

## Yağlı Tohum Kabuklarının Biyoaktif Bileşen Potansiyeli ve Gıdalarda Kullanımı

Elif Öztürk<sup>1</sup> , Gülden Ova<sup>2</sup> 

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

*Geliş Tarihi (Received): 16.11.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 26.12.2016*✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): gulden.ova@ege.edu.tr (G. Ova)*

☎ 0 232 311 30 18 📠 0 232 342 75 92

### ÖZ

Bu derlemede, gıda sanayisinde işlenen badem, ceviz, kakao, kahve, susam, antepfıstığı, yer fıstığı, kabak çekirdeği, kaju, fındık, keten tohumu ve kolza gibi yağlı tohumların yan ürün olarak açığa çıkan kabuklarının kimyasal bileşenleri, antioksidan aktiviteleri, fenolik bileşenleri, diyet lifi gibi biyoaktif bileşenleri üzerinde yapılmış çeşitli çalışmalara yer verilmiştir. Son yıllarda gıdalara fonksiyonel özellik kazandırabilecek hammaddeler üzerinde araştırmalar önem kazanmıştır. Yağlı tohum kabuklarının gıda artığı olması nedeniyle ucuz hammadde olarak temin edilebilmesi fonksiyonel gıda sanayisinin de ilgisini çekmektedir. Yağlı tohum kabuklarının besin değerleri ve biyoaktif içerikleri konusunda elde edilmiş verilerin fonksiyonel gıda üreticileri için kaynak oluşturmasına yardımcı olmak bu derlemenin amacını oluşturmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Yağlı tohum kabukları, Kimyasal bileşenleri, Diyet lifi, Antioksidan aktivite, Fenolik bileşenler

### Bioactive Component Potential of Oilseed Hulls and their Use in Food Products

#### ABSTRACT

In this review, chemical components, antioxidant activity, phenolic constituents and dietary fiber contents of hulls of oilseeds such as almond, walnut, cocoa, coffee, sesame, pistachio, peanut, pumpkin, cashew, hazelnut, flaxseed and rapeseed as by-products of food industry were discussed. In recent years, research on the raw materials that can provide food functional properties has gained importance. The fact that oilseed shells can be supplied as cheap raw materials attracts the attention of functional food industry. The purpose of this review is to provide a source on nutritional value and bioactive compounds of hulls of oilseeds to functional food producers.

**Keywords:** Hulls of oilseeds, Chemical compounds, Dietary fiber, Antioxidant activity, Phenolic compounds

#### GİRİŞ

Yağlı tohum denildiğinde badem, ceviz, kakao, kahve, susam, antepfıstığı, yer fıstığı, kabak çekirdeği, kaju, fındık, keten ve kolza gibi tohumlar akla gelmektedir. Yağlı tohumlar, bitkisel ürünler içinde ayrı bir öneme sahiptir ve gıda sanayisinde işlenmeleri sırasında açığa çıkan yan ürünlerinin değerlendirilmesine yönelik araştırmalar son zamanlarda hız kazanmıştır. Dünyada gıda sanayisinde her yıl milyarlarca ton tarımsal ürün

artığı oluştuğu ve bunların en bol bulunan, ucuz ve yenilenebilir kaynaklar olduğu ifade edilmiştir [1]. 2007/2008 hasat döneminde dünyada yağlı tohum üretimi yaklaşık 388 milyon ton iken protein kaynağı olarak kullanılan yağlı tohum küspesi üretimi de 229 milyon ton civarında gerçekleşmiştir [2]. Tüm Kuruyemiş Sanayicileri ve İş Adamları Derneği'nin Kuruyemiş Sektörü ve Mevcut Durum Analizi Raporu'nda (2014) ülkemizde kuruyemiş sektörünün üretim kapasitesinin yaklaşık 3 milyon ton, 2013 yılı toplam iç pazar

