



**KAFEİNSİZ KAHVE BENZERİ İÇECEK ÜRETİMİ İÇİN MAŞ FASULYESİ
(*Vigna radiata*) KULLANIMI**

Esra Alptekin, Sibel Bölek*

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gıda Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul,
Türkiye

Geliş / Received: 29.08.2020; Kabul / Accepted: 16.11.2020; Online baskı / Published online: 27.11.2020

Alptekin, E., Bölek, S. (2020). Kafeinsiz kahve benzeri içecek üretimi için maş fasulyesi (*Vigna radiata*) kullanımı. GIDA (2020) 45(6) 1227-1236 doi: 10.15237/gida.GD20104

Alptekin, E., Bölek, S. (2020). Use of mung bean (*Vigna radiata*) for the production of caffeine-free coffee-like beverages. GIDA (2020) 45(6) 1227-1236 doi: 10.15237/gida.GD20104

ÖZ

Kavrulduktan sonra kahve çekirdeğinin aroma ve lezzet profilinden sorumlu olan kimyasal bileşenleri içeren maş fasulyeleri (*Vigna radiata*) kafeinsiz bir kahve alternatifi olma potansiyeline sahiptir. Bu çalışmada maş fasulyeleri akışkan yatak kavurucu kullanılarak 130°C sıcaklıkta 10, 20 ve 30 dakika süresince, mikrodalga fırın kullanılarak 600 W mikrodalga gücünde 8, 14 ve 20 dakika süresince kavrulmuştur. Kavurucu tipi ve kavurma derecesinin maş fasulyelerinin fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, 130°C sıcaklıkta 20 dakika ve 600 W gücünde 14 dakika süresince gerçekleştirilen kavurma işleminin duyuşal açıdan daha iyi sonuç verdiği ortaya konulmuştur. Koku ve lezzet açısından mikrodalga fırında kavrulmuş örnekler akışkan yatak kavurucuda kavrulmuş örneklerden daha yüksek puanlara sahip olmuştur ($P \leq 0.05$). Mikrodalga kavurma yönteminin hem hızlı hem de pratik bir yöntem olarak maş fasulyelerinin kavrulmasında uygun bir yöntem olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Kavurma işlemi maş fasulyelerinin antioksidan aktivitesinde 39.42 ± 0.14 düzeyine kadar artış sağlamıştır ($P \leq 0.05$).

Anahtar kelimeler: *Vigna radiata*, kafein, mikrodalga, akışkan yatak kavurucu, duyuşal

USE OF MUNG BEAN (*Vigna radiata*) FOR THE PRODUCTION OF CAFFEINE-FREE COFFEE-LIKE BEVERAGES

ABSTRACT

Containing the chemical components responsible for the aroma and flavor profile of the coffee bean after roasting, mung beans (*Vigna radiata*) have potential to be a caffeine-free coffee alternative. Mung beans were roasted at 130°C for 10, 20 and 30 min by a fluidized bed roaster and at 600 W for 8, 14 and 20 minutes by a microwave oven. The effects of roaster type and roasting degree on mung beans were investigated. Roasting at 130°C for 20 minutes and at 600 W for 14 minutes gave better results in terms of sensory properties. The microwave roasted samples had higher scores than fluidized bed roasted samples in terms of odor and flavor ($P \leq 0.05$). Microwave roasting method was found to be a suitable method for roasting mung beans as both quick and practical method. Roasting process increased the antioxidant activity of mung beans up to $39.42 \pm 0.14\%$ ($P \leq 0.05$).

Keywords: *Vigna radiata*, caffeine, microwave, fluidized bed roasting, sensory analysis

