



**BİSKÜVİDE YAĞ İKAMESİ OLARAK  
KAHVE ÇEKİRDEĞİ ZARFI KULLANIMI**

**Meral COŞKUN**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİSKÜVİDE YAĞ İKAMESİ OLARAK  
KAHVE ÇEKİRDEĞİ ZARFI KULLANIMI**

**Meral COŞKUN**  
0000-0002-9769-9799

Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2020  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ ONAYI

Meral COŞKUN tarafından hazırlanan "BİSKÜVİDE YAĞ İKAMESİ OLARAK KAHVE ÇEKİRDEĞİ ZARI KULLANIMI" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN

**Başkan** : Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN  
0000-0001-6797-1985  
B.U.Ü. Ziraat Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

**Üye** : Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN  
0000-0003-3457-251X  
B.U.Ü. Ziraat Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Neslihan DÜNDAR  
0000-0003-2084-7076  
Bursa Teknik Üniversitesi  
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

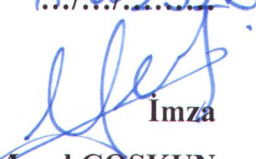
Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN  
Enstitü Müdürü

15.06.2020

**Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

15/04/2020  
  
İmza  
Meral COŞKUN

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİSKÜVİDE YAĞ İKAMESİ OLARAK KAHVE ÇEKİRDEĞİ ZARI KULLANIMI

**Meral COŞKUN**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN

Bu çalışmada, karbonhidrat bazlı yağ ikamesi olarak kahve çekirdeği zarı (KÇZ) ile şortening yer değiştirme esasına göre %10, 20 ve 30 (ağırlık/ağırlık) oranlarında kullanılmıştır. Yüksek lif içeriği ve antioksidan özelliğe sahip kahve çekirdeği zarı kullanılarak, bisküvide yağın azaltılmasıyla oluşabilecek kalite kayıplarının giderilmesi amaçlanmıştır. Kontrol örneği ise kahve çekirdeği zarı ilave edilmeksizin %100 şortening kullanılarak üretilmiştir.

Kahve çekirdeği zarının diyet lif miktarı, buğday ununa göre oldukça yüksek bulunmuştur. Kahve çekirdeği zarı oranının artışına paralel olarak, bisküvilerin diyet lif oranları da artmıştır. KÇZ katkılı bisküvilerin, çapları ve yayılma oranları, kontrole göre azalmıştır. Kalınlıkları ise önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) artmıştır. KÇZ ilavesi, bisküvilerin fenolik madde, antioksidan kapasite ve biyoalınabilirliklerini kontrole göre yükseltmiştir. Bisküvilere ilave edilen KÇZ oranının artmasıyla, kontrole göre bisküvilerin sertliklerinde ve parlaklığında azalma meydana gelmiştir. KÇZ katkılı üretilen bisküvilerin tüm duyu analizi parametrelerinden 5 ve üzeri puan aldığı ve kabul edilebilir niteliklere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, şortening miktarının %30'a kadar düşürüldüğü formülasyonlarda, KÇZ ilavesi ile önemli derecede kalite kaybı olmaksızın, kabul edilebilir duyu özelliklere sahip bisküvi elde edilmiştir. KÇZ'nin, diyet lif miktarını, antioksidan kapasiteyi, fenolik madde içeriğini ve biyoalınabilirliği artırıcı fonksiyonel bir katkı olarak, başta unlu mamuller olmak üzere, çeşitli gıdalarda kullanılma imkanına sahip olduğu söylenebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** kahve çekirdeği zarı, yağ ikamesi, bisküvi, diyet lif, antioksidan kapasite

**2020, viii + 90 sayfa.**

## ABSTRACT

MSc Thesis

### UTILIZATION OF COFFEE SILVERSKIN AS FAT REPLACER IN COOKIES

**Meral COŞKUN**

Bursa Uludağ University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

**Supervisor:** Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN

In this study, shortening content in a cookie formulation was reduced at 10, 20 and 30% and replaced with coffee silverskin (CS) as carbohydrate-based fat replacers. It is aimed to eliminate the quality losses that may occur by reducing the fat in the biscuit by using coffee silverskin with high fiber content and antioxidant properties. The control sample was produced using 100% shortening without the addition of coffee silverskin.

Dietary fiber content of coffee silverskin was found to be considerably higher than wheat flour. Dietary fiber contents of biscuits increased with the increase in the contents of coffee silverskin. The diameters and spread rates of the CS added biscuits decreased compared to the control. Their thickness increased significantly ( $p \leq 0,05$ ). The addition of CS increased the phenolic, antioxidant capacity and bioavailability of biscuits compared to control. The increase in the rate of CS added to the biscuits resulted in a decrease in the hardness and brightness of the biscuits compared to the control. The samples with added CS received acceptable scores from the taste panellists.

As a result, in the cookies, where the amount of shortening was reduced as high as 30%, it was determined that the CS additions provide cookies with acceptable sensory properties without significant loss of quality. Thus, CS appears to be suitable as a functional additive providing increase in dietary fiber content, phenolics, antioxidant capacity and bioavailable phenolics of several food products, especially bakery products.

**Key words:** coffee silverskin, fat replacer, cookie, dietary fiber, antioxidant capacity  
**2020, viii + 90 pages.**

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmamın gerçekleşmesinde değerli bilgilerini benimle paylaşan, kullandığı her cümlenin hayatıma kattığı önemi asla unutmayacağım, saygıdeğer danışman hocam, Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN'e,  
Kahve çekirdeği zararının temini ve analizlerim konusunda desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocam Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN'a,  
Analizlerin gerçekleştirilmesinde yardımcı olan sayın Dr. Elif YILDIZ'a  
Çalışmam boyunca her zaman yanımda olan eşim Serkan ŞENTÜRK'e,  
Çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Meral COŞKUN

.../.../.....

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Beslenmede Yağ Tüketiminin Azaltılması.....	5
2.2. Yağın Bisküvideki Fonksiyonları.....	6
2.3. Bisküvide Yağın Azaltılması.....	8
2.4. Yağ İkameleri.....	10
2.5. Yağ Taklitleri.....	11
2.5.1. Karbonhidrat bazlı yağ taklitleri.....	11
2.5.2. Protein bazlı yağ taklitleri.....	13
2.5.3. Yağ bazlı taklitler.....	13
2.6. Unlu Mamullerde Yağ İkamelerinin Kullanımı.....	14
2.7. Kahve Çekirdeği Zarı.....	19
2.7.1. Kahve çekirdeği zarının bileşimi.....	23
2.7.2. Kahve çekirdeği zarının gıda formülasyonlarında kullanılması.....	26
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
3.1. Buğday Unu Analizleri.....	29
3.1.1. Nem miktarı tayini.....	29
3.1.2. Kül miktarı tayini.....	29
3.1.3. Protein miktarı tayini.....	30
3.1.4. Yaş gluten miktarı tayini.....	30
3.1.5. Zeleny sedimentasyon değeri tayini.....	30
3.1.6. Toplam diyet lif miktarı tayini.....	30
3.2. Kahve Çekirdeği Zarı Analizleri.....	30
3.2.1. Nem miktarı tayini.....	30
3.2.2. Kül miktarı tayini.....	30
3.2.3. Protein miktarı tayini.....	30
3.2.4. Yağ miktarı tayini.....	31
3.2.5. Toplam diyet lif miktarı tayini.....	31
3.2.6. Fenolik madde ekstraksiyonu.....	31
3.2.7. Toplam fenolik madde miktarı tayini.....	32
3.2.8. Antioksidan kapasite tayini.....	33
3.2.9. Biyoelnebilirlik.....	36
3.3. Bisküvi Üretimi.....	38
3.4. Bisküvilerin Kimyasal Analizleri.....	40
3.4.1. Nem miktarı tayini.....	40
3.4.2. Kül miktarı tayini.....	40
3.4.3. Protein miktarı tayini.....	41
3.4.4. Ham yağ miktarı tayini.....	41
3.4.5. Toplam diyet lif tayini.....	41
3.4.6. Fenolik madde ekstraksiyonu.....	41



3.4.7. Toplam fenolik madde miktarı tayini.....	41
3.4.8. Antioksidan kapasite tayini .....	41
3.4.9. Biyoalınabilirlik .....	41
3.5. Fiziksel Analizler .....	42
3.6. Renk Analizi.....	42
3.7. Tekstür Analizi.....	42
3.8. Duyusal Analizler.....	43
3.9. İstatistiki Analiz .....	43
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	44
4.1. Buğday Unu ve Kahve Çekirdeği Zarı Bileşimleri .....	44
4.1.1. Kahve çekirdeği zarının toplam fenolik madde içeriği ve biyoalınabilirliği .....	47
4.1.2. Kahve çekirdeği zarının antioksidan kapasite ve biyoalınabilirlik değerleri .....	49
4.2. Bisküvi Bileşimi ve Kalite Özellikleri .....	52
4.2.1. Kimyasal bileşim.....	52
4.2.2. Fiziksel özellikler ve tekstür .....	54
4.2.3. Renk değerleri .....	59
4.2.4. Bisküvilerin fenolik madde içerikleri ve biyoalınabilirlikleri.....	60
4.2.5. Bisküvilerin antioksidan kapasiteleri ve biyoalınabilirliği .....	63
4.2.6. Duyusal özellikler .....	66
5. SONUÇ.....	70
KAYNAKLAR .....	73
ÖZGEÇMİŞ .....	90

## KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
5-CQA	5-kafeoilkuinik asit
ABTS	2,2'-azino-bis antioksidan kapasite analizi
BU	Buğday unu
CS	Coffee silverskin
CUPRAC	Bakır iyonu indirgeme antioksidan kapasite analizi
FRAP	Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite analizi
GAE	Gallik asit eşdeğeri
HPMC	Hidroksipropil metilselüloz
KÇZ	Kahve çekirdeği zarı
TDL	Toplam diyet lif
YFMSŞ	Yüksek fruktozlu mısır şurubu

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. Kahve tanesinin kesit görünümü.....	21
Şekil 3.1. Kahve çekirdeği zarı .....	29
Şekil 3.2. Bisküvi üretim aşamaları .....	40
Şekil 3.3. Bisküvide renk analizi .....	42
Şekil 3.4. Bisküvide tekstür analizi.....	42
Şekil 4.1. Bisküvilerin dış görünüşleri.....	60



## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Unlu mamullerde sıklıkla kullanılan yağ ikameleri.....	15
Çizelge 3.1. Bisküvi formülasyonları.....	39
Çizelge 4.1. Buğday unu ve kahve çekirdeği zarının kimyasal bileşimleri .....	45
Çizelge 4.2. Kahve çekirdeği zarının fenolik madde içerikleri ve fenolik bileşenlerin biyoalınabilirliği .....	48
Çizelge 4.3. Kahve çekirdeği zarının antioksidan kapasiteleri ve biyoalınabilirlikleri ..	50
Çizelge 4.4. Bisküvilerin kimyasal bileşimleri .....	52
Çizelge 4.5. Bisküvilerin fiziksel ve tekstür özellikleri .....	55
Çizelge 4.6. Bisküvilerin renk değerleri .....	59
Çizelge 4.7. Bisküvilerin fenolik madde içerikleri ve fenolik bileşenlerin biyoalınabilirlikleri.....	61
Çizelge 4.8. Bisküvilerin antioksidan kapasiteleri ve biyoalınabilirlikleri.....	64
Çizelge 4.9. Bisküvilerin duyusal analiz değerleri.....	67

## 1. GİRİŞ

Günümüzde, yaşam şekillerinin değişmesiyle birlikte tüketicilerin sağlıklı beslenmeye yönelik ilgileri artmıştır. Gıda ürünlerinin koruyucu, renklendirici, tatlandırıcı, katkı maddeleri, yüksek miktarda tuz, yağ ve kolesterol içermemesi istenmektedir. Aynı zamanda doğal, besleyici ve katkısız ürünlere talep artmıştır (Aksulu 2001). Tüketicilerin beslenme yönündeki bilinçlerinin artmasıyla birlikte, fazla yağ tüketiminin çeşitli sağlık sorunlarının nedeni olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda ABD ve Avrupa'da yağ tüketiminin toplam günlük kalori alımının yaklaşık %40'ından oluştuğu, ancak sağlık uzmanları tarafından %30'u aşmaması gerektiği bildirilmiştir (Zoulias ve ark. 2002a). Bu söylemlerin sebebi, yüksek yağ alımıyla birlikte obezite, kanser, yüksek kan kolesterolü ve koroner kalp hastalığı gibi birçok hastalığın görülme sıklığının artışıyla ilgilidir (Akoh 1998). Son zamanlarda Avrupa Gıda Güvenliği Ajansı, diyetle alınan doymuş yağ asidi ile yüksek kan kolesterolü, özellikle de düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) konsantrasyonları arasındaki ilişki nedeniyle, doymuş yağ asidi alımının mümkün olduğunca düşük olması gerektiğini tavsiye etmektedir (Anonim 2010). Tüm bu nedenlerle gıdalardaki yağın azaltılması yönündeki araştırmalar, giderek artmakta ve yağ ikameleri üzerine çalışmalar yoğunlaşmaktadır.

Gıdalarda yaygın olarak kullanılan yağ ikameleri; hacim artırıcı, jelleştirici, ağız hissini iyileştirici, nem tutucu, stabilize edici, kalınlaştırıcı ve tekstrü iyileştirici özelliklere sahiptirler (Zoulias ve ark. 2002b, Pareyt ve ark. 2009).

Gıdalardaki yağın uzaklaştırılması veya azaltılması, bir takım problemlere neden olabilmekte ve istenen karakteristiklerin sağlanması güçleşebilmektedir. Bu olumsuzlukların giderilebilmesi için birden fazla yağ ikamesi kullanımı ve bunların uygun kombinasyonlarının oluşturulması, ayrıca formüle ilave edilecek maddelerin ve işlem basamaklarının da buna uygun olarak ayarlanması gerekmektedir. Yağ ikamelerinin çok çeşitli olduğu bilinmektedir. Yağ ikamelerinin kullanımında en büyük problem, standart üründe yağın verdiği gevreklik, nemlilik ve yağlayıcılığın sağlanamamasıdır (Doğan ve Küçüköner 1999).

Temel hammadelerden biri olan yağ, bisküvi ve kek ürünlerinde %15-60 oranında kullanılmaktadır. Bisküvileri diğer ürünlerden ayıran en önemli özellikler; düşük nem içeriği ve yüksek miktarda yağ ile şeker içermesidir (Lee ve Inglett 2006). Bisküvilerin yapı özelliklerinde, katılan yağ miktarı ve yapısı önemli etki göstermektedir. Bisküvilerde genel olarak hidrojene katı yağlar (şorteningler) kullanılmaktadır. Bu yağların bisküvi içerisindeki görevleri; hamurun pişmesi sırasında ısı transferini sağlamak, hamurun inceltmesi işlemi sırasında gluten ağı oluşumu engellenerek sürtünmeyi azaltmak, ürünün istenen boyutlarda olmasına yardımcı olmak, çiğneme sırasında ağızda oluşabilecek kuruluğu önleyerek nemli bir his oluşturmak, yeme sırasında istenilen gevreklik hissini sağlamak olarak bildirilmiştir (Baltsavias ve ark. 1999). Diğer bir araştırmaya göre ise gıdalarda kullanılan yağ; ilave olarak bayatlamayı engelleme, hacim artışı, aromaya katkı sağlama, emülsiyona yardım sağlama, gevreklik verme gibi özellikler kazandırmaktadır. Şortening kullanımındaki küçük farklılıklar ürün kalitesi üzerinde önemli etkiler göstermektedir (Dağlıoğlu ve ark. 2000). Bu sebeple de bisküvilerdeki yağ miktarının azaltılması, kalite kaybı sonuçlarına neden olmaktadır (Lee ve Inglett 2006).

Karmaşık bir gıda sistemi olan bisküvideki yağ ve şeker, kolayca ikame edilemez (Zoulias ve ark. 2002b). Bisküvide yağ azaltma veya yer değiştirme için farklı yaklaşımlar mevcuttur. Bunlar; protein ve karbonhidrat bazlı yağ ikameleri (Zoulias ve ark. 2002a, Laguna ve ark. 2014), bitkisel yağlar ile birlikte kullanılan hidrojene ya da doymuş yağ ikameleri (Tarancón ve ark. 2014) ve yağ içindeki su emülsiyonlarından oluşan stabilize şorteninglerdir (Goldstein ve Seetharaman 2011, Tarancón ve ark. 2013). Fırın ürünlerinden bisküvide çoğunlukla kullanılan karbonhidrat bazlı yağ ikamelerinin, su tutma özellikleri ve tekstür geliştirici özellikleriyle birlikte ağızda yağın sağladığı hissi sağlama gibi özellikleri bulunmaktadır (Jonnalagadda ve ark. 2005).

Çeşitli diyet lif kaynaklarının unlu mamullerde yağ ikamesi olarak kullanımına yönelik çalışmalar incelendiğinde, elma püresi (Min ve ark. 2010) ve kayısı çekirdeği ununun, (Şeker ve ark. 2010) kurabiye ve bisküvi üretiminde; chianın, tatlı tava ekmeği üretiminde (Zettel ve Hitzmann 2016); kakao (Martínez-Cervera ve ark. 2011) ve

şeftali lifinin (Grigelmo-Miguel ve ark. 2001) ise muffin formülasyonlarında yağ ikame edici olarak kullanıldığı görülmektedir.

Yüksek diyet lif içeriğine sahip olan kahve çekirdeği zarı, bu özelliği sayesinde, yağ ikamesi olarak kullanılabilme potansiyeline sahip bir üründür. Ancak kahve çekirdeği zarı ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Günümüzde, endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan kirliliği azaltmak için büyük bir politik ve sosyal baskı mevcuttur. Gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkeler, süreçlerini değiştirip, doğadaki kalıntıların geriye dönüşebilmesi için bu gerçekle yüzleşmeye başlamaktadır. Sonuç olarak, çoğu büyük şirket, artık kalıntıları, atık olarak değil, diğer süreçler için hammadde olarak görmektedir (Mussatto ve ark. 2006).

Son yıllarda artan kahve tüketimi ile birlikte, kavurma işleminden elde edilen kahve çekirdeği zarı miktarı da her geçen yıl artış göstermektedir (Letricia ve ark. 2018). Kahve meyvesinin %50'sinden fazlası yeşil kahvenin üretimi için kullanılmayıp atıldığından, bu yan ürünlerin değerlendirilebilmesi için yeni yöntemlerin geliştirilmesi oldukça önemlidir (Esquivel ve Jiménez 2012).

Günümüzde gittikçe artan kahve üretimi sırasında oluşan kahve çekirdeği zarı, içerisinde yer alan farklı organik bileşikler sebebiyle kirletici özellik taşır (Ballesteros ve ark. 2014). Ayrıca, bu materyallerde bulunan kafein, tanen ve polifenoller, doğaya geri dönmeleri durumunda, bir kirlilik tehlikesini oluştururlar. Bu yan ürünleri değerlendirecek alternatifler bulmak, hem onların katma değerlerini arttıracak, hem de doğaya olan olumsuz etkilerini azaltmak için yararlı olacaktır. Kahve endüstrisi atıkları ile ilgili bugüne kadar yapılan çalışmaların çoğu, kahve küspesinin değerlendirilmesine odaklanmıştır. Bununla birlikte kimyasal bileşim verileri, her iki yan ürünün de yeni ürünler için hammadde olarak değerli olabileceğini göstermektedir. Ancak, kahve endüstrisinde büyük miktarlarda oluşan kahve çekirdeği zarı ve kahve küspesi atıklarının, farklı ve karlı uygulamalarda değerlendirilebilmelerine odaklanan az sayıda çalışma mevcuttur (Mussatto ve ark. 2011).

Yeşil kahve çekirdeğine sarılı halde bulunan kahve çekirdeği zarı, kavurma işleminin yan ürünü olarak elde edilmekte (Esquivel ve Jiménez 2012, Murthy ve Naudi 2012, Toschi ve ark. 2014, Jiménez-Zamora ve ark. 2015) ve yüksek miktarda diyet lif ile antioksidan madde içermektedir (Esquivel ve Jiménez 2012, Costa ve ark. 2014). Kahve çekirdeği zarının, düşük oranda yağ içerdiği ve diğer kahve yan ürünlerine kıyasla, protein ve klorojenik asit içeriğinin de oldukça yüksek olduğu bildirilmiştir (Murthy ve Naudi 2012). Mesias ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, kahve çekirdeği zarının, iyi bir fenolik bileşen kaynağı olduğu bildirilmiştir. Kahve çekirdeği zarının diyet lif içeriğinin (%15 çözünen diyet lif, %85 çözünmeyen diyet lif olmak üzere toplam %50-60 toplam diyet lif), buğday kepeği, pirinç kepeği, yulaf kepeği, arpa kepeği, mango kabuğu tozu, elma posası, portakal posası, brokoli, lahana, havuç ve patatese göre, lif oranının daha yüksek olduğu da tespit edilmiştir (Borrelli ve ark. 2004, Sudha ve ark. 2007a, Ajila ve ark. 2008, Narita ve Inouye 2014, Macagnan ve ark. 2015). Lifli dokunun ana bileşenleri, selüloz ve hemiselüloz gibi polisakkaritler ile glukoz, ksiloz, galaktoz, mannoz ve arabinoz gibi monosakkaritlerdir (Esquivel ve Jiménez 2012). Bu durum, kahve çekirdeği zarının, yüksek oranda diyet life sahip ürünler geliştirmede, fonksiyonel bir bileşen olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir (Mussatto ve ark. 2011).

Bu çalışmada; karbonhidrat ve diyet lif içeriği açısından oldukça zengin olan kahve çekirdeği zarının, bisküvi üretiminde, karbonhidrat bazlı yağ (şortening) ikamesi olarak kullanım potansiyeli, tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla kahve çekirdeği zarı toz haline getirildikten sonra, bisküvi formülasyonunda şortening ile yer değiştirme esasına göre, %10, 20 ve 30 (ağırlık/ağırlık) oranlarında kullanılmıştır. Kontrol örneği ise kahve çekirdeği zarı tozu ilave edilmeksizin, %100 şortening kullanılarak üretilmiştir. Şortening ikamesi olarak kahve çekirdeği zarı kullanımının, bisküvinin, fiziksel, kimyasal, tekstür ve duyusal özellikleri ile antioksidan kapasite, toplam fenolik madde içeriği ve biyoalınabilirlik gibi, fonksiyonel özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.



## 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Beslenmede Yağ Tüketiminin Azaltılması

Yağ, enerji vermesinin yanında aynı zamanda esansiyel yağ asitlerinin ve yağda eriyen vitaminlerin alımını sağlaması sebebiyle, besleyici fonksiyona sahiptir. Tüm gıdaların ağızda bıraktıkları his, tekstür ve tat özellikleri üzerine, yağın etkisi büyüktür. Aynı zamanda nem tutma özelliği sebebiyle, fırıncılık ürünlerine tazelik ve nemlilik özelliği kazandırmaktadır. Gıdalara kazandırdığı duyuşsal özellikler ise uçucu aroma bileşenlerinin ağız ve burun yoluyla algılanması şeklinde gerçekleşmektedir. Bu durum gıdaların kendilerine özgü tat ve aromaya sahip olmasını sağlamaktadır (Jonnalagadda ve ark. 2005).

Yağın fonksiyonel özelliklere sahip olmasına karşın, tüketilen miktarının yüksek olması durumunda, olumsuz etkili olduğu da bilinmektedir. Yağ tüketimin yüksekliği; başta obezite, kalp ve damar hastalıkları ve yüksek tansiyon olmak üzere, insülin dengesi bozuklukları, kanser ve safra kesesi hastalıkları gibi bazı rahatsızlıklara sebep olduğu bildirilmektedir (Küçüköner ve Tarakçı 2003, Güven ve ark. 2005). Yapılan araştırmalarda, çoğu kişinin önerilen miktarların üstünde yağ tükettiği ve bu durumun da insanların tüketim alışkanlıklarını değiştirme konusundaki zorluklardan kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Güven ve ark. 2005).

Halk sağlığı konusu haline gelmiş olan günlük diyetdeki yağ miktarının azaltılması, çoğu tüketici için sorun ve endişe kaynağıdır (Zoulias ve ark. 2002a). ABD ve Avrupa'da yağ tüketimi, toplam günlük kalori alımının yaklaşık %40'ını oluştururken, sağlık uzmanları %30'u geçmemesini tavsiye etmektedir (Zoulias ve ark. 2002b). Bu nedenle, Dünya Sağlık Örgütü, gıda endüstrisinin ilk iş olarak, dünyadaki yüksek obezite oranını azaltmak amacıyla, işlenmiş gıdaların yağ içeriğini azaltması gerektiğini bildirmiştir (Anonim 2003, Laguna ve ark. 2012).

Obeziteye bağlı sağlık riskleri endişe verici oranda arttığından, son yıllarda yağ miktarı/kalorisi düşürülmüş gıdalara olan ilgi, giderek artmaktadır. Bununla birlikte, zayıf organoleptik özellikleri ve genel besin değerleriyle ilgili şüpheler, bu tip yağı

azaltılmış gıda ürünlerinin uzun vadede kabulünü ve popülaritesini sınırlandırmaktadır. Özellikle, birçok düşük yağlı/kalorili gıda maddesinin organoleptik özelliklerinin, tam yağlı muadillerinden, farklı olduğu varsayılmaktadır. Bu ürünler, organoleptik testlerde, tam yağlı olanlara göre daha düşük puanla değerlendirilmektedir (Sandrou ve Arvanitoyannis 2000).

## 2.2. Yağın Bisküvideki Fonksiyonları

Bisküvi formülasyonlarının temel bileşenleri; un, şeker ve yağdır. Bu temel bileşenlerin herhangi birinin değişimi, bisküvi kalitesini büyük ölçüde etkilemektedir. Özellikle de yağ miktarı ve çeşidi, hem hamurun reolojik özellikleri hem de bisküvinin tekstür, görünüş ve duyuşal (tat ve aroma) özellikleri üzerine etkilidir (O'Brien ve ark. 2003), çünkü bisküvi hamuru nispeten yüksek miktarda yağ içermektedir (Lai ve Lin 2006).

Bisküvilerde yağ, undan sonra gelen, en önemli bileşendir (Manohar ve Rao 1999). Bisküvi üretiminde çeşitli yağlar kullanılmaktadır ve bunlar genel olarak “şortening” olarak adlandırılmaktadır. “Şortening” kelimesi, İngilizcedeki “shortness” yani gevreklik kavramından gelmektedir (Mamat ve Hill 2014). Başka bir ifadeyle şortening, arzu edilen tekstür özelliklerine sahip bir gıda ürünü elde etmek üzere yağın, yağlama ve zayıflatma kabiliyetini ifade etmektedir (Lai ve Lin 2006).

Fırıncılık ürünlerinde yağın ana işlevi, ürünün ağızda bıraktığı hissi iyileştirmek için gevreklik ve aroma zenginliği kazandırmaktır (Lai ve Lin 2006). Bisküvide de yağ; ürünün gevrekliği, lezzeti, ağızda bıraktığı his ve genel kalitesinden sorumludur (Pareyt ve Delcour 2008, Moriano ve ark. 2018).

Bisküvi üretiminde, hamurun karıştırılması sırasında yağ, un partiküllerini kaplar, böylece suyun un ile temas etmesi engellenerek, protein hidrasyonu sınırlanır (Moriano ve ark. 2018) ve gluten proteinlerinin aşırı gelişimi önlenir (Jacob ve Leelavathi 2007). Hamurun karıştırılması sırasında, sulu faz ve yağ, un için rekabet eder. Şortening yokluğunda, su veya şeker çözeltisi, un ve protein ile yapışkan ve esnek yapılı gluteni oluşturmak için etkileşime girer. Şortening varlığında ise yağ, proteinleri ve nişasta granüllerini çevreleyerek, bunları birbirlerinden ve sudan izole eder. Böylece protein ve

nişasta yapısının sürekliliğini kırar, su ile teması engellediği için de gluten oluşmaz ve hamurun elastik özellik kazanmasını da önlemiş olur (Ghotra ve ark. 2002). Bu durum da pişirme sonrasında bisküvinin, daha gevrek bir yapıya sahip olmasını sağlar (Laguna ve ark. 2013).

