

## Potansiyel Fonksiyonel Bileşen: Kahve Çekirdeği Zarı

Gizem Ateş, Yeşim Elmacı ✉

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir

Geliş Tarihi (Received): 01.06.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 02.12.2016

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [yesim.elmaci@ege.edu.tr](mailto:yesim.elmaci@ege.edu.tr) (Y. Elmacı)

☎ 0 232 311 13 16 📠 0 232 342 75 92

### ÖZ

Kahve sudan sonra en çok tüketilen ve petrolden sonra en çok ticareti yapılan ikinci önemli üründür. Tüketicinin kahveye artan talebinden dolayı kahve endüstrisinde çok miktarda atık meydana gelmekte olup, kahve çekirdeği zarı temel atıklardan biridir. Kahve çekirdeği zarı, kahve çekirdeğini saran ve kavurma işlemi sırasında oluşan bir yan üründür. Düşük oranda yağ ve indirgen karbonhidrat içeriğine, yüksek oranda protein, kül ve lif içeriğine sahip olan kahve çekirdeği zarı, diyet lifince zengin ürünlerin geliştirilmesinde fonksiyonel bir bileşen olarak değerlendirilebilir. Aynı zamanda antioksidanca zengin olan kahve çekirdeği zarının yapılan ön araştırmalarda in vitro ortamda bifidobakterilerin gelişimini destekleyici etkisinin görülmesi ile prebiyotik etkiye sahip fonksiyonel bir bileşen olduğu belirlenmiştir. Bu derlemede, kahve çekirdeği zarının kimyasal ve fonksiyonel özellikleri sunulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kahve, Kahve çekirdeği zarı, Diyet lifi, Antioksidan madde, Fonksiyonel bileşen

### Potential Functional Ingredient: Coffee Silverskin

#### ABSTRACT

Coffee is the second most consumed beverage after water and the largest traded commodity after petroleum. Due to the great consumer demand of coffee, large amounts of residues are generated in the coffee industry, and coffee silverskin is one of the most important by-products of coffee industry. Coffee silverskin is a tegument of coffee bean, which is a by-product of roasting process. With its low contents of fat and reducing carbohydrates and high contents of soluble dietary fiber, protein and ash, silverskin could be used as a functional ingredient in developing foods enriched with dietary fiber. Additionally, coffee silverskin with high antioxidant capacity supports growth of bifidobacteria in vitro, which might have some beneficial effects, thus coffee silverskin can be proposed as a new potential functional ingredient due to potential prebiotic activity. In this review, chemical and functional properties of coffee silverskin are presented.

**Key Words:** Coffee, Coffee silverskin, Dietary fiber, Antioxidant compound, Functional ingredient

### GİRİŞ

Kahve 1000 yıllık bir geçmişe sahip olan, dünyada en çok tüketilen ve petrolden sonra en çok ticareti yapılan ikinci önemli üründür [1-3]. Kahve bitkisi yaklaşık 80 tür içermekte [4], yalnızca iki türü ticari olarak

kullanılmaktadır. Bunlar kahve üretiminin %75'ini karşılayan *Coffea arabica* (Arabika) ve %25'ini karşılayan *Coffea canephora* (Robusta) olarak bilinmektedir. Arabika kahvesinin sahip olduğu duyuşal özellikler bakımından Robusta'dan daha üstün olduğu ve uluslararası piyasada yüksek fiyatlara sahip olduğu belirtilmektedir [1-2]. Dünya çapında birçok ülkede

kahve üretimi yaygınlaşmakta, Brezilya, Vietnam ve Kolombiya dünyadaki kahve üretiminin yarısından fazlasını karşılamaktadır. Uluslararası Kahve Organizasyonu (International Coffee Organization) tarafından kahve tüketimi 2011-2012 yılında 60 kg'lık 130 milyon torba olarak belirlenmiş ve dünyada her gün 2.25 milyar fincandan fazla kahve tüketildiği belirtilmiştir [5].

Kahve meyvesi düzgün ve sert bir dış kabuk (perikarp) ile kaplıdır. Meyve ham iken genellikle yeşil renklidir, olgunlaştığında ise koyu kırmızı veya kırmızı-mor bir renge dönüşmektedir. Perikarp yumuşak, sarımsı, lifli ve tatlı bir tadı olan pulpu (mesokarp) sarmakta, bunu yarısaydam, renkli, ince, viskoz ve su ile birleşme kapasitesi yüksek olan musilaj tabakası izlemektedir [6-7]. Daha sonra, sarımsı ince bir endokarp tabakası görülmektedir. En içte ise kahve çekirdeklerinin iki yarımküresini de kaplayan çekirdek zarına rastlanılmaktadır [7].

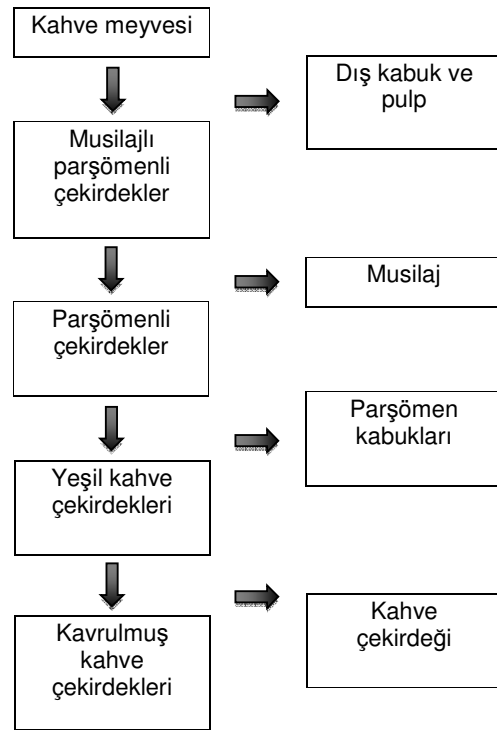
Yeşil kahve çekirdeğine sarılı halde bulunan kahve çekirdeği zarı, kavurma işleminin yan ürünü olarak elde edilmekte [5, 7-9] ve yüksek konsantrasyonda diyet lifi ve antioksidan madde içermektedir [7, 10]. Yüksek antioksidan içeriği, fenolik maddelerin konsantrasyonundan ve kavurma işlemi boyunca gerçekleşen Maillard reaksiyonu sonucu oluşan melanoidinden kaynaklanmaktadır. Lifli dokunun ana bileşenlerini selüloz ve hemiselüloz oluşturmada, proteinlerin yanı sıra glukoz, ksiloz, galaktoz, mannoz ve arabinoz gibi monosakkaritler içermektedir [7].

