

**BALKABAĞI (*Cucurbita moschata*) UNU KATKISININ  
BİSKÜVİNİN ANTIOKSİDAN AKTİVİTE ve BESİNSEL  
KALİTESİNE ETKİLERİ**

**Emine AYDIN**



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BALKABAĞI (*Cucurbita moschata*) UNU KATKISININ BİSKÜVİNİN  
ANTIOKSİDAN AKTİVİTE ve BESİNSEL KALİTESİNE ETKİLERİ**

**Emine AYDIN**

Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN  
(Danışman)

DOKTORA TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA - 2014  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ ONAYI

Emine AYDIN tarafından hazırlanan " Balkabağı (*Cucurbita moschata*) Unu Katkısının Bisküvinin Antioksidan Aktivite ve Besinsel Kalitesine Etkileri" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN

- |   |      |
|---|------|
| <b>Başkan: Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN</b><br>Uludağ Üniversitesi<br>Ziraat Fakültesi<br>Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı                         | İmza |
| <b>Üye: Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN</b><br>Uludağ Üniversitesi<br>Ziraat Fakültesi<br>Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı                            | İmza |
| <b>Üye: Prof. Dr. Fikri BAŞOĞLU</b><br>Uludağ Üniversitesi<br>Ziraat Fakültesi<br>Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı                           | İmza |
| <b>Üye: Prof. Dr. İlhan TURGUT</b><br>Uludağ Üniversitesi<br>Ziraat Fakültesi<br>Tarla Bitkileri Anabilim Dalı                              | İmza |
| <b>Üye: Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN</b><br>Uludağ Üniversitesi<br>Ziraat Fakültesi<br>Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı                            | İmza |
| <b>Üye: Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ</b><br>Necmettin Erbakan Üniversitesi<br>Mimarlık-Mühendislik Fakültesi<br>Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı | İmza |

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Prof. Dr. Ali Osman DEMİR**  
**Enstitü Müdürü**  
**16/05/2014**

**U.Ü. 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 yararlanması 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.**

**16/05/2014**

**Emine AYDIN**

## ÖZET

### BALKABAĞI (*Cucurbita moschata*) UNU KATKISININ BİSKÜVİNİN ANTİOKSIDAN AKTİVİTE ve BESİNSEL KALİTESİNE ETKİLERİ

**Emine AYDIN**

Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN

Bu çalışmada, balkabağından (*Cucurbita moschata*) iki farklı yöntem (Na-metabisülfid (MS) ile ön işlem uygulanmalı ve ön işlemsiz) ve iki farklı kurutma (HK: hava akımında kurutma ve DK: dondurarak kurutma) uygulamasıyla elde edilen balkabağı unlarının (HKBU, DKBU, MS-HKBU ve MS-DKBU) diyet lif, fenolik madde, antioksidan aktivite, antioksidatif ve fenolik biyoalınabilirlik, fenolik asit bileşimi ve fonksiyonel özellikleri belirlenmiştir. Hazırlanan BU örnekleri, bisküvi formülasyonunda %10, 20 ve 30 oranında buğday unu yerine ikame edilmiş ve bisküvi kalitesi ile bileşimi üzerine etkisi araştırılmıştır.

Balkabağı unu örneklerinin diyet lif miktarları, buğday ununa göre oldukça yüksek bulunmuştur. Dondurarak kurutmanın, BU örneklerinde, kırmızılığı koruduğu ve daha parlak portakalimsi kırmızı renk eldesi sağladığı tespit edilmiştir. HKBU örneklerinin çözünürlükleri, DKBU örneklerinden yüksek bulunmuştur. MS uygulaması ise BU örneklerinin çözünürlük değerlerini düşürmüştür. DKBU örnekleri, HKBU örneklerine göre daha yüksek su ve yağ tutma kapasitesine sahiptir. MS uygulamasının ise su ve yağ tutma kapasitesini düşürdüğü görülmektedir. HKBU örneklerinin fenolik madde miktarları, biyoalınabilir fenolik içeriği, antioksidan aktivite ve antioksidatif biyoalınabilirlik değerleri, DKBU örneklerinden yüksek bulunmuştur. MS ön işlem uygulaması ile elde edilen örneklerin fenolik madde içerikleri, antioksidan aktiviteleri ve biyoalınabilirlikleri ise ön işlemsizlere göre yüksek bulunmuştur. BU örneklerinde, baskın fenolik asidin, *p*-hidroksibenzoik asit olduğu görülmektedir. Bunu kafeik, klorojenik ve şiringik asit izlemiştir. HKBU örneklerinin, DKBU örneklerine göre kısmen daha yüksek seviyede fenolik asit içerdiği gözlenmiştir. Ayrıca, MS uygulamalı örneklerin fenolik asit miktarları, ön işlemsizlere göre daha yüksek bulunmuştur.

Balkabağı unu oranının artışına paralel olarak, bisküvilerin diyet lif oranları artarken, karbonhidrat ve enerji değerleri düşmüş, renkleri ise kontrole göre daha portakalimsi kırmızı olmuştur. BU katkılı bisküvilerin yayılma oranları ve sertlik değerleri, kontrole göre düşük çıkmıştır. BU ilavesi, bisküvilerin fenolik madde, antioksidan aktivite ve biyoalınabilirliklerini kontrole göre yükseltmiştir. Bisküvilerde baskın fenolik asitler; kafeik, *p*-hidroksibenzoik, klorojenik ve şiringik asit olmuştur. % 10 ve 20 oranında HKBU ve DKBU katkısı ile üretilen bisküvilerin tüm duyusal analiz parametrelerinden 5 ve üzeri puan aldığı ve kabul edilebilir niteliklere sahip olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak BU'nun, diyet lif miktarını, antioksidan aktiviteyi, fenolik madde içeriğini ve biyoalınabilirliği arttırıcı fonksiyonel bir katkı olarak, başta unlu mamuller olmak üzere, çeşitli gıdalarda kullanılma imkanına sahip olduğu söylenebilir.

**Anahtar kelimeler:** balkabağı, balkabağı unu, bisküvi, antioksidan aktivite, fenolik madde, fenolik asit

**2014, ix+138 sayfa**

## **ABSTRACT**

PhD Thesis

EFFECTS OF PUMPKIN (*Cucurbita moschata*) FLOUR ADDITION ON THE ANTIOXIDANT ACTIVITY AND NUTRITIONAL QUALITY OF COOKIE

**Emine AYDIN**

Uludağ University  
Graduate School of Natural and Applied Science  
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN

In this study; chemical compounds, dietary fiber amounts, phenolic contents, antioxidant activities, bioavailable phenolics, phenolic acid compositions and functional properties of pumpkin flours (PFs) obtained from pumpkin (*Cucurbita moschata*) with two different processes [with Na-metabisulfite (MS) pre-treatment and without pre-treatment] and two different drying methods [oven-drying (OD) and freeze-drying (FD)]. Pumpkin flours (PFs) were used to replace wheat flour in cookie formulation at the levels of 10, 20, 30 % (w/w). Control sample did not contain PFs. The effects of PFs on the quality and composition of cookie were determined.

Dietary fiber contents of PFs were higher than that of the wheat flour. Freeze drying (FD) method protected redness and gave more lightness and deep-orange color to pumpkin flours. Water solubilities of oven dried pumpkin flours (ODPFs) were higher than those of freeze dried pumpkin flours (FDPFs.). Water and oil holding capacities of FDPFs were higher than those of ODPFs. MS pre-treatment decreased solubilities, water and oil holding capacities of PFs. ODPFs showed a much higher phenolic contents, bioavailable phenolics and stronger antioxidant activities than those of FDPFs. MS pre-treatment had a positive effect on antioxidant activities, phenolic contents and bioavailable phenolics. The most abundant phenolic acids were *p*-hydroxybenzoic, followed by caffeic and chlorogenic and syringic acids in all pumpkin flours. Oven-drying and MS pre-treatment caused higher phenolic acid levels than the others.

Dietary fiber contents of cookies increased, carbohydrate amounts and energy values of them decreased as the PFs addition levels increased in cookie formulations. The colours of cookies supplemented with PFs were more deep-orange than that of control. Spread ratios and hardness values of the cookies with PFs were lower than control. PFs additions increased phenolic contents, bioavailable phenolics and antioxidant activities of cookies compared to control. The most abundant phenolic acids of the cookies with PFs were caffeic and *p*-hydroxybenzoic, followed by chlorogenic and syringic acids. The samples with added 10 and 20 % of ODPF and FDPF received acceptable scores from the taste panellists. Thus, PFs appears to be suitable as a functional additive providing increase in dietary fiber content, phenolics, antioxidant activity and bioavailable phenolics of several food products, especially bakery products.

**Key words:** pumpkin, pumpkin flour, cookie, antioxidant activity, phenolics, phenolic acid

**2014, ix+138 pages**

## TEŞEKKÜR

Araştırma konumun seçiminden, son aşamaya gelinceye kadar bana yön vererek, hiçbir zaman desteğini esirgemeyen değerli bilgi ve yardımlarından daima yararlandığım tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN'e,

Tez çalışmalarımda bilgilerinden yararlandığım tez izleme komitesi üyelerim Prof. Dr. İlhan TURGUT ve Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN hocalarıma,

Tezimin analiz aşamalarındaki önemli katkılarından ve yardımlarından dolayı değerli arkadaşlarım Öğr. Gör. Ayşe Neslihan DÜNDAR, Aslı KİLCİ ve Öğr. Gör. Dilek DÜLGER'e,

Her zaman yanımda olan, hiçbir zaman yardım ve dualarını esirgemeyen, varlıkları ile bana güç veren; canım annem Gülhanım AYDIN, canım babam Mahmut AYDIN ve ablalarım Hilal AYDIN ŞENGÜLOĞLU ve Nihal AYDIN'a,

Ayrıca tez çalışmamın her aşamasında büyük bir sabırla yardımlarını benden esirgemeyen ve destek olan kardeşim Merve AYDIN BAKŞI'ya sonsuz teşekkürler...

**Emine AYDIN**

**16/05/2014**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	iii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iv
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR</b> .....	vi
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	viii
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	ix
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. KAYNAK ÖZETİ</b> .....	3
2.1. Balkabağı.....	3
2.1.1. Balkabağının botanik ve morfolojik özellikleri.....	3
2.1.2. Balkabağının bileşimi ve sağlık üzerine etkisi.....	4
2.1.2.1. Diyet lif.....	4
2.1.2.2. $\beta$ -Karoten.....	5
2.1.2.3. Antioksidan aktivite.....	6
2.1.2.4. Fenolik asitler.....	8
2.1.3. Balkabağının kullanım alanları.....	11
2.2. Bisküvi.....	13
2.2.1. Bisküvinin tanımı ve tarihçesi.....	13
2.2.2. Bisküvi çeşitleri.....	14
2.2.3. Bisküvi hammaddeleri.....	15
2.2.3.1. Un.....	15
2.2.3.2. Yağ.....	16
2.2.3.3. Tatlandırıcılar.....	17
2.2.3.4. Kabartıcılar.....	18
2.2.3.5. Su.....	19
2.2.3.6. Aroma maddeleri.....	20
2.2.4. Bisküvi kalite kriterleri.....	20
2.2.5. Bisküvinin zenginleştirilmesi.....	21
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	29
3.1. Materyal.....	29
3.2. Yöntemler.....	29
3.2.1. Balkabağı unu üretimi.....	29
3.2.2. Buğday unu analizleri.....	31
3.2.2.1. Nem miktarı tayini.....	31
3.2.2.2. Kül miktarı tayini.....	31
3.2.2.3. Protein miktarı tayini.....	31
3.2.2.4. Toplam diyet lif.....	31
3.2.2.5. Yaş gluten miktarı tayini.....	31
3.2.2.6. Zeleny sedimentasyon değeri tayini.....	31
3.2.3. Balkabağı unu analizleri.....	31
3.2.3.1. Nem miktarı tayini.....	31
3.2.3.2. Toplam kül miktarı tayini.....	31
3.2.3.3. Ham protein miktarı tayini.....	32
3.2.3.4. Ham yağ miktarı tayini.....	32
3.2.3.5. Toplam diyet lif.....	32



3.2.3.6. Karbonhidrat ve enerji .....	32
3.2.3.7. Fenolik madde ekstraksiyonu.....	32
3.2.3.7.1. Serbest fenolik madde ekstraksiyonu.....	33
3.2.3.7.2. Bağlı fenolik madde ekstraksiyonu.....	33
3.2.3.8. Toplam fenolik madde miktarı tayini.....	33
3.2.3.9. Fenolik bileşikler ve antioksidanların biyoalınabilirliği .....	34
3.2.3.10. Antioksidan aktivite tayini .....	35
3.2.3.10.1. ABTS yöntemi ile antioksidan aktivite tayini.....	35
3.2.3.10.2. CUPRAC yöntemi ile antioksidan aktivite tayini .....	37
3.2.3.10.3. DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite tayini.....	39
3.2.3.10.4. FRAP yöntemi ile antioksidan aktivite tayini .....	40
3.2.3.11. Fenolik asit dağılımının belirlenmesi.....	41
3.2.3.12. Renk analizi.....	43
3.2.3.13. Fonksiyonel özellikler .....	44
3.2.3.13.1. Çözünürlük ve su absorpsiyonu .....	44
3.2.3.13.2. Yağ tutma kapasitesi .....	44
3.2.3.13.3. Emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi .....	44
3.2.4. Bisküvi üretimi.....	45
3.2.5. Bisküvi analizleri .....	48
3.2.5.1. Nem miktarı tayini .....	48
3.2.5.2. Toplam kül miktarı tayini.....	48
3.2.5.3. Ham protein miktarı tayini .....	48
3.2.5.4. Ham yağ miktarı tayini .....	48
3.2.5.5. Toplam diyet lif.....	48
3.2.5.6. Karbonhidrat ve enerji değerinin hesaplanması.....	48
3.2.5.7. Fenolik madde ekstraksiyonu.....	48
3.2.5.8. Toplam fenolik madde miktarı tayini.....	49
3.2.5.9. Fenolik bileşikler ve antioksidanların biyoalınabilirliği .....	49
3.2.5.10. Antioksidan aktivite tayini .....	49
3.2.5.11. Fenolik asit dağılımının belirlenmesi.....	49
3.2.5.12. Renk analizi.....	49
3.2.5.12.1. Yüzey rengi .....	49
3.2.5.12.2. İç renk.....	50
3.2.5.13. Tekstür analizi .....	50
3.2.5.14. Fiziksel analizler .....	50
3.2.5.15. Duyusal analiz.....	51
3.2.6. İstatistiksel değerlendirme .....	51
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	52
4.1. Buğday Unu Bileşimi.....	52
4.2. Balkabağı Unu Bileşimi .....	52
4.2.1. Kimyasal bileşim.....	52
4.2.2. Renk .....	55
4.2.3. Fonksiyonel özellikler.....	57
4.2.3.1. Suda çözünürlük.....	57
4.2.3.2. Su absorpsiyon kapasitesi .....	59
4.2.3.3. Yağ tutma kapasitesi .....	59
4.2.3.4. Emülsiyon oluşturma özellikleri .....	60
4.2.4. Fenolik madde ve biyoalınabilirlik .....	61

4.2.5. Antioksidan aktivite .....	64
4.2.5.1. Balkabağı unu örneklerinin ABTS antioksidan aktiviteleri .....	65
4.2.5.2. Balkabağı unu örneklerinin CUPRAC antioksidan aktiviteleri .....	67
4.2.5.3. Balkabağı unu örneklerinin DPPH antioksidan aktiviteleri .....	67
4.2.5.4. Balkabağı unu örneklerinin FRAP antioksidan aktiviteleri .....	68
4.2.5.5. Balkabağı unu örneklerinin antioksidatif biyoalmabilirlikleri .....	69
4.2.6. Balkabağı unu örneklerinin fenolik asit içeriğı .....	69
4.3. Balkabağı Unu Katkılı Bisküvilerin Özellikleri.....	74
4.3.1. Kimyasal bileşim.....	74
4.3.2. Renk .....	79
4.3.2.1. Yüzey rengi .....	79
4.3.2.2. İç renk.....	84
4.3.3. Fiziksel özellikler .....	86
4.3.3.1. Boyut ve yayılma oranı .....	86
4.3.3.2. Sertlik .....	89
4.3.4. Bisküvilerin fenolik madde içerikleri ve biyoalmabilirlikleri .....	92
4.3.5. Bisküvilerin antioksidan aktiviteleri .....	95
4.3.5.1. Bisküvilerin ABTS antioksidan aktiviteleri .....	95
4.3.5.2. Bisküvilerin CUPRAC antioksidan aktiviteleri .....	97
4.3.5.3. Bisküvilerin DPPH antioksidan aktiviteleri .....	98
4.3.5.3. Bisküvilerin FRAP antioksidan aktiviteleri .....	99
4.3.5.4. Bisküvilerin antioksidatif biyoalmabilirlikleri .....	99
4.3.6. Bisküvilerin fenolik asit içerikleri.....	100
4.3.7. Duyusal özellikler .....	105
5. SONUÇ .....	110
KAYNAKLAR .....	116
ÖZGEÇMİŞ .....	137

## SİMGELER ve KISALTMALAR

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
N	Newton
g	Yerçekimi İvmesi

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
<i>C. moschata</i>	<i>Cucurbita moschata</i>
<i>C. maxima</i>	<i>Cucurbita maxima</i>
<i>C. pepo</i>	<i>Cucurbita pepo</i>
<i>C. mixta</i>	<i>Cucurbita mixta</i>
<i>C. ficifolia</i>	<i>Cucurbita ficifolia</i>
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
AACCI	Approved Methods of American Association of Cereal Chemists International
LSD	Least Significant Difference (En küçük önemli fark)
ABTS	Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite
CUPRAC	Bakır (II) indirgeyici antioksidan kapasite
DPPH	% Serbest radikal yakalama aktivitesi
FRAP	Demir(III) iyonu indirgenmesine dayalı antioksidan gücü
BU	Balkabağı Unu
HK	Hava Akımında Kurutma
DK	Dondurarak Kurutma
MS	Na-metabisülfid ile Ön İşlem Uygulanmış
HKBU	Hava Akımında Kurutulmuş Balkabağı Unu
DKBU	Dondurarak Kurutulmuş Balkabağı Unu
TDL	Toplam Diyet Lif
rpm	Dakikadaki Devir Sayısı
GA	Gallik Asit
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
FAE	Ferulik Asit Eşdeğeri
TPTZ	2,4,6-tripyridyl-s-triazine
dk	Dakika

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.1. Balkabağı ( <i>Cucurbita moschata</i> ) .....	29
Şekil 3.2. Balkabağı unu üretim aşamaları.....	30
Şekil 3.3. Toplam fenolik madde (serbest ve bağlı) kalibrasyon grafiği .....	34
Şekil 3.4. Serbest fenoliklerin ABTS antioksidan aktivitelerine ait troloks kalibrasyon grafiği .....	36
Şekil 3.5. Bağlı fenoliklerin ABTS antioksidan aktivitelerine ait troloks kalibrasyon grafiği .....	37
Şekil 3.6. Serbest ve bağlı fenoliklerinin CUPRAC antioksidan aktivitelerine ait troloks kalibrasyon grafiği .....	38
Şekil 3.7. Serbest ve bağlı fenoliklerin DPPH antioksidan aktivitelerine ait troloks kalibrasyon grafiği .....	39
Şekil 3.8. Serbest ve bağlı fenoliklerin FRAP antioksidan aktivitelerine ait troloks kalibrasyon grafiği .....	41
Şekil 3.9. Balkabağı ununda renk ölçümü .....	43
Şekil 3.10. Bisküvi üretim aşamaları .....	47
Şekil 3.11. Bisküvide renk ölçümü .....	49
Şekil 3.12. Bisküvide tekstür analizi.....	50
Şekil 3.13.a. Bisküvi çap ölçümü.....	51
Şekil 3.13.b. Bisküvi kalınlık ölçümü.....	51
Şekil 4.1. Balkabağı unu örnekleri .....	56
Şekil 4.2. HKBU örneğine ait fenolik asit kromatogramı .....	71
Şekil 4.3. DKBU örneğine ait fenolik asit kromatogramı .....	71
Şekil 4.4. MS-HKBU örneğine ait fenolik asit kromatogramı .....	72
Şekil 4.5. MS-DKBU örneğine ait fenolik asit kromatogramı .....	72
Şekil 4.6. HKBU ilavesi ile üretilen bisküvilerin yüzey rengi.....	81
Şekil 4.7. DKBU ilavesi ile üretilen bisküvilerin yüzey rengi.....	81
Şekil 4.8. MS-HKBU ilavesi ile üretilen bisküvilerin yüzey rengi.....	82
Şekil 4.9. MS-DKBU ilavesi ile üretilen bisküvilerin yüzey rengi.....	82
Şekil 4.10. Bisküvilerin iç renkleri .....	85
Şekil 4.11. Kontrole ait fenolik asit kromatogramı.....	102
Şekil 4.12. % 30 HKBU ilaveli bisküviye ait fenolik asit kromatogramı.....	102
Şekil 4.13. % 30 DKBU ilaveli bisküviye ait fenolik asit kromatogramı.....	103
Şekil 4.14. % 30 MS-HKBU ilaveli bisküviye ait fenolik asit kromatogramı.....	103
Şekil 4.15. % 30 MS-DKBU ilaveli bisküviye ait fenolik asit kromatogramı.....	104

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.1. Fenolik asit standartlarına ait alıkonma zamanları .....	41
Çizelge 3.2. Balkabağı unlarında tespit edilen fenolik aitlerin alıkonma zamanları .....	42
Çizelge 3.3. Bisküvi formülasyonu .....	46
Çizelge 4.1. Buğday unu kimyasal analiz sonuçları .....	52
Çizelge 4.2. Balkabağı unu kimyasal analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.3. Balkabağı unlarının renk değerleri.....	55
Çizelge 4.4. Balkabağı unlarının fonksiyonel özellikleri.....	58
Çizelge 4.5. Balkabağı unu örneklerinin fenolik madde içerikleri .....	62
Çizelge 4.6. Balkabağı unlarının antioksidan aktiviteleri .....	66
Çizelge 4.7. Balkabağı unu örneklerinin antioksidatif biyoalınabilirlik değerleri.....	69
Çizelge 4.8. Balkabağı unlarının fenolik asit içerikleri.....	70
Çizelge 4.9. Bisküvilerin kimyasal bileşimleri .....	76
Çizelge 4.10. Bisküvilerin yüzey rengi değerleri.....	80
Çizelge 4.11. Bisküvi içi renk değerleri.....	85
Çizelge 4.12. Bisküvilerin fiziksel özellikleri.....	87
Çizelge 4.13. Bisküvilerin fenolik madde miktarları .....	93
Çizelge 4.14. Bisküvilerin antioksidan aktiviteleri .....	96
Çizelge 4.15. Bisküvilerin antioksidatif biyoalınabilirlikleri.....	100
Çizelge 4.16. Bisküvilere ait fenolik asit miktarları .....	101
Çizelge 4.17. Bisküvilerin duyusal analiz sonuçları .....	106

## 1. GİRİŞ

Hayat kalitesi ve sağlıklı yaşam üzerine sağlıklı beslenmenin faydalı etkileri, gıda sanayiini bu konuda harekete geçirmiş ve yeni sağlıklı ürün geliştirmeye yönelmesini sağlamıştır. Böylece, diğer besleyici ve doğal materyallere ek olarak, arzulanan fonksiyonel karakteristiklere sahip, yeni kaynakların bulunmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır (Lambo ve ark. 2005).

Balkabağının dünya genelinde *Cucurbita moschata* (balkabağı) ve *Cucurbita maxima* (kestane kabağı) olmak üzere iki tipi yaygındır (Lee ve ark. 2003). Balkabağı, polisakkarit içeriği, çekirdeğindeki yağ oranı, diyet lif, biyoaktif bileşenler (fenolik maddeler ve flavanoidler), mineral maddeler, vitaminler (karoten, vitamin A, tokoferol ve vitamin C) ve amino asitler açısından zengindir (Djutin 1991, Wang ve Zhao 1998, Zhang ve ark. 2000, Wang ve ark. 2002, Crozier 2003). Besinsel değeri nedeni ile balkabağına olan ilgi, son yıllarda giderek artmaktadır (Murkovic ve ark. 2004).

Balkabağının karakteristik sarı-turuncu rengi içerdiği karotenoidlerden, özellikle de  $\beta$ -karoten'den kaynaklanmaktadır (Ziegler 1989, Wu ve Jin 1998). Bu nedenle balkabağının çekici rengi, bileşimine katıldığı gıdaların görünüşünü geliştirebilmektedir (Aziah ve Komathi 2009). Son yıllarda karotenoidlerin insan beslenmesindeki rolü üzerinde artan bir ilgi oluşmuştur (Calvo 2005). Karotenoidlerin gıda sanayiinde besinsel pigment olarak kullanılmalarının yanısıra bunların iyi bir antioksidan aktiviteye sahip oldukları ve hastalıklara karşı koruyucu etkilerinin bulunduğu bilinmektedir (Cooper ve ark. 1999, Bramley 2000). Bu hastalıkların başlıcaları; bazı kanser çeşitleri, UV (Ultra Viyole) ışınlarla bağlı deri hasarları, koroner kalp hastalıkları ve karatakt oluşumudur (Clotault ve ark. 2008).

Balkabağında bulunan proteine bağlı polisakkaritler, serum insulin seviyesini arttırır, kan şekeri seviyesini düşürür ve glikoz toleransını geliştirir. Bu nedenle de balkabağı, antidiyabetik ajan olarak kullanılabilme potansiyeli yüksek bir gıda maddesi olma özelliği taşımaktadır (Chen ve ark. 1994, Xiong ve Cao 2001, Zhang ve ark. 2002, Cai ve ark. 2003, Qanhong ve ark. 2005). Polisakkaritler içinde de diyet lif önemli bir yer tutmaktadır. Son yıllarda özellikle bazı Avrupa ülkelerinde, diyet lif içeriği düşük olan gıdaların tüketimine bağlı olarak, mide-barsak sistemi hastalıkları, kalp-damar

hastalıkları ve diyabet gibi rahatsızlıkların ortaya çıktığı bilinmektedir (Özkaya 1993). Buradan yola çıkılarak yapılan çalışmalar sonucunda, normal ve sağlıklı bir yaşam sürdürebilmek için yeterli düzeyde diyet lif tüketilmesi gerekliliği ortaya konmuş ve Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından bu değer, 25 g/gün olarak belirlenmiştir (Öztürk ve ark. 2002). Ptitchkina ve ark. (1998) yaptıkları bir çalışmada balkabağı tozunun bileşiminde % 40 selüloz, % 4.3 hemiselüloz ve % 4.3 lignin saptamıştır, bunlar diyet lifin ana bileşenlerini oluşturmaktadır.

Son zamanlarda BU, balkabağının işlenmiş ana ürünü olarak dikkat çekmektedir. BU, erişte, ekmek ve kek üretiminde sadece besinsel içeriği zenginleştirmek için değil, aynı zamanda ürün flavorunu geliştirmek için de kullanılmaktadır (Lee ve ark. 2002).

Bu çalışmada, bisküviye BU ilavesi ile fonksiyonel özelliğe sahip yeni bir bisküvi çeşidinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Balkabağından, farklı yöntemlerle üretilen BU, diyet lif ve antioksidan kaynağı olarak, bisküvi formülasyonunda, kısmen buğday unu yerine ikame edilmiştir. BU katkısının, bisküvinin tekstür, sertlik, fiziksel ve duyuşal özellikleri ile diyet lif, toplam fenolik madde, antioksidan kapasite, biyoalınabilirlik ve toplam fenolik madde miktarı gibi fonksiyonel özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETİ

### 2.1. Balkabağı

Balkabağı, *Cucurbitaceae* familyası ve *Cucurbita* cinsine dahil olup; *Cucurbita moschata* (*C. moschata*), *Cucurbita maxima* (*C. maxima*), *Cucurbita pepo* (*C. pepo*), *Cucurbita mixta* (*C. mixta*), *Cucurbita ficifolia* (*C. ficifolia*) olmak üzere birçok türü mevcuttur. Bunlardan üç tanesi; *Cucurbita moschata* Duchesne, *Cucurbita maxima* Duchesne ve *Cucurbita pepo* L. dünya genelinde ekonomik öneme sahip olan, kültürü yapılan ve yüksek bir üretim hacmine sahip türlerdir (Whitaker ve Davis 1962, Taylor ve Brant 2002).

*C. moschata*'nın kökeni üzerine yapılan çalışmalarda, balkabağının M.Ö 3400'de Meksika'nın batısında yetiştirildiği ve daha sonra ABD'nin güneybatısına doğru (M.Ö. 900) yayılma gösterdiği bildirilmiştir (Decker-Walters ve Walters 2000). Balkabağı, tropikal ve subtropikal bölgelerde yetiştirilen, meyvesindeki besinsel değeri, düşük polisakkarit içeriği ve enerji değeri ile ve ayrıca tohumundaki düşük yağ içeriğinden dolayı gün geçtikçe artan bir ilgi görmektedir (Evageliolu ve ark. 2005, Jun ve ark. 2006, Caili ve ark. 2007, Aziah ve Komathi 2009, Gliemmo ve ark. 2009). Ülkemizin sahip olduğu iklimsel çeşitlilik, balkabağı türlerinin birçoğunun ülkemizde sorunsuz olarak yetiştirilmesine olanak sağlamaktadır. Anadolu, balkabağı için ikincil gen merkezi konumundadır ve geniş bir varyasyonu barındırmaktadır (Şensoy ve ark. 2007).

Ülkemizin kışlık balkabağı üretimi, 95 076 tondur. Ülkemizde yetiştirilen balkabağı ve kestane kabağı arasındaki genetik farklılıklar, hem üretici hem de iştirakçiler tarafından tam olarak ayırt edilemediğinden, mevcut verilerde kestane kabağı üretim miktarı da balkabağı üretim değerleri içinde yer almaktadır (Anonim 2013a).

#### 2.1.1. Balkabağının botanik ve morfolojik özellikleri

*Cucurbita* popülasyonları içerisinde fenotipik çeşitlilik oldukça fazladır. Çeşitliliği ortaya çıkaran varyasyonlar da, daha çok meyvenin şekli, rengi, et kalınlığı, meyve eti rengi, meyve büyüklüğü, tohum iriliği ve tohum sayısı gibi özelliklerden kaynaklanmaktadır (Whitaker ve Robinson 1986).



*C. moschata* tropikal iklime sahip nemli bölgelerde yetişir. İyi sulanmış, kumlu ve nemli toprakları sever. Çiçeklenme döneminde, kuraklık ve ayaza karşı dirençlidir. Bazı dirençli türleri, 2200 m yükseklikte de yetişebilmektedir (Lira ve Montes 1992). Meyve, farklı boyut ve formlarda olabilir. Kabuğu düz veya yuvarlatılmış yiv şeklinde, nadiren de genişletilmiş ve taneciklidir. Kabuk farklı kalınlıkta olabilir, fakat her zaman pürüzsüz ve sağlamdır. Meyve eti; parlak turuncudan yeşilimsiye, komple beyaz ve kahverengi olabilir. Çok tatlı, pürüzsüz ve genellikle lifsizdir. Tohumları oval-eliptik olabilir ve tohum rengi sarımtırak beyazdır (Lira ve Montes 1992).

Fang (2008), balkabaklarının kabuk renginin; yeşil, beyaz, mavi-yeşil, sarı, turuncu veya kırmızıya kadar, türe bağlı olarak, değişen renklerde olabileceğini bildirmiştir.

Montes ve ark. (2004), *C. moschata*'nın farklı şekil, renk, boyut, tohum tipi ve tohum renginde olabileceğini belirtmişlerdir. Balkabağı meyvesinin şekil ve boyutundaki büyük çeşitlilikten dolayı bunların ağırlığının ortalama 8-10 kg arasında, hatta bazen 20 kg'a kadar dalgalanmalar gösterebileceği bildirilmiştir (Seshadri 1989).

### **2.1.2. Balkabağının bileşimi ve sağlık üzerine etkisi**

Meyve ve sebze tüketiminin sağlığı geliştirici etkilerinin yanında, doğrudan ya da dolaylı olarak, birçok kronik hastalık riskini de azalttığı gözlenmiştir (Boeing ve ark. 2012).

Jun ve ark. (2006), *C. moschata* Duch.'nin yüksek miktarda pektin, vitamin, mineral, antioksidan etkiye sahip  $\beta$ -karoten, fenolik bileşenler ve terpenoitler gibi insan sağlığına faydalı biyoaktif maddeleri içerdiğini bildirmişlerdir.

#### **2.1.2.1. Diyet lif**

Balkabağı; hemiselüloz, selüloz ve lignin (çözünmeyen diyet lif) içermektedir ki bunlar diyet lifin ana bileşenlerini oluşturmaktadır (Ptitchkina ve ark. 1998). Saura-Calixto ve ark. (2000), balkabağının diyet lif içeriğinin muz, patates, elma ve portakaldan daha yüksek seviyede olduğunu belirlemişlerdir (Aziah ve Komathi 2009).

Diyet lif, insan ince bağırsağında sindirilmeyen buna karşılık kalın bağırsakta tamamen veya kısmen fermente olabilen, bitkilerin yenilebilir kısımlarıdır (Özkaya 1993, Baysal 2004, Ekici ve Ercoşkun 2007). Normal ve sağlıklı bir yaşam sürdürebilmek için yeterli düzeyde diyet lif tüketilmesi gerekliliği ortaya konmuş ve Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından bu değer, 25 g/gün olarak belirlenmiştir (Öztürk ve ark. 2002).

Diyet lifin serum kolesterol konsantrasyonunu düşürücü etkisi tespit edilmiştir. Özellikle, suda çözünür lifler (pektin, guar gum ve  $\beta$ -glukan) yüksek kan kolesterol seviyesinin düşürülmesinde etkili olan lif çeşitleridir (Özkaya 1993, Sürücüoğlu 2003).

Caili ve ark. (2006) balkabağı tozunun serum kolesterolü ve trigliseriti düşürdüğünü ve balkabağında bulunan polisakkaritlerin, hipolipidemik aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Balkabağı, yapısındaki proteine bağlı polisakkaritlerden (diyet lif) dolayı, düşük glisemik indekse sahiptir. Bu sayede serum insulin seviyesini arttırmakta, kan şekeri seviyesini düşürmekte ve glikoz toleransını geliştirmektedir. Bu nedenle balkabağının, antidiyabetik ajan olarak kullanılabilme potansiyeli yüksektir (Chen ve ark. 1994, Xiong ve Cao 2001, Zhang ve ark. 2002, Cai ve ark. 2003, Qanhong ve ark. 2005).

#### **2.1.2.2. $\beta$ -Karoten**

Balkabağında sarı veya turuncu renk pigmenti  $\beta$ -karoten yüksek oranda bulunur.  $\beta$ -karoten ayrıca A vitamini kaynağıdır (El-Demery 2011). Balkabağında bulunan  $\beta$ -karoten, vücutta A vitaminine dönüştürülür ve antioksidan özellikleri nedeniyle de yetişkinlerin hayatında, kronik hastalıkların önlenmesinde kritik rol oynamaktadır (Blumberg 1995). *C. moschata*, A vitamininin önemli bir kaynağıdır (20±4 mg/g) (González ve ark. 2001). Balkabağında  $\beta$ -karoten dışında, lutein gibi besinsel olarak önemli olan karotenoidler de yüksek miktarda bulunmaktadır (Toshiro ve ark. 1986, González ve ark. 2001, Lee ve ark. 2002, Jun ve ark. 2006, Noseworthy ve Loy 2008, Rodriguez-Amaya ve ark. 2008, Aziah ve Komathi 2009). Yapılmış birçok epidemiyolojik çalışma, karotenoidlerce zengin olan diyetin, karaciğer kanseri, akciğer ve kardiovasküler hastalıklar, damar tıkanıklığı, katarakt ve yaşa bağlı makula dejenerasyonu gibi hastalıkların riskini azalttığını ve koruyucu etkiye sahip olduğunu

kanıtlamaktadır (González ve ark. 2001, Rodriguez-Amaya 2008, Cranganu ve Camporeale 2009, Agte ve Tarwadi 2010, Glauert ve ark. 2010).

$\beta$ -karoten, kimyasal yapısı ve biyolojik membranlarla etkileşimi nedeniyle, potansiyel antioksidan etkiye sahip olup (Riccioni 2009), serbest radikal tutucular olarak davranmakta ve bu nedenle de kanserden korunmada önemli rol oynamaktadır (Lee ve ark. 2002).

### **2.1.2.3. Antioksidan aktivite**

Vücuda dışarıdan gıdalarla alınan antioksidanların, oksidatif stres sonucu meydana gelen hastalıkları önlemedeki olumlu etkisi nedeniyle, son yıllarda antioksidanlara artan oranda bir ilgi olduğu gözlenmiştir (Frankel ve Meyer 2000). Özellikle kansere ve diyetteki serbest radikallerin risklerine karşı artan bilinç, tüketicilerin antioksidanla takviye edilen gıdalara olan ilgisini artırmıştır (Abdel-Samie ve ark. 2010).

Oksijen insan yaşamı için gerekli olmasına rağmen, normal metabolizma sırasında üretilen bazı reaktif oksijen türleri vücuda zarar verme potansiyeline sahiptir (Diplock 1998). Antioksidanlar bu oksidatif hasarı önlediğinden, diyetle artan alım da, kronik hastalık risklerini azaltmaktadır (Stanner ve ark. 2004).

Fenolik bileşikler; serbest radikal temizleyici, hidrolitik ve oksidatif enzimleri inhibe edici ve anti-inflamatuvar etkiye sahip olan sağlığa faydalı birçok özelliği ile bilinmektedir (Wootton-Beard ve ark. 2011). Dolayısıyla fenolik bileşikler, antioksidan ve antiradikal özellikleri yüksek olan bileşiklerdir (Lu ve Foo 2001, Murty ve ark. 2002) ve özellikle kalp hastalıkları, hipertansiyon ve yaşa bağlı hastalıklarda etkilidirler (Wootton-Beard ve ark. 2011).

Antioksidatif etkileri nedeniyle de fenolik bileşikler, potansiyel besleyici özelliklere sahiptirler (Peterson 2001, Matilla ve ark. 2005). Fenolik bileşiklerin sahip olduğu bu antioksidan aktivite; serbest radikallere bağlanma, metal çelatları oluşturma, LDL oksidasyonunu önleme, lipid peroksidasyonunu inhibe etme ve protein bağlama gibi çeşitli mekanizmalardan kaynaklanmaktadır (Laranjinha ve ark. 1994, Silva ve ark. 2000, Amorati ve ark. 2006, Cheng ve ark. 2007, Srinivasan ve ark. 2007, Wu ve ark. 2007). Serbest radikaller birçok şekilde veya birçok faktörün etkisiyle, insan vücudunda

sürekli meydana gelebilmektedirler; bunlar, yaşamsal faaliyetler, solunum, enzim reaksiyonları, otooksidasyon reaksiyonları, sigara dumanı, hava kirliliği, UV ışınları ve iyonize radyasyon gibi çeşitli çevresel faktörlerdir (Young ve Woodside 2001, Serteser ve Gök 2003). Gıdalardaki antioksidanlar, okside olabilen substratlara oranla düşük konsantrasyonlarda bulunan ve substratların oksidasyonunu önleyen veya geciktiren maddelerdir (Becker ve ark. 2004). Dışarıdan gıdalarla alınan antioksidanlarının oksidatif stresle ilgili hastalıkları önlemedeki pozitif rolü nedeniyle, antioksidanlar son yıllarda giderek yükselen bir ilgi görmektedir (Frankel ve Meyer 2000).

Besinsel antioksidanlar askorbat, tokoferol, karotenoidler ve biyoaktif bitki fenollerini içermektedir (Dimitros 2006). Araştırmalar meyve ve sebzelerin fenolik bileşenler ve antioksidan aktivite bakımından zengin bir kaynak olduğunu göstermektedir (Kumar-Reddy ve ark. 2010). Fenolik bileşikler, meyve ve sebzelerin kendilerine özgü buruk tadını verirler (Aydınlık 2012). Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler, insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katkıları, antimikrobiyal ve antioksidatif etkileri, fenoloksidaz enzimlerinin etkisiyle enzimatik renk esmerleşmelerine neden olmaları ve çeşitli gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi çeşitli yönlerden önem taşımaktadır (Anonim 2006).

Balkabağı (*C. moschata*), önemli bir antioksidan etkiye sahip olan  $\beta$ -karoten'in iyi bir kaynağıdır (Fransworth ve Bunyapraphatsara 1992, González ve ark. 2001). Jun ve ark. (2006) *C. moschata* Duch.'in, fenolik bileşenler ve terpenoitler gibi insan sağlığına faydalı biyoaktif maddelerce de zengin olduğunu bildirmişlerdir. Balkabağı, fonksiyonel gıda olarak sıklıkla kullanılan bir sebze olup (Caili ve ark. 2006, Saganuwan 2009), içerdiği alkaloidler, fenolik bileşenler ve flavanoidler sayesinde, iltihaplanma önleyici, anti-kanserojen, antioksidan (Adams ve ark. 2011), antitimör, antibakteriyel, parazit önleyici, kolesterol önleyici, tansiyon önleyici ve ağrı kesici özellik göstermektedir (Caili ve ark. 2006).

Gıda bileşenlerinin doğası gereği biyolojik etkiler ortaya koyabilmesi için, biyoalınabilir olması gerektiği açıktır. Polifenoller için biyoalınabilirlik, sistemik dolaşımdaki doz fraksiyonunu sağlamaktır (Landete 2012). Fenolik bileşenlerin biyoalınabilirlikleri; kimyasal yapılarına, metabolize edilme şekillerine ve biyolojik

aktivitelerine göre değişmektedir (Singh ve ark. 2008). Sağlık üzerine etkili olabilmesi için *in vivo* ortamda biyoalınabilirliğin artışı, son derece önemlidir. Bu bakımdan, biyoalınabilirliği arttırmak amacıyla sayısız çalışma yapılmıştır (Thilakarathna ve Rupasinghe 2013). Bir biyoaktifin biyoalınabilirliğini geliştirmek için, biyoaktif bileşenlerin metabolizmasının anlaşılması gerekmektedir. Bazı metabolik işlev prosesleri, biyoalınabilirliğin geliştirilmesi ile ilgilidir. Bu metabolik işlevler; bağırsak absorpsiyonunu arttırmak (Shen ve ark. 2011), metabolik stabiliteyi geliştirmek (Walle 2007, Cao ve ark. 2013) ve kalın bağırsaktan ince bağırsağa doğru absorpsiyon bölgesini değiştirmek olarak sayılabilir (Nielsen ve ark. 2006).

#### **2.1.2.4. Fenolik asitler**

Fenolik asitler; hidroksisinnamik asit ve hidroksibenzoik asit olmak üzere iki gruba ayrılır (Özdemir ve ark. 2004). *p*-kumarik, kafeik, ferulik ve sinapik asidi içeren hidroksisinnamik asit türevleri, sıklıkla hidroksi karboksilik asit ya da D-glikoz ile basit esterler haline bulunurlar. Bunun tersine, *p*-hidroksibenzoik, vanilik, gallik, şiringik ve elagik asidi içeren hidroksibenzoik asit sınıfı, temel olarak glikozit formunda bulunmaktadır. Bunun da ötesinde, fenolik asitler, bitkisel ürünlerde, flavonoidler, alkoller, hidroksi yağ asitleri ve steroller gibi diğer doğal bileşenlerle konjuge olmuş esterler ya da glikozitler halinde bulunmaktadır (Herrmann 1989). Hidroksisinnamik asitler, antioksidan aktivite de dahil olmak üzere çeşitli farmakolojik ve biyolojik aktivitelerinden dolayı dikkat çekmektedir. *p*-kumarik, kafeik ve ferulik asit, insan sağlığı üzerine bir çok yararlı etkiye sahiptir. Bunlardan en önemlileri, kardiyovasküler hastalıklar ve kanser gibi çeşitli dejeneratif patolojilerin önlenmesidir (Jiang ve ark. 2005, Bendini ve ark. 2007). En güçlü antioksidan aktiviteye sahip olan kafeik asit iken, bunu ferulik ve *p*-kumarik asit izlemektedir (Gumul ve Korus 2006, Cheng ve ark. 2007, Kadoma ve Fujisava 2008).

Kafeik asit en bol bulunan hidroksisinnamik asitlerdendir (Shahidi ve Naczki 1995). Daha çok meyvelerde, tahıllarda ve diyet takviyelerinde bulunur. Kafeik asitin antioksidan etkisi 3 şekilde oluşmaktadır. Bunlar; yağ oksidasyonu karşıtı, radikal temizleyici, LDL'nin antioksidasyonudur (Chedea ve ark. 2012). Kafeik asit, immunoregulasyon hastalıklarına, astım ve alerjik reaksiyonlara karşı koruyucudur (Koshihara ve ark.

1984). Kafeik asitin; iltihaplanma, kardiyovasküler hastalıklar ve kanser gibi kronik hastalıkların riskini azalttığı da bildirilmiştir (Park 2009).

Ferulik asidin potansiyel sağlık faydaları, antioksidan aktivitesi ile ilişkilidir. Ferulik asit; antioksidan, antimikrobiyel, antiinflamatuvar, antitrombosis ve antikanser aktivitelerine sahip en önemli fenolik asittir (Ou ve Kwok 2004). İltihaplanma, diyabet, kanser, yaşlanma ve diğer bozukluklar üzerine olumlu etkiye sahip olan ferulik asit (Graf 1992, Ou ve Kwok 2004, Srinivasan ve ark. 2007), öncelikle anahtar proteinlerin oksidasyonunu ve nöron hasarını önlerken (Kanski ve ark. 2002), yağ oksidasyonunu inhibe ederek de hücreleri oksidatif hasarlardan korumaktadır (Keren ve ark. 2003). Ayrıca ferulik asidin, oksidatif stresin neden olduğu Alzheimer hastalığı gibi sinir sistemi bozukluklarına karşı etkili bir antioksidan olduğu da bildirilmiştir (Kanski ve ark. 2002). Bu özelliklerinden dolayı, gün geçtikçe daha çok dikkat çekmekte ve gıda, sağlık, kozmetik ve ilaç sanayindeki uygulamaları yaygınlaşmaktadır (Kroon ve Williamson 1999).

Gallik asit de iyi bilinen bir doğal fenolik antioksidandır (Bozic ve ark. 2012). Gallik asit, süperoksit ve hidroksil radikallerini temizleyen güçlü bir antioksidan aktiviteye sahiptir. Bu antioksidan aktivite sayesinde, insan hücrelerini veya bitki dokularını oksidatif strese karşı korur (Manach ve ark. 2005). Gallik asit, bitkilerde bol bulunan biyolojik olarak aktif bir bileşendir (Nicolescu ve ark. 2013).

Bir diğer fenolik asit, klorojenik asittir. Klorojenik asitin antioksidan aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir (López-Giraldo ve ark. 2009, Mullen ve ark. 2011). Klorojenik asidin invitro ortamda LDL oksidasyonunu inhibe eden (Laranjinha ve ark. 1994, Nardini ve ark. 1995) bir fenolik asit olduğu (Feng ve ark. 2005) ve bu nedenle de kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu olabileceği bildirilmiştir (Camarasa ve ark. 1988). Bundan başka, klorojenik asitin invitro ortamda DNA hasarını inhibe ettiği de bildirilmiştir (Shibata ve ark. 1999, Kasai ve ark. 2000). İnsanlarda klorojenik asitin invivo emilimine ilişkin bilgiler, sağlık etkilerini değerlendirmek açısından önemlidir. Çünkü emilen klorojenik asit, kan dolaşımına girerek biyolojik etkilere neden olabilmektedir. Ayrıca klorojenik asitin emilemeyen fraksiyonları da kolon içinde biyolojik etkiler göstermektedir (Castelluccio ve ark. 1995, Rice ve ark. 1996). Kahve,

klorojenik asitin ana kaynağıdır. Bunun dışında klorojenik asitin bulunduğu diğer besinsel kaynaklar; elma, armut, kiraz, enginar, patlıcan (Clifford 1999) ve erikdir (Kim ve ark. 2003). Klorojenik asitin antikanserojenik etkisinin (Gordon ve Wishart 2010) yanı sıra antimutajenik, antiviral (Wang ve ark. 2009), hücrel savunmayı artırıcı (Tang ve Liu 2008), hipoglisemik, karaciğer ve bağışıklık sistemini koruyucu (Perrone ve ark. 2008) etkileri de bulunmaktadır. Klorojenik asit, ayrıca sürekli anksiyete ve durum anksiyetesine karşı anksiyotik (kaygı giderici) aktivitesinden dolayı da dikkat çekmektedir (Perrone ve ark. 2008).