büyükliğünün 6.8 milyar TL olduğu belirtilmiştir. Kuruyemişlerin iç pazar büyüklükleri yer fıstığı için 90 bin ton, fındık için 65 bin ton, antepfıstığı için 45 bin ton, ceviz için 45 bin ton, badem için 35 bin ton, kabak çekirdeği için 25 bin ton, kaju için 10 bin ton civarında hesaplanmıştır [3]. Yağlı tohumlar içinde yer alan soya fasulyesinin işlenmesi sırasında soya fasulyesinin kütütle yaklaşık %8'i kabuk kısmı olarak açığa çıkmakta ve günümüzde bu yan ürünün bir kısmı hayvan yemi üretiminde kullanılmakta fakat büyük miktarı atılmaktadır [4]. Elleuch ve ark. [5], susamın helvaya işlenmeden önce kabuk ayırma işleminden geçirildiği sırada susam kabuklarının yan ürün olarak ortaya çıktığını ve bu çıktının atılmakta olduğunu ya da hayvan yemi olarak kullanılmakta olduğunu belirtmişlerdir. Mandalari ve ark. [6] bademin endüstriyel boyutta işlenmesi sırasında açığa çıkan badem kabuğunun, toplam kabuklu badem ağırlığının %4-8' ini oluşturduğunu vurgulamışlardır. Literatürdeki başka bir çalışmada da kakao çekirdeği işleyen fabrikaların yan ürünü olarak açığa çıkan kakao çekirdeği kabuğunun çekirdeklerin kavurma işlemi sonrasında açığa çıktığı ve miktarının yüksek olduğu, her yıl tonlarca kakao kabuğunun atıldığı ifade edilmiştir. Kakao kabuklarının gübre, paketleme materyali, teobromin ve kafein üretiminde ikincil kaynak olarak kullanımının yaygın olduğu belirtilmiştir. Kakao kabuklarının yüksek konsantrasyonda çözünür lif ve fenolik bileşen içerdiği ve bu güçlü kanıtlardan dolayı kakao kabuğunun yararlı ve kazançlı bir yan ürün olabileceği öngörülmüştür [7,8]. Yağlı tohumlar ve yan ürünlerinin sağlık açısından etkileriyle ilgili araştırmalar yağlı tohum kabuklarının insan sağlığı ve beslenmesi açısından olumlu katkılarının olabileceğini göstermektedir. Yapılan çalışmalarda, kuruyemiş gibi yağlı tohumlar ve bunların kabuk kısımlarının fitokimyasallarca zengin kaynaklar olduğu, antioksidan aktiviteleri, anti-karsinojenik, antimutajenik etkileri ve anti-proliferatif potansiyelleri bakımından birden fazla fonksiyonel özelliğe sahip oldukları, bu fitokimyasalların ve fenoliklerin zararlı etkilere sahip olan serbest radikallere karşı koruyucu olduğu dolayısıyla belirli kanser tipleri, felç, osteoporoz gibi riskleri azalttığı, aynı zamanda LDL kolesterol düzeyini azaltırken HDL kolesterol seviyesini de arttığı rapor edilmiştir [9, 10, 11]. Badem, fındık, yer fıstığı, ceviz gibi kuruyemiş ile yapılmış çeşitli çalışmalar bunların biyoaktif bileşenlerce zengin olduğunu ve doğal katkı maddesi potansiyellerini ortaya koymuştur [1].

### YAĞLI TOHUM KABUKLARININ BİLEŞİMİ

Literatürdeki yağlı tohum kabuklarının protein, yağ, mineral gibi temel besin değerleri ve kalite özellikleri incelendiğinde susam kabuğunun protein (%10.2), yağ (%12.2), kül (%23.4) miktarları yanı sıra yağ asitleri kompozisyonu belirlenirken en fazla içerdiği yağ asitlerinin oleik (%43), linoleik (%35), palmitik (%11), stearik (%7) asit olduğu bu asitlerin toplam yağ asitlerinin %96'sını oluşturduğunu tespit edilmiştir. Susam kabuğunun mineral açısından kalsiyumu (%10,5) en yüksek oranda içerdiği ve bu sırayı potasyum, magnezyum ve fosforun takip ettiği bildirilmektedir [12]. Soya kabuklarının ham yağ (34.4 g / kg), kül (49.9 g / kg), ham lif 346.1 (g / kg) ve toplam azot (25.3 g/kg)

miktarları saptanmıştır [4]. Tyug ve ark. [13] da soya kabuklarında kül (%4.21), nem (%9.95), karbonhidrat (%11.5), protein (%4.72), yağ (%1.69) miktarlarını belirlemişlerdir. Yer fıstığı kabuğunda ham protein, hemiselüloz miktarları araştırıldığında ise sonuçlar sırasıyla %8.62, %15.4 olarak elde edilmiştir [14]. Ülkemizde yapılan bir çalışmada fındık kabuğunun yağ (%14.5), protein (%8.2), kül (%1.7) miktarları yağ asitleri kompozisyonu araştırılarak palmitik asit (%6.8), stearik asit (%1.2), oleik asit (%75.2), linoleik asit (%16.2) değerleri belirlenmiştir [15]. Fındık üzerine yapılan diğer bir çalışmada ise fındık kabuğunun organik madde (%97.76), ham protein (%9.47), ham selüloz (%13.92) miktarları saptanmıştır [16]. Arlorio ve ark. [7] kakao çekirdeği kabuğunda yağ (68.1 g/kg), protein (181.2 g/kg), kül (81 g/kg), lif (606 g/kg) miktarlarını belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada kakao çekirdeği kabuğunun 15.82 g/100 g protein, 7.05 g/100 g kül, 2.04 g/100 g yağ, 20.49 g/100 g karbonhidrat içerdiğini belirtmişlerdir [17]. Literatürdeki bir çalışmada kahve çekirdeği zarında da protein (%18.6), yağ (%2.2), karbonhidrat (%62.1), indirgen şeker (%0.21), nem (%7.3), kül (%7) değerleri belirlenmiştir [18].