Kahve endüstrisi yan ürünleri ile ilgili bugüne kadar yapılan çalışmaların birçoğu kahve küspesine yöneliktir. Bu çalışmada kahve çekirdeği zarının kimyasal özellikleri ile fonksiyonel özellikleri konusunda yapılan çalışmalar incelenmiş, kahve çekirdeği zarının fonksiyonel bileşen olarak gıdalarda kullanılabilirliği ile ilgili bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

## KAHVE ÇEKİRDEĞİNİN İŞLENMESİ ve OLUŞAN YAN ÜRÜNLER

Kahvenin uluslararası ticareti, kahveye kuru veya yaş işleme yöntemi uygulanarak gerçekleştirilmektedir [7]. Kuru işleme yöntemi Robusta tipi kahve üretiminde ve Brezilya'da üretilen Arabika tipi kahve üretiminin büyük çoğunluğunda uygulanan bir yöntemdir. Yöntemde doğal ve yapay kurutma uygulanmakla birlikte en yaygın olarak uygulanan kurutma yöntemi güneşte kurutmadır [7, 11]. Bu yöntemde hasat edilmiş kahve meyvesi %10-11 rutubete kadar güneşte kurutulup mekanik yolla tek aşamada çekirdeği saran kısımlardan (kabuk, dış zar, pulp, musilaj, parşömen tabakası ve çekirdek zarı) uzaklaştırılmaktadır [7]. Kurutmada kiraz kırmızısı renk dikkate alınmakta, açık havada 12-15 gün içinde bu renk elde edilmektedir [5]. Yapay kurutmada statik, döner, yatay veya dikey kurutucular kullanılabilir [7, 11]. Bu yöntemde kahve çekirdeği su ile işlem görmediği için küf oluşumu tehlikesine maruz kalmamaktadır. Kurutma işlemi istenilen renk, şekil ve aromatik bileşenleri sağlamasından dolayı kahve kalitesine olumlu bir katkıda bulunmaktadır [5].

Yaş işleme yöntemi ise 3 aşamada gerçekleşmektedir (Şekil 1) [11]. Birinci aşamada kahve kabuğu ve pulp, 2. aşamada musilaj ve çözünebilir şeker, 3. aşamada ise parşömen tabakası uzaklaştırılmaktadır. Bu yöntemde, kahve meyvesinin preslenmesi ile zar ve pulpın büyük kısmı uzaklaşmış olmaktadır. Sonraki aşama kalan pulp kalıntısının ve musilaj tabakasının uzaklaştırılmasıdır. Bunun için kontrollü fermentasyon işlemi uygulanmaktadır [7]. Fermentasyon sonrası musilajdan arındırılmış parşömenli kahve çekirdeği elde edilmektedir. Kahve çekirdeği zarı kurutma ızgaralarına yayılarak %10 nem içeriğine ulaşınca kadar kurutulmakta ve parşömen tabakası uzaklaştırılmaktadır. Böylece yeşil kahve çekirdeği elde edilmektedir. Yeşil kahve çekirdeklerinin kavrulması ile de kahve çekirdeği zarı ortaya çıkmakta, kavrulmuş kahve çekirdekleri elde edilmektedir [5].



Şekil 1. Kahvenin işlenmesi (yaş işleme) ve ortaya çıkan atıklar [11]

Kahve işleme sırasında birtakım yan ürünler meydana gelmektedir (Şekil 2) [5]. Kahve pulpu, kahve işlemede ilk yan ürün olarak ortaya çıkmakta, bütün meyvenin kuru ağırlıkça %29'unu oluşturmaktadır. Kahve pulpu, yaş işleme yöntemi ile elde edilmekte ve her 2 ton kahve üretiminde 1 ton kahve pulpu açığa çıkmaktadır. Temel olarak karbonhidrat, protein ve mineral (özellikle potasyum) açısından zengin olan kahve pulpu tanen, polifenol ve kafein içeriğince de zengindir. Kahve pulpu, kuru ağırlıkça %1.80-8.56 tanen, %6.5 toplam pektin maddesi, %12.4 indirgen şeker, %2.0 indirgen olmayan şeker, %1.3 kafein, %2.6 klorojenik asit ve %1.6 kafeik asit içermektedir [5]. Arabika kahve pulplarında flavan-3-ol, hidroksisinnamik asit, flavonoidler ve antosiyaninler olmak üzere 4 temel polifenol mevcuttur. Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) ile fenolik madde içeriğine

bakıldığında klorojenik asit (CGA) (%42.2), epikateşin (%21.6), 3,4-dikaffeoylkuinik asit (%5.7), 3,5-dikaffeoylkuinik asit (%19.3), 4,5-dikaffeoylkuinik asit (%4.4), kateşin (%2.2), rutin (%2.1), protokateşik asit (%1.6), ve ferulik asit (%1.0) içeriğine rastlanılmaktadır. Daha sonra yapılan araştırmalarda bunlara ek olarak 5-ferulokuinik aside ve antosiyanin siyanidin-3-rutinoside'a rastlanıldığı görülmektedir [7].

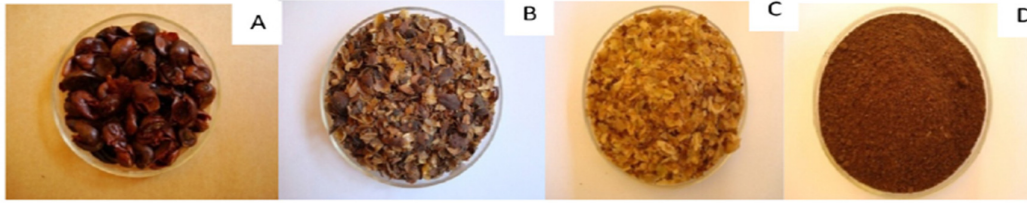
Kahve musilajı, yaş işleme yönteminde uygulanan enzimatik degradasyon öncesi kahve çekirdeğine yapışık olan kısımdır. %84.2 su, %8.9 protein, %4.1 şeker, %0.91 pektin, %0.7 kül içeriğine sahiptir [7].