Fenolik bileşik grubu içinde *p*-hidroksibenzoik asit en basit olanıdır (Hu 2010). Antioksidan, antimikrobiyal ve antiviral aktivitelere sahiptir. DNA hasarı ve hücre ölümüne karşı önemli bir engelleyicidir (Tian 2012). *p*-hidroksibenzoik asit, antiinflamatuvar etki göstermektedir (Choudhary 2009). Gıda, ilaç, kozmetik ve polimer sanayiindeki kullanımı nedeniyle dikkat çekmektedir (Sircar 2007).

*p*-kumarik asit antioksidan özellik göstermektedir. Elma, armut, fasulye, patates, domates ve çay gibi bitkisel ürünlerde bulunmaktadır (Castelluccio ve ark. 1995, Castelluccio ve ark. 1996). Reaktif oksijen türlerini tutucu ve LDL oksidasyonunu düşürücü etkiye sahiptir (Zang 2000).

Sinapik asit meyve, sebze, tahıllar, yağlık tohumlar, bazı baharat ve tıbbi bitkilerde bulunmaktadır (Wang ve ark. 2007). Antimikrobiyal (Barber ve ark. 2000), antiinflamatuvar (Yun ve ark. 2008), antikanser (Hudson ve ark. 2000), anti-anksiyete aktivitesi (Yoon ve ark. 2007) göstermektedir. Sinapik asit ve türevleri; gıda, kozmetik ve ilaç sanayiinde potansiyel bir koruyucu olarak kullanılmaktadır (Thiyam ve ark. 2006).

Şiringik asit bir çok gıdanın bileşiminde ve bitkilerde bulunan ana fenolik bileşiktir. Ispanak, zeytin, ceviz, hurma, baharat ve balkabağında bulunur (Gil ve ark. 1998, Neveu ve ark. 2010). Ayrıca buğday, arpa, mısır, darı, yulaf, pirinç ve çavdarda bol miktarda bulunmaktadır (Kim ve ark. 2006). Antibakteriyel, antifungal (Lanoue ve ark. 2010) ve antikanser (Kampa ve ark. 2004) özellik göstermektedir. Şiringik asit ayrıca lösemi hücrelerinin çoğalmasını da azaltmaktadır (Zambonin ve ark. 2012).

*C. moschata*, *C. maxima* ve *C. pepo* gibi balkabağı çeşitlerinin fenolik asit bileşimleri ile ilgili çok az sayıda araştırmaya ulaşılabilmektedir. Schmidlein ve Herrmann (1975), balkabağı kabuğunda az miktarda vanilik, *p*-kumarik ve sinapik asit tespit etmişlerdir. Dragovic-Uzelac ve ark. (2005) yaptıkları bir çalışmada, balkabağı çeşitlerinde klorojenik ve şiringik asiti ana fenolik asit olarak tespit ederken, sadece *C. moschata* cv. *Argenta* çeşidinde az miktarda *p*-kumarik asit saptamışlardır.

### **2.1.3. Balkabağının kullanım alanları**

Sağlıklı beslenmenin, hayat kalitesi ve sağlıklı yaşam üzerine faydalı etkileri, gıda sanayini bu konuda harekete geçirmiş ve yeni sağlıklı ürün geliştirmeye yönelmesini sağlamıştır. Böylece, diğer besleyici ve doğal materyallere ek olarak arzulanan fonksiyonel karakteristiklere sahip yeni kaynakların bulunmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır (Lambo ve ark. 2005).

Meyve ve sebzelerde bulunan birçok biyoaktif bileşenin sağlık üzerine faydalı olduğuna inanılmaktadır (Thilakarathna ve Rupasinghe 2013). Balkabağı da bunlardan biridir ve karoten, pektin, mineral madde, vitamin, fenolik bileşenler ile terpenoidler gibi biyoaktif maddeler içerdiğinden, birçok gıdanın üretiminde fonksiyonel bir katkı olarak kullanılma potansiyeline sahiptir (Jun ve ark. 2006).

Balkabağı taze veya pişirilmiş olarak ayrıca dondurulmuş veya konserve edilmiş halde çeşitli biçimlerde tüketilebilmektedir (Figueredo ve ark. 2000). Balkabağı; tatlı, reçel ve marmelat yapımında (Egbekun ve ark. 1998) ve çeşitli gıdalarda da flavor geliştirici olarak da kullanılabilir (Lee ve ark. 2002).

Balkabağından, yüksek kabul edilebilir flavoru, tatlılığı ve koyu sarı-turuncu renginden dolayı BU üretilmektedir (Fang 2008). BU; erişte, kek (Que ve ark. 2008), ekmek, tart (Doymaz 2007, Pinho ve ark. 2011), makarna gibi unlu mamüllerde özellikle  $\beta$ -karoten kaynağı (Pongjanta ve ark. 2006) ve doğal renklendirici (sarı renk kaynağı) olma özelliğinden dolayı kullanılabilir potansiyeline sahiptir (Ptitchkina ve ark. 1998). Bunun yanı sıra çorba, sos, baharat bileşimleri ve un mikslarında doğal renk ajanı olarak tercih edilmektedir (Djutin 1991). İçecek, bebek maması ve dondurma yapımında da kullanılmaktadır (Hassan 2005, Fang 2008).



Aguilar-Gutiérrez ve ark. (2006), kurutulmuş *C. moschata* Duch. dilimlerinin su absorpsiyon indeksi, büzüşme indeksi ve renk gibi bazı fizikokimyasal ve kalite parametrelerini incelemişlerdir. Bu çalışmada balkabakları 3 farklı kalınlıkta (4, 6 ve 8 mm) dilimlenmiş ve 3 farklı kurutma sıcaklığı (60, 72 ve 84°C) uygulanmıştır. Sonuçta kalınlığın sıcaklık uygulamasına göre parametreler üzerinde daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca kurutulmuş *C. moschata* Duch.'in atıştırmalık gıda olarak tüketilebileceğini bildirmişlerdir.

Provesi ve ark. (2012) farklı balkabağı çeşitlerinden ticari sterilizasyon yöntemi ile (*C. moschata* ve *C. maxima*) püre elde etmiş ve bunların yoğurt, dondurma, salam ve diğer gıda ürünlerinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Mastromatteo ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada BU'nu, buğday unu ile ikame ederek bunun ekmeğın kalitesi, fonksiyonel ve duysal özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. BU'nun verdiği tatlı lezzeti ve düşük somun hacmini, ekmeğın kabul edilebilirliğinde, ayırıcı bir özellik olarak bildirmişlerdir.

Türksoy ve Özkaya (2011) çalışmalarında balkabağı posası unu ilavesi ile bisküvi üretmişler ve bisküvinin kimyasal, fiziksel, tekstürel ve duysal özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Sonuçta balkabağı posası ununun bisküvilerde fonksiyonel bileşen olarak kullanılabileceğini ve bisküvilerin besinsel özelliklerini geliştirdiğini tespit etmişlerdir.

Rakcejeva ve ark. (2011) çalışmalarında kurutulmuş balkabaklarının beyaz ekmeğın üretiminde kullanımını araştırmışlar ve ekmeğınlerin, kontrol ekmeğınlerine göre karotenoid ve indirgen şeker miktarı açısından daha zengin olduğunu tespit etmişlerdir.

Polat (2007) buğday ununa % 0, 1, 2, 3 ve 4 oranında balkabağı tozu ikame ederek bundan ekmeğın üretmiş ve elde edilen ekmeğınlerde hacim değişimi olmaksızın, balkabağı tozu katkısının ekmeğınlerin daha sıkı yapılı olmasına neden olduğunu saptamıştır. Ayrıca balkabağı tozu ilavesinin ekmeğınin bayatlaması üzerine etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada ekmeğın içinin renk analizi sonucunda balkabağı tozu oranının artışına bağılı olarak  $L^*$  değerinde azalma,  $a^*$  değerinde ise artış olduğu tespit edilmiştir.

Pongjanta ve ark. (2006) çalışmalarında % 10, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında BU ilavesi ile sandviç ekmeği, tatlı ekmek, kek ve bisküvi üretmişlerdir. Optimum BU oranının, kek üretimi için % 20, sandviç ekmeği, tatlı ekmek ve bisküvi için % 10 olduğunu tespit etmişlerdir.

Lee ve ark. (2002) kızartılmış instant erişteye farklı oranlarda (% 0, 2.5, 5.0 ve 10) balkabağı tozu ilave ederek,  $\beta$ -karoten içeriği, hamurun fiziksel özellikleri, renk, pişme kalitesi ve duyuşsal özellikler üzerine etkisini incelemişlerdir. Buna göre, % 5 balkabağı tozu içeren eriştelerin görünüş, tat, tekstür ve kabul edilebilirliği daha iyi bulunmuştur.

Bunların dışında balkabağından; marmelat (Egbekun ve ark. 1998), reçel (Danilchenko ve ark. 2000), ketçap (Sharma ve Kumar 1995), köfte (Teotia ve ark. 2004) ve helva (Premavalli ve ark. 1991) üretimi gerçekleştirilmiştir.

## **2.2. Bisküvi**

### **2.2.1. Bisküvinin tanımı ve tarihçesi**

Bisküvi; yumuşak buğday unundan üretilmekte olan bir ürün olup (Claughton ve Pearce 1989); un, kabartıcı madde, şeker ve/veya şeker şurupları, yağ (shortening), emülgatör, aroma maddeleri (vanilya gibi) ve gerektiğinde süt, süt tozu, peynir altı suyu tozu, meyve kurusu, damla çikolata gibi yenebilen maddelerin içilebilir nitelikte su ile yoğrulması, şekil verilip, bir süre dinlendirilmesi ve pişirilmesi sonucu hazırlanan bir gıda maddesidir. Bisküvi, yüksek oranda şeker ve shortening, nisbeten düşük oranda da su içeren bir üründür (Anonim 1986, Hosenev 1998).

Ülkemizde “bisküvi” kelimesiyle tanımlanan bu ürün, Avrupa ülkelerinde ve İngiltere’de de “biscuit” terimiyle ifade edilmektedir. Ancak bazı ülkelerde “cookie” kelimesi kullanılmaktadır. ABD’de ise bu ürün, “cookie” kelimesi ile tanımlanırken, “biscuit” kelimesi ise kimyasal olarak kabartılmış ekmekler için kullanılmaktadır. Bu ürünler sadece formülleriyle değil, üretim yöntemleriyle de bisküvilerden ayrılmaktadır. Ayrıca bu ürünlerin tanımı, bisküvi tanımıyla uyuşmamakta ancak, başka hiçbir kategoriye girmediği için bisküvi grubunda incelenmektedir (Hosenev 1998).

Tüketime hazır atıştırmalık gıdalar arasında bisküvi sayısız cazip özelliğe sahiptir (Tsen ve ark. 1973, Akubor 2003, Hooda ve Jood 2005). Bu nedenle de bisküvi hemen hemen her toplumda en çok tüketilen unlu mamüllerden biridir. Bunun temel nedeni, hazır gıda maddesi olması, besin kalitesinin iyi olması, doyurucu ve ucuz olmasıdır (Sudha ve ark. 2007). Bisküvi, bayatlamadan uzun süre saklanabilmesi, tüketiciye hoş ve değişik lezzetlerde sunulabilmesi nedeniyle, öğün dışı beslenmede önemli yer tutmaktadır (Ünal 1991). Ayrıca bisküvinin uzun raf ömrü, büyük ölçekli üretim ve dağıtıma da olanak sağlamaktadır (Claughton ve Pearce 1989).

Türkiye’de bisküvi sanayi son yıllarda gelişme göstermiştir. Tüketime sunulan çeşit fazlalığının yanında, özellikle modern teknoloji ve bilimsel yöntemler uygulayan belirli firmalarda kalite düzeyinin yükseltilmesi sonucu aranan bir gıda maddesi halini almıştır (Ünal 1991). Ülkemizde 2005 yılı verilerine göre, yılda 580 bin ton bisküvi üretimi üretilmekteyken, Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, 2011 yılı itibariyle Türkiye’de toplam yaklaşık 605 028 ton bisküvi üretimi gerçekleştirilmiştir (Anonim 2013b).

### **2.2.2. Bisküvi çeşitleri**

Bisküvi üretiminde üç tip hamur kullanılmaktadır. Bunlar; rotatif (döner-kalıp) hamur, keski hamuru ve tel kesme hamurudur (Hoseney 1998).

*Rotatif hamur*; yüksek miktarda şeker ve shortening, çok az miktarda su (undan gelen nem de dahil olmak üzere un ağırlığı üzerinden % 20’nin altında) içermektedir. Bu tip hamurda, hamura nem ve yumuşaklık veren maddelerin sınırlı tutulması gerekmektedir. Rotatif hamurlar ufalanan, topaklı ve sert yapıda olup, hemen hemen hiç elastikiyet göstermemektedir. Bu tip hamurda yoğurma sırasında, gluten yapısının gelişmemesi gerekmektedir. Hamurun kohesif yapısı, kullanılan plastik yapıllı shorteninglerden kaynaklanmaktadır. Bu hamurlar, döner kalıp ile şekillendirilir. Hamur; valsine içine oyulmuş kalıp gözleri bulunan döner kalıp silindire gelir, tıkcı silindir yardımıyla, kalıp silindirin oyuk kalıp gözlerine dolar ve şekil alır. Birbirine ters yönde dönen tıkcı silindir ve kalıp silindir arasında yer alan bıçak, kalıbı sıyırır ve göze dolan hamurların arka kısımlarını düzeltir. Kalıp silindirin tam altında yer alan kauçuk silindirin baskısı ile şekillenmiş hamur, kalıp silindir dönerken taşıyıcı banda dökülür. Bu tip

hamurlardan üretilen bisküviler, düşük su içerikleri nedeniyle pişme sırasında yayılma göstermezler (Ünal 1991, Hosaney 1998), içyapıları sıkı ve yüzeyleri incedir (Ünal 1991).

*Keski hamuru*; rotatif hamura göre daha fazla su, daha az şeker ve yağ içermektedir. Bu sistemde hamur yaprak haline getirildiği için gluten gelişmekte ve gluten gelişimi bisküvinin pişirilmesi sırasında yayılma ve deformasyonu önlemektedir. Keski hamurunu hazırlarken amaç, hamur kütlelerinde delik oluşturmadan kenarları düzgün ve uygun genişlikte belli bir kalınlıkta yaprak elde etmektir. Elastiki yapıdaki hamur, besleme haznesine alınır ve valsler hamuru, inceltici silindirlere besler. Kademeli olarak 2-3 defa inceltici silindirden geçtikten sonra, yaprakların kalınlığı 10 mm'den 2-4 mm'ye kadar düşer. Yaprak haline gelmiş hamurun üzerinden en son olarak silindir şeklindeki bisküvi kalıpları geçer (üzerinde bisküvi şekline özgü oyukları olan) ve hamuru şekilli olarak keser (Ünal 1991, Hosaney 1998).

*Tel kesme hamuru* ise nisbeten yumuşak, akışkan ve yağlı bir hamurdur. Bu hamur düzgün, homojen ve yekpare yapısını ve formunu koruyabilmek için yeteri kadar kohesif olmalı, ancak telin kestiği yerden itibaren düzgün bir şekilde ayrılacak kadar da kohesif olmamalıdır. Bu tip hamurdan üretilen bisküviler pişirme sırasında hafifçe kabarıp ve yayılır. Tel kesme hamuru, tıkcı silindir, fişkırtma kanalı ve kesici tele sahip özel sistemlerle şekillendirilir. Hamur, tıkcı silindir ile fişkırtma kanalı boyunca ekstrüde edilir, kanalın sonunda titreşen ince bir çelik tel ile kesilir ve bant üzerine düşer (Ünal 1991, Hosaney 1998).

### **2.2.3. Bisküvi hammaddeleri**

Bisküvi üretiminde kullanılan temel hammaddeler; un, yağ (shortening), tatlandırıcı, kabartıcı ve sudur (Maache-Rezzoug ve ark. 1998).

#### **2.2.3.1. Un**

Bisküvi üretiminde kullanılan unun ekstraksiyon oranı % 70-75 olmalı ve % 14 nem esasına göre % 7-10 oranında protein içermelidir (Faridi ve ark. 2000, Doğan ve Uğur 2005). Protein miktarı bu oranın altında olan unlardan üretilen bisküviler sıkı ve yoğun

yapılı olmaktadır. Protein miktarı % 7-10'dan daha fazla olan sert buğday unlarından üretilen bisküviler ise çok sert bir yapı kazanmaktadır (Posner ve Hibbs 1999). Bisküvilik un ile hazırlanan hamurların uzama kabiliyeti yüksek (Ünal 1991), elastikiyetleri ise düşüktür (Hoseney 1998, Manley 2000). Bu unların diğer bir özelliği ise  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesinin düşük olmasıdır (Hoseney 1998). Bisküvilik unların gluten miktarı orta veya düşük, sedimentasyon değeri de zayıftır (Uluöz 1965, Köksel ve ark. 2000).

Bisküvi üretiminde kullanılan unun, üründe ideal bir renk ve gevrek bir yapı sağlaması gerekmektedir. Ayrıca hamuru kolay şekil almalı, bisküvide şekil deformasyonuna neden olmamalı ve optimum yayılma sağlamalıdır (Faridi ve ark. 2000). Bisküvinin pişme esnasındaki yayılma oranı üzerine, kullanılan unun özellikleri etkilidir (Doğan ve Uğur 2005). Bisküvilerin yayılma oranı, unun partikül boyutu ve nem içeriğine bağlıdır (Gaines ve Donelson 1985). Bisküvilik un, diğer un çeşitlerine göre daha küçük partiküllü olduğu için, yayılma oranı da daha fazla olur. Buna karşın sert buğday unlarının partikül büyüklüğü fazla olduğu için su tutma kapasitesi de daha yüksektir ve bu nedenle bisküviler sert olmaktadır. Ayrıca protein oranının yüksek olması da pişme sırasında bisküvilerin çok fazla kabarıp, daha az yayılmasına neden olmaktadır (Doğan ve Uğur 2005).

### **2.2.3.2. Yağ**

Yağ, hamurun reolojik yapısı, işlenebilme yeteneği ve yayılma özelliğinin yanı sıra bisküvinin tekstür, görünüş ve duyu kalitesinden (tat ve aroma) sorumlu temel bileşendir (Vettern 1984, Giese 1996, Drewnowski ve ark. 1998, Stauffer 1998, O'Brien ve ark. 2003, Jacob ve Leelavathi 2007). Hamura ilave edilen yağ, bisküvi tekstürü üzerine şekerden daha büyük etkiye sahiptir (Campbell ve ark. 1994).

Maache-Rezzoug ve ark. (1998) bisküvi tekstürü üzerine yağın etkisini araştırmış ve yağ miktarındaki artışın, bisküvi rengini koyulaştırdığını, gevrekliğini ise azalttığını tespit etmişlerdir. Yağ, özellikle şekerin bisküvi tekstürünü sertleştirici etkisini giderirken, tat dengesi de sağlamaktadır (Drewnowski ve ark. 1998, Hoseney 1998). Yağ globulleri, hamur proteinlerini sararak, nişasta tanelerini izole etmekte ve polimerin yapısını korumaktadır. Böylece hamurun yoğunluğu azalmaktadır (Maache-Rezzoug ve

ark. 1998). Bisküvi üretiminde kullanılan yağın miktarı da, bisküvi hamurunun viskoelastik özellikleri üzerine etkilidir. Bisküvinin mekanik özellikleri, formüldeki yağ bileşenlerine bağlıdır (Baltsavias ve ark. 1999). Yeterli miktarda yağ kullanımı, pişme süresini kısaltarak ürüne güzel bir renk verirken, fazla miktarda yağ kullanımı ise kabarmayı olumsuz yönde etkilemekte ve üründe kırılabilirliği arttırmaktadır. Yağlı ürünlerdeki diğer önemli bir sorun ise oksidatif bozulmanın çabuklaşmasıdır (Hosenev 1998).

Bisküvi üretiminde genellikle yüzey aktif madde ve antioksidan katkı hidrojene katı yağlar kullanılmaktadır. Bu grup içinde ise shorteningler, sıklıkla tercih edilmekte ve genel olarak % 10-30 oranında kullanılmaktadır (Elgün ve Ertugay 1995, Hosenev 1998). Shortening kullanımı bisküvide kabul edilebilir yumuşak tekstürün sağlanması açısından önemlidir (Wade 1988). Shortening, lezzeti geliştirmesinin yanı sıra, karıştırma sırasında hamura hava girişini sağlamakta, hamura yapı kazandırmakta ve nem bariyeri oluşturarak ürünün raf ömrünü uzatmaktadır (NorAini ve ark. 1992, İdris 2001).

### **2.2.3.3. Tatlandırıcılar**

Bisküvi formülasyonunda kullanılan tatlandırıcılar, bisküviyi tatlandırma etkisinin yanı sıra tekstür, yapı, renk ve aroma oluşumu ile yayılma oranı üzerine de etkilidir (Maache-Rezzoug ve ark. 1998, Faridi ve ark. 2000). Pişirme işlemi sırasında tatlandırıcılar, nişastanın jelatinizasyonunu ve protein denatürasyonunu engelleyerek, bisküvi yapısını etkilemekte (Faridi ve ark. 2000) ve bu sayede bisküvi gevreklik kazanmaktadır (Bean ve Setser 1992). Şeker ayrıca, yağ oranı yüksek ürünlerde, iyi bir antioksidan etki yaratmaktadır (Ünal 1991).

Bisküvi üretiminde kullanılan tatlandırıcı miktarı ve çeşidi; bisküvinin yapısı, görünümü ve hamurun makinede işlenebilme özelliği üzerine önemli etkiye sahiptir (Matz ve Matz 1978, Faridi ve ark. 2000). Bu nedenle, bisküvi üretiminde kullanılacak tatlandırıcı miktarı, hamur formülasyonundaki sıvı maddelerle orantılı olmalı ve hiçbir zaman yumurta ve su (süt) miktarının % 85-95'ini aşmamalıdır (Ünal 1991).

Bisküvi üretiminde kullanılan başlıca tatlandırıcılar; esmer şeker, invert şeker ve sıvı tatlandırıcılar olarak sınıflandırılmıştır (Matz ve Matz 1978, Hosenev 1998, Faridi ve ark. 2000).

Esmer şeker; beyaz toz şeker üretimi sırasında şurupta kalan şekerin kristallendirilmesi ve bu kristallerin santrifüjlenmesiyle elde edilen bir yan üründür. Fırıncılık ürünlerinde esmer şeker istenen aroma, renk ve partikül özelliklerinin oluşmasını sağladığı için tercih edilmektedir (Matz ve Matz 1978).

Sakarozun seyreltik asit ile ısıtılması veya asitle muamele edilmesi sonucu bileşimindeki glukoz ve fruktoza hidrolize olmasıyla invert şeker elde edilir. İvert şeker, bisküvinin kalitesini artırır, ürüne renk verir, hoş bir aroma oluşumu sağlar ve bisküvilerde yayılmayı geliştirir (Pylor 1988). Ayrıca invert şeker kristalizasyona dirençli olup, bisküvilerin raf ömrünü de uzatmaktadır (Ünal 1991).

Sıvı tatlandırıcılar; sakaroz veya invert şekerin veya ikisinin karışımının suda çözünmesi ile elde edilir. 1950'lerden beri sıvı tatlandırıcılar sakaroz ve/veya invert şeker ile dekstroz ve/veya mısır şurubunun karışımı şeklinde kullanılmaktadır. Bunlar içinde en çok tercih edilen ise sakaroz ve mısır şurubu karışımıdır (Ünal 1991). Sıvı tatlandırıcılar, renk, kül miktarı ve pH bakımından diğer şekerlerden farklıdır (Pylor 1988). Mısır şurubu; mısır nişastasının asit veya enzimatik hidrolizi sonucu dekstroz, maltoz ve yüksek molekül ağırlıklı sakkaritlere indirgenmesiyle elde edilen (Faridi ve ark. 2000) oldukça koyu kıvamlı viskoz bir sıvıdır (Pylor 1988). Bisküvinin rengi üzerine çok etkilidir (Faridi ve ark. 2000).

#### **2.2.3.4. Kabartıcılar**

Bisküvi üretiminde kabartıcı fonksiyona sahip, CO<sub>2</sub>, su ve/veya etanol buharı, amonyak ve hava olmak üzere dört farklı gaz mevcuttur. Hava, üründe bir gaz karışımı halinde bulunur. Kaynama noktası yüksek olduğu için suyun kabartıcı etkisi oldukça sınırlıdır. (Hosenev 1998, Faridi ve ark. 2000). Kabartıcı etkiye sahip CO<sub>2</sub>, bikarbonat veya karbonatların asitle reaksiyonu sonucunda oluşmaktadır (Hosenev 1998). Kabartıcılar kullanıldıkları ürüne, hacim ve arzu edilen gevrekliği vermektedir (Faridi ve ark. 2000). Genellikle kabartıcı olarak amonyum bikarbonat, sodyum bikarbonat ve potasyum

bikarbonat kullanılmaktadır (Hoseney 1998). Amonyum bikarbonat sadece düşük nem içeriği (5 g/100g) elde edilinceye kadar pişirilen ürünlerde kullanılmaktadır. Aksi takdirde üründe amonyak kokusu kalmakta ve bu koku, ürünün tüketimini engellemektedir. Bu nedenle, amonyum bikarbonatın kullanımı sınırlıdır (Ünal 1991, Hoseney 1998, Faridi ve ark. 2000). Potasyum bikarbonat, higroskopik özellik gösterdiği ve ürüne hafif bir acılık verdiği için genelde tercih edilmemektedir (Hoseney 1998). Sodyum bikarbonat ise düşük fiyatı, toksik olmaması, son ürüne istenmeyen tat vermemesi ve oldukça saf olması gibi özellikleri nedeniyle, en çok kullanılan kimyasal kabartıcıdır (Ünal 1991, Hoseney 1998). Sodyum bikarbonat, yüksek alkaliteye sahip olması nedeniyle hamurun pH'sını yükseltmesi ve dolayısıyla da ürünün yapısını bozması nedeniyle son zamanlarda çok fazla kullanılmamaktadır (Hoseney 1998).

#### **2.2.3.5. Su**

Su, hamurun oluşumunda temel bileşen olup (Eliasson ve Larsson 1993), hamurun reolojik özellikleri üzerine de büyük etkiye sahiptir (Ünal 1991). Diğer bileşenlerin çözünebilmesi, protein ve karbonhidratların hidrate edilmesi, gluten yapısının gelişmesi için de gereklidir (Ünal 1991). Kullanılan suyun kalitesi, bisküvi kalitesinde tahmin edilenden çok daha fazla etkiye sahiptir. Suda çözülmüş mineral ve organik bileşiklerin tip ve miktarı, bisküvinin aroma, renk ve fiziksel özelliklerini etkilemektedir (Matz ve Matz 1978, Faridi ve ark. 2000). Bisküvi üretiminde kullanılan suyun sertliği en önemli kriter olup, genellikle orta sert sular kullanılmaktadır (Faridi ve ark. 2000). Yumuşak su, hamura yapışkanlık vermekte, gaz tutma yeteneğini azaltmakta ve düşük su absorpsiyonuna neden olmaktadır. Sert su kullanıldığında ise gluten ve hamur çok sertleşmekte, yoğurma süresi uzamakta, uzama kabiliyeti azalmakta ve uzama mukavemeti ve enerji değeri artmaktadır (Hoseney 1998). Kullanılan suyun formülasyondaki oranı da, hamur yapısı üzerine etkilidir (Eliasson ve Larsson 1993). Bisküvi tipine göre un ağırlığı üzerinden % 10-15 oranında su kullanılmaktadır (Elgün ve Ertugay 1995). Blokma (1988)'ya göre az su kullanıldığında, hamur sert ve ufalanır yapıda olmakta, homojen yapı kazanamamakta ve hızlı dehidrasyon etkisiyle yüzeyde kuruma meydana gelmektedir. Az su kullanımı, yoğurma süresinin kısa olmasına ve dolayısıyla da hamurlaşmanın gerçekleşmemesine neden olmaktadır. İlave edilen su miktarının fazla olması durumunda ise hamur konsistansı azalmakta, akışkanlık



artmakta ve yapışkanlık meydana gelmektedir. Maache- Rezzoug ve ark. (1998), su miktarının hamurun pişirmeden sonraki davranışını da etkilediğini bildirmiştir. Hamur bileşimine fazla su ilave edildiğinde, bisküvi çapı artmakta, ağırlığı ve kalınlığı azalmaktadır. Bisküvinin boyut özellikleri üzerine suyun etkisi, şeker ve yağa göre daha düşüktür.

#### **2.2.3.6. Aroma maddeleri**

Gıdaların lezzeti; tat, koku ve ağız hissiyatı ile bağlantılı olup, çoğunlukla baharat, aroma maddeleri ve esanslardan kaynaklanmaktadır. Diğerleri ise pişirme sırasında oluşmaktadır. Baharat ve otlar kurutulup, öğütülerek çok kuvvetli aromatik toz halinde, doğrudan gıdanın bileşimine veya dışına ilave edilebilmektedir. Öğütülmüş baharat ve otlar, bitki hücre dokularında, aromatik elementleri ihtiva etmektedirler (Manley 2000). Baharat, esans ve aroma maddeleri, bisküviye üç yolla ilave edilebilmektedir (Manley 2000);

- \* Pişme öncesi hamura ilave etme
- \* Pişirme sonrası toz halinde ürün üzerine serpmeye veya püskürtme
- \* Krema, dolgu, şekerli krema ve reçel gibi sonradan uygulanan ve pişirilmeyen bileşenlerin içine ekleme

Unlu mamüllerde en çok kullanılan lezzet vericilerden bazıları; vanilya, tereyağ aroması, peynir, badem esansı, çikolata, kahve ve karameldir. Protein kökenli hidrolizat benzeri aroma maddeleri, fırın sıcaklığında herhangi bir bozulmaya uğramazlar, fakat ani ve çok şiddetli değişim (yanma gibi) gösterebilirler. Baharatlar, pişme sıcaklığına, aroma maddeleri veya ekstraktlardan daha dayanıklıdır (Manley 2000).

#### **2.2.4. Bisküvi kalite kriterleri**

Bisküvide aranan üç temel kalite kriteri mevcuttur. Bunlar; bisküvilerin hem çapını hem de kalınlığını belirten “boyut”, “tekstür” ve “renk”tir. Bisküvinin boyutu üzerine etkili olan yayılma oranı, hem kalite (Pareyt ve ark. 2009) hem de ambalajlama açısından önemlidir (Hoseney 1998).

Tekstür ise bileşimde kullanılan yağ ve una bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bisküvilerde shortening ve yumuşak buğday unu kullanımı, istenilen özellikte, gevrek ürün eldesi sağlamaktadır (Hoseney 1998). Bisküvinin yeme kalitesine etki eden başlıca faktörlerden bir tanesi olan gevreklik, tekstürel bir özelliktir. Bisküvi tekstürü, sertlik kavramı ile açıklanmakta ve sertlik, bisküvinin ısırılmasındaki kırılma gücü olarak ölçülmektedir (Chung ve ark. 2014).

Renk, tekstür ve tat ile birlikte bisküvinin kabul edilebilirliğinin belirlenmesinde önemli özelliklerden biridir (Chung ve ark. 2014).

Singh ve ark. (2002), hamur bileşenlerinin (shortening, sodyum klorür, şeker, sodyumbikarbonat ve su), hamur ve bisküvi özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Sonuçta, bisküvilerin yayılma oranının kontrolünde, şeker ve sodyum bikarbonatın ana etken olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca yüksek oranda şeker içeren bisküvilerde, shorteninglerin, yayılma oranını geliştirdiğini tespit etmişlerdir. Bisküvilerin kırılma gücünün (tekstürünün) ise bileşimdeki su ve şekere bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

### **2.2.5. Bisküvinin zenginleştirilmesi**

Gıda zenginleştirme; gıdada doğal olarak bulunan veya bulunmayan, toplumda veya özel gruplarda bir ya da daha fazla besin ögesinin yetersizliğini engellemek veya düzeltmek için bir veya daha fazla esansiyel besin ögesinin gıdaya eklenmesidir (Anonim 1994).

Gıda zenginleştirmede, zenginleştirilecek gıdanın seçimi de önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle seçilecek gıdanın sosyo-ekonomik sınıflara bakılmaksızın her kesimden insanın tüketimine açık olması gerekmektedir. Hububat ürünleri dünya genelinde en çok tüketilen gıdalardır. Türk halkı günlük enerjilerinin ortalama % 44'ünü sadece ekmekten, % 58'ini ise ekmek ve diğer tahıl ürünlerinden sağlamaktadır (Pekcan ve Karaağaoğlu 2000, Anonim 2001b).

Değişen yaşam şekline bağlı olarak insanların çalışma hayatına ve seyahatlere daha fazla zaman ayırmaları ve yemek pişirmeye ayrılan zamanın azalmasıyla bisküvi gibi atıştırmalık yiyeceklerin tüketimi artmıştır. Dolayısıyla tüketimdeki artışları üretimdeki

artışlar izlemiştir ve daha önce lüks tüketim maddesi olarak kabul edilen bisküvi ve benzeri gıdalar, günümüzde herkesin tüketebileceği bir gıda grubu haline gelmiştir (Bilgin 2006).

Son zamanlarda tahıl kaynaklı ürünlerin besinsel değerinin artırılması ile ilgili birçok araştırma yapılmaktadır. Bisküvilere; buğday kepeği, yulaf kepeği, pirinç kepeği, mısır kepeği, elma lifi, limon lifi, mango diyet lifi ve fındık kabuğu gibi çeşitli formlarda diyet lif ilavesi üzerine yapılmış bir çok araştırma mevcuttur (Hooda ve Jood 2005, Ajila ve ark. 2008). Bu alternatif ürün arayışları kapsamında, bisküvinin besinsel, fonksiyonel ve reolojik özelliklerini geliştirmek amacıyla, farklı katkı maddeleri kullanılarak yapılan çalışmalardan aşağıda bahsedilmiştir.

Laguna ve ark. (2014) iki farklı buğday lifi ve elma lifini % 5 ve 10 oranında bisküvi formülasyonuna ilave etmişlerdir. Sonuçta tüm lif çeşitlerinin, unun bileşimindeki nişastanın çirilenme özelliklerini düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Ayrıca, buğday lifinden elde edilen bisküvilerin kırılmaya karşı daha dirençli olmasına karşın, elma lifinden üretilen bisküvilerin daha gevrek olduğunu bildirmişlerdir.

Yadav ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada bisküviye muz ve nohut unu ilave ederek bunların kalite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Sonuçta buğday ununun % 20'ye kadar hem muz hem de nohut unu ile karıştırılarak kullanılmasının bisküvilerin proteince zenginleşmesine, lif içeriğinin gelişmesine ve kabul edilebilir duyuşal özelliklere sahip olmasına neden olduğunu saptamışlardır.

Torbica ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada karabuğday unu ve pirinç ununu glutensiz bisküvi formülasyonunda kullanıp, bunların fizikokimyasal özelliklerini saptayarak son ürünlerdeki kalite ilişkisini belirlemişlerdir. Pirinç unu ilave edilen bisküvilerin parlak renkli, karabuğday unu ilavesi üretilen bisküvilerin ise koyu renkli olduklarını tespit etmişlerdir. Ayrıca karabuğday unu ilavesinin % 10'dan % 20'ye yükseltilmesi ile tat-koku, kırılma gücü ve çignenebilirlik gibi duyuşal parametre puanlarının arttığını saptamışlardır.

Agama-Acevedo ve ark. (2012) çalışmalarında bisküviye ham muz unu ilave etmişlerdir. Nem ve diyet lif miktarı artan bisküvilerin, protein ve yağ oranı ham muz

ilavesi ile azalmıştır. Ayrıca ham muz ilave edilen bisküvilerde, dirençli nişasta miktarı da önemli düzeyde yüksek bulunmuştur.

Khouryieh ve Aramouni (2012) yaptıkları çalışmada keten tohumu ununu % 6, 12 ve 18 oranlarında buğday unu ile yer değiştirerek kullanmış ve bisküvilerin fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Sonuçta % 6 ve 12 oranında keten tohumu içeren bisküvilerin fiziksel ve duyuşal özelliklerinde olumsuz bir etki yaratmadığını, ancak % 18 oranının duyuşal özelliklerde bozulmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Handa ve ark. (2012) bisküvi üretiminde fruktoligosakkariti başarılı bir şekilde sakkarozun yerine kullanmışlardır. Fruktoligosakkarit, bisküvilerin yüksekliğini düşürmüş, çapını arttırmış, daha yüksek yayılma oranı ve daha düşük sertlik sağlamıştır. Fruktoligosakkaritin, bisküviler açısından teknolojik ve besinsel avantaj sağladığını, sağlığa faydalı prebiyotik etki yaratabileceğini ve mineral absorpsiyonunu arttırdığını bildirmişlerdir.

Škrbić ve Cvejanov (2011), ay çekirdeği tohumu ve kabuksuz arpa unu ilaveli bisküvi üretmişlerdir. Ay çekirdeği tohumu ilavesi, bisküvilerde  $\alpha$ -tokoferol ve yağ miktarının yanı sıra Se, Zn, Mg ve Ca içeriğini de önemli düzeyde arttırmıştır. Arpa unu ilavesi ise bisküvilerde Se, Cu, Zn ve  $\beta$ -glukan miktarını yükseltmiştir.

Tiwari ve ark. (2011) Afrika ve Hindistan'da yetiştirilen baklanın bir türünden (pigeon pea: *Cajanus cajan* L.) ürettikleri unu, buğday unu ile belli oranda karıştırıp bisküvi üretmişlerdir. Elde edilen bisküvilerin protein içeriği, kontrol bisküvilerinden yüksek bulunmuştur. Ayrıca bisküvilerin toplam diyet lif içeriği de artış göstermiştir.

Frost ve ark. (2011), bisküviye arpa unu ilave etmişler ve bisküvilerin aromasının, renk yoğunluğunun ve diyet lif miktarının arttığını, kalori değerinin ise düştüğünü gözlemlemişlerdir.

Türksoy ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada % 5 ve 10 oranında kara havuç lifi ilavesinin, bisküvinin genel beğenirliğini etkilemediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, % 10 kara havuç lifi ilave edilen bisküvilerin toplam diyet lif, antioksidan aktivite ve polifenol içeriklerinin sırasıyla iki, dört ve üç katı arttığını saptamışlardır. Sonuç olarak

da kara havuç lifi ilavesinin, bisküvinin fonksiyonel ve nutrosötik özelliklerinin geliştirilmesinde etkili bir yol olduğunu bildirmişlerdir.

Türksoy ve Özkaya (2011) çalışmalarında balkabağı posası unu ve havuç posası unu ilavesi ile bisküvi üretmişler ve bunların, bisküvinin kimyasal, fiziksel, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Sonuçta balkabağı posası unu ve havuç posası ununun, bisküvilerde fonksiyonel bileşen olarak kullanılabileceğini ve bunların bisküvilerin besinsel özelliklerini geliştirdiğini tespit etmişlerdir.

Gupta ve ark. (2011) bisküviye ilave ettikleri % 30 oranındaki arpa ununun; bisküvilerin lif, kalsiyum, demir ve çinko içeriğini arttırdığını ve altın sarısı renk oluşumunu sağladığını bildirmişlerdir. Arpa ilavesi ile ayrıca toplam fenolik bileşen ve antioksidan kapasitede de artış kaydedilmiştir.

Rajiv ve ark. (2011) maş fasulyesi ununun, bisküvinin reolojik yapısı, tekstür ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Karışımındaki maş fasulyesi unu oranının artışıyla, bisküvilerin yayılma oranının azaldığını saptamışlardır. Ayrıca maş fasulyesi ununun, bisküvilerdeki protein matriksinin bozulmasına neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Nandeesh ve ark. (2011) farklı işlemler uyguladıkları buğday kepeklerini (ham kepek, kavrulmuş kepek, buharlanmış ve kavrulmuş kepek ve mikrodalga uygulanmış kepek) bisküvi üretiminde kullanarak, bisküvilerinin reolojik yapısı, içyapı ve kalite özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kavrulmuş kepek ve gliserolmonostearat uygulanan kavrulmuş kepek ile üretilen bisküvilerin yayılma oranı ve genel kalite değerleri yüksek, kırılmaya karşı gösterdiği direnç ise daha düşük çıkmıştır.

Ellouze-Ghorbel ve ark. (2010) tasarladıkları karışım formülasyonu ile bisküvilerin life zenginleştirilmesini başarı ile gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada bisküvilerin lif içeriğinin zenginleştirilmesi için kullanılan *Tr. avestivum* ve *Tr. durum* buğdayı lifleri, bisküvinin tekstür ve duyuşal özelliklerinde kabul edilemez bir değişikliğe neden olmamıştır.

Şeker ve ark. (2010) yaptıkları bir çalışmada bisküviye shortening yerine, % 10, 20, 30 ve 40 oranında kayısı çekirdeğı unu ilave etmişlerdir. Kayısı çekirdeğı unu, bisküvilerin

yayılma oranını düşürürken, sertliğinin artmasına neden olmuştur. Kayısı çekirdeği ununun ilave oranı arttıkça, bisküvilerin toplam diyet lif miktarı da artmıştır. Sonuçta % 10-20 oranında kayısı çekirdeği ununun, shortening yerine kullanımının uygun olacağını belirtmişlerdir.

Dachana ve ark. (2010), kurutulmuş Moringa yaprağını ilave ettikleri bisküvilerin reolojik özelliklerini, tekstürünü, besinsel ve organoleptik özelliklerini araştırmışlardır. Sonuçta kurutulmuş Moringa yaprağı ilave edilmiş bisküvilerin protein, Fe, Ca,  $\beta$ -karoten ve diyet lif içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir. Böylece kurutulmuş Moringa yaprağı ilavesinin bisküvilerin besinsel özelliklerini geliştirdiğini bildirmişlerdir.

Pirinç kepeği protein konsantresi ilavesi ile elde edilmiş bisküvilerin, % 10 protein konsantresi oranına kadar, duyusal özelliklerinin değişmediği tespit etmişlerdir. Ayrıca pirinç kepeği konsantresi ilavesinin, protein içeriğini arttırdığını bildirilmiştir (Yadav ve ark. 2011)

Uchoa ve ark. (2009) yaptıkları bir çalışmada meyve suyu endüstrisi atığı olan kaju fıstığı ve hint armudunu kurutarak elde ettikleri meyve tozunu bisküvi üretiminde çeşitli oranlarda kullanmışlardır. Kaju fıstığı ve hint armudu tozlarının, hamur pH'sı ile bisküvinin diyet lif ve protein içeriğini, önemli oranda etkilediğini bildirmişlerdir. Kaju fıstığı ve hint armudu tozlarının sırasıyla % 15 ve % 20 oranında ilaveleri ile bisküvilerde en yüksek duyusal değerler elde edilmiştir.

İnkaya ve ark. (2009), kestane unu kullanımının hem standart hem de yağı azaltılmış bisküvilerin kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, kestane ununun, özellikle yağı azaltılmış bisküvi üretimi için uygun olduğunu, bisküvilerin duyusal özelliklerini ve kalitesini geliştirdiğini ve yağı azaltılmış bisküvilerin formülünde fonksiyonel katkı maddesi olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Vitali ve ark. (2009) yaptıkları bir çalışmada inülin ilave edilmiş standart buğday ununa, soya unu, amarant, keçiyoynuzu unu, elma ve yulaf lifleri ilave etmişlerdir. Sonuç olarak, soya unu ilavesinin bisküvilerin protein içeriği ve sindirilebilirliğini arttırdığını belirlemişlerdir. Ayrıca en yüksek toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteyi, keçiyoynuzu unu ve elma lifi katkılı bisküvilerde saptamışlardır.

Ajila ve ark. (2008), mango kabuğu tozu kullanarak bisküvinin besleyici özelliklerini arttırmaya çalışmışlardır. Sonuçta mango kabuğu tozu ilavesinin, bisküvilerin diyet lif ve antioksidan kapasite özelliklerini geliştirdiğini saptamışlardır.

Sudha ve ark. (2007) çalışmalarında buğday, pirinç, yulaf ve arpa kepeğini diyet lif kaynağı olarak kullanmışlar. Bunların bisküvinin reolojik özelliklerine ve kalitesine etkisini incelemişlerdir. En yüksek kabul edilebilirliği, arpa ve yulaf kepekli bisküvilerde saptamışlardır.

Tyagi ve ark. (2007), hardal unu katkısı ile üretilen bisküvilerin, besinsel, tekstürel ve duyuşal özelliklerini araştırmışlardır. % 15 hardal unu katkısı ile zenginleştirilen bisküvilerin, istenilen özelliklere sahip olduklarını ifade etmişlerdir.

Pongjanta ve ark. (2006) BU ürettikten sonra bunu çeşitli unlu mamüllerde bileşen olarak kullanmışlardır. Ekmek, kek ve bisküvi üretiminde BU 5 farklı oranda (% 10, 20, 30, 40 ve 50) buğday unu yerine kullanılmıştır. Kek için % 20, ekmek ve bisküvi için % 10 BU ilavesinin, kabul edilebilir olduğunu tespit etmişlerdir.

Bajaj ve Urooj (2006) bisküvilere farklı formlarda ilave ettikleri nanenin, tekstür, renk ve duyuşal özellikler gibi farklı kalite özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Kontrol bisküvisi ve BHA (Bütillenmiş Hidroksi Anisol) ilaveli bisküviler, nane tozu ilaveli bisküvilerle tekstürel olarak benzer gevrek yapı göstermiştir.

Şeker ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada, enzime dirençli nişastanın bisküvi üretiminde kullanımını araştırmışlardır. Üretilen bisküvilerde enzime dirençli nişasta miktarı arttıkça, bisküvilerin yayılma oranının azaldığını, sertlik değerlerinin ise arttığını belirlemişlerdir.

Bilgiçli ve ark. (2005) elma, limon, buğday lifi ve buğday kepeği ilavesinin, bisküvinin besleyici özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Farklı kaynaklardan elde edilen liflerin bisküviye ilave edilmesi ile bunların enerji değerinin düşürülebileceğini bildirmişlerdir.

Larrea ve ark. (2005) yaptıkları bir çalışmada, portakal posasının bisküvi üretiminde kullanımını araştırmışlardır. Ekstrüde (suyu çıkarılmış) portakal posası (% 5 ve 15) ile

üretilen bisküvilerin flavor, tekstür ve genel beğeni açısından yüksek puanlar aldığını bildirmişlerdir.

Rathia ve ark. (2004), hint darısı ilavesi ile bisküvinin besleyici özelliklerini arttırmak için yaptıkları bir çalışmada, bunların kontrol bisküvisine göre daha yüksek protein, yağ, kül ve diyet lif içeriğine sahip olduklarını saptamışlardır.