### Yağlı Tohum Kabuklarının Diyet Lif İçerikleri

Lif tayininde kullanılan çeşitli metotların lignin, nişasta içermeyen polisakkaritler, dirençli nişasta, inulin, oligosakkaritler, polidekstroz, dirençli maltodekstrinler, kitin - kitosan, kondrotid sülfat ve karbonhidrat olmayan bileşenlerin bazılarını ya da bir kısmını içerdiği belirtilmiştir [19]. Çeşitli yağlı tohumlarda toplam diyet lif miktarları susam kabuğunda %42, soya fasulyesi kabuğunda %66, kakao kabuğunda %60.6, kahve kabuğunda %62.4, sıcak su ile işlem görmüş badem kabuklarında %45, fındık içi kabuğunda %58.3 olarak tayin edilmiştir [5-7, 18, 20, 21]. Sıcak su ile işlem görmüş badem kabuklarında çözünabilir diyet lifin sadece %3-4 oranında olduğu geri kalanını çözünmeyen diyet lifinin oluşturduğu ifade edilmiştir [6]. Fındık içi kabuğunun çözünür diyet lifi %3.33 iken çözünmeyen diyet lifi %52.7 değerlerinde belirlenmiştir [21]. Soya kabuğunda yapılan diğer bir çalışmada toplam diyet lif miktarı %74.41 olarak bulunmuştur [13]. Özdemir ve ark. [15] fındığın kavurma işlemi sırasında ortaya çıkan fındık iç kabuğunun kahverengi fonksiyonel katkı maddesi olarak değerlendirilme potansiyelini araştırmışlar ve fındık kabuğunun toplam diyet lif (%67.7), çözünür diyet lif (%10), çözünmeyen diyet lif (%57.7) miktarlarını saptamışlardır. Diyet lifinin gıdanın dokusu üzerine etkisi ile ilgili yapılmış bir çalışmada ise gıdalarda sinerezisin engellenmesinde, yüksek oranlı yağ ve emülsiyon içeren gıdanın yapısının değişmeden kalmasında, dokunun iyileştirilmesinde, geliştirilen gıda formülasyonunun su ve yağ tutma kapasitesinin artırılmasında, viskozite gibi reolojik özelliklerinin geliştirilmesinde fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılabilirliği belirtilmektedir [22].

### Yağlı Tohum Kabuklarının Fenolik Bileşenleri ve Antioksidan Aktiviteleri

Yağlı tohum kabuklarının içerdikleri fenolik bileşikler ve bu bileşenlerin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi ile

gıda sanayisi yan ürünü olarak ortaya çıkan bu hammaddelerin gıda formülasyonlarında doğal antioksidan olarak kullanımları mümkün olacaktır. Contini ve ark. [23] oda sıcaklığında aseton, etanol ve metanol çözücülerinde uzun süre (20 saat, kapalı kap, karanlık) maserasyon işlemi uyguladıktan sonra kavrulmuş fındık iç kabuklarının toplam fenolik bileşen, toplam tannin ve antioksidan aktivitelerini değerlendirmişlerdir. Ekstraktların toplam fenolik bileşen konsantrasyonları çözügene bağlı olarak değerlendirildiğinde en yüksek değerin etanol ekstraktına (502.3 mg gallik asit (GA)/g), ait olduğu bulunmuştur. Aynı çalışmada, toplam tannin miktarının etanol ekstraktında 357.8 mg tannik asit/g olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kavrulmuş fındık kabuğu ekstraktının antioksidan aktivitesinin BHA, BHT, Troloks ve  $\alpha$ -tokoferol eşdeğerindeki standart antioksidanlara yakın ya da daha yüksek değerde olduğu bulunmuştur. Fındık içi kabuğunun biyoaktif bileşenlerinin araştırıldığı başka bir çalışmada toplam fenolik bileşenler 664 mg kateşin/g ekstrakt ve DPPH (EC<sub>50</sub>) cinsinden antioksidan aktivitesi 4.34  $\mu$ g ekstrakt/ml olarak belirlenirken, gallik asit (6.21 mg/100 g), prosiyanidin B2 (31.5 mg/100 g), p-hidroksilbenzoik (33.7 mg/100 g), kateşin (250 mg/100 g), epikateşin (34.2 mg/100 g), kuarsetin (85.9 mg/100 g), kaempferol (35.6 mg/100 g) gibi başlıca fenolik bileşenler de tayin edilmiştir [21]. Özdemir ve ark. [15] fındık iç kabuğunda toplam tokoferol miktarını 2.77  $\mu$ g/g, (+/-) kateşin miktarını 687  $\mu$ g/g ve toplam antioksidan kapasiteyi 2.57 mmol Troloks/g olarak belirlemişlerdir. Bir diğer çalışmada kavrulmuş fındık içi kabuğunun metanol:HCl (1000:1, v/v) ekstraktlarında toplam polifenol içeriği 107 mg GA/g, antioksidan aktivitesi 3.05 mmol Troloks/g olarak, %80 aseton ile hazırlanmış ekstraktlarında ise toplam polifenol içeriği 315 mg GA/g, toplam antioksidan aktivite 5.42 mmol Troloks/g olarak belirlenmiştir [24]. Taş ve Gökmen [25] toplam antioksidan miktarının fındık iç kabuğunda fındığa göre 100 kat,  $\alpha$ -tokoferolün iki kat daha fazla olduğunu fındık içi kabuğunun çekirdekle karşılaştırıldığında biyoaktif bileşenlerce zengin bir kaynak olabileceğini belirtmişlerdir. Yağlı tohumlardan biri olan kakao çekirdeğinin işlenmesi sırasında ortaya çıkan kakao kabuğunun toplam fenolik içeriği 18.2 g kateşin/kg olarak belirlenmiştir [7]. Kakao çekirdeği kabuklarının etanol ve metanol:aseton çözügenleriyle hazırlanmış ekstraktlarının toplam fenolik bileşen içeriği en yüksek metanol:aseton ekstraktlarında 149.63 mg GA/100 g olarak hesaplanmıştır. Ayrıca antioksidan aktiviteleri miktarları ABTS, DPPH ve FRAP metotlarıyla tayin edilmiştir. En yüksek antioksidan aktivite metanol:aseton ekstraktlarında saptanmıştır. Kakao çekirdeğinin işlenmesi sırasında yan ürün olarak açığa çıkan kakao kabuğunun farkedilir miktarda polifenol madde içermesi nedeniyle gıda endüstrisi için kullanışlı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır [17]. Kakao çekirdeği kabuğundan elde edilmiş lifçe zengin üründe toplam fenolik bileşen içeriği (5.78 g GA/100 g) ve FRAP (72.32  $\mu$ mol Troloks/g), TEAC (7.73  $\mu$ mol Troloks/g) metotları kullanarak antioksidan kapasiteleri hesaplanmıştır [26]. Azizah ve ark. [27] kakao kabuğu ekstraktının antioksidan aktivitesinin çözügen çeşidi, konsantrasyon oranı, sıcaklık ve pH'ya göre değişimini araştırdıklarında ekstraktın konsantrasyonu arttıkça