Kahve parşömeni, kahve çekirdeğinin her iki yarımküresini birbirinden ayıran, güçlü ve lifli endokarp olarak ifade edilmektedir. Yaş işleme ve kuru işlemede farklı olarak ele alınmakta olan kahve parşömeni, yaş işleme yönteminde kurutma ve kabuk ayırma sonrası uzaklaşmaktadır. Kahve parşömeni %40-49 α-selüloz, %25-32 hemiselüloz, %33-35 lignin ve %0.5-1 kül içeriğine sahiptir [7].

Kahve çekirdeğinin kuru yöntem ile işlem görmesi sonucu elde edilen kahve parşömeni ise, kahve meyvesinin dış zarını, pulpu ve parşömeni içeren toplam atıktır [7]. Kahve parşömeni, kahve çekirdeğini çevrelemekte ve kahve çekirdeğinin kuru ağırlığının yaklaşık %12'sini oluşturmaktadır. Bir ton kahve meyvesinden yaklaşık 0.18 ton parşömen elde

edilmektedir. %15.0 nem, %7.0 protein, %0.3 lipid ve %72.3 karbonhidrat, %24.5 selüloz, %29.7 hemiselüloz, %23.7 lignin ve %6.2 kül içermektedir [5].

Yeşil kahve hem uçucu olan hem de uçucu olmayan bileşenler içermektedir. Temel bileşenleri karbonhidrat, protein, lipid, mineraller, kül, kafein, klorojenik asit, trigonellin, su oluşturmaktadır. Yeşil kahve çekirdeğinin tüketilir formu kavurma işleminden sonra elde edilmektedir. Yeşil kahvenin kalite değerlendirilmesinde koku ve lezzetin yanı sıra boyut, şekil, renk, sertlik ve kusur dikkate alınmaktadır. Kahvenin karakteristik lezzet ve aroması kavurma ve kaynatma boyunca gerçekleşen reaksiyonlar sonucu oluşan yüzlerce kimyasal bileşenin kombinasyonundan kaynaklanmaktadır. Bu işlem kurutma, kavurma veya piroliz, soğutma olmak üzere 3 aşamada incelenebilmektedir. İlk aşama suyun ve uçucu bileşenlerin yavaş bir şekilde kahve çekirdeğinden ayrılması ile açıklanmaktadır. Bu aşamada çekirdeğin rengi yeşilden sarıya dönmektedir. İkinci aşamada piroliz reaksiyonları gerçekleşmektedir. Bu aşamada çekirdeğin hem fiziksel hem de kimyasal özelliklerinde kayda değer bir değişim gözlenmekte, Maillard reaksiyonu sonucu oluşan ürünlerin polifenollere dönüştüğü görülmektedir. Üçüncü aşama olan kahve kaynatma işleminde ise pürüzsüz saf çözeltilen emülsiyon hale gelmiş çözelti elde edilmektedir. Bu kahvelere Türk kahvesi, espresso, filtre kahve, cappuccino örnek olarak verilebilmektedir [5].



A: Kahve pulpu B: Kahve parşömeni C: Kahve çekirdeği zarı D: Atık kahve

Şekil 2. Kahve çekirdeğinin işlenmesi sırasında meydana gelen yan ürünler [5]

Kahve çekirdeği zarı, kavurma işleminin yan ürünü olarak elde edilmektedir [5]. Kavrulmuş kahve kuru ağırlık olarak %38-42 karbonhidrat, %23 melanoidin, %11-17 lipid, %10 protein, %4.5-4.7 mineral, %2.7-3.1 CGA, %2.4-2.5 alifatik asit, %1.3-2.4 kafein içermektedir. Yaklaşık 850 uçucu komponente sahiptir ancak bunlardan 40 tanesi aromaya katkı sağlamaktadır. Kahvenin lezzet, aroma gibi karakteristik özellikleri kahvenin kavrulması aşamasında gelişmektedir. Kavurma işlemi boyunca polisakaritler düşük molekül ağırlıklı karbonhidratlara dönüşmekte, kahve çekirdekleri organik komponentlerin pirolizinden dolayı açık kahverenginden koyu kahverengine dönmektedir. Kavurma ile kahve çekirdeği zarı uzaklaşmakta, organik bileşenlerin yanması ile karsinojenik bileşenler, polisiklik aromatik hidrokarbonlar gibi bileşenler meydana gelmektedir. Kavurma sırasında özellikle birinci dakikada akrilamid oluşumu gözlenmektedir. Arabika kahvelerine kıyasla Robusta kahvelerinde akrilamid oluşumunun daha fazla olduğu görülmüş, geçen süre ile akrilamid konsantrasyonunda

azalma gözlenmiştir. Ortam koşullarında depolama sırasında da kavrulmuş kahve çekirdeklerinde akrilamid içeriğinin azaldığı görülmüştür [7].

Kahve küspesi, çözünür kahve elde edilirken ortaya çıkan atık olup, yaklaşık bir ton yeşil kahveden 650 kg kahve küspesi ve yaklaşık 2 kg kahve küspesinden 1 kg çözünür kahve elde edilmektedir. Önemli protein içeriğinin yanı sıra mannoz, galaktoz gibi zengin şeker içeriğine sahiptir. Kimyasal kompozisyonları bitkiden bitkiye hatta aynı bitkinin değişik bölümlerinde bile farklılık göstermektedir. Farklı coğrafik yerlere, bitkinin yaşına, iklime ve toprak özelliklerine göre de değişmektedir [5].

## KAHVE ÇEKİRDEĞİ ZARI

### Kimyasal Kompozisyonu

Kahve çekirdeği zarının ve diğer kahve yan ürünlerinin kimyasal kompozisyonu Murphy ve Madhava Naidu [5]

tarafından gerçekleştirilen çalışmada belirlenmiş olup, kahve çekirdeği zarının yüksek oranda protein, düşük oranda yağ içermekte olduğu, mineral içeriğinden dolayı yüksek kül oranına sahip olduğu saptanmıştır. Tablo 1'den kahve çekirdeği zarının diğer kahve yan

ürünlerine kıyasla protein içeriğinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Aynı şekilde kahve çekirdeği zarının diğer kahve yan ürünlerine kıyasla toplam lif ve klorojenik asit içeriğinin de yüksek olduğu gözlenmektedir.