Giarni ve Barber (2004) çimlendirilmiş ve çimlendirilmemiş balkabağı çekirdeklerinden (*Telfairia occidentalis* Hook) hazırladıkları protein konsantrelerini belirli oranda (% 0-25) buğday unu ile karıştırarak bisküvi üretip, bunların besinsel ve duyuşal açıdan özelliklerini belirlemişlerdir. Çimlendirilmiş çekirdeklerden elde edilen protein konsantresi içerikli bisküvilerin ham protein oranını, çimlendirilmemiş tohumlardan elde edilen konsantre ilaveli bisküvilerden daha yüksek, polifenol ve fitik asit miktarını ise daha düşük bulmuşlardır. Çimlendirilmemiş tohum konsantresinin % 15 oranına kadar kullanımı ile elde edilen bisküvilerin yayılma oranı, sertlik, renk ve kokusu, kontrole benzer bulunmuştur.

Singh ve ark. (2003), bisküvi üretiminde, buğday unu ile buğday kepeğı (% 0-10), yemlik buğday unu (% 0-20) ve pirinç ununu (% 0-20) belirtilen oranlarda buğday unu ile yer değıştirerek kullanmışlardır. % 2.5 oranında buğday kepeğı ilavesi, bisküvinin lif içeriğini arttırmıştır. Yemlik buğday ununun ise bisküvi tekstürünü önemli derecede etkilediğini ve bunun tekstürel özellikler ile genel beğeni değerlerini arttırmak için bisküviye ilave edilebileceğini belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra, kırık pirinçten elde edilen pirinç ununun da bisküvilerin tekstür ve genel beğeni değerlerini geliştirmek için ilave edilebileceğini bildirmişlerdir.

Akubor ve Onimawo (2003) soya fasulyesi unu, mısır unu ve bunların karışımının, bisküvilerin besinsel kalitesini büyük oranda geliştirdiğini tespit etmişlerdir.

Öztürk ve ark. (2002) yaptıkları bir çalışmada bisküvi üretiminde bira posası kullanmışlar ve potansiyel bir diyet lif kaynağı olduğunu bildirmişlerdir. Orta ve kaba partikül boyutuna sahip bira posası ilavesi, ince partikül boyutuna sahip olan bira posasına göre daha iyi bisküvi özellikleri vermiştir.



Bu çalışmada,  $\beta$ -karoten, diyet lif, vitamin, mineral, antioksidan ve fenolik bileşikler açısından zengin bir sebze olan balkabağından, iki farklı yöntemle [n işlemliler: % 0.2 Na-metabisülfit (MS) içeren suda 30 dk bekletilerek ve n işlemsiz] ve iki farklı kurutma [hava akımında kurutma (HA) ve dondurarak kurutma (DK)] uygulamasıyla un elde edilmiştir. BU'nun kimyasal bileşimi, diyet lif oranı, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan kapasitesi, fenolik asit dağılımı ve fonksiyonel özellikleri (znrlk ve su absorpsiyonu, emülsiyon oluşturma, emülsiyon stabilitesi ve yağ tutma kapasitesi) belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde ise hazırlanmış olan balkabağı unu örnekleri, bisküvi formulasyonunda kısmen buğday unu yerine ikame edilmiştir. BU ilavesinin, bisküvinin tekstürü, sertliği, fiziksel ve duyuusal özellikleri ile diyet lif, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, antioksidatif ve fenolik biyoalınabilirlik ve fenolik asit içeriğine etkisi araştırılmıştır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada balkabağı unu üretiminde Bursa'da yetiştirilen ve üreticiden direkt olarak temin edilen *Cucurbita moschata* türü balkabağı kullanılmıştır (Şekil 3.1). Bisküvi üretimi, Bandırma Toru Un LTD. ŞTİ.'den temin edilen bisküvilik yumuşak buğday unu ile gerçekleştirilmiştir. Bisküvi formülasyonunda yer alan diğer bileşenler (pudra şekeri, yağsız süt tozu, tuz, sodyum bikarbonat, amonyum bikarbonat, shortening ve yüksek fruktozlu mısır şurubu) piyasadan satın alınmıştır.



Şekil 3.1. Balkabağı (*Cucurbita moschata*)

#### 3.2. Yöntemler

##### 3.2.1. Balkabağı unu üretimi

Balkabağı unu üretiminde 2 farklı yöntem (ön işlemlili: sodyum metabisüfitli (MS) suda bekletme ve ön işlemsiz) ve 2 farklı kurutma yöntemi (hava akımında kurutma ve dondurarak kurutma) uygulanmıştır.

Balkabağının dış kabukları bıçak yardımıyla soyularak, çekirdekleri ayrıldıktan sonra meyve eti ince dilimler halinde kesilmiştir. Ön işlemlili yöntemde; meyve eti % 0.2 MS içeren suda 30 dk bekletilmiştir. İkinci yöntemde ise ön işlem uygulanmamıştır. Daha sonra balkabağı dilimleri, nem miktarı % 12'ye düşünceye kadar HK ünitesinde (60°C) ~ 24 saat (See ve ark. 2007, Aziah ve Komathi 2009) ve liyofilizatörde (Heto, Lyopro 3000, kondenser sıcaklığı: -55°C, basınç: 23 hPa, ürün sıcaklığı: -32°C), ~72 saat kurutulmuştur. Kurutulmuş balkabağı dilimleri blenderda (HR 7620; Philips, HK, China) öğütülerek, 60 mesh elekten elenmiştir. Elde edilen örnekler, kullanılıncaya kadar hava almayan kaplarda buzdolabında muhafaza edilmiştir. BU üretim aşamalarına ait fotoğraflar Şekil 3.2'de verilmiştir.



1. Kesme



2. Dilimleme



3. Kabuk Soyma



4. Cips Haline Getirme



5. Ön İşlem (Na-metabisülfite)



6.a. Hava Akımında Kurutma



6.b. Dondurarak Kurutma



7. Öğütme



8. Eleme



9. Ambalajlama

Şekil 3.2. Balkabağı unu üretim aşamaları

### **3.2.2. Buğday unu analizleri**

#### **3.2.2.1. Nem miktarı tayini**

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

#### **3.2.2.2. Kül miktarı tayini**

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

#### **3.2.2.3. Protein miktarı tayini**

Protein miktarı tayininde AACCI Metot No: 46.12 metodu uygulanmış (AACCI 1990) ve bulunan % azot değeri 5.70 faktörü ile çarpılarak protein miktarı (%) hesaplanmış, kurumadde üzerinden düzeltilmiştir.

#### **3.2.2.4. Toplam diyet lif**

Toplam diyet lif (TDL) miktarı, Megazyme TDL analiz prosedürüne göre, alfa amilaz, amiloglikozidaz ve proteaz enzim kitleri kullanılarak, AACC Metot No: 32-05'e göre tespit edilmiştir (AACC 1999).

#### **3.2.2.5. Yaş gluten miktarı tayini**

Yaş gluten miktarı, AACCI Metot No: 38.11'e göre belirlenmiştir (AACCI 1990).

#### **3.2.2.6. Zeleny sedimentasyon değeri tayini**

Zeleny sedimentasyon değeri, AACCI Metot No: 56.60A'ya göre belirlenmiştir (AACCI 1990).

### **3.2.3. Balkabağı unu analizleri**

#### **3.2.3.1. Nem miktarı tayini**

Nem miktarı, AOAC Metot No: 925.40'a göre belirlenmiştir (AOAC 1990).

#### **3.2.3.2. Toplam kül miktarı tayini**

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

### **3.2.3.3. Ham protein miktarı tayini**

Ham protein miktarı, AOAC Metot No: 920.152'e göre belirlenmiştir (AOAC 1990). Bulunan değer 6.25 ile çarpılarak protein miktarı (%) kurumadde üzerinden hesaplanmıştır.

### **3.2.3.4. Ham yağ miktarı tayini**

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

### **3.2.3.5. Toplam diyet lif**

TDL miktarı, Megazyme TDL analiz prosedürüne göre, alfa amilaz, amiloglikozidaz ve proteaz enzim kitleri kullanılarak, AACC Metot No: 32-05'e göre tespit edilmiştir (AACC 1999).

### **3.2.3.6. Karbonhidrat ve enerji**

Karbonhidrat ve enerji değerleri, FAO (2003)'ya göre belirlenmiştir (Anonim 2003) Atwater genel faktör sistemi kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Karbonhidrat} = 100 - (\% \text{ Nem} + \% \text{ Kül} + \% \text{ Protein} + \% \text{ Yağ})$$

$$\text{Enerji (kcal)} = (9 \times \% \text{ Yağ}) + (4 \times \% \text{ Protein}) + 4 \times (\% \text{ Karbonhidrat} - \% \text{ Diyet Lif})$$

### **3.2.3.7. Fenolik madde ekstraksiyonu**

Bitkisel gıdalardaki fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu, gıdanın yapısı, uygulanan ekstraksiyon metodu, örneğin partikül büyüklüğü, depolama süresi, depolama koşulları ve karşılaşılan interferensler gibi nedenlerden etkilenmektedir. Bitkisel fenolikler; karbonhidratlar, proteinler ve diğer bitkisel bileşenlerle kompleks de oluşturabilirler. Bazı yüksek molekül ağırlıklı fenolikler ve bunların kompleks bileşikleri, tamamen çözünemeyebilirler. Fenolik bileşenlerin çözünürlüğü, kullanılan çözücünün tipinden etkilenmektedir. Fenoliklerin polimerizasyon derecesi, fenoliklerin diğer gıda bileşenleri ile interaksiyonu yanında çözünmez bileşenlerin yapısıyla da ilgilidir. Bu nedenle bütün fenolikleri veya bitkilerde bulunan spesifik fenolik madde sınıflarını ekstrakte edebilen tek tip veya tamamen kabul edilebilir bir uygulama yoktur. Metanol, etanol, aseton, su, etil asetat ve daha nadiren prapanol, dimetilfomamid ve bunların

interaksiyonları, fenolik madde ekstraksiyonunda sıklıkla kullanılmaktadır (Naczk ve Shahidi 2004).

### **3.2.3.7.1. Serbest fenolik madde ekstraksiyonu**

Serbest (çözünür ve ekstrakte edilebilir) fenolik maddelerin ekstraksiyonu, Vitali ve ark. (2009)'nın geliştirdiği yöntemde modifikasyon yapılarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre 2.0 g kuru örnek tartılıp, bunun üzerine 20 mL 1:80:10 oranında HCl<sub>kons</sub>/metanol/su karışımı ilave edilmiş ve orbital çalkalayıcıda (JB50-D; Shanghai Shengke Instruments, Shanghai, China) 20°C'de 2 saat çalkalanmıştır. Süre sonunda karışım, Sigma 3K 30 model santifüj ile 4°C'de, 3500 rpm'de 10 dk santrifüjlenmiştir. İşlem sonrası ayrılan süpernatantlar, analiz edilinceye kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

### **3.2.3.7.2. Bağlı fenolik madde ekstraksiyonu**

Bağlı (çözünmez ve hidrolize edilebilir) fenolik maddelerin ekstraksiyonunda da Vitali ve ark. (2009) tarafından geliştirilen yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Bağlı fenoliklerin ekstraksiyonuna, serbest fenoliklerin ekstraksiyonundan arta kalan kalıntı ile devam edilmiştir. Kalıntıya 20 mL 10:1 oranında metanol/H<sub>2</sub>SO<sub>4k</sub> karışımı ilave edilmiş ve 85°C'deki su banyosunda 20 saat bekletilmiştir. Süre sonunda örnekler oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulmuş ve Sigma 3K 30 model santifüj ile 4°C'de, 3500 rpm'de 10 dk santrifüjlenmiştir. İşlem sonrası ayrılan süpernatantlar, analiz edilinceye kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

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

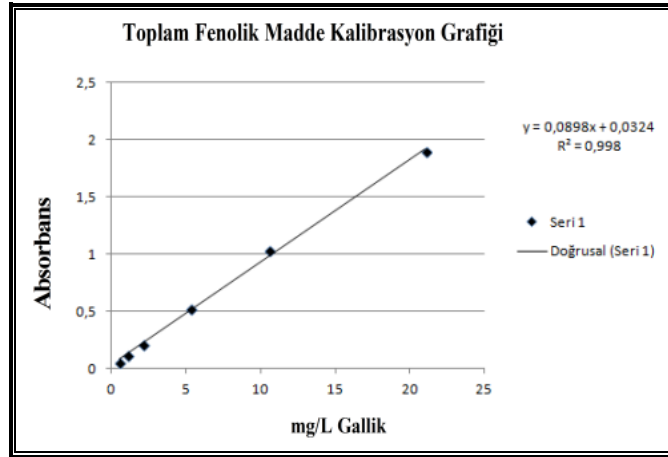
Balkabağı unu örneklerinden elde edilen her bir ekstraktın (serbest ve bağlı fenolikler) fenolik bileşen içeriği, Naczk ve Shahidi (2004) ile Vitali ve ark. (2009) tarafından tanımlanan Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemi ile belirlenmiştir. Fenolik bileşen değerleri gallik asit eşdeğeri (mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) cinsinden ifade edilmiştir. Kullanılan çözeltiler aşağıda belirtildiği şekilde hazırlanmıştır:

*Lowry A:* 0.1 mol/L NaOH (sodyum hidroksit) içinde % 2'lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (sodyum karbonat) çözdürülerek hazırlanmıştır.

*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 taze olarak hazırlanmıştır.

*Lowry C*: 50: 1 (v/v) oranında *Lowry A* ve *Lowry B* karışımından elde edilmiştir.  
*Reaktif*: 1:3 oranında saf su ile seyreltilmiş Folin-ciocalteu  
*Standart*: Gallik asit (5-50 mg/L)

Çözeltiler hazırlandıktan sonra öncelikle birkaç renk denemesi yapılarak analiz sırasında ne kadar örnek kullanılacağı belirlenmiştir. Deney tüplerine koyulan x mL örnek üzerine (2-x) mL saf su ve 2.5 mL *Lowry C* ilave edilip karıştırıldıktan sonra, 10 dk oda sıcaklığında bekletilmiştir. Süre sonunda, 1:3 oranında saf su ile seyreltilmiş Folin-ciocalteu reaktifinden 0.25 mL ilave edilerek karıştırılmış ve oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 30 dk bekletilmiştir. Deney tüplerinde bulunan örneklerin renginde oluşan mavi rengin aralığına göre, spektrofotometrede okutulacak örnek miktarına karar verilmiştir. Örnek miktarı belirlendikten sonra, aynı işlemler örnekler için de tekrarlanmıştır. Bu sırada kalibrasyon grafiği için 5-50 mg/L konsantrasyon aralığında gallik asit çözeltileri hazırlanmıştır. Örneklerin ve standart çözeltilerinin absorbans değerleri spektrofotometrede (Optizen marka 3220 UV-Mecasys model) 750 nm dalga boyunda okunmuştur. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde kullanılan kalibrasyon grafiği, gallik asit standardı kullanılarak çizilmiştir (Şekil 3.3). Bu grafikten yararlanarak en küçük kareler yöntemi ile doğru denklemi hesaplanmıştır.



Şekil 3.3. Toplam fenolik madde (serbest ve bağlı) kalibrasyon grafiği

### 3.2.3.9. Fenolik bileşikler ve antioksidanların biyoalınabilirliği

Fenolik bileşiklerin ve antioksidanların biyoalınabilirliği, Vitali ve ark. (2009)'nın çalıştığı yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak, Folin-Ciocalteu spektrofotometrik

yöntem ile belirlenmiştir. Laboratuvar koşullarında hazırlanan yapay gastrointestinal sistemde (mide ve bağırsak ortamında) enzimatik ekstraksiyonla sindirim işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ekstraktlara toplam fenol ve antioksidan kapasite yöntemleri uygulanarak, biyoalınabilirlikleri hesaplanmıştır. Bu analiz için öncelikle mide ortamı oluşturulmuştur. Bunun için 1 g örnek üzerine 10 mL saf su ve 0.5 mL pepsin ilave edildikten sonra, 5 mol/L HCl kullanılarak pH 2'ye ayarlanmıştır. Bu karışım 37°C'de 1 saat çalkalamalı su banyosunda tutulmuştur. Daha sonra bağırsak ortamı oluşturulmuştur. Bunun için karışıma 1 M NaHCO<sub>3</sub> eklenerek pH 7.2'ye ayarlanmıştır. Üzerine 2.5 mL bile/pankreatin çözeltisi ilave edilmiştir. Bu karışımın üzerine ise 2.5 mL NaCl/KCl eklenerek, 37°C'de 2.5 saat çalkalamalı su banyosunda tutulmuştur. Örnekler 4000 rpm'de 10 dk Sigma 3K 30 model santifüj ile santrifüjlenmiş ve elde edilen ekstraktlara toplam fenol ve antioksidan kapasite yöntemleri uygulanmıştır.

### **3.2.3.10. Antioksidan aktivite tayini**

Literatürlerde antioksidan aktivitenin belirlenmesi ile ilgili çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemlerin birbirlerine karşı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Antioksidan aktivite tayininde metotların seçiciliği ve uygulanabilirliği göz önüne alındığında, birden fazla metot kullanılarak, bunların karşılaştırılması önerilmektedir. Bu nedenle, Bölüm 3.2.3.7'de verilen yöntemlere göre elde edilen ekstraktlarda antioksidan aktivitenin belirlenmesinde, ABTS (radikal katyon antioksidan kapasite analizi) (Apak ve ark. 2004), CUPRAC (bakır iyonu indirgeme antioksidan kapasite analizi) (Apak ve ark. 2007), DPPH (2,2-difenil-1-picrylhydrazyl analizi) (Brand-Williams ve ark. 1995) ve FRAP (demir indirgeme antioksidan kapasite analizi) (Benzie ve Strain 1996) yöntemleri kullanılmıştır.

#### **3.2.3.10.1. ABTS yöntemi ile antioksidan aktivite tayini**

Ekstraktlarda, ABTS yöntemi ile antioksidan aktivitenin belirlenmesinde, Apak ve ark. (2004)'nın geliştirdiği metod kullanılmıştır. Çözeltiler aşağıda belirtildiği şekilde hazırlanmıştır:

*ABTS çözeltisi:* 7 mM ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)) ile 2.45 mM K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> ile karıştırılmasıyla elde edilmiştir. Bu çözelti, 0.1920 g ABTS'nin

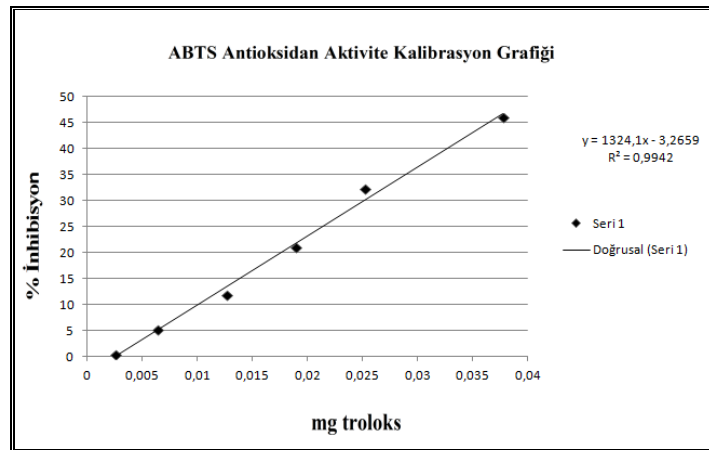


üzerine ayrı bir yerde saf suyla çözdürülmüş 0.0331 g K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> (potasyum persülfat) ilave edilip karıştırıldıktan sonra karanlıkta 12-16 saat bekletilmesi suretiyle elde edilmiştir. Elde edilen ABTS çözeltisi % 96'lık etanolle 1:10 oranında seyreltilerek analize hazır hale getirilmiştir.

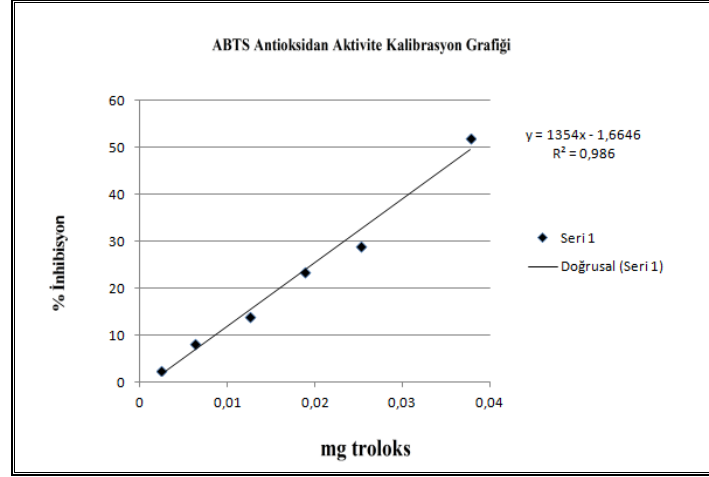
Hazırlanan standart troloks çözeltisinden 10, 25, 50, 75, 100 ve 150 µL konsantrasyonlarında alınıp bunların üzerine toplam hacim 4 mL olacak şekilde etanol ilave edilmiş ve 1'er mL de ABTS çözeltisi eklenerek karıştırılmıştır. Kör örnek, 4 mL etanol ve 1 mL ABTS çözeltisi karıştırılmak suretiyle hazırlanmıştır. Daha sonra deney tüpleri oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 6 dk bekletilmiştir. Süre bitiminde hem standart troloks çözeltisinin (*A<sub>örnek</sub>*) hem de kör örneğin (*A<sub>kör</sub>*) spektrofotometrede (Optizen marka 3220 UV-Mecasys model) 734 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Elde edilen bu absorbans değerleri ile % inhibisyon değeri hesaplanmıştır.

$$\% \text{İnhibisyon} = \frac{A_{kör} - A_{örnek}}{A_{kör}} \times 100$$

Hesaplanan % inhibisyon değerleri ve troloks çözeltisinin 10-150 µL aralığındaki konsantrasyon değerlerine karşılık gelen (0.00252-0.0378 mg aralığında troloks çözeltisi) mg değerleri kullanılarak, kalibrasyon grafiği çizilmiştir (Şekil 3.4-3.5) ve bu grafikten en küçük kareler yöntemi ile doğru denklemi hesaplanmıştır.



Şekil 3.4. Serbest fenoliklerin ABTS antioksidan aktivitelerine ait troloks kalibrasyon grafiği



**Şekil 3.5.** Bağlı fenoliklerin ABTS antioksidan aktivitelere ait troloks kalibrasyon grafiği

Standart troloks çözeltisinin farklı konsantrasyonlardaki absorbans aralıkları ve oluşan yeşil renk tonlarına göre analizde kullanılacak örnek miktarına (x mL) karar verilmiştir. x mL örnek üzerine (4-x) mL etanol ve 1 mL ABTS çözeltisi ilave edilerek karıştırılmıştır. Deney tüpleri oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 6 dk bekletilmiş ve spektrofotometrede (Optizen marka 3220 UV-Mecasys model) 734 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur ( $A_{\text{örnek}}$ ). Çizilen kalibrasyon grafiğinden yararlanarak örneklerin antioksidan aktiviteyi  $\mu\text{mol troloks/g}$  örnek olarak hesaplanmıştır.

### 3.2.3.10.2. CUPRAC yöntemi ile antioksidan aktivite tayini

CUPRAC yöntemi ile antioksidan aktivite tayini Apak ve ark. (2007)'nin belirttiği yöntemle göre belirlenmiştir. Çözeltiler aşağıda belirtildiği şekilde hazırlanmıştır:

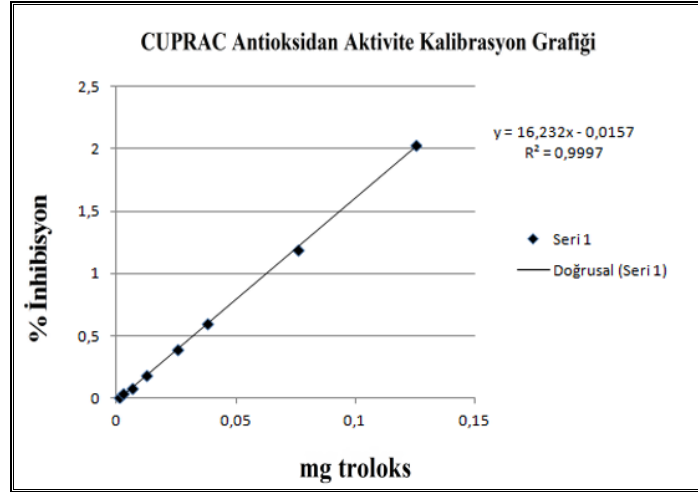
$1.0 \times 10^{-2}$  M Bakır (II) klorür çözeltisi: 0.4262 g bakır (II) klorür ( $\text{CuCl}_2$ ), tartılıp saf suda çözülerek 100 mL'ye tamamlanmıştır.

$7.5 \times 10^{-3}$  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 ( $\text{NH}_4\text{Ac}$ ) saf suda çözülerek 250 mL ye saf su ile tamamlanmıştır.

Hazırlanan standart troloks çözeltisinden 5, 10, 25, 50, 100,150, 300 ve 500  $\mu\text{L}$  konsantrasyonlarında alınıp bunların üzerine toplam hacim 1 mL olacak şekilde saf su ilave edildikten sonra 1'er mL  $\text{CuCl}_2$ , neokuproin ve amonyum asetat çözeltileri

eklenecek karıştırılmıştır. Standart troloks çözeltisi ile aynı zamanda kör örnek de hazırlanmıştır. Bunun için 1 mL saf su üzerine yine 1'er mL CuCl<sub>2</sub>, neokuproin ve amonyum asetat çözeltileri ilave edilmiştir. Daha sonra deney tüpleri oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 30 dk bekletilmiştir. Süre bitiminde hem standart troloks çözeltisinin hem de kör örneğin spektrofotometrede (Optizen marka 3220 UV-Mecasys model) 450 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Okunan standart troloks çözeltisinin absorbans değeri, kör örneğin absorbans değerlerinden çıkartılmıştır. Daha sonra elde edilen bu değer ile birlikte standart troloks çözeltisinin 5-500 µL aralığındaki konsantrasyon değerlerine karşılık gelen mg (0.00126-0.125 mg aralığında troloks çözeltisi) değerleri kullanılarak kalibrasyon grafiği çizilmiştir (Şekil 3.6) ve bu grafikten en küçük kareler yöntemi ile doğru denklemi hesaplanmıştır.



Şekil 3.6. Serbest ve bağlı fenoliklerinin CUPRAC antioksidan aktivitelerine ait troloks kalibrasyon grafiği

Standart troloks çözeltisinin farklı konsantrasyonlardaki absorbans aralıkları ve oluşan yeşil renk tonlarına göre analizde kullanılacak örnek miktarına (x mL) karar verilmiştir. x mL örnek üzerine (1-x) mL saf su, ve 1'er mL CuCl<sub>2</sub>, neokuproin ve amonyum asetat çözeltileri ilave edilmiştir. Daha sonra deney tüpleri oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 30 dk bekletilmiştir ve spektrofotometrede (Optizen marka 3220 UV-Mecasys model) 450 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Örnekler için antioksidan aktivite değerleri, hesaplanan kalibrasyon denklemi kullanılarak µmol troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır.

### 3.2.3.10.3. DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite tayini

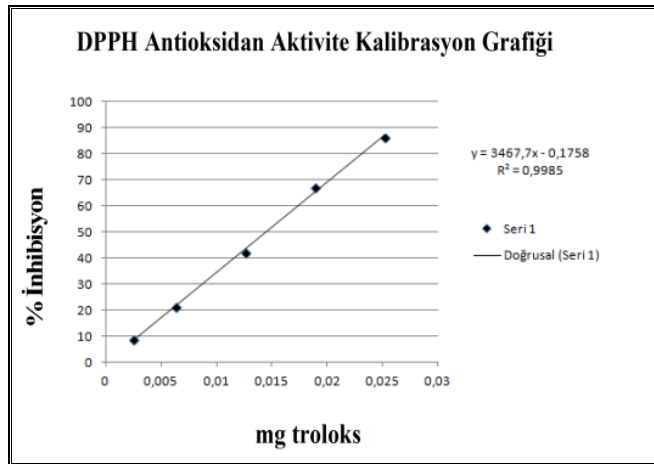
DPPH yöntemi ile antioksidan aktivitenin belirlenmesinde, Brand-Williams ve ark. (1995)'nın uyguladığı yöntem kullanılmıştır.

*Stok DPPH (1mM):* ( $1 \times 10^{-3}$  M DPPH çözeltisi) 0.039 g DPPH metanolde çözülerek 100 mL'ye metanol ile seyreltilmiştir. ( $6 \times 10^{-5}$  M DPPH çözeltisi) 6 mL, 1mM'lık çözeltiden alınıp 100 mL'ye tamamlanmıştır.

Hazırlanan standart troloks çözeltisinden 10, 25, 50, 75 ve 100 µL konsantrasyonlarında alınıp, bunların üzerine toplam hacim 4 mL olacak şekilde DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Daha sonra maksimum ve değişmeyen absorbans değerleri ölçülünceye kadar 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 dk karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda spektrofotometrede (Optizen marka 3220 UV-Mecasys model) 515 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur ( $A_{\text{örnek}}$ ). Aynı işlemler kör örnek için de gerçekleştirilmiştir ( $A_{\text{kör}}$ ). Elde edilen bu absorbans değerleri ile % inhibisyon değeri hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{A_{\text{kör}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kör}}} \times 100$$

Daha sonra hesaplanan % inhibisyon değerleri ve troloks çözeltisinin 10-100 µL konsantrasyon değerlerine karşılık gelen (0.00252-0.0252 mg aralığında troloks çözeltisi) mg değerleri kullanılarak kalibrasyon grafiği çizilmiş (Şekil 3.7) ve bu grafikten en küçük kareler yöntemi ile doğru denklemi hesaplanmıştır.



Şekil 3.7. Serbest ve bağlı fenoliklerin DPPH antioksidan aktivitelerine ait troloks kalibrasyon grafiği

Ön denemeler sonucunda belirlenen örnek (x mL) üzerine (4-x mL) DPPH çözeltisi ilave edilmiş ve yine ön denemeler sonucunda belirlenen süre karanlıkta bekletilmiş ve absorbans değerleri okunmuştur ( $A_{örnek}$ ). Çizilen kalibrasyon grafiğinden de yararlanarak örneklerin antioksidan aktiviteleri  $\mu\text{mol}$  troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır.

#### 3.2.3.10.4. FRAP yöntemi ile antioksidan aktivite tayini

Antioksidan aktivitenin FRAP yöntemi ile belirlenmesinde, Benzie ve Strain (1996)'nın çalıştığı yöntem kullanılmıştır. Absorbans değerleri 595 nm'de spektrofotometrede (Optizen marka 3220 UV-Mecasys model) okunmuştur.

*300 mM/L pH 3.6 Asetat Tamponu:* 3.1 g sodyum asetat trihidrat tartılmış, üzerine 16 mL glacial asetik asit eklenmiş ve 1L'lik ölçü balonunda çizgisine kadar saf suyla tamamlanmıştır.

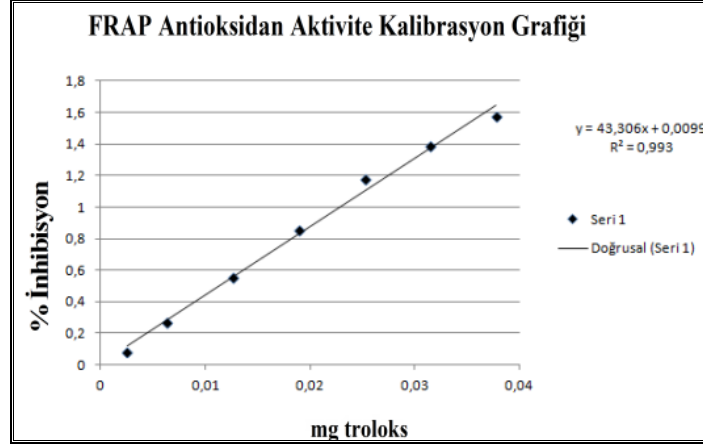
*TPTZ çözeltisi:* 10 mM/L TPTZ (2,4,6-tripiryidyl-s-triazine) ve 40 mM/L HCl ile hazırlanmıştır.

*20 mM/L Demir (III) klorür:* 100 mL için, 0.325 g  $\text{FeCl}_3$  tartılarak saf su ile çizgisine tamamlanmıştır.

*FRAP çözeltisi:* 10:1:1 oranında sırasıyla, asetat tamponu, TPTZ çözeltisi ve  $\text{FeCl}_3$ 'ten taze olarak hazırlanmış ve çözelti  $37^\circ\text{C}$ 'de tutulmuştur.

*Standart:* (10-100  $\mu\text{M/L}$ ) Troloks (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid)

Hazırlanan standart troloks çözeltisinden 10, 25, 50, 75, 100, 125 ve 150  $\mu\text{L}$  konsantrasyonlarında alınıp, bunların üzerine toplam hacim 400  $\mu\text{L}$  olacak şekilde saf su ve  $37^\circ\text{C}$ 'de tutulan FRAP çözeltisinden 3 mL ilave edilmiştir. Daha sonra maksimum ve değişmeyen absorbans değerleri ölçülünceye kadar 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 dk  $37^\circ\text{C}$ 'de inkübe edilmiştir. Süre sonunda spektrofotometrede (Optizen marka 3220 UV-Mecasys model) 595 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Aynı işlemler kör için de gerçekleştirilmiştir. Standart troloks çözeltisinin 10-100  $\mu\text{L}$  konsantrasyon değerlerine karşılık gelen (0.00252-0.0378 mg aralığında troloks çözeltisi) mg değerleri kullanılarak kalibrasyon grafiği çizilmiştir (Şekil 3.8) ve bu grafikten en küçük kareler yöntemi ile doğru denklemi hesaplanmıştır.



**Şekil 3.8.** Serbest ve bağlı fenoliklerin FRAP antioksidan aktivitelerine ait trolox kalibrasyon grafiği

Ön denemeler sonucunda belirlenen örnek ( $x \mu\text{L}$ ) üzerine ( $400-x \mu\text{L}$ ) saf su ve  $37^\circ\text{C}$ 'de tutulan FRAP çözeltisinden 3 mL ilave edilmiştir. Yine ön denemeler sonucunda belirlenen süre  $37^\circ\text{C}$ 'de inkübe edilmiş ve örneklerin absorbans değerleri spektrofotometrede (Optizen marka 3220 UV-Mecasys model) 595 nm dalga boyunda okunmuştur. Çizilen kalibrasyon grafiğinden de yararlanarak örneklerin antioksidan aktiviteleri  $\mu\text{mol trolox/g}$  örnek olarak hesaplanmıştır.

### 3.2.3.11. Fenolik asit dağılımının belirlenmesi

Fenolik asit standartlarına ait alıkonma zamanları Çizelge 3.1'de, BU'larında tespit edilen fenolik asitlerin alıkonma zamanları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Fenolik asit standartlarına ait alıkonma zamanları

Fenolik Asit	Alıkonma Zamanı (dk)
Gallik	5.761
<i>p</i> -hidroksibenzoik	20.273
Klorojenik	26.085
Kafeik	27.339
Şiringik	31.963
<i>p</i> -kumarik	38.437
Ferulik	45.037
Sinapik	45.966

**Çizelge 3.2.** Balkabağı unlarında tespit edilen fenolik aitlerin alıkonma zamanları

Alıkonma Zamanı (dk)	HKBU	DKBU	MS-HKBU	MS-DKBU
<b>Fenolik Asit</b>				
<b>Gallik</b>	6.028	5.075	5.320	5.320
<b><i>p</i>-hidroksibenzoik</b>	20.390	20.350	20.390	20.390
<b>Klorojenik</b>	26.033	26.231	26.107	26.077
<b>Kafeik</b>	27.588	27.614	27.436	27.396
<b>Şiringik</b>	31.827	32.142	32.010	31.981
<b><i>p</i>-kumarik</b>	38.771	38.749	38.544	38.515
<b>Ferulik</b>	45.144	45.195	45.063	45.030
<b>Sinapik</b>	45.848	45.907	45.855	46.260

Fenol ekstraktlarının fenolik asit içeriği HPLC analizi ile belirlenmiştir (Xu ve ark. 2009). Örneklerdeki yağı uzaklaştırmak amacıyla, 5 g kuru örnek tartılıp üzerine 50 mL hekzan ilave edilmiş ve 30°C'deki ultrasonik su banyosunda 30 dk tutulmuştur. Her seferinde hekzan dökülmek suretiyle bu işlem 3 kez tekrarlanmış ve örnekler oda sıcaklığında hava akımlı bir yerde kurutulmuştur. Ekstraksiyon için yağı alınmış örnek üzerine 25 mL metanol eklenip, 250 rpm'de 20 dk çalkalanmış ve 4000 g'de 4°C'de 15 dk santrifüjlenerek süpernatant ayrılmıştır (Sigma 3K 30 model santifüj). Metanol muamelesi 3 kez tekrarlanmış ve elde edilen süpernatantlar birleştirilmiştir. Çökelti ise bağlı fenolik asitlerin belirlenmesi için saklanmıştır. Birleştirilmiş süpernatantlar, 40°C'deki vakum evaporatörde kurutulmuştur. Kurutulan bu son kitleye (*serbest fenolikler*) son hacmi 10 mL olacak şekilde metanol ilave edilmiş ve analize kadar 20°C'de muhafaza edilmiştir. Serbest fenolik asitlerin ekstraksiyonu sırasında ayrılan çökelti üzerine 100 mL 2 M NaOH eklenerek, ultrasonik su banyosunda 30°C'de 30 dk tutulmuştur. Süre sonunda oda sıcaklığında 250 rpm'de 2 saat çalkalanmıştır. Daha sonra örnekler 6 M HCl ile nötralize edilip, 4°C'de 4000 g'de 15 dk santrifüjlenmiştir. Santrifüj sonunda süpernatantlar ayrılmış ve ekstraksiyona çökelti ile devam edilmiştir. Çökelti üzerine 40 mL etilasetat ilave edilerek 4°C'de 4000 g'de 15 dk santrifüjlenmiştir. Bu işlem 6 kez tekrarlanmış ve her seferinde süpernatantlar ayrılmış ve sonunda tüm süpernatantlar birleştirilmiştir. Birleştirilmiş süpernatantlar 35°C'deki vakum evaporatörde kurutulmuştur. Kurutulmuş kitlenin (*bağlı fenolikler*) hacmi 10 mL olacak şekilde metanol ilave edilip, analize kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir. HPLC analizi için dondurucudan çıkarılan ekstraktlar oda sıcaklığında çözündürülmüş ve 0.45 µm membran filtreden (Filtrex Technology, Singapore) geçirilmiştir.

Fenolik asitler onaylanmış metodlara göre, HPLC koşullarında yapılan modifikasyonlarla belirlenmiştir (Matilla ve Kumpulainen 2002, Naczek ve Shahidi 2004, Matilla ve ark. 2007). Kullanılan bütün çözeltiler HPLC saflığındadır ve 0.45 µm diskli filtreden geçirilmiştir. Fenolik asitler; diod array dedektörlü (DAD) ve ters faz C18 kolonlu (Perkin Elmer, ODS-2.5 µm; 250 mm-4.6 mm) HPLC sistemi (Perkin Elmer, Flexar, USA) ile belirlenmiştir. Kolon fırın sıcaklığı 30°C'ye ayarlanmıştır. *p*-hidroksibenzoik asit için 254 nm, gallik asit için 270 nm, *p*-kumarik asit ve şiringiç asit için 280 nm ve kafeik asit, ferulik asit, klorojenik asit ve sinapik asit için 329 nm dalga boyları kullanılmıştır.

Gradyent akış için mobil faz içeriği: % 40 asetonitril (A Çözeltisi) ve % 2'lik asetik asit (B çözeltisi)'den oluşmuştur. İzokratik akış: % 100 B, 0-15 dk; lineer gradyent % 100 B'den % 85 B çözeltisine, 15-30 dk; lineer gradyent % 85 B çözeltisinden % 75 B çözeltisine, 30-40dk, lineer gradyent %75 B'den % 50 B çözeltisine, 40-50dk; izokratik akış % 50 B, 50-55dk; lineer gradyent %50 B çözeltisinden % 100 B'ye, 55-60dk; izokratik akış % 100 A, 60-70dk; izokratik akış % 100 B'ye, 70 dk olacak şekilde uygulanmıştır. Mobil fazın akış hızı 1 mL/dk ve enjeksiyon hacmi 10 µL'dir. Tüm fenolik asitlerin dağılımının belirlenmesi standart karşılaştırması ile yapılmıştır. Bütün standartların stok çözeltileri 2 mg/mL konsantrasyonda metanol ile hazırlanmıştır.

### 3.2.3.12. Renk analizi

Örneklerin renk değerleri Minolta CM 3600d model renk ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. CIE Renk Değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ )'nden oluşan üçlü skalada pozitif  $L^*$  beyaz, negatif  $L^*$  siyah; pozitif  $a^*$  kırmızı, negatif  $a^*$  yeşil; pozitif  $b^*$  sarı ve negatif  $b^*$  mavi olarak değerlendirilmiştir. Şekil 3.9'da balkabağı unu renk ölçümü verilmiştir.



Şekil 3.9. Balkabağı ununda renk ölçümü



### 3.2.3.13. Fonksiyonel özellikler

#### 3.2.3.13.1. Çözünürlük ve su absorpsiyonu

Balkabağı unu örneklerinde su absorblama ve çözünürlük özelliklerinin belirlenmesi için Singh ve Singh (2003) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilmiştir. Bu amaçla deney tüplerine 0.5 g örnek ( $M_1$ ) tartılıp üzerine 5 mL saf su ilave edilmiş ve 5 dk aralıklarla 15'er saniye olmak üzere 8 kez vortekslenmiştir. Karıştırma işlemi sonunda örnekler 2100 g'de 10 dk santrifüj uygulanmıştır. Süpernatant ve çökelti kısımları ayrılmış ve tüpteki yağ çökelti tartılmıştır ( $M_3$ ). Etüvde 100°C'de 1 gece bekletilerek kurutulmuş, süpernatant ( $M_2$ ) ve çökelti ( $M_4$ ) ağırlığı tartılmıştır. Çözünürlük ve su absorblama değerleri aşağıdaki formüllere göre % olarak hesaplanmıştır:

$$\text{Çözünürlük (\%)} = \frac{M_2}{M_1} \times 100$$

$$\text{Su Absorblama (\%)} = \frac{M_3 - M_4}{M_1} \times 100$$

#### 3.2.3.13.2. Yağ tutma kapasitesi

BU örneklerinde yağ tutma kapasitesi Caprez ve ark. (1986) tarafından belirtilen yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Buna göre örnek tüpüne tartılan 3 g örnek üzerine, 30 mL mısır özü yağı ilave edilerek 30 saniye vortekslenmiştir. Daha sonra örnek 1 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Süre sonunda 2800 rpm'de 10 dk santrifüjlenmiştir. Santrifüj sonunda ayrılan süpernatant uzaklaştırılarak ve çökelti tartılmıştır. Örneklerin yağ tutma kapasitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Yağ tutma kapasitesi (g/g)} = \frac{\text{Çökelti ağırlığı (g)} - \text{Kuru örneğin ağırlığı (g)}}{\text{Kuru örnek ağırlığı (g)}}$$

#### 3.2.3.13.3. Emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi

Balkabağı unu örneklerinde emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi değerlerinin belirlenmesi için Ahmedna ve ark. (1999) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Örnekler Köksel ve ark. (2008) tarafından belirtilen yönteme göre hazırlanmıştır. Örnekler düşük oranda protein içerdiği için emülsiyon kapasitesinin

belirlenmesi esnasında oluşan emülsiyon fazı çok az olduğundan ön denemelerde yapılan ölçümlerde güçlüklerle karşılaşmıştır. Bu sebeple emülsiyon oluşturma kabiliyeti yüksek olan protein çözeltisi (% 0.05'lik albümin) kullanılmıştır. 0.5 g örnek üzerine 5 mL % 0.05'lik protein çözeltisi ilave edilerek, süspansiyon 15 saniye vortekslenmiştir. Hazırlanan bu süspansiyon üzerine 5 mL mısır özü yağı ilave edilip 90 saniye homojenize edilerek emülsiyon oluşumu sağlanmıştır. Emülsiyon kapasitesinin belirlenmesi için homojenize edilen örnekler 20 dk 2100 g'de santrifüj edilmiştir. Tüplerdeki emülsifiye olmuş tabakanın yüksekliği ( $H_1$ ) ve toplam sıvı yüksekliği ( $H_T$ ) kaydedilmiş ve emülsiyon kapasitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Emülsiyon Kapasitesi (\%)} = \frac{H_1}{H_T} \times 100$$

Emülsiyon stabilitesinin belirlenmesi için, homojenize edilen örnekler 45°C'deki su banyosunda 30 dk inkübasyona bırakılmış ve ardından oda sıcaklığında 10 dk bekletilmiştir. Örnekler bu süre sonunda 20 dk santrifüj (2100 g'de) edilmiştir. Tüplerdeki emülsifiye olmuş tabakanın yüksekliği ( $H_2$ ) ve toplam sıvı yüksekliği ( $H_T$ ) kaydedilmiş ve emülsiyon stabilitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Emülsiyon Stabilitesi (\%)} = \frac{H_2}{H_T} \times 100$$

#### **3.2.4. Bisküvi üretimi**

Bisküvi üretiminde AACCI Metot No:10.54'te verilen formülasyon modifiye edilerek uygulanmıştır (AACCI 1995). Üretilen bisküvilere ait formülasyon Çizelge 3.3'de verilmiştir. Bisküvi formülasyonlarında buğday unu sırasıyla kendi ağırlığının; % 10, 20 ve 30 ikame oranlarında, BU ile yer değiştirerek kullanılmıştır. BU ilave edilmeksizin kontrol örneği de üretilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Bisküvi formülasyonu

<b>Bileşenler<sup>1</sup></b>	<b>Miktar (g)</b>
<b>Un<sup>2</sup></b>	40.40
<b>Sakkaroz</b>	16.8
<b>Yağsız Süt Tozu</b>	0.4
<b>NaCl</b>	0.5
<b>Sodyumbikarbonat</b>	0.4
<b>Amonyumbikarbonat</b>	0.2
<b>Shortening</b>	16.0
<b>Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu</b>	0.6
<b>Su [(40-tartılan un)+8,8]</b>	8.4

<sup>1</sup> Bileşenler  $21\pm 1^{\circ}\text{C}$ ; <sup>2</sup> %13 nem esasına göre

Laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen bisküvi üretim aşamaları Şekil 3.10'da verilmiştir. Un ve amonyum bikarbonat hariç, diğer kuru bileşenler bir kaptaki homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Hazırlanan bu homojen kuru karışım ile yağ, mikserde aktarılıp, her 1 dk'da bir sıyırma işlemi yapılarak, toplam 3 dk karıştırılmış ve krema elde edilmiştir. Başka bir kaptaki yüksek fruktozlu mısır şurubu ve amonyum bikarbonat ile hazırlanan sıvı karışım, kremaya eklenmiş ve her 30 saniyede bir sıyırma işlemi yapılarak toplam 1 dk karıştırılmıştır. Bu karışıma daha sonra su ilave edilmiş ve her 15 saniye sonunda yine sıyırma işlemi yapılarak toplam 45 saniye karıştırılmıştır. Son olarak bu karışıma, buğday unu ve BU karışımı ilave edilip her 10 saniyede bir sıyırma işlemi yapılmak suretiyle toplam 30 saniye daha karıştırılmış ve bisküvi hamuru elde edilmiştir. Hamur, mikser haznesinden alınarak, 3 eşit parçaya bölünmüş ve her birine oblong şekil verilerek tepsiye yerleştirilmiştir. Oklava ile üzerinden 1 kez ileri ve 1 kez geri geçilerek hamur açılmış ve kalıpla şekil verilmiştir.  $170\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'deki fırında 11 dk pişirilmiştir, fırından çıkarıldıktan sonra 5 dk tepside dinlendirilen bisküviler tepside alınmış ve oda sıcaklığına ulaştıktan sonra (~30 dk) gerekli ölçümler yapılmıştır.