Bisküvi hamurunun yoğurulması sırasında, bileşimdeki yağ zerrecikleri, havanın hamur içerisine doğru bir şekilde girişini sağlayarak, hamurun kabarmasında rol oynar (Moriano ve ark. 2018). Ayrıca, hamurun pişme sırasında, ulaşılan yüksek sıcaklıklara dayanmasını ve şeklini uzun süre korumasını da sağlamaktadır (Tarancón ve ark. 2015). Bu durum, aynı zamanda hamur yoğunluğunu da etkiler. Yağ içeren bisküvilerin çoğunda, krema oluşumu aşamasında ilk önce, şortening, şeker ile karıştırılır. Yağ, krema oluşumu sırasında, önemli miktarda havayı hapseder ve tutar (Jacob ve Leelavathi 2007). Hamurda hapsedilen hava, pişirme sırasında kimyasal kabartıcılardan serbest kalan gazlar ve oluşan su buharı için bir iskelet oluşturur. Gaz hücrelerinin bu stabilizasyonu, üründe daha iyi bir hacim artışı, düzgün, ince ve gevrek bir tekstür oluşumu sağlar (Lai ve Lin 2006).

Şorteningin diğer bazı fonksiyonları da, ısı transferini, hamurun yayılmasını (Tarancón ve ark. 2015), ürünün yapısal bütünlüğünü ve raf ömrünü, etkilemesidir (Ghotra ve ark. 2002, Lai ve Lin 2006). Bisküvilerin mekanik özellikleri, büyük ölçüde formülasyondaki yağ bileşenine bağlıdır (Baltsavias ve ark. 1999).

Yağ kullanımı ile ilgili önemli bir diğer parametre; depolama sırasında pişmiş üründeki yağların oksidatif stabilitesidir. Bu durum, ürünün yüksek oranda yağ içermesine bağlı olup, üründe arzulanan uzun raf ömrü üzerine, önemli etkiye sahiptir (Ghotra ve ark. 2002).

Kek ve ekmeğe göre bisküvi, daha düşük nem seviyesine sahip olup, gevreklik ve ağız hissi gibi kalite özellikleri de daha çok, bileşime katılan yağla ilgilidir (Lai ve Lin 2006). Yağ, işlem sırasında hamurun işlenebilirliğini, hamurun yayılmasını ve bisküvilerin pişirildikten sonra tekstür ve tat özelliklerini etkilemektedir. İlave edilen yağın tipi ve miktarı da, hamurun viskoelastik özellikleri üzerine güçlü bir etkisi vardır.

Yağ varlığı, hamurun elastik doğasının azalmasına ve şekil verme aşamasına katkıda bulunmaktadır (Jacob ve Leelavathi 2007). Bisküvi hamurundaki yağ, kimyasal kabartıcıların etkisini de geciktirmektedir (Chevallier ve ark. 2000).

Bisküvide yağ miktarının düşürülmesi sonucunda, bisküvinin duyuşal özellerinde ve renginde kayıplar yaşanmaktadır (Sudha ve ark. 2014, Moriano ve ark. 2018). Yağ miktarının azaltılması, uygun kıvamda hamur eldesi için daha fazla su gerektirir. Bununla birlikte, ekstra su kullanımı, daha fazla un proteininin hidrasyonuna ve daha fazla gluten oluşumuna neden olur (Manley 2000). Gluten yapısı içerisinde, yapıya eklenen gaz hücrelerinin genişlemesini azaltan, çapraz bağlar oluşur. Bunun sonucunda da hamurun elastik ve viskoz özellikleri artar. Bu durum da bisküvi kalite özelliklerini, olumsuz yönde etkiler (Canalis ve ark. 2018). Düşük yağlı bisküvilerdeki problemler; gluten gelişimi, hamurun işlenebilme yeteneği ve pişirme sırasındaki kabarma ile ilişkilidir (Manley 2000).

Bu nedenle bu tip ürünlerde, yağı tümünden formülden çıkartmak ya da yağ miktarını düşürmek istendiğinde, kalite ve duyuşal nitelik kayıplarını engellemek amacıyla, yağ ikame maddeleri kullanılmaktadır. Yağ ikame maddeleri genel olarak; ürünün dokusunu iyileştiren, hacmini arttıran, jelleşmeyi sağlayan, yapısında su tutan, ürünün ağızda bıraktığı hissi iyileştiren maddelerdir (Koca ve Metin 2004).

### **2.3. Bisküvide Yağın Azaltılması**

Gıda maddelerinin temel bileşeni olan yağ; hoş lezzet, tekstür ve tüketici için kabul edilebilir duyuşal özelliklerin eldesinde, kritik bir rol oynar. Hamur işleri, kek, kurabiye ve bisküvi gibi farklı unlu mamüllerde, şortening kullanılmaktadır (Gervajio 2005). Şorteninglerin temel işlevleri, ağızda hoş a giden bir his ve lezzet sağlamasıdır (Sanz ve ark. 2015).

Bisküvinin en önemli karakteristik özelliği; düşük nem ve yüksek miktarda şortening ile şeker içermesidir (Lee ve Inglett 2006). Şorteningler, ürünün tekstür ve lezzetinde önemli bir rol oynamasına karşın, yüksek miktarda doymuş ve trans yağ asitleri

içerdiğinden, son yıllarda bu yağların kullanımını azaltmak için önemli çalışmalar yapılmaktadır (Lim ve ark. 2010).

Gıdalarda; kalori, yağ ve kolesterol alımını azaltmak için yağ ikameleri, diyetetik alternatifler olarak oldukça fazla kabul görmektedir (Haque ve Ji 2003). Bununla birlikte, gıdanın; kırılma mukavemeti, tekstürü, nem içeriği ve ağızda bıraktığı his gibi arzulan duyu özelliklerinin korunması, çoğu zaman zordur (Zahn ve ark. 2010). Bisküviler, doymuş yağ oranı yüksek olan fazla miktarda yağ içermeleri nedeniyle, kırılma mukavemeti zayıf bir yapıya sahiptirler (Manohar ve Rao 1999, Caponio ve ark. 2006).

Son zamanlarda, Avrupa Gıda Güvenliği Ajansı, diyetle alınan doymuş yağ asidi ile yükselen kan kolesterolü (özellikle de LDL) arasındaki ilişki nedeniyle, doymuş yağ asidi alımlarının mümkün olduğu kadar düşük olmasını tavsiye etmektedir (Anonim 2010). Bu nedenle, daha sağlıklı bir yağ asidi profili ile emülsifiye edilmiş yağ ikameleri, şorteningler ve emülsifiyerlerin kullanımı, yeni bisküvi reçeteleri geliştirmek için bir alternatiftir (Giarnetti ve ark. 2015).

Yağın, bisküvi tekstürünü etkileyen ana bileşenlerden biri olmasından ve bisküvinin karmaşık yapısından dolayı, yağın ikamesi, un ve şekerin ikamesinden, daha zordur (Zoulias ve ark. 2002b).

Bisküvi hamurunu, yağ ikameleri ile yeniden formüle etmenin en zor yanı, muadil (yağlı) ürünlerdekine eşdeğer oranda ağız hissi, tekstür, tat-koku ve yağlılığın sağlanabilmesidir (Sudha ve ark. 2007a).

Bisküvide yağın azaltılması; hamurun sertleşmesi, yapışkan ve elastik özellik göstermesi, nihai üründe şekil bozukluklarının oluşması, renk ve lezzet kaybı gibi istenmeyen teknolojik etkilere yol açmaktadır (Moriani ve ark. 2018). Baltsavias ve ark. (1999) da sıvı yağ kullanımının, standart şortening kullanımına göre, bisküvinin sertleşmesine neden olduğunu ve bu sertlik artışının, üründe düşen yağ miktarından dolayı, yeterince hava kabarcığı oluşmamasından, kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Gıdalardaki yağ ikame edilirken veya yağ miktarı azaltılırken, standart ürünün tekstür ve yapı özelliklerinin mümkün olduğunca korunması gerekmektedir (Doğan ve Küçüköner 1999). Özellikle de bisküvi üretiminde yağın üstlendiği fonksiyonlar sebebiyle, içerikten tamamen uzaklaştırılması mümkün gözükmemektedir. Ürünlerde yağ miktarının azaltılması için yağ ikame maddeleri kullanılmaktadır (Doğan ve ark. 2012).

#### **2.4. Yağ İkameleri**

Yağ ikameleri, kullanıldığı gıdada yağın oluşturduğu fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerin korunmasını sağlayan, gıdaların enerji miktarını azaltan ve genel olarak gıdalarda kullanımının güvenilir kabul edildiği katkı maddeleridir (Taş ve Güzelseydim 2010). Yağın bazı işlevlerini veya tümünü sağlamak için kullanılabilir ve ürüne, yağdan daha az kalori verirler. Bunlar, yağın fonksiyonel özelliklerinin tümünü veya bir kısmını taklit edebilmelidir (Anonim 2004).

Yağ ikameleri, Amerikan Diyetisyenler Derneği tarafından “yağ fonksiyonlarının bir kısmını veya tamamını sağlamak için kullanılabilir ve yağdan daha az kalori veren bir bileşen” olarak tanımlanmaktadır (Richard 1998). Birçok fırıncılık ürününde, tüketici beğenisini bozmayan, ancak toplam enerji veya yağ içeriğini azaltan yağ ikameleri kullanılmaktadır (Colla ve ark. 2018).

Bisküvide kullanılan yağ ikameleri; protein ve karbonhidrat bazlı yağ ikameleri (Zoulias ve ark. 2002b, Laguna ve ark. 2014), bitkisel yağlar ve birlikte kullanılan hidrojene ya da doymuş yağ ikameleri (Tarancón ve ark. 2014) ve son zamanlarda geliştirilen yağ içindeki su emülsiyonlarından oluşan stabilize şorteninglerdir (Goldstein ve Seetharaman 2011, Tarancón ve ark. 2014).

Yağ ikameleri *fonksiyonlarına* göre iki alt gruba ayrılmaktadır:

Yağ alternatifleri (fat substitutes): Katı ve sıvı yağlara benzeyen ve gram-gram bazında yağın yerini alabilen bileşenlerdir. Bunlar, fiziksel ve kimyasal olarak trigliseritlere benzerdir. Yağ bazlı olduklarından, pişirme ve kızartma sıcaklıklarında genellikle

kararlıdırlar (Jonnalagadda ve ark. 2005). Yağ alternatifleri, bir gıdadaki yağın fonksiyonel ve duyuşal özelliklerinin aynısını yerine getirir, genellikle yağdan daha az enerjiye sahiptir ya da hiç enerji içermez ve bir üründe normal olarak bulunan yağın bir kısmını veya tamamını ikame etmek için kullanılabilirler (Akoh 1998, Richard 1998).

Yağ taklitleri (fat mimetics): Bunlar, trigliseritlerin duyuşal veya fonksiyonel özelliklerini taklit eden, ancak gram-gram bazında yağın yerini tutmayan maddelerdir. Tek başlarına veya kombinasyon halinde kullanılabilen, karbonhidrat, protein veya yağ bazlı bileşenler olup, 0-9 kcal/g enerjiye sahiptirler. Suyu absorblamak suretiyle, yağın, yağlama, ağız hissi ve diğer özelliklerini sağlarlar. Ancak bu ilave su, kızartma işlemlerine uygun değildir. Bazıları fırında pişirme işlemlerinde kullanılabilirler. Ancak, fırında; yüksek sıcaklıkta aşırı esmerleşmeye maruz kalabilirler (Jonnalagadda ve ark. 2005). Yağ taklitleri (mimetikleri), yağ kullanımını tam olarak ikame etmek için kullanılmazlar. Fakat bir gıdadaki yağın sağladığı özelliklerin bazılarını taklit ederler (Akoh 1998, Richard 1998).

## **2.5. Yağ Taklitleri**

Bunlar da içerdikleri temel maddeye göre dört gruba ayrılmaktadır: karbonhidrat bazlı, protein bazlı, yağ bazlı ve kombine yağ ikameleridir. Bir yağ ikamesinin tüm kullanımlar için ideal olması, mümkün değildir (Jonnalagadda ve ark. 2005).

### **2.5.1. Karbonhidrat bazlı yağ taklitleri**

Karbonhidrat bazlı yağ taklitleri; selüloz, dekstrinler, maltodekstrinler, polidekstroz, zamklar, lif ve modifiye nişasta gibi karbonhidratlara dayanmaktadır (Swanson ve ark. 2002, Colla ve ark. 2018). Bunlar, gıda maddelerinde jel oluşumunun sağlanması ve sistemde serbest su yakalaması sebebi ile koyulaştırıcı ve stabilize edici olarak kullanılırlar (Akbari ve ark. 2019).

Karbonhidrat bazlı yağ ikameleri, 4 kcal/g'a kadar enerji sağlayabilirler, ancak genellikle su ile karıştırıldıkları için, sadece 1-2 kcal/g enerjiye sahiptirler. Bazıları (örneğin selüloz gibi) ise sıfır kalorilidir. Esas olarak koyulaştırıcı ve stabilizer olarak

kullanıldıklarından genellikle süt ürünleri, dondurulmuş tatlılar, soslar, salata sosları, işlenmiş etler, unlu mamuller, sakızlar ve tatlılar dahil olmak üzere, çeşitli gıdalarda uygulanabilmektedirler. Bununla birlikte, kızartılacak gıdalarda kullanım için uygun değildirler (Swanson ve ark. 2002).

En yaygın olanları, suyu absorblayarak jel oluşturan ve yağa benzer bir tekstür ve ağız hissi yaratan, dekstrinler ve modifiye nişastalardır. Stabilizer ve koyulaştırıcı görevi gören ve az yağlı üründe nemi koruyan gamlar (sakızlar), unlu mamuller ve salata soslarında kullanılırlar. Pektinler de jelleşme özelliklerinden dolayı, yağ yerine kullanılabilirler (Swanson ve ark. 2002).

Selüloz gibi sindirilemeyen lifler, yağ ikamesi olarak kullanılmak üzere, jel oluşturabilen mikropartiküller halinde öğütülür. Örneğin; sindirim enzimlerine dirençli bir glikoz polimeri olan polidekstroz, yaklaşık 1 kcal/g sağlar ve gıdalarda şeker veya yağ ikamesi olarak kullanılır, gıdayı nemli tutar ve hacim artırıcı madde olarak işlev görür. Polidekstroz hidratlandığında, yağın fonksiyonel özelliklerinden bazılarını taklit eden bir jel oluşturur. Mısır nişastasının hidrolizinden türetilmiş bir besleyici polisakkarit olan maltodekstrinler de, un bazlı kuru karışımlarda, fırıncılık ürünlerinde, dolgularda ve kaplamalarda, yağ taklidi (mimetik) işlevi görebilirler (Swanson ve ark. 2002). Maltodekstrinler, bisküvilerde, yağın %25-35'i oranlarında ikame edilebilirken, selüloz gibi sindirilemeyen lifler, unlu mamullerde, yağın %50'sini, duyu özelliklerinden ödün vermeden, ikame edebilirler (Conforti ve ark. 2001, Conforti ve Archilla 2001). Bu nedenle, yağ mimetikleri (taklitleri) geliştirilirken, bu bitki bazlı karbonhidratların ve bunların türevlerinin farklı özellikleri dikkate alınmaktadır (Jonnalagadda ve ark. 2005).

Gamlar ve jeller, hidrofilik gruplar açısından zengin olup iyi su bağlama kapasitesine sahiptir. Genellikle gıda endüstrisinde; koyulaştırıcı, stabilizatör ve jelleştirici olarak kullanılırlar (Liu ve Xu 2019). Bazı gamlar ve jeller kompleks karbonhidratlardan oluşurken, bazıları da protein ve yağ bazlıdır. Pektinler ve oleojeller, karbonhidrat bazlı yağ taklitleri olarak kullanılan gam ve jel örnekleridir (Colla ve ark. 2018).



Karbonhidrat bazlı yağ ikameleri, bisküvilerde de, su bağlayarak yağı taklit ederler. Aynı zamanda üründe hoşça giden ağız hissini de oluştururlar (Zoulias ve ark. 2002a).

### **2.5.2. Protein bazlı yağ taklitleri**

Bu grup yağ ikameleri, peynir altı suyu proteini, süt ve yumurta proteininden üretilir ve 1- 4 kcal/g enerji verirler. Mikropartiküle edilmiş bu protein ürünleri, minik, küresel parçacıklardan oluşmakta ve kullanıldıkları üründe, yağlara benzer bir ağız hissi sağlamaktadırlar. Genellikle su içerirler ve yağdan daha düşük miktarlarda kullanılabilirler. Örneğin; 1 g protein bazlı yağ taklidi, kremadaki 3 g yağın yerini alabilmektedir (Cheung ve ark. 2002).

Protein bazlı yağ taklitleri, kızartılmış yiyeceklerde kullanım için uygun değildir. Ancak, yağsız dondurma, dondurulmuş tatlılar ve milkshakeler, yağı azaltılmış tereyağ versiyonları, ekşi krema, düşük yağlı peynir, yoğurt, kahve kreması gibi süt ürünlerinde, düşük yağlı fırıncılık ürünleri, salata sosları, margarin, mayonez, çorba ve soslarda kullanılabilirler (Cheung ve ark. 2002).

Bir diğer protein bazlı yağ taklitleri, hayvansal veya bitkisel proteinleri, zamları, gıda nişastasını ve suyu bir arada içeren protein karışımlarıdır, bunlar da dondurulmuş tatlılarda ve unlu mamullerde kullanılırlar (Jonnalagadda ve ark. 2005).

Protein, nişasta ve hidrokolloid kombinasyonlarının, gıdanın yağ oranını düşürmek ve tekstür özelliklerini korumak gibi sinerjik etkilere sahip olduğu öne sürülmüştür (Ordenez ve ark. 2001, Ruthig ve ark. 2001). Sindirilemeyen doğal bir fruktooligosakkarit olan inülin, sulu fazı stabilize etme kabiliyetine bağlı olarak, ürünün tadını olumsuz yönde etkilemeksizin, yağ taklitçisi olarak işlev görmesini sağlayan, fonksiyonel özelliklere sahiptir (Aryana ve Haque 2001, El-Nager ve ark. 2002).

### **2.5.3. Yağ bazlı taklitler**

Bunlar, yağ asitlerinin kimyasal değişiklikleri ile elde edilmiş, daha az kalorili veya kalorisiz, yağ bazlı yağ ikameleridir. Kısa ve uzun zincirli asiltrigliserit molekülleri gibi

emülgatörler ve yağ bazlı ikameler, 9 kcal/g'a kadar enerjiye sahiptirler. Yemeklik sıvı yağlardan türetilmiş, uzun zincirli yağ asitleri ile esterlenmiş olan ve hekza-, hepta- ve okta-sükroz esterleri karışımından oluşan sükroz poliestere, bir yağ bazlı yağ ikamesi olup, doğal yağa benzer özelliklere sahiptir. Ancak sıfır kalorilidir, vücutta emilmez ve sakkaroz poliesterindeki yağ kaynağına bağlı olarak, oda sıcaklığında sıvı veya katı olabilir. Aynı zamanda yağın organoleptik ve termal özelliklerine sahiptir. Ancak, mide veya pankreas lipazları tarafından hidrolize edilemez ve gastrointestinal sistemde absorbe edilemeyecek kadar büyük bir molekül olduğundan, enerji için metabolize edilemez (Jonnalagadda ve ark. 2005).

Diğer bir yağ bazlı yağ ikamesi grubu da, gliserole rastgele bağlanmış kısa, orta ve uzun zincirli yağ asitlerini içeren trigliseridlerdir. Bunlar, kısmen sindirilir ve emilir ve 5 kcal/g enerjiye sahiptirler. Ayrıca, mono ve digliserit yağ bazlı yağ ikameleri de mevcuttur. Emülgatörler; kek karışımlarında, bisküvilerde ve süt ürünlerinde, şorteningin tamamı veya bir kısmı ile yer değiştirmek suretiyle kullanılan, yağ bazlı ikamelerdir. Yağla aynı kaloriye sahiptirler ancak, üründe daha az kullanıldıklarından, ürünün toplam yağ ve enerji değerini düşürürler (Jonnalagadda ve ark. 2005).

## **2.6. Unlu Mamullerde Yağ İkamelerinin Kullanımı**

Bisküvi, kek, kraker gibi unlu mamullerin günlük olarak yaygın bir şekilde tüketilmesinden dolayı bu ürünlerdeki yağ içeriğini azaltma konusu, son zamanlarda önemini artırmıştır. Bu ürünlerde yağ yerine kullanabilecek farklı maddeler araştırılmaya başlanmıştır (Rios ve ark. 2018).

Yağ ikame maddeleri, yağın yarattığına benzer bir ağız hissi, daha az kalori ve gıda matrislerinde arzu edilen tekstür özellikleri sağlayabilen gıda bileşenleridir (Hu ve ark. 2019). Yağın ürünlerdeki işlevlerini sağlamak amacıyla, bazen çok sayıda yağ ikamesinin bir arada formüle edilerek, farklı işlemlerden geçirilmesi gerekebilir. Yağ ikamelerinin kullanıldıkları ürünlerde ortaya çıkan en büyük problemler, ürünlerde yağın üstlendiği yağlayıcılık, nemlilik ve gevreklik özelliklerini tam olarak sağlayamamasından kaynaklanmaktadır. Düşük kalorili unlu mamullerde, yağ ikame

maddelerinin yapı içerisindeki su bağlama özelliği sayesinde, yağın özellikleri sağlanmaktadır (Doğan ve Küçüköner 1999).

Unlu mamullerde çoğunlukla, selüloz, gamlar, dekstrinler, lifler, nişastalar ve polidekstroz gibi karbonhidrat bazlı, bitki polisakkaritlerinden oluşan, yağ ikameleri kullanılmaktadır (Çizelge 2.1). Su tutma, tekstür geliştirme ve hoş giden ağız hissi sağlama gibi fonksiyonlara sahip olan bu yağ ikamelerinin kalori değerleri, 0-4 kcal/g arasındadır (Jonnalagadda ve ark. 2005).

**Çizelge 2.1.** Unlu mamullerde sıklıkla kullanılan yağ ikameleri (Jonnalagadda ve ark. 2005)

<b>Karbonhidrat Bazlı Yağ İkameleri</b>	<b>Protein Bazlı Yağ İkameleri</b>	<b>Yağ Bazlı Yağ İkameleri</b>
Bitkisel lifler	Mikropartiküllü proteinler	Emülsifiyerler
Gamlar	Modifiye peyniraltı suyu	
İnulin	Protein konsantresi	
Maltodekstrinler	Protein karışımları	
Polidekstroz		
Modifiye nişastalar		
Dirençli nişasta		

Karbonhidrat bazlı ve uzun molekül yapısına sahip olan gamlar, metabolize edilemeyip kalori değeri içermezler. Soğuk suda çözünbilme ve dağılma özelliğine sahiptirler. %1 ve daha düşük konsantrasyonlarda çözünürler, şişerler ve kayganlık sağlayarak, kıvam arttırıcı etki gösterirler. Emülsifiye ve stabilize edici özellikleri sayesinde, modifiye nişastalara benzerler (Doğan ve Küçüköner 1999).

Selüloz,  $\beta$ -D-glukopiranozil yapılarının glikozidik bağlarla bağlanmasıyla oluşan, bitki hücre duvarlarının temel polisakkaritidir. Selüloz, diyet lifler grubuna dahildir (Chauvelon ve ark. 2003). Tekstür ve lezzet geliştirme, donma noktasını düşürme, su bağlama, kristal oluşumunu engelleme, yağ absorpsiyonunu azaltma gibi özelliklere sahip olması, şeker ve yağ ikamesi olarak kullanılması sebebiyle, gıda sanayinde yaygın

olarak tercih edilmektedir (Wang ve ark. 2002, Venter 2006, Lee ve Salminen 2009, Primo-Martin ve ark. 2010). Karboksimetil selüloz, metilselüloz, hidroksipropil metilselüloz veya mikrokristalize selüloz gibi selüloz türevleri de birçok gıdada yağ ikamesi olarak kullanılmaktadır (Jimenez-Colmenero ve ark. 2001). Selüloz ve buğday kepeği, kek ve bisküvi gibi fırıncılık ürünlerinde, un ve yağ yerine kullanılarak, tekstür açısından sıkı bir yapı oluşumu sağlamaktadır. Laguna ve ark. (2014) ile Colla ve Gamlath (2015), hidroksipropil metilselülozun (HPMC), krakerlerin ve bisküvilerin fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerinde, nispeten düşük seviyelerde bile önemli etkileri olduğunu bildirmişlerdir.

Gıda maddelerinde yağ ikame edici olarak kullanılan polidekstroz, rastgele bağlanmış glikoz, sorbitol ve sitrik asit polimeridir. Ürünlerde azaltılan yağ formülasyonlarının yerine, iyi bir ağız hissine ve yapının kremsiliğine yardımcı olur. Düşük kalorili (kcal/g) bir hacim arttırıcı olarak kullanılır. Yapısında bulunan rastgele bağlar, memeli canlıların sindirim enzimleri tarafından hidrolize izin vermeyen yapısal bir kompaktlık ve karmaşıklık oluşturur (Almrhag ve ark. 2018, Moriano ve ark. 2018). Yapılan bir çalışmada, kek formülasyonunda yağ miktarı %25'e kadar azaltıp, yerine aynı oranda polidekstroz kullanılmıştır. Yağ ikame oranı arttıkça, hacimde düşüş ve gözenek yapısında azalma meydana geldiği bildirilmiştir (Koçer ve ark. 2007).

Kek formülasyonlarında, yağ ikamesi olarak amilodekstrin ve maltodekstrinin kullanıldığı bir başka çalışmada, bunların kontrole göre daha sert yapılı olduğu ve en yüksek nem oranına sahip olan örneğin de maltodekstrin kullanılan örnek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, maltodekstrinin iyi bir nem tutucu olduğunu göstermiştir. Aynı zamanda lezzet olarak da, diğer formülasyonlarla kontrol arasında önemli bir fark bulunmamıştır (Kim ve ark. 2001). Yağ ikamesi olarak maltodekstrinin %75 oranında kullanıldığı krakerlerde ve %66 oranında kullanıldığı muffin keklerde; aroma, tat, tekstür ve görünüşte değişiklikler olmasına rağmen, başarılı sonuçlar alınmıştır (Khouryieh ve ark. 2005, Colla ve Gamlath 2015).

Bayarri ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, tüm kompleks karbonhidrat bazlı yağ ikameleri arasında, inülin, bilhassa krakerlerde, duyuşal nitelikler ve tüketici

kabulü üzerinde en az etkiye sahip olan ve gıdanın toplam yağ ve enerjisini azaltmada en büyük başarıya ulaşmış olan, yağ ikamesi olmuştur. Uzun zincirli inülin, mikro kristaller oluşturma yeteneğine sahiptir, su ile etkileşime girerek aglomeratla bir jel ağı oluşturmaktadır.

Hindiba (radika) kökünden elde edilen ve sindirilemeyen tipik bir diyet lif kaynağı olan inülinin, fırıncılık ürünlerinde yağ ikamesi olarak kullanımına ilişkin yapılan bir diğer çalışmada, kek ve krakerlerde, %75 ikame oranına kadar, tüketici kabulünde herhangi bir değişiklik yaratmaksızın, toplam enerjiyi düşürdüğü tespit edilmiştir (Rodríguez-García ve ark. 2012, Colla ve Gamlath 2015).