Tablo 1. Kahve yan ürünlerinin kimyasal kompozisyonu [5]

| Parametreler (%) | Kahve pulpu | Kahve parşömeni | Kahve çekirdeği zarı | Kahve küspesi |
|------------------|-------------|-----------------|----------------------|---------------|
| Selüloz          | 63.0 ± 2.5  | 43.0 ± 8.0      | 17.8 ± 6.0           | 8.6 ± 1.8     |
| Hemiselüloz      | 2.3 ± 1.0   | 7.0 ± 3.0       | 13.1 ± 9.0           | 36.7 ± 5.0    |
| Protein          | 11.5 ± 2.0  | 8.0 ± 5.0       | 18.6 ± 4.0           | 13.6 ± 3.8    |
| Yağ              | 2.0 ± 2.6   | 0.5 ± 5.0       | 2.2 ± 1.9            | ND            |
| Toplam lif       | 60.5 ± 2.9  | 24 ± 5.9        | 62.4 ± 2.5           | ND            |
| Toplam polifenol | 1.5 ± 1.5   | 0.8 ± 5.0       | 1.0 ± 2.0            | 1.5 ± 1.0     |
| Toplam şeker     | 14.4 ± 0.9  | 58.0 ± 20.0     | 6.65 ± 1.0           | 8.5 ± 1.2     |
| Pektin           | 6.5 ± 1.0   | 1.6 ± 1.2       | 0.02 ± 1.0           | 0.01 ± 0.005  |
| Lignin           | 17.5 ± 2.2  | 9.0 ± 1.6       | 1.0 ± 2.0            | 0.05 ± 0.05   |
| Tanen            | 3.0 ± 5.0   | 5.0 ± 2.0       | 0.02 ± 0.1           | 0.02 ± 0.1    |
| Klorojenik asit  | 2.4 ± 1.0   | 2.5 ± 0.6       | 3.0 ± 0.5            | 2.3 ± 1.0     |
| Kafein           | 1.5 ± 1.0   | 1.0 ± 0.5       | 0.03 ± 0.6           | 0.02 ± 0.1    |

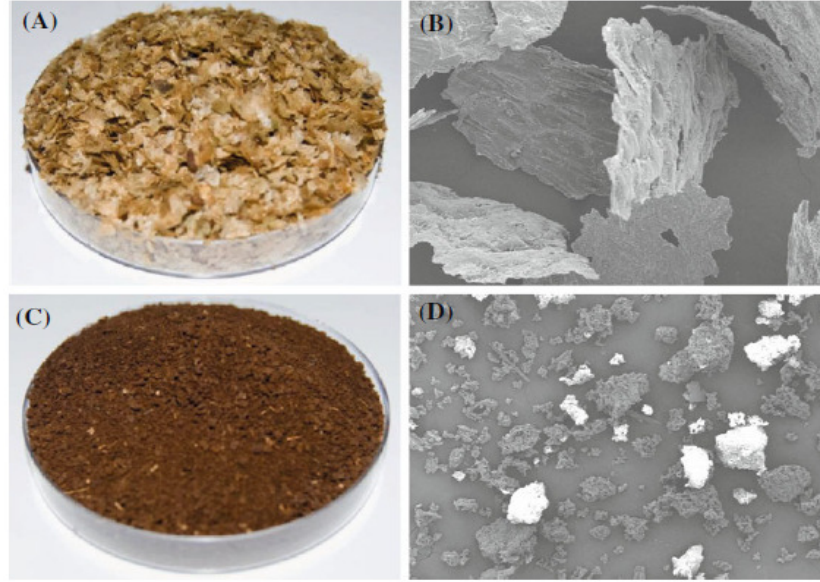
ND: Tanımlanmamış

Kahve çekirdeği zarının mineral madde içeriğinin belirlendiği bir çalışmada [12], kahve zarının potasyum, kalsiyum, magnezyum, sülfür, fosfor, demir, manganez, bor, bakır gibi mineral maddelere sahip olduğu ve potasyumu en yüksek oranda içerdiği belirlenmiştir. Potasyumu ise kalsiyum ve magnezyum izlemektedir (Tablo 2). Kahve çekirdeği zarının mineral içeriğinin yüksek olması minerallerin hormonal ve enzimatik aktiviteleri, büyümeyi destekleyen ve elektrot dengesini düzenleyici özellikleri nedeniyle insan vücudunun metabolik ve psikolojik fonksiyonlarını düzenlemesi açısından önemli bir rol oynamaktadır. Bu durum solunum, sindirim ve sirkülasyon gibi hayati işlemleri de destekleyen minerallerce zengin olan kahve çekirdeği zarının gıda formülasyonlarında besinsel özellikleri arttırmak için kullanılabilirliğini sağlamaktadır [12]. Kahve çekirdeği zarının çok düşük indirgen karbonhidrat içeriğine sahip olduğu, polisakkarit yapısındaki arabinogalaktan ve galaktomannanların kahve zarının temel bileşenlerini oluşturduğu saptanmıştır [11]. Şekil 3'de kahve çekirdeği zarının mikroskopik incelenmesi ile elde edilen görüntüde yüzey tabakalarından oluşan fibröz dokuların varlığı gözlenmektedir [1]. Bu fibröz dokuların temel bileşenlerinin selüloz ve hemiselüloz olduğu, glikoz, ksiloz, galaktoz, mannoz ve arabinozun da gümüş zarda bulunan diğer karbonhidratları oluşturduğu belirlenmiştir [1, 8]. Borrelli ve ark. [11] ve Sudha ve ark. [13] tarafından gerçekleştirilen çalışmada kahve zarının buğday kepeği, pirinç kepeği, yulaf kepeği ve arpa kepeğine göre; Ajila ve ark. [14] ve Macagnan ve ark. [15] tarafından yapılan bir çalışmada mango kabuğu tozu, elma posası ve portakal posasına göre daha yüksek toplam diyet lifi içeriğine sahip olduğu görülmüştür (Tablo 3 ve Tablo 4). Yapılan başka bir çalışmada kahve çekirdeği zarının diyet lifi içeriğinin (%15 çözünür diyet lifi, %85 çözünmeyen diyet lifi olmak üzere toplam %50-60 toplam diyet lifi) elma (%28.43), brokoli (%28.94), lahana (%22.41), havuç (%28.4), buğday kepeği (%41.97), yulaf kepeği (%28.60) ve patatesten (%2.85) daha yüksek olduğu ifade

edilmektedir [16]. Bu durum kahve zarının yüksek oranda diyet lifine sahip ürünler geliştirmede fonksiyonel bir bileşen olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir [1]. Ayrıca fruktooligosakkarit ve fermentasyon boyunca üretilen fruktofuranosidaz içeriğinden dolayı kahve çekirdeği zarının iyi bir besin kaynağı olduğu ifade edilmektedir [8].