antioksidan aktivitesinin arttığı, kakao kabuğunun metanol çözügeni içinde antioksidan aktivitesinin en yüksek değerde olduğu ve bunu kloroform, eter ve dikloroeter karışımları ile metanol, kloroform, dikloroetan karışımlarının takip ettiği, ekstraktların antioksidan aktivitelerinin 50°C'nin altında, nötral ya da alkali pH'da değişmediği sonucuna varmışlardır. Ayrıca, kakao yan ürünlerinin antioksidan aktivitesinden flavonoid bileşenlerinin sorumlu olabileceğini ifade etmişlerdir. Ceviz kabuğunun toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi ile ilgili yapılan bir çalışmada ceviz kabuğunun toplam fenolik madde içeriği, saf su ekstraktında 904.7 mg GA/100 g, metanol ekstraktında 664.3 mg GA/100 g, etanol ekstraktında 618.4 mg GA/100 g olarak belirlenmiştir [28]. Literatürdeki başka bir çalışmada öğütülüp toz haline getirilmiş kaju fıstığı kabuğunun etanol ekstraktı veriminin oldukça yüksek (0,45 g/g toz) olduğunu ve toplam fenolik bileşen içeriğinin 243 mg GA/g olduğunu göstermiştir. Araştırma sonucunda kaju fıstığı kabuklarının doğal fenolik bileşen olabileceği ve kabuktaki potansiyel biyoaktif bileşenlerinin varlığının gelecekte gıda ve farmasötik endüstrilerinin ilgisini çekerek ekonomik doğal antioksidan kaynağı olarak değerlendirilebileceği ifade edilmiştir [29]. Kabak çekirdeği kabuğu ile ilgili bir çalışmada p-hidroksibenzoik asitin baskın fenolik bileşen olduğu ve toplam fenolik bileşenlerin %51.4'ünü oluşturduğu saptanmıştır [30]. Monagas ve ark. [31] potansiyel biyoaktif polifenol kaynağı olarak badem kabuğunu incelediklerinde ise kabuk kısmında flavanoller ve flavonol glikozitlerin çoğunlukla bulunan fenolik bileşikler olduğunu, toplam fenolik bileşenlerin %38-57'sini flavanollerin ve %14-35'ini flavonol glikozitlerin oluşturduğunu saptamışlardır. Oksijen radikal absorplama kapasitesi değerlerini de 0.398–0.500 mmol Troloks/g olarak hesaplamışlar ve bu yan ürünün insan beslenmesinde antioksidan bileşence zengin doğal katkı maddesi olarak kullanılabileceği sonucunu ifade etmişlerdir. Badem kabuklarının incelendiği başka bir çalışmada da toplam fenolik bileşenleri 22.8 mg GA/g ve antioksidan kapasitesi 1.07 mmol Troloks/g olarak belirlenmiştir [24]. Antepfıstığı kabuğunun toplam fenolik bileşen miktarı ve antioksidan aktivitesi ile ilgili yapılan bir çalışmada antepfıstığı kabuğunun saf su ile hazırlanmış ekstraktındaki toplam fenolik bileşenleri 2478.5 mg GA/100 g tespit edilmiştir. Antepfıstığı kabuğunun antioksidan aktivitesi belirlenirken antepfıstığının hem su hem de etanolla hazırlanan ekstraktlarının süperoksit anyon radikali giderme aktivitesi incelenmiş ve standart antioksidan madde olarak kullanılan BHT ile karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, antepfıstığı kabuğunun etanol ekstraktının süperoksit anyon radikali giderme aktivitesinin (%57.1) standart antioksidan olan BHT (%49)'ye alternatif olduğu dolayısıyla antepfıstığı kabuğunun doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir [28]. Antepfıstığı kabuklarının fitokimyasal ve biyoaktif bileşen analizlerinin yapıldığı bir çalışmada ise bunların büyük bir kısmını anakardik asit (3198 mg/100 g), yağ asitleri (1500 mg/100 g) ve fitosterollerin (192 mg/100 g) oluşturduğu ifade edilmiştir [32]. Soya kabuklarının toplam fenolik bileşen miktarları ve antioksidan kapasitesi ile ilgili yapılmış bir çalışmada, toplam