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ sibel.bolek@sbu.edu.tr,

☎ (+90) 216 418 9616

☎ (+90) 216 418 9620

Esra Alptekin; ORCID no: 0000-0001-7844-3555

Sibel Bölek; ORCID no: 0000-0003-4967-9416

GİRİŞ

Kahve Dünya'da en çok tüketilen içeceklerden biridir (Campos-Vega vd., 2015). Kahve tüketiminin her geçen gün daha da artması kafeinin olumsuz etkileriyle ilgili endişelerin üzerinde daha çok durulmasına neden olmuştur. Kafein (1, 3, 7-trimetilksantin) kahve çekirdekleri içerisinde doğal olarak bulunan bir alkaloiddir (Cano-Marquina vd., 2013). Öncelikle karaciğerde metabolize olan kafeinin neredeyse tamamı hızlı bir şekilde mide ve ince bağırsaktan emilerek beyin de dahil olmak üzere vücuttaki tüm dokulara dağılmaktadır (Crews vd., 2001). Kafeinin insan sağlığı üzerindeki başlıca olumsuz etkileri uykusuzluk, sinirlilik, irritabilite, diürez, aritmi, taşikardi, baş ağrısı, solunumun artması ve sindirim sorunlarıyla karakterizedir (Oğuz ve Erdoğan, 2016). Kafein anne sütüne, fetusa ve plesanta yoluyla da amniyotik sıvıya geçebilmektedir (Maughan ve Griffin, 2003). Kahvede bulunan kafein miktarı; kahvenin türüne, kavrulma derecesine ve kavurma yöntemine göre farklılık gösterebilmekle birlikte genellikle bir fincan (150 mL) kahve 60 ile 120 mg arasında kafein içermektedir (McCusker vd., 2003). Günlük tüketilen kafein miktarı 500-600 mg üzeri olduğunda ise ciddi sağlık riskleriyle karşı karşıya gelinebilmektedir (Bonita vd., 2007; Patil vd., 2011). Kafeinin söz konusu olumsuz etkilerini bertaraf edebilmek için birçok dekafeinizasyon yöntemi geliştirilmiştir. Organik solventlerle dekafeinizasyon, su ile dekafeinizasyon ve mikrobiyal dekafeinizasyon bunlardan bazılarıdır. Söz konusu yöntemler sonucunda elde edilen kahve tamamen kafeinsiz olarak elde edilememesinin yanında işlem sırasında kahvenin renginde, tadında ve kokusunda birtakım farklılık oluşmaktadır (Ramalakshmi ve Raghavan, 1999). Bu durum kafeinin olumsuz etkilerinden korunmak isteyen bireylerin bitkisel kahve ikamelerine yönelmesine neden olmuştur. Diğer taraftan söz konusu bitkisel kahvelerin lezzet profili genellikle klasik kahve çekirdeğinin lezzet profilinden çok farklı olduğundan bu konudaki ihtiyaca cevap verememektedir.

Besleyici değeri yüksek baklagillerden olan Hindistan menşeli, yaygın olarak Asya, Afrika, Amerika ve Avustralya'da tüketilen, genellikle

yeşil veya sarı renkli olan Maş fasulyesi (*Vigna radiata* L.) zengin bir diyet lif, protein ve fenolik madde kaynağıdır ayrıca yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir (Anwar vd., 20007). Bununla birlikte, maş fasulyeleri kavrulduktan sonra Arabica kahve çekirdeğinin aroma ve lezzet profilinden sorumlu olan kimyasal bileşenleri içermektedir (Attar vd., 2017; Lee ve Shibamoto, 2000) ve bu nedenle kafeinsiz bir kahve alternatifi olma potansiyeline sahiptir.

Kavurma işlemi kahvenin hazırlanmasındaki en önemli basamaklardan biridir, çünkü kahvenin kendine özgü karakteristik tat ve aroma maddelerinin oluşumu kavurma esnasında gerçekleşen maillard ve karamelizasyon gibi reaksiyonların sonucunda gerçekleşmektedir (Schenker vd., 2002). Bu nedenle ürüne uygun kavurma yöntemi ve kavurma koşullarının belirlenmesi de son derece önemlidir. Konveksiyonel yöntemle kavurma, tavada kavurma, mikrodalga kavurma, ultra hızlı kavurma ve akışkan yatak kavurma yöntemleri kahve kavurmada yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Konveksiyonel yöntemle kavurma işlemi yüksek sıcaklıkta uzun işlem süresi gerektirmektedir. Tavada kavurma işlemi yoğun iş gücü gerektirmesinin yanında genellikle homojen olmayan ve yüzeylerinde yanmış kısımlar içeren ürün oluşumuna sebebiyet vermektedir (Nebesny vd., 2007). Ultra hızlı kavurma işleminde ise karakteristik tat ve aroma maddeleri arzu edilen düzeyde oluşmamaktadır. Akışkan yatak kavurma işleminde hava akımı kullanılarak ürün askıda bırakılmakta ve kavurma esnasında ısınan yüzeylerle de temas olmadığından bu yöntem homojen kavrulmuş ürün eldesine olanak vermektedir. Diğer taraftan pratik bir yöntem olan mikrodalga kavurma işleminde gıdadaki su moleküllerinin titreşimiyle içten dışa doğru bir ısınma gerçekleşmektedir ve bu yöntemle kavurulmuş gıda maddesinin tat ve aroması da arzu edilen düzeyde olmaktadır (Nebesny ve Budryn, 2006).

Bu çalışmanın amacı maş fasulyelerini mikrodalga kavurma ve akışkan yatak kavurma teknikleri ile kavurarak elde edilecek kafeinsiz kahve alternatifi içeceğin kimyasal ve duyuşsal özelliklerini

kıyaslayarak son ürünün duyuusal ve besinsel açıdan daha iyi kalitede elde edilmesini sağlayan koşulları saptamaktır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Maş fasulyeleri Gaziantep'in Nizip ilçesindeki Gürbaşak köyünde bulunan yerel bir üreticiden satın alınmıştır ve analize alınıncaya kadar -18 °C'de polietilen torbalarda muhafaza edilmiştir. Mikrodalga kavurma için eşit güç, akışkan yatak kavurucu için eşit sıcaklık yoğunluğu dağılımını sağlayabilmek için homojen büyüklükteki kalınlıkları ortalama 3.98 ± 0.2 mm; genişlikleri 3.98 ± 0.4 ve uzunlukları 5.49 ± 0.2 mm fasulyeler kullanılmıştır.