Tablo 2. Kahve çekirdeği zarının mineral madde içeriği [12]

| Mineral element | Kahve çekirdeği zarı (mg/kg kuru ağırlık) |
|-----------------|---|
| Potasyum        | 21.100±0.00                               |
| Kalsiyum        | 9.400±0.01                                |
| Magnezyum       | 3.100±0.00                                |
| Sülfür          | 2.800±0.00                                |
| Fosfor          | 1.200±0.00                                |
| Demir           | 843.30±7.90                               |
| Alüminyum       | 470.60±13.9                               |
| Stronyum        | 71.72±0.30                                |
| Baryum          | 66.26±0.26                                |
| Bakır           | 63.30±1.00                                |
| Sodyum          | 57.30±1.10                                |
| Manganez        | 50.00±0.60                                |
| Bor             | 31.90±1.40                                |
| Çinko           | 22.30±0.10                                |
| Kobalt          | 21.39±1.04                                |
| İyot            | 18.30±1.64                                |
| Nikel           | 1.64±0.34                                 |
| Krom            | 1.59±0.00                                 |
| Molibden        | 0.24±0.29                                 |
| Vanadyum        | 1.01±0.05                                 |
| Kurşun          | ≤1.60                                     |
| Selenyum        | ≤1.60                                     |
| Galyum          | ≤1.47                                     |
| Kalay           | ≤1.30                                     |
| Kadmiyum        | ≤0.15                                     |



Şekil 3. Kahve çekirdeği zarının (A, B) ve kahve küspesinin (C, D) elektron mikroskobunda görüntüsü [1]

Tablo 3. Kahve çekirdeği zarının kimyasal kompozisyonunun lifçe zengin diğer kaynaklarla kıyaslanması [11, 13]

| Bileşenler (%)        | Kahve çekirdeği zarı | Buğday kepeği | Pirinç kepeği | Yulaf kepeği | Arpa kepeği |
|-----------------------|----------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| Nem                   | 7.30±0.4             | 7.68±0.03     | 10.56±0.02    | 6.45±0.04    | 4.92±0.03   |
| Kül                   | 7±0.2                | 5.70±0.05     | 10.00±0.06    | 4.00±0.04    | 5.00±0.04   |
| Yağ                   | 2.2±0.1              | 4.00±0.05     | 8.00±0.08     | 5.00±0.8     | 5.00±0.04   |
| Protein               | 18.6±0.6             | 13.12±0.10    | 13.00±0.15    | 12.0±0.13    | 14.0±0.18   |
| Toplam diyet lifi     | 62.4±0.6             | 47.50±0.36    | 40.00±0.28    | 20.4±0.19    | 45.0±0.21   |
| Çözünmeyen diyet lifi | 53.7±0.2             | 42.49         | 35.67         | 11.5         | 34.2        |
| Çözünür diyet lifi    | 8.8±0.4              | 5.01±0.04     | 4.33±0.05     | 8.9±0.04     | 10.8±0.04   |

Tablo 4. Kahve çekirdeği zarının kimyasal kompozisyonunun lifçe zengin meyvelerle kıyaslanması [11, 14, 15]

| Bileşenler (%)        | Kahve çekirdeği zarı | Mango kabuğu tozu | Elma posası | Portakal posası |
|-----------------------|----------------------|-------------------|-------------|-----------------|
| Nem                   | 7.30±0.4             | 10.5±0.5          | 10.80±0.03  | 8.45±0.83       |
| Kül                   | 7±0.2                | 3±0.18            | 0.50±0.05   | 2.97±0.42       |
| Yağ                   | 2.2±0.1              | 2.2±0.06          | 2.70±0.10   | 4.21±0.12       |
| Protein               | 18.6±0.6             | 3.6±0.6           | 2.06±0.005  | 4.89±0.06       |
| Toplam diyet lifi     | 62.4±0.6             | 51.2±1.08         | 51.10±1.86  | 54.82±0.23      |
| Çözünmeyen diyet lifi | 53.7±0.2             | 32.1±1.34         | 36.50±1.14  | 29.65±1.46      |
| Çözünür diyet lifi    | 8.8±0.4              | 19.0±0.26         | 14.60±0.14  | 25.17±0.22      |

### Fonksiyonel Özellikleri

#### Su ve Yağ Tutma Kapasitesi

Su ve yağ tutma kapasitesi uygulanan santrifüj kuvvetinden sonra bileşenin su veya yağı tutma kapasitesi olarak tanımlanabilmektedir. Su ve yağ tutma kapasitesi gıdaların üretimi, işlenmesi ve depolanması boyunca önemli bir rol oynamaktadır. Aynı zamanda gıdaların besinsel ve duyuşsal özelliklerini etkilemektedir [12]. Su ve yağ tutma kapasitesi gıdaların pişirilmesi sırasında kaybolan suyun ve yağın tutulmasını sağlamakta, bu durum gıdadaki lezzetin korunması ve gıdanın teknolojik özelliğinin artırılması için önem taşımaktadır [17]. Yüksek yağ tutma kapasitesi, yağ ve su emülsiyonlarında stabilitenin sağlanması açısından önem taşımaktadır. Ballesteros ve ark. [12] tarafından

yapılan bir çalışmada kahve çekirdeği zarı  $\leq 500$   $\mu\text{m}$  boyutuna getirilmiş ve kahve çekirdeği zarının su ve yağ tutma kapasitesi incelenmiş, kahve çekirdeği zarının su tutma kapasitesi 5.11 (g su/g kuru örnek), yağ tutma kapasitesi 4.72 (g yağ/g kuru örnek) olarak belirlenmiştir. Kahve çekirdeği zarının su tutma kapasitesinin lif içerdiğinden dolayı pirinç kabuğu, buğday otu ve okaradan (soya sütü yapımı aşamasında arta kalan soya fasulyesi posası) daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Pourfarzad ve ark. [18] tarafından yapılan başka bir çalışmada alkali hidrojen peroksit ile muamele edilmiş kahve çekirdeği zarının su tutma kapasitesi 6.74 (g su/g kuru örnek), yağ tutma kapasitesi 4.76 (g yağ/g kuru örnek) olarak belirlenmiştir.