fenolik madde içeriği 62.44 mg GA/100 g olarak belirlenmiştir. Antioksidan aktivitesi de TEAC (631.90 µmol Troloks/100 g) ve FRAP (340.2 µmol Fe(II)/100 g) metotları ile analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, soya fasulyesinin işlenmesi sırasında açığa çıkan soya kabuklarından elde edilen soya kabuğu tozunun antioksidan aktivitesinin gıda endüstri artığı olmasına rağmen soya sütü tozunun antioksidan kapasitesiyle (TEAC metodu: 1009.5 µmol Troloks/100 g, FRAP metodu: 825.71 µmol Fe(II)/100 g) karşılaştırılabilecek düzeyde olduğu ayrıca soya kabuklarının dikkate değer miktarda fenolik madde içerdiği de ifade edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, ileride sağlığa yararlı nutrasötiklerin geliştirilmesinde soya kabuklarının kullanımını imkânını destekleyen sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir [13]. Kahve çekirdeği zarının fonksiyonel özellikleri ile ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde kahve çekirdeği işlenmesi sırasında oluşan bu yan ürünün aynı zamanda gıda endüstrisinde fonksiyonel bileşen olarak kullanılabilirliği belirtilmiştir [33]. Kahve kabukları ile yapılmış bir çalışmada ise fenolik bileşenler kahve kabuğunda %1,2 civarında tespit edilmiştir [34]. Kahve kabuklarının toplam fenolik bileşenleri ve toplam antioksidan aktivitelerinin belirlendiği bir çalışmada ise sonuçlar sırasıyla 16.1 mg (+/-) kateşin/g ve 138.8 mmol Fe(II)/kg bulunmuştur [35]. Kahve kabukları ile ilgili yapılan bir başka çalışmada antioksidan aktivitesi 1.92 mmol Troloks/100 g olarak belirlenmiştir [18]. Bir diğer çalışmada ise ABTS (3.75 mmol Troloks/100 g), FRAP (7.40 mmol Troloks/100 g) ve DPPH ( 1.22 mmol Troloks/100 g ) metotlarıyla antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir [34]. Yer fıstığı kabuklarının toplam fenolik madde miktarının (91.7 mg GA/g), DPPH radikal temizleme aktivitesinin (%89.97) belirlendiği araştırmanın sonucunda, yüksek miktarda fenolik bileşen içeren ve antioksidan aktivite gösteren bu kabukların, ucuz doğal antioksidan kaynağı ve fonksiyonel gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılabilirliği düşünülmüştür [36]. Liu ve ark. [37] dünyada bitkisel yağın en büyük üçüncü kaynağı olan kolza tohumunun işlenmesi sırasında açığa çıkan kolza tohumu kabuklarının fenolik bileşenleri ile ilgili çok az çalışma olduğunu dile getirerek yağı alınmış kolza tohumu kabuğunun toplam fenolik bileşenlerini (4.47-7.07 mg sinapik asit/g ), toplam tannin içeriğini (0.09-0.16 mg kateşin/g ) hesaplamışlardır.

### YAĞLI TOHUM KABUKLARININ KULLANILDIĞI GIDA FORMÜLASYONLARI

Yağlı tohum kabuklarının biyoaktif bileşenlerinin ve diyet lif içeriklerinin kayda değer miktarda olması son yıllarda çeşitli gıda formülasyonlarında kullanılmasıyla ilgili çalışmalara hız kazandırmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalardan biri kahve çekirdeği kabuğunun diyet lif kaynağı olarak ekmekek yapımında kullanılmasıdır. Bu çalışmada öğütülmüş kahve çekirdeği kabuğunun partikül boyutunun ekmekek kalite, raf ömrü, duyu ve görünüş özellikleri ile lif karakteri üzerinde etkili olduğu sonucu elde edilmesinin yanı sıra tasarlanmış formülasyon test edilmiştir ve memnuniyet verici sonuçlar alınmıştır [38]. Susam çekirdeği kabuğu ve hurma posasıyla zenginleştirilmiş emülgatörün diyet lif kaynağı olarak helva yapımında kullanıldığı bir