Maş Fasulyelerinin Kavrulması

Mikrodalga kavurma işlemi programlanabilir 2450 MHz mikrodalga frekansında çalışan ticari bir mikrodalga fırın (Siemens, HF12G540, Türkiye) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Maş fasulyeleri 600 W mikrodalga gücünde 8, 14 ve 20 dakika boyunca 1 dakika aralıklarla kavrulmuştur. Kavurma gücü ve süreleri ön denemelerle belirlenmiştir.

Akışkan yatak kavurma işlemi, bir akışkan yatak kavurucu (Retsch-TG 200, Almanya) kullanılarak 130°C sıcaklıkta 10, 20 ve 30 dakika boyunca gerçekleştirilmiştir.

Her iki yöntem için de kavurma sıcaklık ve süreleri ön denemelerle belirlenmiştir.

Kavrulmuş Maş Fasulyelerinin Öğütülmesi

Kavrulmuş maş fasulyeleri bir öğütücü (Bühler, MLU-202, İsviçre) kullanılarak 150 µm boyutunda öğütülmüştür.

Kahve Benzeri İçeceklerin Hazırlanması

Kahve benzeri içecekler Seçilmiş vd. (2015) tarafından belirtilen standart Türk kahvesi hazırlama yöntemi ile hazırlanmıştır. Her bir fincan için öğütülüp kavrulmuş 5 g maş fasulyesi 60 mL su ile karıştırılarak bir kahve pişirme makinası (Arçelik K 3190 Telve, Türkiye) kullanılarak pişirilmiştir.

Kavrulmuş Maş Fasulyelerinin Renk Değerlerinin Belirlenmesi

Kavrulup öğütülmüş maş fasulyelerinin L* (açıklık/koyuluk), a*(kırmızılık/yeşillik) ve b*(sarılık/mavilik) değerleri bir renk ölçer (model CR-400, Konica Minolta Inc., Osaka, Japan) kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçlar 3 tekrerrün ortalaması olarak verilmiştir.

Maş Fasulyelerinin Nem Değerlerinin Belirlenmesi

Maş fasulyelerinin nem tayini, AOAC (2005) 930.15'te açıklanan prosedürlere göre gerçekleştirilmiştir. Hassas terazide 2 gr örnek tartılarak ve 100°C sıcaklıkta etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur.

Maş Fasulyelerinin Protein İçeriklerinin Belirlenmesi

Maş fasulyelerinin protein içerikleri AOAC (2005) 984.13'te açıklanan prosedürlere göre belirlenmiştir. Protein içeriklerinin hesaplanmasında formül 1 kullanılmıştır.

$$\% \text{Ham protein} \left(\frac{g}{kg} \right) = N \times 6.25 \quad (1)$$

Maş Fasulyelerinin Yağ İçeriklerinin Belirlenmesi

Maş fasulyelerinin yağ içerikleri AOAC (2005) 920.39'da belirtilen prosedürlere göre gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 5 g örnek etüvde 105°C'de yaklaşık 2 saat boyunca kurutulduktan sonra hassas terazi kullanılarak örneklerin ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra 6 saat boyunca 250 ml n-heksan ile soxhlet ünitesinde ekstrakte edilmiştir. Ham yağ içeriği formül 2 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{Ham yağ} = \frac{\text{Balondaki ağırlık (g)}}{\text{Örnek miktarı (g)}} \times 100 \quad (2)$$

Maş Fasulyelerinin Kül Oranlarının Belirlenmesi

Maş fasulyeleri, AOAC (2005) 968.08'te belirtilen prosedüre göre belirlenmiştir. 2 g numune hassas terazi de tartılmıştır. 580°C'de önceden ısıtılacak kül fırınına kontrollü bir şekilde numuneler yerleştirilip, 20 dakika boyunca yakılmıştır.

Desikatöre aktarıldıktan sonra soğutulup tartılmıştır. Kül içeriği formül 3 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kül} = \frac{\text{Kül ağırlığı (g)}}{\text{Örnek ağırlığı (g)}} \times 100 \quad (3)$$

Maş Fasulyelerinin Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi

Maş fasulyelerinin antoksidan aktiviteleri Singleton vd. (1999) tarafından belirtilen yöntemle belirlenmiştir. Bu maksatla, 200 µL/mL konsantrasyonlarda hazırlanan standart çözeltilerden 1'er mL alınarak, 4 mL 0.1 mM 1-1 difenil 2 pikrilhidrazil (DPPH) çözeltisi ilave edilerek, karanlıkta ve oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiştir. Ardından spektrofotometrede 517 nm absorbans değerleri belirlenmiştir.

Maş Fasulyelerinde Toplam Fenolik Madde Tayini

Maş fasulyelerinin toplam fenolik madde miktarları Folin-Ciocalteu metoduna göre belirlenmiştir (Singleton ve Rossi,1965). Ekstrakt (0.5) ml üzerine 2.5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi (0,2 N) ve 2 ml sodyum karbonat çözeltisi (75 g/L) ilave edilmiş, karanlık bir ortamda iki saat bekletme sonrasında 765 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Gallik asit standardı ile hazırlanan kalibrasyon kurvesinden yararlanılarak örneklerde bulunan toplam fenolik madde miktarı hesaplanmış ve mg Gallik Asit Eşdeğeri (GAE)/ 100 g cinsinden hesaplanmıştır.