### Antioksidan Madde İçeriği

Narita ve Inouye [16] tarafından yapılan bir çalışmada kahve çekirdeği zarının antioksidan madde açısından zengin olduğu belirtilmiş, kahve çekirdeği zarının yabancısını, erik, ahududu, elma ve portakal gibi meyvelere ve havuç, yeşil biber, ıspanak gibi sebzelere kıyasla daha fazla antioksidan madde içerdiği saptanmıştır. Kahve çekirdeği zarının yüksek antioksidan içeriğine lif-antioksidan kompleksi oluşumunun etkili olduğu belirtilmektedir. Tahıl ürünlerinde lif-antioksidan kompleksini ferulik asit esterleri oluşturmaktayken, kahve çekirdeği zarında klorojenik asit oluşturmaktadır. Klorojenik asit yeşil kahve çekirdeğinde yüksek miktarda bulunmakta, polisakkaritlerle kavrulma boyunca tepki göstermekte ve melanoidin olarak adlandırılan kahvenin kavrulması boyunca Maillard reaksiyonu sonucu meydana gelen yüksek molekül ağırlığına sahip koyu renkli polimerleri oluşturmaktadır. Bresciani ve ark. [6] tarafından yapılan bir çalışmada kahve çekirdeği zarının iyi bir fenolik madde kaynağı olduğu ve fenolik maddelerin büyük bir kısmını klorojenik asidin oluşturduğu ifade edilmiştir (Tablo 5). Antihipertansif etkiye sahip doğal

antioksidanlar içeren klorojenik asit, diyabeti önlemekte ve glikoz seviyesinin normal düzeyde tutulmasını sağlamaktadır. Kafein, trigonellin gibi insan sağlığı açısından yararlı olan biyoaktif bileşenleri de içeren kahve çekirdeği zarı, potansiyel bir fonksiyonel gıda ürünü olarak önem kazanmaktadır. Kafeinin, kanser ve diyabeti, Alzheimer, Parkinson hastalıklarına ve kalp-damar hastalıklarına yakalanma riskini azaltırken, trigonellinin, hipoglisemik, hipolipidemik, sinir koruyucu, antimigren, yatıştırıcı, hafızayı güçlendirici, antibakteriyal, antiviral, anti-tümör aktiviteye ve antidiyabetik fonksiyona sahip olduğu ifade edilmiştir [19]. Mesias ve ark. [20] tarafından yapılan başka bir çalışmada kahve çekirdeği zarının fonksiyonel içeriği belirlenmiş olup, iyi bir fenolik bileşen kaynağı olduğu ifade edilmiştir (Tablo 6). Antioksidan madde tayininde 4 farklı yöntem kullanılmış, melanoidin ve CGA içeriğinin kahve çekirdeği zarının antioksidan özelliğine katkı sağladığı belirtilmiştir. Kahve çekirdeği zarının antioksidan madde içeriği domates, şeftali, elma ve kahve içeceği ile kıyaslandığında kahve içeceğinden yüksek olduğu, diğer gıda maddeleri ile yakın antioksidan madde içeriğine sahip olduğu görülmektedir (Tablo 7) [11].

Tablo 5. Kahve çekirdeği zarının fenolik madde içeriği [6]

| Bileşenler                 | Ortalama değer (mg/100g) |
|----------------------------|--------------------------|
| Caffeoylquinic asit lakton | 4±0.4                    |
| 3-Coumaroylquinic asit     | 2.4±0.5                  |
| 5-Coumaroylquinic asit     | 5.7±0.8                  |
| 3-Caffeoylquinic asit      | 147.8±15.9               |
| 5-Caffeoylquinic asit      | 198.9±6.6                |
| 4-Caffeoylquinic asit      | 84.9±7.6                 |
| Feruloylquinic asit        | 21.2±2.7                 |
| 5 ve 4-feruloylquinic asit | 121.6±6.3                |
| Toplam klorojenik asit     | 588.9±75.4               |

Tablo 6. Kahve çekirdeği zarının fonksiyonel bileşen içeriği [20]

| Parametreler                      | Sonuç       |
|-----------------------------------|-------------|
| Melanoidin (mg/g)                 | 172.67±3.54 |
| CGA's (mg/g)                      | 11.18       |
| Kafein (mg/g)                     | 30.26       |
| Toplam fenolik madde (mg eq GA/g) | 31.00±0.24  |
| ABTS (µmol TEAC/g)                | 85.20±1.91  |
| ORAC (µmol TEAC/g)                | 1194±76.62  |
| FRAP (µmol TEAC/g)                | 829.8±38.16 |
| DPPH (µmol TEAC/g)                | 219.9±4.34  |

Tablo 7. Kahve çekirdeği zarının antioksidan madde içeriğinin bazı gıda maddeleri ile kıyaslanması [11]

| Örnek                | ABTS (mmol Troloks/100 g kuru madde) |
|----------------------|--------------------------------------|
| Domates              | 2.16                                 |
| Şeftali              | 2.15                                 |
| Elma                 | 2.78                                 |
| Kahve içeceği        | 1.63                                 |
| Kahve çekirdeği zarı | 1.92                                 |

### Prebiyotik Etki

Narita ve Inouye [16] tarafından yapılan bir çalışmada kahve çekirdeği zarının bifidobakterilerin gelişimini destekleyici etkisi olduğu görülmektedir. Borrelli ve ark.

[11] tarafından yapılan bir çalışmada fermentasyonda karbon kaynağı olarak kahve çekirdeği zarı kullanılmış, fermentasyon boyunca (24 saat) mikroorganizma sayısının arttığı görülmüştür. Özellikle toplam anaerobik ve aerobik bakteri sayısının artması nitrojen ve karbon

kaynağı olarak kahve çekirdeği zarının kullanılabilirliğini sağladığı görülmektedir. Ortamda bifidobakterilerin baskın olduğu koliformların limitli bir büyüme gösterdiği ve clostridia gelişiminin inhibe edildiği gözlenmiştir. Çalışmada glukozun ve kahve çekirdeği zarının kıyaslaması yapılmış, kahve çekirdeği zarının bifidobakterilerin gelişimini destekleyici özelliği ile referans madde olarak kabul edilen glukoz ile benzer özelliklere sahip olduğu ve kahve çekirdeği zarının karbon kaynağı olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