Maltodekstrin, krakerlerde ise başarılı bir yağ ikamesi işlevi görmesine rağmen, inülin kadar başarılı olmamıştır (Shoaib ve ark. 2016). Tüketici beğenisinde önemli düzeyde azalmaya neden olduğundan, inülin ve maltodekstrinin, fırıncılık ürünlerinde yağ ikamesi olarak %100 oranında kullanımları, tavsiye edilmemektedir. Yapılan çalışmalarda, inülinin bisküvilerde tekstür ve fiziksel özelliklerde dikkate değer bazı değişikliklere sebep olmasına rağmen, yağ ikamesi olarak kullanımının umut verici olduğu bildirilmiştir (Zahn ve ark. 2010, Rodríguez-García ve ark. 2012, 2013, Blonska ve ark. 2014, Colla ve Gamlath 2015, Krystyan ve ark. 2015).

Zambrano ve ark. (2004) yaptıkları bir çalışmada, keklerde yağ ikamesi olarak guar gam ve ksantan gam kullanmışlardır. Araştırmacılar, ürünün fiziksel özellikleri üzerinde nispeten az bir etki gösterdiğini saptamışlardır. Özellikle %50 ikame oranında ksantan gam içeren kekler, ideal olarak kabul görmüştür.

Yapılan bazı çalışmalarda ise "Oatrim" (amilodekstrin ve %5-10 oranında  $\beta$ -glukan içeren toz karışım) isimli yağ ikamesinin, kek, kruvasan ve bisküvilerin fiziksel özelliklerinde önemli değişikliklere neden olduğu tespit edilmiştir (Swanson ve ark. 1999, Lee ve ark. 2005, Wekwete ve Navder 2008).

Oleojellerin de yağ ikamesi olarak kullanımı mümkündür. Oleajeller, doğal esterler kullanılarak katılaştırılan bitkisel yağ ürünleridir. Oleojelasyon işlemi, sıvı yağı, katı bir

matris içinde tutarak mumsu kristal bir yapı oluşturur ve böylece sıvı bitkisel yağların şortening yerine kullanılmasını olanaklı kılar. Oleojeller, bir gıda ürününün toplam yağ içeriğini azaltmamakla birlikte, doymuş yağ içeriğinin azaltılmasında yararlıdır. Ancak, yapılan çalışmalarda, oleojeller, bisküvi ve keklerin yapısını daha yoğun ve daha sert hale getirdiklerinden, diğer yağ ikameleri kadar başarılı bulunmamışlardır (Mert ve Demirkesen 2016, Amoah ve ark. 2017, Kim ve ark. 2017, Pehlivanoğlu ve ark. 2018). Peynir altı suyu proteininin de, genel lezzet ve kabul edilebilirlikte düşüşe yol açtığından, bisküvi için ideal bir yağ ikamesi olmadığı bildirilmiştir (Zoulias ve ark. 2000, 2002a).

Vücuda alındıklarında sindirilemeden kalın bağırsağa geçen diyet lifler, probiyotik mikroorganizmalar tarafından fermente edilebilen bileşiklerdir (Wang ve ark. 2002, Roberfroid 2007, Laparra ve Sanz 2010). Bunlar, yağ ikamesi olarak kullanılmak suretiyle, gıdalarda su tutma kapasitesini artırma, tekstürü geliştirme, depolama şartlarını iyileştirme, pişirme kayıplarını azaltma ve nötr bir tat sağlama özelliklerine sahiptir (Jimenez-Colmenero ve ark. 2001, Fernandez-Gines ve ark. 2004). Diyet lifler, bu özellikleri sebebiyle, fırıncılık ürünlerinde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır (Angioloni ve Collar 2011). Yapılan bazı çalışmalarda, bisküvilerde yağ ikame maddesi olarak kullanılan lupin ekstresi, maltodekstrin, mısır lifi ve pirinç nişastası gibi diğer kompleks karbonhidratların tümünün (pirinç nişastası hariç), bisküvilerin duyuşal özellikleri üzerinde önemli etkiler gösterdiği tespit edilmiştir (Khouryieh ve ark. 2005, Shouk ve El-Faham 2005, Sudha ve ark. 2007b, Forker ve ark. 2012, Rodríguez-García ve ark. 2012, Lee ve Puligundla 2016).

Dirençli nişasta, fırıncılık ürünlerinde kullanılan bir diğer yağ ikamesidir. Özellikle enzime dirençli nişasta kullanımı, hem yağ ikamesi olarak hem de gıdaya kazandırdığı karakteristik özelliklerin korunması açısından, önerilmektedir (Kahraman ve Köksel 2006). Şeker ve ark. (2006), bisküvi formülasyonunda, yağ ikamesi olarak %10, 20, 30, 40 oranında enzime dirençli nişasta kullanmışlardır. Özellikle %30 oranının, kabul edilebilir özellikteki bisküvi üretimi için uygun olduğu tespit edilmiştir.

Laguna ve ark. (2012) ise yağı azaltılmış bisküvilerde, dirençli nişasta ikamesinin, yağ azaltılmasının neden olduğu tekstürel olumsuzlukları iyileştirmede, kullanılabilceğini bildirmişlerdir.

Tyagi ve ark. (2007) yaptığı bir çalışmada; bisküvi örneklerinde, yağ ikamesi olarak %5, 10, 15, 20 oranlarında yağı alınmış hardal unu kullanmış ve katkı oranı arttıkça, bisküvi hamurunun ve bisküvinin sertliğinin arttığını, tespit etmişlerdir.

Gıda püreleri ve ürünleri, yağ ikamesi olarak kullanılabilen, tam veya kısmi gıda matrisleridir. Son zamanlarda, meyve ve sebzeler, baklagiller veya tahıl bazlı bileşenler gibi birçok ürün, yağ ikamesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu gıdalar, püre haline getirildiğinde veya işlendiğinde, oldukça kremi dokusundan dolayı, başarılı bir yağ ikamesi olarak değerlendirilebilmektedir. Örneğin; avokado, yüksek yağ içeriği; muz, yüksek nişasta içeriği; baklagiller ise yüksek nişasta ve protein içeriği sayesinde bunu başarabilmektedirler (Colla ve ark. 2018).

## **2.7. Kahve Çekirdeği Zarı**

Kahve, dünya çapında en çok tüketilen popüler içeceklerden biridir. Kahve çekirdeği zarı (KÇZ) ise yeşil kahve çekirdeklerinin dış katmanının ince bir tabakası olup, kavurma işleminin önemli bir yan ürünüdür. Kahve çekirdeği zarının çoğu, endüstriyel atık olarak bertaraf edilmektedir, çünkü henüz etkin kullanımı söz konusu değildir. Bu nedenle, KÇZ, değerlendirilmesi beklenen, bir biyokütle olarak kabul edilmektedir (Narita ve Inouye 2012). Kahve endüstrisindeki birincil kalıntı olan KÇZ'nin tekrar kullanımı, çevre koruma ve ekonomi için çok önemlidir (Narita ve Inouye 2014).

Son yıllarda kahve ve kakao tüketimi hızla arttığından, her yıl, bunların kavurma işleminden yan ürün olarak, tonlarca KÇZ ve kakao çekirdeği kabuğu elde edilmektedir (Kaplinsky 2004). Bu yan ürünler, bir atık problemi yaratmalarına rağmen, endüstriyel uygulamalarda, yüksek besin değerine sahip gıda katkı maddesi veya takviyesi olarak kullanım potansiyeline ve ayrıca ekonomik bir polifenolik bileşik ve metilksantin kaynağı olma özelliğine sahiptir (Murthy ve Naidu 2012, Martínez-Pinilla ve ark. 2015). Bu nedenle, bu yan ürünlerden, katma değeri yüksek bileşenlerin geri kazanımı

için geliştirilecek yeni stratejilerin, düşük maliyetli yeni ürünlerin elde edilmesinde, ilginç ve sürdürülebilir bir yaklaşım olabileceği düşünülmektedir (Barbosa-Pereira ve ark. 2018).

Kahve atıklarının kullanımı üzerine çalışmalar, dünya çapında ilerleme kaydetmektedir (Mussatto ve ark. 2011, Esquivel ve Jimenez 2012, Murthy ve Naidu 2012), ancak KÇZ'nin etkin kullanımına yönelik yöntemler henüz geliştirilmemiştir (Narita ve Inouye 2014). Üretilen kahve çekirdeği zarı, doğaya deşarj edildiğinde, içerdiği kafein, tanen ve polifenollerden dolayı, toprakta bulunan mikroorganizmalara ve bitkilere karşı toksik etki göstererek, çevresel problemlere neden olmaktadır (Mussatto ve ark. 2011). KÇZ'nin çevreye verdiği olumsuz etkinin engellenmesi için katma değere sahip ürünlerin geliştirilmesini sağlayacak, yeni stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir (Letricia ve ark. 2018).

Hemen hemen tüm gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, süreçlerini değiştirerek kalıntıların geri dönüştürülmesi için farklı çalışmalar yürütmektedirler. Çoğu büyük şirket artık, kalıntıları atık olarak değil, diğer süreçler için bir hammadde olarak görmektedir. KÇZ, doğaya geriye dönmesi durumunda, kirlilik tehlikesi oluşturması ve büyük miktarlarda elde edilmesine rağmen, farklı ve karlı uygulamalarda kullanımına odaklanan, az sayıda çalışma mevcuttur. Bu atıkları alternatif yeni formlarda kullanmak, hem bunların katma değerini yükselterek ekonomiye yarar sağlayacak hem de çevreye olan olumsuz etkilerinin azaltılmasını sağlayacaktır (Mussatto ve ark. 2011).

Kahve, bin yıllık bir geçmişe sahip olan ve dünyada en çok tüketilen, ikinci önemli içecektir (Anonim 2008). Uluslararası Kahve Örgütü'nün verilerine göre, 60 kg'lık torbalardaki kahve üretimi, 2010'dan bu yana, yıllık yüz kırk milyon torbadan yüz elli iki milyon torbaya çıkmıştır (Anonim 2017a).

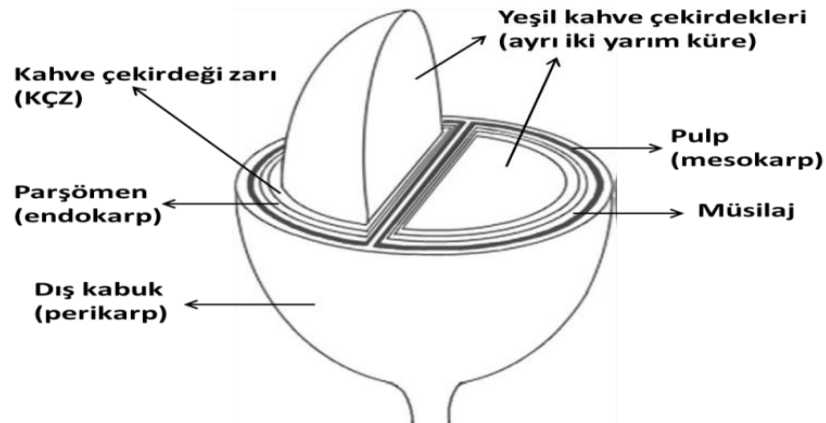
Kahve ağacı veya çalı bitkisi, *Rubiaceae* familyasına aittir. Kahve çekirdekleri, 70'ten fazla türü bulunan *Coffea* L. bitkisinden üretilir. Bununla birlikte, bu türlerin sadece iki tanesi, dünya çapında ticari olarak üretilmektedir: *Coffea arabica* (*Arabica*), tüm kahve bitkilerinin en mükemmeli olarak kabul edilir ve dünya üretiminin %75'ini karşılar,



*Coffea canephora* (*Robusta*) ise daha asidik yapılıdır ve dünya üretiminin %25'ini karşılamaktadır. *Arabica* türünün, duyuşal özellikler bakımından *Robusta*'dan üstün olduğu ve uluslararası piyasada fiyatının daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Etienne 2005, Belitz ve ark. 2009, Mussatto ve ark. 2011, Zuorro ve Lavecchia 2012). Yaprak dökmeyen bir çalı veya koyu yeşil, parlak yaprakları olan küçük bir ağaç olan *Coffea* bitkisinin kökenlerinin Güney Asya veya Afrika toprakları olduğu düşünölmektedir. Günümüzde dünyanın çeşitli yerlerinde yetiştirilmektedir. Ancak çoğunlukla ekvatorun 30° kuzey veya güney enlemlerinde en yaygın olarak da 1 000-2 000 m yüksekliklerde tarımsal bir ürün olarak yetiştirilmektedir (Heimbach ve ark 2010).

Kahve tanesi oval şekilli olup, yaklaşık 10 mm büyüklüğündedir. Tanenin en iç noktasında yeşil kahve çekirdekleri, iki yarım küre halinde bulunur. Bu yeşil kahve çekirdekleri, kahve çekirdeği zarı olarak bilinen bir tohum kabuğu ile kaplıdır, bunu dışarıya doğru, sırasıyla, parşömen adı verilen bir endokarp (pektik tabaka), müsilaj (yarı saydam, renksiz, ince, viskoz ve yüksek derecede hidrate olmuş), pulp (mesokarp; sarımsı renkte, lifli ve tatlı bir tada sahip) ve en dışta da perikarp izlemektedir (Saenger ve ark. 2001, Esquivel ve Jimenez 2012) (Şekil 2.1).

Olgunlaşmamış kahve meyvesi yeşil iken, olgunlaştığında kırmızı-mor veya koyu kırmızı renge dönüşmekte ve dış kabuk (perikarp), sertleşmektedir (Patricia ve Victor 2012).



Şekil 2.1. Kahve tanesinin kesit görünümü (Saenger ve ark. 2001)

Kahve meyvesinin en içinde, iki yarım küre halinde bulunan kahve çekirdeklerini, çekirdek zarı kaplar (Esquivel ve Jiménez 2012) (Şekil 2.1). Kahve çekirdeği zarı, yarı saydam yapılı, açık kahve renkli, ince ve su ile birleşme kapasitesi yüksek olan bir tabakadır (Esquivel ve Jiménez 2012, Bresciani ve ark. 2014).

Kahve üretimi, kahve meyvesinin dış bileşenlerinin çıkarılması ile başlar ve sonuçta yeşil kahve çekirdekleri elde edilir (Janissen ve Huynh 2018). Yeşil kahve çekirdekleri genellikle, saflaştırma ve dövme olmak üzere iki işlemle üretilir (Casal ve ark. 2004, Bytof ve ark. 2005, Knopp ve ark. 2006, Bytof ve ark. 2007). Saflaştırma işlemi için iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan biri “kuru işleme” yöntemi, diğeri ise “yaş işleme” yöntemidir (Narita ve Inouye 2014). Kuru işleme yöntemi, *Robusta* türü için yaygın olarak kullanılır (Janissen ve Huynh 2018) ve bu yöntemin ana yan ürünü; perikarp, pulp, müsilaj ve parşömendir, bunların hepsi bir arada, tek bir fraksiyon (kahve kabukları) olarak ayrılır (Prata ve Oliveira 2007).

Kuru işleme ve yaş işleme yöntemleri arasındaki temel fark, sadece yaş işlemede gerçekleşen pulpun ayrı bir fraksiyon olarak çıkarılması ve fermantasyon aşamasıdır. Yaş işleme yönteminde pulp, kurutma işlemi yapılmadan önce kahve kabuklarından ayrılır (Duarte ve ark. 2010). Yaş işleme yöntemi, çoğunlukla *Arabica* türü için kullanılır ve yan ürün olarak daha çok pulp (mesokarp) elde edilir (Janissen ve Huynh 2018).

Bu iki işlemde de, perikarp (dış kabuk), pulp, müsilaj (pektik yapışkan tabaka) ve parşömen, yeşil kahve çekirdeklerinden, tamamen ayrılır. Bununla birlikte, kahve çekirdeği zarı, işlemler sonrasında, yeşil kahve çekirdekleri ile birlikte kalır ve tanelerin kavrulması ile uzaklaştırılır. Bu nedenle, kahve çekirdeği zarı, kavurma işleminin tek yan ürünüdür ve büyük miktarlarda elde edilen bir atıktır. Kahve çekirdeği zarının çoğu, halen endüstriyel atık olarak bertaraf edilmektedir. Oysaki KÇZ, kavurma fabrikalarından büyük miktarlarda toplanabildiğinden, yeniden kullanımı kolay bir kaynaktır ve gelecekte kullanılması beklenen bir biyokütle olarak kabul edilmektedir (Narita ve Inouye 2014, Yusaku ve Kuniyo 2014). Genel olarak, kuru yöntemle işlenmiş

yeşil kahve çekirdeklerinden, yaş yöntemle işlenenlerden daha fazla KÇZ elde edilmektedir (Narita ve Inouye 2014).

Bugüne kadar, bu yan ürünlerin, gıda endüstrisi dışındaki bazı alanlarda örneğin; enerji üretiminde (Saenger ve ark. 2001, Kondamudi ve ark. 2008), fiber levha, etanol, gibberellik asit ve  $\alpha$ -amilaz gibi bazı endüstriyel ürünlerin imalatında (Machado ve ark. 2002, Gouvea ve ark. 2009, Murthy ve ark. 2009, Bekalo ve Reinhardt 2010) kullanımına yönelik, bazı çalışmalar yapılmıştır. Bununla birlikte, yüksek fenolik antioksidan ve fito-besleyici bileşen içeriğine rağmen, kahve çekirdeği zarının, işlevsel bir bileşen olarak kullanımında, sadece sınırlı ilerleme kaydedilmiştir (Heimbach ve ark. 2010).

### **2.7.1. Kahve çekirdeği zarının bileşimi**

Kahve çekirdeği zarı, yüksek oranda protein (%19), kül (%7), az miktarda yağ (%2) ve indirgen şeker (%0,2) içermektedir (Mussatto ve ark. 2011). Kavurma işlemi ile ayrılan KÇZ, kahve meyvesinin sadece küçük bir kısmını oluşturmasına rağmen (%1-2), insan sağlığı üzerine olumlu etkilere sahip; diyet lif, polifenoller ve antioksidan maddeler gibi bileşenlerce oldukça zengindir (Esquivel ve Jiménez 2012, Murthy ve Naidu 2012, Costa ve ark. 2014, Toschi ve ark. 2014, Jiménez-Zamora ve ark. 2015). Borrelli ve ark. (2004) ile Napolitano ve ark. (2007), düşük yağ ve indirgen şeker miktarı, yüksek çözünebilir diyet lif içeriği (%60) ve belirgin antioksidan kapasitesi nedeniyle, kahve çekirdeği zarının, fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Kahve çekirdeği zarının lifli dokusunun ana bileşenleri, selüloz ve hemiselülozdur, ayrıca bu lifli dokuda, diğer karbonhidratlar ve proteinler de bulunmaktadır (Esquivel ve Jiménez 2012). KÇZ; %34,6-80,5 oranında karbonhidrat (Borrelli ve ark. 2004, Napolitano ve ark. 2006, Napolitano ve ark. 2007, Pourfarzad ve ark. 2013) ve yaklaşık %30 lignin içermektedir. Bileşimindeki polisakkaritler ise %17,8 gluklan, %4,7 ksilan, %2 arabinan, %3,8 galaktan ve %2,6 mannandan oluşmaktadır (Mussatto ve ark. 2012). KÇZ'nin indirgen şeker içeriği düşük olduğundan, az miktarda da monosakkarit içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir (Borrelli ve ark. 2004, Napolitano ve ark. 2006).

Glikoz, ksiloz, galaktoz, mannoz ve arabinoz, kahve çekirdeği zarında mevcut olan monosakkaritlerdir (Mussatto ve ark. 2011).

KÇZ, diyet lif ve antioksidan katkısı olarak, gıda endüstrisinde geniş kullanım alanı bulabilme potansiyeline sahip, katma değerli bir yan üründür (Janissen ve Huynh 2018). Yüksek miktarda diyet if içermesi (%62) sebebiyle de gıda formülasyonlarında fonksiyonel bir bileşik olarak kullanımı mümkündür. Diyet lif; selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi çeşitli nişasta olmayan polisakkaritleri içerir (Ballesteros ve ark. 2014, Janissen ve Huynh 2018). Diyet lif, beslenme ve sağlık için önemli bir bileşendir ve diyabet ile hiperlipidemi gibi fizyolojik problemler için terapötik bir materyal olarak kullanılmaktadır. Diyet lifin, kolesterol ve yağı adsorbe ederek, bunların vücuda emilimlerini kontrol etmek suretiyle, arteriyoskleroz veya ciddi diyabet komplikasyonları ile kardiyovasküler rahatsızlıkların önlenmesine yardımcı olduğu düşünülmektedir (Saura-Calixto ve ark. 2000). Yapılan bir çalışmada, KÇZ, düşük kalorili ve yüksek diyet lifli ekmek formülasyonunda kullanılmıştır (Pourfarzad ve ark. 2013).

KÇZ, %15'i çözünür ve %85'i çözünmeyen diyet lif olmak üzere yüksek bir diyet lif (%50-60) oranına sahiptir. Yani, kahve çekirdeği zarı, çözünür diyet life göre, beş ile altı kat daha fazla çözünmez diyet lif içermektedir (Borrelli ve ark. 2004, Napolitano ve ark. 2006, Napolitano ve ark. 2007, Pourfarzad ve ark. 2013). Literatür verilerine göre, KÇZ'nin çözünür diyet lif içeriği, bu diyet lif bileşiğinin zengin bir kaynağı olarak kabul edilen yulaf kepeğiyle, yarışabilecek düzeydedir (Borrelli ve ark. 2004). Murthy ve Naidu (2012) tarafından kahve yan ürünlerinin diyet lif kompozisyonu üzerine yapılan çalışmalar, kahve çekirdeği zarının, en yüksek miktarda toplam diyet lif içeriğine sahip, kahve yan ürünü olduğunu göstermiştir. KÇZ'nin diyet lif içeriği (%50-60); elma (%17), havuç (%31) ve bezelye (%29) gibi lif kaynağı gıdalardan, daha yüksektir (Borrelli ve ark. 2004, Saldamlı 2007).

Çözünmeyen diyet lifin, bağırsak geçiş süresini kısalttığı ve böylece karbonhidratların emilmesi için daha az zaman harcanmasını sağladığı bildirilmiştir (Montonen ve ark. 2003). Çözünmeyen diyet lif, karbonhidrat emilim süresini kontrol ettiğinden dolayı,

diyabetin önlenmesi ve iyileştirici tedavisi için etkili olarak kabul edilmektedir (Van de Laar ve ark. 2005, Hayashi ve ark. 2010). Bu nedenle, KÇZ tüketiminin, diyabetin önlenmesi ve tedavisi için etkili olabileceği düşünülmektedir (Narita ve Inouye 2014).

Kahve çekirdeği zarının antioksidan özellikleri de, diyet lif ile ilişkilidir. Bu da, karmaşık bir karbonhidrat yapısı tarafından oluşturulan diyet lif matrisindeki klorojenik asidin varlığına bağlanmaktadır. Sonuç olarak, kahve çekirdeği zarının bileşimindeki diyet lif, “antioksidan diyet lif” olarak sınıflandırılmıştır (Napolitano ve ark. 2007, Murthy ve Naidu 2012). Yapılmış çalışmalar da, diyet lif bileşenlerinin, KÇZ'nin antioksidan özelliklerine katkıda bulunduğunu göstermiştir (Napolitano ve ark. 2007, Murthy ve Naidu 2012, del Castillo ve ark. 2016).

Kahve çekirdeği zarının yüksek antioksidan kapasitesine; diyet lif dışında, içerdiği yüksek miktardaki fenolik maddeler ve kavurma işlemi esnasında gerçekleşen Maillard reaksiyonu sonucu oluşan yüksek miktardaki melanoidinler de, etki etmektedir (Borrelli ve ark. 2004, Mussatto ve ark. 2011). Kahvenin bileşiminde bolca bulunan klorojenik asit gibi polifenoller (Iwai ve ark. 2004) ve askorbik asit (Gil ve ark. 2000), güçlü antioksidan kapasiteye sahiptir. Antioksidanlar oksidatif stresi azaltarak, insan sağlığı için olumlu etkiler gösterir, çünkü oksidatif stres; Alzheimer, Parkinson, romatoid artrit, diabet gibi çeşitli hastalıkların gelişiminde önemli bir faktördür (Çaylak 2011). KÇZ'nin, prebiyotik özelliklere sahip olduğu ve *in vitro* bifidobakterilerin gelişimini ve metabolik aktivitelerini arttırdığı da, bildirilmiştir (Borrelli ve ark. 2004, Jaquet ve ark. 2009).

Bunlara ilaveten, KÇZ, hiyaluronidaz enzim inhibitörü de içermektedir. Hiyaluronidaz enzimi tarafından salgılanan histaminin vücutta gerçekleşen alerjiler ve iltihaplanmalarla ilgili olduğunu bilinmektedir (Furosawa ve ark. 2011). Furosawa ve ark. (2011), kahve çekirdeği zarı ekstraktlarının, hiyaluronidazı inhibe edici etkisinin, güçlü bir antialerjen olan di-sodyum kromoglisatinkine benzer olduğunu bildirmiştir.

Son zamanlarda, gluko-düzenleyici özellikler de, kahve çekirdeği zarına atfedilmiştir. KÇZ'nin antidiyabetik etkisi, başlangıçta  $\alpha$ -glukosidaz ve lipazın enzimatik aktivitesini

önleme kapasitesi ile ilişkilendirilmiştir (del Castillo ve ark. 2016). Ancak daha sonra, KÇZ'nin, glikasyon son ürünlerinin oluşumunu da engelleyebildiği ve engelleme kapasitesinin de, bileşimindeki klorojenik asit ve diğer biyoaktif bileşenlere bağlı olduğu, tespit edilmiştir (Mesias ve ark. 2014). Fernandez-Gomez ve ark. (2015) da klorojenik asidin, anti-glikooksidatif etki mekanizmasına sahip olduğunu bildirmiştir. Martinez-Saez ve ark. (2014), *Robusta* ve *Arabica* türü kahve çekirdeklerinden elde edilen zar ekstraktlarından ürettikleri içeceklerin, hem vücut ağırlığının kontrolünde, hem de obezite ve diyabetin önlenmesinde, potansiyel olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmalar, kahve çekirdeği zarının, doğal bazı biyoaktif bileşenlerin kaynağı olduğunu ortaya koymuştur (del Castillo ve ark. 2019). Bu nedenle KÇZ, biyoaktif bileşimi nedeniyle, gıdalarda kullanılabilir, düşük maliyetli ve yenilikçi bir fonksiyonel bileşen olarak kabul edilmektedir (Bresciani ve ark. 2014).

### **2.7.2. Kahve çekirdeği zarının gıda formülasyonlarında kullanılması**

Pourfarzad ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, kahve çekirdeği zarı kullanılarak diyet lif içeriği yüksek, kaliteli, sağlıklı ve tüketici tarafından tercih edilebilecek özelliklere sahip ekmeğin üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla alkali hidrojen peroksitle muamele edilen kahve çekirdeği zarı, un ile %5 ikame edilerek ekmeğin üretimi yapılmıştır. Ekmeklerin fiziksel özelliklerinin, kahve çekirdeği zarı eklenmeyen kontrol örneğine benzer nitelikte olduğu tespit edilmiştir. Kontrol ekmeğinin çözünür, çözünemeyen ve toplam diyet lif içerikleri, sırasıyla, 0,11, 0,36 ve 0,47 g/100g bulunurken, kahve çekirdeği zarı ilaveli ekmeklerin ise 0,61, 2,34, 2,95 g/100g bulunmuştur.

Martinez-Saez ve ark. (2014), kahve çekirdeği zarı kullanılarak, antioksidan içeriği yüksek, vücutta yağ birikimini önleyerek anti-obezite özelliği gösteren, aynı zamanda duyuşal açıdan tüketici beğenisine sahip olan ve besin değeri yüksek bir içecek üretiminin, mümkün olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Garcia-Serna ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, sağlıklı bisküvi üretimi için şeker ikamesi olarak stevia, diyet lif içeriğini artırmak için ise kahve çekirdeği zarı (%1,33 ve %3,33) kullanılmıştır. Kahve çekirdeği zarının, bisküvi rengi üzerine olumlu etkisi olduğu, daha sağlıklı ve daha iyi kalitede bisküvi elde edildiği bildirilmiştir. Kahve çekirdeği zarının, doğal renklendirici ve yüksek diyet lif içeriği sayesinde fonksiyonel bir katkı özelliği, vurgulanmıştır.