Kavrulmuş Maş Fasulyelerinin Tekstürel Özelliklerinin Belirlenmesi

Kavrulmuş maş fasulyelerinin kırma kuvveti değerleri bir Tekstür analizörü (TA.XT plus Stable Micro Systems, İngiltere) kullanılarak belirlenmiştir. Maş fasulyesi taneleri 6.30 mm çapında silindirik prob yardımıyla 25 kg'lık hücre yükü kullanılarak sıkıştırılmıştır. Test öncesi hız ve test hızı 1 mms⁻¹ olarak ayarlanmıştır.

Duyusal Analiz

Kahve benzeri içeceklerin duyusal analizi yaşları 20-50 arasında değişen 60 (38 kadın, 22 erkek) yarı-eğitilmiş panelist tarafından ISO 8586 (2012)'de belirtilen prosedüre göre

gerçekleştirilmiştir. İçeceklerin görünüş, koku ve lezzetleri 5 puanlı hedonik skala (1= Hiç beğenmedim, 2= Beğenmedim, 3= Ne beğendim ne beğenmedim, 4= Beğendim, 5= Çok beğendim) kullanılarak değerlendirilmiştir (Meilgaard, Civille ve Carr, 2016). Örnekler üç tekerrürlü olarak test edilmiştir. Her uygulamada panelistlere 6 örnek sunulmuştur. Örnek sunumları arasında ağızda oluşan kalıntı tadı gidermek için su kullanılmıştır (Bolek, 2020).

İstatistiksel Analiz

Örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($P \leq 0.05$) olup olmadığını bulabilmek için veriler "Varyans analizi" ve "Duncan çoklu karşılaştırma testi"ne göre değerlendirilmiş olup söz konusu istatistiksel analizler SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kavrulmuş Maş Fasulyelerinin Renk Değerleri

Kavrulmuş maş fasulyelerinin L*, a*, b* değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Her iki yöntemde de kavurma süresi arttıkça örneklerin L* ve b* değerlerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde düşüş gerçekleşmiştir. Akışkan yatak kavurucuda kavrulmuş örneklerin L* ve b* değerlerinin daha düşük olmasının nedeni enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının akışkan yatak kavurucuda mikrodalga fırına göre daha yoğun gerçekleşmesiyle açıklanabilir (Nagaraju vd., 2016). Kahve benzeri içecek elde etmek üzere menengiç tanelerinin kavruğu çalışmada menengiç tanelerinin kavurma ile renklerinde değişim incelenmiş ve benzer sonuçlar elde edilmiştir (Bolek ve Ozdemir, 2017). Çam fıstıklarının kavruğu çalışmada da renk değerlerinde benzer şekilde değişim gözlenmiştir (Hojjiati vd., 2015).

Maş Fasulyelerinin Kimyasal İçeriği

Maş fasulyelerinin kimyasal içerikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Her iki yöntemde de kavurma sıcaklığı ya da kavurma için kullanılan mikrodalga gücü ve süresi arttıkça maş fasulyelerinin nem değerlerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde düşüş gerçekleşmiştir ($P \leq 0.05$). Söz konusu düşüş kavurma esnasında gerçekleşen

dehidrasyon ile açıklanabilir. Fındıkların kavurulmasında mikrodalga ve infrared kavurmanın kombine olarak kullanıldığı çalışmada

da nem içeriği için benzer davranış gözlemlenmiştir (Uysal vd., 2009).

Çizelge 1. Kavurulmuş maş fasulyelerinin renk değerleri
Table 1. Color values of roasted mung beans

Kavurma sıcaklığı/ gücü ve süresi (dak) Roasting temperature/power and time (min)	L*	a*	b*
130 °C, 10	33.12±0.42 ^b	3.56±0.02 ^b	22.28±0.03 ^d
130 °C, 20	27.46±0.63 ^b	2.82±0.03 ^b	18.16±0.02 ^e
130 °C, 30	22.52±0.55 ^d	1.92±0.02 ^b	15.10±0.04 ^f
600 W, 8	35.62±0.22 ^a	5.21±0.04 ^a	32.14±0.04 ^a
600 W, 14	32.25±0.31 ^b	5.85±0.03 ^a	29.36±0.03 ^b
600 W, 20	29.22±0.18 ^c	6.21±0.01 ^a	27.28±0.03 ^c

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir ($P \leq 0.05$). Tüm değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır.

The difference between the means indicated by different letters in the same column is statistically significant ($P \leq 0.05$). All values are the means of 3 repetition ($n=3$).