1. Bileşenlerin Karıştırılması



2. Balkabağı Unu İlavesi



3. Karıştırma



4. Eşit Parçalara Bölme



5. Yaprak Haline Getirme



6. Kalıpla Şekil Verme



7. Pişirme



8. Soğutma

Şekil 3.10. Bisküvi üretim aşamaları

### **3.2.5. Bisküvi analizleri**

#### **3.2.5.1. Nem miktarı tayini**

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

#### **3.2.5.2. Toplam kül miktarı tayini**

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

#### **3.2.5.3. Ham protein miktarı tayini**

Ham protein miktarı tayininde AACCI Metot No: 46.12 kullanılmıştır (AACCI 1990). Bulunan değer 5.70 ile çarpılarak bisküvilerin içerdiği protein miktarı (%) kurumadde üzerinden hesaplanmıştır.

#### **3.2.5.4. Ham yağ miktarı tayini**

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

#### **3.2.5.5. Toplam diyet lif**

TDL miktarı, Megazyme TDL analiz prosedürüne göre, alfa amilaz, amiloglikozidaz ve proteaz enzim kitleri kullanılarak, AACC Metot No: 32-05'e göre tespit edilmiştir (AACC 1999).

#### **3.2.5.6. Karbonhidrat ve enerji değerinin hesaplanması**

Bisküvi örneklerinin karbonhidrat ve enerji değeri FAO (2003)'ya göre (Anonim 2003) Atwater genel faktör sistemi kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Karbonhidrat} = 100 - (\% \text{ Nem} + \% \text{ Kül} + \% \text{ Protein} + \% \text{ Yağ})$$

$$\text{Enerji (kcal)} = (9 \times \% \text{ Yağ}) + (4 \times \% \text{ Protein}) + 4 \times (\% \text{ Karbonhidrat} - \% \text{ Diyet Lif})$$

#### **3.2.5.7. Fenolik madde ekstraksiyonu**

Fenolik maddelerin ekstraksiyonu Madde 3.2.3.7'de açıklanan yöntemle yapılmıştır.

### 3.2.5.8. Toplam fenolik madde miktarı tayini

Toplam fenolik madde miktarının belenmesinde Madde 3.2.3.8'de açıklanan yöntem kullanılmıştır.

### 3.2.5.9. Fenolik bileşikler ve antioksidanların biyoalnabilirliği

Biyoalnabilirlik, Madde 3.2.3.9'da açıklanan yöntemle göre belirlenmiştir.

### 3.2.5.10. Antioksidan aktivite tayini

Antioksidan aktivite, Madde 3.2.3.10'da açıklanan yöntemle göre belirlenmiştir.

### 3.2.5.11. Fenolik asit dağılımının belirlenmesi

Fenolik asit dağılımı, Madde 3.2.3.11'de açıklanan yöntemle göre belirlenmiştir.

### 3.2.5.12. Renk analizi

#### 3.2.5.12.1. Yüzey rengi

Bisküvilerin renkleri Minolta CM 3600d model renk ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Buna göre her bir bisküvinin 6 farklı noktasında renk değerleri ölçülmüştür. CIE Renk Değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ )'nden oluşan üçlü skalada pozitif  $L^*$  beyaz, negatif  $L^*$  siyah; pozitif  $a^*$  kırmızı, negatif  $a^*$  yeşil; pozitif  $b^*$  sarı ve negatif  $b^*$  mavi olarak değerlendirilmiştir. Bisküvide renk ölçümü Şekil 3.11.'de verilmiştir.



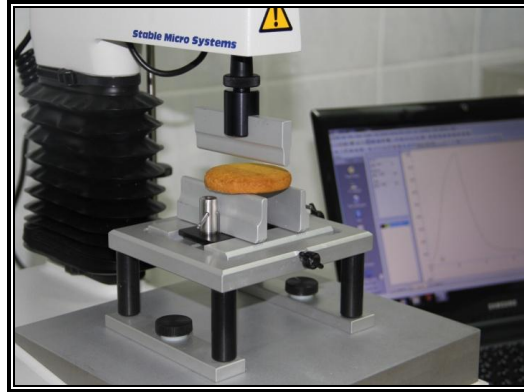
Şekil 3.11. Bisküvide renk ölçümü

### 3.2.5.12.2. İç renk

Bisküvilerin iç renkleri Minolta CM 3600d model renk ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Buna göre yatay olarak ikiye kesilen bisküvilerin 6 farklı noktasında renk değerleri ölçülmüştür. CIE Renk Değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ )'nden oluşan üçlü skalada pozitif  $L^*$  beyaz, negatif  $L^*$  siyah; pozitif  $a^*$  kırmızı, negatif  $a^*$  yeşil; pozitif  $b^*$  sarı ve negatif  $b^*$  mavi olarak değerlendirilmiştir.

### 3.2.5.13. Tekstür analizi

Tekstür, gıdanın yapısal ve mekaniksel özellikleriyle ilişkili kalite özelliklerini kapsamaktadır. Bu nedenle gıdaların mekaniksel özelliklerini bilmek, onun tekstürel özelliklerinin anlaşılmasında önemlidir. Bisküvi örneklerinin tekstür analizi için TA.TX2 model tekstür analiz cihazı (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, İngiltere) kullanılmış ve sertlik ölçümleri yapılmıştır. Tekstür analizi için HDP/3BP; Three Point Bend Ring (3 noktalı bükme probu) bıçak seti ve HDP/90 ağır çalışma platformu içeren TA-XT PLUS cihazı (TA-XT Plus, İngiltere) kullanılarak maksimum kuvvet (N) ölçülmüştür. Bisküvi tekstür analizi Şekil 3.12'de verilmiştir.



Şekil 3.12. Bisküvide tekstür analizi

### 3.2.5.14. Fiziksel analizler

Üretilen bisküvilerde çap ve kalınlık, AACCI Metot No.10.54'e göre standart ekipman (kumpas) kullanılarak belirlenmiştir. Bisküvilerin yayılma oranı, her bisküvi için çapın kalınlığa oranı hesaplanarak tespit edilmiştir (AACCI 1995). Bisküvide yapılan çap ve kalınlık ölçümleri Şekil 3.13.a ve Şekil 3.13.b'de verilmiştir.



Şekil 3.13.a. Bisküvi çap ölçümü



Şekil 3.13.b. Bisküvi kalınlık ölçümü

### 3.2.5.15. Duyusal analiz

Bisküvilerin duyusal analizlerinde 25 panelist görev almıştır. Bisküvi örnekleri rastgele numaralandırılarak değerlendirmeye sunulmuştur. Değerlendirme aydınlık oda şartlarında gerçekleştirilmiştir. Bisküviler; renk, yüzey düzgünlüğü, sıkı yapı, iç rengi, kabuk ve iç rengi farkı, gevreklik, kumlu-kuru olma durumu, ağızda dağılma, dişe yapışma ve lezzet açısından değerlendirilmiştir. Değerlendirme dokuzlu hedonik skala (*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*) üzerinden yapılmıştır.

### 3.2.6. İstatistiksel değerlendirme

Analizler sonucu elde edilen veriler istatistiksel olarak JMP IN 7.0.0 (Statistical Discovery from SAS 2005. Institue Inc.) programı kullanılarak BU ön hazırlık yöntemi ve kurutma yöntemleri arasındaki istatistiksel ilişki ile değişen oranlardaki BU ilavesinin bisküvide oluşturduğu farklılıklar değerlendirilmiştir. Elde edilen ortalama değerler arasındaki istatistiksel fark gruplarının belirlenmesinde  $p \leq 0.05$  olasılık düzeyinde LSD (Least Significant Differance) testi kullanılmıştır. 2 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür.



## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Buğday Unu Bileşimi

Bisküvilik yumuşak buğday unun kimyasal bileşimi Çizelge 4.1'de verilmiştir. Buna göre buğday ununun nem miktarı % 13.9 nem, kül miktarı ise % 0.55 bulunmuştur. Bisküvide kullanılacak unun özellikle düşük protein oranına ve gluten kalitesine sahip olması istenmektedir. Hammadde yumuşak buğday ununun protein oranı % 8.5, yaş gluten oranı % 21.5, gluten indeks değeri % 78, sedimentasyon değeri 20 mL, gecikmeli sedimentasyon değeri 18.5 mL ve toplam diyet lif miktarı ise % 2.93 bulunmuştur.

**Çizelge 4.1.** Buğday unu kimyasal analiz sonuçları

Bisküvilik Un	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Toplam Diyet Lif (%)	Yaş Gluten Miktarı (%)		Zeleny Sedimentasyon Değeri (mL)	
					Yaş Gluten	Gluten İndeks	Sedimentasyon	Gecikmeli Sedimentasyon
	13.9	0.55	8.5	2.93	21.5	78	20	18.5

### 4.2. Balkabağı Unu Bileşimi

#### 4.2.1. Kimyasal bileşim

Balkabağı unu örneklerine ait nem, kül, protein ve yağ miktarları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Örneklerinin nem içeriği % 12.56-12.97, kül içeriği % 7.17-7.20, protein içeriği % 7.21-7.89, yağ içeriği % 2.22-2.75, TDL % 32.15-36.73, karbonhidrat % 69.99-70.08 ve enerji değeri 200.58-208.27 kcal arasında değişmektedir. El-Demery (2011) BU ile yaptığı bir çalışmada nem, kül, protein, yağ, lif ve karbonhidrat içeriklerini sırasıyla % 10.64, % 6.13, % 9.69, % 1.25, % 3.26 ve % 71.03 tespit etmiştir. Saeleaw ve Schleining (2011) ise BU'nun % 3.73 nem, % 5.29 kül, % 7.81 protein, % 3.60 yağ, % 3.65 ham lif, % 12.1 diyet lif ve % 79.57 karbonhidrat içeriğine sahip olduğunu saptamışlardır. Aziah ve Komathi (2009) çalışmalarında kabuğu soyulmuş ve kabuğu soyulmamış balkabağı pürelere un üretmişlerdir. Kabuğu soyulmuş balkabağı püresinden elde ettikleri unun nem, kül, protein, yağ, diyet lif ve karbonhidrat miktarlarını sırasıyla; % 8.77, % 7.39, % 4.91, % 0.70, % 3.72 ve % 74.11 bulmuşlardır. Kabuğu soyulmamış balkabağı püresi unlarında ise bu değerleri sırasıyla;

% 9.16, % 7.32, % 5.43, % 1.08, % 5.27 ve % 71.90 olarak tespit etmişlerdir. Pongjanta ve ark. (2006) balkabağı tozunun % 6.01 nem, % 3.74 protein, % 1.34 yağ, % 7.24 kül, % 2.90 ham lif ve % 78.77 karbonhidrat içerdiğini tespit etmişlerdir. Ptitchkina ve ark. (1998) ise balkabağı tozunun nem miktarının % 9.1, kül miktarının % 3.8, ve protein miktarının % 9.0 olduğunu bildirmişlerdir. See ve ark. (2007) yaptıkları bir çalışmada *C. moschata* türü balkabağından, MS ile ön işleme tabi tutup, 60°C'de 24 saat kurutma işlemi uygulayarak, elde ettikleri BU'nun nem miktarını % 10.96, yağ oranını % 0.8, protein miktarını % 9.65, kül oranını ise % 5.37 bulmuştur. Mevcut çalışmadaki sonuçlar daha önce yapılmış diğer araştırma bulguları ile benzerlik göstermekte ancak bazı farklılıkların olduğu da görülmektedir. Bu farklılıkların, balkabağının yetiştirme koşullarındaki ve un üretim yöntemlerindeki farklılıktan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Balkabağı unu örneklerinin TDL içerikleri % 32.15-36.73 arasında değişmektedir. MS ile ön işlem uygulanmış örneklerin TDL miktarları, ön işlemsizlere göre istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşük çıkmıştır. En yüksek diyet lif miktarı (% 36.73), DKBU örneğinde saptanmıştır. Dondurarak kurutulmuş örneklerin TDL miktarları, hava akımında kurutulanlara göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. BU örneklerinin içerdikleri yüksek orandaki diyet lif, bunların gıda formülasyonlarında, buğday unu yerine diyet lif zenginleştirici olarak kullanılabilme olanağı sağlayabileceğini göstermektedir. Dhiman ve ark. (2009)'nın yaptığı çalışma sonuçları da bu görüşü desteklemektedir. Söz konusu araştırmacılar, balkabağının vitamin, mineral ve diyet lif gibi bileşenlerce zengin bir fonksiyonel gıda olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca De Escalada ve ark. (2007) da *C. moschata* türü balkabaklarından ekstrakte edilen lif fraksiyonlarının, glukoz seviyesini koruma özelliği gösterdiğini bildirmişlerdir. Diyet lifin bilinen faydalarından en önemlisi, sindirim sisteminin fonksiyonunu düzenlemesidir (Anonim 2001a). Lif içeriği yüksek gıdalar, daha erken tokluk hissi yaratmakta ve genellikle diğer gıda bileşenleri ile karşılaştırıldığında daha düşük kalori içermektedir (Marlett ve ark. 2002). Meyve ve sebzeler ile tam tahıl ürünleri çok iyi lif kaynakları olarak dikkat çekmektedir (Anderson ve ark. 2007).

**Çizelge 4.2.** Balkabağı unu kimyasal analiz sonuçları\*

<b>Örnek</b>	<b>Nem (%)</b>	<b>Kül** (%)</b>	<b>Protein*** (%)</b>	<b>Yağ** (%)</b>	<b>TDL** (%)</b>	<b>Karbonhidrat** (%)</b>	<b>Enerji (kcal)</b>
<b>HKBU</b>	12.64±0.01 <sup>ab</sup>	7.17±0.08 <sup>a</sup>	7.89±0.02 <sup>a</sup>	2.22±0.13 <sup>c</sup>	35.32±0.15 <sup>b</sup>	70.05±0.07 <sup>a</sup>	203.64±1.66 <sup>b</sup>
<b>DKBU</b>	12.56±0.24 <sup>b</sup>	7.20±0.06 <sup>a</sup>	7.60±0.25 <sup>a</sup>	2.57±0.06 <sup>b</sup>	36.73±0.24 <sup>a</sup>	69.99±0.16 <sup>ab</sup>	200.58±1.21 <sup>c</sup>
<b>MS-HKBU</b>	12.97±0.07 <sup>a</sup>	7.17±0.09 <sup>a</sup>	7.69±0.03 <sup>a</sup>	2.73±0.11 <sup>ab</sup>	32.15±0.18 <sup>d</sup>	70.08±0.04 <sup>a</sup>	208.27±0.22 <sup>a</sup>
<b>MS-DKBU</b>	12.61±0.13 <sup>ab</sup>	7.19±0.25 <sup>a</sup>	7.21±0.02 <sup>b</sup>	2.75±0.12 <sup>a</sup>	33.97±0.06 <sup>c</sup>	70.07±0.41 <sup>a</sup>	204.98±0.08 <sup>b</sup>

\* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0.05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

\*\* Kurumadde üzerinden hesaplanmıştır.

\*\*\*  $N \times 6.25$  ve kurumadde üzerinden hesaplanmıştır.

Balkabağı unu örneklerinin karbonhidrat miktarlarına ait sonuçlar incelendiğinde, ön işlem uygulamasının ve kurutma yöntemlerindeki farklılığın, karbonhidrat içeriğini istatistiksel olarak etkilemediği saptanmıştır.

Balkabağı unu örneklerinin enerji değerleri 200.58-208.27 kcal arasında değişmektedir. Ön işlem uygulanan örneklerin enerji değeri ön işlem uygulanmayan örneklerden yüksek çıkarken, HK örnekler DK örneklerden daha yüksek enerji değerine sahiptir.

#### 4.2.2. Renk

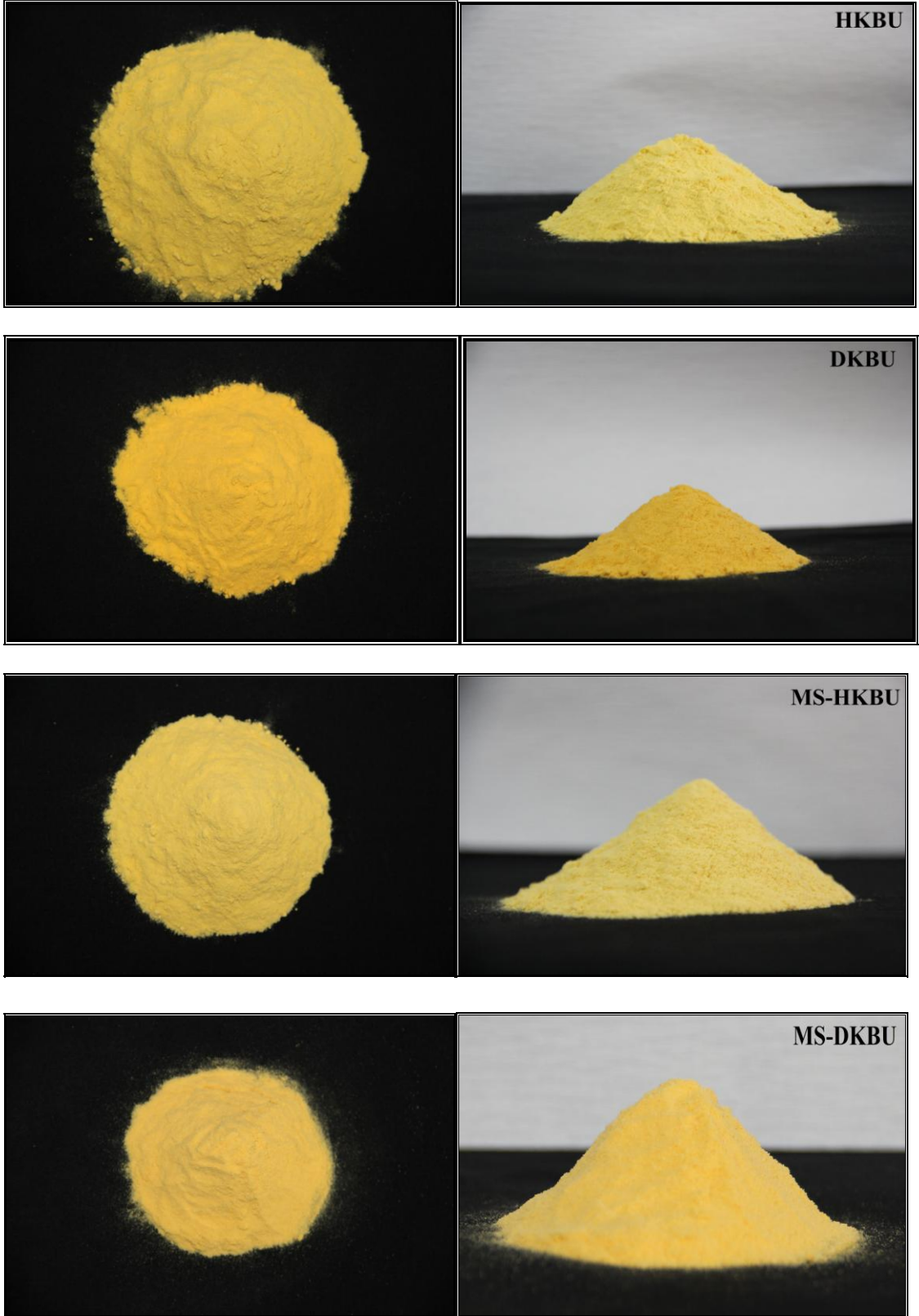
Balkabağı unu örneklerine ait renk değerleri Çizelge 4.3'de verilirken, BU örnekleri ise Şekil 4.1'de verilmiştir. Buna göre; örneklere ait  $L^*$  değerleri 68.65-88.36 arasında değişirken,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri de sırasıyla, 1.79-10.22 ve 47.91-56.79 arasında değişmektedir. See ve ark (2007), MS ile ön işlem uygulayıp 60°C'de 24 saat kuruttukları BU'nun renk değerlerini daha yüksek ( $L^*$ :72.27,  $a^*$ :14.36 ve  $b^*$ :55.98) bulmuşlardır.

**Çizelge 4.3.** Balkabağı unlarının renk değerleri\*\*

Örnek	$L^*$	$a^*$	$b^*$
HKBU	77.38±0.08 <sup>c</sup>	3.32±0.10 <sup>c</sup>	50.63±0.82 <sup>c</sup>
DKBU	88.36±0.04 <sup>a</sup>	10.22±0.09 <sup>a</sup>	56.79±0.90 <sup>a</sup>
MS-HKBU	68.65±0.40 <sup>d</sup>	1.79±0.52 <sup>d</sup>	47.91±0.10 <sup>d</sup>
MS-DKBU	80.64±0.08 <sup>b</sup>	6.16±0.03 <sup>b</sup>	52.53±0.31 <sup>b</sup>

\*\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0.05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır

DKBU örneklerinin  $L^*$  değerleri, HKBU'ların  $L^*$  değerlerinden istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, Que ve ark. (2008)'nin saptadığı değerler ile benzerlik göstermektedir. Bu araştırmacılar, BU'ndaki yüksek  $L^*$  değerinin daha parlak rengi gösterdiğini bildirmişlerdir. MS uygulaması ise örneklerin  $L^*$  değerlerinde önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşüşe neden olarak daha mat bir görünüm kazanmasına yol açmıştır. Benzer sonuçlar, Kha ve ark. (2011)'nin yaptığı çalışmada da elde edilmiştir. Araştırmacılar, kurutma öncesi MS solüsyonunda bekletme işlemi uygulanmış olan "gac" meyvesi ununda, daha düşük  $L^*$  değeri elde etmişlerdir. Perez ve Schmalko (2009) tarafından yapılan bir diğer çalışmada da ağartma ön işlemi uygulanmayan balkabağı örneklerinin, ağartma ön işlemlili örneklerden daha parlak olduğu ( $L^*$  değerinin daha büyük olduğu) gözlenmiştir.



Şekil 4.1. Balkabağı unu örnekleri

DKBU örneklerinin  $a^*$  değerleri, HKBU örneklerinden önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, dondurarak kurutulmuş örneklerin daha koyu portakalimsı sarı rengi olduğunu göstermesi açısından önemlidir. DKBU örneklerinde portakalimsı sarı rengin korunduğu gözlenmiştir. Bu sonuç, Que ve ark. (2008) ve Garcia-Martinez ve ark. (2013)'nin sonuçları ile benzerdir. MS uygulaması ise  $a^*$  değerlerinde önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşüş yaratmış ve daha açık sarı renk eldesine neden olmuştur. Benzer şekilde, Cheng ve ark. (2007) yaptıkları bir çalışmada,  $\text{NaHSO}_3$  solüsyonunda bekletildikten sonra dondurarak kurutulmuş mango ununun  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin, sülfür ön işlemi uygulanmamış olana göre, daha düşük olduğunu saptamıştır.

Sarılık,  $b^*$  değeri ile ifade edilmektedir (Aziah ve Komathi 2009). Bu çalışmada, MS uygulamalı örneklerin  $b^*$  değerleri, MS ön işlemsizlerin  $b^*$  değerlerinden istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşük bulunmuştur (Çizelge 4.3). DKBU örnekleri, HKBU örneklerinden istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak daha yüksek  $b^*$  değerine sahiptir.

Renk analizi sonuçları, dondurarak kurutmanın, BU örneklerinde, portakalimsı sarı rengi koruduğunu ve daha parlak bir görünüm sağladığını göstermiştir. MS uygulaması ise balkabağı unlarında renk açılmasına ve parlaklığın azalmasına neden olmuştur.

#### **4.2.3. Fonksiyonel özellikler**

Çeşitli unların gıda işlemede katkı olarak kullanımı, onların fonksiyonel özelliklerine bağlıdır (Hung ve ark. 1990). Fonksiyonel özellikler; doğrudan ya da dolaylı olarak, gıda işleme prosesini, gıda kalitesini ve sonuçta da kabul edilebilirliğini ve gıda formülasyonlarında kullanılabilirliğini etkiler (Mahajan ve Dua 2002). Emülsifikasyon, çözünürlük ve su absorpsiyon kapasitesi bu fonksiyonel özelliklerdendir (Adebowale ve Lawal 2004).

##### **4.2.3.1. Suda çözünürlük**

Balkabağı unu örneklerine ait suda çözünürlük değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Örneklerin suda çözünürlük değerleri, % 3.96-21.22 arasında değişmiştir. HKBU örneklerinin çözünürlükleri, DKBU örneklerinden önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. Que ve ark. (2008) da yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar elde etmiş ve

**Çizelge 4.4.** Balkabağı unlarının fonksiyonel özellikleri\*

Örnek	Suda Çözünürlük (%)	Su Absorbsiyon Kapasitesi (%)	Yağ Tutma (%)	Emülsiyon Kapasitesi (%)	Emülsiyon Stabilitesi (%)
<b>Albumin</b>	-	-	-	20.96±0.16 <sup>b</sup>	16.28±0.09 <sup>c</sup>
<b>HKBU</b>	21.22±0.22 <sup>a</sup>	83.45±3.59 <sup>b</sup>	210.84±0.02 <sup>b</sup>	52.64±1.51 <sup>a</sup>	35.99±2.96 <sup>c</sup>
<b>DKBU</b>	17.39±1.93 <sup>b</sup>	91.66±1.59 <sup>a</sup>	314.33±0.11 <sup>a</sup>	53.40±3.25 <sup>a</sup>	49.69±1.34 <sup>a</sup>
<b>MS-HKBU</b>	8.27±2.89 <sup>c</sup>	66.89±3.36 <sup>d</sup>	191.60±0.03 <sup>c</sup>	51.10±1.67 <sup>a</sup>	31.46±2.30 <sup>d</sup>
<b>MS-DKBU</b>	3.96±0.57 <sup>d</sup>	74.13±1.83 <sup>c</sup>	309.21±0.09 <sup>a</sup>	52.58±4.47 <sup>a</sup>	41.34±2.19 <sup>b</sup>

\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0.05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır

hava akımlı kurutucuda kuruttukları BU'nun çözünürlük değerlerini, dondurarak kurutulmuş olanlardan yüksek bulmuştur. Suda çözünürlük, nişasta degradasyonundaki artışı yansıtmaktadır ve sıcak hava akımında kurutma esnasında daha fazla nişastanın dekompoze olduğunu göstermektedir (Diosady ve ark. 1985). Bu sonuç, Hsu ve ark. (2003)'nın hint yer elması ununda elde ettikleri sonuçlarla da örtüşmektedir. Hint yer elmasından un eldesinde uygulanan dondurarak kurutma işlemi, nişasta degradasyonunu en az etkilerken, sıcak hava akımında kurutma işlemi nişasta degradasyonu üzerine çok büyük etki göstermiştir. MS uygulaması ise BU örneklerinin çözünürlük değerlerini önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşürmüştür.

#### **4.2.3.2. Su absorpsiyon kapasitesi**

Balkabağı unu örneklerinin su absorpsiyon kapasiteleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Kurutma yöntemleri karşılaştırıldığında, DKBU örneklerinin, HKBU örneklerine göre istatistiksel olarak ( $p \leq 0.05$ ) daha yüksek su absorpsiyon kapasitesine sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.4). Bu sonuç Que ve ark. (2008)'nin bulduğu sonuçla uyumludur. Hsu ve ark. (2003)'nin yaptığı bir çalışmaya göre, su absorpsiyon kapasitesi, nişasta jelatinizasyonundaki artışı göstermektedir. Bu araştırmacılar, dondurarak kurutulmuş hint yer elması ununun su bağlama kapasitesinin, sıcak hava akımında kurutulmuş olana göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Ön işlemin etkisi incelendiğinde ise MS uygulamasının su absorpsiyon kapasitesini düşürdüğü görülmektedir (Çizelge 4.4). Su absorpsiyon kapasitesi yüksek olan gıda maddeleri, fonksiyonel bileşenler gibi davranırlar. Yüksek su absorpsiyon kapasitesine sahip bileşenlerin ilavesiyle, son ürünün viskozite ve tekstüründe modifikasyon sağlanabilmektedir (De Escalada Pla ve ark. 2007).

#### **4.2.3.3. Yağ tutma kapasitesi**

Balkabağı unu örneklerine ait yağ tutma kapasitesi değerleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir. DKBU örnekleri, HKBU örnekleri ile karşılaştırıldığında, yağ tutma kapasitesinin önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek olduğu gözlenmektedir (Çizelge 4.4). Bu sonuçlar Que ve ark. (2008)'nin gerçekleştirdiği çalışmanın sonuçları ile uyumlu bulunmuştur. Yağ tutma kapasitesindeki farklılıkların ürünün fiziksel yapısındaki modifikasyonlara bağlı olduğu bildirilmiştir (Sangnark ve Noomhorm 2004). Gıda işleme yöntemleri protein



yapısı ve su geçirmezlik üzerinde etkili faktörlerdir (Yu ve ark. 2007). Buna göre HK yönteminin BU'nda yağ bağlama kapasitesini düşürdüğü söylenebilir. MS ön işlemi de örneklerin yağ tutma kapasitesinde düşüşe neden olmuştur. Yağ tutma özelliklerindeki değişiklikler, ürünün fiziksel yapısındaki modifikasyona atfedilmektedir (Sangnark ve Noomhorm 2004). Yağ tutma kapasitesi yüksek olan bileşenler, yağ içeriği yüksek olan gıda sistemlerinin stabilizasyonunda, önemli bir fonksiyonel rol oynarlar ve emülsifiyer gibi davranarak gıdaların viskozite ve tekstürünü iyileştirirler (Kuntz 1994, Escalada ve ark. 2007). Bu nedenle, DKBU'nun, yüksek yağ tutma kapasitesi sayesinde, özellikle unlu mamüllerde alternatif bir emülsifiye edici bileşen olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu söylenebilir.

#### **4.2.3.4. Emülsiyon oluşturma özellikleri**

Balkabağı unu örneklerine ait emülsiyon oluşturma özellikleri, Çizelge 4.4'de verilmiştir. Örnekler düşük oranda protein içerdiği için emülsiyon kapasitesinin belirlenmesi esnasında oluşan emülsiyon fazı çok az olduğundan ön denemelerde yapılan ölçümlerde güçlüklerle karşılaşmıştır. Bu sebeple emülsiyon oluşturma kabiliyeti yüksek olan protein çözeltilisi (albümin) kullanılmıştır. Bu nedenle bu tez kapsamında, BU örneklerinin albümin proteininin oluşturduğu emülsiyona etkisi incelenmiştir. Albümin çözeltilisinin (% 0.05'lik) emülsiyon kapasitesi ve emülsiyon stabilitesi değerleri sırasıyla % 20.96 ve % 16.28 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4). BU örneklerinin albümin protein çözeltilisine ilavesi ile emülsiyon kapasite değerlerinde önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) artış sağlanmıştır. Buna karşın BU örnekleri arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Ancak, DKBU örneklerinde önemsiz de olsa yüksek emülsiyon kapasitesi değerlerinin elde edilmiş olmasının, bunların su absorpsiyonu ve yağ tutma kapasitelerinin yüksek olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. MS uygulaması da emülsiyon kapasitelerinde önemsiz de olsa bir düşüşe neden olmuştur.

Balkabağı unu örneklerinin albümin protein çözeltilisine ilavesi ile emülsiyon stabilitesi değerlerinde de önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) artış sağlanmıştır. DKBU örneklerinin emülsiyon stabilitesi değerleri, HKBU örneklerinden önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. MS uygulanan örneklerin emülsiyon stabilitesi değerleri ise ön işlemsizlere göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşük bulunmuştur.

Buna göre BU örneklerinin, albüminin emülsiyon kapasitesini ve stabilitesini olumlu yönde etkilediği ve emülsiyon oluşturma özelliklerini geliştirdiği söylenebilir. DKBU örnekleri HKBU örneklerine göre, MS ön işlem uygulanmaksızın üretilen BU örnekleri ise MS ön işlemlilere göre emülsiyon özellikleri üzerine daha olumlu etkide bulunmuştur.

#### **4.2.4. Fenolik madde ve biyoalınabilirlik**

Balkabağı unu örneklerine ait fenolik madde miktarları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Örneklerin serbest fenolik madde miktarları 226.06-283.10 mg GAE 100g<sup>-1</sup>, bağlı fenolik madde miktarları 673.41-954.16 mg GAE 100g<sup>-1</sup> ve toplam fenolik madde miktarları ise 899.48-1237.27 mg GAE 100g<sup>-1</sup> arasında değişmektedir.

HKBU örneklerinin serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarları, DKBU örneklerinden istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak yüksek bulunmuştur. Bu durumun, hava akımlı kurutma sisteminde 60°C'de yapılan kurutma işlemi sırasındaki fenolik madde oluşumundan, kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Benzer sonuçlar Que ve ark. (2008)'nin yapmış oldukları çalışmada da elde edilmiştir. Que ve ark. (2008) sıcak hava akımında kurutulan BU'nda saptanan yüksek antioksidan aktivite oluşumundan, 70°C'de sıcak havada kurutma işlemi sırasında oluşan fenolik bileşiklerin sorumlu olabileceğini ve yüksek polifenol içeriği üzerine, ısıl işlem uygulamasındaki sıcaklık derecesinin, önemli bir etken olduğunu bildirmişlerdir.

MS ön işlem uygulaması ile elde edilen örneklerin fenolik madde içerikleri ise ön işlemsizlere göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. Bu durum, MS uygulamasının, örneklerdeki fenolik maddeleri koruyucu bir etki sağlamış olabileceğini akla getirmektedir. Tayvan mango'su ile yapılan bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Cheng ve ark. 2007). Mir ve ark. (2009) ise sülfürün antioksidan aktivitesinin, karotenoidlerin korunmasına ve dengelenmesine yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir.

**Çizelge 4.5.** Balkabağı unu örneklerinin fenolik madde içerikleri\*

<b>Örnek</b>	<b>Serbest Fenolik Madde (mg GAE 100g<sup>-1</sup>)</b>	<b>Bağlı Fenolik Madde (mg GAE 100g<sup>-1</sup>)</b>	<b>Toplam Fenolik Madde (mg GAE 100g<sup>-1</sup>)</b>	<b>Biyoalnabilir Fenolikler (mg GAE 100g<sup>-1</sup>)</b>	<b>Fenolik Biyoalnabilirlik (%)</b>
<b>HKBU</b>	235.80±1.77 <sup>c</sup>	877.66±1.36 <sup>c</sup>	1113.46±3.12 <sup>c</sup>	342.57±0.68 <sup>c</sup>	30.89±0.03 <sup>c</sup>
<b>DKBU</b>	226.06±0.99 <sup>d</sup>	673.41±4.17 <sup>d</sup>	899.48±5.22 <sup>d</sup>	262.64±5.72 <sup>d</sup>	29.54±0.47 <sup>d</sup>
<b>MS-HKBU</b>	283.10±1.06 <sup>a</sup>	954.16±2.84 <sup>a</sup>	1237.27±2.84 <sup>a</sup>	456.57±6.27 <sup>a</sup>	37.35±0.59 <sup>a</sup>
<b>MS-DKBU</b>	247.77±1.92 <sup>b</sup>	893.16±1.24 <sup>b</sup>	1141.45±0.67 <sup>b</sup>	384.20±4.81 <sup>b</sup>	33.66±0.44 <sup>b</sup>

\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0.05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Meyve ve sebzelerin içerdiği fitokimyasalların çoğu, serbest veya bağlı formdadır. Bağlı fenolikler, gıda matrislerindeki toplam fenoliklerin ortalama olarak %24'ünü içermektedir (Adom ve Liu 2002, Sun ve ark. 2002). Meyve ve sebzelerdeki fenolik madde miktarları üzerine yapılmış değişik araştırmalarda; muşmulada % 20.7 (Neo ve ark. 2010, Gruz ve ark. 2011), soğanda % 10, patatesten % 39.9 ve kabuksuz kabak çekirdeğinde % 21.1 (Chu ve ark. 2002, Peričin ve ark. 2009) oranında bağlı fenolik madde tespit edilmiştir. Adom ve Liu (2002) mısır, buğday ve pirinçte sırasıyla % 85, 75 ve 62 oranında toplam fenolik madde tespit ederken, Zhou ve ark. (2004) karabuğdayda % 88 bağlı fenolik madde saptamışlardır.

Fenolik bileşikler en aktif besinsel antioksidanlardır (Shahidi ve Naczki 1995). Bu nedenle fenolik maddelerce zengin gıdaların tüketimi, vücuttaki doğal antioksidanların artmasını sağlamaktadır (Vitali ve ark. 2009). Diyetle alınan serbest ve bağlı formdaki fenolikler, mide ve ince bağırsakta hızla absorbe edilir ve vücudun her tarafına dağılırlar. Bunlar, LDL kolesterol ve lipozom aktivitesine karşı inhibe edici aktivite göstermektedirler (Chandrasekara ve Shahidi 2011). Fenolik bileşiklerin bağlı formları, ancak serbest hale geçtikten sonra absorbe edilebilmektedir (Nardini ve ark. 2002). Özellikle diyetle alınan bağlı formlar, kolon kanserine karşı kimyasal maddelerin zararlı etkilerini önleyici aktivite göstermektedirler (Chandrasekara ve Shahidi 2011). Bu nedenle eğer diğer sağlık faydalarının yanında kolon kanserinden korunmak için tercih ediliyorsa, bağlı fenoliklerin diyetle alınmadan önce serbest kalması önemlidir (Acosta-Estrada ve ark. 2014).

Polifenoller diyetimizde bol miktarda bulunan mikrobeyinlerdir ki bunlar kanser ve kardiovasküler hastalıklar gibi dejeneratif hastalıkları önlemektedir. Polifenollerin sağlık üzerine etkileri; bunların tüketim miktarı ve biyoalınabilirliği ile ilgilidir (Manach ve ark. 2004). Gıdaların işlenmesi ve depolanması, gıda maddesindeki flavanoid ve fenolik asit içeriğini etkilemektedir. Sonuç olarak, polifenollerin mideye giren miktarı ve potansiyel biyoalınabilirlikleri de değişiklik göstermektedir (Amarowicz ve ark. 2009, Cermak ve ark. 2009).

Bu çalışmada, balkabağı unlarının bileşimindeki fenolik maddelerin biyoalınabilirlikleri de incelenmiştir. Biyoalınabilirlik, gıda maddesinin sindirilmesi ile alınan bileşiğin

fizyolojik ve metabolik fonksiyonlar için kullanılan ya da depolanan kısmı olarak tanımlanmaktadır. Kısacası biyoalınabilirlik gıda maddelerinde bulunan bileşenlerin sindirim sisteminde emilen miktarıdır (House 1999). Son yıllarda yapılan çalışmalar sonucunda, gıdalar ile alınan besin öğelerinin tamamının biyolojik olarak kullanılmadığı tespit edilmiştir. Biyoalınabilirlik, gıda maddesinin fiziksel özelliği, kimyasal bileşimi ve bireysel sindirim kapasitesi gibi birçok nedene bağlı olarak değişmektedir (Sandström 2001).

Çizelge 4.5'e göre BU'larının biyoalınabilir fenolik içerikleri 262.64-456.57 mg GAE 100g<sup>-1</sup> arasında değişirken, fenolik biyoalınabilirlikleri ise % 29.54-37.35 arasında değişmiştir. En yüksek biyoalınabilir fenolik içeriği (456.57 mg GAE 100g<sup>-1</sup>) ve fenolik biyoalınabilirlik oranı (% 37.35) MS-HKBU örneğinde gözlenmiştir. DKBU örneklerinin biyoalınabilir fenolik içeriği, HKBU örneklerinden istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak düşük bulunmuştur. Ayrıca, BU örneklerindeki fenolik bileşenlerin biyoalınabilirliğinde, MS uygulaması istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak artışa neden olmuştur.

#### **4.2.5. Antioksidan aktivite**

Antioksidan aktivite birçok faktörden etkilenmektedir, bu nedenle de birçok antioksidan aktivite belirleme yöntemi bulunmaktadır. Antioksidan aktivite belirleme yöntemleri; substrat, oksidan, reaksiyon koşulları ve ölçülen değer bakımından birbirlerinden oldukça farklıdır (Pokorny 1991). Bunlar; hidrojen atomu transferine (HAT) ve elektron transferine (ET) dayanan yöntemler olarak başlıca iki gruba ayrılmaktadır (Huang ve ark. 2005, Prior ve ark. 2005). ABTS (2,2-azinobis-3-etilbenzotiazolin-sulfonik asit), FRAP [demir (III) iyonunun indirgenmesine dayalı antioksidan gücü] ve CUPRAC [bakır (II) indirgeyici antioksidan gücü] yöntemleri, elektron transferi (ET) reaksiyonlarına dayalı yöntemlerdir (Lopez-Alarcon ve Lissi 2006). Reaksiyon karışımı içinde antioksidan ve oksidan olmak üzere iki bileşen vardır. Oksidan madde, antioksidandan bir elektron aldığı anda rengi değişir. Renk değişiminin derecesi antioksidan konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Antioksidanın indirgeme gücü “troloks eşdeğeri” veya “gallik asit eşdeğeri” olarak tespit edilir. Bu yöntemlerde, antioksidan aktivitenin, indirgeme kapasitesine denk olduğu varsayılmaktadır (Huang ve ark. 2005).

Yukarıda bahsedilen tüm yöntemlerin kullanılması, mümkün olmakla birlikte, örnekteki antioksidan maddelerin moleküler çeşitliliği, bu yöntemler arasında her zaman doğrusal ilişki oluşmasını engelleyebilir. Bu nedenle tek bir yöntem kullanarak antioksidan aktivite hakkında karar vermek, uygun olmayabilir (Ardağ 2008). Antioksidan aktivitenin ölçümü için literatürde verilen yirmiden fazla yöntem mevcuttur. Literatür sonuçları açıkça göstermektedir ki; antioksidan aktivite, seçilen tayin yöntemine son derece bağımlıdır ve antioksidan aktivite ile bitki ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriği arasında, tam bir korelasyon gözlenmeyebilir (Dorman ve ark. 2003, Trouillas ve ark. 2003, Miliauskas ve ark. 2004).

#### **4.2.5.1. Balkabağı unu örneklerinin ABTS antioksidan aktiviteleri**

ABTS yöntemi, gıdalarda yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemin temeli, ABTS'nin (2,2-azinobis-3-benzotiyazolin-6-sulfonik asit) potasyum persülfat tarafından okside edilmesi sonucunda, radikal katyon  $ABTS^+$  (radikal katyon 2,2-azinobis-3-benzotiyazolin-6-sufonik asit) oluşmasıdır (Protegenta ve ark. 2002). Troloks [(±)-6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilroman-2-karboksilik asit], E vitamininin suda çözünür eşdeğeri olup (Re ve ark. 1999) canlı sistemlerde doğal olarak bulunan bir bileşik olmamakla birlikte, pek çok antioksidan aktivite tayin yönteminde standart olarak kullanılmaktadır. Genellikle troloks antioksidan olarak kullanılmak suretiyle belli bir derişim aralığında bir çalışma grafiği hazırlanmakta ve bilinmeyen antioksidanın aktivitesi bu grafikten troloks eşdeğeri olarak okunmaktadır (Ardağ 2008).

Balkabağı unu örneklerinde, troloks eşdeğeri cinsinden serbest fenolik bileşiklerinin antioksidan aktiviteleri (ABTS), 15.18-18.09  $\mu\text{mol}$  troloks/g arasında değişmektedir (Çizelge 4.6). Bağlı fenollerin ABTS değerleri ise 61.46-73.72  $\mu\text{mol}$  troloks/g arasında değişmiştir. Bağlı fenollerin antioksidan aktiviteleri, serbest fenollerin ABTS değerlerinden yaklaşık 4 kat fazla bulunmuştur. Xu ve ark. (2009)'nın yulaf üzerine yaptıkları bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Troloks eşdeğeri cinsinden serbest ve bağlı fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri içinde en yüksek değerler MS-HKBU örneğinde (18.09, 73.72  $\mu\text{mol}$  troloks/g örnek, sırasıyla) gözlenmiştir.

**Çizelge 4.6.** Balkabağı unlarının antioksidan aktiviteleri\* (µmol troloks/g örnek)

Örnek	ABTS		CUPRAC		DPPH		FRAP	
	Serbest Fenolik	Bağlı Fenolik	Serbest Fenolik	Bağlı Fenolik	Serbest Fenolik	Bağlı Fenolik	Serbest Fenolik	Bağlı Fenolik
<b>HKBU</b>	15.64±0.17 <sup>b</sup>	63.83±1.84 <sup>b</sup>	12.72±0.75 <sup>a</sup>	10.62±2.56 <sup>a</sup>	6.24±0.01 <sup>b</sup>	31.82±2.25 <sup>ab</sup>	7.21±0.16 <sup>c</sup>	55.83±1.40 <sup>b</sup>
<b>DKBU</b>	15.18±0.48 <sup>b</sup>	61.46±2.32 <sup>b</sup>	9.28±0.52 <sup>b</sup>	9.61±0.12 <sup>a</sup>	5.57±0.11 <sup>c</sup>	30.02±0.04 <sup>b</sup>	5.94±0.01 <sup>d</sup>	45.61±0.10 <sup>c</sup>
<b>MS-HKBU</b>	18.09±0.34 <sup>a</sup>	73.72±1.26 <sup>a</sup>	13.12±0.28 <sup>a</sup>	12.72±0.31 <sup>a</sup>	6.74±0.03 <sup>a</sup>	33.85±0.58 <sup>a</sup>	13.09±0.69 <sup>a</sup>	66.05±2.09 <sup>a</sup>
<b>MS-DKBU</b>	15.97±0.39 <sup>b</sup>	67.54±4.37 <sup>ab</sup>	12.94±0.90 <sup>a</sup>	10.88±2.27 <sup>a</sup>	6.54±0.22 <sup>ab</sup>	32.92±0.05 <sup>ab</sup>	8.49±0.26 <sup>b</sup>	59.10±5.53 <sup>b</sup>

\* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0.05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

HKBU örneklerinin serbest ve bağlı fenollerinin ABTS antioksidan aktivite değerleri, DKBU örneklerinden istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak yüksek bulunmuştur. MS ön işlem uygulaması ile elde edilen örneklerin antioksidan aktiviteleri de ön işlemsizlere göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksektir.

#### **4.2.5.2. Balkabağı unu örneklerinin CUPRAC antioksidan aktiviteleri**

Örneklere ait CUPRAC antioksidan aktivite değerleri Çizelge 4.6'da görülmektedir. CUPRAC Yöntemi, Apak ve ark. (2004, 2005) tarafından antioksidan aktivite tayini için geliştirilmiş ve bakır (II) iyonunu indirgeme antioksidan aktivite (Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity: CUPRAC) olarak isimlendirilmiştir.

Balkabağı unu örneklerinde, CUPRAC yöntemi sonuçlarına göre, serbest fenollerin antioksidan aktivite değerleri 9.28-13.12  $\mu\text{mol}$  troloks/g arasında saptanmıştır (Çizelge 4.6). Serbest fenollerin en yüksek CUPRAC antioksidan değeri (13.12  $\mu\text{mol}$  troloks/g), MS-HKBU örneğinde saptanmıştır. HKBU örneklerinin serbest fenollerinin CUPRAC antioksidan aktivite değerleri, DKBU örneklerinden istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak yüksek bulunmuştur. MS ön işlem uygulamalı örneklerin CUPRAC serbest fenol antioksidan aktiviteleri de ön işlemsizlere göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur.

Bağlı fenollerin CUPRAC antioksidan değerleri ise 9.61-12.72  $\mu\text{mol}$  troloks/g arasında değişmiştir (Çizelge 4.6). Bağlı fenollerin CUPRAC antioksidan aktivite sonuçları içinde en yüksek değer (12.72  $\mu\text{mol}$  troloks/g), serbest fenollerde olduğu gibi MS-HKBU örneğinde tespit edilmiştir. Metabisülfite ön işleme ve hava akımında kurutma, BU'ların bağlı fenoliklerinin CUPRAC antioksidan aktivitelerinde, önemsiz de olsa artışa neden olmuştur.