çalışmada bu bileşenlerin helvaya, yüksek lif içeriği ile su ve yağ tutma potansiyelini arttıracak teknolojik özellikleri kazandırdığı belirtilmiştir. Fonksiyonel özellikteki susam kabuğu ve hurma lifinin polifenol antioksidanları içermesi ve laksatif etki oluşturmasından dolayı beslenme ve sağlık açısından faydalı olabileceği düşünülmüştür. Emülgatörle birlikte ilave edilmiş lifçe zengin yan ürünlerin helvanın lezzet ve stabilize, homojen tekstür, fizyolojik özelliklerini geliştirdiği ve fenolik antioksidanların bulunmasının da sağlık ve besleyici yararlarının olacağı sonucuna varılmıştır [39]. Ma ve ark. [40] öğütülmüş yer fıstığı kabuklarını değişen konsantrasyonlarda (%1.25, 2.5, 3.75 ve 5) yer fıstığı yağına ilave ederek hem toplam fenolik bileşen miktarını hem de antioksidan aktiviteyi artırmışlardır. Kontrol örneği ile karşılaştırıldığında toplam fenolik bileşen miktarında sırasıyla %86, 357, 533 ve 714 artış gözlenmiştir. Toplam proantosyanidin miktarındaki değişimin ise en düşük konsantrasyonda %633 en yüksek konsantrasyonda %5033 oranında yükseldiği saptanmıştır. Antioksidan aktivite değerleri düşük ve yüksek konsantrasyonlu yer fıstığı kabuğu katkılı yağlarda FRAP metoduna göre %62-829, ORAC metoduna göre de %53-415 arasında artış göstermiştir. Bu çalışmada yer fıstığı kabuğunun diyet lifi içeriği de %55 olarak belirlenmiş ve bu ürünün iyi bir diyet lifi ve bioaktif bileşen kaynağı olarak kullanılması önerilmiştir. Yer fıstığı kabuğu ile zenginleştirilmiş yer fıstığı yağının kalite özellikleri ve tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği ile ilgili yapılan bir çalışmada ise ürünün görünüşünde ve fiziksel özelliklerinde ilave edilen yer fıstığı kabuğu miktarının etkili olduğu, duyu panel sonucunda kontrol örneğine göre kıvamın artış gösterdiği, sürülebilirliğin ise azaldığı sonucu elde edilmiştir. Ayrıca kabuk ilavesinin yağların lezzet, doku ve toplam kabul edilebilirliğinden çok görünüş kabul edilebilirliğini azalttığı bulunmuştur [41]. %1.30, 1.80 ve 2.50 oranlarında yer fıstığı kabuğu katılan bisküvilerle ilgili yapılan bir çalışmada çözünmeyen lif miktarının %52'ye kadar arttığı, %2.5 yer fıstığı kabuğu ilavesi ile toplam fenolik bileşen içeriğinin yaklaşık %30 yükseldiği, duyu değerlendirme sonuçlarının kabul edilebilir olduğu görülmüştür [42]. Keten tohumu kabuğu ekstraktı katılarak ekmekek üretiminin denendiği bir çalışmada kontrol örneğine göre 1g keten tohumu ekstraktı ilave edilmiş ekmeğin toplam fenolik bileşen içeriğinin %138.3, antioksidan aktivitenin ise DPPH metoduna göre %90.7, ORAC metoduna göre %67.43 artış gösterdiği ifade edilmiştir. Araştırma sonucunda keten tohumu kabuğu ekstraktının potansiyel fonksiyonel gıda bileşen kaynağı olarak kullanılabilirliği fakat bu konunun hayvan denemeleri ve klinik çalışmalarla da desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır [43]. Öğütülmüş keten tohumu kabuğunun buğday ekmeğine %1-5 arasındaki oranlarda işlenmesi ile ilgili bir çalışmada %5 keten tohumu katkılı ekmeğin kontrol örneğine göre toplam fenolik içeriğinin %93, serbest radikalleri temizleme aktivitesinin %176, indirgeme gücünün %220 yükseldiği belirtilmiştir. Kabuk ilavesinin ekmeğin fiziksel özellikleri üzerindeki etkisi, ekmekek hacminin azalması ekmekek içi sertliğin artması olmuştur. Duyusal değerlendirme sonucunda ise ekmeğin duyu özelliklerinin olumsuz etkilenmesine rağmen tüketici memnuniyetinin sağlandığı belirtilmiştir [44]. Keten

tohumu kabuklarının ekmeğe işlendiği başka bir çalışmada ise %15 oranında zenginleştirme yapılmış ekmeklerin tat ve kabul edilebilirlik açısından kabul edilme seviyesinin altında olduğu sonucu elde edilmiştir [45]. Kahve çekirdeği kabuğunun bisküvide kullanım imkanlarının araştırıldığı bir çalışmada ise doğal renklendirici ve diyet lif kaynağı olarak kahve kabuğunun kullanılabilirliği ifade edilmiştir [46]. Öğütülmüş soya kabuğu ile formüle edilen tavuk etinin kalite özellikleri ve raf ömrü ile ilgili yapılmış bir çalışmada soya kabuğunun iyi bir diyet lif kaynağı olarak tavuk etine fonksiyonel nitelik kazandırabileceği, besleyici değeri geliştirdiği, emülsiyon stabilitesini sağladığı, doku ve renk değerlerinin geliştirilmesine yardımcı olduğu ve raf ömrünün uzattığı sonuçları elde edilmiştir [47].