Çizelge 2. Maş fasulyelerinin kimyasal içerikleri
Table 2. Proximate composition of mung beans

Kavurma sıcaklığı/gücü ve süresi (dak) Roasting temperature/power and time (min)	Nem (%) Moisture (%)	Kül (%) Ash (%)	Protein (%) Protein (%)	Yağ (%) Fat (%)
Kavurulmamış Unroasted	0.52±0.02 ^a	2.93±0.01 ^a	23.10±0.05 ^a	1.90±0.02 ^a
130 °C, 10	0.45±0.02 ^c	2.92±0.02 ^a	21.08±0.03 ^b	1.92±0.01 ^a
130 °C, 20	0.40±0.01 ^d	2.90±0.03 ^a	19.16±0.02 ^c	1.93±0.03 ^a
130 °C, 30	0.36±0.02 ^e	2.90±0.02 ^a	18.24±0.04 ^d	1.95±0.03 ^a
600 W, 8	0.49±0.02 ^b	2.91±0.04 ^a	21.78±0.04 ^b	1.91±0.03 ^a
600 W, 14	0.46±0.01 ^{b,c}	2.91±0.03 ^a	20.36±0.03 ^{b,c}	1.92±0.03 ^a
600 W, 20	0.40±0.02 ^d	2.89±0.01 ^a	19.12±0.03 ^c	1.93±0.03 ^a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir ($P \leq 0.05$). Tüm değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır.

The difference between the means indicated by different letters in the same column is statistically significant ($P \leq 0.05$). All values are the means of 3 repetition ($n=3$).

Kavurma işlemi boyunca maş fasulyelerinin kül değerlerinde istatistiksel olarak önemli olmayan düzeyde azalma gerçekleşmiştir ($P > 0.05$). Kül miktarı için benzer sonuçlar kavurulmuş ve kavurulmamış defektif kahve çekirdeklerinin kimyasal içeriklerinin araştırıldığı çalışmada da elde edilmiştir (Oliveira, Franca, Mendonça ve Barros-Junior, 2006).

Kavurma işleminin etkisiyle maş fasulyelerinin protein içeriklerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde azalma gerçekleşmiştir ($P \leq 0.05$). Söz konusu azalma proteinlerin ısı etkisiyle denaturasyonu ve kavurma esnasında gerçekleşen Maillard reaksiyonu ile açıklanabilir (Parliment, 2000).

Kavurma işleminin etkisiyle maş fasulyelerinin yağ içeriklerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde olmayan artış gerçekleşmiştir ($P \leq 0.05$). Robusta kahve çekirdeklerinin kavrulduğu çalışmada kahve çekirdeklerinin yağ içeriğindeki değişim araştırılmış ve benzer sonuçlar elde edilmiştir (Budryn vd., 2012). Bu sonuç, kavurmanın etkisiyle hücre çeperlerinin parçalanması sonucu içindeki yağların dışarı çıkması ve yağda çözünen bileşenlerin bir kısmının da yağa geçmesiyle açıklanabilir (Vasconcelos vd., 2007).

Maş Fasulyelerinin Antioksidan Aktivite ve Toplam Fenolik Madde İçerikleri

Maş fasulyelerinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriklerindeki değişim Çizelge 3'te verilmiştir. Kavurma sıcaklığı/kavurma gücü ve

kavurma süresi arttıkça maş fasulyelerinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde değerlerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde artış görülmüştür ($P \leq 0.05$). Kavurma süresince antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriğindeki söz konusu artış kavurma esnasında sıcaklığın etkisiyle oluşan Maillard reaksiyon ürünleri gibi yeni antioksidatif maddelerin oluşmasıyla açıklanabilir Liu ve Kitts, 2011). Priftis vd., (2015) kavrulmuş ve kavrulmamış kahve çekirdeklerinin antioksidan aktivitelerini kıyasladıkları çalışmada kavrulmuş kahve çekirdeklerinin antioksidan aktivitelerinin kavrulmamış kahve çekirdeklerinin antioksidan aktivitelerinden daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Çizelge 3. Maş fasulyelerinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içerikleri

Table 3. Antioxidant activity and total phenolic content of mung beans

Kavurma sıcaklığı/ gücü ve süresi (dak) <i>Roasting temperature/power and time (min)</i>	Antioksidan aktivite (% inhibisyon) <i>Antioxidant activity (inhibition %)</i>	Toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) <i>Total phenolic content (mg GAE/100g)</i>
Kavurulmamış <i>Unroasted</i>	26.82±0.11 ^e	200.66±0.57 ^g
130 °C, 10	30.12±0.09 ^d	210.03±0.32 ^f
130 °C, 20	33.46±0.12 ^c	240.22±0.44 ^d
130 °C, 30	35.52±0.15 ^b	265.41±0.52 ^b
600 W, 8	33.32 ±0.22 ^c	230.26±0.24 ^e
600 W, 14	35.80±0.18 ^b	252.36±0.13 ^c
600 W, 20	39.42±0.14 ^a	285.13±0.21 ^a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir ($P \leq 0.05$). Tüm değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır.

The difference between the means indicated by different letters in the same column is statistically significant ($P \leq 0.05$). All values are the means of 3 repetition ($n=3$).