Ribeiro ve ark. (2014), altın kahve (yeşil kahvenin en az işlenmiş hali), kahve çekirdeği zarı ve kakao ilaveli yeni bir kahveli içecek üzerine çalışmalar yapmışlardır. %1 altın kahve, %2 kahve çekirdeği zarı, %3 kakao ve %94 kavrulmuş kahve karışımı oranlarını belirlemişlerdir. Bu içeceğin antioksidan özellikleri incelendiğinde, klorojenik asit, trigonellin, teobromin ve kafein içeriği ve biyoaktif bileşenlerce zengin olduğu tespit edilmiş ve duyusal olarak tüketici talebinin karşılayan sağlıklı bir içecek üretimi gerçekleştirilmiştir.

Ateş ve Elmacı (2018) tarafından, işlem görmeyen ve su ile işlem gören kahve çekirdeği zarı, %20, 25 ve 30 oranlarında, kek üretiminde kullanılmıştır. Kahve çekirdeği zarının, un ikamesi olarak kullanımında, kekin spesifik hacminin ve pişme kaybının azaldığı saptanmıştır. Yağ ikamesi olarak kullanıldığında ise bu özelliklerin değişmediği belirlenmiştir. Su ile işlem gören kahve çekirdeği zarının kullanımıyla, kekin nem miktarında artış olduğu bulunmuştur. Kahve çekirdeği zarı eklenen örneklerin renklerinin, kontrol örneğine göre, daha koyu, kırmızımsı ve daha az sarımsı olduğu gözlenmiştir. Tüm özellikler göz önüne alındığında, %30 oranında işlem görmüş kahve çekirdeği zarı katkısının, kek formülasyonlarında kullanılabileceği belirtilmiştir.

Bertolino ve ark. (2019) tarafından yapılan bir çalışmaya göre ise iki kahve türünden (*Arabica* ve *Robusta*) elde edilen kahve çekirdeği zarı, % 2, 4 ve 6 oranlarında, yoğurt bileşimine ilave edilmiş, diyet lif, fenolik bileşen, klorojenik asit ve kafein gibi biyoaktif madde içerikleri incelenmiştir. Bu çalışma, kahve çekirdeği zarının yoğurt içerisinde; diyet lif, fenolik madde, klorojenik asit ve kafein gibi biyoaktif bileşenlerle takviye edilmesinde, kullanılabileceğini göstermiştir.

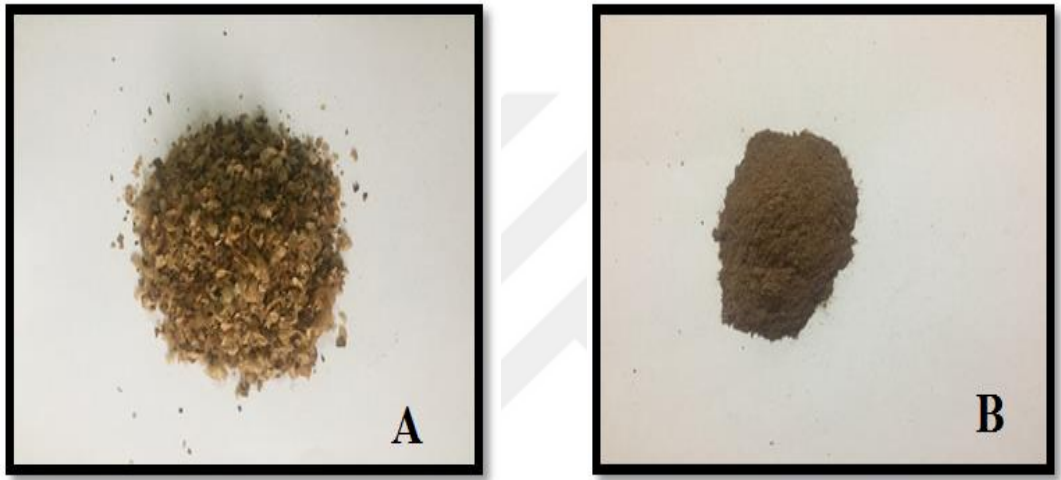
Bu tez çalışması kapsamında, yağ ikamesi olarak kahve çekirdeği zarı kullanılarak, yağı azaltılmış ve fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş yeni alternatif bir bisküvi çeşidinin geliştirilecek olması, önemli bir bilimsel ve teknolojik kazanım olacaktır. Günümüzde gittikçe artan kahve üretimi sırasında oluşan kahve çekirdeği zarı atığı, kirletici özellik taşıdığından, doğaya geri döndüklerinde kirlilik tehlikesi oluşturmaktadır. Ancak, kahve sanayii atıkları ile ilgili yapılan çalışmaların çoğu, kahve küspesi ile ilgilidir. Buna karşın, yüksek miktarlarda oluşan kahve çekirdeği zarı atığının değerlendirilmesi üzerine yapılmış çalışma sayısı ise çok azdır.

Tüm bu nedenlerle planlanan bu tez çalışması; kahve çekirdeği zarı atığının, yeni bir alternatif üründe değerlendirilebilmesi sayesinde, hem atık maddeye katma değer kazandırılarak ekonomik kazanım sağlanmasına, hem de doğada oluşturacağı kirliliğin önüne geçilebilmesi sayesinde, çevre kirliliğinin azaltılmasına olanak sağlaması açısından, çok önemli bir potansiyele sahiptir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada Bandırma Toru Un Limited Şirketi'nden temin edilen bisküvilik un kullanılmıştır. Bisküvi formülasyonunda yer alan diğer bileşenler (pudra şekeri, esmer şeker, yağsız süt tozu, tuz, sodyum bikarbonat, amonyum bikarbonat, şortening ve mısır şurubu) piyasadan satın alınmıştır. *Arabica* türü kahve çekirdeği zarı, piyasadaki bir kahve üreticisi firmadan temin edilerek kahve öğütücüde (Sinbo Scm-2934) öğütülüp 60 mesh gözenek çaplı elekten geçirilmiştir (Şekil 3.1).



**Şekil 3.1.** Kahve çekirdeği zarı  
A)Kahve Çekirdeği Zarı B) Kahve Çekirdeği Zarı Tozu

#### 3.1. Buğday Unu Analizleri

##### 3.1.1. Nem miktarı tayini

Buğday unu örneğinde nem miktarı, AACCI Metot No: 44-15.02'ye göre belirlenmiştir (AACCI 1999).

##### 3.1.2. Kül miktarı tayini

Buğday unu örneğinde kül miktarı, AACCI Metot No: 08-01.01'e göre belirlenmiştir (AACCI 1999).

### **3.1.3. Protein miktarı tayini**

Buğday unu örneğinde protein miktarı tayininde AACCI Metot No: 46-12.01 kullanılmıştır (AACCI 1999).

### **3.1.4. Yaş gluten miktarı tayini**

Buğday unu örneğinde yaş gluten miktarı, AACCI Metot No: 38-12.02'ye göre belirlenmiştir (AACCI 1999).

### **3.1.5. Zeleny sedimentasyon değeri tayini**

Buğday unu örneğinde Zeleny sedimentasyon değeri, AACCI Metot No: 56-60.01'e göre belirlenmiştir (AACCI 1999).

### **3.1.6. Toplam diyet lif miktarı tayini**

Toplam diyet lif (TDL) miktarı, Megazyme Toplam Diyet Lif Analiz Prosedürü'ne göre, alfa amilaz, amiloglikozidaz ve proteaz enzim kitleri kullanılarak, AACCI Metot No: 32-45.01'e göre tespit edilmiştir (AACCI 1999).

## **3.2. Kahve Çekirdeği Zarı Analizleri**

### **3.2.1. Nem miktarı tayini**

Nem miktarı, AOAC Metot No: 968.11'e göre belirlenmiştir (AOAC 1990).

### **3.2.2. Kül miktarı tayini**

Kül miktarı, AOAC Metot No: 923.03'e göre belirlenmiştir (AOAC 1990).

### **3.2.3. Protein miktarı tayini**

Protein miktarı, AOAC Metot No: 920.152'e göre belirlenmiştir (AOAC 1990).

### 3.2.4. Yağ miktarı tayini

Yağ miktarı, AOAC Metot No: 920.39'a göre belirlenmiştir (AOAC 1990).

### 3.2.5. Toplam diyet lif miktarı tayini

Toplam diyet lif miktarı, Megazyme Toplam Diyet Lif Analiz Prosedürü'ne göre, alfa amilaz, amiloglikozidaz ve proteaz enzim kitleri kullanılarak, AOAC International Metot No: 2009.01'e göre tespit edilmiştir (AOAC International 2007).

### 3.2.6. Fenolik madde ekstraksiyonu

Ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir fenoliklerin ekstraksiyonu, Vitali ve ark. (2009) tarafından belirlenen metodun modifikasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Her bir örnekteki herbir ekstraksiyon, üç paralel olarak yapılmıştır. Ekstrakte edilebilir fenoliklerin ekstraksiyonu için 2,0 g kuru örnek tartılarak üzerine 20 mL, HCl<sub>kons</sub>/metanol/su karışımı (1:80:10) eklenerek orbital çalkalayıcı (JB50-D; Shanghai Shengke Instruments, Shanghai, China) kullanılarak 250 rpm hızla 20°C'de 2 saat çalkalanmıştır. Ardından Sigma 3K 30 model santifüj ile 4°C'de, 3500 g'de 10 dk santrifüjlenmiştir. Süreç sonunda süpernatantlar (ekstrakte edilebilir, çözünür, serbest fenolikler), analize kadar -20°C'de depolanmıştır.

Hidrolize edilebilir fenoliklerin ekstraksiyonuna, ekstrakte edilen fenoliklerin ekstraksiyon işlemi arda kalan kalıntı ile devam edilmiştir. Bu kalıntıya 20 mL, metanol/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub><sub>kons</sub> karışımı (10:1) eklenmiş ve 85°C'deki su banyosunda 20 saat tutulmuştur.

Ardından oda sıcaklığına soğutulularak Sigma 3K 30 model santifüj ile 4°C'de, 3500g'de 10 dk santrifüj işlemi uygulanmıştır. Ayrılan süpernatantlar (hidrolize edilebilir, çözünmez, bağlı fenolikler), analize kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir. Biyoalınabilir fenolikler ise *in vitro* enzimatik sindirim sistemi metodu ile ekstrakte edilmiştir (Bouayed ve ark. 2011).

Kullanılan çözeltiler belirtilen şekilde hazırlanmıştır:

*0,1 mol/L HCl:* 0,83 mL HCl 100 mL ölçü balonuna konular, çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır.

*Pepsin çözeltisi (20 g/L):* 2 g pepsin tartılmış, 100 mL ölçü balonuna konulmuş ve 0,1 mol/L HCl çözeltisi ile çizgisine tamamlanmıştır.

*5 mol/L 100 mL HCl:* 42,6 mL derişik HCl, 100 mL ölçü balonuna alınmış, saf su ile çizgisine tamamlanmıştır.

*100 mL 1 M NaHCO<sub>3</sub>:* 8,4 g NaHCO<sub>3</sub> 100 mL'lik ölçü balonuna tartılarak, saf suyla çizgisine tamamlanmıştır.

*250 mL 0,1 M NaHCO<sub>3</sub>:* 2,1 g NaHCO<sub>3</sub> tartılarak ölçü balonuna alınmış ve saf suyla çizgisine tamamlanmıştır.

*Bile/pankreatin solüsyonu:* 0,5 g pankreatin ve 3 g bile tuzu tartılarak, 250 mL ölçü balonuna alınmış ve 0,1 M NaHCO<sub>3</sub> çözeltisiyle çizgisine tamamlanmıştır.

*NaCl/KCl Karışımı(1:1):* 0,7 g NaCl ve 0,04 g KCl tartılmış ve ayrı ayrı, saf su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır. Sonra, 1:1 karıştırılarak kullanılmıştır.

### **3.2.7. Toplam fenolik madde miktarı tayini**

Örneklerden elde edilen her bir ekstraktın toplam fenolik madde içeriği, Vitali ve ark. (2009) ve Naczki ve Shahidi (2004) tarafından tanımlanan Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Fenolik madde değerleri gallik asit eşdeğeri (mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) şeklinde verilmiştir. Analiz üç paralel ile gerçekleştirilmiş ve belirtilen çözeltiler kullanılmıştır:

*Lowry A:* 0,1 mol/L NaOH (sodyum hidroksit) içinde %2'lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (sodyum karbonat) çözdürülerek yapılmıştır.

*Lowry B:* %1'lik NaKC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> (potasyum sodyum tartarat) içinde %0,5 CuSO<sub>4</sub> (bakır sülfat) çözdürülerek yapılmıştır.

*Lowry C:* 50:1 (v/v) oranında *Lowry A* ve *Lowry B* karışımından oluşturulmuştur.

*Reaktif:* 1:3 oranında saf su ile seyreltilmiş Folin-ciocalteu çözeltilisinden oluşmaktadır.

*Standart:* Gallik asit (5-50 mg/L) içermektedir.

Çözeltilerin hazırlanma işleminin ardından ilk olarak birkaç renk denemesi yapılarak analiz sırasında ne kadar örnek ihtiyacı olduğu belirlenmiştir. Deney tüplerine koyulan x mL örnek üzerine (2-x) mL saf su ve 2,5 mL *Lowry C* eklenip karıştırılmasının ardından 10 dk süre ile oda sıcaklığında tutulmuştur. Ardından 1:3 oranında saf su ile seyreltilmiş Folin-ciocalteu reaktifinden 0,25 mL eklenerek karıştırılıp oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dk bekletilmiştir. Deney tüplerinde oluşan mavi rengin derecesine göre, spektrofotometrede okutulacak örnek miktarı belirlenmiştir. Karar verilen örnek miktarıyla, aynı işlemler örnekler için tekrarlanmıştır. Ayrıca, kalibrasyon grafiği için 5-50 mg/L konsantrasyon aralığında, gallik asit çözeltileri hazırlanmış ve her bir konsantrasyon için okunan değerlerden, kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Okunan değerler, en küçük kareler yöntemi kullanılarak, doğru denklemi olarak bulunmuştur. Örneklerin ve standart çözeltilerin absorbans değerleri spektrofotometrede (Optizen marka 3220 UV-Mecasys model) 750 nm dalga boyunda okunmuştur. Ekstraktlar için fenolik madde miktarları, bu kalibrasyon eğrisinin regresyon eşitliğinden, mg GAE 100 g<sup>-1</sup> örnek olarak hesaplanmıştır. Toplam fenolik madde miktarları ise ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir fenolik madde miktarlarının, toplamıyla elde edilmiştir.

### **3.2.8. Antioksidan kapasite tayini**

Ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir fenolik ekstraktlarının antioksidan kapasite analizi için ABTS (2,2'-azino-bis analizi) ve CUPRAC (bakır iyonu indirgeme antioksidan kapasite analizi) (Apak ve ark. 2008) yöntemleri kullanılmıştır.

ABTS yönteminde, Apak ve ark. (2004) tarafından belirtilen metot kullanılmış ve madde 3.2.6'da belirtildiği şekilde elde edilen *ekstrakte edilebilir (çözünür, serbest)* ve *hidrolize edilebilir (çözünmez, bağlı)* fenol ekstraktları kullanılmıştır.

Bu yöntemde kullanılan ABTS [2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)] çözeltisinin hazırlanışı aşağıda verilmiştir:

*7 mM ABTS çözeltisi:* 0,1920 g ABTS tartılmış, suda çözülmüş, 0,0331 g K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> ilave edilerek karıştırılmış ve damıtık su ile 50 mL'ye tamamlanarak, karanlık ortamda 12-16 saat bekletilmiştir.

*ABTS çözeltisi:* 7 mM ABTS ve 2,45 mM K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> (potasyum persülfat) karıştırılmış ve karanlıkta 12-16 saat bekletilmiştir. Elde edilen ABTS çözeltisi, %96'lık ethanolle 1:10 oranında seyreltilerek, analize hazır hale getirilmiştir.

Analizde, tanık örnek için 4 mL etanol ve 1 mL ABTS karıştırılarak 6 dk sonunda, Optizen 3220 UV-Mecasys marka spektrofotometrede, 734 nm dalga boyunda, absorbans değeri okunmuştur (*A<sub>kör</sub>*).

Her bir ekstraktan X mL alınmış, üzerine (4-X) mL etanol ve 1 mL ABTS çözeltisi eklenerek karıştırılıp, 6 dk sonunda 734 nm dalga boyunda, absorbans değeri okunmuştur (*A<sub>örnek</sub>*).

Ardından hem ekstraktlar hem de fenolik bileşikler için % inhibisyon değerleri hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{A_{\text{kör}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kör}}} \times 100 \quad (3.1)$$

Kalibrasyon grafiği 0,00625-0,05000 mg aralığında troloks çözeltileri ile çizilmiştir. Ekstraktların antioksidan kapasite değerleri, kalibrasyon grafiğinden yararlanılarak, µmol troloks g<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

CUPRAC yöntemi ile antioksidan kapasite tayini Apak ve ark. (2008) tarafından geliştirilen yönteme göre gerçekleştirilmiştir.

Çözeltiler şu şekilde hazırlanmıştır:

$1.0 \times 10^{-2}$  M Bakır (II) klorür çözeltisi: 0,4262 g bakır (II) klorür ( $\text{CuCl}_2$ ), tartılıp saf suda çözülerek 100 mL'ye tamamlanmıştır.

$7,5 \times 10^{-3}$  M Neokuproin çözeltisi: 0,0390 g neokuproin ( $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{N}_2$ ) tartıldıktan sonra %96'lık etanolde çözülerek, 25 mL'lik ölçü balonunda etanol ile çizgiye tamamlanmıştır.

1 M Amonyum asetat tampon çözeltisi: 19,27 g amonyum asetat ( $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{CO}_2$ ) saf suda çözülerek 250 mL'ye saf su ile tamamlanmıştır.

Analizde kullanılacak kalibrasyon grafiği için 0,00126-0,125 mg aralığında standart troloks çözeltileri hazırlanmıştır. Bunun için trolox çözeltisinden 5, 10, 25, 50, 100,150, 300 ve 500  $\mu\text{L}$  olacak şekilde alınarak, üzerlerine toplam hacim 1 mL olacak şekilde saf su ilave edilmesinin ardından, 1'er mL  $\text{CuCl}_2$ , neokuproin ve amonyum asetat çözeltileri eklenip, karıştırılmıştır. Standart troloks çözeltisi, kör örnek için de hazırlanmıştır. Bunun için 1 mL saf su üzerine yine 1'er mL  $\text{CuCl}_2$ , neokuproin ve amonyum asetat çözeltileri ilave edilmiştir. Ardından deney tüpleri oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dk bekletilmiştir.

Hem standart troloks çözeltisinin, hem de kör örneğin spektrofotometrede (Optizen marka 3220 UV-Mecasys model) 450 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Standart troloks çözeltisinin absorbans değeri, kör örneğin absorbans değerlerinden çıkartılmıştır. Daha sonra, bulunan değer ile standart troloks çözeltisinin 5-500  $\mu\text{L}$  aralığındaki konsantrasyon değerlerine karşılık gelen mg (0,00126-0,125 mg aralığında troloks çözeltisi) değerler kullanılarak, kalibrasyon grafiği çizilmiştir. Grafikten hareketle en küçük kareler yöntemi ile doğru denklemi hesaplanmıştır.

Standart troloks çözeltisinin farklı konsantrasyonlarının absorbands aralıkları ve oluşan yeşil renk tonlarına göre, analizde kullanılması gereken örnek miktarına ( $X$  mL) karar verilmiştir.

Daha sonra  $X$  mL örnek üzerine  $(4-X)$  mL saf su ve 1'er mL  $\text{CuCl}_2$ , neokuproin ve amonyum asetat çözeltileri eklenmiştir. Ardından deney tüpleri oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dk bekletilmiştir.

Spektrofotometrede (Optizen marka 3220 UV-Mecasys model) 450 nm dalga boyunda absorbands değerleri okunmuştur. Örnekler için antioksidan kapasite değerleri, hesaplanan kalibrasyon denklemi kullanılarak,  $\mu\text{mol}$  troloks/g örnek olarak bulunmuştur.

### 3.2.9. Biyoalnabilirlik

Biyoalnabilir fenoliklerin *in vitro* koşullardaki ekstraksiyonları Glahn ve ark. (1998) tarafından belirtilen yöntemle göre gerçekleştirilmiştir.

**Mide ortamı:** 0,1 mol/L Hidroklorik Asit Çözeltisi: 0,83 mL hidroklorik asit HCl 100 mL'lik ölçü balonunda damıtık su ile çizgisine tamamlanmıştır.

0,5 mL Pepsin Çözeltisi: 2 g pepsin 100 mL'lik ölçü balonunda, 0,1 mol/L HCl çözeltisi ile çizgisine tamamlanmıştır.

5 mol/L Hidroklorik Asit Çözeltisi: 42,6 mL HCl 100 mL'lik ölçü balonunda damıtık su ile çizgisine tamamlanmıştır.

**Bağırsak ortamı:** 1 M Sodyum Bikarbonat çözeltisi: 8,4 g sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ), 100 mL'lik ölçü balonunda damıtık su ile çizgisine tamamlanmıştır.

0,1 M Sodyum Bikarbonat Çözeltisi: 0,84 g sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ), 100 mL'lik ölçü balonunda damıtık su ile çizgisine tamamlanmıştır.



2,5 mL *Safra Tuzu/Pankreatin Solüsyonu*: 0,2 g pankreatin ve 1,2 g safra tuzu, 100 mL'lik ölçü balonunda 0,1 M sodyum bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) çözeltisi ile çizgisine tamamlanmıştır.

2,5 mL *Sodyum Klorür/Potasyum Klorür Çözeltisi*: 0,7 g sodyum klorür (NaCl) ve 0,04 g potasyum klorür (KCl), ayrı ayrı 100'er mL'lik ölçü balonlarına konulmuş ve damıtık su ile çizgilerine tamamlanmıştır.

*Ekstraksiyon*: Mide ortamı oluşturmak amacıyla, 2 g örnek, 10 mL saf su ve 0,5 mL pepsin (20 g/L, 0,1 mol/L HCL) ile karıştırılmış ve çalkalamalı su banyosunda 37°C'de 1 saat tutulmuştur.

Daha sonra örnekler su banyosundan alınmış ve mide sindirimini sonlandırılması için üzerlerine 1M NaHCO<sub>3</sub> eklenerek pH 7.2'ye ayarlanmıştır.

Ardından sindirimin ikinci aşaması olarak, bağırsak ortamı oluşturmak üzere üstlerine 2,5 mL safra tuzu/pankreatin solüsyonu ve 2,5 mL NaCl/KCl eklenmiş ve 37°C'de 2,5 saat tutulmuştur. Süre sonunda örnekler, 3500 g'de 10 dakika santrifüjlenmiştir.

Daha sonra da üstte kalan berrak kısım alınarak, proteinlerin uzaklaştırılması amacıyla, 1:3 oranında trikloroasetik asit (%20 w/w) ilave edilmiş ve üstteki berrak kısım (*biyoalınabilir fenolik madde ekstraktı*) ayrılarak analiz aşamasına kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Biyoalınabilir fenolik madde miktarı tayini, Vitali ve ark. (2009) ve Naczki ve Shahidi (2004) tarafından tanımlanan Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemi ile yapılmış ve sonuçlar, galik asit eşdeğeri (mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) olarak verilmiştir. Analiz üç paralel ile gerçekleştirilmiştir.

Fenolik biyoalınabilirlik ise aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Anson ve ark. 2009):

$$\text{Fenolik Biyoalınabilirlik (\%)} = \frac{\text{Biyoalınabilir Fenolik Madde Miktarı}}{\text{Toplam Fenolik Madde Miktarı}} \times 100 \quad (3.2)$$

Biyoalınabilir fenolik madde ekstraktlarının antioksidan kapasite analizleri de yine ABTS ve CUPRAC (Apak ve ark. 2008) yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir.

Analizler üç paralel çalışılmış ve sonuçlar  $\mu\text{mol}$  troloks  $\text{g}^{-1}$  olarak verilmiştir. Antioksidatif biyoalınabilirlik aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Anson ve ark. 2009):

$$\text{Antioksidatif Biyoalınabilirlik (\%)} = \frac{\text{Biyoalınabilir Antioksidan Kapasite}}{\text{Antioksidan Kapasite}} \times 100 \quad (3.3)$$

### 3.3. Bisküvi Üretimi

Bisküvi üretiminde AACCI Metot No:10.54 uygulanmıştır (AACCI 1995). Kahve çekirdeği zarı tozu, formülasyonda, şortening ile yer değiştirme esasına göre, ağırlıkça %10 (KÇZ-10), %20 (KÇZ-20) ve %30 (KÇZ-30) oranlarında kullanılmıştır. Kontrol örneği ise kahve çekirdeği zarı tozu ilave edilmeksizin, %100 şortening kullanılarak üretilmiştir (Çizelge 3.1).

Laboratuvar şartlarında gerçekleştirilen bisküvi üretimi için buğday unu ve amonyum bikarbonat dışındaki diğer kuru bileşenler, bir kapta homojen bir şekilde karıştırılmıştır.

Hazırlanan bu kuru karışım ile şortening, mikser haznesine aktarılıp, her 1 dakikada bir sıyırma işlemi yapılarak, toplamda 3 dk karıştırılmış ve krema elde edilmiştir.

Bir başka kapta YFMS ve amonyum bikarbonat ile hazırlanan sıvı karışım, kremaya eklenmiş ve her 15 saniyede bir sıyırma işlemi yapılarak toplam 1 dk karıştırılmıştır.

Bu karışıma daha sonra, un (buğday unu ve kahve çekirdeği zarı karışımı) ilave edilip, her 10 saniyede bir sıyırma işlemi yapılarak toplam 30 saniye karıştırma işlemi sonucunda, bisküvi hamuru elde edilmiştir.

Hamur, mikserin haznesinden alındıktan sonra, 4 eşit parçaya bölünerek elle yuvarlak şekil verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Bisküvi formülasyonları

Bileşenler (g) *	Örnek Kodları			
	Kontrol	KÇZ-10	KÇZ-20	KÇZ-30
Buğday Unu **	100	100	100	100
Şortening	40	36	32	28
Kahve Çekirdeği Zarı Tozu	0	4	8	12
Sakkaroz	32	32	32	32
Esmer şeker	10	10	10	10
Yüksek fruktozlu mısır şurubu (YFMS)	1,5	1,5	1,5	1,5
Yağsız süttozu	1,0	1,0	1,0	1,0
Tuz	1,25	1,25	1,25	1,25
Sodyum bikarbonat	1,0	1,0	1,0	1,0
Amonyum bikarbonat	0,5	0,5	0,5	0,5
Deiyonize su	19	21	24	28

\*Bileşenler  $21 \pm 1$  °C sıcaklığa sahiptir.

\*\*%14 rutubet esasına göre tartılmıştır.

Daha sonra oklava ile üzerinden 1 kez ileri ve 1 kez geri geçilerek hamur açılmış ve kalıpla şekil verilmiştir.

$170 \pm 2$ °C' deki fırında 11 dk pişirilmiş, fırından çıkarıldıktan sonra 5 dk tepside dinlendirilmiştir.

Dinlendirilen bisküviler, tepside alınmış ve oda sıcaklığına ulaştıktan sonra (~30 dakika) gerekli ölçümler yapılmıştır (Şekil 3.2).



**Şekil 3.2.** Bisküvi üretim aşamaları

A) Bileşenlerin karıştırılması B) Hamurun yoğurulması C) Bölme ve yuvarlama  
D) Oklava ile hamurun açılması E) Kalıpla şekil verme F) Pişirme

### 3.4. Bisküvilerin Kimyasal Analizleri

#### 3.4.1. Nem miktarı tayini

Bisküvilerin nem miktarı, AACCI Metot No: 44.01'e göre belirlenmiştir (AACCI 1990).