## SONUÇ

Badem, ceviz, kakao, kahve, susam, antepfıstığı, yer fıstığı, kabak çekirdeği, kaju, fındık, keten tohumu ve kolza gibi gıda sanayi artığı olarak açığa çıkan yağlı tohumların kabuklarının temel besin öğeleri, toplam fenolik bileşenleri, antioksidan aktiviteleri, diyet lif miktarları ile ilgili yapılan çalışmalar fonksiyonel ürün geliştirmede etkili ve ucuz hammadde olarak kullanım potansiyeline sahip olduklarını göstermektedir. Lifçe ve fenolik maddelerce zengin ve düşük kalorili gıdaların üretiminde, bu tür yan ürünlerden yararlanılması konusunda araştırmaların sürdürülmesi katma değeri yüksek yeni ürünlerin geliştirmesine olanak sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] Valdés, A., Beltrán, A., Garrigós, M.C., 2015. Potential use of nut agricultural by-products in polymer materials: A review, *Agricultural Wastes: Characteristics. Types and Management* 87-106.
- [2] İlikdoğan, U., 2008. Dünya ve Avrupa Birliği'nde Yağlı Tohum Ticaretinde Gelişmeler ve Türkiye Bağlamında Değerlendirme, AB Uzmanlık Tezi, Ankara, Türkiye.
- [3] Tüm Kuruyemiş Sanayicileri ve İş Adamları Derneği, 2014. Kuruyemiş Sektörü Mevcut Durum Analizi, Teknik Raporlar, <http://www.tuksiad.org/sayfa/teknik-raporlar,247.php>
- [4] Sessa, D. J., 2004. Processing of soybean hulls to enhance the distribution and extraction of value-added proteins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 75-82. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.1612>
- [5] Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., Attia, H., 2011. Dietary fibre and fibre rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry* 124(2): 411-421
- [6] Mandalari, G., Tomaino, A., Arcoraci, T., Martorana, M., Lo Turco, V., Cacciola, F., Rich, G.T., Bisignano, C., Saija, A., Dugo, P., Cross, K.L., Parker, M.L., Waldron, K.W., Wickham, M.S.J., 2010. Characterization of polyphenols, lipids and dietary fibre from almond skins (*Amygdalus communis* L.). *Journal of Food Composition and Analysis* 23: 166-174
- [7] Arlorio, M., Coïsson, J.D., Travaglia, F., Varsaldi, F., Miglio, G., Lombardi, G., Martelli, A., 2005. Antioxidant and biological activity of phenolic pigments from *Theobroma cacao* hulls extracted with supercritical CO<sub>2</sub>. *Food Research International* 38: 1009 - 1014.
- [8] Bruna, C., Eichholz, I., Rohn, S., Kroh, L.W., Huyskens - Keil, S., 2009. Bioactive compounds and antioxidant activity of cocoa hulls (*Theobroma cacao* L.) from different origins, *Journal of Applied Botany and Food Quality* 83: 9-13.
- [9] Alasalvar, C., Shahidi, F., 2008. Tree nuts: Composition, phytochemicals, and health effects: An overview. In C. Alasalvar & F. Shahidi (Eds.), *Tree nuts: Composition, phytochemicals, and health effects* (pp. 1-10). Boca Raton, FL: CRC Press Taylor & Francis Group.
- [10] Alasalvar, C., Hoffman, A.M., Shahidi, F., 2008. Antioxidant activities and phytochemicals in hazelnut (*Corylus avellana* L.) and hazelnut by-products. In C. Alasalvar & F. Shahidi (Eds.), *Tree nuts: Composition, phytochemicals and health effects* (pp. 215 - 235). Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group
- [11] Esfahlan, A.J., Jamei, R., Esfahlan, R.J., 2010. The importance of almond (*Prunus amygdalus* L.) and its by-products, *Food Chemistry* 120: 349-360.
- [12] Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., Attia, H., 2007. Quality characteristics of sesame seeds and by-products. *Food Chemistry* 103: 641-650.
- [13] Tyug, T.S., Prasad, K.N., Ismail, A., 2010. Antioxidant capacity, phenolics and isoflavones in soybean by-products, *Food Chemistry* 123: 583-589.
- [14] Yang, J.M., 2005. Soybean milk residue ensiled with peanut hulls: fermentation acids, cell wall composition, and silage utilization by mixed ruminal microorganisms. *Bioresource Technology* 96(12): 1419-1424.
- [15] Özdemir, K.S., Yılmaz, C., Durmaz, G., Gökmen, V., 2014. Hazelnut skin powder: A new brown colored functional ingredient. *Food Research International* 65: 291-297.
- [16] Ayfer, M., Uzun, A., Baş, F., 1986. 'Türk Fındık Çeşitleri'. Karadeniz Bölgesi Fındık ihracatçıları Birliği, Ankara.
- [17] Martínez, R., Torres, P., Meneses, M.A., Figueroa, J.G., Pérez-Álvarez, J.A., Viuda-Martos, M., 2012. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) co-products. *Food Research International* 49: 39-45.
- [18] 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: 1338-1343.
- [19] Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. 2001. Dietary reference intakes. Proposed definition of dietary fiber. A report of the panel on the definition of dietary fiber and the standing committee on the scientific evaluation of dietary