## UYGULAMA ALANLARI

### Gıda Formülasyonları

Pourfarzad ve ark. [18] tarafından yapılan çalışmada kahve çekirdeği zarı diyet lifi kaynağı olarak kullanılarak yüksek kalitede, uygun raf ömrüne sahip, tüketici tarafından tercih edilen duyuşal özelliklere ve görünüş özelliklerine sahip ekmek üretebilmek için optimum alkali hidrojen peroksit muamelesi koşullarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla optimum işlem koşulların belirlenmesi için yüzey yanıt yöntemi kullanılmıştır. Alkali hidrojenle muamele edilmiş kahve çekirdeği zarı %5 oranında un yerine ikame edilmiş, ekmeklerin fiziksel özelliklerine bakılmış (renk, su aktivitesi, su ve yağ tutma kapasitesi), ekmeklerde hacim ölçümü, merkezi dilimin ağırlığı ve spesifik hacmi, duyuşal değerlendirme, doku ölçümü, görüntü analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre alkali hidrojen peroksit yönteminde optimum koşullar 1 saat karıştırma süresi, 1:5 kahve çekirdek zarı / alkali hidrojen peroksit oranı, 120µM partikül boyutu olarak belirlenmiştir. Kontrol örneğinde çözünür lif, çözünmeyen lif ve toplam lif 0.11; 0.36; 0.47 g/100g olarak bulunurken kahve çekirdeği zarıyla zenginleştirilen ekmekte 0.61; 2.34; 2.95 g/100g olarak belirlenmiştir.

Garcia-Serna ve ark. [21] tarafından yapılan çalışmada daha sağlıklı bir ürün elde etmek için bisküvi üretiminde şeker ikamesi olarak Stevia kullanılmış ve bisküvi formülasyonuna yüksek diyet lifi içeriğine sahip kahve çekirdeği zarı eklenerek (%1.33 ve %3.33) bisküvinin reolojik özellikleri, su aktivitesi, viskozitesi, duyuşal kalitesi ve besinsel özellikleri geliştirilmiştir. Sakkaroz yerine stevia ve kahve çekirdeği zarının kullanılması ile istenilen nem içeriğine sahip bisküvi üretimi gerçekleştirilmiştir. Kontrol ürüne kıyasla (sakkaroz içeren bisküvi) stevia ve kahve çekirdeği zarı katkılı bisküvinin kalınlığında önemli bir azalma saptanmış, doku incelendiğinde kontrole aralarında herhangi bir fark bulunmamıştır. Kahve çekirdeği zarının bisküvide istenilen renk oluşumuna katkı sağladığı görülmüştür. HMF oluşumu büyük oranda azalmış, akrilamid oluşumunda değişikliğe neden olmadığı ifade edilmiştir. Çalışma sonunda, daha sağlıklı, besinsel içeriği daha

yüksek ve daha iyi kalitede bisküvi üretilmiş, kahve çekirdeği zarının doğal renklendirici ve diyet lifi kaynağı olarak kullanılabilceği belirtilmiştir.

Martinez-Saez ve ark. [22] tarafından yapılan bir çalışmada kahve çekirdeği zarı içecek üretiminde kullanılmış, çalışmada antioksidan zengin içecek üretiminin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda kahve çekirdeği zarının kullanımı ile antioksidan içeriği artan, vücutta yağ birikimini önleyen, hem duyuşal açıdan kabul edilebilir hem de besinsel içeriği yüksek olan içecek üretiminin gerçekleştirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Ribeiro ve ark. [19] tarafından yapılan bir çalışmada altın kahve (yeşil kahvenin minimum işlem görmüş hali), kahve çekirdeği zarı ve kakao ilave edilmiş kahve içeceği üretilmiş ve bu içeceğin antioksidan özellikleri incelenmiştir. %1 altın kahve, %2 kahve çekirdeği zarı, %3 kakao tozu ve %94 kavrulmuş kahve tozu içeren yeni kahve karışımının klorojenik asit, trigonellin, teobromin ve kafein içeriği sayesinde biyoaktif bileşenlerce zenginleştirildiği, önemli miktarda antioksidan içeriğe sahip olduğu ve duyuşal özelliklerinin geliştiği belirtilmiştir.

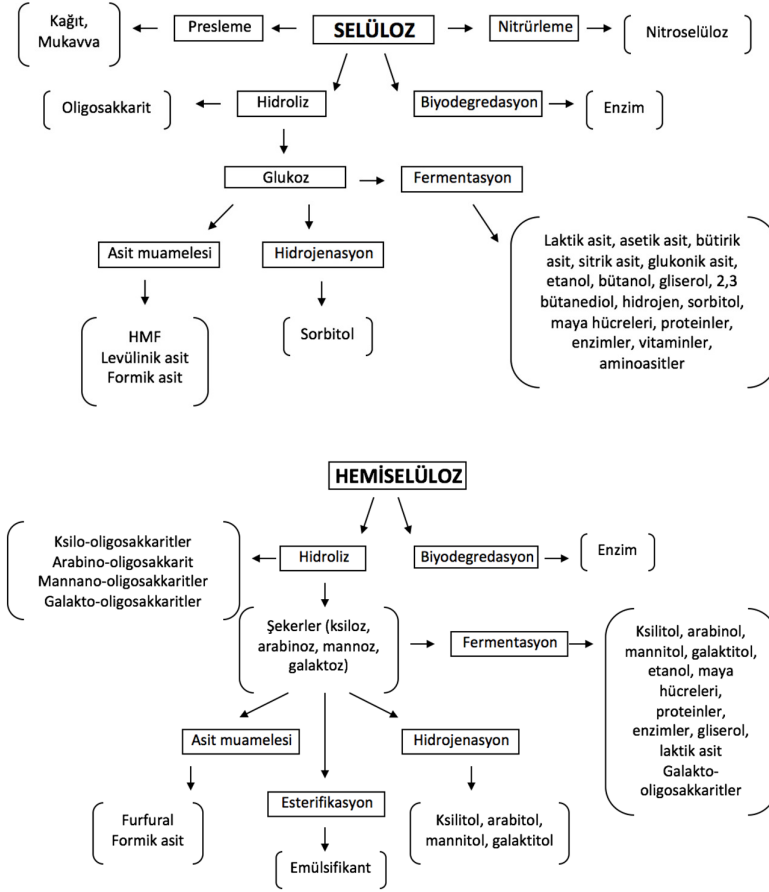
### Diğer Uygulama Alanları

Kahve çekirdeği zarının içerdiği selüloz ve hemiselüloz fraksiyonlarının kullanıldığı uygulama alanları Şekil 4'te gösterilmektedir [1].