#### 3.4.2. Kül miktarı tayini

Örneklerin kül miktarı, AACCI Metot No: 08.01'e göre belirlenmiştir (AACCI 1990).

### **3.4.3. Protein miktarı tayini**

Bisküvilerin protein miktarı tayininde AACCI Metot No: 46.12 kullanılmıştır (AACCI 1990).

### **3.4.4. Ham yağ miktarı tayini**

Bisküvilerin yağ miktarı, Soxhelet sistemi kullanılarak AOAC Metot No:948.22'e göre belirlenmiştir (AOAC 1990).

### **3.4.5. Toplam diyet lif tayini**

TDL miktarı, Megazyme Toplam Diyet Lif Analiz Prosedürü'ne göre, alfa amilaz, amiloglikozidaz ve proteaz enzim kitleri kullanılarak, AACCI Metot No: 32-05'e göre tespit edilmiştir (AACCI 1999).

### **3.4.6. Fenolik madde ekstraksiyonu**

Madde 3.2.6'da belirtildiği şekilde yapılmıştır.

### **3.4.7. Toplam fenolik madde miktarı tayini**

Bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarı tayini Madde 3.2.7'deki gibi gerçekleştirilmiştir.

### **3.4.8. Antioksidan kapasite tayini**

Bisküvilerin antioksidan kapasiteleri, Madde 3.2.8'de verildiği şekliyle tespit edilmiştir.

### **3.4.9. Biyoalınabilirlik**

Örneklerin biyoalınabilirlikleri Madde 3.2.9'daki gibi gerçekleştirilmiştir.

### 3.5. Fiziksel Analizler

Üretilen bisküvilerde çap ve kalınlık, AACCI Metot No.10.54'e göre standart ekipman (kumpas) kullanılarak belirlenmiştir. Bisküvilerin yayılma oranı ise çap/kalınlık oranı şeklinde hesaplanmıştır (AACCI 1995).

### 3.6. Renk Analizi

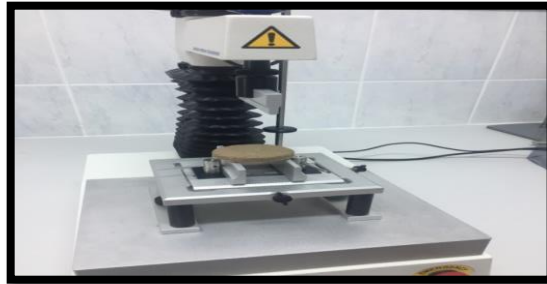
Bisküvilerin renkleri Minolta CM 3600d model renk ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 3.3). CIE Renk Değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ )'nden oluşan üçlü skalada  $L^*=100$  beyaz,  $L^*=0$  siyah; yüksek pozitif  $a^*$  kırmızı, yüksek negatif  $a^*$  yeşil; yüksek pozitif  $b^*$  sarı ve yüksek negatif  $b^*$  mavi olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.3. Bisküvide renk analizi

### 3.7. Tekstür Analizi

Bisküvilerin sertlik değerleri tekstür analiz cihazı (TA.XTPlus Texture Analyser) ile belirlenmiştir. Bu amaçla 3 noktalı bükme probu kullanılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Bisküvide tekstür analizi

### 3.8. Duyusal Analizler

Bisküvilerin duyusal analizi 20 panelist tarafından yapılmıştır. Bisküviler, rastgele numaralandırılmış ve değerlendirme, aydınlık oda koşullarında gerçekleştirilmiştir. Bisküviler; renk, gevreklik, dişe yapışma, tat, koku, ağızda dağılma ve genel kabul edilebilirlik açısından, dokuzlu hedonik skalaya (*1:Berbat; 2:Çok Kötü; 3:Kötü; 4:Fena Değil/Yeterli Değil; 5:Ne Beğendim Ne Beğenmedim; 6:Kabul Edilebilir; 7:İyi; 8:Çok iyi; 9:Mükemmel*) göre değerlendirilmiştir.

### 3.9. İstatistikî Analiz

Analizler sonucu elde edilen veriler istatistiksel olarak JMP IN 7.0.0 (Statistical Discovery from SAS 2005. Institute Inc.) programı ile varyans analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi ortalamalarda önemli fark gösterdiğinde en küçük önemli fark testi (LSD) karşılaştırma amacıyla ortalamalar arasındaki istatistiksel farkı ( $p \leq 0,05$ ) belirlemek için kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Buğday Unu ve Kahve Çekirdeği Zarı Bileşimleri

Bisküvi üretiminde kullanılan buğday unu (BU) ve kahve çekirdeği zarının (KÇZ) kimyasal bileşimleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Bisküvilik buğday unu, Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği’ne (Tebliğ No: 2013/9) göre, “Özel Amaçlı Buğday Unu” sınıfına girmektedir. Bu tebliğe göre özel amaçlı buğday ununda nem en çok %14,5 ve protein (kuru maddede) en az %7 olmalıdır (Anonim 2013). Çalışmamızda kullanılan buğday ununun nem miktarı %14,4, kül miktarı %0,61, protein miktarı %11,4, yağ miktarı %0,99, TDL miktarı %3,54, yağ gluten miktarı %26,5 ve zeleny sedimentasyon değeri ise 22 mL bulunmuştur. Bisküvi üretiminde kullanılan unların üretiminde, yumuşak tane yapısında, protein miktarı düşük, zayıf gluten yapısına sahip buğdayların kullanılması gerekmektedir. Genel olarak bisküvilik unların, gluten miktarı düşük ve uzama kabiliyeti yüksektir (Hoseney 1998, Özkaya ve Özkaya 2005).

Doğan ve Uğur (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı 10 buğday çeşidinden elde edilen unların bisküvilik kaliteleri incelenmiştir. Araştırmanın sonucuna göre protein miktarı %8,2-9,9, kül miktarı %0,81-0,93, sedimentasyon değeri ise 23,5-40 mL olarak saptanmıştır. Araştırmada ayrıca unda bulunan protein miktarı ve kalitesinin artmasıyla, bisküvilerde yayılmanın ve yüzey çatlaklarının oluşumunun sınırlandırıldığı tespit edilmiştir.

Kahve çekirdeği zarının nem içeriği %8,9, kül miktarı %9,24, protein miktarı %16,9, yağ miktarı %2,47 ve TDL içeriği ise %50,26 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1). Borrelli ve ark. (2004) tarafından, KÇZ’nin nem içeriği %7,30, kül miktarı %7, protein oranı %18,6, yağ miktarı %2,2 ve TDL miktarı ise %62,4 bulunmuştur. Costa ve ark. (2018) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise KÇZ’nin nem içeriğinin %4,76, kül miktarının %8,34, protein oranının %18,8, yağ miktarının %2,42 ve TDL oranının ise %56,4 olduğu bildirilmiştir. Sonuçlardaki bu farklılıkların, kahve bitkisinin yetiştirme koşulları ve kahve varyetelerinin farklılıklarından, kaynaklandığı düşünülmektedir.



**Çizelge 4.1.** Buğday unu ve kahve çekirdeği zarının kimyasal bileşimleri\*

<b>Örnek Kodu</b>	<b>Nem (g/100g)</b>	<b>Kül (g/100g)</b>	<b>Protein (g/100g)</b>	<b>Yağ (g/100g)</b>	<b>TDL (g/100g)</b>	<b>Yaş Gluten (g/100g)</b>	<b>Sedimentasyon Değeri(mL)</b>
<b>BU</b>	14,4±0,01 <sup>a</sup>	0,61±0,04 <sup>b</sup>	11,4±0,12 <sup>b</sup>	0,99±0,09 <sup>b</sup>	3,54±0,18 <sup>b</sup>	26,5±0,04	22±0,64
<b>KÇZ</b>	8,9±0,10 <sup>b</sup>	9,24±0,15 <sup>a</sup>	16,9±1,49 <sup>a</sup>	2,47±0,18 <sup>a</sup>	50,26±0,56 <sup>a</sup>	-	-

\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0,05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

KÇZ'nin kül, protein ve TDL miktarı, buğday ununa göre belirgin şekilde yüksektir (Çizelge 4.1). Kül değerinin yüksek olması, önemli düzeydeki mineral madde içerdiğini göstermektedir (Borelli ve ark. 2004). KÇZ'nin mineral madde içeriğinin yüksek olması, insan vücudundaki hormonal ve enzimatik olarak gerçekleşen aktiviteleri, büyüme ve elektrot dengesini sağlayan sistemleri düzenlemesi, açısından önemlidir (Ateş ve Elmacı 2017). Kahve çekirdeği zarının önemli miktarda protein içerdiği, yağ miktarının ise düşük olduğu bildirilmiştir (Borelli ve ark. 2004).

Çalışmamızda KÇZ'nin bileşimindeki TDL miktarı (%50,26), buğday ununun TDL miktarına (%3,54) göre, yaklaşık 14 kat fazla bulunmuştur (Çizelge 4.1). TDL'nin insan sağlığı açısından olumlu etkilere sahip olduğu, bağırsaklardaki sindirimi kolaylaştırdığı ve antiobizete etki gösterdiği bildirilmiştir (Borges ve ark. 2008).

Pourfarzad ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, kahve çekirdeği zarının nem, protein, yağ ve kül değerleri, sırasıyla, %7,1, 18,6, 2,2, 7,0 olarak bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada kahve çekirdeği zarının TDL miktarı ise %62,4 olarak tespit edilmiştir.

Bertolino ve ark. (2019) tarafından yapılan, kahve çekirdeği zarı ilaveli yoğurt çalışmasında, *Arabica* ve *Robusta* türlerinin kimyasal özellikleri analiz edilmiştir. *Arabica* ve *Robusta* türü kahve çekirdeği zarı örneklerinde, sırasıyla, nem miktarı 0,69 g/kg ve 0,70 g/kg; protein miktarı 1,98 g/kg ve 2,02 g/kg; yağ miktarı 0,34 g/kg ve 0,25 g/kg; kül miktarı 0,83 g/kg ve 0,76 g/kg; toplam diyet lif içeriği ise 6,85 g/kg ve 6,08 g/kg olarak bulunmuştur. *Arabica* türünün *Robusta* türüne göre daha fazla yağ, kül ve toplam diyet lif içerdiği, nem ve protein miktarının ise daha düşük olduğu rapor edilmiştir.

Ateş ve Elmacı (2018) tarafından yapılan bir çalışmada ise kek üretiminde ikame olarak su ile muamele edilen ve edilmeyen kahve çekirdeği zarı kullanılmış ve kahve çekirdeği zarının bileşimlerinde farklılıklar gözlenmiştir. Su ile muamele edilmeyen örneklerde nem miktarı 5,4 g/100g; protein miktarı 15,4 g/100g; yağ miktarı 4,6 g/100g; kül miktarı 7,6 g/100g; toplam diyet lif içeriği ise 27,4 g/100g olarak

bulunmuştur. Su ile muamele edilenlerde ise nem miktarı 8,3 g/100g; protein miktarı 6,7 g/100g; yağ miktarı 4,6 g/100g; kül miktarı 4,9 g/100g; toplam diyet lif içeriği ise 26,9 g/100g olarak bulunmuştur. Su ile muameleyle birlikte protein, kül ve toplam diyet lif miktarının azaldığı belirlenmiştir.

#### **4.1.1. Kahve çekirdeği zarının toplam fenolik madde içeriği ve biyoalınabilirliği**

Kahve çekirdeği zarı örneğine ait toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Ekstrakte edilebilir fenolik madde miktarı 63,21 mg GAE g<sup>-1</sup>, hidrolize edilebilir fenolik madde miktarı 98,03 mg GAE g<sup>-1</sup> ve toplam fenolik madde miktarı ise 161,24 mg GAE g<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Kahve çekirdeği zarı, iyi bir fenolik madde kaynağı olup, bileşimindeki fenolik maddelerin büyük bir kısmını, klorojenik asitler oluşturmaktadır (Brescani ve ark. 2014). KÇZ'de tanımlanan klorojenik asitler arasında da 5-kafeoilkuinik asit (5-CQA), en bol miktarda bulunmaktadır (Borelli ve ark. 2004, Narita ve Inouye 2012, Bresciani ve ark. 2014 ). Mesias ve ark. (2014), *Robusta* çeşidi kahve çekirdeği zarının sudaki ekstraktında toplam fenolik madde içeriğini 35,40 mg GAE g<sup>-1</sup> bulmuşlardır. Ateş ve Elmacı (2018), *Arabica* çeşidi KÇZ'nin fenolik madde içeriğinin 4 mg GAE g<sup>-1</sup> olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen değer, daha önce yapılmış bu çalışmalarda bulunan değerlerden yüksektir (Çizelge 4.2).

Biyoalınabilirlik, gıda maddelerinin sindirimiyle birlikte alınan bileşiklerin vücutta fizyolojik ve metabolik olarak kullanılan veya depolanan kısmıdır (House 1999). Son zamanlarda, vücuda alınan besin öğelerinin tamamının, biyolojik olarak kullanımının mümkün olmadığı belirlenmiştir. Çünkü, bir bileşenin biyoalınabilirliği, o bileşeni içeren besinin fiziksel özelliğine, kimyasal bileşimine ve bireysel sindirim kapasitesine bağlı olarak değişmektedir (Sandström 2001). Bu nedenle çalışmamızda, KÇZ'nin bileşimindeki fenolik maddelerin biyoalınabilirlikleri de incelenmiştir. Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi, KÇZ'nin biyoalınabilir fenolik madde içeriği 61,88 mg GAE g<sup>-1</sup>, fenolik biyoalınabilirliği ise %38,38 olarak bulunmuştur. KÇZ'nin toplam fenolik bileşenlerinin biyoalınabilirliği üzerine herhangi bir kaynağa ulaşamadığından, tartışma imkanı bulunamamıştır.

**Çizelge 4.2.** Kahve çekirdeği zarının fenolik madde içerikleri ve fenolik bileşenlerin biyoalnabilirliği

Örnek Kodu	Fenolik Bileşenler (mg g <sup>-1</sup> GAE)			Biyoalnabilir Fenolik Madde	Fenolik Biyoalnabilirlik
	Ekstrakte Edilebilir Fenolik Madde	Hidrolize Edilebilir Fenolik Madde	Toplam Fenolik Madde	(mg g <sup>-1</sup> GAE)	(%)
	KÇZ	63,21±0,24	98,03±0,48	161,24±0,33	61,88±0,12

#### 4.1.2. Kahve çekirdeği zarının antioksidan kapasite ve biyoalınabilirlik değerleri

Kahve çekirdeği zarı örneğinin ekstrakte edilebilir fenolik bileşiklerinin ABTS yöntemine göre antioksidan kapasitesi 41,29  $\mu\text{mol}$  troloks  $\text{g}^{-1}$ , hidrolize edilebilir fenolik bileşiklerinki ise 52,53  $\mu\text{mol}$  troloks  $\text{g}^{-1}$  olarak bulunmuştur. KÇZ'nin ABTS yöntemine göre biyoalınabilir antioksidan kapasitesi 41,78  $\mu\text{mol}$  troloks  $\text{g}^{-1}$ , ABTS yöntemine göre antioksidatif biyoalınabilirliği ise %44,53 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Benzer bir çalışmada, *Arabica* ve *Robusta* cinsi kahvelerin zarından su ile yapılan ekstraksiyon sonucu elde edilmiş kahve çekirdeği zarı ekstraktlarında, ABTS yöntemine göre antioksidan kapasite değerleri, sırasıyla, 85,20 ve 225,80  $\mu\text{mol}$  troloks  $\text{g}^{-1}$  olarak bulunmuştur (Mesias ve ark. 2014). Çalışmamızdaki değerlerin, söz konusu değerlerden düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun kahvenin yetiştirme şartları, iklim, kavurma koşulları ve ekstraksiyon yöntemlerindeki farklılardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Kahve çekirdeği zarının troloks eşdeğeri cinsinden ekstrakte edilebilir fenolik bileşiklerinin CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasitesi 107,66  $\mu\text{mol}$  troloks  $\text{g}^{-1}$ , hidrolize edilebilir fenolik bileşiklerinki ise 154,49  $\mu\text{mol}$  troloks  $\text{g}^{-1}$  olarak bulunmuştur. KÇZ'nin CUPRAC yöntemine göre biyoalınabilir antioksidan kapasitesi 55,61  $\mu\text{mol}$  troloks  $\text{g}^{-1}$ , CUPRAC yöntemine göre antioksidatif biyoalınabilirliği ise %21,21 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Mesias ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, *Arabica* ve *Robusta* cinsi kahvelerden elde edilmiş kahve çekirdeği zarı ekstraktlarında FRAP (Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite analizi) yöntemine göre antioksidan kapasite değerleri, sırasıyla; 829,80 ve 640,1  $\mu\text{mol}$  troloks  $\text{g}^{-1}$  bulunmuştur.

Nicoli ve ark. (1997), kahvede kavurma işleminin antioksidan kapasiteye etkisi üzerine çalışmış ve artan sıcaklık ile birlikte antioksidan kapasitenin arttığını rapor etmişlerdir.

**Çizelge 4.3.** Kahve çekirdeği zarının antioksidan kapasiteleri ve biyoalınabilirlikleri

Örnek Kodu	Ekstrakte Edilebilir Fenoliklerin Antioksidan Kapasitesi ( $\mu\text{m trolox g}^{-1}$ )		Hidrolize Edilebilir Fenoliklerin Antioksidan Kapasitesi ( $\mu\text{m trolox g}^{-1}$ )		Biyoalınabilir Antioksidanlar ( $\mu\text{m trolox g}^{-1}$ )		Antioksidan Biyoalınabilirlik (%)	
	ABTS	CUPRAC	ABTS	CUPRAC	ABTS	CUPRAC	ABTS	CUPRAC
	<b>KÇZ</b>	41,29±0,14	107,66±0,10	52,53±0,02	154,49±0,17	41,78±0,23	55,61±0,30	44,53±0,20

Murthy ve Naidu (2012), KÇZ'nin antioksidan kapasite ve fenolik bileşiklerce oldukça zengin olduğunu rapor etmişlerdir.

Bresciani ve ark. (2014), KÇZ'nin bitter çikolata, kekik, biberiye, kırmızıbiber ve karabiberinkine benzeyen antioksidan kapasiteye sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Narita ve Inouye (2014) tarafından yapılan çalışmada da, kahve çekirdeği zarının, yaban mersini, erik, ahududu, elma ve portakal gibi meyvelere göre ve havuç, yeşilbiber, ıspanak gibi sebzelere göre daha fazla antioksidan madde içerdiği belirlenmiştir.

Ateş ve Elmacı (2019), KÇZ'nin, mısır unu, tam buğday ve karabuğdaydan daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Janissen ve Huynh (2018), KÇZ'nin diyet lif içeriği ve antioksidan kapasitesi nedeniyle, gıda endüstrisi için potansiyel bir katma değeri olduğunu bildirmiştir.

KÇZ'nin yüksek antioksidan kapasitesi, kahve çekirdeklerinin önemli bileşenleri olan polifenolik bileşikler ve kavurma sırasında Maillard reaksiyonu ile oluşan melanoidinlerin (Nicoli ve ark. 1997, del Castillo ve ark. 2002, Borelli ve ark. 2002, 2004, Mussatto ve ark. 2011, Esquivel ve Jimenez 2012) bu zar tarafından tutulan kısmı ile açıklanmaktadır. KÇZ'nin yüksek antioksidan kapasitesinin, matristeki antioksidan bileşiklerin, lif-antioksidan kompleksi oluşturacak şekilde karbonhidrat omurgasına kovalent olarak bağlanmasından, kaynaklandığı bildirilmiştir. Tahıllarda, bu lif-antioksidan kompleksi, birçok ferulik asit esterini içerirken (Kroon ve ark. 1997, Hofmann ve Schieberle 2002), KÇZ'de ise yeşil kahve çekirdeğinde yüksek miktarda bulunan klorojenik asit ağırlıklı fenolik bileşikler, kavurma sırasında polisakkarit bileşenler ile reaksiyona girerek, melanoidinleri (koyu renkli bir polimer karışımı) oluşturmaktadır (Hofmann ve Schieberle 2002). Bu nedenle, melanoidinler, antioksidan kapasite gösterebilen fenolik gruplar bakımından zengindir (Borrelli ve ark. 2002). Özetlenecek olursa, genellikle life atfedilen yararlı etkilerin, kısmen de olsa karbonhidrat yapısına bağlı antioksidan bileşiklerden de kaynaklanması mümkündür (Borrelli ve ark. 2004).

## 4.2. Bisküvi Bileşimi ve Kalite Özellikleri

### 4.2.1. Kimyasal bileşim

Yağ ikamesi olarak KÇZ'nin kullanıldığı bisküvi örneklerinin kimyasal bileşimleri Çizelge 4.4'te verilmiştir. Bisküvilerin nem içeriği %5,49-11,92 arasında bulunmuştur. En yüksek nem içeriği (%11,92), yağ oranı % 30 oranında azaltılmış olan KÇZ ikameli örnekte saptanırken, en düşük nem içeriği (%5,49), kontrol örneğinde saptanmıştır. KÇZ oranı arttıkça, bisküvilerin nem içeriğinin kontrole göre önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durumun, KÇZ bileşiminde bulunan yüksek diyet lif içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.4. Bisküvilerin kimyasal bileşimleri\*

Örnek Kodu	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	TDL (%)
Kontrol	5,49±0,02 <sup>d</sup>	1,42±0,04 <sup>c</sup>	4,49±0,13 <sup>d</sup>	20,98±0,69 <sup>a</sup>	1,50±0,12 <sup>d</sup>
KÇZ-10	7,47±0,01 <sup>c</sup>	1,52±0,02 <sup>b</sup>	5,48±0,13 <sup>c</sup>	19,06±0,63 <sup>b</sup>	4,99±0,24 <sup>c</sup>
KÇZ-20	11,06±0,04 <sup>b</sup>	1,59±0,02 <sup>ab</sup>	5,83±0,14 <sup>b</sup>	14,89±0,49 <sup>c</sup>	5,59±0,37 <sup>b</sup>
KÇZ-30	11,92±0,01 <sup>a</sup>	1,66±0,01 <sup>a</sup>	5,97±0,15 <sup>a</sup>	12,16±0,40 <sup>d</sup>	6,50±0,44 <sup>a</sup>

\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0,05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Uysal (2005) tarafından yapılan ve bisküvilerde farklı lif kaynaklarının (elma lifi, limon lifi, buğday lifi ve buğday kepeği) kullanıldığı çalışmada, lif katkılarının bisküvilerin nem oranını etkilediği bildirilmiştir. Elma lifi ilaveli bisküvilerde nem değeri %5,41, limon lifi ile üretilen bisküvilerin nem değeri %7,17, buğday lifi ile üretilen bisküvilerin nem değeri %5,71 ve buğday kepeği ile üretilen bisküvilerin nem değerini ise %3,89 bulunmuştur. Lee ve Inglett (2006) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise yulaf kepeği, yağ ikamesi olarak kullanılmış ve bisküvilerde yulaf kepeği miktarları arttıkça,



nem oranının arttığı tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, söz konusu araştırma sonuçları ile benzerdir.

Karbonhidrat bazlı yağ ikameleri suyla birleşerek jel benzeri bir yapı oluştururlar (Yackel ve Com 1992). Bu yapı, yağı taklit etme özelliğine sahiptir ve bunu gerçekleştirebilmek için de bisküvinin nem içeriğinde bir artış gereklidir (Lee ve Inglett 2006). Karbonhidrat bazlı yağ ikamelerinin kullanılmasıyla, bisküvilerin nem içeriği ve su aktivitesindeki artışlar, literatürde daha önce bildirilmiştir (Yackel ve Com 1992, Sanchez ve ark. 1995, Swanson ve ark. 1999).

Yağ ikameli bisküvilerin kül miktarı %1,52-1,66 arasında bulunmuştur. Yağ ikameli örneklerde KÇZ oranı arttıkça, kül miktarlarının, kontrole (%1,42) göre önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) arttığı görülmüştür. Bunun muhtemel sebebinin, kahve çekirdeği zarrının yüksek organik ve inorganik madde içeriği olduğu düşünülmektedir (Çizelge 4.4).

KÇZ ilaveli bisküvilerin protein miktarı ise %5,48-%5,97 arasında bulunmuştur. Kontrol örneğinde protein miktarı %4,49 bulunurken, KÇZ-30 örneğinde ise %5,97 bulunmuştur. KÇZ ikame oranı arttıkça, protein miktarı, kontrole göre önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) artış göstermiştir. KÇZ'nin protein oranı, buğday ununun protein oranından, yüksek olduğu için KÇZ oranındaki artış, bisküvilerin protein miktarlarında da artışa neden olmuştur (Çizelge 4.4).

Bisküvilerde yağ miktarı ise %12,16-20,98 arasında değişim göstermiştir. KÇZ oranı arttıkça, bisküvilerin yağ miktarlarının, kontrole (%20,98) göre, önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) düştüğü görülmüştür. Yağın ikame edildiği ve şortening ile yer değiştirme esasına göre, %10, 20 ve 30 (ağırlık/ağırlık) oranlarında KÇZ'nin kullanıldığı örneklerde, yağ miktarının başarılı şekilde azaltılabildiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

İkameli bisküvilerde TDL miktarları %4,99-6,50 aralığında ve kontrolden (%1,50) önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) yüksek bulunmuştur. En yüksek TDL oranı (%6,50), yağ %30 oranında azaltılan örnekte belirlenmiştir. KÇZ'nin yüksek TDL içeriği, bisküvilerin de TDL içeriğinde önemli bir artış sağlamıştır. En düşük oranda (%10)

KÇZ ilavesinin bile, bisküvilerin TDL içeriğini, kontrolün 3 katından fazla artırdığı görülmektedir (Çizelge 4.4).

Kahve çekirdeği zarının bisküvide yağ ikamesi olarak kullanımıyla ilgili hiç bir kaynağa ulaşılamadığından, tartışma imkanı bulunamamıştır. TDL içeriği ile ilgili, un üzerinden ikame edilen farklı lif kaynaklarının kullanıldığı çalışmalarla tartışma yapılmıştır.

Mildner-Szkudlarz ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, üzüm posası ilaveli bisküvilerde toplam diyet lif miktarı %3,4-11,0 aralığında saptanmıştır.

Şahan ve ark. (2013) ise iğde unu ilave ettikleri bisküvilerin diyet lif miktarlarını %3,91-9,34 bulmuşlardır.

Sudha ve ark. (2007a) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı oranlarda buğday kepeği, pirinç kepeği, arpa kepeği ve yulaf kepeği eklenen bisküvilerde toplam diyet lif miktarları %1,6-9,3 arasında bulunmuştur.

#### **4.2.2. Fiziksel özellikler ve tekstür**

Bisküvi örneklerine ait fiziksel özellikler (çap, kalınlık, yayılma oranı) ve sertlik değerleri, Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değeri, bisküvilerde teknolojik kalite açısından önem arz etmektedir. Genel olarak bisküvilerde çapın büyük, kalınlığın düşük, yayılma oranının ise yüksek olması istenmektedir (Kissell ve ark. 1971).

KÇZ ikameli bisküvilerin çapları (5,57-5,99 cm), kontrol örneğine (6,02 cm) göre, önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) düşük bulunmuştur. İkameli bisküvilerin kalınlıkları (1,10-1,36 cm) ise kontrol örneğine (1,04 cm) göre, önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) yüksek bulunmuştur. Bisküvilerde KÇZ ikamesi oranı arttıkça, bisküvilerin çaplarının küçüldüğü, kalınlıklarının ise arttığı sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 4.5).

Çalışmamızın sonuçlarının benzerleri, bisküvilerde yağın azaltılması üzerine yapılan daha önceki bir çok çalışmada da tespit edilmiş ve bu araştırmalarda, yağ ikamelerinin,

bisküvi çapını düşürdüğü rapor edilmiştir (Armbrister ve Setster 1994, Sanchez ve ark. 1995, Swanson ve ark. 1999, Zoulias ve ark. 2002a, 2002b, Sudha ve ark. 2007b, Laguna ve ark. 2012, Lee ve Puligunla 2016).