- reference intakes. *Washington, DC: National Academy Press.*, <https://www.nap.edu/read/10161/chapter/3#8>
- [20] Yang, J., Xiao, A., Wang, C., 2014. Novel development and characterisation of dietary fibre from yellow soybean hulls. *Food Chemistry* 161: 367–375.
- [21] Montella, R., Coissona, J.D., Travaglia, F., Locatelli, M., Malfa, P., Martelli, A., Arlorioa, M., 2013. Bioactive compounds from hazelnut skin (*Corylus avellana* L.): Effects on *Lactobacillus plantarum* P17630 and *Lactobacillus crispatus* P17631. *Journal of Functional Foods* 306-315.
- [22] Elleuch, M., Besbes, S., Blecker, C., Roiseux, O., Deroanne, C., Drira, N.D., Attia, H., 2008. Date flesh: Chemical composition and characteristics of the dietary fibre. *Food Chemistry* 11: 676–682.
- [23] Contini, M., Baccelloni, S., Massantini, R., Anelli, G., 2008. Extraction of natural antioxidants from hazelnut (*Corylus avellana* L.) shell and skin wastes by long maceration at room temperature. *Food Chemistry* 110: 659–669.
- [24] Monagas, M., Garrido, I., Aguiar, R., Cordovés, M., Rybarczyk, A., Amarowicz, R., Bartolome, B., 2009. Comparative flavan-3-ol profile and antioxidant capacity of roasted peanut, hazelnut, and almond skins. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 5: 10590–10599.
- [25] Taş, N.G., Gökmen, V., 2015. Bioactive compounds in different hazelnut varieties and their skins. *Journal of Food Composition and Analysis* 43: 203–208.
- [26] Lecumberri, E., Mateos, R., Izquierdo-Pulido, M., Rupe´rez, P., Goya, L., Bravo, L., 2007. Dietary fibre composition, antioxidant capacity and physico-chemical properties of a fibre-rich product from cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Food Chemistry* 104: 948–954.
- [27] Azizah, A.H., Nik Ruslawati, N.M., Swee Tee, T., 1999. Extraction and characterization of antioxidant from cocoa by-products. *Food Chemistry* 64: 199 – 202.
- [28] Zoral, F.B., Turgay, Ö., 2014. Çeşitli gıda atıklarının toplam fenolik madde içeriğinin, antioksidan ve antimikrobiyel aktivitelerinin araştırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi* 17(2): 24-33.
- [29] Kamath, V., Rajini, P. S., 2007. The efficacy of cashew nut (*Anacardium occidentale* L.) skin extract as a free radical scavenger. *Food Chemistry* 103: 428–433.
- [30] Peričin, D., Krimer, V., Trivić, S., Radulović, L., 2009. The distribution of phenolic acids in pumpkin's hull-less seed, skin, oil cake meal, dehulled kernel and hull. *Food Chemistry* 113: 450–456.
- [31] Monagas, M., Garrido, I., Aguiar, R., Bartolome, B., Cordovés, M., 2007. Almond (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb) skins as a potential source of bioactive polyphenols. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 55: 8498–8507.
- [32] Grace, M.H., Esposito, D., Timmers, M.A., Xiong, J., Yousef, G., Komarnytsky, S., Lila, M.A., 2016. Chemical composition, antioxidant and anti-inflammatory properties of pistachio hull extracts. *Food Chemistry* 210: 85–95.
- [33] Esquivel, P., Jiménez, V.M., 2012. Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International* 46: 488–495.
- [34] Sánchez, D.A., Anzola, V.C., 2014. Chemical characterization of the coffee silverskin (*Coffea arabica*) in varieties colombia and caturra. *Revista Colombiana de Química* 41(2): 0120-2804.
- [35] Bresciani, L., Calani, L., Bruni, R., Brighenti, F., Rio, D., 2014. Phenolic composition, caffeine content and antioxidant capacity of coffee silverskin. *Food Research International* 61: 196–201.
- [36] Win, M. M., Abdul-Hamit, A., Baharin, B. S., Anwar, F., Sabu, M.C., Pak-Dek, M.S., 2011. Phenolic compounds and antioxidant activity of peanut's skin, hull, raw kernel and roasted kernel flour. *Pakistan Journal of Botany* 43(3): 1635-1642.
- [37] Liu, Q., Wua, L., Pu, H., Li, C., Hua, Q., 2012. Profile and distribution of soluble and insoluble phenolics in Chinese rapeseed (*Brassica napus*). *Food Chemistry* 135: 616–622.
- [38] 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.
- [39] Elleuch, M., Bedigian, D., Maazoun, B., Besbes, S., Blecker, C., Attia, H., 2014. Improving halva quality with dietary fibres of sesame seed coats and date pulp, enriched with emulsifier. *Food Chemistry* 145: 765-771.
- [40] Ma, Y., Kerr, W.L., Swanson, R.B., Hargrove, J.L., Pegg, R.B., 2014. Peanut skins-fortified peanut butters: Effect of processing on the phenolics content, fibre content and antioxidant activity. *Food Chemistry* 145: 883–891.
- [41] Sanders III, C.T., DeMasie, C.L., Kerr, W.L., Hargrove, J.L., Pegg, R.B., Swanson, R.B., 2014. Peanut skins-fortified peanut butters: Effects on consumer acceptability and quality characteristics. *LWT - Food Science and Technology* 59: 222-228.
- [42] Camargo, A.C., Vidal, C.M.M., Canniatti-Brazaca, S.G., Shahidi, F., 2014. Fortification of cookies with peanut skins: effects on the composition, polyphenols, antioxidant properties, and sensory quality. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 62: 11228–11235.
- [43] Hao, M., Beta, T., 2012. Development of Chinese steamed bread enriched in bioactive compounds from barley hull and flaxseed hull extracts. *Food Chemistry* 133: 1320–1325.
- [44] Sęczyk, Ł., Świeca, M., Dziki, D., Anders, A., Gawlik-Dziki, U., 2017. Antioxidant, nutritional and functional characteristics of wheat bread enriched with ground flaxseed hulls. *Food Chemistry* 214: 32–38.
- [45] Marpalle, P., Sonawane, S.K., Arya, S.S., 2014. Effect of flaxseed flour addition on physicochemical and sensory properties of functional bread. *LWT – Food Science and Technology* 58: 614–619.
- [46] Garcia-Serna, E., Martinez-Saez, N., Mesias, M., Morales, F.J., Castillo, M.D., 2014. Use of coffee

silverskin and stevia to improve the formulation of biscuits. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 64(4): 243–251.

[47] Kumar, V., Biswas, A.K., Sahoo, J., Chatli, M.K., Sivakumar, S., 2013. Quality and storability of

chicken nuggets formulated with green banana and soybean hulls flours. *Journal of Food Science and Technology* 50(6): 1058–1068.

---