Kavurulmuş Maş Fasulyelerinin Tekstürel Özellikleri

Tekstürel değişiklikler kavurma derecesini gösteren bir indikatör olarak önceki çalışmalarda kahve çekirdeklerinde (Pittia vd., 2001), menengiç tanelerinde (Bolek ve Ozdemir 2017) ve yer fıstıklarında (Cea vd., 2015) kullanılmıştır. Kavurulmuş maş fasulyelerinin tekstür analiz cihazı ile belirlenen sertlik ve kırılmalık değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Kavurma sıcaklığı/kavurma gücü ve kavurma süresi arttıkça maş fasulyelerinin sertlik ve kırılmalık değerlerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde azalma gerçekleşmiştir (P

≤ 0.05). Bu sonuç, kavurma derecesi arttıkça uzaklaşan su nedeniyle ayrıca çekirdek hacminin ve gözenekliliğinin sıcaklığın etkisiyle artmasından kaynaklı olarak maş fasulyelerinin daha kırılmalık bir hale gelmesiyle açıklanabilir. Bu nedenle koyu kavurulmuş maş fasulyelerinin sertlik değeri açık kavurulmuş maş fasulyelerinin sertlik değerinden daha düşük bulunmuştur. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda kavurma derecesi arttıkça kahve çekirdeklerini (Pittia vd., 2007) ve çam fıstıklarının (Shakerardekani vd., 2010) da sertlik değerlerinde azalma görülmüştür.

Çizelge 4. Kavrulmuş maş fasulyelerinin sertlik ve kırılabilirlik değerleri
 Table 4. Hardness and fracturability values of roasted mung beans

Kavurma sıcaklığı/ gücü ve süresi (dak) Roasting temperature/power and time (min)	Sertlik (N) Hardness (N)	Kırılabilirlik (N) Fracturability (N)
130 °C, 10	65.12±0.19 ^b	30.03±0.32 ^b
130 °C, 20	43.46±0.42 ^d	24.22±0.44 ^d
130 °C, 30	29.52±0.55 ^f	22.41±0.52 ^e
600 W, 8	73.32 ±0.32 ^a	35.26±0.24 ^a
600 W, 14	55.80±0.48 ^c	29.36±0.13 ^b
600 W, 20	36.42±0.64 ^e	26.13±0.21 ^c

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir ($P \leq 0.05$). Tüm değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır.

The difference between the means indicated by different letters in the same column is statistically significant ($P \leq 0.05$). All values are the means of 3 repetition ($n=3$).

Kavrulmuş Maş Fasulyelerinden Elde edilmiş Kahve Benzeri İçeceklerin Duyusal Analizi

Kavrulmuş maş fasulyelerinin duyusal kabul edilebilirlik sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. Her iki kavurma yöntemi için de orta kavrulmuş maş

fasulyesi tanelerinden elde edilen kahve benzeri içecekler, açık ve koyu kavrulmuş olanlardan daha yüksek puanlar almıştır.

Çizelge 5. Kahve benzeri içeceklerin duyusal analizi
 Table 5. Sensory analysis of coffee-like beverages

Kavurma sıcaklığı/ gücü ve süresi (dak) Roasting temperature/power and time (min)	Görünüş Appearance	Koku Odor	Lezzet Flavor	Genel İzlenim Overall impression
130 °C, 10	2.45±0.32 ^c	2.02±0.12 ^c	1.78±0.03 ^d	1.92±0.01 ^c
130 °C, 20	4.10±0.21 ^a	4.02±0.23 ^b	3.86±0.02 ^b	4.05±0.03 ^b
130 °C, 30	3.36±0.42 ^b	2.90±0.22 ^d	2.24±0.04 ^c	2.95±0.03 ^d
600 W, 8	2.80±0.22 ^c	2.91±0.44 ^d	2.78±0.04 ^c	2.91±0.03 ^d
600 W, 14	4.46±0.31 ^a	4.91±0.33 ^a	4.36±0.03 ^a	4.92±0.03 ^a
600 W, 20	3.50±0.12 ^b	3.89±0.21 ^c	3.12±0.03 ^b	3.93±0.03 ^c

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arası fark önemlidir ($P \leq 0.05$). Tüm değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır.

The difference between the means indicated by different letters in the same column is statistically significant ($P \leq 0.05$). All values are the means of 3 repetition ($n=3$).

Görünüş açısından benzer kavurma derecesine sahip örnekler için kavurma yöntemindeki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$). Koku ve lezzet için duyusal panelden alınan puanlar incelendiğinde 600W mikrodalga gücünde 14 dakika boyunca kavrulmuş maş fasulyesi tanelerinden elde edilen kahve benzeri içeceklerin duyusal panelden en yüksek puanları aldığı görülmektedir. Koku ve lezzet açısından

mikrodalga fırında kavrulmuş örnekler akışkan yatak kavurucuda kavrulmuş örneklerden daha yüksek puanlara sahip olmuştur ($P \leq 0.05$). Bu sonuç akışkan yatak kavurucuda kavurma işleminin hava akımı vasıtasıyla gerçekleşmesinden kaynaklı olarak aromayı oluşturan uçucu bileşenlerin kısmi olarak kaybı ile açıklanabilir. Hojjati vd. (2015) yaptıkları çalışmada benzer şekilde mikrodalga kavrulmuş

çan fıstıklarının lezzeti için duyuşal panelden alınan puanların sıcak hava akımında kavrulmuş çan fıstıkları için alınan puanlardan daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Genel izlenim açısından mikrodalga fırında kavrulmuş maş fasulyesi tanelerinden elde edilen kahve benzeri içecekler akışkan yatak kavurucuda kavrulmuş olanlardan daha yüksek puana sahip olmuştur ($P \leq 0.05$). Orta kavrulmuş maş fasulyesi tanelerinden elde edilen kahve benzeri içecekler de açık ve koyu kavrulmuş olanlardan daha yüksek puanlara sahip olmuştur ($P \leq 0.05$).