**Çizelge 4.5.** Bisküvilerin fiziksel ve tekstür özellikleri\*

Örnek Kodu	Çap (cm)	Kalınlık (cm)	Yayıma Oranı (Çap/Kalınlık)	Sertlik (N)
<b>Kontrol</b>	6,02±0,08 <sup>a</sup>	1,04±0,03 <sup>d</sup>	5,78±0,17 <sup>a</sup>	46,92±0,04 <sup>a</sup>
<b>KÇZ-10</b>	5,99±0,08 <sup>a</sup>	1,10±0,03 <sup>c</sup>	5,46±0,17 <sup>b</sup>	28,71±0,02 <sup>b</sup>
<b>KÇZ-20</b>	5,65±0,09 <sup>b</sup>	1,23±0,03 <sup>b</sup>	4,60±0,07 <sup>c</sup>	11,97±0,01 <sup>c</sup>
<b>KÇZ-30</b>	5,57±0,10 <sup>c</sup>	1,36±0,04 <sup>a</sup>	4,10±0,11 <sup>d</sup>	6,99±0,01 <sup>d</sup>

\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0,05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Önceki çalışmalarda yapılmış olan reolojik testlerle, bisküvi hamurlarının dinamik viskoelastik özelliklerindeki azalmanın, hamurun yüksek nem içeriğinden kaynaklandığı tespit edilmiştir (Navickis ve ark. 1982, Dreese ve ark. 1988, Lee ve Inglett 2006).

Lee ve Inglett (2006) tarafından yapılan bisküvide yağ azaltma ile ilgili bir çalışmada, şorteningin yulaf kepeği ile yer değiştirmesi sonucu, germe-uzama viskozitesinde azalma tespit edilmiş ve bu durum, numuneler arasındaki nem içeriği farkıyla açıklanmıştır. Söz konusu çalışmada, yulaf kepeği (yüksek TDL içerikli) ikameli bisküvilerin çift eksenli konsistens katsayıları, genellikle düşük bulunmuş ve bu da, yağ ikameli örneklerin, standart oranda şortening içeren kontrol örneklerinden, daha kolayca büzüldüklerini göstermiştir. Araştırmacılar, yağ ikamelerinin bisküvi çapını azaltmasının sebeplerinden birinin, elastik ağ yapısı ile ilgili olduğunu rapor etmiş ve bunun, pişirme

sırasındaki dinamik salınım testlerinde tespit edilen durumla, iyi bir uyum içinde olduğunu bildirmişlerdir.

Daha önce yapılmış diğer bazı çalışmalarda da, pektin, maltodekstrin ve inülin gibi yağ ikamelerinin, pişme sonrası, elastik büzölmeye neden olduğu, bu bisküvilerin kontrol bisküvilerinden, daha az genleşme gösterdiği tespit edilmiş ve bu yağ ikamelerinin, elastik ağ oluşumuna neden olabileceği, ileri sürölmüştür (Sanchez ve ark. 1995, Swanson ve ark. 1999, Zoulias ve ark. 2002a).

Literatürde, bisküvinin pişirilmesi sırasındaki camsılaşıma sıcaklığının da, bisküvilerin yayılmasında etkili olduğu, yani camsılaşıma sıcaklığı ne kadar düşükse, bisküvilerin yayılma oranının da o kadar düşük olacağı belirtilmiştir (Doescher ve ark. 1987, Armbrister ve Setser 1994, Faridi 1994). Lee ve Inglett (2006) yaptıkları çalışmada bu hipotezi doğrulayan sonuçlara ulaşmışlar ve şorteningin, yulaf kepeği ile ikame edildiği bisküvilerin nem içeriğinin yüksek olması nedeniyle, muhtemelen camsılaşıma sıcaklığının düştüğünü ve böylece bisküvi çaplarının da küçüldüğünü rapor etmişlerdir. Çalışmamızda da, yağ ikamesi olarak kullanılan KÇZ'nin, hamurların TDL miktarını ve dolaylı olarak da nem içeriklerini arttırdığı için camsılaşıma sıcaklığını düşürerek ve ayrıca elastik ağ yapı oluşumuna ve elastik büzölmeye neden olmak suretiyle çapta küçölmeye yol açtığı düşünölmektedir.

Ajila ve ark. (2008) ise yaptıkları bir çalışmada, bisküviye ilave ettikleri mango kabuğu tozunun, bisküvi çapını düşürüp, kalınlığını arttırdığını rapor etmişler ve bunun, bisküvi hamurundaki glutenin seyrelemesinden, kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Pareyt ve ark. (2009), bisküvideki şeker ve yağın, yapı ve tekstür üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada, bisküvilerde yağ oranı arttıkça, bisküvi çapının da arttığını bildirmişler ve bu durumun, bisküvinin pişmesi sırasında, yapıdaki yağın erimesi sonucu sistemdeki mobilitenin artmasından kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Bu bağlamda, yağın azaltılması da tam tersi etkide bulunarak, çapın azalmasına neden olmaktadır.

Çapın, kalınlığa oranını gösteren yayılma oranı değerleri incelendiğinde; KÇZ katkılı bisküvilerde, çapın düşmesi ve kalınlıkların artması sonucu, yayılma oranları (4,10-5,46), standart oranda şortening içeren kontrol örneğinin yayılma oranına (5,78) göre, önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) düşük bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Bisküvide, yüksek yayılma oranları arzu edilir ve daha iyi kaliteyi gösterir (Şeker ve ark. 2010). Yayılma oranı hamurun viskozitesi ile ilişkili bir kavramdır (Pareyt ve Delcour 2008). Hamurun yoğurulması sırasında suyu absorplayan bileşenler, hamur viskozitesinde artışa sebep olarak, bisküvi yayılmasını engellemektedir (McWatters ve ark. 2003, Arshad ve ark. 2007).

Tangkanakul ve ark. (1995), lif katkılı bisküvilerde, lif oranındaki artışın, yayılma oranını düşürdüğünü bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Gupta ve ark. (2011) da yaptıkları bir çalışmada, bisküvide kullandıkları arpa unu katkı oranı arttıkça, bisküvi kalınlığındaki artışa paralel olarak, yayılma oranının azaldığını tespit etmişlerdir.

Şeker ve ark. (2010) da yaptıkları çalışmada, yağ ikamesi olarak %20'den fazla kayısı çekirdeği unu kullanıldığında, bisküvilerin yayılma oranlarında önemli düşüşler gözlemlenmiştir. Çalışmamızda da, benzer sonuçlar elde edilmiş, yağ ikamesi olarak kullanılan KÇZ, yüksek diyet lif içeriği nedeniyle, yayılma oranlarında düşüşe neden olmuştur.

Tüketici kabulünde tekstür, önemli bir faktör olduğundan, yağ azaltımının etkisini incelemek için tekstür ölçümleri yapılmıştır. İkameli bisküvilerin kırılabilmesine bağlı olarak sertlik değerleri incelendiğinde, 6,99-28,71 N arasında olduğu görülmüş ve kontrole (46,92 N) göre, önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) düşük bulunmuştur. Bisküvilerde yağ ikame oranı arttıkça, bisküvilerin sertliklerinin azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Bisküvi, belirli bir gevreklik ve sertlik özelliğine sahip olmalıdır. Bisküviler, gevrekliği sağlayabilecek kadar sert, ağızda dağılan yapıyı oluşturacak kadar da yumuşak özellik göstermelidir. Olması gerekenden fazla gevrek ve kırılğan yapı, bisküvilerin

ambalajlama, nakliye ve pazarlama aşamalarında, ufalanma ve parçalanmasına sebep olarak, ekonomik anlamda kayıplara neden olabilmektedir (Brown ve Braxton 2000).

Bisküvilerin sertliği, protein ve nişasta arasındaki hidrojen bağları ile gerçekleşen bir etkileşim sonucu oluşmaktadır (Hoseney ve Rogers 1994, Chevallier ve ark. 2000). Yağ oranı azaltılan fırıncılık ürünlerinde, gluten ve nişasta tanecikleri arasında etkileşim daha fazla olduğundan, ürün daha sert özellik göstermektedir. Yağ miktarı yüksek olan ürünlerde ise yağ, bir faz oluşturarak gluten ve nişasta yapısının sürekliliğini bozmakta, protein ve nişasta granüllerini sararak, birbirinden izole etmekte ve sonuç olarak da çok daha gevrek, kolay ufalanabilir bir yapının oluşmasına neden olmaktadır (Ghotra ve ark. 2002, Akan 2004).

Yağ azaltma işlemi, bisküvilerin tekstürel özelliklerini ve yağ ikame oranlarını etkilemektedir (Campbell ve ark.1994, Inglett ve ark. 1994). Şeker ve ark. (2010) tarafından yapılan bisküvide yağı azaltma çalışmasında, yağ ikamesi olarak kullanılan kayısı çekirdeği tozu oranının artmasıyla, bisküvilerin sertlik değerleri önemli ölçüde artmıştır. Zoulias ve ark. (2002b) da bisküvi sertliğinin, polidekstroz veya maltodekstrin gibi yağ ikameleriyle, genel olarak arttığını bildirmiştir. Özboy ve Köksel (1997) yaptıkları çalışmada, %3-15 arasında değişen oranlardaki şeker pancarı lifi katkısının, bisküvilerin sertliğini arttırdıklarını tespit etmişlerdir.

Bu bulguların tersine, Lee ve Inglett (2006) tarafından yapılan yağ ikame çalışması sonucunda, bisküvideki yağ oranının azaltılmasının, tekstürde istenmeyen değişikliklere (sertleşme, zor çiğnenme gibi) neden olması gerçeğine karşın, yağ ikamesi olarak yulaf kepeği kullanımının, bisküvileri kontrol kadar yumuşak yapmada etkili bulunduğu, rapor edilmiştir. Buna ilaveten, şorteningin %30 oranında azaltılıp yulaf kepeği ile ikame edildiği bisküvilerin, çok daha yumuşak olduğu ve bu durumun da, söz konusu bisküvilerin çok fazla nem içermesi ile ilgili olabileceği vurgulanmış ve artırılmış oranda yulaf kepeği içeren bisküviler, yayılma oranı ile ilişkilendirilen daha elastik özelliklere sahip bulunmuştur. Çalışmamızın sonuçları, bu araştırma sonuçları ile paralellik göstermiş ve KÇZ'nin, yüksek diyet lif içeriği sayesinde, yağı azaltılmış

bisküvi örneklerinin nem içeriğinde ve elastik özelliklerinde artış sağlamak suretiyle, sertlik değerlerini düşürdüğü tespit edilmiştir.

#### 4.2.3. Renk değerleri

Bisküvilerin dış görünüşleri Şekil 4.1’de, renk değerleri ise Çizelge 4.6’da verilmiştir. İkameli bisküvilerin  $L^*$  değerleri (46,12-49,47), kontrole (65,33) göre, önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) düşük bulunmuştur. Bisküvilerdeki KÇZ ikame oranı arttıkça,  $L^*$  değerinin azalması, bisküvilerin parlaklığının azaldığını göstermektedir. Üretilen KÇZ ilaveli bisküvilerin  $a^*$  değerleri (4,20-4,36) ise kontrole (3,57) göre önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) yüksek bulunmuştur. KÇZ ikame oranı arttıkça, bisküvilerde kırmızılığın arttığı ve rengin koyulaştığı belirlenmiştir (Çizelge 4.6). İkameli bisküvilerde  $b^*$  değerleri, (18,95-16,87) kontrole (30,36) göre önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) düşük bulunmuş ve KÇZ katkı oranı arttıkça, sarılığın azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.6).

Sonuç olarak; kontrol örneğinin sarı rengi, bisküvi bileşimindeki KÇZ miktarı arttıkça, koyulaşıp kahverengiye döndüğünden,  $L^*$  ve  $b^*$  değerleri azalmış,  $a^*$  değeri ise artmıştır.

Çizelge 4.6. Bisküvilerin renk değerleri\*

Örnek Kodu	$L^*$	$a^*$	$b^*$
<b>Kontrol</b>	65,33±1,60 <sup>a</sup>	3,57±0,66 <sup>b</sup>	30,36±0,82 <sup>a</sup>
<b>KÇZ-10</b>	49,47±0,92 <sup>b</sup>	4,20±0,36 <sup>a</sup>	18,95±0,67 <sup>b</sup>
<b>KÇZ-20</b>	48,86±0,84 <sup>b</sup>	4,30±0,27 <sup>a</sup>	17,31±0,37 <sup>c</sup>
<b>KÇZ-30</b>	46,12±0,84 <sup>c</sup>	4,36±0,19 <sup>a</sup>	16,87±0,45 <sup>c</sup>

\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0,05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Benzer şekilde, Ateş ve Elmacı (2018), yaptıkları bir çalışmada, yağ ikamesi olarak kullanılan KÇZ oranının artışına paralel olarak, yağı azaltılmış kek örneklerinin  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerinin düştüğünü ve rengin koyulaştığını bildirmişlerdir. Garcia-Serna ve ark. (2014) da diyet lif ve doğal renklendirici olarak kullandıkları kahve çekirdeği zarının, bisküvi rengi üzerine aynı etkiye bulunduğunu rapor etmişlerdir.



Şekil 4.1. Bisküvilerin dış görünüşleri

#### 4.2.4. Bisküvilerin fenolik madde içerikleri ve biyoelenebilirlikleri

Bisküvi örneklerinin ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve toplam fenolik madde içerikleri Çizelge 4.7’de görülmektedir. Sonuçlara göre hidrolize edilebilir fenolikler, ekstrakte edilebilir fenoliklere göre yaklaşık 3 kat yüksek bulunmuştur. KÇZ ilaveli bisküvilerin ekstrakte edilebilir fenolik madde içeriği 44,48-52,94 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>, hidrolize edilebilir fenolik madde içeriği 155,23-171,58 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>, toplam fenolik madde içeriği ise 199,71-224,52 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Bisküvilerde KÇZ katkı oranı arttıkça, toplam fenolik madde miktarları, kontrole göre önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.7). Kahve çekirdeği zarının bisküvide yağ ikamesi olarak kullanımını ve bisküvilerin fenolik madde içeriğine etkisi üzerine yapılmış hiç bir kaynağa ulaşılamadığından, tartışma imkanı bulunamamıştır. Bu nedenle benzer ikamelerinin kullanıldığı ancak çalışmamızdan farklı olarak un üzerinden ikame edilen araştırmaların toplam fenolik madde içerikleriyle tartışma yapılmıştır.



**Çizelge 4.7.** Bisküvilerin fenolik madde içerikleri ve fenolik bileşenlerin biyoalınabilirlikleri\*

Örnek Kodu	Fenolik Bileşenler (mg g <sup>-1</sup> GAE)			Biyoalınabilir Fenolik Madde (mg g <sup>-1</sup> GAE)	Fenolik Biyoalınabilirlik (%)
	Ekstrakte Edilebilir Fenolik Madde	Hidrolize Edilebilir Fenolik Madde	Toplam Fenolik Madde		
	<b>Kontrol</b>	41,15±0,32 <sup>d</sup>	151,03±1,36 <sup>d</sup>		
<b>KÇZ-10</b>	44,48±1,96 <sup>c</sup>	155,23±1,90 <sup>c</sup>	199,71±2,95 <sup>c</sup>	119,83±3,68 <sup>c</sup>	60,00±1,71 <sup>b</sup>
<b>KÇZ-20</b>	48,20±0,80 <sup>b</sup>	163,05±1,06 <sup>b</sup>	211,26±0,37 <sup>b</sup>	131,09±5,93 <sup>b</sup>	62,05±2,80 <sup>ab</sup>
<b>KÇZ-30</b>	52,94±0,92 <sup>a</sup>	171,58±1,06 <sup>a</sup>	224,52±0,53 <sup>a</sup>	142,91±2,71 <sup>a</sup>	63,65±1,32 <sup>a</sup>

\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0,05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Mildner-Szkudlarz ve ark. (2013), beyaz üzüm posası katkılı bisküvilerde katkı miktarı arttıkça, toplam fenolik madde içeriğinin de (0,85-4,45 mg GAE g<sup>-1</sup>) arttığını belirtmişlerdir.

Ajila ve ark. (2008) da mango kabuğu ilavesi ile ürettikleri bisküvilerde, toplam fenolik madde miktarı, kontrol örneğinde 540 mg GAE g<sup>-1</sup>, %7,5 oranında mango kabuğu ilaveli örnekte ise 1800 mg GAE g<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada mango kabuğu katkısı ile toplam fenolik madde içeriğinin 3 katından daha fazla artış gösterdiği belirtilmiştir.

Vitali ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada bisküviye %24,5 oranında keçiyoynuzu unu katılarak bisküvilerdeki toplam fenol içeriğinde %149 artış tespit edilmiştir.

Türksoy ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada ise siyah havuç ilavesi ile bisküvinin toplam fenolik madde miktarının (63,12-319,96 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) arttığı bildirilmiştir.

Gıdaların sağlık üzerine etkileri, büyük ölçüde, organizmadaki biyoaktif bileşenlerin biyolojik olarak erişilebilirliğine ve biyoyararlanımına bağlıdır (Fernandez-Gomez ve ark. 2016). Biyoalınabilirlik, gıda maddeleriyle vücuda alınan bileşenlerin, sindirim sisteminde emilebilen miktarını ifade etmektedir (House 1999). Biyoalınabilirliği etkileyen faktörler; gıda maddesinin fiziksel durumu, kimyasal özellikleri ve bireyin sindirim kapasitesi gibi faktörlerdir (Sandström 2001).

Kahve çekirdeği zarı ekstraktı da, diğer gıda matrisleri gibi, biyoaktif bileşenlerin karmaşık bir bileşkesidir. Günümüzde, kahve çekirdeği zarı ekstraktının bileşiminde yer alan klorojenik asit ve kafeinin biyolojik erişilebilirliği ve biyoyararlanımı üzerine, gıda matrisinin etkisi, bilinmektedir (Fernandez-Gomez ve ark. 2016).

Çalışmamız sonucunda, kahve çekirdeği zarının, yağı azaltılmış bisküvilerde, ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve toplam fenolik madde miktarını arttırdığı, aynı zamanda

bunların biyolojik olarak erişilebilirliği üzerinde güçlü bir pozitif etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Bu nedenle, kahve çekirdeği zarının, bisküvi vb. unlu mamuller üretiminde fenolik madde kaynağı olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

#### **4.2.5. Bisküvilerin antioksidan kapasiteleri ve biyoalnabilirliği**

Antioksidan kapasite çeşitli faktörlerden etkilenmektedir, bu nedenle de farklı antioksidan kapasite belirleme yöntemleri mevcuttur. Bisküvi örneklerinin antioksidan kapasiteleri ve biyoalnabilirlikleri ABTS ve CUPRAC yöntemleri ile analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Bilindiği gibi KÇZ, kahve kavurma işleminin, tek yan ürünüdür. KÇZ'nin ana antioksidan bileşikleri; klorojenik asit, melanoidinler ve antioksidan liflerdir. Bu nedenle, yapılmış önceki çalışmalar, sağlık yararları bilinen klorojenik asit, kafein, melanoidin ve diyet lif gibi doğal biyoaktif bileşenlerin kaynağı olduğu için KÇZ ekstraktlarının, kullanımını önermektedir (del Castillo ve ark. 2019).

Çalışmada örneklere ait ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir fenoliklerin ABTS yöntemine göre antioksidan kapasiteleri, troloks standart kalibrasyon eğrisinden elde edilen denklem kullanılarak, troloks eşdeğeri olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.8).

Kahve çekirdeği zarı ilaveli bisküvilerdeki ekstrakte edilebilir fenolik bileşiklerin troloks eşdeğeri cinsinden ABTS yöntemine göre antioksidan kapasiteleri (2,81-4,77  $\mu\text{mol troloks g}^{-1}$ ), kontrolden (1,41  $\mu\text{mol troloks g}^{-1}$ ) önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Hidrolize edilebilir fenollerin ABTS yöntemine göre antioksidan kapasite değerleri ise 24,51-25,77  $\mu\text{mol troloks g}^{-1}$  arasında değişmiş olup yine kontrolden (23,22  $\mu\text{mol troloks g}^{-1}$ ) yüksektir. Ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir fenoliklerin ABTS metoduna göre antioksidan kapasite değerleri, en yüksek olarak %30 KÇZ katkılı bisküvi örneğinde (4,77, 25,77  $\mu\text{mol troloks g}^{-1}$  örnek, sırasıyla) gözlenmiştir (Çizelge 4.8).

**Çizelge 4.8.** Bisküvilerin antioksidan kapasiteleri ve biyoalınabilirlikleri\*

Örnek Kodu	Ekstrakte Edilebilir Fenoliklerin Antioksidan Kapasitesi ( $\mu\text{m trolox g}^{-1}$ )		Hidrolize Edilebilir Fenoliklerin Antioksidan Kapasitesi ( $\mu\text{m trolox g}^{-1}$ )		Biyoalınabilir Antioksidan Kapasite ( $\mu\text{m trolox g}^{-1}$ )		Antioksidatif Biyoalınabilirlik (%)	
	ABTS	CUPRAC	ABTS	CUPRAC	ABTS	CUPRAC	ABTS	CUPRAC
	<b>Kontrol</b>	1,41±0,39 <sup>c</sup>	16,75±0,32 <sup>d</sup>	23,22±0,14 <sup>d</sup>	143,81±5,31 <sup>d</sup>	15,39±0,20 <sup>d</sup>	54,73±1,00 <sup>d</sup>	55,08±1,06 <sup>c</sup>
<b>KÇZ-10</b>	2,81±0,11 <sup>b</sup>	18,98±0,37 <sup>c</sup>	24,51±0,09 <sup>c</sup>	178,78±2,40 <sup>c</sup>	15,84±0,07 <sup>c</sup>	78,20±2,64 <sup>c</sup>	56,60±0,88 <sup>bc</sup>	37,39±1,32 <sup>c</sup>
<b>KÇZ-20</b>	3,58±0,43 <sup>b</sup>	21,63±1,35 <sup>b</sup>	25,15±0,05 <sup>b</sup>	187,53±1,50 <sup>b</sup>	16,25±0,09 <sup>b</sup>	85,36±2,84 <sup>b</sup>	57,95±0,33 <sup>b</sup>	43,16±1,07 <sup>b</sup>
<b>KÇZ-30</b>	4,77±0,66 <sup>a</sup>	25,57±0,67 <sup>a</sup>	25,77±0,03 <sup>a</sup>	207,09±3,43 <sup>a</sup>	16,82±0,07 <sup>a</sup>	98,51±1,89 <sup>a</sup>	62,47±1,46 <sup>a</sup>	61,40±2,33 <sup>a</sup>

\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0,05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Kahve çekirdeği zarı ilaveli bisküvi örneklerinde, ABTS metoduna göre biyoalınabilir antioksidan miktarları 15,84-16,82  $\mu\text{mol}$  troloks  $\text{g}^{-1}$  arasında değişirken, kontrolden (15,39  $\mu\text{mol}$  troloks  $\text{g}^{-1}$ ) önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) yüksek oldukları tespit edilmiştir. KÇZ ikameli örneklerin ABTS metoduyla tespit edilen antioksidan biyoalınabilirlikleri (%56,60-62,47) de kontrolden (%55,08) yüksek bulunmuştur. En yüksek biyoalınabilir antioksidan ve antioksidatif biyoalınabilirlik değerleri, %30 KÇZ katkılı bisküvi örneğinde (16,82  $\mu\text{mol}$  troloks  $\text{g}^{-1}$ , %62,47) gözlenmiştir (Çizelge 4.8).

Toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesi için bakır iyonu indirgeme özelliğine dayanan bu metod hem hidrofilik hem de lipofilik antioksidan kapasitenin analizinde kullanılmaktadır. Çalışmada örneklerin antioksidan kapasiteleri troloks standart kalibrasyon eğrisinden elde edilen denklem kullanılarak troloks eşdeğeri olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.8).

Kahve çekirdeği zarı ilaveli bisküvilerdeki ekstrakte edilebilir fenoliklerin troloks eşdeğeri cinsinden CUPRAC metoduna göre antioksidan kapasiteleri (18,98-25,57  $\mu\text{mol}$  troloks/g), kontrolden (16,75  $\mu\text{mol}$  troloks/g) önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) yüksek bulunmuştur. Hidrolize edilebilir fenoliklerin CUPRAC yöntemine göre değerleri ise 178,78-207,09  $\mu\text{mol}$  troloks/g arasında değişmiş olup, yine kontrolden (143,81  $\mu\text{mol}$  troloks/g) önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) yüksektir. Hidrolize edilebilir fenoliklerin antioksidan kapasiteleri, ekstrakte edilebilir fenoliklerin CUPRAC metoduna göre elde edilen değerlerinden yaklaşık 9 kat fazla bulunmuştur. Ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir fenoliklerin en yüksek CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasite değerleri, %30 KÇZ katkılı bisküvi örneğinde (25,57, 207,09  $\mu\text{mol}$  troloks/g örnek, sırasıyla) gözlenmiştir (Çizelge 4.8).

Kahve çekirdeği zarı ilaveli bisküvi örneklerinde, biyoalınabilir antioksidan kapasiteleri 78,20-98,51  $\mu\text{mol}$  troloks/g arasında değişirken, kontrolden (54,73  $\mu\text{mol}$  troloks/g) önemli düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) yüksek oldukları tespit edilmiştir. KÇZ ikameli örneklerin CUPRAC metoduyla tespit edilen antioksidatif biyoalınabilirlikleri (%37,39-61,40) de kontrolden (%23,53) yüksek bulunmuştur. En yüksek biyoalınabilir antioksidan

kapasite ve antioksidatif biyoalınabilirlik değerleri, %30 KÇZ katkılı bisküvi örneğinde (98,51 µmol troloks/g, %61,40) gözlenmiştir (Çizelge 4.8).

Çalışmamızda elde edilen değerlere benzer sonuçlar Ateş ve Elmacı (2018) tarafından yapılan araştırmada da tespit edilmiştir. Söz konusu çalışmada, kek formülasyonuna yağ ikamesi olarak ilave edilen KÇZ, keklerin antioksidan kapasitesini, önemli düzeyde arttırmıştır.

Kahve çekirdeği zarının bisküvide yağ ikamesi olarak kullanımı ve bisküvilerin antioksidan kapasitesi üzerine etkileri konusunda yapılmış hiç bir kaynağa ulaşılamadığından, benzer ikamelerinin kullanıldığı ancak çalışmamızdan farklı olarak un üzerinden ikame edilen örneklerin antioksidan kapasite değerlerine göre tartışma yapılmıştır.

Bilgiçli ve ark. (2005) ise elma ve limon lifi ilave ederek ürettikleri bisküvilerde antioksidan kapasitenin, sadece buğday unu kullanarak ürettikleri bisküviden farklı olmadığını bulmuşlardır.

Sharma ve Gujral (2014) tarafından yapılan çalışmada arpa unu katkısının bisküvilerdeki antioksidan kapasiteyi artırdığı belirtilmiştir.

Ajila ve ark. (2008) da mango kabuğu tozu ilavesiyle ürettikleri bisküvilerde antioksidan kapasitenin arttığını bildirmişlerdir.

Mildner-Szkudlarz ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, diyet lif kaynağı olarak bisküvilerde üzüm posası kullanmışlar ve bisküvilerin antioksidan kapasitelerinin, kontrole göre yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

#### **4.2.6. Duyusal özellikler**

Gıdalara ilave edilen katkılar, gıdanın duyusal özelliklerinde ya hiç değişikliğe sebep olmamalı ya da az bir değişikliğe sebep olmalı ve yeni ürün, tüketici beğenisine ters düşmemelidir (Eyidemir 2006).

