenic acid, the main phenolic components in coffee, on health: a comprehensive review of the literature. *European Journal of Nutrition*, 56,2215-2244. <https://doi.org/10.1007/s00394-017-1379-1>
- Tamanna, N. and Mahmood, N. (2015). Food processing and maillard reaction products: effect on human health and nutrition. *International Journal of Food Science*, 2015,1-6. Article ID: 526762. <https://doi.org/10.1155/2015/526762>
- Ülger, N. (2015). *Türk kahvesi ve bazı hazır kahve karışımlarının total fenol içeriği ve antioksidan aktivitelerinin karşılaştırılması* [Doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

- Valentin, J. L. and Watling, R. J. (2013). Provenance establishment of coffee using solution ICP-MS and ICP-AES. *Food Chemistry*, 141(1),98-104. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.02.101>
- van Cruchten, S. T., de Haan, L. H., Mulder, P. P., Kunne, C., Boekschoten, M. V., Katan, M. B., Aarts, J. M. M. J. G. & Witkamp, R. F. (2010). The role of epoxidation and electrophile-responsive element-regulated gene transcription in the potentially beneficial and harmful effects of the coffee components cafestol and kahweol. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 21(8),757-763. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2009.05.001>
- Várady, M., Hrušková, T. & Popelka, P. (2020). Effect of preparation method and roasting temperature on total polyphenol content in coffee beverages. *Czech Journal of Food Sciences*, 38(6),417-421. <https://doi.org/10.17221/122/2020-CJFS>
- Votavová, L., Voldřich, M., Ševčík, R., Čížková, H., Mlejnecká, J., Stolař, M. & Fleišman, T. (2009). Changes of antioxidant capacity of robusta coffee during roasting. *Czech Journal of Food Sciences*, 27,49-52. <https://doi.org/10.17221/1105-CJFS>
- Wang, X. and Tak-Lim, L. (2014). Effect of roasting conditions on carbon dioxide degassing behavior. *Food Research International*, 61,144-151. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.01.027>
- Wei, F. and Tanokura, M. (2015). Chemical changes in the components of coffee beans during roasting. V.R. Preedy (Ed.). *Coffee in health and disease prevention* (ss. 83-91). London: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00010-3>
- Wei, F., Furihata, K., Koda, M., Hu, F., Kato, R., Miyakawa, T. & Tanokura, M. (2012). ¹³C NMR-based metabolomics for the classification of green coffee beans according to variety and origin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(40),10118-10125. <https://doi.org/10.1021/jf3033057>
- Wolska, J., Janda, K., Jakubczyk, K., Szymkowiak, M., Chlubek, D. & Gutowska, I. (2017). Levels of antioxidant activity and fluoride content in coffee infusions of Arabica, Robusta and green coffee beans in according to their brewing methods. *Biological Trace Element Research*, 179,327-333. <https://doi.org/10.1007/s12011-017-0963-9>
- Yashin, A., Yashin, Y., Wang, J. Y. & Nemzer, B. (2013). Antioxidant and antiradical activity of coffee. *Antioxidants*, 2(4),230-245. <https://doi.org/10.3390/antiox2040230>
- Yen, W. J., Wang, B. S., Chang, L. W. & Duh, P. D. (2005). Antioxidant properties of roasted coffee residues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(7),2658-2663. <https://doi.org/10.1021/jf0402429>
- Yeniçağ, R. and Rakıcıoğlu, N. (2024). Assessing the antioxidant potential of soft beverages in the Turkish market: A comprehensive study. *International Journal of Food Properties*, 27(1),478-492. <https://doi.org/10.1080/10942912.2024.2322160>
- Yılmaz, B., Acar-Tek, N. & Sözlü, S. (2017). Turkish cultural heritage: a cup of coffee. *Journal of Ethnic Foods*, 4(4),213-220. <https://doi.org/10.1016/j.jef.2017.11.003>
- Yildirim, S., Gok, I., Demir, E. & Tokusoglu, O. (2022). Use of electrochemical techniques for determining the effect of brewing techniques (espresso, Turkish and filter coffee) and roasting levels on total antioxidant capacity of coffee beverage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(7),e16626. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16626>
- Yilmaz, P. K., Hacıbekiroğlu, I. & Kolak, U. (2014). Effect of roasting on antioxidant and anticholinesterase capacities of coffee. *Journal of Food and Nutrition Research*, 53(3),232-239.
- Yüksel, A. N. and Bayram, M. (2018). New Trends In Turkish Coffee. *The Most Recent Studies In Science And Art*, 1919-1925.

Zain, M. Z. M., Baba, A. S. & Shori, A. B. (2018). Effect of polyphenols enriched from green coffee bean on antioxidant activity and sensory evaluation of bread. *Journal of King Saud University-Science*, 30(2),278-282. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2017.12.003>