#### **4.2.5.3. Balkabağı unu örneklerinin DPPH antioksidan aktiviteleri**

Balkabağı unu örneklerinde, troloks eşdeğeri cinsinden serbest fenolik bileşiklerinin DPPH antioksidan aktiviteleri, 5.57-6.74  $\mu\text{mol}$  troloks/g arasında değişmektedir (Çizelge 4.6). Bağlı fenollerin DPPH değerleri ise 30.02-33.85  $\mu\text{mol}$  troloks/g arasında değişmiştir. Bağlı fenollerin antioksidan aktiviteleri, serbest fenollerin DPPH değerlerinden yaklaşık 5 kat fazla bulunmuştur. Troloks eşdeğeri cinsinden serbest ve



bağlı fenolik bileşiklerin DPPH antioksidan aktiviteleri içinde en yüksek değerler MS-HKBU örneğinde (6.74 ve 33.85 µmol troloks/g örnek, sırasıyla) gözlenmiştir.

HKBU örneklerinin serbest ve bağlı fenollerinin DPPH antioksidan aktivite değerleri, DKBU örneklerinden istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak yüksek bulunmuştur. MS ön işlem uygulaması ile elde edilen örneklerin antioksidan aktiviteleri de ön işlemsizlere göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur.

Mildner-Szkudlarz ve ark. (2013) beyaz üzüm posasının DPPH yöntemi ile belirledikleri antioksidan aktivitesini 250.56 mmol troloks g<sup>-1</sup> olarak tespit etmişlerdir. Türksoy ve ark. (2011) ise DPPH yöntemi ile belirledikleri siyah havucun antioksidan aktivitesini % 22.03 olarak bulmuşlardır.

#### **4.2.5.4. Balkabağı unu örneklerinin FRAP antioksidan aktiviteleri**

FRAP yönteminde, demir tuzu oksidan olarak kullanılmakta ve yöntem düşük pH'da TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazin) kompleksindeki Fe<sup>+3</sup>'ün, Fe<sup>+2</sup> formuna indirgenmesine dayanmaktadır (Pellegrini ve ark. 2003). Örneklere ait FRAP antioksidan aktivite değerleri Çizelge 4.6'da görülmektedir.

Balkabağı unu örneklerinin, serbest fenolik bileşiklerinin FRAP antioksidan aktiviteleri, 5.94-13.09 µmol troloks/g arasında değişmektedir (Çizelge 4.6). Bağlı fenollerin FRAP antioksidan değerleri ise 45.61-66.05 µmol troloks/g arasında değişmiştir. Bağlı fenollerin FRAP antioksidan aktiviteleri, serbest fenollerin FRAP değerlerinden yaklaşık 5-9 kat yüksek bulunmuştur. Daha önce yapılmış olan invitro analizler sonucunda; bağlı fenoliklerin, serbest fenoliklerden önemli miktarda daha fazla antioksidan aktiviteye sahip olduğu saptanmıştır (Liyana-Pathirana ve Shahidi 2006, Chandrasekara ve Shahidi 2011).

Serbest ve bağlı fenollerin FRAP antioksidan aktivitelerinde, ön işlem uygulaması ve kurutma yöntemi farklılığı, istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) bir etki yaratmıştır. HKBU örneklerinin FRAP antioksidan aktivite değerleri, DKBU örneklerinden istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak yüksek bulunmuştur. Yapılan benzer çalışmalarda; BU (Que ve ark. 2008), kahve (Nicoli ve ark. 1997, Sanchez-Gonzalez ve ark. 2005) ve mango çekirdeği ununda da (Soong ve Barlow 2004) kurutma sırasında

uygulanan yüksek sıcaklık uygulaması ile antioksidan aktivite değerlerinde artış kaydedilmiştir. Que ve ark. (2008) da 70°C'lik yüksek kurutma sıcaklığında oluşan fenoliklerin, hava akımında kurutulmuş BU'nun yüksek antioksidan aktivitesinden sorumlu olduğunu bildirmişlerdir. MS ön işlem uygulaması da fenollerin FRAP antioksidan aktivitelerinde önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) artış sağlamıştır. González ve ark. (2001), *C.moschata*'nın antioksidan aktivitesi nedeniyle sağlığa faydalı olduğunu belirtmişlerdir.

#### 4.2.5.5. Balkabağı unu örneklerinin antioksidatif biyoalınabilirlikleri

Bu çalışmada, BU'larının antioksidatif biyoalınabilirlikleri de incelenmiştir. Çizelge 4.7'ye göre BU'larının antioksidatif biyoalınabilirlikleri, ABTS yönteminde % 52.93-101.39 arasında, CUPRAC yönteminde %34.23-60.48, DPPH yönteminde % 1.33-7.50 ve FRAP yönteminde % 3.06-7.68 arasında değişmiştir.

**Çizelge 4.7.** Balkabağı unu örneklerinin antioksidatif biyoalınabilirlik değerleri\*

Örnek	Antioksidatif Biyoalınabilirlik (%)			
	ABTS	CUPRAC	DPPH	FRAP
HKBU	81.04±1.05 <sup>a</sup>	41.96±2.25 <sup>b</sup>	1.62±0.22 <sup>c</sup>	3.64±0.06 <sup>c</sup>
DKBU	52.93±11.62 <sup>b</sup>	34.23±4.96 <sup>b</sup>	1.33±0.88 <sup>c</sup>	3.06±0.10 <sup>c</sup>
MS-HKBU	101.39±10.16 <sup>a</sup>	60.48±3.76 <sup>a</sup>	7.50±0.55 <sup>a</sup>	7.68±0.56 <sup>a</sup>
MS-DKBU	95.79±12.05 <sup>a</sup>	38.01±6.91 <sup>b</sup>	5.20±0.05 <sup>b</sup>	5.71±0.07 <sup>b</sup>

\* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0.05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

En yüksek antioksidatif biyoalınabilirlik değerleri, MS-HKBU örneğinde saptanmıştır. HKBU örneklerinin antioksidatif biyoalınabilirlikleri bazılarında önemsiz de olsa, DKBU örneklerinden istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. Ayrıca, MS uygulaması da örneklerin antioksidatif biyoalınabilirliklerini istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) artırmıştır.

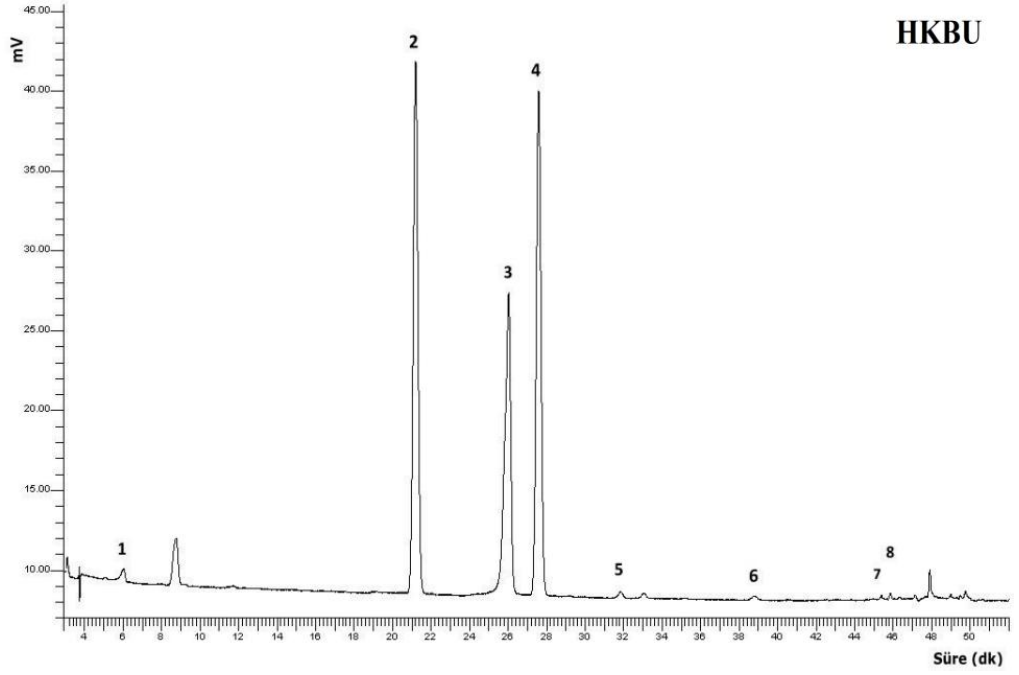
#### 4.2.6. Balkabağı unu örneklerinin fenolik asit içeriği

Balkabağı unlarının fenolik asit içerikleri Çizelge 4.8'de ve örneklere ait fenolik asit komatogramları da Şekil 4.2-4.5'de verilmiştir.

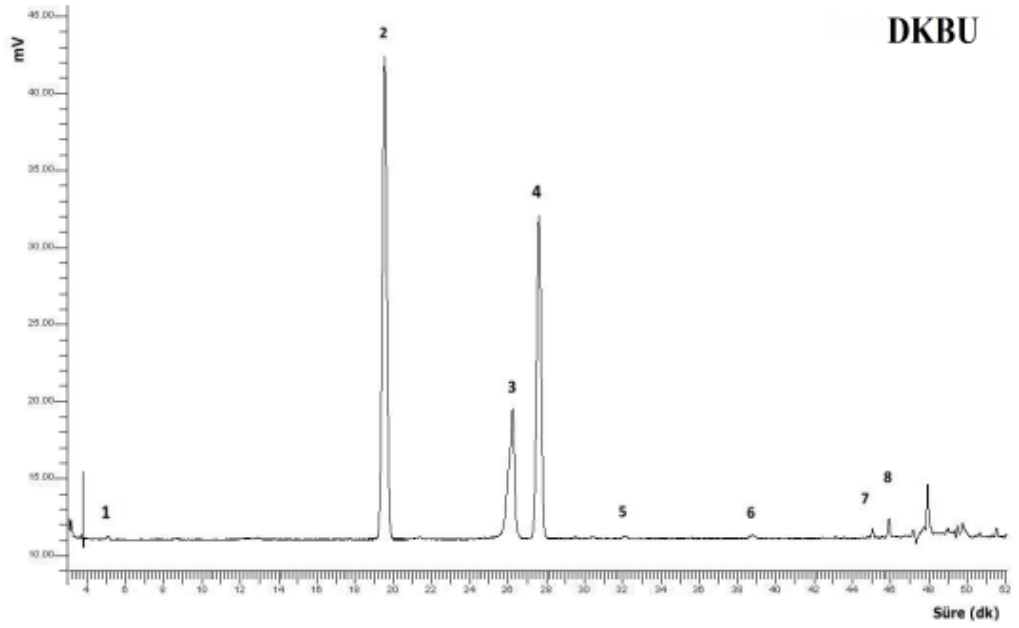
**Çizelge 4.8.** Balkabağı unlarının fenolik asit içerikleri\* (mg g<sup>-1</sup>)

Örnek	Klorojenik	Şiringik	<i>p</i> -hidroksibenzoik	Kafeik	Gallik	Ferulik	<i>p</i> -kumarik	Sinapik
<b>HKBU</b>	0.809±0.003 <sup>c</sup>	0.589±0.015 <sup>b</sup>	1.236±0.017 <sup>bc</sup>	1.079±0.028 <sup>b</sup>	0.017±0.002 <sup>c</sup>	0.002±0.001 <sup>a</sup>	0.025±0.004 <sup>c</sup>	0.009±0.002 <sup>b</sup>
<b>DKBU</b>	0.352±0.014 <sup>d</sup>	0.286±0.011 <sup>c</sup>	0.829±0.014 <sup>c</sup>	0.681±0.128 <sup>c</sup>	0.003±0.001 <sup>d</sup>	0.002±0.001 <sup>a</sup>	0.014±0.014 <sup>b</sup>	0.007±0.001 <sup>b</sup>
<b>MS-HKBU</b>	0.916±0.015 <sup>a</sup>	0.748±0.029 <sup>a</sup>	1.675±0.284 <sup>a</sup>	1.281±0.015 <sup>a</sup>	0.046±0.003 <sup>a</sup>	0.004±0.002 <sup>a</sup>	0.148±0.003 <sup>a</sup>	0.027±0.004 <sup>a</sup>
<b>MS-DKBU</b>	0.875±0.003 <sup>b</sup>	0.715±0.016 <sup>a</sup>	1.333±0.092 <sup>ab</sup>	1.125±0.004 <sup>ab</sup>	0.025±0.030 <sup>b</sup>	0.003±0.002 <sup>a</sup>	0.034±0.001 <sup>b</sup>	0.009±0.001 <sup>b</sup>

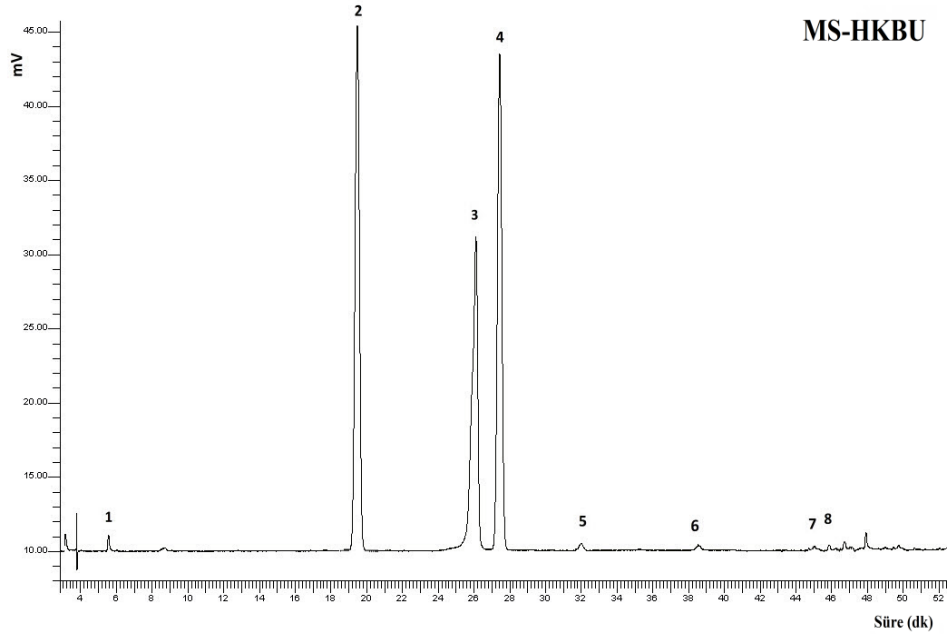
\* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0.05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.



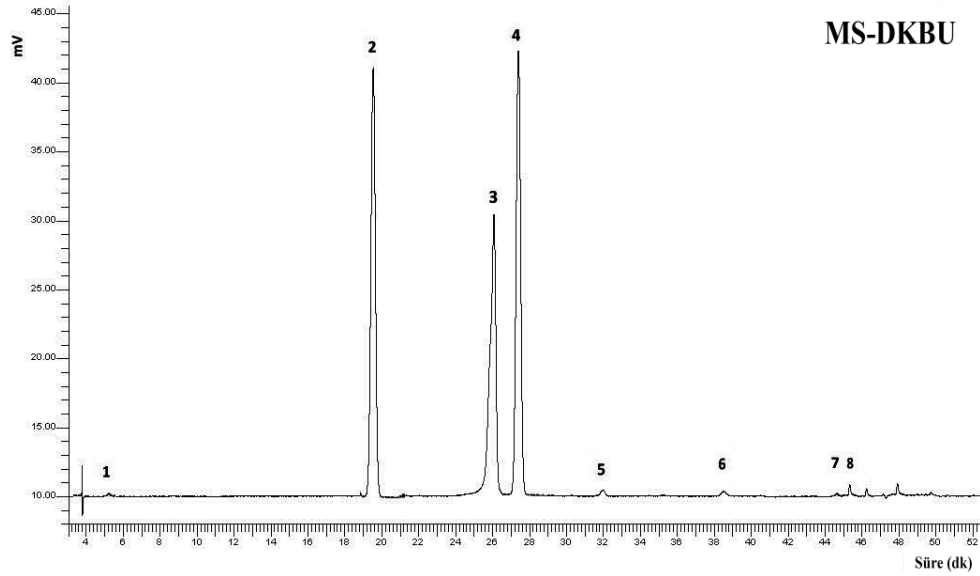
**Şekil 4.2.** HKBU örneğine ait fenolik asit kromatogramı (1:Gallik Asit, 2:p-hidroksibenzoik Asit, 3:Klorojenik Asit, 4:Kafeik Asit, 5:Şiringik Asit, 6:p-kumarik Asit, 7:Ferulik Asit, 8:Sinapik Asit)



**Şekil 4.3.** DKBU örneğine ait fenolik asit kromatogramı (1:Gallik Asit, 2:p-hidroksibenzoik Asit, 3:Klorojenik Asit, 4:Kafeik Asit, 5:Şiringik Asit, 6:p-kumarik Asit, 7:Ferulik Asit, 8:Sinapik Asit)



**Şekil 4.4.** MS-HKBU örneğine ait fenolik asit kromatogramı (1:Gallik Asit, 2:p-hidroksibenzoik Asit, 3:Klorojenik Asit, 4:Kafeik Asit, 5:Şiringik Asit, 6:p-kumarik Asit, 7:Ferulik Asit, 8:Sinapik Asit)



**Şekil 4.5.** MS-DKBU örneğine ait fenolik asit kromatogramı (1:Gallik Asit, 2:p-hidroksibenzoik Asit, 3:Klorojenik Asit, 4:Kafeik Asit, 5:Şiringik Asit, 6:p-kumarik Asit, 7:Ferulik Asit, 8:Sinapik Asit)

Yapılan HPLC analizi sonuçlarına göre; BU örneklerinde, *p*-hidroksibenzoik, kafeik, klorojenik, şiringik, *p*-kumarik, gallik, ferulik ve sinapik asit tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, Pericin ve ark. (2009)'nın, balkabağının değişik kısımlarında tespit ettiği fenolik asitler ile bezerlik göstermektedir.

Fenolik bileşikler; fenolik asitler ve flavonoidler olarak iki gruba ayrılırlar. Flavanoidler, meyve ve sebzelerin yapılarında doğal olarak bulunan polifenolik antioksidanlardır (Cemeroğlu 2004, Zor 2007, Güngör 2007). Fenolik asitler ve flavanoidler, genellikle çözünür bağlı (glikozitler) ve çözünmez formda bulunmaktadır (Nardini ve Ghiselli 2004). Doğada fenolik asitler genellikle çözünmez ve bağlı formda bulunurlar (Acosta-Estrada ve ark. 2014). Meyveler, özellikle içerdikleri fenolik bileşiklerin antioksidatif ve antimikrobiyal etkilerine bağlı olarak sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı, fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmektedir (Pehlivan ve Güteryüz 2004). Fenolik bileşiklere, beslenme fizyolojisi açısından olumlu etkileri nedeniyle "biyoflavonoid" adı da verilmektedir (Cemeroğlu 2004, Saldamlı 2007).

Fenolik asitler, hidroksibenzoik ve hidroksisinamik asit türevlerini içermektedir (Benbrook 2005). En yaygın hidroksibenzoik asit türevleri *p*-hidroksibenzoik, vanilik, şiringik ve gallik asit iken, en yaygın sinamik asit türevleri *p*-kumarik, kafeik, ferulik ve sinapik asittir (Matilla ve ark. 2007).

Balkabağı unu örneklerinde baskın fenolik asidin, *p*-hidroksibenzoik asit olduğu görülmektedir (0.829-1.268 mg g<sup>-1</sup>). Bunu kafeik (0.681-1.281 mg g<sup>-1</sup>), klorojenik (0.352-0.916 mg g<sup>-1</sup>) ve şiringik asit (0.286-0.748 mg g<sup>-1</sup>) izlemiştir.

Balkabağı çeşitlerinden *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima* ve *Cucurbita pepo*'nun fenolik asit bileşimleri hakkında çok az bilgi bulunmaktadır. Schmidlein ve Herrmann (1975), balkabağının kabuğunda düşük oranda vanilik, *p*-kumarik ve sinapik asit tespit etmişlerdir.

HKBU örneklerinin, DKBU örneklerine göre kısmen daha yüksek seviyede fenolik asit içerdiği gözlenmiştir. Ayrıca, MS uygulamalı örneklerin fenolik asit miktarları, ön işlemsizlere göre istatistiksel olarak ( $p \leq 0.05$ ) daha yüksek bulunmuştur.

20.273 dakika alıkonma zamanına sahip olan *p*-hidroksibenzoik asit, HKBU örneklerinde, DKBU örneklerine göre önemsiz de olsa yüksek bulunmuştur. MS uygulamalı örneklerin *p*-hidroksibenzoik asit içerikleri ise ön işlemsiz örneklerden istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek çıkmıştır.

Kafeik asit standardı, 27.339 dakikada tanımlanmıştır. En yüksek ( $1.281 \text{ mg g}^{-1}$ ) kafeik asit içeriği MS-HKBU örneğinde saptanırken, en düşük oran ( $0.681 \text{ mg g}^{-1}$ ) DKBU örneğinde elde edilmiştir. HKBU örneklerinin kafeik asit içeriği, DKBU örneklerine göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek çıkmıştır. MS uygulamalı örneklerin kafeik asit içerikleri ise ön işlemsiz örneklerden istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur.

Klorojenik asit standardının alıkonma zamanı, 26.085 dakikadır. BU örneklerinin klorojenik asit miktarları,  $0.352\text{-}0.916 \text{ mg g}^{-1}$  arasında değişmiştir. En yüksek klorojenik asit miktarı MS-HKBU örneğinde ( $0.916 \text{ mg g}^{-1}$ ) gözlenirken, en düşük klorojenik asit seviyesi DKBU örneğinde ( $0.352 \text{ mg g}^{-1}$ ) tespit edilmiştir. HKBU örneklerinin klorojenik asit içeriği DKBU örneklerinden istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. Aynı şekilde, MS uygulamalılarda da, ön işlemsiz örneklerden önemli düzeyde yüksek ( $p \leq 0.05$ ) klorojenik asit miktarı tespit edilmiştir. Dragovic-Uzelac (2005) yaptıkları çalışmada ham balkabakları ve balkabağı pürelerinde ortalama  $0.0156 \text{ mg g}^{-1}$  klorojenik asit tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada kültüre edilmiş tüm ham balkabaklarında şiringik asit konsantrasyonu da yüksek bulunmuştur. Ayrıca, düşük miktarda da kafeik ve *p*-kumarik asit saptanmıştır.

Sonuçlar göstermektedir ki; HKBU örneklerinin fenolik asit miktarları DKBU örneklerine göre kısmen de olsa yüksek bulunmuştur. Ayrıca, MS uygulamalı örneklerin fenolik asit içerikleri (ferulik ve şiringik asit hariç), ön işlemsizlere göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksektir.

### **4.3. Balkabağı Unu Katkılı Bisküvilerin Özellikleri**

#### **4.3.1. Kimyasal bileşim**

Bisküvi tekstürünün ve tüketici tarafından kabul edilebilirliğinin saptanmasında su, çok önemli bir faktördür (Pareyt ve Delcour 2008). Üretilen bisküvi örneklerine ait kimyasal

bileşimler Çizelge 4.9'da verilmiştir. BU ilaveli bisküvilerin nem oranları % 6.13-6.29 arasında değişmiştir. DKBU ilaveli bisküvilerin nem oranları, HKBU ilaveli bisküvilerden yüksek bulunmuştur. MS uygulamalı BU ilave edilen bisküvilerin nem içerikleri ise ön işlemsiz BU ilaveli olanlardan önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşük bulunmuştur. BU katkılı bisküvilerin nem miktarlarının (% 6.13-6.29), kontrolden (% 6.11) önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek olduğu gözlenmiştir. Bisküvilere ilave edilen BU oranının artışıyla, birlikte nem miktarlarının da arttığı tespit edilmiştir. Unlu mamüllerin su absorpsiyon kapasitesi ve dolayısıyla nem içeriği, diyet lif miktarının artışıyla birlikte yükselmektedir (Ranhotra ve ark. 1991, Grigelmo-Miguel ve ark. 1999, Manley 2000). Çalışmamızda, bisküvilerin nem miktarlarındaki bu artışın, BU katkısından kaynaklanan diyet lif içeriklerindeki artışa paralel olarak gerçekleştiği düşünülmektedir. Diyet lif miktarının artışına bağlı olarak pişmiş bisküvilerin su aktivitesi ya da nem miktarının arttığına dair benzer sonuçlar birçok çalışmada ortaya konulmuştur (Artz ve ark. 1990, Ranhotra ve ark. 1991, Grigelmo-Miguel ve ark. 1999). Örneğin; muz unu (Agama-Acevedo ve ark. 2012), arpa unu (Gupta ve ark. 2011) ve çimlendirilmiş kahverengi pirinç unu (Chung ve ark. 2014) ilave edilen bisküvilerde, kontrol bisküvilerine oranla nem miktarında artış tespit edilmiştir. Larrea ve ark. (2005) da yaptıkları bir çalışmada, esmer pirinç unu ilavesiyle lif oranı arttığından, bisküvide alıkonan nem miktarının da arttığını bildirmişlerdir. Frost ve ark. (2011) ise arpa unu katkısı ile yaptıkları bisküvilerde, çözünür liflerin yüksek su tutma kapasitesi nedeniyle, su aktivitesini yüksek bulmuştur. Soto-Mendivil ve Vidal-Quintanar (2001), arpa unu katkısının bisküvilerin nem miktarında artış sağladığını tespit etmiştir.

Chung ve ark. (2014), pişme sonrası üründe tutulan nemin, bisküvideki makromoleküler yapıda meydana gelen değişikliklerden kaynaklandığını bildirmiş ve yaptıkları çalışmada pirinç unu katkısı ile protein, nişasta ve liflerin yapılarındaki değişiklik sonucu, bisküvinin heterojenliğinin artmış olabileceğini ve bunun pişirme sırasında nemin alıkonmasındaki değişikliğe katkı sağlamış olabileceğini belirtmişlerdir. Sebzeler, diyet lifin önemli kaynakları olup bunların hücre duvarı matriksi, temel lif kaynağıdır (Redgwell ve ark. 1990, Carpita ve Gibeaut 1993). Sebze lifleri yüksek oranda çözünür fraksiyon (pektin gibi) içerdiği için daha yüksek su tutma kapasitesine sahiptir (Ptitchkina ve ark. 1998, De Escalada Pla ve ark. 2007).



Çizelge 4.9. Bisküvilerin kimyasal bileşimleri\*

Katkı	BU Oranı (%)	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Diyet Lif (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kcal)
<b>Kontrol</b>	<b>0</b>	6.11±0.001 <sup>f</sup>	1.07±0.09 <sup>h</sup>	4.32±0.06 <sup>a</sup>	21.34±0.01 <sup>g</sup>	4.72±1.35 <sup>c</sup>	67.50±0.123 <sup>a</sup>	494.99±2.84 <sup>a</sup>
	<b>10</b>	6.14±0.028 <sup>de</sup>	1.20±0.02 <sup>fg</sup>	4.28±0.58 <sup>a</sup>	21.43±0.0004 <sup>fg</sup>	5.92±0.17 <sup>de</sup>	66.658±0.103 <sup>def</sup>	469.31±1.06 <sup>cd</sup>
<b>HKBU</b>	<b>20</b>	6.20±0.056 <sup>bc</sup>	1.21±0.01 <sup>fg</sup>	4.25±0.06 <sup>a</sup>	21.56±0.43 <sup>efg</sup>	7.94±0.62 <sup>bc</sup>	66.57±0.212 <sup>ef</sup>	466.90±0.35 <sup>de</sup>
	<b>30</b>	6.21±0.084 <sup>b</sup>	1.30±0.001 <sup>ef</sup>	4.02±0.06 <sup>b</sup>	21.66±0.10 <sup>def</sup>	9.50±0.14 <sup>a</sup>	66.54±0.067 <sup>ef</sup>	465.63±2.16 <sup>e</sup>
<b>DKBU</b>	<b>10</b>	6.17±0.028 <sup>cd</sup>	1.15±0.06 <sup>gh</sup>	3.83±0.11 <sup>bcd</sup>	21.74±0.02 <sup>cde</sup>	5.82±0.10 <sup>de</sup>	66.49±0.279 <sup>f</sup>	466.61±1.09 <sup>de</sup>
	<b>20</b>	6.26±0.141 <sup>a</sup>	1.18±0.01 <sup>g</sup>	3.79±0.06 <sup>cde</sup>	21.75±0.03 <sup>bcd</sup>	8.83±0.19 <sup>ab</sup>	66.39±0.093 <sup>fg</sup>	465.44±0.44 <sup>e</sup>
	<b>30</b>	6.29±0.277 <sup>a</sup>	1.21±0.002 <sup>fg</sup>	3.77±0.06 <sup>cde</sup>	21.95±0.01 <sup>abc</sup>	10.30±0.53 <sup>a</sup>	66.16±0.123 <sup>g</sup>	464.72±1.34 <sup>e</sup>
<b>MS-HKBU</b>	<b>10</b>	6.13±0.066 <sup>ef</sup>	1.46±0.07 <sup>bc</sup>	3.99±0.11 <sup>bc</sup>	21.77±0.02 <sup>bcd</sup>	5.57±0.28 <sup>e</sup>	67.33±0.019 <sup>ab</sup>	473.85±0.21 <sup>b</sup>
	<b>20</b>	6.15±0.032 <sup>de</sup>	1.54±0.03 <sup>ab</sup>	3.94±0.06 <sup>bcd</sup>	21.78±0.02 <sup>bcd</sup>	7.20±0.12 <sup>cd</sup>	67.14±0.017 <sup>bc</sup>	473.60±0.10 <sup>b</sup>
	<b>30</b>	6.16±0.014 <sup>de</sup>	1.63±0.02 <sup>a</sup>	3.87±0.06 <sup>bcd</sup>	21.96±0.04 <sup>abc</sup>	8.83±0.12 <sup>ab</sup>	66.90±0.173 <sup>cd</sup>	472.74±2.09 <sup>bc</sup>
<b>MS-DKBU</b>	<b>10</b>	6.13±0.006 <sup>ef</sup>	1.34±0.01 <sup>de</sup>	3.77±0.04 <sup>cde</sup>	21.90±0.11 <sup>abcd</sup>	5.70±0.01 <sup>de</sup>	66.87±0.089 <sup>cd</sup>	471.85±0.50 <sup>bc</sup>
	<b>20</b>	6.17±0.014 <sup>cd</sup>	1.41±0.01 <sup>cd</sup>	3.74±0.001 <sup>de</sup>	21.99±0.002 <sup>ab</sup>	7.69±0.08 <sup>bc</sup>	66.84±0.254 <sup>cde</sup>	469.96±0.04 <sup>cd</sup>
	<b>30</b>	6.19±0.004 <sup>bc</sup>	1.55±0.02 <sup>ab</sup>	3.70±0.06 <sup>e</sup>	22.03±0.002 <sup>a</sup>	9.15±0.20 <sup>ab</sup>	66.81±0.009 <sup>de</sup>	469.66±0.63 <sup>cd</sup>

\* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0.05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

De Escalada Pla ve ark. (2007)'nin yaptıkları bir çalışmada, balkabağından elde edilen lif ekstraktları ile zenginleştirilen ürünlerde, lif matriksleri, suyu kuvvetle absorblamıştır. Araştırmacılar, hidrasyon özelliğinin, yan zincirli hidrofilik pektinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Yan zincirli hidrofilik pektin varlığında, su absorpsiyonu yükselmektedir. Çalışmamızda da en yüksek diyet lif oranlarına (% 5.82-10.30) sahip olan DKBU katkılı bisküvilerin, nem miktarları da en yüksek (% 6.17-6.29) bulunmuştur.

Balkabağı unu katkılı bisküvilerin diyet lif miktarları da (% 7.20-10.30), kontrolden (% 4.72) önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. DKBU ilaveli bisküvilerin diyet lif oranları, HKBU ilaveli bisküvilerden yüksek bulunmuştur. MS uygulamalı BU ilave edilen bisküvilerin diyet lif içerikleri ise ön işlemsiz BU ilaveli olanlardan önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşük bulunmuştur. Bisküvilere ilave edilen BU'nun artışına paralel olarak, bisküvilerin toplam diyet lif miktarları da artış göstermiştir. Şahan ve ark. (2013) iğde unu ilave ettikleri bisküvilerin diyet lif miktarını %3.91-9.34 olarak tespit etmişlerdir. Mildner-Szkudlarz ve ark. (2012) beyaz üzüm posası ilavesi ile ürettikleri bisküvilerin diyet lif miktarını %3.4-11.0 arasında bulmuşlardır. Vitali ve ark. (2009) ise havuç ilave ederek ürettikleri bisküvilerde diyet lif miktarını % 6.0-12.41 arasında tespit etmişlerdir.

Evageliolu ve ark. (2005) Rusya'da, balkabağının preslenerek suyunun ayrılmasından sonra geriye kalan pulpun, diyet lif kaynağı olarak ev ölçeğinde kullanıldığını bildirmiştir.

Bisküvi örneklerine ait toplam kül miktarı incelendiğinde, BU ilaveli bisküvilerin kül miktarları (% 1.15-1.63), kontrolden (% 1.07) daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, See ve ark (2007)'nin bulguları ile uyumludur. Bisküvilere ilave edilen BU oranı arttıkça, kül miktarı da artmıştır. DKBU ilaveli bisküvilerin kül oranları, HKBU ilaveli bisküvilerden düşük bulunmuştur. MS uygulamalı BU ilavesi ile üretilen bisküvilerde ise kül miktarı, ön işlemsiz BU ilavelilere göre, yüksek bulunmuştur. Literatürde yer alan bazı çalışmalarda, muz nişastası (% 0.91-1.2), mısır nişastası (% 0.85-1.1), ekstrude portakal pulpu (% 0.93-1.36), kurutulmuş moringa yaprağı (% 1.3-1.8), pirinç kepeği protein konsantresi (% 1.6-2), pigeon bezelyesi unu (% 0.86-1.23), arpa unu

(% 13.2-13.8) ve maş fasulyesi unu (% 0.91-2.30) gibi katkılarla üretilmiş bisküvilerin kül içeriklerinin, benzer olduğu gözlenmiştir (Bello-Perez ve ark. 2004, Larrea ve ark. 2005, Vieira ve ark. 2008, Yadav ve ark. 2011, Tiwari ve ark. 2011, Gupta ve ark. 2011, Rajiv ve ark. 2011).

Üretilen bisküvilerin protein miktarları % 3.70-4.32 arasında değişmektedir. BU oranı arttıkça, protein oranında azalma olduğu gözlenmiştir. BU'nun protein oranı, buğday unundan düşük olduğu için BU oranındaki artış, bisküvilerin protein miktarlarında düşüşe neden olmuştur. Yapılmış bazı araştırmalarda benzer şekilde; ekstrude kuru portakal posası, palmiye unu ve iğde unu ilaveli bisküvilerde bu katkıların oranı arttıkça, bisküvilerin protein oranlarının düştüğü tespit edilmiştir (Larrea ve ark. 2005, Vieira ve ark. 2008, Şahan ve ark. 2013).

Üretilen bisküvilerin yağ miktarı % 21.34-22.03 arasında değişmektedir. Tüm bisküvi örneklerinde BU oranı arttıkça, yağ miktarlarının da arttığı gözlenmiştir. MS uygulamalı BU ilave edilen bisküvilerin yağ içerikleri, ön işlemsiz BU ilaveli olanlardan yüksek bulunmuştur. Bello-Perez ve ark. (2004) ve Şahan ve ark. (2013) tarafından yapılmış çalışmalarda, sırasıyla, muz ve mısır nişastası ile iğde unu ilavesinin bisküvilerin yağ miktarlarını artırdığı tespit edilmiştir.

Balkabağı unu katkılı bisküvilerin karbonhidrat değerleri % 66.16-67.33 arasında değişirken, enerji değerleri 464.72-473.85 kcal arasında değişmiştir. Bu değerler kontrol bisküvisinin karbonhidrat (% 67.50) ve enerji (494.99 kcal) değerlerinden önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşük çıkmıştır. DKBU ilaveli bisküvilerin karbonhidrat miktarları ve enerji değerleri, HKBU ilavelilerden düşük bulunmuştur. MS uygulamalı BU ilave edilen bisküvilerin karbonhidrat oranları ve enerji değerlerinin ise ön işlemsiz BU ilaveli olanlardan önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek olduğu gözlenmiştir. Bisküvilere ilave edilen BU oranı artışına paralel olarak, bisküvilerin karbonhidrat ve enerji değerleri düşmüştür. See ve ark. (2007) da BU oranı arttıkça, ekmeğin karbonhidrat oranında azalma olduğunu kaydetmişlerdir. Bisküvinin karbonhidrat içeriği üzerine etkili temel bileşen, undur. BU, buğday unu ile yer değiştirilerek kullanıldığı için BU oranındaki artış, bisküvinin diyet lif miktarını artırmak suretiyle, karbonhidrat ve enerji değerini düşürmüştür. Bitkisel liflerin, bisküvilerin tekstür, renk ve aromasını

geliştirirken, son ürünün enerji değerini düşürmek için kullanılabileceği bildirilmiştir (Jeltema ve ark. 1983, Öztürk ve ark. 2002). Larrea ve ark. (2005), ekstrude portakal pulpu ilavesi ile ürettikleri bisküvilerin enerji değerlerini 423.52-460.11 kcal arasında, Vieira ve ark. (2008) palmiye unu ilaveli bisküvilerin enerji değerlerini 466-467 kcal arasında bulmuşlardır. Günümüzde sağlık problemlerini sınırlamak, kilo vermek ya da kilo kontrolü sağlamak amacıyla, az yağlı ve kalorisi düşük ürünlere olan talepler artmıştır (Sandrou ve Arvanitoyannis 2000). Bu kapsamda, tüketicilerin isteklerini karşılayabilmek amacıyla, bitkisel ürünler ile zenginleştirilen ya da takviye edilen gıdaların çeşitliliği, giderek artmaktadır. Bu da sağlığa faydalı minör bitki bileşenlerinin tüketilmesinde, alternatif bir yol olarak düşünülmektedir (Schieber ve ark. 2001).

Sonuç olarak; bu çalışmada da BU katkısının, bisküvilerin diyet lif oranını artırırken, karbonhidrat miktarını ve enerji değerini düşürmesi, dikkat çekici bir sonuç olarak değerlendirilmektedir. DKBU ilaveli bisküvilerin nem ve diyet lif oranları, HKBU katkılılardan yüksek, karbonhidrat ve enerji değerleri ise düşük bulunmuştur. MS uygulamalı BU ilavesi ile üretilen bisküvilerde ise nem ve diyet lif miktarları ön işlemsiz BU ilavelilere göre yüksek bulunurken, karbonhidrat içeriklerinin ve enerji değerlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

### **4.3.2. Renk**

#### **4.3.2.1. Yüzey rengi**

Bisküvilerin yüzey renk değerleri Çizelge 4.10'da, fotoğrafları ise Şekil 4.6-4.9'da görülmektedir. Renk, ürünün görüntüsünü ve albenisini etkileyen en önemli faktördür (Yalçın 2005, See ve ark. 2007).

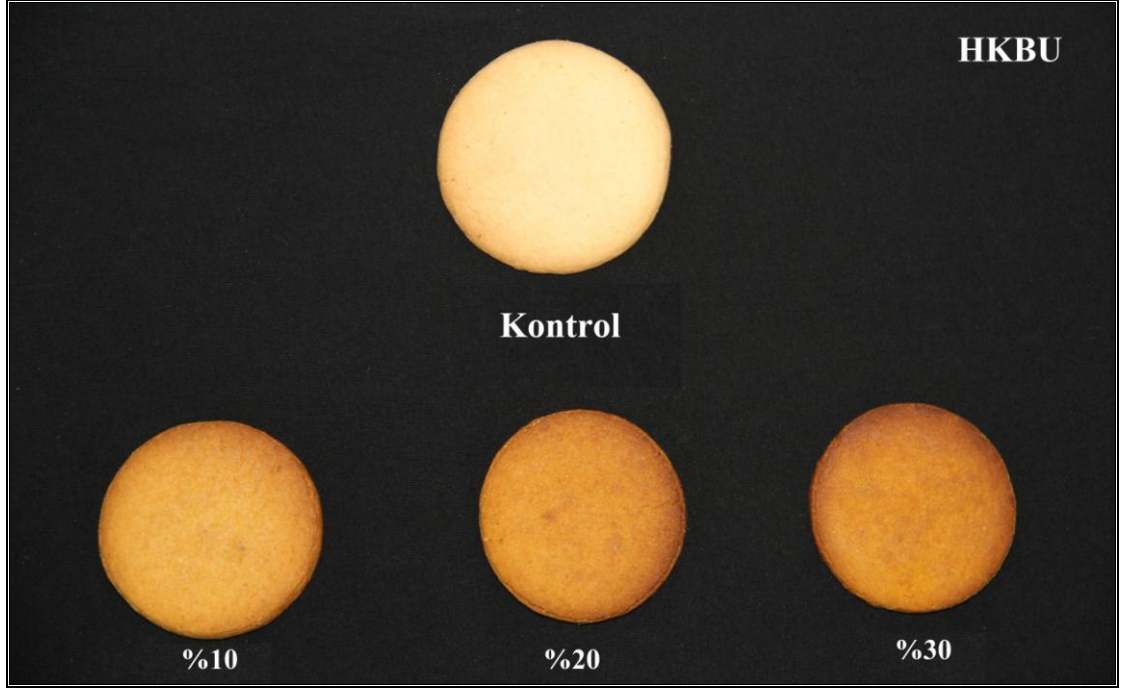
Bisküvilerin yüzey  $L^*$  değerleri (50.19-61.43), kontrolden (71.17) önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşük bulunmuştur. DKBU ilaveli örneklerin  $L^*$  değerlerinin, HKBU ilavelilerden istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek olduğu görülmektedir. MS uygulaması ile elde edilmiş BU ilaveli bisküvilerde ölçülen  $L^*$  değerleri ise ön işlemsiz BU ilaveli bisküvilerden önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşük bulunmuştur. BU katkı oranı arttıkça bisküvilerin yüzey  $L^*$  değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, See ve ark (2007) bildirdikleri ile benzerdir. Pongjanta ve ark. (2006) da çalışmalarında % 0, 10, 20, 30, 40 ve 50 oranında balkabağı tozu ilavesi ile ürettikleri

bisküvilerde katkı oranı arttıkça yüzey  $L^*$  değerlerinin azaldığını tespit etmişlerdir. Rajiv ve ark. (2011) ise yaptıkları bir çalışmada maş fasulyesi ilavesi ile ürettikleri bisküvilerin  $L^*$  değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir.

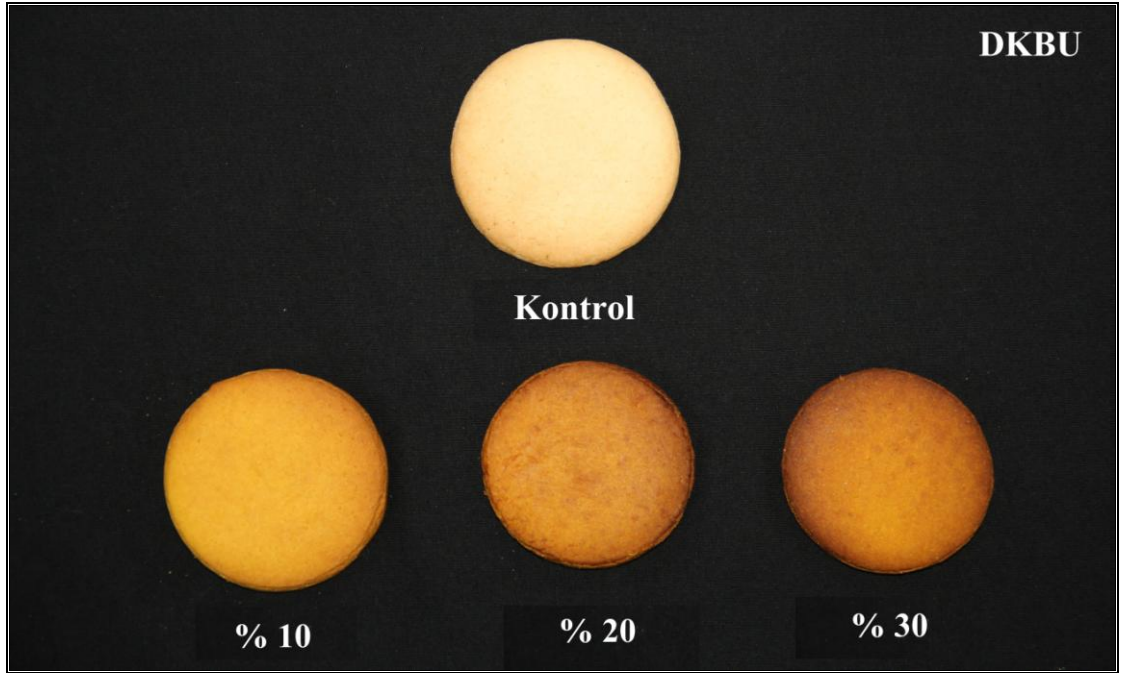
**Çizelge 4.10.** Bisküvilerin yüzey rengi değerleri\*\*

Katkı	BU Oranı (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Kontrol	0	71.17±0.81 <sup>a</sup>	3.55±0.52 <sup>f</sup>	30.72±0.89 <sup>f</sup>
	10	59.23±1.28 <sup>c</sup>	9.54±0.86 <sup>e</sup>	44.03±2.29 <sup>de</sup>
	20	55.63±1.04 <sup>ef</sup>	11.44±0.45 <sup>d</sup>	48.48±1.89 <sup>c</sup>
HKBU	30	51.21±1.85 <sup>g</sup>	12.92±0.28 <sup>bc</sup>	48.79±1.92 <sup>bc</sup>
	10	61.43±1.84 <sup>b</sup>	10.56±0.66 <sup>e</sup>	45.81±1.36 <sup>de</sup>
	20	57.89±0.80 <sup>c</sup>	12.83±0.41 <sup>cd</sup>	49.51±1.51 <sup>bc</sup>
DKBU	30	55.93±2.38 <sup>def</sup>	14.64±0.52 <sup>a</sup>	52.63±2.18 <sup>a</sup>
	10	57.39±1.46 <sup>cde</sup>	9.32±1.04 <sup>e</sup>	43.89±1.20 <sup>de</sup>
	20	54.57±1.36 <sup>f</sup>	11.41±0.45 <sup>d</sup>	46.52±0.91 <sup>cd</sup>
MS-HKBU	30	50.19±1.39 <sup>g</sup>	11.71±0.87 <sup>cd</sup>	48.36±2.07 <sup>c</sup>
	10	61.19±1.26 <sup>b</sup>	9.64±0.65 <sup>e</sup>	44.99±2.08 <sup>e</sup>
	20	57.39±1.46 <sup>cd</sup>	11.59±0.99 <sup>d</sup>	48.72±1.06 <sup>c</sup>
MS-DKBU	30	54.22±1.96 <sup>f</sup>	13.66±0.30 <sup>ab</sup>	50.58±2.71 <sup>ab</sup>

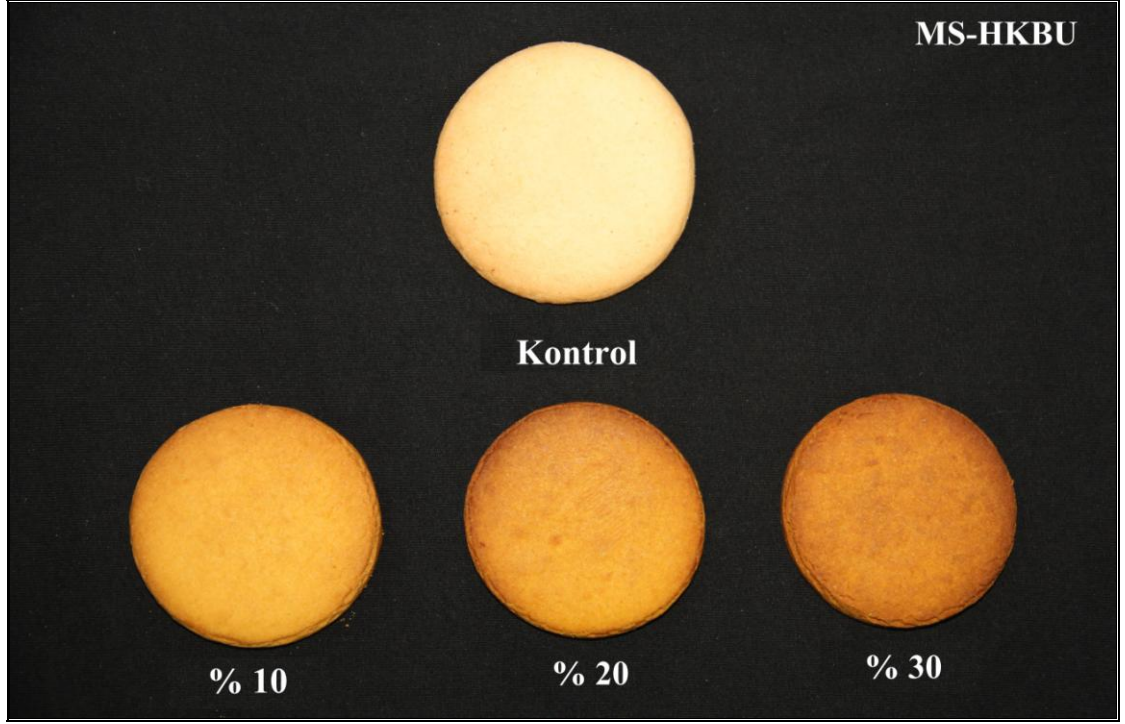
\*\* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0.05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.