Gıdalardaki yağ oranını azaltmak için kullanılan yağ ikamelerinin, genellikle yağa atfedilen duyuşal özellikleri koruması istenir (Akoh 1998, Richard 1998). Yağ, bisküvide gevreklik, tekstür ve kalitenin korunmasından sorumlu, ana bileşendir ve bisküviye zengin bir kalite sağlar (Baltsavias ve ark. 1999, O'Brien ve ark. 2003).

Bisküvi hamurunu yağ ikameleri ile yeniden formüle etmenin en zor kısmı, muadil (yağlı) ürünlerdekine eşdeğer oranda, ağız hissi, tekstür, tat-koku ve yağlılığın sağlanabilmesidir (Sudha ve ark. 2007a). Fırıncılık ürünlerinin yağ oranlarının düşürülmesi amacıyla, yağ ikamelerinin kullanımı, son ürünün tekstür ve yapısının geliştirilmesini ve hedefe benzer özelliklerde ürün elde edilmesini gerektirir (Carroll 1990). Yüksek kalitede yağsız bir ürün oluşturulması imkansız görünmesine karşın, bu tip ürünlerde yağ, yağa benzer fonksiyonel özellikler sunan bileşenlerle, kısmen ikame edilebilir (Shukla 1995).

Çalışmamızda da KÇZ, yağ ikamesi olarak kullanılmış ve elde edilen bisküvilerde yapılan duyuşal analiz sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir. Bisküvilerin duyuşal analiz değerleri arasında genel beğeni özelliği değerleri hariç, diğer özelliklerden (renk, tad-koku, gevreklik, dişe yapışma, kumlu-kuru olmama) elde edilen değerlerde istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ( $p \leq 0,05$ ).

**Çizelge 4.9.** Bisküvilerin duyuşal analiz değerleri\*

Örnek Kodu	Renk	Tad-Koku	Gevreklik (Ağızda dağılıma)	Dişe yapışma	Kumlu-Kuru Olmama	Genel Beğeni
<b>Kontrol</b>	8,00±1,56	7,50±1,70	7,60±1,76	7,20±1,51	7,55±1,23	7,55±1,85 <sup>ab</sup>
<b>KÇZ-10</b>	7,10±1,86	7,65±1,36	7,80±1,28	7,45±1,32	7,55±1,39	7,75±0,79 <sup>ab</sup>
<b>KÇZ-20</b>	7,05±1,90	7,70±1,35	7,85±1,27	7,70±1,03	7,80±1,06	8,05±1,10 <sup>a</sup>
<b>KÇZ-30</b>	6,95±1,90	6,90±1,32	7,50±1,40	7,40±1,05	7,50±0,89	7,05±1,32 <sup>b</sup>

\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0,05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

*Renk:* Bisküvilerin renk puanları 6,95-8,00 arasında olup, en yüksek puanı kontrol örneği (8,00) almıştır. KÇZ katkı oranı arttıkça, renk puanları kontrole göre önemsiz düzeyde ( $p \leq 0,05$ ) düşük bulunmuştur (Çizelge 4.9). KÇZ'nin bisküvilerde oluşturduğu koyu rengin, panelistlerin beğenisini düşürdüğü belirlenmiştir.

*Tat-Koku:* Tat ve koku özellikleri incelendiğinde, puanlar 6,90-7,70 arasında bulunmuştur. Şortening oranı azaltılan bisküvilerin, %20 KÇZ ikame oranına kadar, tat-koku puanlarının kontrole göre yükseldiği görülmektedir. En fazla beğeniye %20 KÇZ katkılı bisküvi örneği alırken, en az beğeniye %30 katkılı bisküvi örneği almıştır (Çizelge 4.9). Panelistler, %10 ve 20 KÇZ ikameli bisküvilerde hafif kahve kokusu ve tadı algıladıklarını ve bunun beğeniye arttıran bir durum olduğunu belirtmişlerdir.

*Gevreklik:* Bisküvilerin kırılabilirliğini ifade eder. Bisküvinin, ambalajlama ve nakliye aşamasında kırılmayacak kadar dayanıklı, ancak ısırma sırasında da ağızda kolayca dağılacak kırılabilirlikte olması istenmektedir. (Anonim 2017b). Bisküvilere verilen gevreklik puanları 7,50-7,85 arasındadır. Sadece %30 KÇZ ikamesi ile üretilen bisküvinin gevreklik puanı (7,50), kontrolden (7,60) daha düşük bulunmuştur. %10 ve 20 KÇZ oranında, bisküvilerin gevreklik puanlarının, kontrole göre yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.9).

*Dişe yapışma:* Bisküvinin çiğneme sırasında dişe yapışma eğilimini ifade eder. Bisküvi, dişe yapışmamalıdır (Anonim 2017b). Bisküvilerin dişe yapışma puanları 7,20-7,70 arasında bulunmuştur. En yüksek beğeniye KÇZ-20 örneği alırken, en düşük puanı kontrol örneği almıştır. Şortening oranı azalır, KÇZ oranı arttıkça, bisküvilerin dişe yapışma açısından beğenirlikleri, kontrole göre artmıştır (Çizelge 4.9).

*Kumlu-kuru olmama:* Ağızda küçük parçalara ayrılan bisküvinin pütürlü ve kum taneciği gibi sert bir yapı göstermemesini ifade eder (Anonim 2017b). Kumlu-kuru olmama puanları 7,50-7,80 arasındadır. En yüksek puan %20 KÇZ ikameli bisküviye verilirken, en düşük puan %30 KÇZ ikameli bisküviye verilmiştir. KÇZ oranı, %20'den sonra, kumlu-kuru olmama beğenisini azaltmıştır (Çizelge 4.9).



*Genel Beğeni:* Bisküvilerin genel beğeni puanları 7,05-8,05 arasında bulunmuştur. Genel olarak en yüksek beğeniye %20 KÇZ ikameli bisküvi alırken, en az beğeniye ise %30 KÇZ ikameli bisküvi almıştır. %10 ve 20 KÇZ ikamesi ile üretilen bisküvilerin puanları (7,75, 8,05, sırasıyla), kontrole (7,55) göre önemsiz de olsa yüksektir. KÇZ ikameli bisküvilerin 7'nin üzeri puan aldıkları için kabul edilebilir niteliklere sahip olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.9).

Sonuç olarak, yağın KÇZ ile ikamesi, %20 oranına kadar, bisküvilerin duyuşal özelliklerini kontrole göre geliştirmiştir. %30 KÇZ ikamesi bile duyuşal analiz parametrelerinden 5 ve üzerinde puan almış ve kabul edilebilir özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, diyet lif ve biyoaktif maddelerce zengin olan kahve çekirdeği zarının, karbonhidrat bazlı yağ (şortening) ikamesi ve fonksiyonel bir katkı olarak, bisküvi üretiminde kullanım potansiyeli tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, bisküvi formülasyonunda şortening ile yer değiştirme esasına göre %10, 20 ve 30 (ağırlık/ağırlık) oranlarında KÇZ kullanılmıştır. Kontrol örneği ise KÇZ ilave edilmeksizin, %100 şortening kullanılarak üretilmiştir. KÇZ kullanımının, bisküvinin, fiziksel, kimyasal, fonksiyonel, tekstürel ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda özet olarak sunulmuştur:

1. Kahve çekirdeği zarının yağ miktarının düşük, toplam diyet lif içeriğinin ise yüksek olması, onun karbonhidrat bazlı yağ ikamesi olarak kullanım potansiyelini arttırmaktadır. Özellikle TDL miktarının, buğday ununun TDL miktarından yaklaşık 14 kat fazla bulunması, dikkat çekici bir sonuç olarak değerlendirilmiştir.
2. Yağı azaltılmış bisküvilerde KÇZ oranı arttıkça, bisküvilerin nem içeriği ve TDL miktarında beklenildiği gibi artış gözlenmiştir. Toplam diyet lif içeriği yüksek olan KÇZ, bisküvide nem artışına neden olmuştur. Yağ ikamelerinin, özellikle de karbonhidrat bazlı yağ ikamelerinin, bisküvide nem oranını, standart oranda yağ içeren bisküvilere göre, arttırdığı bilinmektedir.
3. KÇZ ikameleri ile üretilen bisküvilerin çapları, %10 KÇZ ikame oranından sonra, kontrole göre önemli düzeyde düşmüş, kalınlıkları artmış ve yayılma oranları ise azalmıştır. Hamurun yoğurulması sırasında, KÇZ bileşiminden gelen diyet lifin, suyu absorplayarak, hamur viskozitesini arttırması ve camsılaşıma sıcaklığını düşürmesi sonucu, elastik büzülme sebebiyle bisküvi yayılmasını engellediği düşünülmektedir. Bisküvide yağın azaltılmasına yönelik daha önce yapılmış çalışmalarda da, yağ ikamelerinin, kontrole göre bisküvi çapında ve yayılma oranında, düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir.

4. KÇZ oranı artıp, şortening oranı düştükçe, bisküvilerin sertlik değerlerinde düşüş olduğu gözlenmiştir. Bu durum, KÇZ ikameli bisküvilerin, kontrol örneğine göre, daha yüksek nem içeriğine sahip olmalarından kaynaklanmaktadır.

5. Bisküvilere ilave edilen KÇZ oranı arttıkça, bisküvilerin parlaklığında ( $L^*$ ) azalma gözlenmiş,  $a^*$  değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir. KÇZ ilaveli bisküvilerin  $b^*$  değerleri ise kontrole göre düşük bulunmuştur. KÇZ ikameleri, bisküvi renginde koyulaşmaya sebep olmuş, kakaolu bisküvi izlenimi yaratacak kadar rengi koyulaştırmıştır.

6. KÇZ ilaveli bisküvi örneklerinin ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir, toplam ve biyoalınabilir fenolik madde içerikleri, kontrol örneğine göre, önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. KÇZ ikame oranı arttıkça, bisküvilerin fenolik madde miktarları ve biyoalınabilir fenolik içerikleri de doğrusal bir şekilde artmıştır. Sonuç olarak, KÇZ ikamesinin, bisküvi örneklerinin fenolik madde içeriklerini ve biyoalınabilirlik oranlarını önemli düzeyde arttırarak, fonksiyonel özelliklerini geliştirdiği için çok iyi bir yağ ikame alternatifi olabileceği söylenebilir.

7. KÇZ ikamesi ile bisküvi örneklerinin antioksidan kapasiteleri ve biyoalınabilirlikleri de önemli düzeyde artmıştır. Meydana gelen bu artış, fenolik madde içeriğindeki artıştan kaynaklanmaktadır.

8. Yapılan duyusal değerlendirme sonucunda, %10 ve 20 KÇZ ikameli bisküvilerin kontrole göre genel beğenisinin arttığı tespit edilmiştir. Şortening miktarı düşürülmüş olan bisküvilerin, gevreklik (ağızda dağılma), tat-koku, dişe yapışma ve kumlu-kuru olmama beğenisinde, azalma olması kaçınılmazdır. Ancak, mevcut çalışmada, %10 ve 20 KÇZ ikameli örneklerde, bu olumsuzluğa rastlanmaması ve bisküvilerin kabul edilebilir niteliklere sahip olması, dikkat çekicidir. Özellikle %10 ve %20 KÇZ ikameli, yağı azaltılmış bisküvi örneklerinin, duyusal analiz parametrelerinden, 7.00-8,00 aralığında puan alması ve panelistler tarafından “güzel” ve “çok iyi” düzeyinde kabul görmesi, çok önemli bir sonuç olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, yağı azaltılmış bisküvi üretiminde, yağ ikamesi olarak kahve çekirdeği zarı kullanımı, besinsel özellikleri geliştirerek ürünü zenginleştirmiştir. Özellikle şortening miktarı %10 ve 20 oranlarında düşürülmüş olan bisküvilerde, KÇZ ikamesinin, önemli bir kalite kaybı olmaksızın, kabul edilebilir duyu özelliklere sahip ürün eldesi sağladığı tespit edilmiştir.

Yüksek diyet lif, fenolik madde, antioksidan kapasite ve biyoalınabilirliğe sahip olan kahve çekirdeği zarının, fonksiyonel bir katkı ve karbonhidrat bazlı yağ ikame maddesi olarak, başta unlu mamuller olmak üzere, çeşitli gıda maddelerinde kullanılma imkanının yüksek olduğu ve böylece fonksiyonel gıda pazarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Ayrıca, çalışmamızda elde edilen sonuçlar, endüstriyel bir atık olan ve bileşimindeki organik maddeler nedeniyle, doğaya geri dönmesi durumunda, kirlilik tehlikesi oluşturan kahve çekirdeği zarının, unlu mamullerde yağ ikamesi olarak değerlendirilmesi, katma değeri yüksek bir ürüne dönüştürülmesi ve doğaya olan olumsuz etkilerinin azaltılması açısından da çok önemlidir.

Bu çalışmanın, kahve endüstrisinde büyük miktarlarda oluşan kahve çekirdeği zarı atığının, farklı uygulamalarda değerlendirilebilmesine odaklanacak yeni çalışmalara, ışık tutacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- AACCI, 1990.** Approved Methods of American Association of Cereal Chemists International (AACCI), St. Paul, MN, USA.
- AACCI, 1995.** Approved Methods of American Association of Cereal Chemists International (AACCI), St. Paul, MN, USA.
- AACCI, 1999.** Approved Methods of Analysis, 11 th Ed., American Association of Cereal Chemists International (AACCI), Cereals and Grains Association, St. Paul, MN, U.S.A.
- 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(2): 319-326.
- Akan, T. 2004.** Kek üretiminde kullanılan interesterifiye yağların kek kalitesine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Akbari, M., Eskandari, M., H., Davoudi, Z. 2019.** Application and functions of fat replacers in low-fat ice cream: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 86: 34-40.
- Akoh, C.C. 1998.** Fat replacers. *Food Technol.*, 52: 47-53.
- Aksulu, İ. 2001.** Tüketicide Sağlığını Koruma Bilinci ve Satın Alma Noktasında Tüketici Tutumları: Ambalajlı Gıda Ürünleri Üzerine Bir Araştırma. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16 (1): 115-127.
- Almrhag, O., George, P., Bannikova, A., Katopo, L., Chaudhary, D., Kasapis, S. 2018.** Phase behaviour of gelatin/polydextrose mixtures at high levels of solids. *Food Chemistry*, 134 (4): 1938-1946.
- Amoah, C., Lim, J., Jeong, S., Lee, S. 2017.** Assessing the effectiveness of wax-based sunflower oil oleogels in cakes as a shortening replacer. *LWT-Food Sci. Technol.*, 86: 430-437.
- Angioloni, A., Collar, C. 2011.** Physicochemical and nutritional properties of reduced-caloric density high-fibre breads. *Lwt-Food Science Technology*, 44(3): 747-758.
- Anonim, 2003.** World Health Organization. Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases: Report of a joint WHO/FAO expert consultation. [https://www.who.int/whr/2003/en/whr03\\_en.pdf](https://www.who.int/whr/2003/en/whr03_en.pdf) (Erişim Tarihi: 02.01.2019).
- Anonim, 2004.** Calorie Control. Fat Replacers: Food Ingredients for Healthy Eating. <http://www.caloriecontrol.org/fatreprint.html> (Erişim tarihi: 04.04.2019).
- Anonim, 2008.** Sobesa Cafe. <http://www.sobesa.com.br> (Erişim tarihi: 05.03.2019)

**Anonim, 2010.** Avrupa Gıda Güvenliği Ajansı(EFSA). <https://www.efsa.europa.eu/en/corporate/pub/ar10> (Erişim tarihi: 20.01.2020).

**Anonim, 2013.** Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği (Tebliğ no: 2013/9). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/04/20130402-7.htm> (Erişim tarihi: 04.02.2020)

**Anonim, 2017a.** ICO. Coffee production. [www.ico.org](http://www.ico.org) (Erişim tarihi: 04.05.2019).

**Anonim, 2017b.** Bisküvi Analizleri. <https://prezi.com/0etxa3ovnfdj/biskuvi-analizleri/> (Erişim Tarihi: 02.05.2019).

**Anson, M., Mateo, N., Berg V., Robin, Rob H., Aalt, B., Haenen, Guido R.M.M. 2009.** Bioavailability of ferulic acid is determined by its bioaccessibility. *Journal of Cereal Science*. 49(2):296-300.

**AOAC International, 2007.** Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th Editor: AOAC International, Gaithersburg, MD.

**AOAC, 1990.** Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Washington, DC, USA.

**Apak, R., Guclu, K., Ozyurek, M., Celik, S.E. 2008.** Mechanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay. *Microchimica Acta*, 16: 413-419.

**Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E. 2004.** A novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols, vitamin C and E using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 7970-7981.

**Armbrister, W.L., Setser, C.S. 1994.** Sensory and physical properties of chocolate chip cookies made with vegetable shortening or fat replacers at 50 and 75% levels. *Cereal Chemistry*, 71: 344-351.

**Arshad, M.U., Anjum, F.M., Zahoor T. 2007.** Nutritional assessment of cookies supplemented with defatted wheat germ. *Food Chemistry*, 102(1): 123-128.

**Aryana, K.J., Haque, Z.U. 2001.** Effect of commercial fat replacers on the microstructure of low-fat Cheddar cheese. *Int J Food Sci Tech.*, 36: 169-177.

**Ateş, G., Elmacı, Y. 2018.** Coffee silverskin as fat replacer in cake formulations and its effect on physical, chemical and sensory attributes of cakes. *LWT - Food Science and Technology*, 90: 519-525.

**Ateş, G., Elmacı, Y. 2017.** Potansiyel Fonksiyonel Bileşen: Kahve Çekirdeği Zarı. *Akademik Gıda*, 15(1): 66-74.

- Ateş, G., Elmacı, Y. 2019.** Physical, chemical and sensory characteristics of fiber-enriched cakes prepared with coffee silverskin as wheat flour substitution. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(1): 755-763.
- Ballesteros, L.F., Teixeira, A.J., Mussatto, S.I. 2014.** Chemical, functional, and structural properties of spent coffee grounds and coffee silverskin. *Food Bioprocess Technol*, 7: 3493-3503.
- Baltsavias, A., Jurgens, A., van Vilet, T. 1999.** Fracture properties of short-dough biscuits: Effect of composition. *Journal of Cereal Science*, 29: 235-244.
- Barbosa-Pereira, L., Guglielmetti, A., Zeppa, G. 2018.** Pulsed electric field assisted extraction of bioactive compounds from cocoa bean shell and coffee silverskin. *Food and Bioprocess Technology*, 11: 818-835.
- Bayarri, S., González-Tomás, L.U., Hernando, I., Lluch, M.A., Costell, E. 2011.** Texture perceived on inulin-enriched low-fat semisolid dairy desserts. *Rheological and structural basis. J. Texture Stud.* 42: 174–184.
- Bekalo, S.A., Reinhardt, H.W. 2010.** Fibers of coffee husk and hulls for the production of particleboard. *Materials and Structures*, 43: 1049-1060.
- Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P. 2009.** Coffee, tea, cocoa. *Food Chemistry Leipzig: Springer.*, 4: 938-951.
- Bertolino, M., Barbosa-Pereira, L., Ghirardello, D., Botta, C., Rolle, L., Guglielmetti, A., Dalla, S.B., Zeppa, G. 2019.** Coffee silverskin as nutraceutical ingredient in yogurt: its effect on functional properties and its bioaccessibility. *J Sci Food Agric*, 9: 4267-4275.
- Bilgiçli, N., İbanoglu, S., Herken, E.N. 2005.** Effect of dietary fibre addition on the selected nutritional properties of cookies. *Journal of Food Engineering*, 78: 86-89.
- Blonska, A., Marzec, A., Blaszczyk, A. 2014.** Instrumental evaluation of acoustic and mechanical texture properties of short-dough biscuits with different content of fat and inulin. *J. Texture Stud.*, 45: 226-234.
- Borges, O.P., Goncalves, B., Carvalho, J.S., Correia, P., Silva, A.P. 2008.** Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa Mill.*) cultivars from Portugal. *Food Chemistry*, 106: 976-984.
- 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.
- Borrelli, R.C., Visconti, A., Mennella, C., Anese, M., Fogliano, V. 2002.** Chemical characterization and antioxidant properties of coffee melanoidins. *J. Agric. Food Chem*, 50(22): 6527-6533.

**Bouayed, J., Hoffmann, L., Bohn, T. 2011.** Total phenolics, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity following simulated gastro-intestinal digestion and dialysis of apple varieties: Bioaccessibility and potential uptake. *Food Chem.*, 128: 14-21.

**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.

**Brown, W.E., Braxton, D. 2000.** Dynamics of food breakdown during eating in relation to perceptions of texture and preference: a study on biscuits. *Food Quality and Preference*, 11(4): 259-267.

**Bytof, G., Knopp, S.E., Kramer, D., Breitenstein, B., Bergervoet, J.H.W., Groot, S.P.C. 2007.** Transient occurrence of seed germination processes during coffee post-harvest treatment. *Annals of Botany*, 100: 61-66.

**Bytof, G., Knopp, S.E., Schieberle, P., Teutsch, I., Selmar, D. 2005.** Influence of processing on the generation of  $\gamma$ -aminobutyric acid in green coffee beans. *European Food Research and Technology*, 220: 245-250.

**Campbell, L.A., Ketelsen, S.M., Antenucci, R.N. 1994.** Formulating oatmeal cookies with calorie-sparing ingredients. *Food Technology*, 48(5): 98-105.

**Canalis, M.S.B., Valentinuzzi, M.C., Acosta, R.H., León, A.E., Ribotta, P.D. 2018.** Effects of Fat and Sugar on Dough and Biscuit Behaviours and their Relationship to Proton Mobility Characterized by TD-NMR. *Food and Bioprocess Technology*, 11(5): 953-965.

**Caponio, F., Summo, C., Delcuratolo, D., Pasqualone, A. 2006.** Quality of the lipid fraction of biscuits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 356-361.

**Carroll, L.E. 1990.** Stabilizer systems reduce texture problems in multicomponent foods and bakery products. *Food Technology*, 44(4): 94-98.

**Casal, S., Mendes, E., Alves, M.R., Alves, R.C., Beatriz, M., Oliveira, P.P. 2004.** Free and conjugated biogenic amines in green and roasted coffee beans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 6188-6192.

**Chauvelon P., Tournoud M.G., Sandoz A. 2003.** Integrated hydrological modeling of a managed coastal Mediterranean wetland (Rhône delta France): initial calibration. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 7(1): 123-131.

**Cheung, I., Gomes, F., Ramsden, R., Roberts, D.G. 2002.** Evaluation of fat replacers Avicel, N Lite S, and Simplex in mayonnaise. *Int J Consumer Studies*, 26: 27-33.

**Chevallier, S., Colonna, P., Della Valle, G., Lourdin, D. 2000.** Contribution of major ingredients during baking of biscuit dough systems. *J. Cer. Sci.*, 31:241-252.

**Colla, K., Costanzo, A., Gamlath, S. 2018.** Fat replacers in baked food products. *Foods*, 7: 1-12.



**Colla, K., Gamlath, S. 2015.** Inulin and maltodextrin can replace fat in baked savoury legume snacks. *Int. J. Food Sci. Technol.*,50: 2297-2305.

**Conforti, F.D., Archilla, L. 2001.** Evaluation of a maltodextrin gel as a partial replacement for fat in a high-ratio white-layer cake. *Int J Consumer Sci.*, 25: 238-245.

**Conforti, F.D., Nee, P., Archilla, L. 2001.** The synergistic effects of maltodextrin and high-fructose corn sweetener 90 in a fat-reduced muffin. *Int J Consumer Sci.*, 25: 3-8.

**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 antioxidant extraction from coffee silverskin, a roasting byproduct, having in view a sustainable process. *Industrial Crops and Products*, 53: 350-357.

**Costa, A.S.G., Alves, R.C., Vinha, A.F., Costa, C.S.G., Antónia Nunes, M., Almeida, A.A., Santos-Silva, A., Oliveira, M.B.P.P. 2018.** Nutritional, chemical and antioxidant/pro-oxidant profiles of silverskin, a coffee roasting by-product. *Food Chemistry*, 267: 28-35.

**Çaylak, E. 2011.** Hayvan ve bitkilerde oksidatif stres ile antioksidanlar. *Tip Araştırmaları Dergisi*, 9(1):73-83.

**Dağlıoğlu, O., Taşan, M., Tunçel, B. 2000.** Determination of fatty acid composition and total trans fatty acids of Turkish biscuits by capillary gas-liquid chromatography. *Eur. Food Res. Technol.*, 211: 41-44.

**del Castillo, M.D., Ames, J.M., Gordon, M.H. 2002.** Effect of roasting on the antioxidant activity of coffee brews. *J. Agric. Food Chem*, 50(13): 3698-3703.

**del Castillo, M.D., Fernandez-Gomez, B., Martinez-Saez, N., Iriondo, A., Mesa, M.D. 2019.** Coffee by-products. *Coffee: Chemistry, quality and health implications*. Editor: Farah, A., Cambridge: RSC Publishing Inc, pp: 309-334.

**del Castillo, M.D., Fernandez-Gomez, B., Ullate, M., Mesa, M.D. 2016.** Uso de productos de la cascarrilla de café para la prevención y tratamiento de las patologías que conforman el síndrome metabólico y de sus factores de riesgo. *PCT*, 18-48.

**Doescher, L.C, Hosney, R.C, Milliken, G.A, Rubenthaler, G.L. 1987.** Effect of sugars and flours on cookie spread evaluated by time-lapse photography. *Cereal chemistry*, 64(3): 163-167.

**Doğan, İ.S., Akbaş, Ö., Tunçtürk, Y. 2012.** Yağı azaltılmış kek üretiminde ekzopolisakkarit kullanımı. *GIDA*, 31(3): 141-148.

**Doğan, İ.S., Küçüköner, E. 1999.** Düşük yağ ve kalori içeren gıdaların hazırlanmasında yağ ikamelerinin rolü. *GIDA*, 24(6): 417-424.

**Doğan, İ.S., Uğur, T. 2005.** Van ve çevresinde yetiştirilen bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine bir araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(2): 139-148.

- Dreese, P.C., Faubion, J.M., Hosenev, R.C. 1988.** Dynamic rheological properties of flour, gluten, and gluten-starch doughs. I. Temperature-dependent changes during heating. *Cereal chemistry*, 65(4): 348-353.
- Duarte, G.S., Pereira, A.A., Farah, A. 2010.** Chlorogenic acids and other relevant compounds in Brazilian coffees processed by semi-dry and wet post-harvesting methods. *Food Chemistry*, 118(3): 851-855.
- El-Nager, G., Clowes, G., Tudorica, C.M., Kuri, V., Brennan, C.S. 2002.** Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. *Int J Dairy Tech.*, 55: 89-93.
- Esquivel, P., Jiménez, V.M. 2012.** Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*, 46: 488-495.
- Etienne, H. 2005.** Somatic embryogenesis protocol: coffee (*Coffea arabica L. and C. canephora P.*). Protocol for somatic embryogenesis in woody plant. Editors: Jain, S.M., Gupta, P.K. Dordrecht, Springer, Montpellier, France, pp: 167-168.
- Eyidmir, E. 2006.** Kayısı çekirdeği ilavesinin eriştinin bazı kalite kriterlerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Malatya.
- Faridi, H. 1994.** The Science of cookie and cracker production. Chapman and Hall, New York, USA, 516 pp.
- Fernandez-Gines, J.M., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Sendra, E., Perez-Alvarez, J.A. 2004.** Lemon albedo as a new source of dietary fiber: application to bologna sausages. *Meat Science*, 67: 7-13.
- Fernandez-Gomez, B., Lezama, A., Amigo-Benavent, M., Ullate, M., Herrero, M., Angeles, M.M., Dolores-Mesa, M., Doloresdel, M. 2016.** Insights on the health benefits of the bioactive compounds of coffee silverskin extract. *Journal of Functional Foods*, 25: 197-207.
- Fernandez-Gomez, B., Ullate, M., Picariello, G., Ferranti, P., Mesa, M. D., del Castillo, M.D. 2015.** New knowledge on the antiglycoxidative mechanism of chlorogenic acid. *Food and Function*, 6: 2081-2090.
- Forker, A., Zahn, S., Rohm, H.A. 2012.** Combination of fat replacers enables the production of fat-reduced shortdough biscuits with high-sensory quality. *Food Bioprocess Technol.*, 5: 2497-2505.
- Furosawa, M., Narita, Y., Iwai, K., Fukunaga, F., Nakagiri, O. 2011.** Inhibitory effect of hot water extract of coffee “silverskin” on hyaluronidase. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 75(6): 1205–1207.
- Garcia-Serna, E., Martinez-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.