SONUÇ

Bu çalışmada kavrulduktan sonra kahvenin kendine özgü aroma bileşenlerini içeren maş fasulyelerinden kafeinsiz kahve alternatifi içecek üretme olanakları araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçları kavurma işleminin son ürünün fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerinde son derece önemli olduğunu ve arzu edilen karakteristiklere sahip ürün eldesi için hem kavurucu tipinin hem kavurma derecesinin uygun şekilde belirlenmesinin gerekli olduğunu ortaya koymuştur. Maş fasulyeleri için orta kavurma derecesinin açık ve koyu kavurmaya göre daha iyi sonuç verdiği ortaya konulmuştur. Duyusal analiz sonuçları mikrodalga kavurmanın maş fasulyelerinin duyuşal özelliklerini korumada daha etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir. Akışkan yatak kavurma işleminin homojen kavurmanın sağlanması için son derece etkili bir yöntem olduğu ortaya koyulmuştur. Çalışmanın sonuçları maş fasulyelerinin kafeinsiz kahve alternatifi sağlıklı bir içecek olma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Mikrodalga kavurma yönteminin hem hızlı hem de pratik bir yöntem olarak maş fasulyelerinin kavurulmasında başarıyla kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

ÇIKAR ATISMASI BEYANI

Bu makalede yazarların, diğer kişilerin ve kurumların arasında bir çıkar atışması yoktur.

YAZAR KATKILARI

Sibel Bölek makale konusunu araştırdı ve tasarladı. Esra Alptekin deneysel çalışmaları gerçekleştirdi ve makalenin taslağını oluşturdu.

Tüm yazarlar makalenin yazımına katkıda bulundu, son halini okudu ve onayladı.

KAYNAKLAR

AOAC. (2005). Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, In: 18th Edition, Washington DC, the USA.

Anwar, F., Latif, S., Przybylski, R., Sultana, B., Ashraf, M. (2007). Chemical composition and antioxidant activity of seeds of different cultivars of mungbean. *J Food Sci*, 72(7): 503-510, doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00462.x.

Attar, U., Hinge, V., Zanan, R., Adhav, R., Nadaf, A. (2017). Identification of aroma volatiles and understanding 2-acetyl-1-pyrroline biosynthetic mechanism in aromatic mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *Physiol Mol Biol Plants*, 23(2): 443-451, doi: 10.1007/s12298-017-0414-2.

Bolek, S. (2020). Olive stone powder: A potential source of fiber and antioxidant and its effect on the rheological characteristics of biscuit dough and quality. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 64, 102423, doi: 10.1016/j.ifset.2020.102423.

Bolek, S., Ozdemir, M. (2017). Optimization of roasting conditions of microwave roasted Pistacia terebinthus beans. *LWT-Food Sci Technol*, 86: 327-336, doi: 10.1016/j.lwt.2017.08.017.

Bonita, J. S., Mandarano, M., Shuta, D., Vinson, J. (2007). Coffee and cardiovascular disease: in vitro, cellular, animal, and human studies. *Pharmacol Res*, 55(3): 187-198, doi: 10.1016/j.phrs.2007.01.006.

Budryn, G., Nebesny, E., Źyzelewicz, D., Oracz, J., Miřkiewicz, K., Rosicka-Kaczmarek, J. (2012). Influence of roasting conditions on fatty acids and oxidative changes of Robusta coffee oil. *Eur J Lipid Sci Technol*, 114(9): 1052-1061, doi: 10.1002/ejlt.201100324.

Campos-Vega, R., Loarca-Pina, G., Vergara-Castaneda, H. A., Oomah, B. D. (2015). Spent coffee grounds: A review on current research and future prospects. *Trends Food Sci Tech*, 45(1): 24-36, doi: 10.1016/j.tifs.2015.04.012.

Cea, T. R., Karwowski, J., Wang, C.Y., Winfrey, D.C. (2015). Processtoenhance flavor of roasted