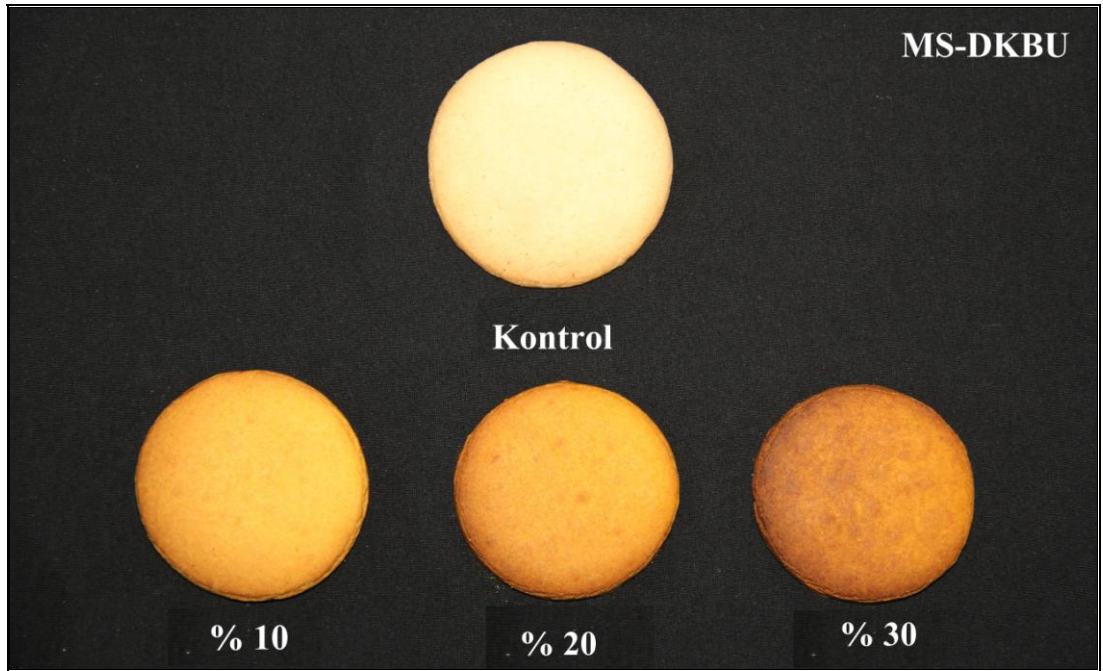
Şekil 4.6. HKBU ilavesi ile üretilen bisküvilerin yüzey rengi



Şekil 4.7. DKBU ilavesi ile üretilen bisküvilerin yüzey rengi



Şekil 4.8. MS-HKBU ilavesi ile üretilen bisküvilerin yüzey rengi



Şekil 4.9. MS-DKBU ilavesi ile üretilen bisküvilerin yüzey rengi

Benzer şekilde McWatters ve ark. (2003) da nohut ve yabancı ot ilavesinin, Khouryieh ve Aramouni (2012) ise keten tohumu ilavesinin, bisküvilerin parlaklığını azalttığını belirtmişlerdir.

Bisküvilerin yüzey  $a^*$  değerleri (9.32-14.64), kontrolden (3.55) önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. DKBU ilaveli örneklerin  $a^*$  değerlerinin, HKBU ilavelilerden istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek olduğu gözlenmiştir. Metabisülfite (MS) uygulaması ile elde edilmiş BU ilaveli bisküvilerde ölçülen  $a^*$  değerleri ise ön işlemsiz BU ilaveli bisküvilerden önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşük bulunmuştur. BU katkı oranı arttıkça bisküvilerin yüzey  $a^*$  değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Bu da bisküvilerin kırmızılık değerlerinde BU ilavesi ile birlikte artış olduğunu göstermektedir. Pongjanta ve ark. (2006) da balkabağı tozu ilavesi ile ürettikleri bisküvilerde katkı oranı arttıkça yüzey  $a^*$  değerlerinin arttığını tespit etmişlerdir. See ve ark (2007)'nin yaptıkları çalışmada da BU oranındaki artış, bisküvilerin yüzey  $a^*$  değerlerinde artış sağlamıştır.

Bisküvilerin yüzey  $b^*$  değerlerinin de (43.89-52.63), kontrolden (30.72) önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek olduğu görülmektedir. DKBU ilaveli örneklerin  $b^*$  değerleri, HKBU ilavelilerden istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. MS uygulamalı BU ilaveli bisküvilerde ölçülen  $b^*$  değerleri ise ön işlemsiz BU ilaveli bisküvilerden önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşüktür. BU katkı oranı arttıkça bisküvilerin yüzey  $b^*$  değerlerinde de aynen  $a^*$  değerlerinde olduğu gibi artış kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, See ve ark (2007) ve Pongjanta ve ark. (2006)'nin sonuçları ile paralellik göstermektedir. Rajiv ve ark. (2011) da yaptıkları bir çalışmada maş fasulyesi ilavesi ile ürettikleri bisküvilerin  $b^*$  değerlerinin arttığını bildirmişlerdir.

Sonuç olarak; BU katkılı bisküvilerin  $L^*$  değerinin kontrole göre düşük olması, daha az parlak olduklarını,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin yüksek çıkması ise BU ilave edilen bisküvilerin, kontrolden daha portakalımsı sarı renkli olduğunu göstermektedir.

Bisküviye ilave edilen değişik katkıların renk üzerine etkisinin incelendiği bazı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Chung ve ark. (2014) yaptıkları bir çalışmada bisküviye ilave ettikleri kahverengi pirinç ununun, bisküvinin  $L^*$  değerini



düşürürken,  $a^*$  değerini arttırdığını tespit etmişlerdir. Türksoy ve ark. (2011)'nın siyah havuç ilave ettikleri bisküvilerde de, katkı oranındaki artışına bağlı olarak,  $L^*$  ve  $b^*$  değerinin düştüğünü,  $a^*$  değerinin ise yükseldiği belirlenmiştir. Türksoy ve Özkaya (2011) balkabağı posası ve havuç posası unu ilavesi ile ürettikleri bisküvilerin  $L^*$  değerinin (parlaklık) düştüğünü,  $a^*$  değerinin (kırmızılık) ise yükseldiğini tespit etmişlerdir.

#### 4.3.2.2. İç renk

Balkabağı unu ilavesi ile üretilen bisküvilerin iç renk değerleri Çizelge 4.11'de, fotoğrafları ise Şekil 4.10'da görülmektedir. Buna göre;  $L^*$  değerleri (62.51-69.98), kontrolden (71.36) önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşük bulunmuştur. BU oranının artışına bağlı olarak bisküvilerin  $L^*$  değerlerinde düşüş olduğu gözlenmiş, parlaklıkları azalmıştır. DKBU ilaveli örneklerin  $L^*$  değerlerinin, HKBU ilavelilerden istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak önemli düzeyde yüksek olduğu görülmektedir. Bu da dondurarak kurutulmuş BU katkısının bisküvi iç rengini daha parlak yaptığını göstermektedir. MS uygulaması ile elde edilmiş BU ilaveli bisküvi içlerinde ölçülen  $L^*$  değerleri ise ön işlemsiz BU ilaveli bisküvilerden önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşük bulunmuştur. MS uygulamalı örneklerin  $L^*$  değerlerinin düşük çıkması, bisküvilerin renginin daha az parlak yani mat olmasına neden olmuştur. See ve ark. (2007) da çalışmalarında BU ilave oranı arttıkça bisküvi için  $L^*$  değerlerinin azaldığını ve kontrolden düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Balkabağı unu ilavesi ile üretilen bisküvilerin iç  $a^*$  değerleri (1.77-6.08), kontrolden (1.67) önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. BU ilavesi ile üretilen bisküvilerin BU oranı artışına paralel olarak  $a^*$  değerinde de artış olduğu saptanmıştır. DKBU ilaveli örneklerin  $a^*$  değerlerinin, HKBU ilavelilerden istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak önemli düzeyde yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu da dondurarak kurutulmuş BU katkısının bisküvi iç rengini daha koyu portakalımsı sarı yaptığını göstermektedir. MS uygulamalı balkabağı unlarının kullanıldığı bisküvi içlerinde ölçülen  $a^*$  değerleri ise ön işlemsiz BU ilaveli bisküvilerden önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.11. Bisküvi içi renk değerleri\*\*

Katkı	BU Oranı (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Kontrol	0	71.36±1.51 <sup>a</sup>	1.67±0.42 <sup>h</sup>	28.46±0.72 <sup>j</sup>
	10	68.03±1.29 <sup>bcd</sup>	1.94±0.55 <sup>efgh</sup>	50.62±0.78 <sup>h</sup>
HKBU	20	66.73±0.59 <sup>cde</sup>	2.52±0.40 <sup>de</sup>	58.23±0.51 <sup>e</sup>
	30	62.82±0.31 <sup>fg</sup>	3.45±0.04 <sup>c</sup>	60.42±0.89 <sup>d</sup>
DKBU	10	69.98±0.52 <sup>ab</sup>	2.38±0.12 <sup>ef</sup>	57.90±0.57 <sup>e</sup>
	20	69.48±5.70 <sup>abc</sup>	3.29±0.45 <sup>c</sup>	62.73±0.46 <sup>c</sup>
	30	68.05±0.95 <sup>bcd</sup>	6.08±0.21 <sup>a</sup>	67.16±0.21 <sup>a</sup>
MS-HKBU	10	67.65±1.53 <sup>bcd</sup>	1.77±0.02 <sup>gh</sup>	47.92±0.90 <sup>i</sup>
	20	65.53±0.55 <sup>def</sup>	1.83±0.29 <sup>fgh</sup>	53.9±0.59 <sup>g</sup>
	30	62.51±0.33 <sup>g</sup>	1.85±0.30 <sup>fgh</sup>	55.02±0.40 <sup>g</sup>
MS-DKBU	10	69.28±0.24 <sup>abc</sup>	2.25±0.67 <sup>efg</sup>	56.50±0.39 <sup>f</sup>
	20	67.65±0.38 <sup>bcd</sup>	3.06±0.61 <sup>cd</sup>	62.03±1.43 <sup>c</sup>
	30	64.48±0.80 <sup>efg</sup>	5.08±0.16 <sup>b</sup>	64.29±1.32 <sup>b</sup>

\*\* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0.05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır



Şekil 4.10. Bisküvilerin iç renkleri

MS uygulamalı örneklerin  $a^*$  değerlerinin düşük çıkması, bisküvilerin renginin daha açık portakalimsı sarı olmasına neden olmuştur. BU katkı oranı arttıkça, bisküvi içi  $a^*$  değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Bu da bisküvi içi kırmızılık değerlerinde BU ilavesi ile birlikte artış olduğunu göstermektedir. See ve ark. (2007)'nin yaptıkları çalışmada da BU oranındaki artış, bisküvi içinin  $a^*$  değerlerinde artış sağlamıştır.

Bisküvi içi  $b^*$  değerlerinin de (47.92-67.16), kontrolden (28.46) önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek olduğu görülmektedir. BU ilavesi ile üretilen bisküvilerin katkı oranı artışına paralel olarak  $b^*$  değerinde de artış olduğu saptanmıştır. DKBU ilaveli örneklerin  $b^*$  değerleri, HKBU ilavelilerden istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. Bu da dondurarak kurutulmuş BU katkısının bisküvi iç rengini daha portakalimsı sarı yaptığını göstermektedir. MS uygulamalı BU ilaveli bisküvi içlerinde ölçülen  $b^*$  değerleri ise ön işlemsiz BU ilaveli bisküvilerden önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşüktür. BU katkı oranı arttıkça bisküvi içlerinin  $b^*$  değerlerinde de aynen  $a^*$  değerlerinde olduğu gibi, artış kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, See ve ark. (2007)'nin sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Balkabağı unu katkılı bisküvilerin iç renkleri incelendiğinde sonuç olarak;  $L^*$  değerinin kontrole göre düşük olması, daha az parlak olduklarını,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin yüksek çıkması ise kontrolden daha kırmızı ve daha sarı renkli olduğunu göstermektedir.

### **4.3.3. Fiziksel özellikler**

Balkabağı unu katkısı ile üretilen bisküvilerin fiziksel özellikleri Çizelge 4.12'de verilmiştir. Bisküvinin arzu edilebilir kalitede olması, çapının büyük, kalınlığının az ve gevrekliğinin yüksek olması ile ilişkilidir (Guttieri ve ark. 2008).

#### **4.3.3.1. Boyut ve yayılma oranı**

Balkabağı unu katkısı ile üretilen bisküvilerin çapları (5.01-6.39 cm), kontrolden (6.83 cm) önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşük bulunmuştur. Bisküvi kalınlıklarının (1.01-1.64 cm) ise kontrolden (0.98 cm) yüksek olduğu saptanmıştır. DKBU ilaveli bisküvilerin çapları, HKBU ilaveli bisküvilerden düşük, kalınlıkları ise yüksektir. MS uygulamalı BU ilave edilen bisküvilerin çaplarının ön işlemsiz BU ilaveli olanlardan önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek, kalınlıklarının ise düşük olduğu gözlenmiştir.

**Çizelge 4.12.** Bisküvilerin fiziksel özellikleri\*

Katkı	BU Oranı (%)	Çap (cm)	Kalınlık (cm)	Yayılma Oranı	Sertlik (N)
<b>Kontrol</b>	<b>0</b>	6.83±0.05 <sup>a</sup>	0.98±0.04 <sup>k</sup>	7.00±0.36 <sup>a</sup>	84.76±11.65 <sup>a</sup>
	<b>10</b>	6.14±0.12 <sup>bc</sup>	1.18±0.01 <sup>ef</sup>	5.19±0.07 <sup>de</sup>	71.85±5.90 <sup>bc</sup>
<b>HKBU</b>	<b>20</b>	6.13±0.01 <sup>bcd</sup>	1.35±0.06 <sup>d</sup>	4.54±0.03 <sup>f</sup>	67.07±12.91 <sup>bcde</sup>
	<b>30</b>	5.66±0.564 <sup>e</sup>	1.43±0.06 <sup>c</sup>	3.95±0.31 <sup>g</sup>	56.85±0.50 <sup>de</sup>
	<b>10</b>	6.05±0.14 <sup>cd</sup>	1.21±0.24 <sup>e</sup>	4.99±0.19 <sup>e</sup>	72.25±12.61 <sup>bcde</sup>
<b>DKBU</b>	<b>20</b>	6.01±0.02 <sup>cd</sup>	1.50±0.04 <sup>b</sup>	4.01±0.03 <sup>g</sup>	68.63±13.13 <sup>bcde</sup>
	<b>30</b>	5.01±0.04 <sup>cd</sup>	1.64±0.01 <sup>a</sup>	3.06±0.03 <sup>g</sup>	58.23±5.47 <sup>e</sup>
	<b>10</b>	6.39±0.49 <sup>b</sup>	1.01±0.24 <sup>jk</sup>	6.31±0.36 <sup>b</sup>	63.51±8.15 <sup>ab</sup>
<b>MS-HKBU</b>	<b>20</b>	6.24±0.08 <sup>bc</sup>	1.05±0.26 <sup>ij</sup>	5.92±0.17 <sup>bc</sup>	60.59±2.63 <sup>bc</sup>
	<b>30</b>	6.15±0.05 <sup>bc</sup>	1.07±0.30 <sup>i</sup>	5.76±0.18 <sup>c</sup>	52.02±0.09 <sup>bcde</sup>
	<b>10</b>	6.30±0.03 <sup>bc</sup>	1.10±0.08 <sup>hi</sup>	5.75±0.05 <sup>c</sup>	68.95±4.25 <sup>ab</sup>
<b>MS-DKBU</b>	<b>20</b>	6.23±0.12 <sup>bc</sup>	1.12±0.01 <sup>gh</sup>	5.57±0.06 <sup>cd</sup>	62.98±19.54 <sup>bcd</sup>
	<b>30</b>	5.81±0.03 <sup>de</sup>	1.16±0.04 <sup>fg</sup>	5.01±0.03 <sup>e</sup>	53.62±7.57 <sup>cde</sup>

\* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0.05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Balkabağı unu katkısının bisküvi formülasyonundaki oranının artışına paralel olarak, bisküvilerin çaplarında azalma, kalınlıklarında ise artış kaydedilmiştir.

Benzer bir çalışmada da Türksöy ve Özkaya (2011) balkabağı posasının kurutulup öğütülmesi ile elde ettikleri tozu, bisküvi üretiminde kullanmışlar ve bu katkının bisküvi çapını düşürüp, kalınlığını artırdığını saptamışlardır. Aynı etki, daha önce yapılan diğer bazı çalışmalarda da gözlenmiş, bitkisel lif (Özkaya ve Demir 2000), arpa unu (Gupta ve ark. 2011), susam unu (Hoojjat ve Zabik 1984) ve mercimek unu (Zucco ve ark. 2011) ilave edilen bisküvilerde de tespit edilmiştir.

Yapılmış çalışmalarda genel olarak, bisküvilerde lif oranı arttıkça, çapta azalma olduğu belirlenmiştir. Ajila ve ark (2008) da yaptıkları bir çalışmada, bisküviye ilave ettikleri mango kabuğu tozunun, bisküvi çapını düşürüp, kalınlığını artırdığını tespit etmişlerdir. Bunun sebebinin de bisküvi hamurundaki gluten'in seyreilmesi olabileceğini bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada ise tahıl kepeği ilavesinin bisküvinin çapını düşürdüğü belirlenmiştir (Sudha ve ark. 2007).

Çap ve kalınlık ölçülerinden faydalanılarak hesaplanan yayılma oranları incelendiğinde; BU katkılı bisküvilerin çaplarının düşmesinin ve kalınlıklarının artmasının doğal bir sonucu olarak, yayılma oranları (3.06-6.31 cm), kontrole (7.00 cm) göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) düşük çıkmıştır. DKBU ilaveli bisküvilerin yayılma oranları, HKBU ilaveli bisküvilerden düşük bulunmuştur. MS uygulamalı BU ilave edilen bisküvilerin yayılma oranlarının ise ön işlemsiz BU ilaveli olanlardan önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek olduğu gözlenmiştir.

Turksoy ve Özkaya (2011) da balkabağı posası tozu katkılı bisküvinin çapındaki azalma ve kalınlığındaki artış sonucu, yayılma oranının düştüğünü tespit etmişlerdir. Bu durumun, balkabağının diyet lif bakımından zengin olması nedeniyle su absorpsiyonunun, buğday unundan yüksek olmasından kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Yayılma oranı daha çok hamurun viskozitesi ile ilgili bir kavramdır (Pareyt ve Delcour 2008). Hamur yoğurma sırasında, suyu absorblayan bileşenler, hamur viskozitesini artırmak suretiyle, bisküvi yayılmasını sınırlamaktadır (McWatters ve ark. 2003, Arshad ve ark. 2007). Hoojjat ve Zabik (1984), buğday proteini dışındaki proteinlerin su absorpsiyonunun, gluten proteininin absorpsiyonundan yüksek olduğunu bildirmiştir. Bu durum, pişirme sırasında bisküvinin yayılmasını da etkilemektedir. Genellikle, bisküvi hamurunda bulunan sınırlı miktardaki serbest su, yayılma faktörü üzerine kritik rol oynamaktadır. Bisküvi hamuruna ilave edilen hidrofilik katkıların miktarı arttırıldıkça, yayılma faktörünün düştüğü saptanmıştır. Bu hidrofilik moleküller, bisküvi hamurundaki serbest su için diğer bileşenlerle yarışma kapasitesine sahiptir. Eğer hamurda absorblanmadan kalan serbest su mevcutsa, hamur viskozitesi düşmekte ve böylece bisküvinin yayılma kapasitesi de yükselmektedir (Chung ve ark. 2014). Giami ve ark. (2005) da yayılma oranının, bisküvilerin içeriğindeki bileşenlerin rekabetinden kaynaklandığını; un veya diğer bileşenlerin yoğurma sırasında suyu absorbe ederek, yayılma oranını azalttığını bildirmiştir.

De Escalada Pla ve ark. (2007) da balkabağından elde edilen lif ekstraktları ile zenginleştirilen ürünlerde, dikkate değer ölçüde hidrasyon özellikleri saptamışlardır. Yaptıkları çalışmada lif matriksleri, suyu kuvvetle absorblamıştır. Araştırmacılar,

hidrasyon özelliğinin, yan zincirli hidrofilik pektinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Tangkanakul ve ark. (1995) ile Şeker ve ark. (2009) da lif katkılı bisküvilerde, lif oranındaki artışın, yayılma oranını düşürdüğünü belirlemişlerdir. Gupta ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada, arpa unu katkı oranı arttıkça, bisküvi kalınlığındaki artışa paralel olarak, yayılma oranının etkin şekilde azaldığını bildirmişlerdir.

#### **4.3.3.2. Sertlik**

Gıdanın tüketiciler tarafından kabul görebilmesi için önemli bir parametre olan tekstür özellikleri, üretim kalitesini belirlemektedir (Mamat ve ark. 2010). Bisküvi, kek ve kraker gibi unlu mamüllerin tekstürü, tipik olarak mekanik özelliklerle karakterize edilmektedir (Zoulias ve ark. 2000, Gallagher ve ark. 2003, Singh ve ark. 2003, Kawai ve ark. 2014). BU katkılı bisküvilerin sertlik değerleri Çizelge 4.12'de görülmektedir.

Balkabağı unu ilaveli bisküvilerin maksimum kırılma kuvveti (N) değerlerinin (52.02-72.25 N), kontrolden (84.76 N) daha düşük olduğu tespit edilmiştir. DKBU ilaveli bisküvilerin kuvvet değerleri, HKBU ilaveli bisküvilerden nisbeten yüksektir. MS uygulamalı BU ilavesi ile üretilen bisküvilerde ise kuvvet değerleri, ön işlemsiz BU ilavelilere göre düşük bulunmuştur. Bisküvilere ilave edilen BU katkısının oranı arttıkça, sertlik azalmıştır. Panalistler, BU ilaveli bisküvilerin daha yumuşak yapılı olduklarını ifade etmişlerdir. Bu durum, BU ilavesinin, bisküvinin sertliğini azalttığını ve bisküvilerin yumuşamasına neden olduğunu göstermektedir. Bisküvilerin sertliğinde meydana gelen bu düşüşün, BU ilavesi ile buğday proteini gluten'in seyrelmesi ve böylece gluten matriksinin oluşumunun gecikmesinden, BU'ndaki pektin'in (çözünür diyet lif, hidrofilik) yüksek miktarda suyu absorblaması ile gluten proteinlerine absorblayacak serbest su kalmamış olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Bisküvi, belli bir gevreklik ve sertliğe sahip olmalıdır. Aşırı gevrek-kırılgan yapı, bisküvilerin ambalajlama, nakliye ve pazarlama aşamalarında ufalanmasına neden olarak, ekonomik kayıp yaratmaktadır. Bisküvi, gevrekliği sağlayacak kadar sert, ağızda dağılıbilir tekstürü sağlayacak kadar da yumuşak olmalıdır. Gevreklik; sertlik ve ağızda dağılıbilirlik ile ilgili bağımsız bir karakteristik iken, sertlik ve ağızda dağılıbilirlik arasında ters bir ilişki mevcuttur (Brown ve Braxton 2000). Bisküvi sertliği, protein ve

nişasta arasındaki hidrojen bağları vasıtasıyla gerçekleşen bir etkileşimin sonucudur (Hoseney ve Rogers 1994, Chevallier ve ark. 2000). Bir başka açıklamaya göre; bisküvi sertliği, jelatinize olmamış bazı nişasta granülleri ile protein agregatları, lipidler ve şekerlerden oluşan, komposit matriks yapısına bağlıdır (Chevallier ve ark. 2000). Pişme sırasında, sınırlı su varlığında, nişasta granülleri doğal formunda kalmakta ve bu durum, gevrek bir tekstür oluşumunu sağlamaktadır (Sudha ve ark. 2007). Devamlı protein matriks yapısının kaynağı ise gluten'dir. Bu nedenle de bisküvi hamurunun komposit matriks yapısının oluşumu üzerine, hamurun gluten miktarı da büyük etkiye sahiptir (Chevallier ve ark. 2000). Blaszcak ve ark. (2004), bisküvi matriksinin özelliklerinin, temel olarak hava boşlukları ve yağ globullerine bağlı olduğunu bildirmiştir.

Bisküvi hamurundaki su da tekstür üzerine etkili bir diğer bileşendir. Bisküvi formülasyonundaki su, minör bir bileşen iken, hamur oluşumunda (Pareyt ve ark. 2009), hamurdaki gluten gelişiminde, pişme esnasında bisküvinin yayılmasında, nemin alıkonmasında ve son ürünün tekstüründe çok önemli role sahiptir (Lai ve Lin 2006). Suyun bu etkisi, hamur bileşenlerinden kaynaklanmaktadır. Hamur yoğurma sırasında, suyu absorblayan bileşenler, hamur viskozitesini artırmaktadır (McWatters ve ark. 2003, Arshad ve ark. 2007). Bisküvi hamuruna ilave edilen hidrofilik katkıların miktarı arttırıldıkça, bu hidrofilik moleküller, bisküvi hamurundaki serbest su için diğer bileşenlerle rekabete girerek suyu absorblamaktadır (Giami ve ark. 2005, Chung ve ark. 2014). De Escalada Pla ve ark. (2007) da balkabağından elde edilen lif ekstraktları ile zenginleştirilen ürünlerde, dikkate değer ölçüde hidrasyon özellikleri saptamışlardır. Yaptıkları çalışmada lif matriksleri, suyu kuvvetle absorblamıştır. Araştırmacılar, hidrasyon özelliğinin, yan zincirli hidrofilik pektinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Diyet lif bileşiminde, selüloz, hemiselüloz, lignin, pektin, beta glukon ve gam'lar yer almaktadır (Chaplin 2003, Figuerola ve ark. 2005). Meyve ve sebzeler de diyet lifin önemli kaynaklarıdır (Redgwell ve ark. 1990, Carpita ve Gibeaut 1993). Selüloz ile karşılaştırıldığında, pektin ve galaktomannan'ın su tutma kapasitesi daha yüksektir (Chaplin 2003, Dikeman ve Fahey 2006). Sebze lifleri yüksek oranda çözünür fraksiyon içerdiği için daha yüksek su tutma kapasitesine sahiptir (Ptitchkina ve ark. 1998, De Escalada Pla ve ark. 2007). Diyet lif bileşenlerinin yapısındaki hidroksil grupların su ile interaksyonu sonucu oluşan hidrojen bağları nedeniyle, su absorpsiyonu artmaktadır

(Gomez ve ark. 2003, Dikeman ve Fahey 2006, Rosell ve ark. 2009). Diyet lifin yüksek oranda su absorblaması ise hamur bileşimindeki diğer ingrediyenlerin uygun hidrasyonunu engellemektedir (Laguna ve ark. 2014).

Ptitchkina ve ark. (1998), balkabağı tozunda % 28.8 pektin, % 40.4 selüloz, % 4.3 hemiselüloz ve % 4.3 lignin tespit etmişlerdir. Balkabağında yüksek oranda pektin bulunması, önemlidir. Çözünür lif grubundaki pektin, oldukça hidrofiliktir (Laguna ve ark. 2014). Thibault ve Ralet (2001), liflerin hidrasyon özelliklerinin, onların kimyasal ve fiziksel yapılarına (yüzey alanı ve partikül boyutu gibi) bağlı olduğunu bildirmiştir.

Giami ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada % 20 oranında BU ilave edilen bisküvilerde de benzer bir sonuç gözlenmiştir. Pongjanta ve ark (2006) da yine balkabağı posasından elde ettikleri unun % 30 oranına kadar bisküviye ilavesinin daha düşük sertlik değerleri verdiğini bildirmişlerdir.

Gupta ve ark (2011), arpa unu katkılı bisküvilerin sertlik değerinin kontrolden düşük olduğunu bulmuşlardır. Arpa unu miktarı arttıkça, bisküvi sertliği azalmıştır. Hoseney and Rogers (1994), bisküvi sertliğinin, protein ve nişasta arasında hidrojen bağı oluşumu ile gerçekleşen etkileşimden kaynaklandığını bildirmiştir.

Chung ve ark. (2014), bisküviye ilave edilen pirinç unu miktarındaki artışın, sertlik değerlerinin düşmesine neden olduğunu ve bisküvilerde yumuşamanın arttığını tespit etmişlerdir. Katkı oranları arttıkça, bisküviler daha yumuşak yapılı olmuş ve sertlikleri de buna bağlı olarak azalmıştır. Araştırmacılar, pirinç unu ilaveli bisküvi hamurundaki gluten'in seyrelmesi ve böylece gluten matriksinin oluşumunun gecikmesi nedeniyle, bisküvilerin sertliğinin azalmış olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Daha önce yapılmış bazı çalışmalarda bisküvilere arpa unu (Lorenz ve Collins 1981, Frost ve ark. 2011, Gupta ve ark. 2011), nohut (Singh ve ark. 1991), patates unu, mısır unu (Singh ve ark. 2003), pirinç unu (Kim ve ark. 2002), beyaz üzüm posası (Mildner-Szkudlarz ve ark. 2013) ve elma lifi (Uysal ve ark. 2007) ilavesi sonucunda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Mildner-Szkudlarz ve ark. (2013) beyaz üzüm posası katkısının bisküvilerin sertliğini azalttığını ve bu bisküvilerin daha yumuşak yapılı olduklarını, kırılmaya karşı dirençlerinin de düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada



da dirençli nişasta ilavesi, bisküvinin sertliğini düşürmüş, ağızda dağılılabirliğini artırmıştır (Laguna ve ark. 2011).

#### **4.3.4. Bisküvilerin fenolik madde içerikleri ve biyoalnabiliklikleri**

Üretilen bisküvi örneklerine ait serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Buna göre; bağlı fenolik madde miktarı, serbest fenolik madde miktarından daha yüksek bulunmuştur. Bisküvilerin serbest fenolik madde içeriği 73.89-159.33 mg GAE 100g<sup>-1</sup>, bağlı fenolik madde içeriği 940.24-1413.93 mg GAE 100g<sup>-1</sup> ve toplam fenolik madde içeriği ise 1014.13-1573.26 mg GAE 100g<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. BU katkıları, bisküvilerin fenolik madde miktarlarını kontrole göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yükselmiştir. Katkı oranı arttıkça, fenolik madde içerikleri de doğrusal bir şekilde artmıştır.

HKBU ilaveli bisküvi örneklerinin serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarları, DKBU örneklerinden istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak yüksek bulunmuştur. Hava akımlı kurutma sisteminde 60°C’de yapılan kurutma işlemi sırasındaki fenolik madde oluşumundan dolayı HKBU katkısının fenolik madde miktarının, DKBU katkısından yüksek olması, bisküvilerde de aynı yönde sonuç alınmasını sağlamıştır. Que ve ark. (2008) ısıtma işlem uygulamasındaki sıcaklık derecesinin, fenolik madde oluşumu açısından önemli bir etken olduğunu bildirmişlerdir.

MS ön işlem uygulaması ile elde edilen BU örneklerinin kullanıldığı bisküvilerin fenolik madde içerikleri ise ön işlemsizlerin kullanıldığı bisküvilere göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. Bu durum, BU eldesindeki MS uygulamasının, örneklerdeki fenolik maddeleri koruyucu bir etki sağlamış olabileceğini akla getirmektedir.

Mildner-Szkudlarz ve ark. (2013) beyaz üzüm posası ilavesi ile ürettikleri bisküvilerde ilave oranının artışıyla birlikte toplam fenolik madde içeriğinin de (0.85-4.45 mg GAE g<sup>-1</sup>) arttığını tespit etmişlerdir.

Gupta ve ark. (2011) arpa unu ilave ettikleri bisküvilerde toplam fenolik madde miktarının oran artışıyla birlikte arttığını (190-249 µL g<sup>-1</sup>) saptamışlardır.

Çizelge 4.13. Bisküvilerin fenolik madde miktarları\* (mg GAE 100g<sup>-1</sup>)

Katkı	BU Oranı (%)	Serbest Fenolik	Bağlı Fenolik	Toplam Fenolik	Biyolojik Fenolikler	Fenolik Biyolojiklik (%)
<b>Kontrol</b>	<b>0</b>	53.38±1.29 <sup>i</sup>	661.42±91.13 <sup>g</sup>	714.79±9.88 <sup>f</sup>	217.34±3.32 <sup>g</sup>	30,50±2,67 <sup>c</sup>
	<b>10</b>	81.31±4.64 <sup>gh</sup>	970.65±1. <sup>ef</sup>	1051.96±0.84 <sup>e</sup>	384.65±7.54 <sup>f</sup>	36,56±0,50 <sup>b</sup>
<b>HKBU</b>	<b>20</b>	111.12±4.80 <sup>ef</sup>	1049.49±22.07 <sup>def</sup>	1160.6±19.10 <sup>de</sup>	457.06±1.38 <sup>de</sup>	39,39±0,71 <sup>ab</sup>
	<b>30</b>	130.81±7.81 <sup>c</sup>	1294.43±44.63 <sup>ab</sup>	1425.23±18.67 <sup>ab</sup>	540.54±3.31 <sup>c</sup>	37,96±1,63 <sup>b</sup>
<b>DKBU</b>	<b>10</b>	73.89±5.72 <sup>h</sup>	940.24±14.19 <sup>f</sup>	1014.13±8.47 <sup>e</sup>	381.08±9.79 <sup>i</sup>	30,59±1,28 <sup>b</sup>
	<b>20</b>	100.67±0.91 <sup>f</sup>	1007.00±11.58 <sup>ef</sup>	1107.67±10.67 <sup>de</sup>	436.24±8.05 <sup>e</sup>	39,38±0,35 <sup>ab</sup>
	<b>30</b>	125.64±1.37 <sup>cd</sup>	1213.43±3.31 <sup>bc</sup>	1339.07±4.68 <sup>bc</sup>	536.06±5.92 <sup>c</sup>	40,04±3,57 <sup>ab</sup>
<b>MS-HKBU</b>	<b>10</b>	103.42±0.79 <sup>f</sup>	1059.44±0.97 <sup>cdef</sup>	1162.86±4.43 <sup>de</sup>	444.22±6.04 <sup>e</sup>	38,20±0,46 <sup>b</sup>
	<b>20</b>	121.50±2.97 <sup>cde</sup>	1201.27±181.97 <sup>bcd</sup>	1322.76±17.72 <sup>bc</sup>	523.76±6.95 <sup>c</sup>	39,99±2,94 <sup>ab</sup>
	<b>30</b>	159.33±5.96 <sup>a</sup>	1413.93±41.08 <sup>a</sup>	1573.26±18.89 <sup>a</sup>	697.99±1.04 <sup>a</sup>	44,38±0,92 <sup>a</sup>
<b>MS-DKBU</b>	<b>10</b>	87.45±5.39 <sup>g</sup>	1014.44±6.27 <sup>ef</sup>	1101.89±10.91 <sup>de</sup>	433.55±1.16 <sup>c</sup>	39,35±0,52 <sup>ab</sup>
	<b>20</b>	119.28±4.58 <sup>de</sup>	1118.22±15.28 <sup>cde</sup>	1237.50±10.69 <sup>cd</sup>	481.36±0.72 <sup>d</sup>	38,90±0,39 <sup>ab</sup>
	<b>30</b>	142.52±4.04 <sup>b</sup>	1303.20±20.79 <sup>ab</sup>	1445.72±28.67 <sup>ab</sup>	597.86±0.90 <sup>b</sup>	41,71±5,44 <sup>ab</sup>

\* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0.05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Türksoy ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada siyah havuç ilavesinin bisküvinin toplam fenolik madde miktarında (63.12-319.96 mg FAE 100g<sup>-1</sup>) artışa neden olduğunu bulmuşlardır.

Bilgiçli ve ark. (2005) elma, limon, buğday lifi ve buğday kepeği ilavesi ile yaptıkları çalışmada toplam fenolik madde içeriğinin farklı sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir. Buna göre elma lifi (1.21-1.30 mM GA g<sup>-1</sup>) ve buğday kepeği (1.22-1.38 mM GA g<sup>-1</sup>) oranının artışı ile birlikte bisküvilerin toplam fenolik madde miktarının arttığını, limon ve buğday lifi oranının artışı ile birlikte fenolik madde miktarlarının azaldığını bildirmişlerdir.

Vitali ve ark. (2009) soya unu, amaranth unu, havuç, yulaf lifi ve elma lifi ilavesi ile ürettikleri bisküvilerde biyoalınabilir toplam fenolik madde miktarları sırasıyla; 226, 218, 284, 125 ve 209 mg FAE 100g<sup>-1</sup> olarak bulunurken, fenolik biyoalınabilirlik sırasıyla; % 22.0, 30.5, 20.4, 21.9 ve 26.8 olarak tespit edilmiştir.

Sharma ve Gujral (2014) arpa unu katkısının bisküvinin toplam fenolik madde miktarını arttırdığını saptamışlardır.

Ajila ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada mango kabuğu tozu ilavesinin bisküvinin toplam fenolik madde miktarında kontrole (540 µg GAE g<sup>-1</sup>) göre önemli düzeyde (1800-4500 µg GAE g<sup>-1</sup>) artışa neden olduğunu bulmuşlardır.

Polifenollerin sağlık üzerine etkileri; bunların tüketim miktarı ve biyoalınabilirliği ile ilgilidir (Manach ve ark. 2004). Gıdaların işlenmesi ve depolanması sırasında değişimler, polifenollerin mideye giren miktarını ve potansiyel biyoalınabilirliklerini değişiklik göstermektedir (Amarowicz ve ark. 2009, Cermak ve ark. 2009). Bu çalışmada, BU katkılı bisküvilerin bileşimindeki fenolik maddelerin biyoalınabilirlikleri de incelenmiştir. Biyoalınabilirlik, gıda maddelerinde bulunan bileşenlerin sindirim sisteminde emilen miktardır (House 1999). Biyoalınabilirlik, gıda maddesinin fiziksel özelliği, kimyasal bileşimi ve bireysel sindirim kapasitesi gibi birçok nedene bağlı olarak değişmektedir (Sandström 2001).

Çizelge 4.13'e göre BU katkılı bisküvilerin biyoalınabilir fenolik içerikleri 381.08-697.99 mg GAE 100g<sup>-1</sup> arasında, fenolik biyoalınabilirlikleri ise % 30.59-44.38 arasında değişmiştir. En yüksek biyoalınabilir fenolik içeriği (697.99 mg GAE 100g<sup>-1</sup>) ve fenolik biyoalınabilirlik oranı (% 44.38) % 30 MS-HKBU katkılı bisküvi örneğinde gözlenmiştir. DKBU ilaveli bisküvi örneklerinin biyoalınabilir fenolik içeriği, HKBU örneklerinden istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak düşük bulunmuştur. Ayrıca, bisküvi örneklerindeki fenolik bileşenlerin biyoalınabilirliğinde, MS uygulamalı BU katkısı istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak artışa neden olmuştur.

#### **4.3.5. Bisküvilerin antioksidan aktiviteleri**

Antioksidan aktivite birçok faktörden etkilenmektedir, bu nedenle de birçok antioksidan aktivite belirleme yöntemi bulunmaktadır. Bisküvi örneklerinin antioksidan aktiviteleri ABTS, CUPRAC, DPPH ve FRAP yöntemleri ile analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.14'de verilmiştir.

##### **4.3.5.1. Bisküvilerin ABTS antioksidan aktiviteleri**

Bisküvi örneklerinden ekstrakte edilen serbest ve bağlı fenoliklerin antioksidan aktivitelerinin ABTS yöntemi ile analizinde, çizilen kalibrasyon grafiklerinden (Şekil 3.4 ve Şekil 3.5) yararlanılarak, ekstraktların ABTS antioksidan aktivite değerleri  $\mu\text{mol}$  troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır.

Balkabağı unu ilaveli bisküvilerdeki serbest fenolik bileşiklerin troloks eşdeğeri cinsinden ABTS antioksidan aktiviteleri (13.06-15.01  $\mu\text{mol}$  troloks/g) kontrolden (9.65  $\mu\text{mol}$  troloks/g) önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.14). Bağlı fenollerin ABTS değerleri ise 60.35-75.55  $\mu\text{mol}$  troloks/g arasında değişmiş olup yine kontrolden (57.06  $\mu\text{mol}$  troloks/g) yüksektir. Bağlı fenollerin antioksidan aktiviteleri, serbest fenollerin ABTS değerlerinden yaklaşık 5 kat fazla bulunmuştur. En yüksek serbest ve bağlı fenolik ABTS antioksidan aktivite değerleri, % 30 MS-HKBU katkılı bisküvi örneğinde (15.01, 75.55  $\mu\text{mol}$  troloks/g örnek, sırasıyla) gözlenmiştir (Çizelge 4.14).

HKBU ilaveli bisküvilerin serbest ve bağlı fenollerinin ABTS antioksidan değerleri, DKBU ilavelilerden istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Bisküvilerin antioksidan aktiviteleri\* ( $\mu\text{mol}$  troloks/g)

Katki	BU Oranı (%)	ABTS		CUPRAC		DPPH		FRAP	
		Serbest Fenolik	Bağlı Fenolik	Serbest Fenolik	Bağlı Fenolik	Serbest Fenolik	Bağlı Fenolik	Serbest Fenolik	Bağlı Fenolik
Kontrol	0	9.65±0.54 <sup>c</sup>	57.06±0.52 <sup>f</sup>	2.03±0.13 <sup>h</sup>	7.93±0.37 <sup>f</sup>	7.37±0.15 <sup>b</sup>	25.29±8.28 <sup>c</sup>	1.00±0.05 <sup>h</sup>	8.46±0.37 <sup>h</sup>
	10	13.17±0.63 <sup>b</sup>	61.05±0.48 <sup>ef</sup>	4.07±0.25 <sup>g</sup>	10.88±1.87 <sup>ef</sup>	9.42±0.14 <sup>a</sup>	30.09±0.32 <sup>ab</sup>	2.65±0.09 <sup>g</sup>	19.22±0.16 <sup>fg</sup>
HKBU	20	13.48±0.15 <sup>b</sup>	65.31±3.36 <sup>cde</sup>	6.18±0.47 <sup>e</sup>	13.18±0.06 <sup>cde</sup>	9.64±0.02 <sup>a</sup>	31.72±1.79 <sup>ab</sup>	4.74±0.32 <sup>e</sup>	28.48±0.52 <sup>e</sup>
	30	13.70±0.08 <sup>b</sup>	68.31±1.67 <sup>bcd</sup>	7.90±0.87 <sup>bc</sup>	15.35±0.62 <sup>abc</sup>	9.78±0.13 <sup>a</sup>	32.05±2.42 <sup>ab</sup>	6.08±0.60 <sup>bc</sup>	43.17±2.71 <sup>c</sup>
DKBU	10	13.06±0.49 <sup>b</sup>	60.35±3.63 <sup>ef</sup>	3.81±0.36 <sup>g</sup>	10.56±0.37 <sup>ef</sup>	9.40±0.42 <sup>a</sup>	29.57±0.50 <sup>b</sup>	2.56±0.03 <sup>g</sup>	18.48±0.78 <sup>g</sup>
	20	13.28±0.05 <sup>b</sup>	62.84±1.17 <sup>def</sup>	6.01±0.02 <sup>e</sup>	11.96±0.44 <sup>de</sup>	9.61±0.11 <sup>a</sup>	30.60±0.25 <sup>ab</sup>	4.05±0.11 <sup>f</sup>	23.47±1.36 <sup>f</sup>
	30	13.62±0.53 <sup>b</sup>	65.57±1.10 <sup>cde</sup>	7.21±0.02 <sup>cd</sup>	14.39±0.77 <sup>bcd</sup>	9.72±0.18 <sup>a</sup>	31.16±1.79 <sup>ab</sup>	5.67±0.36 <sup>c</sup>	30.72±4.86 <sup>c</sup>
MS-HKBU	10	13.45±1.26 <sup>b</sup>	65.55±0.51 <sup>cde</sup>	5.09±0.14 <sup>f</sup>	12.73±2.05 <sup>cde</sup>	9.60±0.42 <sup>a</sup>	30.73±0.76 <sup>ab</sup>	3.80±0.05 <sup>f</sup>	38.19±0.69 <sup>d</sup>
	20	13.69±0.34 <sup>b</sup>	73.85±8.22 <sup>ab</sup>	7.01±0.60 <sup>d</sup>	14.65±2.06 <sup>bcd</sup>	9.75±0.07 <sup>a</sup>	33.06±1.64 <sup>a</sup>	5.61±0.32 <sup>cd</sup>	47.00±5.10 <sup>bc</sup>
	30	15.01±0.69 <sup>a</sup>	75.55±4.13 <sup>a</sup>	9.41±0.20 <sup>a</sup>	18.05±0.23 <sup>a</sup>	9.80±0.02 <sup>a</sup>	33.16±1.90 <sup>a</sup>	7.85±0.07 <sup>a</sup>	61.07±0.27 <sup>a</sup>
MS-DKBU	10	13.24±0.44 <sup>b</sup>	62.22±2.88 <sup>def</sup>	4.33±0.27 <sup>fg</sup>	11.01±0.34 <sup>ef</sup>	9.59±0.09 <sup>a</sup>	30.09±1.51 <sup>ab</sup>	3.18±0.18 <sup>de</sup>	36.12±2.56 <sup>d</sup>
	20	13.61±0.07 <sup>b</sup>	70.56±2.12 <sup>abc</sup>	6.51±0.17 <sup>de</sup>	13.81±0.10 <sup>cde</sup>	9.72±0.06 <sup>a</sup>	32.05±1.90 <sup>ab</sup>	5.00±0.61 <sup>de</sup>	43.58±1.46 <sup>c</sup>
	30	13.85±0.27 <sup>b</sup>	72.08±10.40 <sup>abc</sup>	8.07±0.64 <sup>b</sup>	17.49±0.46 <sup>ab</sup>	9.78±0.18 <sup>a</sup>	32.62±0.35 <sup>ab</sup>	6.65±0.19 <sup>b</sup>	51.00±2.97 <sup>b</sup>

\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0.05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır

MS ön işlem uygulaması ile elde edilen balkabağı unlarının kullanıldığı bisküvilerin ABTS antioksidan aktivitelerinin de ön işlemsiz BU katkılılara göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek olduğu gözlenmiştir.