Şekil 4'ten görüldüğü gibi kahve çekirdeği zarı selüloz ve hemiselüloz içeriğinden dolayı çeşitli işlemlerden geçirilerek kağıt, nitroselüloz, çeşitli oligosakkaritler, enzimler, HMF, sorbitol, etanol, maya hücreleri, protein, laktik asit vs. olarak değerlendirilebilmektedir.

## SONUÇ

Kahve çekirdeği zarı selüloz, hemiselüloz, protein, yağ, polifenoller, mineraller ve melanoidin gibi farklı kimyasal kompozisyona sahip kahve yan ürünüdür. İçerdiği yüksek diyet lifi ve polifenollerin antioksidan aktivitesinden kaynaklanan sağlığa faydalı etkileri bulunmaktadır. Ayrıca fruktooligosakkarit ve fermentasyon boyunca üretilen fruktofuranosidaz içeriği kahve çekirdeği zarını iyi bir besin kaynağı yapmaktadır. Bunlara ek olarak sahip olduğu prebiyotik içeriğinden dolayı kahve çekirdeği zarının potansiyel fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılması önerilmektedir. Bu çalışma kahve çekirdeği zarının daha iyi tanınmasını sağlayarak bu konuda gelecekte yapılacak olan birçok çalışma ile fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi sağlanacaktır.



Şekil 4. Kahve çekirdeği zarının diğer uygulama alanları [1]

## KAYNAKLAR

- [1] Mussatto, S., Machado, E.S., Martins, S., Teixeira, J., 2011. Production, composition, and application of coffee and its industrial residues. *Food and Bioprocess Technology* 4: 661-672.
- [2] Zuorro, A., Lavecchia, R., 2012. Spent coffee grounds as a valuable source of phenolic compounds and bioenergy. *Journal of Cleaner Production* 34: 49-56.
- [3] Machado, E.M.S., Rodriguez-Jasso, R.M., Teixeira, J.A., Mussatto, S.I., 2012. Growth of fungal strains on coffee industry residues with removal of polyphenolic compounds. *Biochemical Engineering Journal* 60: 87-90.
- [4] Narita, Y., Inouye, K., 2012. High antioxidant activity of coffee silverskin extracts obtained by the treatment of coffee silverskin with subcritical water. *Food Chemistry* 135: 943-949.
- [5] Murthy, P.S., Madhava Naidu, M., 2012. Sustainable management of coffee industry by-products and value addition-A review. *Resources, Conservation and Recycling* 66: 45-58.
- [6] 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.
- [7] Esquivel, P., Jiménez, V.M., 2012. Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International* 46: 488-495.
- [8] Toschi, T.G., Cardenia, V., Bonaga, G., Mandrioli, M., Rodriguez-Estrada, M.T., 2014. Coffee silverskin: characterization, possible uses, and safety aspect. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62: 10836-10844.
- [9] Jiménez-Zamora, A., Pastoriza, S., Rufian-Henares, 2015. Revalorization of coffee by-products. Prebiotic, antimicrobial and antioxidant properties. *Food Science and Technology* 61: 12-18.
- [10] Costa, A.S.G., Alves, R.C., Vinha, A.F., Barreira, S.V.P., Nunes, M.A., Cunha, L.M., Oliveira, M.B.P.P., 2014. Optimization of antioxidants extraction from coffee silverskin, a roasting by-product, having in view a sustainable process. *Industrial Crops and Products* 53: 350-357.
- [11] Borrelli, R.C., Esposito, F., Napolitano, A., Ritieni, A., Fogliano, V., 2004. Characterization of a new potential functional ingredient: coffee silverskin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(5): 1338-1343.



- [12] Ballesteros, L.F., Teixeira, J.A., Mussatto, S.I., 2014. Chemical, functional, and structural properties of spent coffee grounds and coffee silverskin. *Food and Bioprocess Technology* 7: 3493–3503.
- [13] Sudha, M.L., Vetrmani, R., Leelavathi, K., 2007. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chemistry* 100: 1365–1370.
- [14] Ajila, C. M., Leelavathi, K., Prasada Rao, U. J. S., 2008. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science* 48: 319-326.
- [15] Macagnan, F.T., dos Santos, L.R., Roberto, B.S., de Moura, F.A., Bizzani, M., da Silva, L.P., 2015. Biological properties of apple pomace, orange bagasse and passion fruit peel as alternative sources of dietary fibre. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre* 6:1–6.
- [16] Narita, Y., Inouye K., 2014. Review on utilization and composition of coffee silverskin. *Food Research International* 61: 16-22.
- [17] Burdurlu, H.S., Karadeniz, F., 2016. Gıdalarda Diyet Lifinin Önemi., Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, [http://www.gidamo.org.tr/resimler/ekler/f6ffe13a5d75b2d\\_ek.pdf?dergi=15](http://www.gidamo.org.tr/resimler/ekler/f6ffe13a5d75b2d_ek.pdf?dergi=15) (Erişim Tarihi: 1 Mayıs 2016).
- [18] Pourfarzad, A., Mahdavian-Mehr, H., Sedaghat, N., 2013. Coffee silverskin as a source of dietary fiber in bread-making: Optimization of chemical treatment using response surface methodology. *Food Science and Technology* 50: 599-606.
- [19] Ribeiro, V.S., Leitão, A.E., Ramalho, J.C., Lidon, F.C., 2014. Chemical characterization and antioxidant properties of a new coffee blend with cocoa, coffee silverskin and green coffee minimally processed. *Food Research International* 61: 9-47.
- [20] Mesías, M., Navarro, M., Martínez-Saez, N., Ullate, M., del Castillo, M.D., Morales, F.J., 2014. Antigliycative and carbonyl trapping properties of the water soluble fraction of coffee silverskin. *Food Research International* 62: 1120–1126.
- [21] Garcia-Serna, E., Martínez-Saez, N., Mesias, M., Morales, F.J., del Castillo, M.D., 2014. Use of coffee silverskin and stevia to improve the formulation of biscuits. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 64: 243–251.
- [22] Martínez-Saez, N., Ullate, M., Martín-Cabrejas, M.A., Martorell, P., Genovés, S., Ramon, D., del Castillo, M.D., 2014. A novel antioxidant beverage for body weight control based on coffee silverskin. *Food Chemistry* 150: 227–234.
- 
-