- nuts and products with modified texture. U.S. Patent 9,078,467.
- Crews, H. M., Olivier IV, L., Wilson, L. A. (2001). Urinary biomarkers for assessing dietary exposure to caffeine. *Food Addit Contam*, 18(12): 1075-1087, doi: 10.1080/02652030110056630.
- del Castillo, M. D., Ames, J. M., Gordon, M. H. (2002). Effect of roasting on the antioxidant activity of coffee brews. *Agric Food Chem*, 50(13): 3698-3703, doi: 10.1021/jf011702q.
- Hojjati, M., Noguera-Artiaga, L., Wojdyło, A., Carbonell-Barrachina, A. A. (2015). Effects of microwave roasting on physicochemical properties of pistachios (*Pistaciavera L.*). *Food Sci Biotechnol*, 24, 1995-2001, doi: 10.1007/s10068-015-0263-0.
- ISO (2012). Sensory analysis- General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors. www.iso.ch/8586 (Accessed: 30 June 2020).
- Lee, K. G., Shibamoto, T. (2000). Antioxidant properties of aroma compounds isolated from soybeans and mung beans. *J Agric Food Chem*, 48(9): 4290-4293, doi: 10.1021/jf000442u.
- Liu, Y., Kitts, D. D. (2011). Confirmation that the Maillard reaction is the principle contributor to the antioxidant capacity of coffee brews. *Food Res Int*, 44(8): 2418-2424, doi: 10.1016/j.foodres.2010.12.037.
- Maughan, R. J., Griffin, J. (2003). Caffeine ingestion and fluid balance: a review. *J Hum Nutr Diet*, 16(6): 411-420, doi: 10.1046/j.1365-277X.2003.00477.x.
- McCusker, R. R., Goldberger, B. A., Cone, E. J. (2003). Caffeine content of specialty coffees. *J anal toxicol*, 27(7): 520-522, doi: 10.1093/jat/27.7.520.
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V., Carr, B.T. (2016). *Sensory evaluation techniques* (5th ed.). Boca Raton, FL: CRC press. ISBN: 13:978-1-4822-1691-2.
- Nagaraju, V. D., Ramalakshmi, K., Sridhar, B. S. (2016). Cryo assisted spouted bed roasting of coffee beans. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 37, 138-144, doi: 10.1016/j.ifset.2016.08.016.
- Nebesny, E., Budryn, G. (2006). Evaluation of sensory attributes of coffee brews from robusta coffee roasted under different conditions. *Eur Food Res Technol*, 224(2): 159-165, doi: 10.1007/s00217-006-0308-y.
- Nebesny, E., Budryn, G., Kula, J., Majda, T. (2007). The effect of roasting method on headspace composition of robusta coffee bean aroma. *Eur Food Res Technol*, 225(1): 9-19, doi: 0.1007/s00217-006-0375-0.
- Oğuz, S., Erdoğan, Z. (2016). Kahve Tüketiminin Kalp Sağlığı Üzerine Etkisi. *J Cardiovasc Nurs*, 7(14): 136-139.
- Oliveira, L. S., Franca, A. S., Mendonça, J. C., Barros-Junior, M. C. (2006). Proximate composition and fatty acids profile of green and roasted defective coffee beans. *LWT-Food Sci Technol*, 39(3), 235-239, doi: 10.1016/j.lwt.2005.01.011.
- Parliment T. H., (2000). *An Overview of Coffee Roasting*, In: T. H. Parliment, C. T. Ho, P. Schieberle, Editors, Caffeinated Beverages, ACS Symposium Series. ISBN: 9780841236547.
- Patil, H., Lavie, C. J., O'Keefe, J. H. (2011). Cuppa Joe: Friend or Foe?: Effects of Chronic Coffee Consumption on Cardiovascular and Brain Health. *Mo med*, 108(6): 431.
- Pittia, P., Dalla Rosa, M., Lericci, C. R. (2001). Textural changes of coffee beans as affected by roasting conditions. *LWT-Food Sci Technol*, 34: 168-175, doi: 10.1006/food.2000.0749.
- Pittia, P., Nicoli, M. C., Sacchetti, G. (2007). Effect of moisture and wateractivity on textural properties of raw and roasted coffee beans. *J Texture Stud*, 38: 116-134, doi: 10.1111/j.1745-4603.2007.00089.x.
- Priftis, A., Stagos, D., Konstantinopoulos, K., Tsitsimpikou, C., Spandidos, D. A., Tsatsakis, A. M., Tzatzarakis M. N., Kouretas, D. (2015). Comparison of antioxidant activity between green and roasted coffee beans using molecular methods. *Mol med rep*, 12(5): 7293-7302, doi: 0.3892/mmr.2015.4377.

- Ramalakshmi, K., Raghavan, B. (1999). Caffeine in coffee: its removal. Why and how?. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 39(5): 441-456, doi: 10.1080/104086999127923.
- Schenker, S., Heinemann, C., Huber, M., Pompizzi, R., Perren, R., Escher, R. (2002). Impact of roasting conditions on the formation of aroma compounds in coffee beans. *J Food Sci*, 67(1): 60-66, doi: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb11359.x.
- Shakerardekani, A., Karim, R., Mohd, G. H., Chin, N. L. (2011). Effect of roasting conditions on hardness, moisture content and colour of pistachio kernels. *Int Food Res J*, 18: 704-710, doi: 10.2139/ssrn.1799189.
- 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, doi: 10.1016/S0076-6879(99)99017-1.
- Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic*, 16(3): 144-158.
- Uysal, N., Sumnu, G., Sahin, S. (2009). Optimization of microwave–infrared roasting of hazelnut. *J Food Eng*, 90(2): 255-261, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2008.06.029.
- Vasconcelos, A. L. S., Franca, A. S., Gloria, M. B. A., Mendonça, J. C. (2007). A comparative study of chemical attributes and levels of amines in defective green and roasted coffee beans. *Food Chem*, 101(1): 26-32, doi: 10.1016/j.foodchem.2005.12.049.