Gupta ve ark. (2011) arpa unu ilavesi ile üretilen bisküvilerin ABTS değerlerini (4.10-4.30  $\mu\text{mol}$  troloks/g), arpa unu katılmaksızın sadece buğday unu ile üretilmiş kontrol örneğinden (4.41  $\mu\text{mol}$  troloks/g) düşük bulmuştur. Bilgiçli ve ark. (2005) ise elma ve limon lifi ilavesi ile üretilen bisküvilerin toplam antioksidan aktivitesini, sadece buğday unundan üretilen bisküvilerin antioksidan aktivitesinden farklı bulmamıştır. Vitali ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada kontrol bisküvilerinin (buğday unu) antioksidan aktivitesini 303.0  $\text{g L}^{-1}$  olarak tespit ederken, soya unu, amaranth unu, havuç, yulaf lifi ve elma lifi ilavesi ile ürettikleri bisküvilerde antioksidan aktivite miktarlarını sırasıyla; 356.5, 437.4, 589.7, 159.7 ve 514.3  $\text{g L}^{-1}$  olarak tespit etmişlerdir.

#### **4.3.5.2. Bisküvilerin CUPRAC antioksidan aktiviteleri**

Örneklerinin serbest ve bağlı fenollerinin CUPRAC yöntemi ile analizinde çizilen kalibrasyon grafiğinden (Şekil 3.6) yararlanılarak ekstraktların CUPRAC antioksidan aktiviteleri  $\mu\text{mol}$  troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır. Örneklere ait CUPRAC antioksidan aktivite değerleri Çizelge 4.14'de görülmektedir.

Balkabağı unu katkılı bisküvilerin, CUPRAC yöntemi sonuçlarına göre, serbest fenollerinin antioksidan aktiviteleri 3.81-9.41  $\mu\text{mol}$  troloks/g arasında saptanmış ve kontrolden (2.03  $\mu\text{mol}$  troloks/g) önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.14). En yüksek serbest fenol CUPRAC antioksidan değeri (9.41  $\mu\text{mol}$  troloks/g), % 30 MS-HKBU ilaveli bisküvi örneğinde saptanmıştır. HKBU katkılı bisküvilerin serbest fenol CUPRAC değerleri, DKBU ilavelilerden istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak yüksek bulunmuştur. MS ön işlem uygulaması ile elde edilmiş BU'larının kullanıldığı bisküvilerin serbest fenol CUPRAC antioksidan aktiviteleri de ön işlemsizlerin kullanıldığı bisküvilere göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur.

Bağlı fenollerin CUPRAC antioksidan değerleri de (10.56-18.05  $\mu\text{mol}$  troloks/g), kontrolden (7.93  $\mu\text{mol}$  troloks/g) önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur

(Çizelge 4.14). En yüksek değer (18.05 µmol troloks/g), serbest fenollerde olduğu gibi yine % 30 MS-HKBU ilaveli bisküvi örneğinde tespit edilmiştir. Bağlı fenollerin antioksidan aktivitelerinde de aynen serbest fenollerde olduğu gibi HKBU katkılı bisküvilerin değerleri, DKBU ilavelilerden istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak yüksek bulunmuştur. MS ön işlem uygulaması ile elde edilmiş balkabağı unlarının kullanıldığı bisküvilerin bağlı fenol CUPRAC aktiviteleri de ön işlemsizlerin kullanıldığı bisküvilere göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur.

#### **4.3.5.3. Bisküvilerin DPPH antioksidan aktiviteleri**

DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite analizinde çizilen kalibrasyon grafiğinden (Şekil 3.7) yararlanılarak ekstraktların DPPH antioksidan aktivite değerleri µmol troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır.

Balkabağı unu katkılı tüm bisküvilerin DPPH antioksidan aktivite değerlerinin kontrolden istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak yüksek olduğu görülmektedir. Troloks eşdeğeri cinsinden bisküvi örneklerindeki serbest fenolik bileşiklerinin DPPH antioksidan aktiviteleri, 9.40-9.80 µmol troloks/g arasında, bağlı fenollerin DPPH değerleri ise 29.57-33.16 µmol troloks/g arasında değişmiştir (Çizelge 4.14). HKBU ilaveli bisküvilerin DPPH antioksidan aktivite değerleri, DKBU katkısının kullanıldığı bisküvilerden önemsiz de yüksek bulunmuştur. Aynı şekilde, MS ön işlem uygulaması ile elde edilen balkabağı unlarının ilave edildiği bisküvilerin DPPH değerlerinin de ön işlemsizlerin kullanıldığı bisküvilerden önemsiz de olsa yüksek olduğu saptanmıştır. Serbest ve bağlı fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri içinde en yüksek DPPH değerleri, %30 MS-HKBU katkılı bisküvi örneğinde (9.80 ve 33.16 µmol troloks/g örnek, sırasıyla) gözlenmiştir.

Mildner-Szkudlarz ve ark. (2013) diyet lif kaynağı olarak beyaz üzüm posası ilavesinin, bisküvilerin DPPH antioksidan aktivite değerlerini (3.39-7.55 mmol troloks/g), kontrole (1.27 mmol troloks g<sup>-1</sup>) göre önemli düzeyde artırdığını bildirmişlerdir. Sharma ve Gujral (2014), arpa unu katkısının bisküvinin antioksidan aktivitesini arttırdığını saptamışlardır. Ajila ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada, mango kabuğu tozu ilavesinin bisküvinin DPPH antioksidan aktivitesinde artışa neden olduğunu bulmuşlardır.

#### 4.3.5.3. Bisküvilerin FRAP antioksidan aktiviteleri

FRAP yönteminde, serbest ve bağlı fenoliklerin antioksidan aktivite analizinde çizilen kalibrasyon grafiğinden (Şekil 3.8) yararlanılarak ekstraktların FRAP antioksidan aktiviteleri  $\mu\text{mol}$  troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır. Örneklere ait FRAP antioksidan aktivite değerleri Çizelge 4.14'de görülmektedir.

Balkabağı unu katkılı bisküvilerin FRAP antioksidan değerleri, kontrole göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. Bisküvilerin, serbest fenolik bileşiklerinin antioksidan aktivite, 2.56-7.85  $\mu\text{mol}$  troloks/g arasında değişmektedir (Çizelge 4.14). Bağlı fenollerin FRAP antioksidan değerleri ise 18.48-61.07  $\mu\text{mol}$  troloks/g arasında değişmiştir. Bağlı fenollerin FRAP antioksidan aktiviteleri, serbest fenollerin FRAP değerlerinden yaklaşık 7-9 kat yüksek bulunmuştur. HKBU ilaveli bisküvilerin FRAP antioksidan aktivite değerleri, DKBU ilavelilerden istatistiksel ( $p \leq 0.05$ ) olarak yüksek bulunmuştur. MS ön işlem uygulamasıyla elde edilen BU örneklerinin kullanıldığı bisküvilerin FRAP antioksidan aktivitelerinde önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) artış sağlanmıştır.

Laboratuvar ortamında (invitro) yürütülen sayısız analiz sonucunda; bağlı fenoliklerin, serbest fenoliklerden önemli miktarda daha fazla antioksidan aktiviteye sahip olduğu saptanmıştır (Liyana-Pathirana ve Shahidi 2006, Chandrasekara ve Shahidi 2011).

#### 4.3.5.4. Bisküvilerin antioksidatif biyoalınabilirlikleri

Bu çalışmada, bisküvilerin antioksidatif biyoalınabilirlikleri de incelenmiştir. Çizelge 4.15'e göre BU katkılı bisküvilerin antioksidatif biyoalınabilirlikleri, ABTS yönteminde % 46.10-99.74 arasında, CUPRAC yönteminde % 144.40-248.85, DPPH yönteminde % 3.59-7.96 ve FRAP yönteminde ise % 31.43-36.97 arasında değişmiştir. BU katkılı bisküvilerin tümünde antioksidatif biyoalınabilirlik değerleri, kontrole göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur.

En yüksek antioksidatif biyoalınabilirlik değerleri, % 30 MS-HKBU ilaveli bisküvi örneğinde saptanmıştır. HKBU katkılı bisküvilerin antioksidatif biyoalınabilirlikleri, DKBU ilavelilerden istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur.



Ayrıca, MS uygulamalı BU katkıları, bisküvilerin antioksidatif biyoalınabilirliklerini, ön işlemsiz BU ilavelilere göre istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) artırmıştır.

**Çizelge 4.15.** Bisküvilerin antioksidatif biyoalınabilirlikleri\*

Katkı	BU Oranı (%)	Antioksidatif Biyoalınabilirlik (%)			
		ABTS	CUPRAC	DPPH	FRAP
Kontrol	0	21.82±1.67 <sup>f</sup>	108.66±3.66 <sup>f</sup>	2.69±0.08 <sup>g</sup>	23.25±4.37 <sup>b</sup>
	10	46.79±2.16 <sup>de</sup>	188.96±3.98 <sup>d</sup>	3.68±0.14 <sup>fg</sup>	31.83±0.84 <sup>a</sup>
HKBU	20	68.87±2.95 <sup>bc</sup>	200.47±7.32 <sup>cd</sup>	4.88±0.53 <sup>de</sup>	32.7±1.22 <sup>a</sup>
	30	74.55±1.89 <sup>b</sup>	218.50±1.05 <sup>bc</sup>	6.23±0.56 <sup>c</sup>	34.08±1.40 <sup>a</sup>
DKBU	10	46.10±4.70 <sup>e</sup>	144.40±5.07 <sup>e</sup>	3.59±0.14 <sup>fg</sup>	31.43±8.05 <sup>a</sup>
	20	51.63±6.72 <sup>cde</sup>	155.59±2.43 <sup>e</sup>	3.89±0.98 <sup>ef</sup>	32.03±2.02 <sup>a</sup>
MS-HKBU	30	63.71±6.60 <sup>bcd</sup>	161.29±2.64 <sup>e</sup>	5.27±0.01 <sup>cd</sup>	33.14±2.06 <sup>a</sup>
	10	73.58±5.08 <sup>b</sup>	238.62±3.49 <sup>ab</sup>	5.33±1.49 <sup>cd</sup>	34.80±4.50 <sup>a</sup>
MS-DKBU	20	78.53±5.26 <sup>b</sup>	241.97±6.03 <sup>a</sup>	6.34±0.89 <sup>bc</sup>	35.28±3.03 <sup>a</sup>
	30	99.74±2.92 <sup>a</sup>	248.85±4.01 <sup>a</sup>	7.96±0.40 <sup>a</sup>	36.97±4.20 <sup>a</sup>
MS-HKBU	10	68.44±2.72 <sup>bc</sup>	210.92±3.39 <sup>c</sup>	3.73±0.07 <sup>efg</sup>	31.90±0.22 <sup>a</sup>
	20	73.71±6.87 <sup>b</sup>	219.17±2.22 <sup>bc</sup>	6.11±0.39 <sup>c</sup>	33.22±2.67 <sup>a</sup>
MS-DKBU	30	77.04±0.62 <sup>b</sup>	232.28±4.91 <sup>ab</sup>	7.44±0.08 <sup>ab</sup>	36.32±3.18 <sup>a</sup>

\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0.05$  oranında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır.

#### 4.3.6. Bisküvilerin fenolik asit içerikleri

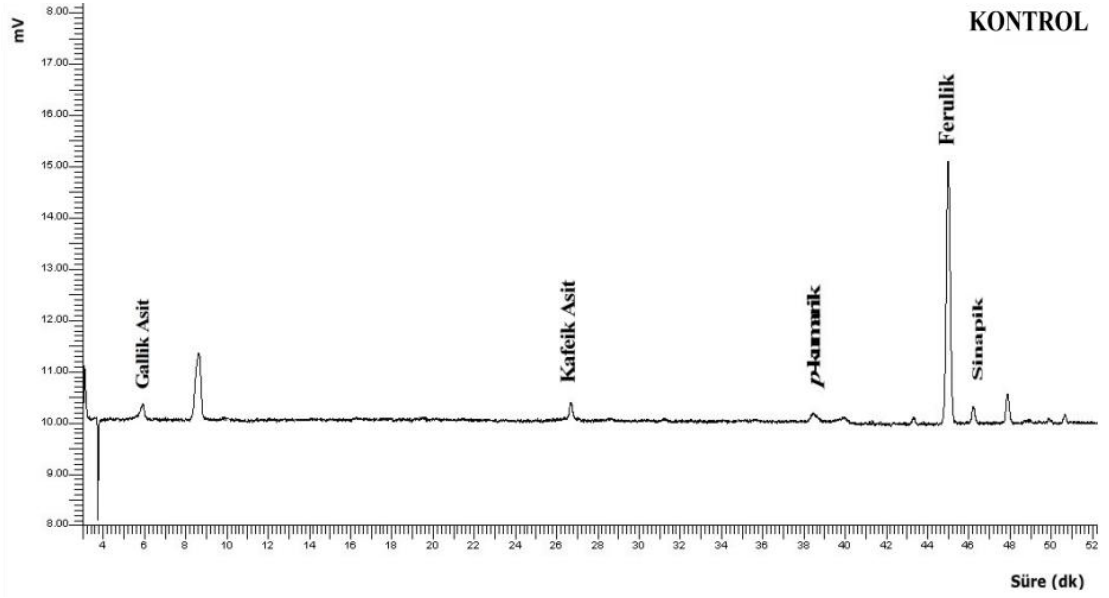
Bisküvi örneklerine ait fenolik asit dağılımları Çizelge 4.16'da ve temsili kromatogramlar Şekil 4.11, 4.12, 4.13, 4.14 ve 4.15'de verilmiştir.

Bisküvi örneklerinde baskın fenolik asidin, kafeik asit olduğu görülmektedir (0.062-1.058 mg g<sup>-1</sup>). Bunu *p*-hidroksibenzoik asit (0.016-1.269 mg g<sup>-1</sup>), klorojenik asit (0.038-0.980 mg g<sup>-1</sup>) ve şiringik asit (0.014-0.155 mg g<sup>-1</sup>) izlemiştir. BU katkılı tüm bisküvilerin fenolik asit miktarları, kontrole göre istatistiksel olarak ( $p \leq 0.05$ ) daha yüksek bulunmuştur. Bisküvi formülasyonundaki BU oranının artışına paralel olarak, içerdikleri fenolik asit miktarında da artış gözlenmiştir. Benzer şekilde, Mildner-Szkudlarz ve ark. (2013) beyaz üzüm posası ilave ettikleri bisküvilerde katkı oranı arttıkça gallik asit içeriğinin de (0.05-0.57 mg g<sup>-1</sup>) artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

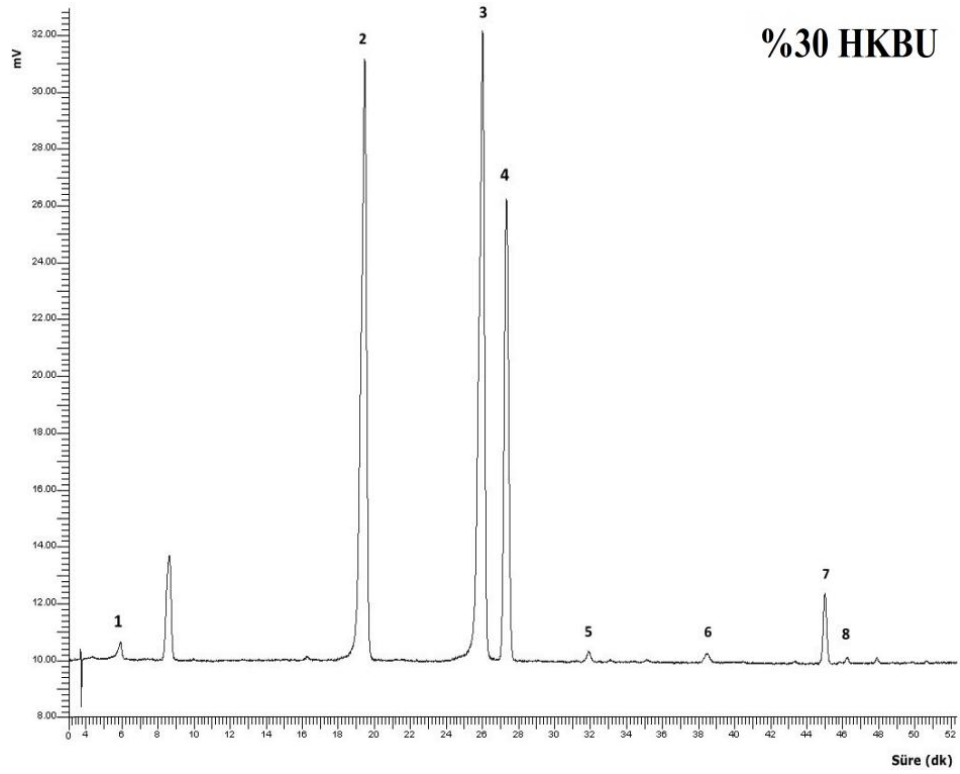
**Çizelge 4.16.** Bisküvilere ait fenolik asit miktarları\* (mg g<sup>-1</sup>)

Katkı	BU (%)	Klorojenik	Şiringik	<i>p</i> -hidroksibenzoik	Kafeik	Gallik	Ferulik	<i>p</i> -kumarik	Sinapik
<b>Kontrol</b>	<b>0</b>	-	-	-	0.006±0.00005 <sup>l</sup>	0.009±0.001 <sup>g</sup>	0.033±0.003 <sup>f</sup>	0.008±0.002 <sup>l</sup>	0.006±0.001 <sup>f</sup>
<b>HKBU</b>	<b>10</b>	0.450±0.025 <sup>f</sup>	0.034±0.003 <sup>def</sup>	0.587±0.036 <sup>e</sup>	0.453±0.002 <sup>g</sup>	0.071±0.001 <sup>cde</sup>	0.073±0.012 <sup>cd</sup>	0.053±0.012 <sup>e</sup>	0.019±0.003 <sup>d</sup>
	<b>20</b>	0.576±0.049 <sup>d</sup>	0.072±0.003 <sup>c</sup>	0.708±0.012 <sup>d</sup>	0.669±0.043 <sup>d</sup>	0.083±0.003 <sup>bcd</sup>	0.100±0.003 <sup>c</sup>	0.069±0.003 <sup>d</sup>	0.033±0.024 <sup>c</sup>
	<b>30</b>	0.893±0.005 <sup>b</sup>	0.118±0.016 <sup>b</sup>	0.769±0.015 <sup>c</sup>	0.686±0.014 <sup>d</sup>	0.152±0.014 <sup>a</sup>	0.386±0.029 <sup>a</sup>	0.099±0.002 <sup>a</sup>	0.041±0.001 <sup>b</sup>
<b>DKBU</b>	<b>10</b>	0.038±0.002 <sup>l</sup>	0.020±0.001 <sup>ef</sup>	0.016±0.001 <sup>j</sup>	0.062±0.014 <sup>k</sup>	0.070±0.011 <sup>cde</sup>	0.022±0.001 <sup>f</sup>	0.012±0.001 <sup>hi</sup>	0.006±0.002 <sup>d</sup>
	<b>20</b>	0.151±0.014 <sup>h</sup>	0.021±0.002 <sup>ef</sup>	0.131±0.009 <sup>l</sup>	0.126±0.014 <sup>j</sup>	0.112±0.002 <sup>b</sup>	0.067±0.006 <sup>de</sup>	0.015±0.002 <sup>gh</sup>	0.006±0.001 <sup>c</sup>
	<b>30</b>	0.170±0.017 <sup>gh</sup>	0.029±0.001 <sup>def</sup>	0.185±0.016 <sup>h</sup>	0.195±0.022 <sup>l</sup>	0.148±0.030 <sup>a</sup>	0.135±0.018 <sup>de</sup>	0.053±0.016 <sup>e</sup>	0.007±0.002 <sup>b</sup>
<b>MS-HKBU</b>	<b>10</b>	0.711±0.015 <sup>c</sup>	0.036±0.003 <sup>de</sup>	0.694±0.015 <sup>d</sup>	0.759±0.016 <sup>c</sup>	0.090±0.003 <sup>bc</sup>	0.038±0.001 <sup>f</sup>	0.025±0.007 <sup>f</sup>	0.011±0.003 <sup>a</sup>
	<b>20</b>	0.968±0.0140 <sup>a</sup>	0.086±0.003 <sup>c</sup>	1.145±0.012 <sup>b</sup>	0.797±0.029 <sup>b</sup>	0.104±0.005 <sup>b</sup>	0.042±0.003 <sup>ef</sup>	0.075±0.002 <sup>c</sup>	0.019±0.001 <sup>d</sup>
	<b>30</b>	0.980±0.014 <sup>a</sup>	0.155±0.003 <sup>a</sup>	1.269±0.014 <sup>a</sup>	1.058±0.017 <sup>a</sup>	0.143±0.057 <sup>a</sup>	0.069±0.007 <sup>de</sup>	0.082±0.007 <sup>b</sup>	0.033±0.001 <sup>c</sup>
<b>MS-DKBU</b>	<b>10</b>	0.192±0.015 <sup>g</sup>	0.014±0.001 <sup>i</sup>	0.354±0.009 <sup>g</sup>	0.369±0.016 <sup>h</sup>	0.036±0.028 <sup>lg</sup>	0.016±0.001 <sup>f</sup>	0.007±0.003 <sup>l</sup>	0.011±0.002 <sup>a</sup>
	<b>20</b>	0.512±0.011 <sup>e</sup>	0.017±0.001 <sup>ef</sup>	0.515±0.009 <sup>f</sup>	0.525±0.014 <sup>f</sup>	0.045±0.003 <sup>ef</sup>	0.028±0.002 <sup>ef</sup>	0.018±0.001 <sup>g</sup>	0.013±0.002 <sup>e</sup>
	<b>30</b>	0.538±0.014 <sup>de</sup>	0.049±0.001 <sup>d</sup>	0.598±0.056 <sup>e</sup>	0.567±0.024 <sup>e</sup>	0.056±0.003 <sup>def</sup>	0.068±0.030 <sup>de</sup>	0.026±0.002 <sup>f</sup>	0.014±0.001 <sup>e</sup>

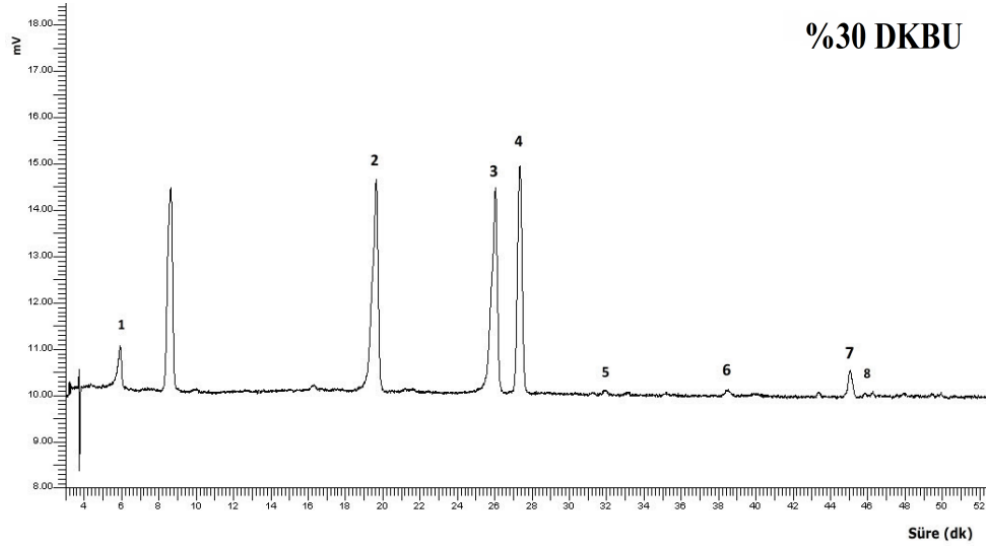
\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0.05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.



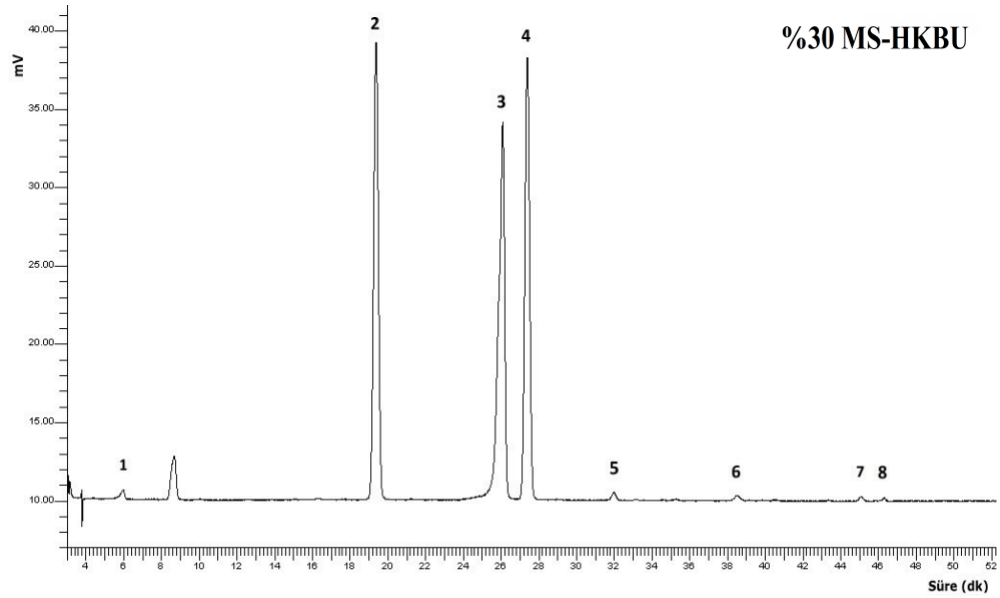
Şekil 4.11. Kontrole ait fenolik asit kromatogramı



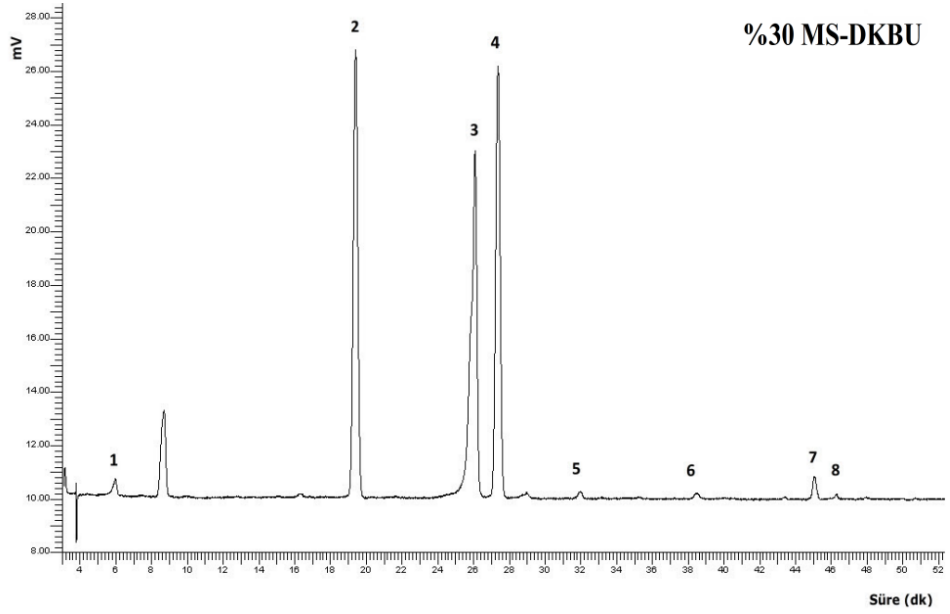
Şekil 4.12. %30 HKBU ilaveli bisküviye ait fenolik asit kromatogramı (1:Gallik Asit, 2:p-hidroksibenzoik Asit, 3:Klorojenik Asit, 4:Kafeik Asit, 5:Şiringik Asit, 6:p-kumarik Asit, 7:Ferulik Asit, 8:Sinapik Asit)



**Şekil 4.13.** %30 DKBU ilaveli bisküviye ait fenolik asit kromatogramı (1:Gallik Asit, 2:p-hidroksibenzoik Asit, 3:Klorojenik Asit, 4:Kafeik Asit, 5:Şiringik Asit, 6:p-kumarik Asit, 7:Ferulik Asit, 8:Sinapik Asit)



**Şekil 4.14.** % 30 MS-HKBU ilaveli bisküviye ait fenolik asit kromatogramı (1:Gallik Asit, 2:p-hidroksibenzoik Asit, 3:Klorojenik Asit, 4:Kafeik Asit, 5:Şiringik Asit, 6:p-kumarik Asit, 7:Ferulik Asit, 8:Sinapik Asit)



**Şekil 4.15.** % 30 MS-DKBU ilaveli bisküviye ait fenolik asit kromatogramı (**1:**Gallik Asit, **2:***p*-hidroksibenzoik Asit, **3:**Klorojenik Asit, **4:**Kafeik Asit, **5:**Şiringik Asit, **6:***p*-kumarik Asit, **7:**Ferulik Asit, **8:**Sinapik Asit)

Antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinden dolayı, doğal fenolik bileşenler, gıda formülasyonları için ideal bir takviye olarak önerilmektedir (Ou ve Kwok 2004, Fazary ve Ju 2007, Oliveira ve ark. 2012). FDA, ferulik asiti gıda katkıları listesinde antioksidan olarak sınıflandırmıştır (Fazary ve Ju 2007).

Baskın fenolik asitler (kafeik, *p*-hidroksibenzoik ve klorojenik) incelendiğinde; en yüksek değerler MS-HKBU içeren bisküvilerde saptanırken, bunu sırasıyla HKBU, MS-DKBU katkılı bisküviler izlemiştir. En düşük değerler ise DKBU ilaveli bisküvi örneklerinde saptanmıştır.

HKBU katkılı bisküvilerin, DKBU ile üretilen bisküvilere göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) daha yüksek oranda fenolik asit içerdiği gözlenmiştir. MS uygulamalı BU katkısı ile üretilen bisküvilerin fenolik asit miktarları ise ön işlemsiz BU katkılılara göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) daha yüksek bulunmuştur.

Kafeik asit standardı, 27.339 dakikada tanımlanmıştır. En yüksek ( $1.058 \text{ mg g}^{-1}$ ) kafeik asit içeriği % 30 MS-HKBU katkılı bisküvide saptanırken, en düşük oran ( $0.062 \text{ mg g}^{-1}$ ) % 10 DKBU ilavelide elde edilmiştir. HKBU katkılı bisküvilerin kafeik asit içerikleri, DKBU katkılılardan önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek çıkmıştır. MS uygulaması ile elde

edilmiş BU örneklerinin kullanıldığı bisküvilerin kafeik asit içerikleri ise ön işlemsiz BU içerenlerden istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur.

*p*-hidroksibenzoik asit, HKBU ilaveli bisküvi örneklerinde, DKBU ilavelilere göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. MS uygulamalı BU içeren bisküvilerin *p*-hidroksibenzoik asit içerikleri ise ön işlemsiz BU ilaveli örneklerden istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek çıkmıştır. En yüksek ( $1.269 \text{ mg g}^{-1}$ ) *p*-hidroksibenzoik asit içeriği % 30 MS-HKBU katkılı bisküvide saptanırken, en düşük oran ( $0.016 \text{ mg g}^{-1}$ ) % 10 DKBU ilavelide elde edilmiştir.

Klorojenik asit standardının alıkonma zamanı, 26.085 dakikadır. BU katkılı bisküvilerin klorojenik asit miktarları,  $0.038\text{-}0.980 \text{ mg g}^{-1}$  arasında değişmiştir. HKBU katkılı bisküvilerin klorojenik asit içeriği DKBU ilavelilerden istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p < 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. Aynı şekilde, MS uygulamalı BU katkısı ile üretilen bisküvilerin, ön işlemsiz BU katkılı örneklerden önemli düzeyde ( $p < 0.05$ ) yüksek klorojenik asit miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Sonuçlar göstermektedir ki; HKBU katkılı bisküvilerin fenolik asit miktarları DKBU ilavelilere göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksek bulunmuştur. Ayrıca, MS uygulamalı BU katkısı ile üretilen bisküvilerin fenolik asit içerikleri de, ön işlemsiz BU katkılılara göre önemli düzeyde ( $p \leq 0.05$ ) yüksektir. BU katkısı, bisküvinin fenolik asit miktarlarını yükseltmiş ve sadece buğday unundan üretilmiş olan kontrol örneğine göre bisküvinin fonksiyonelliğini artırmıştır.

#### **4.3.7. Duyusal özellikler**

Değerlendirme dokuzlu hedonik skala üzerinden yapılmış ve en çok beğenilen bisküviye 9 puan, en az beğenilene ise 1 puan verilmiştir (Inglett ve ark. 2005). Her bir panelistin her bir bisküvi denemesi için verdiği değerlerin ortalaması alınmıştır. Bisküvilerin duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Gıdaların besin değeri açısından zenginleştirilmesi amacıyla ilave edilecek maddeler, duyusal özelliklerinde herhangi bir değişiklik yapmamalı ya da az bir değişikliğe neden olmalı ve tüketicilerin alışkanlıklarına ters düşmemelidir (Eyidemir 2006).

Çizelge 4.17. Bisküvilerin duyu analizi sonuçları\*

Katkı	BU Oranı (%)	Renk	Yüzey Düzgünlüğü	İç Yapının Sıklığı	İç Rengi	Kabuk ve İç Renk Farkı	Gevreklik	Kumlu-Kuru Olma	Ağızda Dağılıma	Dişe Yapışma	Lezzet
<b>Kontrol</b>	<b>0</b>	6.80±2.22 <sup>abc</sup>	7.52±1.58 <sup>a</sup>	7.40±1.31 <sup>a</sup>	7.28±1.84 <sup>a</sup>	7.00±1.94 <sup>a</sup>	8.24±0.83 <sup>a</sup>	7.60±1.55 <sup>a</sup>	7.92±1.29 <sup>a</sup>	7.40±1.32 <sup>a</sup>	7.64±1.50 <sup>a</sup>
<b>HKBU</b>	<b>10</b>	7.08±1.35 <sup>ab</sup>	6.84±1.49 <sup>ab</sup>	6.20±1.98 <sup>bc</sup>	6.76±1.05 <sup>ab</sup>	6.40±1.29 <sup>abcd</sup>	6.56±1.36 <sup>b</sup>	6.48±1.45 <sup>b</sup>	6.68±1.41 <sup>b</sup>	5.88±1.56 <sup>bc</sup>	6.76±1.51 <sup>ab</sup>
	<b>20</b>	5.96±1.81 <sup>cde</sup>	5.84±1.80 <sup>cd</sup>	5.52±1.64 <sup>cd</sup>	5.64±1.82 <sup>cde</sup>	5.96±1.24 <sup>bcde</sup>	5.12±1.48 <sup>c</sup>	5.32±1.25 <sup>de</sup>	5.28±1.84 <sup>c</sup>	4.84±1.77 <sup>def</sup>	5.56±1.78 <sup>cd</sup>
	<b>30</b>	4.44±1.76 <sup>fg</sup>	5.42±1.64 <sup>d</sup>	4.68±1.68 <sup>de</sup>	5.12±1.81 <sup>e</sup>	4.80±1.98 <sup>f</sup>	4.04±1.80 <sup>de</sup>	4.68±1.80 <sup>de</sup>	4.20±1.94 <sup>d</sup>	4.16±1.99 <sup>f</sup>	4.44±1.94 <sup>e</sup>
<b>DKBU</b>	<b>10</b>	7.44±1.33 <sup>a</sup>	7.04±1.37 <sup>ab</sup>	6.12±1.67 <sup>bc</sup>	7.00±1.19 <sup>ab</sup>	6.68±1.77 <sup>abc</sup>	6.52±1.66 <sup>b</sup>	6.40±1.22 <sup>bc</sup>	6.48±1.16 <sup>b</sup>	6.40±1.85 <sup>b</sup>	6.84±1.462 <sup>ab</sup>
	<b>20</b>	5.76±1.48 <sup>de</sup>	5.76±1.64 <sup>cd</sup>	5.48±1.503 <sup>cde</sup>	6.32±1.68 <sup>bcd</sup>	5.32±1.80 <sup>ef</sup>	4.84±1.89 <sup>cd</sup>	5.20±1.80 <sup>de</sup>	5.24±1.79 <sup>c</sup>	5.16±1.72 <sup>cde</sup>	5.68±1.91 <sup>c</sup>
	<b>30</b>	4.44±1.96 <sup>fg</sup>	5.32±1.40 <sup>d</sup>	4.60±1.42 <sup>e</sup>	5.48±1.96 <sup>de</sup>	4.80±2.180 <sup>f</sup>	3.92±1.61 <sup>e</sup>	4.56±1.64 <sup>e</sup>	4.04±1.79 <sup>d</sup>	4.52±1.96 <sup>def</sup>	4.60±1.96 <sup>e</sup>
<b>MS-HKBU</b>	<b>10</b>	6.28±1.65 <sup>bcd</sup>	7.36±1.04 <sup>a</sup>	6.64±1.25 <sup>ab</sup>	6.56±1.58 <sup>abc</sup>	6.92±1.41 <sup>ab</sup>	6.88±1.05 <sup>b</sup>	6.72±1.46 <sup>ab</sup>	6.88±1.24 <sup>b</sup>	6.36±1.52 <sup>b</sup>	6.60±1.98 <sup>b</sup>
	<b>20</b>	5.44±1.76 <sup>ef</sup>	6.44±1.48 <sup>bc</sup>	6.12±1.96 <sup>bc</sup>	6.08±1.53 <sup>bcd</sup>	5.88±1.76 <sup>cde</sup>	5.20±1.69 <sup>c</sup>	5.56±1.53 <sup>cd</sup>	5.56±1.45 <sup>c</sup>	4.92±1.89 <sup>def</sup>	4.76±2.01 <sup>de</sup>
	<b>30</b>	4.20±1.92 <sup>g</sup>	5.76±1.68 <sup>cd</sup>	5.12±1.45 <sup>de</sup>	4.92±1.91 <sup>e</sup>	5.56±1.69 <sup>f</sup>	4.60±1.68 <sup>cde</sup>	4.96±1.57 <sup>de</sup>	4.72±1.79 <sup>cd</sup>	4.36±1.66 <sup>ef</sup>	4.40±1.80 <sup>e</sup>
<b>MS-DKBU</b>	<b>10</b>	7.12±1.27 <sup>ab</sup>	7.48±1.23 <sup>a</sup>	6.60±1.32 <sup>ab</sup>	6.96±1.34 <sup>ab</sup>	6.84±1.06 <sup>abc</sup>	6.72±1.34 <sup>b</sup>	6.52±1.26 <sup>b</sup>	6.76±1.71 <sup>b</sup>	6.52±1.42 <sup>ab</sup>	6.76±1.68 <sup>ab</sup>
	<b>20</b>	4.27±2.03 <sup>fg</sup>	6.40±1.71 <sup>bc</sup>	5.56±1.64 <sup>cd</sup>	6.28±1.79 <sup>bcd</sup>	5.40±1.64 <sup>ef</sup>	5.08±1.53 <sup>c</sup>	5.48±1.66 <sup>d</sup>	5.40±1.73 <sup>c</sup>	5.40±1.58 <sup>cd</sup>	4.84±1.80 <sup>cde</sup>
	<b>30</b>	4.64±1.83 <sup>fg</sup>	5.76±1.45 <sup>cd</sup>	5.04±1.90 <sup>de</sup>	5.76±1.74 <sup>cde</sup>	4.80±1.83 <sup>f</sup>	4.40±1.72 <sup>cde</sup>	4.88±1.56 <sup>de</sup>	4.76±2.22 <sup>cd</sup>	4.76±1.85 <sup>def</sup>	4.48±1.85 <sup>e</sup>

\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $p \leq 0.05$  oranında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır.

Buna göre; BU ilavesi ile üretilen bisküvilerin renk puanları 4.20-7.44 arasında değişmiş olup, en yüksek puan % 10 DKBU ile üretilmiş bisküviye verilirken, en düşük puan % 30 MS-HKBU ilaveli bisküviye verilmiştir. % 10 katkı oranı ile elde edilen tüm bisküviler kontrolden daha yüksek puan alırken, BU katkı oranı arttıkça, renk beğenisi azalmış ve kontrolden daha düşük puanlar verilmiştir. DKBU ilaveliler, renk açısından daha çok beğenilmiştir. MS uygulamalı BU katkıları ise renk için verilen puanları ön işlemsiz BU ilavelilere göre düşürmüştür.

Yüzey düzgünlüğü puanları, katkılı bisküvilerin hepsinde kontrolden düşüktür. Balkabağı katkı oranı arttıkça, yüzey düzgünlüğü bozulmuş ve puanlar düşmüştür. DKBU ilaveliler, yüzey düzgünlüğü açısından daha çok beğenilmiştir. MS uygulamalı BU katkıları ise yüzey düzgünlüğü puanlarını ön işlemsiz BU ilavelilere göre artırmıştır. En yüksek puanı (7.48), % 10 MS-DKBU katkılı bisküvi alırken; en düşük puan % 30 DKBU ilaveli bisküviye verilmiştir.

İçyapı sıklığı arttıkça beğeni azalmış ve puanlar düşmüştür. İçyapı sıklığı puanları katkılı bisküvilerin hepsinde, kontrolden düşüktür. Panelistler tarafından verilen puanlar, bisküvilerin tekstür analizinde ölçülen sertlik değerleri ile uyumlu bulunmuştur. Sertlik değeri en yüksek olan DKBU ilaveli bisküviler, içyapı sıklığı açısından daha düşük puanlar almıştır. En düşük sertliğe sahip olan MS-HKBU ilaveli bisküviler ise içyapı sıklığı açısından daha iyi puanlar almıştır.

İç renk puanları da BU katkılarının parlak portakal renginden etkilenmiştir. Kontrole göre belirgin portakal renge sahip olan bisküviler, tüketicilerin alışık olmadığı bir renge sahip olmalarına rağmen, kontrole yakın puanlar almıştır. DKBU ilaveliler, iç renk açısından daha parlak portakalımsı-kırmızı renklerinden dolayı daha çok beğenilmiştir. MS uygulamalı BU katkıları ise iç renk puanlarını ön işlemsiz BU ilavelilere göre düşürmüştür.

Bisküvilere verilen gevreklik puanları incelendiğinde; en sert yapılı olan DKBU ilaveli bisküvilerin en az gevrek olmaları nedeniyle en düşük puanları aldıkları görülmektedir. BU katkılı tüm bisküvilerin gevreklik puanları, kontrolden düşüktür. BU katkı oranı arttıkça da buna paralel olarak gevreklik beğenisi azalmıştır. En yüksek puanı (6.88) % 10 MS-HKBU ile üretilmiş bisküvi almıştır. HKBU ilaveliler gevreklik açısından



DKBU katkılılara göre daha çok beğenilmiştir. MS uygulamalı BU katkıları ise gevreklik puanlarını ön işlemsiz BU ilavelilere göre artırmıştır.

Kumlu-kuru olma puanları, katkılı bisküvilerin hepsinde kontrolden düşüktür. Balkabağı katkı oranı arttıkça, bisküviler daha kumlu ve kuru bir yapıya sahip oldukları için puanlar düşmüştür. Bisküvilerin kumlu-kuru olma puanları 4.56-6.72 arasında değişmiş olup, en yüksek puan %10 MS-HKBU ile üretilmiş bisküviye verilirken, en düşük puan % 30 DKBU ilaveli bisküviye verilmiştir. HKBU ilaveliler, kumlu-kuru olma açısından daha çok beğenilmiştir. MS uygulamalı BU katkılıların kumlu-kuru olma puanları, ön işlemsiz BU ilavelilere göre yüksektir.

Ağızda dağılma puanları, katkılı bisküvilerin hepsinde kontrolden düşüktür. Balkabağı katkı oranı arttıkça, ağızda dağılma özelliği bozulmuş ve puanlar düşmüştür. HKBU ilaveliler, ağızda dağılma açısından daha çok beğenilmiştir. MS uygulamalı BU katkıları ise ağızda dağılma puanlarını, ön işlemsiz BU ilavelilere göre artırmıştır. En yüksek puanı (6.88), % 10 MS-HKBU katkılı bisküvi alırken; en düşük puan (4.04) % 30 DKBU ilaveli bisküviye verilmiştir.

Balkabağı unu katkılı tüm bisküvilerin dişe yapışma puanları, kontrolden düşüktür. BU katkı oranı arttıkça da buna paralel olarak dişe yapışmada artış olmuştur. En yüksek puan (6.52) % 10 MS-DKBU ile üretilmiş bisküviye verilirken, en düşük puan (4.16) % 30 HKBU ilaveli bisküviye verilmiştir. HKBU ilaveliler dişe yapışma açısından, DKBU katkılılara göre daha az beğenilmiştir. MS uygulamalı BU katkılıların dişe yapışma puanları ise ön işlemsiz BU ilavelilere göre yüksektir.

Balkabağı unu katkısı ile üretilen tüm bisküviler kontrolden daha düşük lezzet puanı alırken, BU katkı oranı arttıkça da bu puanlar düşmüştür. Bisküvilerin lezzet puanları 4.40-6.84 arasında değişmiş olup, en yüksek puan % 10 DKBU ile üretilmiş bisküviye verilirken, en düşük puan % 30 MS-HKBU ilaveli bisküviye verilmiştir. DKBU ilaveliler, lezzet açısından daha çok beğenilmiştir. MS uygulamalı BU katkıları ise lezzet için verilen puanları, ön işlemsiz BU ilavelilere göre düşürmüştür.

Şeker ve ark. (2010) kayısı çekirdeği unu ilavesi ile ürettikleri bisküvilerde oran artışı ile birlikte bunların genel duyuşal değerlerinin, kontrol bisküvilerinden çok farklı olmadığını ve bunların kabul edilebilir olduğunu bildirmişlerdir.

Yadav ve ark. (2012) çalışmalarında, % 20'ye kadar rafine buğday unu yerine, muz ve bezelye unu ilavesi ile hazırladıkları bisküvilerin duyuşal özelliklerinin (renk, tat, flavor, tekstür ve genel beğeni), az-çok kontrol bisküvileri ile benzer olduğunu tespit etmişlerdir.

Türksoy ve Özkaya (2011) yaptıkları çalışmada balkabağı posası unu ilavesinin genel beğeni üzerine olumsuz etkisinin, havuç posası unu ilavesinden daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Frost ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, yüksek seviyelerde arpa unu ilavesi ile ürettikleri bisküvilerin, tüketicilerin genel beğenisinde düşüşe neden olduğunu, bunun da arpanın bisküvide yarattığı kuvvetli aroma ve flavorundan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Yapılan genel değerlendirme sonucunda BU ilavesi ile üretilen bisküvilerin kontrole göre genel beğenisinin azaldığı tespit edilmiştir. Ancak, renk, yüzey düzgünlüğü, dişe yapışma ve lezzet açısından DKBU katkısının, HKBU'dan daha uygun olduğu görülmektedir. İçyapı sıklığı, kumluluk, gevreklik ve ağızda dağılma özellikleri bakımından değerlendirildiğinde; HKBU katkısının, daha olumlu sonuç verdiği saptanmıştır. MS ön işlem uygulaması yapılmaksızın üretilmiş olan BU katkılı bisküviler, sadece renk ve lezzet bakımından, MS uygulamalı BU ilavelilere göre daha çok beğenilmiştir. Buna göre % 10 ve 20 oranında HKBU ve DKBU katkısı ile üretilen bisküvilerin, tüm duyuşal analiz parametrelerinden 5 ve üzeri puan aldığı ve kabul edilebilir niteliklere sahip olduğu gözlenmiştir.