**Gervajio, G. 2005.** Bailey's industrial oil and fat products, Editor: Sahidi, F., Wiley, New York, USA, 3616 pp.

**Ghotra, B.S., Dyal, S.D., Narine, S.S. 2002.** Lipid shortenings: a review. *Food Res. Int.* 35: 1015-1048.

**Giarnetti, M, Paradiso, V.M., Caponio, F., Summo, C., Pasqualone, A. 2015.** Fat replacement in shortbread cookies using an emulsion filled gel based on inulin and extra virgin olive oil. *LWT - Food Science and Technology*, 63: 339-345.

**Gil, M.I., Tomas-Barberan, F.A., Hess-Pierce, B., Kader, A.A. 2000.** Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 4976-4982.

**Glahn, R.P., Lee, O.A., Yeung, A., Goldman, M.I., Miller, D.D. 1998.** Caco-2 cell ferritin formation predicts nonradiolabeled food iron availability in an *in vitro* digestion/Caco-2 cell culture model. *The Journal of Nutrition*, 128: 1555-1561.

**Goldstein, A., Seetharaman, K. 2011.** Effect of a novel monoglyceride stabilized oil in water emulsion shortening on cookie properties. *Food Res. Int.* 44: 1476-1481.

**Gouvea, B.M., Torres, C., Franca, A.S., Oliveira, L.S., Oliveira, E.S. 2009.** Feasibility of ethanol production from coffee husks. *Biotechnology Letters*, 31: 1315-1319.

**Grigelmo-Miguel, N., Carreras-Boladeras, E., Martín-Belloso, O. 2001.** Influence of the addition of peach dietary fiber in composition, physical properties and acceptability of reduced-fat muffins. *Food Science and Technology International*, 7(5): 425-431.

**Gupta, M., Bawa, A. S., Abu-Ghannam, N. 2011.** Effect of barley flour and freeze-thaw cycles on textural nutritional and functional properties of cookies. *Food and Bioproducts Processing*, 89: 520-527.

**Güven, M., Yaşar, K., Karaca, O.B., Hayaloğlu, A.A. 2005.** The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 58(3): 180-184.

**Haque, Z.U., Ji, T. 2003.** Cheddar whey processing and source: II. Effect on nonfat ice cream and yogurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 38: 463-473.

**Hayashi, N., Iida, T., Yamada, T., Okuma, K., Takehara, I., Yamamoto, T. 2010.** Study on the postprandial blood glucose suppression effect of D-psicose in borderline diabetes and the safety of long-term ingestion by normal human subjects. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 74: 510-519.

**Heimbach, J.T., Marone, P.A., Hunter, J.M., Nemzer, B.V., Stanley, S.M., Kennephol, E. 2010.** Safety studies on products from whole coffee fruit. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 2517-2525.

**Hofmann, T., Schieberle, P. 2002.** Chemical interactions between odor-active thiols and melanoidins involved in the aroma staling of coffee beverages. *J. Agric. Food Chem.*, 50(2): 319-326.

**Hoseney, R.C. 1998.** Principles of cereal science and technology, second. Editor: AACC, St-Paul, Minnesota, USA.

**Hoseney, R.C., Rogers, D.E. 1994.** Mechanism of sugar functionality in cookies: The science of cookie and cracker production, 1st Editor: American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, pp: 203-225.

**House, W.A. 1999.** Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc, *Field Crops Research*, 60: 115-141.

**Hu, Y., Li, C., Regenstein, J.M., Wang, L. 2019.** Preparation and properties of potato amylose-based fat replacer using super-heated quenching. *Carbohydrate Polymers*, 223: 115020.

**Inglett, G.E., Warner, K., Newman, R.K. 1994.** Sensory and nutritional evaluations of oatrim. *Cereal Foods World*, 39: 755-759.

**Iwai, K., Kishimoto, N., Kakino, Y., Mochida, K., Fujita, T. 2004.** In vitro antioxidative effects and tyrosinase inhibitory activities of seven hydroxycinnamoyl derivatives in green coffee beans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 4893-4898.

**Jacob, J., Leelavathi, K. 2007.** Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. *Journal Food Eng.*, 79: 299-305.

**Janissen, B., Huynh, T. 2018.** Chemical composition and value-adding applications of coffee industry byproducts: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 128: 110-117.

**Jaquet, M., Rochat, I., Moulin, J., Cavin, C., Bibiloni, R. 2009.** Impact of coffee consumption on the gut microbiota: A human volunteer study. *International Journal of Food Microbiology*, 130: 117-121.

**Jimenez-Colmenero, F., Carballo, J., Cofrades, S. 2001.** Healthier meat and meat products: Their role as functional foods. *Meat Science*, 59: 5-13.

**Jiménez-Zamora, A., Pastoriza, S., Rufian-Henares, J.A. 2015.** Revalorization of coffee byproducts. Prebiotic, antimicrobial and antioxidant properties. *Food Science and Technology*, 61: 12-18.

**Jonnalagadda, S.S., Jones, J.M., Black, J.D. 2005.** Position of the American Dietetic Association: Fat replacers. *Journal of the American Dietetic Association*, 105: 266-275.

**Kahraman, K., Köksel, H. 2006.** Enzime dirençli nişasta üretimi ve fonksiyonel özelliklerinin incelenmesi. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi, 7-8 Eylül 2006, Gaziantep.

**Kaplinsky, R. 2004.** Competitions policy and the global coffee and cocoa value chains. UNCTAD, May 2004, Geneva.

**Khouryieh, H.A., Aramouni, F.M., Herald, T.J. 2005.** Physical and sensory characteristics of no-sugar-added/low-fat muffin. *J. Food Qual.* 28: 439-451.

**Kim, H.Y.L., Yeom, H.W., Lim, H.S., Lim, S. 2001.** Replacement of shortening in yellow layer cakes by corn dextrins. *Cereal Chemistry*, 78(3): 267- 271.

**Kim, J.Y., Lim, J., Lee, J., Hwang, H.S., Lee, S. 2017.** Utilization of oleogels as a replacement for solid fat in aerated baked goods: Physicochemical, rheological, and tomographic characterization. *J. Food Sci.* 82: 445-452.

**Kissell, L., Pomeranz, Y., Yamazaki, W.T. 1971.** Effects of flour lipids on cookie quality. *Cereal Chemistry*, 48: 655-662.

**Knopp, S., Bytof, G., Selmar, D. 2006.** Influence of processing on the content of sugars in green *Arabica* coffee beans. *European Food Research and Technology*, 223: 195-201.

**Koca, N., Metin, M. 2004.** Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers. *International Dairy Journal*, 14(4): 365-373.

**Koçer, D., Hiçşaşmaz, Z., Bayındırlı, A., Katnaş, S. 2007.** Bubble and pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar- and fatreplacer. *Journal of Food Engineering*, 78: 953-964.

**Kondamudi, N., Mohapatra, S.K., Misra, M. 2008.** Spent coffee grounds as a versatile source of green energy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 11757-11760.

**Kroon, P.A., Faulds, C.B., Ryden, P., Robertson, J.A., Williamson, G. 1997.** Release of covalently bound ferulic acid from fiber in the human colon. *J. Agric. Food Chem.*, 45(3): 661-667.

**Krystyjan, M., Gumul, D., Ziobro, R., Sikora, M. 2015.** The effect of inulin as a fat replacement on dough and biscuit properties. *Journal of Food Quality*, 38: 305-315.

**Küçüköner, E, Tarakçı, Z. 2003.** Yağ oranı azaltılmış peynir teknolojisindeki gelişmeler. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, 22-23 Mayıs, İzmir, Türkiye, 81-86.

**Laguna, L., Primo-Martín, C., Varela, P., Salvador, A., Sanz, T. 2014.** HPMC and inulin as fat replacers in biscuits: Sensory and instrumental evaluation. *LWT – Food Sci. Technol.*, 56: 494-501.

**Laguna, L., Varela, P., Salvador, A., Sanz, T., Fiszman, S.M. 2012.** Balancing Texture and Other Sensory Features in Reduced Fat Short-Dough Biscuits. *Journal of Texture Studies*, 43: 235-245.

- Laguna, L., Varela, P., Salvador, A., Sanz, T., Fiszman, S.M. 2013.** A new sensory tool to analyse the oral trajectory of biscuits with different fat and fibre contents. *Food Research International*, 51(2): 544-553.
- Lai, H.M., Lin, T.C. 2006.** Bakery Products: Science and Technology. In: Bakery Products: Science and Technology. Editors: Hui, Y.H., Corke, H., De Leyn, I., Nip, W.K., Cross, N., Blackwell Publishing, Ames, USA, pp: 3-65.
- Laparra, J.M., Sanz, Y. 2010.** Interactions of gut microbiota with functional food components and nutraceuticals. *Pharm Research*, 61(3): 219-225.
- Lee, S., Inglett, G.E. 2006.** Rheological and physical evaluation of jet-cooked oat bran in low calorie cookies. *International Journal of Food Science and Technology*, 41: 553-559.
- Lee, S., Kim, S., Inglett, G.E. 2005.** Effect of shortening replacement with oatrim on the physical and rheological properties of cakes. *Cereal Chem.*, 82: 120-124.
- Lee, Y.K., Salminen, S. 2009.** Handbook of Probiotics and Prebiotics. 2nd Edition, Editor: Wiley A.J., Son S., Inc. Publication, Canada, 115 pp.
- Lee, Y.T., Puligundla, P. 2016.** Characteristics of reduced-fat muffins and biscuits with native and modified rice starches. *Emir. J. Food Agric.*, 28: 311-316.
- Letricia, B.P., Alessasandro, G., Zeppa, G. 2018.** Pulsed electric field assisted extraction of bioactive compounds from cocoa bean shell and coffee silverskin. *Food and Bioprocess Technology*, 4: 818-835.
- Lim, J., Inglett, G.E., Lee, S. 2010.** Response to consumer demand for reduced-Fat foods; multi-functional fat replacers. *Japan Journal of Food Engineering*, 11(4): 147-152.
- Liu, J., Xu, B. 2019.** A comparative study on texture, gelatinisation, retrogradation and potential food application of binary gels made from selected starches and edible gums. *Food Chemistry*, 296: 100-108.
- 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.
- Machado, C.M.M., Soccol, C.R., de Oliveira, B.H., Pandey, A. 2002.** Gibberellic acid production by solid-state fermentation in coffee husk. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 102-103: 179-191.
- Mamat, H., Hill, S.E. 2014.** Effect of fat types on the structural and textural properties of dough and semi-sweet biscuit. *Journal of food science and technology*, 51(9): 1998-2005.

**Manley, D. 2000.** Technology of Biscuits, Crackers and Cookies, Third edition. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK, 499 pp.

**Manohar, R.S., Rao, P.H. 1999.** Effect of emulsifiers, fat level and type on the rheological characteristics of biscuits dough and quality of biscuits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79: 1223-1231.

**Martínez-Cervera, S., Salvador, A., Muguerza, B., Moulay, L., Fiszman, S.M. 2011.** Cocoa fibre and its application as a fat replacer in chocolate muffins. *LWT- Food Science and Technology*, 44: 729-736.

**Martínez-Pinilla, E., Oñatibia-Astibia, A., Franco, R. 2015.** The relevance of theobromine for the beneficial effects of cocoa consumption. *Frontiers in Pharmacology*, 6: 1-5.

**Martinez-Saez, N., Ullate, M., Martin-Cabrejas, M.A., Martorell, P., Genovés, S., Ramon, D., del Castillo a, M.D. 2014.** A novel antioxidant beverage for body weight control based on coffee silverskin. *Food Chemistry*, 150: 227-234.

**McWatters, K.H., Ouedraogo, J.B., Anna, V.A., Hung, Y., Phillips, D.R. 2003.** Physical and sensory characteristics of sugar cookies containing mixtures of wheat, fonio (*Digitaria exilis*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) flours. *Institute of Food Science Technology*, 38(4): 403-410.

**Mert, B., Demirkesen, I. 2016.** Reducing saturated fat with oleogel/shortening blends in a baked product. *Food Chem.*, 199: 809-816.

**Mesias, M., Navarro, M., Martinez-Saez, N., Ullate, M., del Castillo, M.D., Morales, F.J. 2014.** Antigliative and carbonyl trapping properties of the water soluble fraction of coffee silverskin. *Food Research International*, 62: 1120-1126.

**Mildner-Szkudlarz, S., Bajerska, J., Zawirska-Wojtasiaka, R., Góreckac, D. 2013.** White grape pomace as a source of dietary fibre and polyphenols and its effect on physical and nutraceutical characteristics of wheat biscuits. *Journal of Science and Food Agriculture*, 93: 389-395.

**Min, B., Bae, I.Y., Lee, H.G., Yoo, S.H., Lee, S. 2010.** Utilization of pectin-enriched materials from apple pomace as a fat replacer in a model food system. *Bioresource Technology*, 101: 5414-5418.

**Montonen, J., Knekt, P., Jarvinen, R., Aromaa, A., Reunanen, A. 2003.** Whole-grain and fiber intake and the incidence of type 2 diabetes. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77: 622-629.

**Moriano, E.M., Cappa, C., Alamprese, C. 2018.** Reduced-fat soft-dough biscuits: Multivariate effects of polydextrose and resistant starch on dough rheology and biscuit quality. *Journal of Cereal Science*, 81: 171-178.

- Murthy, P.S., Naidu, M.M. 2012.** Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—a review. *Resources, Conservation and Recycling*, 66: 45-58.
- Murthy, P.S., Naidu, M.M., Srinivas, P. 2009.** Production of  $\alpha$ -amylase under solidstate fermentation utilizing coffee waste. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 84: 1246-1249.
- Mussatto, S.I., Carneiro, L.M., Silva, J.P.A., Roberto, I.C., Teixeira, J.A. 2011.** A study on chemical constituents and sugars extraction from spent coffee grounds. *Carbohydrate Polymers*, 83: 368-374.
- Mussatto, S.I., Dragone, G., Roberto, I.C. 2006.** Brewer's spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science*, 43: 1-14.
- Mussatto, S.I., Machado, E.M.S, Martins, S. 2011.** Production, composition, and application of coffee and its industrial residues. *Food Bioprocess Technol*, 4:661-672.
- Mussatto, S.I., Machado, E.M.S., Carneiro, L.M., Teixeira, J.A. 2012.** Sugars metabolism and ethanol production by different yeast strains from coffee industry wastes hydrolysates. *Applied Energy*, 92: 763-768.
- Naczk, M., Shahidi, F. 2004.** Extraction and analysis of phenolics in food. *J. Chromatogr. A.*, 1054: 95-111.
- Napolitano, A., Fogliano, V., Tafuri, A., Ritieni, A. 2007.** Natural occurrence of ochratoxin A and antioxidant activities of green and roasted coffees and corresponding byproducts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 10499-10504.
- Napolitano, A., Lanzuise, S., Ruocco, M., Arlotti, G., Ranieri, R., Knutsen, S.H. 2006.** Treatment of cereal products with a tailored preparation of Trichoderma enzymes increases the amount of soluble dietary fiber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 7863-7869.
- 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(3): 943-949.
- Narita, Y., Inouye, K. 2014.** Review on utilization and composition of coffee silverskin. *Food Research International*, 61: 16-22.
- Navickis, L.L., Anderson, R.A., Bagley, E.B., Jasberg, B.K. 1982.** Viscoelastic properties of wheat flour doughs: variation of dynamic moduli with water and protein content. 52nd Annual Meeting of the Society of Rheology, 22-25 February 1981, Williams-burg, Virginia.
- Nicoli, M.C., Anese, M., Manzocco, L., Ferici, C.R. 1997.** Antioxidant properties of coffee brews in relation to the roasting degree. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie-Food Science and Technology*, 30: 292-297.



**O'Brien, C.M., Chapman, D., Neville, D.P., Keogh, M.K., Arendt, E.K. 2003.** Effect of varying the microencapsulation process on the functionality of hydrogenated vegetable fat in short dough biscuits. *Food Research Int.*, 36: 215-221.

**Ordóñez, M., Rovira, J., Jaime, I. 2001.** The relationship between the composition and texture of conventional and low-fat frankfurters. *Int J Fd Sci Tech.*, 36: 749-758.

**Özboy, Ö., ve Köksel, H. 1997.** Besinsel Liflerin Bisküvi Üretiminde Kullanımı, 2. Un, Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu, 28-30 Mayıs, Karaman.

**Özkaya, H., Özkaya, B. 2005.** Öğütme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, 757 s.

**Pareyt, B., Delcour, J.A. 2008.** The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: A review on sugar-snap cookies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48: 824-839.

**Pareyt, B., Talhaoui, F., Kerckhofs, G., Brijs, K., Goesaert, H., Wevers, M., Delcour, J.A. 2009.** The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: structural and textural properties. *Journal of Food Engineering*, 90: 400-408.

**Patricia, M., Victor, M.T. 2012.** Coffee and Sustainability: The Multiple Values of Traditional Shaded Coffee. *Journal of Sustainable Agriculture*, 36: 353-377.

**Pehlivanoglu, H., Ozulku, G., Yildirim, R.M., Demirci, M., Toker, O.S., Sagdic, O. 2018.** Investigating the usage of unsaturated fatty acid-rich and low-calorie oleogels as a shortening mimetics in cake. *J. Food Process. Preserv.*, 42: 13621.

**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. *LWT – Food Science and Technology*, 50(2): 599-606.

**Prata, E.R.B.A., Oliveira, L.S. 2007.** Fresh coffee husks as potential sources of anthocyanins. *LWT - Food Science and Technology*, 40: 1555-1560.

**Primo-Martin, C., Sanz, T., Steringa, D.W., Salvador, A., Fiszman, S.M., Van Vliet, T. 2010.** Performance of cellulose derivatives in deep-fried battered snacks oil barrier and crispy properties. *Food Hydrocoll*, 24(8): 702-708

**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.

**Richard, D.M. 1998.** Position of the American Dietetic Association fat replacer. *J. Am. Diet. Assoc.*, 98: 463-468.

**Rios, R.V., Garzón, R., Lannes, S.C.S., Rosell, C.M. 2018.** Use of succinyl chitosan as fat replacer on cake formulations. *LWT*, 96: 260-265.

- Roberfroid, M. 2007.** Prebiotics: The concept revisited. *J Nutr*, 137: 830-837.
- Rodríguez-García, J., Laguna, L., Puig, A., Salvador, A., Hernando, I. 2013.** Effect of fat replacement by inulin on textural and structural properties of short dough biscuits. *Food Bioprocess Technol.*, 6: 2739-2750.
- Rodríguez-García, J., Puig, A., Salvador, A., Hernando, I. 2012.** Optimization of a sponge cake formulation with inulin as fat replacer: Structure, physicochemical, and sensory properties. *J. Food Sci.*, 77: 189-197.
- Ruthig, D.J., Sider, D., Meckling-Gill, K.A. 2001.** Health benefits of dietary fat reduction by a novel fat replacer: Mimix. *Int J Food Sci Nutr.*,52: 61-69.
- Saenger, M., Hartge, E.U., Werther, J., Ogada, T., Siagi, Z. 2001.** Combustion of coffee husks. *Renewable Energy*, 23: 103-121.
- Saldamlı, İ. 2007.** Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, s. 119-123.
- Sanchez, C., Klopfenstein, C.F.,Walker, C.E. 1995.** Use of carbohydrate-based fat substitutes and emulsifying agents in reduced-fat shortbread cookies. *Cereal Chemistry*, 72: 25-29.
- Sandrou, D.K., Arvanitoyannis, I.S. 2000.** Low-fat/calorie foods: Current state and perspectives. *Crit. Rev. Food Sci.*, 40: 427-447.
- Sandström, B. 2001.** Micronutrient interactions: effects on absorption and bioavailability. *British Journal of Nutrition*, 85(2):181-185.
- Sanz, T., Laguna, L., Salvador, A. 2015.** Biscuit dough structural changes during heating: Influence of shortening and cellulose ether emulsions. *LWT-Food, Science and Technology*,62(2):962-969.
- Saura-Calixto, F., Garcia-Alonso, A., Goni, I., Bravo, L. 2000.** In vitro determination of the indigestible fraction in foods: an alternative to dietary fiber analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 3342-3347.
- Sharma, P., Gujral, H.S. 2014.** Cookie making behavior of wheatebarley flour blends and effects on antioxidant properties. *LWT - Food Science and Technology*, 55: 301-307.
- Shoaib, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H.R., Shakeel, A., Ansari, A., Niazi, S. 2016.** Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydr. Polym.*, 147: 444-454.
- Shouk, A.A., El-Faham, S.Y. 2005.** Effect of fat replacers and hull-less barley flour on low-fat croissant quality. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 14: 287-292.
- Shukla, T.P. 1995.** Problems in fat free and sugarless baking. *Cereal Foods World*, 40: 159-160.

**Sudha, M.L., Chetana, R., Reddy, S.Y. 2014.** Effect of microencapsulated fat powders on rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. *Journal of Food Science and Technology*, 51: 3984-3990.

**Sudha, M.L., Srivastava, A.K., Vetrmani, R., Leelavathi, K. 2007b.** Fat replacement in soft dough biscuits: Its implications on dough rheology and biscuit quality. *J. Food Eng.*, 80: 922-930.

**Sudha, M.L., Vetrmani, R., Leelavathi, K. 2007a.** Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chemistry*, 100: 1365-1370.

**Swanson, R.B., Garen, L.A., Parks, S.S. 1999.** Effect of a carbohydrate-based fat substitute and emulsifying agents on reduced-fat peanut butter biscuits. *J. Food Qual.*, 22: 19-29.

**Swanson, R.B., Perry, J.M., Carden, L.A. 2002.** Acceptability of reduced-fat brownies by school-aged children. *J Am Diet Assoc.*, 102: 856- 859.

**Şahan, Y., Dündar, A.N., Aydın, E., Kilci, A., Dülger, D., Kaplan, F.B., Göçmen, D., Çelik, G. 2013.** Characteristics of cookies supplemented with oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) flour. I physicochemical, sensorial and textural properties. *Journal of Agricultural Science*, 5(2): 160-168.

**Şeker, T.İ., Gökbulut, I., Öztürk, S., Özboy-Özbaş, O, Köksel, H. 2006.** Enzime dirençli nişastanın bisküvi üretiminde kullanımı. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.

**Şeker, T.İ., Özboy-Özbaş, O., Gökbulut, I., Öztürk, S., Köksel, H. 2010.** Utilization of apricot kernel flour as fat replacer in cookies. *Journal of Food Processing and Preservation*, 34(1):15-26.

**Tangkanakul, P., Tungtrakul, P., Vatanasuchart, N., Auttaviboonkul P., Niyomvit, B. 1995.** Physical and chemical properties of high fiber breads and cookies. *Food Research and Product Development*, 25(2): 95-107.

**Tarancón, P., Hernández, M.J., Salvador, A., Sanz, T. 2015.** Relevance of creep and oscillatory tests for understanding how cellulose emulsions function as fat replacers in biscuits. *LWT- Food, Science and Technology*, 62: 640-646.

**Tarancón, P., Salvador, A., Sanz, T. 2013.** Sunflower oil–water–cellulose ether emulsions as trans-fatty acid-free fat replacers in biscuits: texture and acceptability study. *Food Bioprocess Technol*, 6: 2389-2398.

**Tarancón, P., Sanz, T., Fiszman, S., Tárrega, A. 2014.** Consumers' hedonic expectations and perception of the healthiness of biscuits made with olive oil or sunflower oil. *Food Res. Int.* 55: 197-206.

**Taş, T.K., Güzelseydim, Z. 2010.** Çeşitli yağ ikame maddeleri ve probiyotik kullanımının ayran kalite kriterleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *GIDA*, 35(2):105-111.

**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.

**Türksoy, S., Keskin, Ş., Özkaya, B., Özkaya, H. 2011.** Effect of black carrot (*Daucus carota L. ssp. sativus var. atrorubens Alef.*) fiber addition on the composition and quality characteristics of cookies. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9 (3-4): 57-60.

**Tyagi, S.K., Manikantan, M.R., Harinder, S. Oberoi, Kaur, G. 2007.** Effect of mustard flour incorporation on nutritional, textural and organoleptic characteristics of biscuits. *Journal of Food Engineering*, 80: 1043-1050.

**Uysal, H. 2005.** Farklı kaynaklardan elde edilen besinsel liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

**Van de Laar, F.A., Lucassen, P.L., Akkermans, R.P., van de Lisdonk, E.H., Rutten, G.E., van Weel, C. 2005.**  $\alpha$ -Glucosidase inhibitors for patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 28: 154-163.

**Venter, C.S. 2006.** Prebiotics for the improvement of human health. *Hum Ecol*, 14: 1-6.

**Vitali, D., Vedrına Dragojević, I., Šebečić, B. 2009.** Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114:1462-1469.

**Wang, Y.C., Yu, R.C., Chou, C.C. 2002.** Growth and survival of bifidobacteria and lactic acid bacteria during the fermentation and storage of cultured soymilk drinks. *Food Microbiol*, 19: 501-508.

**Wekwete, B., Navder, K.P. 2008.** Effects of avocado fruit puree and oatrim as fat replacers on the physical, textural and sensory properties of oatmeal biscuits. *J. Food Qual.*, 31: 131-141.

**Yackel, W.C., Com, C. 1992.** Application of starchbased fat replacers. *Food Technology*, 46: 146-148.

**Yusaku, N., Kuniyo, I. 2014.** Review on utilization and composition of coffee silverskin. *Food Research International*, 61: 16-22.

**Zahn, S., Pepke, F., Rohm, H. 2010.** Effect of inulin as a fat replacer on texture and sensory properties of muffins. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 2531-2537.

**Zambrano, F., Despinoy, P., Ormenese, R.C., Faria, E.V. 2004.** The use of guar and xanthan gums in the production of 'light' low fat cakes. *Int. J. Food Sci. Technol.* 39: 959-966.

**Zettel, V., Hitzmann, B. 2016.** Chia (*Salvia hispanica L.*) as fat replacer in sweet pan breads. *International Journal of Food Science and Technology*, 51: 1425-1432.

**Zoulias, E.I., Oreopoulou, V., Kounalakis, E. 2002b.** Effect of fat and sugar replacement on cookie properties. *J. Sci. Food Agric.*, 82: 1637-1644.

**Zoulias, E.I., Oreopoulou, V., Tzia, C. 2000.** Effect of fat mimetics on physical, textural and sensory properties of biscuits. *Int. J. Food Prop.*, 3: 385-397.

**Zoulias, E.I., Oreopoulou, V., Tzia, C. 2002a.** Textural properties of low-fat cookies containing carbohydrate- or protein-based fat replacers. *J. Food Eng.*, 55: 337-342.

**Zuorro, A., Lavecchia, R. 2012.** Spent coffee grounds as a valuable source of phenolic compounds and bioenergy. *Journal of Cleaner Production*, 34: 49-56.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Meral COŞKUN  
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa, 19.04.1994  
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu  
Lise : Bursa Cumhuriyet Lisesi, 2012  
Lisans : Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği, 2017  
Anadolu Üniversitesi, İşletme, 2020

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Parıltım Yemek (Tofaş Projesi-Proje Müdürü)

İletişim (e-posta) : meralcoskun28@gmail.com

Yayımları : **Gocmen, D., Sahan, Y., Yildiz, E., Coskun, M., Aroufai, İ.A. 2019.** Use of coffee silverskin to improve the functional properties of cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 56(6): 2979-2988.