## 5. SONUÇ

✓ Bu çalışmada; ülkemizde yoğun olarak yetiştirilen ve genellikle tatlı olarak tüketilen balkabağından (*Cucurbita moschata*) iki farklı yöntem (Na-metabisülfite (MS) ile ön işlem uygulamalı ve ön işlemsiz) ve iki farklı kurutma (HK: hava akımında kurutma ve DK: dondurarak kurutma) uygulamasıyla elde edilen balkabağı unlarının (HKBU, DKBU, MS-HKBU ve MS-DKBU) kimyasal bileşimi, diyet lif oranı, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivitesi, antioksidatif ve fenolik biyoalınabilirliği, fenolik asit içerikleri ve fonksiyonel özellikleri (çözünürlük ve su absorpsiyonu, emülsiyon oluşturma, emülsiyon stabilitesi ve yağ tutma kapasitesi) belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde ise hazırlanan BU örnekleri, bisküvi formülasyonunda % 10, 20 ve 30 oranında buğday unu yerine ikame edilmiştir. BU ilavesinin, bisküvinin tekstür, sertlik, fiziksel ve duyu özellikleri ile fonksiyonel özellikleri (diyet lif, fenolik madde, antioksidan aktivite, biyoalınabilirlik ve fenolik asit içeriği) üzerine etkisi araştırılmıştır.

✓ Balkabağı unu örneklerinin içerdikleri yüksek orandaki diyet lif, bunların gıda formülasyonlarında, buğday unu yerine diyet lif zenginleştirici olarak kullanılabilme olanağı sağlayabileceğini göstermektedir.

✓ Renk analizi sonuçları, dondurarak kurutmanın, BU örneklerinde, kırmızılığı koruduğunu ve daha az sarılık vererek parlak portakalimsi kırmızı renk eldesi sağladığını göstermiştir. MS uygulaması ise balkabağı unlarında renk açılmasına ve parlaklığın azalmasına neden olmuştur.

✓ HKBU örneklerinin çözünürlükleri, DKBU örneklerinden yüksek bulunmuştur. MS uygulaması ise BU örneklerinin çözünürlük değerlerini düşürmüştür. DKBU örnekleri, HKBU örneklerine göre daha yüksek su ve yağ tutma kapasitesine sahiptir. MS uygulamasının ise su ve yağ tutma kapasitesini düşürdüğü görülmektedir. BU'nun, yüksek su ve yağ tutma kapasitesine sahip olduğu için son ürünün viskozite ve tekstüründe modifikasyon sağlamak amacıyla değişik gıdalarda fonksiyonel bir katkı olarak kullanılabilmesi söylenebilir. DKBU örneklerinde yüksek emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi değerlerinin elde edilmiş olmasının, bunların su absorpsiyonu ve yağ tutma kapasitelerinin yüksek olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. MS

uygulaması ise emülsiyon kapasite ve stabilitesinde düşüğe neden olmuştur. Genel olarak BU örneklerinin, albumin'in emülsiyon oluşturma özelliklerini geliştirici etkide bulunduğu gözlenmiştir.

✓ HKBU örneklerinin fenolik madde miktarları, DKBU örneklerinden yüksek bulunmuştur. Bu durumun, hava akımlı kurutma sisteminde 60°C'de yapılan kurutma işlemi sırasındaki fenolik madde oluşumundan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. MS ön işlem uygulaması ile elde edilen örneklerin fenolik madde içerikleri ise ön işlemsizlere göre yüksek bulunmuştur. Bu durum, MS uygulamasının, örneklerdeki fenolik maddeleri koruyucu bir etki sağlamış olabileceğini akla getirmektedir. DKBU örneklerinin biyoalınabilir fenolik içeriği, HKBU örneklerinden düşük bulunmuştur. Ayrıca, BU örneklerindeki fenolik bileşenlerin biyoalınabilirliğinde, MS uygulaması, artışa neden olmuştur.

✓ Fenolik madde miktarları yüksek olan HKBU örneklerinin ABTS, CUPRAC, DPPH ve FRAP antioksidan aktivite değerleri de DKBU örneklerinden yüksek bulunmuştur. MS ön işlem uygulaması fenolik madde miktarında sağladığı artışa paralel olarak antioksidan aktivitelerinde de ön işlemsizlere göre artış sağlamıştır. En yüksek antioksidatif biyoalınabilirlik değerleri, MS-HKBU örneğinde saptanmıştır. HKBU örneklerinin antioksidatif biyoalınabilirlikleri, DKBU örneklerinden yüksek bulunmuştur. Ayrıca, MS uygulaması da örneklerin antioksidatif biyoalınabilirliklerini artırmıştır.

✓ Balkabağı unu örneklerinde, *p*-hidroksibenzoik, kafeik, klorojenik, şiringik, *p*-kumarik, gallik, ferulik ve sinapik asit tespit edilmiştir. BU örneklerinde baskın fenolik asidin, *p*-hidroksibenzoik asit olduğu görülmektedir. Bunu kafeik, klorojenik ve şiringik asit izlemiştir. HKBU örneklerinin, DKBU örneklerine göre kısmen daha yüksek seviyede fenolik asit içerdiği gözlenmiştir. Ayrıca, MS uygulamalı örneklerin fenolik asit miktarları, ön işlemsizlere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durum fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri ile de paralellik göstermektedir.

✓ Balkabağı unu katkısı ile üretilmiş tüm bisküvilerde, katkı oranı arttıkça; nem, kül ve yağ miktarlarında artış gözlenmiştir.

✓ Balkabağı unu katkılı bisküvilerin diyet lif miktarları, kontrolden yüksek bulunmuştur. Bisküvilere ilave edilen BU'nun artışına paralel olarak, bisküvilerin TDL miktarları da artmıştır. DKBU ilaveli bisküvilerin diyet lif oranları, HKBU ilaveli bisküvilerden yüksek bulunmuştur. MS uygulamalı BU ilave edilen bisküvilerin diyet lif içerikleri ise ön işlemsiz BU ilaveli olanlardan düşük bulunmuştur. BU diyet lif kaynağı olarak fonksiyonel bir katkı görevi görmüştür.

✓ Balkabağı unu katkılı bisküvilerin nem miktarlarının, kontrolden yüksek olduğu gözlenmiştir. Bisküvilere ilave edilen BU oranının artışıyla, birlikte nem miktarlarının da arttığı tespit edilmiştir. Çalışmamızda, bisküvilerin nem miktarlarındaki bu artışın, BU katkısından kaynaklanan diyet lif içeriklerindeki artışa paralel olarak gerçekleştiği düşünülmektedir. Diyet lif miktarının artışına bağlı olarak, pişmiş bisküvilerin nem miktarı da artmıştır. En yüksek diyet lif oranlarına sahip olan DKBU katkılı bisküvilerin, nem miktarları da en yüksek bulunmuştur. MS uygulamalı BU ilave edilen bisküvilerin nem içerikleri ise ön işlemsiz BU ilavelilerden düşük bulunmuştur.

✓ Katkılı bisküvilerin karbonhidrat değerleri ve enerji değerleri kontrol bisküvisinden düşük çıkmıştır. Bisküvilere ilave edilen BU'nun artışına paralel olarak, bisküvilerin karbonhidrat içerikleri ve enerji değerleri düşmüştür. BU, buğday unu ile yer değiştirilerek kullanıldığı için BU oranındaki artış, bisküvinin diyet lif miktarını artırmak suretiyle, karbonhidrat içeriğini ve enerji değerini düşürmüştür. BU katkısının, bisküvilerin diyet lif oranını artırırken, karbonhidrat miktarını ve enerji değerini düşürmesi, dikkat çekici bir sonuç olarak değerlendirilmektedir. DKBU ilaveli bisküvilerin karbonhidrat miktarları ve enerji değerleri, HKBU ilaveli bisküvilerden düşük bulunmuştur. MS uygulamalı BU ilave edilen bisküvilerin karbonhidrat oranları ve enerji değerlerinin ise ön işlemsiz BU ilaveli olanlardan yüksek olduğu gözlenmiştir.

✓ Balkabağı unu katkılı bisküvilerin yüzey renk değerleri incelendiğinde; kontrole göre daha parlak portakalimsi kırmızı olduğu tespit edilmiştir. İç renklerin ise kontrole göre daha az parlak ancak daha portakalimsi kırmızı olduğu gözlenmiştir.

✓ Balkabağı unu katkısı ile üretilen bisküvilerin çapları, kontrolden küçük, kalınlıkları ise fazla bulunmuştur. BU katkısının bisküvi formülasyonundaki oranının artışına paralel olarak bisküvilerin çaplarında azalma, kalınlıklarında ise artış

kaydedilmiştir. Bunun sebebinin de bisküvi hamurundaki gluten'in seyrelmesi olabileceği düşünülmektedir.

✓ Çap ve kalınlık ölçülerinden faydalanılarak hesaplanan yayılma oranları incelendiğinde; BU katkılı bisküvilerin çaplarının düşmesinin ve kalınlıklarının artmasının doğal bir sonucu olarak, yayılma oranları, kontrole göre düşük çıkmıştır. Bisküvi hamuruna ilave edilen BU oranı arttırıldıkça, yayılma faktörünün düştüğü saptanmıştır. Bu durumun, balkabağının diyet lif bakımından zengin olması nedeniyle, su absorpsiyonunun, buğday unundan daha yüksek olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. DKBU ilaveli bisküvilerin yayılma oranları, HKBU ilaveli bisküvilerden düşüktür. MS uygulamalı BU ilave edilen bisküvilerin yayılma oranlarının ise ön işlemsiz BU ilaveli olanlardan yüksek olduğu gözlenmiştir.

✓ Balkabağı unu ilaveli bisküvilerin sertlik değerlerinin, kontrolden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bisküvilerin sertliğinde meydana gelen bu düşüşün, BU ilavesi ile buğday proteini gluten'in seyrelmesi ve böylece gluten matriksinin oluşumunun gecikmesinden ve BU'ndaki hidrofilik karaktere sahip çözünür diyet lifin yüksek miktarda suyu absorblaması ile gluten proteinlerine absorblayacak serbest su kalmamış olmasından, kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bisküvilere ilave edilen BU katkısının oranı arttıkça, sertlik azalmıştır. Bu durum, BU ilavesinin, bisküvinin sertliğini azalttığını ve bisküvilerin yumuşamasına neden olduğunu göstermektedir.

✓ Balkabağı unu katkıları, bisküvilerin fenolik madde miktarlarını kontrole göre yükseltmiştir. Katkı oranı arttıkça, fenolik madde içerikleri de doğrusal bir şekilde artmıştır. HKBU ilaveli bisküvi örneklerinin serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarları, DKBU katkılı örneklerden yüksek bulunmuştur. Hava akımlı kurutma sisteminde 60°C'de yapılan kurutma işlemi sırasındaki fenolik madde oluşumundan dolayı HKBU katkısının fenolik madde miktarının, DKBU katkısından yüksek olması, bisküvilerde de aynı yönde sonuç alınmasını sağlamıştır. MS ön işlem uygulaması ile elde edilen BU örneklerinin kullanıldığı bisküvilerin fenolik madde içerikleri ise ön işlemsizlerin kullanıldığı bisküvilere göre yüksek bulunmuştur.

✓ Bu çalışmada, BU katkılı bisküvilerin bileşimindeki fenolik maddelerin biyoalınabilirlikleri, kontrolden yüksek bulunmuştur. BU katkı oranının artışına paralel

olarak bu değerlerde artış kaydedilmiştir. DKBU ilaveli bisküvi örneklerinin biyoalınabilir fenolik içeriği, HKBU örneklerinden düşük bulunmuştur. Ayrıca, bisküvi örneklerindeki fenolik bileşenlerin biyoalınabilirliğinde, MS uygulamalı BU katkısının kullanımı artışa neden olmuştur.

✓ Balkabağı ilaveli bisküvilerin ABTS, CUPRAC, DPPH ve FRAP antioksidan aktiviteleri, kontrolden yüksek bulunmuştur. BU katkı oranının artışına paralel olarak bu değerlerde artış kaydedilmiştir. HKBU ilaveli bisküvilerin serbest ve bağlı fenollerinin antioksidan aktiviteleri, DKBU ilavelilerden yüksek bulunmuştur. MS ön işlem uygulaması ile elde edilen balkabağı unlarının kullanıldığı bisküvilerin antioksidan aktiviteleri de ön işlemsiz BU katkılılara göre yüksek bulunmuştur. BU katkılı bisküvilerin antioksidatif biyoalınabilirlikleri de kontrole göre yüksek bulunmuştur. HKBU katkılı bisküvilerin antioksidatif biyoalınabilirlikleri de DKBU ilavelilerden yüksek bulunmuştur. Ayrıca, MS uygulamalı BU katkıları, bisküvilerin antioksidatif biyoalınabilirliklerini, ön işlemsiz BU ilavelilere göre artırmıştır.

✓ Bisküvi örneklerinde baskın fenolik asit, kafeik asit'tir. Bunu *p*-hidroksibenzoik, klorojenik ve şiringik asit izlemiştir. BU katkılı tüm bisküvilerin fenolik asit miktarları, kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. Bisküvi formülasyonundaki BU oranının artışına paralel olarak, içerdikleri fenolik asit miktarında da artış gözlenmiştir. HKBU katkılı bisküvilerin, DKBU ile üretilen bisküvilere göre daha yüksek seviyede fenolik asit içerdiği gözlenmiştir. MS uygulamalı BU katkısı ile üretilen bisküvilerin fenolik asit miktarları ise ön işlemsiz BU katkılılara göre daha yüksek bulunmuştur. BU katkısı, bisküvinin fenolik asit miktarlarını yükseltmiş ve sadece buğday unundan üretilmiş olan kontrol örneğine göre bisküvinin fonksiyonelliğini artırmıştır.

✓ Yapılan duyuşsal değerlendirme sonucunda BU ilavesi ile üretilen bisküvilerin kontrole göre genel beğenisinin azaldığı tespit edilmiştir. Renk, yüzey düzgünlüğü, dişe yapışma ve lezzet açısından DKBU katkısının, HKBU'dan daha uygun olduğu görülmektedir. İyapı sıklığı, kumluluk, gevreklik ve ağızda dağılma özellikleri bakımından değerlendirildiğinde ise HKBU katkısının daha olumlu sonuç verdiği saptanmıştır. MS ön işlem uygulaması yapılmaksızın üretilmiş olan BU katkılı

bisküviler, sadece renk ve lezzet bakımından, MS uygulamalı BU ilavelilere göre daha çok beğenilmiştir.

✓ Balkabağı unu ilavesi, bisküvinin teknolojik özelliklerini fazla bozmaksızın, besinsel değerini zenginleştirmiş ve fonksiyonel özelliklerini geliştirmiştir. Diyet lif ve antioksidan kaynağı olarak kullanılan BU katkısı, düşük enerjili, yüksek lifli ve fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesi artırılmış bir bisküvi eldesi sağlamıştır. Ayrıca yüksek su ve yağ tutma kapasitesi ve emülsiyon özelliği sayesinde, BU'nun bisküvide yağ oranının azaltılmasında da kullanılabileceği düşünülmektedir.

✓ Sonuç olarak; % 10 ve 20 oranında DKBU ve HKBU (MS ön işlemsiz) katkılarının önemli bir kalite kaybı olmaksızın, kabul edilebilir duyuşal özelliklere sahip, bisküvi eldesi sağladığı saptanmıştır. Balkabağı ununun, besleyici özellikleri geliştirici, antioksidan aktiviteyi ve fenolik madde içeriğini artırıcı fonksiyonel bir katkı ve diyet lif alternatifi olarak, başta unlu mamuller olmak üzere, çeşitli gıda maddelerinde kullanılma imkanı yüksektir.



## KAYNAKLAR

- AACC, 1999.** Approved Method of the American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN, USA.
- AACCI, 1990.** Approved Methods of American Association of Cereal Chemists International, St. Paul, MN, USA.
- AACCI, 1995.** Approved Methods of American Association of Cereal Chemists International, St. Paul, MN, USA.
- AOAC, 1990.** Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Abdel-Samie, M.A.S., Wan, J., Huang, W., Chung, O.K., Xu, B. 2010.** Effects of cumin and ginger as antioxidants on dough mixing properties and cookie quality. *Cereal Chemistry*, 87(5):454-460.
- Acosta-Estrada, B.A., Gutierrez-Uribe, J.A., Serna-Saldivar, S.O. 2014.** Bound phenolics in foods, a review. *Food Chemistry*, 152:46-55.
- Adams, G.G., Imran, S., Wang, S., Mohammad, A., Kok, S., Gragy, D.A., Channell, G.A., Morris, G.A., Harding, S.E. 2011.** The hypoglycemic effect of pumpkins as anti-diabetic and functional medicines. *Food Research International*, 44: 862-867.
- Adebowale, K.O. , Lawal, O.S. 2004.** Comparative study of the functional properties of bambarra groundnut (*Voandzeia subterranean*), jack bean (*Canavalia ensiformis*) and mucuna bean (*Mucuna pruriens*) flours. *Food Research International*, 37, 355-365.
- Adom, K.K., Liu, R.H. 2002.** Antioxidant activity of grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (21):6182-6187.
- Agama-Acevedo, E., Islas-Hernández, J.J., Pacheco-Vargas, G., Osorio-Díaz, P., Bello-Pérez, L.A. 2012.** Starch digestibility and glycemic index of cookies partially substituted with unripe banana flour. *LWT-Food Science and Technology*, 46:177-182.
- Aguilar-Gutiérrez, F., Zazueta-Morales, J. J., and Camacho-Hernández, I. L. 2006.** Metodología de superficie de respuesta en la obtención de hojuelas precocidas deshidratadas de calabaza (*Cucurbita Moschata D.*) Cehualca. Tesis de licenciatura. Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Agte, V., Tarwadi, K. 2010.** The importance of nutrition in the prevention of ocular disease with special reference to cataract. *Ophthalmic Res.*, 44:166-172.
- Ahmedna, M., Prinyawiwatkul, W., Rao, R.M. 1999.** Solubilized wheat protein isolate: Functional properties and potential food applications. *J. Agr. Food Chem.* 47: 1340-1345.
- Ajila, C.M., Leelavathi, K., Prasada Rao, U.J.S. 2008.** Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48: 319-326.
- Akubor, P. 2003.** Functional properties and performance of cowpea/ plantain/ wheat flour blends in biscuits. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58:1-8.
- Akubor, P.I., Onimawo, I.A. 2003.** Functional properties and performance of soybean and maize flour blends in cookies. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58:1-12.
- Amarowicz, R., Carle, R., Dongowski, G., Durazzo, A., Galensa, R., Kammerer, D., Maiani, G., Piskula, M. K. 2009.** Influence of postharvest processing and storage on the content of phenolic acids and flavonoids in foods. *Mol. Nutr. Food Res.* 53:151-183.

- Amorati, R., Pedulli, G.F., Cabrini, L., Zambonin, L., Landi, L. 2006.** Solvent and pH effects on the antioxidant activity of caffeic and other phenolic acids, *J. Agric. Food Chem.* 54(8):2932-2937.
- Anderson, J.S., Perryman, S., Young, L., Prior, S. 2007.** Dietary fiber. Colorado State University Nutrition Resources. N. 933. <http://ext.colostate.edu/PUBS/FOODNUT/0933.html>-(Erişim tarihi:30.01.2014).
- Anonim, 1986.** Bisküvi standardı TS 2383. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1994.** FAO/WHO, Codex Alimentarius, Volume 4, 2<sup>nd</sup> edition.
- Anonim, 2001a.** Institute of Food Medicine, Dietary reference intakes proposed definition of dietary fiber. A report of the panel on the definition of dietary fiber and the Standing Committee on the scientific evaluation of dietary reference intakes. Food and Nutrition Board, National Academy Press, 2101 Constitution avenue, N.W., Washington, DC, USA.
- Anonim, 2001b.** FAO, Nutrition Country Profile of Turkey (Nutrition Country Profile of Turkey prepared by Food and Nutrition Division, FAO in the collaboration of Prof. Dr. Gülden Pekcan (Hacettepe University, Department of Nutrition and Dietetics) and Rosanne Marchesich (ESNA-FAO)), FAO, Rome, Italy.
- Anonim, 2003.** FAO, Food energy - methods of analysis and conversion factors. Report of a technical workshop. FAO Food and Nutrition Paper No. 77, Rome.
- Anonim, 2006.** MEGEP, Gıda Teknolojisi. Fenolik bileşikler ve doğal renk maddeleri. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirme Projesi, Ankara. [http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/gida/moduller/fenolik\\_bilesiklervedogal\\_renk\\_maddeleri.pdf](http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/gida/moduller/fenolik_bilesiklervedogal_renk_maddeleri.pdf)-(Erişim tarihi:25.03.2014).
- Anonim, 2013a.** TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri, Meyvesi için yetiştirilen sebzeler. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001-Erişimtarihi:20.02.2014](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001-Erişimtarihi:20.02.2014)).
- Anonim, 2013b.** Türkiye Cumhuriyeti Maliye Bakanlığı, İhracat Genel Müdürlüğü Tarım Ürünleri Daire Başkanlığı, Bisküvi Sektör Raporu, Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.ibp.gov.tr/pg/sektorpdf/tarim/biskuvi.pdf>-(Erişim tarihi: 21.02.2014).
- 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.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E., Altun, M. 2005.** Total antioxidant capacity assay of human serum using copper (II)-neocuproine as chromogenic oxidant: The CUPRAC method. *Taylor & Francis*, 39(9):949-961.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata B., Özyürek M., Çelik E.S., Bektaşoğlu, B.K., Berker, İ., Özyurt. 2007.** Comparative evaluation of total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds and the CUPRAC Assay. *Molecules*, 12:1496-1547.
- Ardağ, A. 2008.** Antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin analitik açıdan karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Aydın.
- Arshad, M.U., Anjum, F.M., Zahoor, T. 2007.** Nutritional assessment of cookies supplemented with defatted wheat germ. *Food Chem.*, 102:123-128.
- Artz, W. E., Warren, C. C., Mohring, A. E., Villota, R. 1990.** Incorporation of corn fiber into sugar snap cookies. *Cereal Chemistry*, 67:303-305.

- Aydınlık, Z. 2012.** Niğde ilinde üretilen üzüm pekmezi örneklerinin fenolik madde içeriğinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Niğde.
- Aziah, N.A.A., Komathi, C.A. 2009.** Physicochemical and functional properties of peeled and unpeeled pumpkin flour. *Journal of Food Science*, 74(7):328-333.
- Bajaj, S., Urooj, A. 2006.** Effect of incorporation of mint on texture, colour and sensory parameters of biscuits. *International Journal of Food Properties*, 9:691–700.
- Baltsavias, A., Jurgens, A., Vliet, T.V. 1999.** Fracture properties of shortdough biscuits: effect of composition. *Journal of Cereal Science*, 29:235-244.
- Barber, M.S., McConnell, V.S., DeCaux, B.S. 2000.** Antimicrobial intermediates of the general phenylpropanoid and lignin specific pathways. *Phytochemistry*, 54:53-6.
- Baysal, A. 2004.** Beslenme, 10. Baskı, Hatipoğlu Yayınları, Ankara, s.520.
- Bean, M.M., Setser, C.S. 1992.** Polysaccharide, sugars, and sweeteners. Food theory and applications, Ed.: Bowers, M.J., New York, USA, pp: 69-198.
- Becker, E.M., Nissen, L.S., Skibsted, L.H. 2004.** Antioxidant evaluation protocols: Food quality or health effects. *European Food Research and Technology*, 219:561-571.
- Bello-Pérez, L. A., Sáyago-Ayerdi, S. G., Méndez-Montevalvo, G., Tovar, J. 2004.** In vitro digestibility of banana starch cookies. *Plant Foods for Human Nutrition*, 59:79-83.
- Benbrook, C.M. 2005.** Elevating antioxidant levels in food through organic farming and food processing. An Organic Center state of science review, [www.organic-center.org/reportfiles/Antioxidant\\_SSR.pdf](http://www.organic-center.org/reportfiles/Antioxidant_SSR.pdf) (Erişim tarihi:10 Şubat 2014).
- Bender, P.E. 1996.** Nutritional effects of food processing. *Journal of Food Technology*, 1:261–269.
- Bendini, A., Cerretani, L., Carrasco-Pancorbo, A., Gómez-Caravaca, A.M., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A., Lercker, G. 2007.** Phenolic molecules in virgin olive oils: a survey of their sensory properties, health effects, antioxidant activity and analytical methods. An Overview of the Last Decade. *Molecules*, 12:1679-1719.
- Benzie, I.F.F., Strain, J.J. 1996.** The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239:70-76.
- 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.
- Bilgin, M. 2006.** Bisküvi Sektör Profili, İstanbul Ticaret Odası Dış Ticaret Şubesi Uygulama Servisi, İstanbul.
- Blaszczak, W., Fornal, J., Ramy, A. 2004.** Effect of emulsifiers' addition on dough properties, backing quality and microstructure of biscuits. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 13 (54):343-348.
- Bloskma, A.H. 1988.** Rheology and chemistry of dough. In: Wheat Chemistry and Techn. (3<sup>rd</sup> ed), Ed: Pomeranz, Y. *Am. Assoc. Cereal Chemistry*, St Paul, Minn.
- Blumberg, J.B. 1995.** Consideration of the scientific substantiation for antioxidant vitamins and beta-carotene in disease prevention. *American Journal of Clinical Nutrition*, 62:1521-1526.
- Boeing, H., Bechthold, A., Bub, A. 2012.** Critical review: Vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases. *European Journal of Nutrition*, 51:637-663.

- Bozic, M., Gorgieva S., Vanja, K. 2012.** Laccase-mediated functionalization of chitosan by caffeic and gallic acids for modulating antioxidant and antimicrobial properties. *Carbohydrate Polymers*, 87:2388-2398.
- Bramley, P. M. 2000.** “Is Lycopene Beneficial to Human Health?” *Phytochemistry*, 54(3):233-236.
- Brand-Williams, W., Cavalier, M. E., Berset, C. 1995.** Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28(1):25-30.
- Brown, W.E., Braxton, D. 2000.** Dynamics of food breakdown during eating in relation to perceptions of texture and preference: A study on biscuit. *Food Qual. Prefer.*, 11:259-267.
- Cai, T., Quanhong, L., Hong, Y., Nan, L. 2003.** Study on the hypoglycemic action of pumpkin seed protein. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 3(1):7-11.
- Caili, F., Huan, S., Quanhong, L. 2006.** A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61:73-80.
- Caili, F., Haijun, T., Tongyi, C., Yi, L., Quanhong, L. 2007.** Some properties of an acidic protein-bound polysaccharide from the fruit of pumpkin. *Food Chem.*, 100:944-947.
- Calvo, M. M. 2005.** “Lutein: A Valuable Ingredient of Fruit and Vegetables,” *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45:(7)671-696.
- Camarasa, J., Escubedo, E., Adzet, T. 1988.** Pharmacokinetics of caffeic acid in rats by high-performance liquid chromatography method. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 6:503-510.
- Campbell, L.A., Ketelsen, S.M., Antenucci, R.N. 1994.** Formulating oatmeal cookies with calorie-sparing ingredients. *Food Technology*, 48(5):98-105.
- Cao, H., Jing, X., Wu, D., Shi, Y. 2013.** Methylation of genistein and kaempferol improves their affinities for proteins. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(4):437-443.
- Caprez, A., Arrigoni, E., Amado, R., Neukom, H. 1986.** Influence of different types of thermal on chemical composition and physical properties of wheat bran. *J. Cereal Sci.* 4:233-239.
- Carpita, N. C., Gibeaut, D. M. 1993.** Structural models of primary cell walls in flowering plants: consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during growth. *Plant Journal*, 3:1-30.
- Castelluccio, C., Paganga, G., Melikian, N., Bolwell, G. P., Pridham, J., Sampson, J., Rice, E. C. 1995.** Antioxidant potential of intermediates in phenylpropanoid metabolism in higher plants. *FEBS Lett.* 368: 188-192.
- Castelluccio, C., Bolwell, G.P., Gerrish, C., Rice-Evans, C. 1996.** Differential distribution of ferulic acid to the major plasma constituents in relation to its potential as an antioxidant. *Biochem J.*, 316: 691-694.
- Cemeroğlu, B., 2004.** Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 1. Cilt. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 35, Ankara, s. 77-88.
- Cermak, R., Durazzo A., Maiani, G., Böhm, V., Kammerer, D.R., Carle, R., Wiczowski, W., Piskula, M.K., Galensa, R. 2009.** The influence of postharvest processing and storage of foodstuffs on the bioavailability of flavonoids and phenolic acids. *Molecular Nutrition & Food Research*, 53:184-193.
- Chandrasekara, A., Shahidi, F. 2011.** Bioactivities and antiradical properties of millet grains and hulls. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(17):9563–9571.

- Chaplin, F.M. 2003.** Fibre and water binding. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62, 223-227.
- Chedea, V.S., Choueiri, L., Jisaka, M., Kefalas, P. 2012.** o-Quinone involvement in the prooxidant tendency of a mixture of quercetin and caffeic acid. *Food Chemistry*, 135:1999-2004.
- Chen, Z., Wang, X., Jie, Y., Huang, C., Zhang, G. 1994.** Study on the hypoglycemic and hypotension function of pumpkin powder on human. *Jiangxi Chinese Medicine*, 25:50.
- Cheng, J. C., Dai, F., Zhou, B., Yang, L., Liu, Z. L. 2007.** Antioxidant activity of hydroxycinnamic acid derivatives in human low density lipoprotein: Mechanism and structure-activity relationship, *Food Chemistry*, 104 (1):132-139.
- Chevallier, S., Colonna, P., Lourdin, D. 2000.** Contribution of major ingredients during baking 410 of biscuit dough systems. *Journal of Cereal Science*, 31:241-252.
- Choudhary, M. I., Azizudin, J., Nawaz, S., Khan, S.A., Tareen, R. B. 2009.** Antiinflammatory and lipoxygenase inhibitory compounds from *Vitex agnus-castus*. *Phytotherapy Research*, 23:1336-1339.
- Chu, Y.F., Sun, J., Wu, X., Liu, R. H. 2002.** Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(23):6910-6916.
- Chung, H.J., Cho, A., Lim, S.T. 2014.** Utilization of germinated and heat-moisture treated brown rices in sugar-snap cookies. *LWT-Food Science and Technology*. 57(1):260-266.
- Claughton, S.M., Pearce, R.J. 1989.** Protein enrichment of sugar-snap cookies with sunflower protein isolates. *Journal of Food Science*, 54:354-356.
- Clifford, M. N. 1999.** Chlorogenic acids and other cinnamates-nature, occurrence and dietary burden. *J. Sci. Food Agric.*, 79: 362-372.
- Clotault, J., Peltier, D., Berruyer, R., Thomas, M., Briard, M., Geoffriau, E. 2008.** Expression of carotenoid biosynthesis genes during carrot root development. *Journal of Experimental Botany*, 59(13):3563-3573.
- Cooper, D.A., Eldridge, A.L., Peters, J.C. 1999.** "Dietary carotenoids and certain cancers, heart disease, and age-related macular degeneration: A review of recent research," *Nutrition Reviews*, 57(7):201-214.
- Cranganu, A., Camporeale, J. 2009.** Nutrition aspects of lung cancer. *Nutr. Clin. Pract.* 24,688-700.
- Crozier, A. 2003.** Classification and biosynthesis of secondary plant products: an overview. In: *Plants: Diet and health*. (British Nutrition Foundation). Ed.: Goldberg, G., Oxford, U.K. Blackwell Science. pp: 27-48.
- Dachana, K.B., Rajiv, J., Indrani, D., Prakash, J. 2010.** Effect of dried *Moringa (Moringa oleifera lam)* leaves on rheological, microstructural, nutritional, textural and organoleptic characteristics of cookies. *Journal of Food Quality*, 33:660-677.
- Danilchenko, H., Paulauskiene, A., Dris, R., Niskanen, R. 2000.** Biochemical composition and processability of pumpkin cultivars. *Acta Hort*, 510:493-497.
- De Escalada Pla, M.F., Ponce, N. M., Stortz, C. A., Gerschenson, L. N., Rojas, A.M. 2007.** Composition and functional properties of enriched fibre products obtained from pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poiret). *Lebensm Wiss Technology*, 40:1176-1185.
- Decker-Walters, D.S., Walters, T.W. 2000.** Squash. Cambridge University Press, Cambridge, UK., pp: 335-351.

- Dikeman, C.L., Fahey, G.C. 2006.** Viscosity as related to dietary fibre: A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 46:649-663.
- Dimitros, B. 2006.** Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends in Food Science and Technology*. 17:505-512.
- Diosady, L.L., Patton, D., Rosen, N., Rubin, L.J. 1985.** Degradation of wheat starch in a single screw extruder: mechanokinetic breakdown of cooked starch. *Journal of Food Science*, 50:1697-1706.
- Diplock, A. 1998.** Healty lifestyles nutrition and physical activity: Antioxidant nutrients. ILSI Europe concise monograph series, Belgium, pp: 59.
- Dhiman, A.K., Sharma, K.D., Attri, S. 2009.** Functional constituents and processing of pumpkin: A review. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 46(5):411-417.
- Djutin, K.E. 1991.** Pumpkin: nutritional properties. *Potatoes and Vegetables*, 3:25-26.
- 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 (*Journal of Agricultural Science*),15(2):139-148.
- Dorman, H.J.D, Peltoketo, A., Hiltunen, R., Tikkanen, M.J. 2003.** Characterization of the antioxidant properties of deodorized aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs. *Food Chemistry*, 83(2):255-262.
- Doymaz, I. 2007.** The kinetics of forced convective air-drying of pumpkin slices. *Journal of Food Engineering*. 79:243-248.
- Dragovic-Uzelac, V., Delonga, K., Levaj, B., Djakovic, S., Pospisil, J. 2005.** Phenolic profiles of raw apricots, pumpkins, and their purees in the evaluation of apricot nectar and jam authenticity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:4836-4842.
- Drewnowski, A., Nordenten, K., Dwyer, J. 1998.** Replacing sugar and fat in cookies: impact on product quality and preference. *Food Quality and Preference*, 9(1-2):13-20.
- Egbekun, M.K., Suleiman, N., Akinyeye, O. 1998.** Utilization of fluted pumpkin fruit (*Telfairia occidentalis*) in marmalade manufacturing. *Pl Food Hum Nutr.*, 52:171-176.
- Ekici, L., Ercoşkun, H. 2007.** Et ürünlerinde diyet lif kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1: 83-90.
- El-Demery, M. E. 2011.** Evaluation of physico-chemical properties of toast breads fortified with pumpkin (*Cucurbita moschata*) flour. Home Economics Department, Faculty of Specific Education Kafr- Elsheikh University, 6th Arab and 3rd International Annual Scientific Conference, 13-14 April, Egypt.
- Ellouze-Ghorbel, R., Kamoun, A., Neifar, M., Belguith, S., Ayadi, M.A., Kamoun, A., Ellouze-Chaabouni, S. 2010.** Development of fiber-enriched biscuits formula by a mixture design. *Journal of Texture Studies*, 41:472-491.
- Elgün, A., Ertugay, Z. 1995.** Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Ziraat Fakültesi No:297, Ders Kitapları Serisi No: 53, Erzurum.
- Eliasson, A.C., Larsson, K. 1993.** Cereal in breadmaking: A molecular colloidal approach. Marcel Dekker, New York, 6, pp: 263.
- Evageliou, V., Ptitchkina, N.M., Morris, E.R. 2005.** Solution viscosity and structural modification of pumpkin biopectin. *Food Hydrocolloids*, 19:1032-1036.
- Eyidmir, E. 2006.** Kayısı çekirdeği ilavesinin eriştinin bazı kalite kriterlerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Malatya.

- Fang, S.E. 2008.** Physico-chemical and organoleptic evaluations of wheat bread substituted with different percentage of pumpkin flour (*Cucurbita moschata*). Universty Sains Malaysia, Thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, Malaysia.
- Faridi, H., Gaines, C.S., Strouts, B.L. 2000.** Soft wheat products. In: Handbook of Cereal Science and Technology, Ed.: Kulp, K., Ponte, J.G., Marcel Dekker, USA, pp:575-614.
- Fazary, A. E., Ju, Y.H. 2007.** Feruloyl esterases as biotechnological tools: Current and future perspectives. *Acta Biochimica et Biophysica Sinica*, 39(11):811–828.
- Feng, R., Lu, Y., Bowman, L.L., Castranova, V., Ding, M., 2005.** Inhibition of AP-1, NF- $\kappa$ B and MAPKs and Induction of Phase 2 Detoxifying Enzyme Activity by Chlorogenic Acid. *Journal of Biological Chemistry*, 10:1074-1106.
- Figueredo, E., Minguez, A., Vidarte, L. L. 2000.** Allergy to pumpkin and cross-reactivity to other *Cucurbitaceae* fruits. *Journal of Allergy Clinical Immunology*, 106:402-3.
- Figuerola, F., Hurtado, M.L., Est´eveez A.M., Chiffelle, I., Asenjo, F. 2005.** Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chem.*, 91:395–40.
- Frankel, E.N., Meyer, A.S. 2000.** The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80:1925-1941.
- Fransworth, N.R., Bunyapraphatsara, N. 1992.** Thai medicinal plants recommended for primary health care system. Medicinal Plant Information Center, Bangkok.
- Frost, D.J., Adhikari, K., Lewis, D.S. 2011.** Effect of barley flour on the physical and sensory characteristics of chocolate chip cookies. *Journal of Food Science Technology*, 48(5):569–576.
- Gaines, P., Donelson, J. R. 1985.** Evaluating cookie spread potential of whole wheat flours from soft wheat cultivars. *Cereal Chemistry*, 62:134-136.
- Gallagher, E., O'Brien, C. M., Scannell, A. G. M., Arendt, E. K. 2003.** Evaluation of sugar replacers in short dough biscuit production. *Journal of Food Engineering*, 56:261-263.
- Garcia-Martinez, E., Igual, M., Martín-Esparza M.E., Martínez-Navarrete, N. 2013.** Assessment of the bioactive compounds, color, and mechanical properties of apricots as affected by drying treatment. *Food Bioprocess Technol.*, 6:3247-3255.
- Giami, S.Y., Barber, L.I. 2004.** Utilization of protein concentrates from ungerminated and germinated fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook) seeds in cookie formulations. *J. Sci. Food Agric.*, 84:1901-1907.
- Giese, J. 1996.** Fats and fat replacers, balancing the health benefits. *Food Technology*, 50:6-78.
- Gil, M.I., Ferreres, F., Tom´as-Barber´an, F.A. 1998.** Effect of modified atmosphere packaging on the flavonoids and vitamin C content of minimally processed swiss chard (*beta vulgaris* subspecies *cycla*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46:2007-2012.
- Gómez, M., Ronda, F., Blanco, C.A., Caballero, P.A., Apesteguía, A. 2003.** Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. *Eur. Food Res. Technol.*, 216:51-56.
- González, E., Montenegro, M.A., Nazareno, M.A. 2001.** Carotenoid composition and vitamin A value of an Argentinian squash (*Cucurbita moschata*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 51(4):395-399.



- Glauert, H.P., Calfee-Mason, K., Stemm, D.N., Tharappel, J.C., Spear, B.T. 2010.** Dietary antioxidants in the prevention of hepatocarcinogenesis: A review. *Mol. Nutr. Food Res.*, 54:875-896.
- Gliemmo, M.F., Latorre, M.E., Gerschenson, L.N. and Campos, C.A. 2009.** Color stability of pumpkin (*Cucurbita moschata*, Duchesne ex Poiret) puree during storage at room temperature: Effect of pH, potassium sorbate, ascorbic acid and packaging material. *LWT*, 42:196-201.
- Gordon, M. H., Wishart, K. 2010.** Effects of chlorogenic acid and bovine serum albumin on the oxidative stability of low density lipoproteins in vitro. *J. Agric. Food Chem.*, 58:5828-5833.
- Graf, E. 1992.** Antioxidant potential of ferulic acid. *Free Radical Biology and Medicine*, 13:435-448.
- Grigelmo-Miguel, N., Carreras-Boladeras, E., Martin-Belloso, O. 1999.** Development of high-fruit-dietary-fibre muffins. *Eur. Food Res. Technol.*, 10:123-128.
- Gruz, J., Ayaz, F. A., Torun, H., Strnad, M. 2011.** Phenolic acid content and radical scavenging activity of extracts from medlar (*Mespilus germanica* L.) fruit at different stages of ripening. *Food Chemistry*, 124(1):271–277.
- Gumul, D., Korus, J. 2006.** Polyphenol content and antioxidant activity of rye bran extrudates produced at varying parameters of extrusion process, *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 9(4):1-11.
- 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.
- Guttieri, M.J., Souza, E.J., Sneller, C. 2008.** Nonstarch polysaccharides in wheat flour wire-cut cookie making. *J. Agric. Food Chem.*, 56 (22):10927–10932.
- Güngör, N., 2007.** Dut pekmezinin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri ile antioksidan aktivitesi üzerine depolamanın etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Handa, C., Goomer, S., Siddhu, A. 2012.** Physicochemical properties and sensory evaluation of fructooligosaccharide enriched cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 49(2):192–199.
- Hassan, Z. M. R. 2005.** Potential healthy functional ice cream manufacture with pumpkin fruit (*Cucurbita pepo*). *Annals of Agricultural Science (Cairo)*, 50(1):161-168.
- Herrmann, K. 1989.** Occurrence and content of hydroxycinnamic and hydroxybenzoic acid compounds in foods, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28(4):315-347.
- Hooda, S., Jood, S. 2005.** Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreated and treated fenugreek flour. *Food Chemistry*, 90:427-435.
- Hoojjat, P., Zabik, M. E. 1984.** Sugar-snap cookies prepared with wheat-navy bean-sesame 433 seed flour blends. *Cereal Chemistry*, 61:41-44.
- Hoseney, R.C. 1998.** Principles of cereal science and technology. American Assoc. of Cereal Chem. Int. St. Paul, Minnesota, USA. pp. 275-305.
- Hoseney, R.C., Rogers, D.E., 1994.** Mechanism of Sugar Functionality in Cookies: The Science of Cookie and Cracker Production, 1st ed. 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.



- Hsu, C.L., Chen, W., Weng, Y.M., Tseng, C.Y. 2003.** Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods. *Food Chemistry*, 83:85-92.
- Hu, L.Y., Robert, A.O. 2010.** Molecular Imprinting by 4-Hydroxybenzoic Acid: A Two-Site Model. *Separation Science and Technology*, 45: 2337-2344.
- Huang, D., Ou, B., Prior, R.L. 2005.** The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:1841-1856.
- Hudson, E.A., Dinh, P.A., Kokubun, T., Simmonds, M.S.J., Gescher, A. 2000.** Characterization of potentially chemopreventive phenols in extracts of brown rice that inhibit the growth of human breast and colon cancer cells. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.*, 9:1163-70.
- Hung, T.V., Papalois, M., Nithianandan, V., Jiang, H.H., Versteeg, K. 1990.** Utilisation of Lupin Seeds for Human Consumption. Gold Coast: AIFST/NZIFST, "Food Pacific" Convention, Bond University.
- Idris, N.A. 2001.** Palm oil based shortenings in bakery products. *Palm Oil Technical Bulletin*, 7 (3):2-6.
- Inglet, G.E., Peterson, S.C., Carriere, C.J., Maneepun, S. 2005.** Rheological, textural, and sensory properties of Asian noodles containing an oat cereal hydrocolloid. *Food Chemistry*, 90:1-8.
- Inkaya, A.N., Göçmen, D., Öztürk, S., Köksel, H. 2009.** Investigation on the functional properties of chestnut flours and their potential utilization in low-fat cookies. *Food Science and Biotechnology*, 18(6):1404-1410.
- Jacob, J., Leelavathi, K. 2007.** Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. *Journal of Food Engineering*, 79:299–305.
- Jeltema, M.A., Zabik, M.E., Thiel, L.J., 1983.** Prediction of cookie quality from dietary fiber components. *Cereal Chemistry*, 60:227-230.
- Jiang, R.W., Lau, K.M., Hon, P.M., Mak, T.C., Woo, K.S., Fung, K.P. 2005.** Chemistry and biological activities of caffeic acid derivatives from *Salvia miltiorrhiza*, *Curr. Med. Chem.* 12:237-246.
- Jun, H.I., Lee, C.H., Song, G.S., Kim, Y.S. 2006.** Characterization of the pectic polysaccharides from pumpkin peel. *Food Science and Technology*, 39(5):554-561.
- Kadoma, Y., Fujisawa, S. 2008.** A comparative study of the radical-scavenging activity of the phenolcarboxylic acids caffeic acid, p-coumaric acid, chlorogenic acid and ferulic acid, with or without 2-mercaptoethanol, a thiol, using the induction period method, *Molecules*, 13(10):2488-2499.
- Kampa, M., Alexaki, V.I., Notas, G., Nifli, A.P., Nistikaki, A., Hatzoglou, A. 2004.** Antiproliferative and apoptotic effects of selective phenolic acids on T47D human breast cancer cells: potential mechanisms of action. *Breast Cancer Res.* 6(2):63-74.
- Kanski, J., Aksenova, M., Stoyanova, A., Butterfield, D.A. 2002.** Ferulic acid antioxidant protection against hydroxyl and peroxy radical oxidation in synaptosomal and neuronal cell culture systems in vitro: structure-activity studies, *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13:273-281.
- Kasai, H., Fukada, S., Yamaizumi, Z., Sugie, S., Mori, H. 2000.** Action of chlorogenic acid in vegetables and fruits as an inhibitor of 8-hydroxydeoxyguanosine formation in vitro and in a rat carcinogenesis model. *Food Chem. Toxicol.* 38:467–471.
- Kawai, K., Toh, M., Hagura, Y. 2014.** Effect of sugar composition on the water sorption and softening properties of cookie. *Food Chemistry*, 145:772–776.

- Keren, S.M., Bennett, R.N., Mellon, F.A., Kroon, P.A., Garcia-ones, M.T. 2003.** Absorption of hydroxycinnamates in human after high-bran cereal consumption, *J. Agric. Food Chem.*, 51:6050-6055.
- Kha, T.C., Nguyen, M.H., Roach, P.D. 2011.** Effects of pre-treatments and air drying temperatures on colour and antioxidant properties of gac fruit powder. *International Journal of Food Engineering*, 7(3):1-17.
- Khouryieh, H., Aramouni, F. 2012.** Physical and sensory characteristics of cookies prepared with flaxseed flour. *Journal of Science and Food Agriculture*, 92:2366-2372.
- Kim, D. O., Jeong, S. W., Lee, C. Y. 2003.** Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, 81:321-326.
- Kim, H.Y.L., Lee, I. S., Kang, J. Y., Kim, G. Y. 2002.** Quality characteristics of cookies with various levels of functional rice flour. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 34:642-646.
- Kim, K.H., Tsao, R., Yang, R., Cui S.W. 2006.** Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. *Food Chemistry*, 95:466-473.
- Kroon, P.A., Williamson, G. 1999.** Hydroxycinnamates in plants and food: current and future perspectives, *J. Sci. Food Agric.*, 79:355–361.
- Koshihara, Y., Neichi, T., Murota, S.I., Lao, A.N., Fujimoto, Y., Tatsuno, T. 1984.** Caffeic acid is a selective inhibitor for leukotriene biosynthesis. *Biochimica et Biophysica Acta*, 792:92–97.
- Koksel, H., Masatcioglu, T., Kahraman, K., Ozturk, S., Basman, A. 2008.** Improving effect of lyophilization on functional properties of resistant starch preparations formed by acid hydrolysis and heat treatment. *Journal of Cereal Science*, 47:275-282.
- Köksel, H., Sivri, İ.D., Özboy, Ö., Basman, A., Karacan, H.D. 2000.** Hububat laboratuvarı el kitabı. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Ankara. s. 105.
- Kumar-Reddy, C. V., Sreeramulu, D., Raghunath, M. 2010.** Antioxidant activity of fresh and dry fruits commonly consumed in India. *Food Research International*, 43:285-288.
- Kuntz, L.A. 1994.** Fiber: from frustration to functionality. *Food Product Design*, 2:91-108.
- Laguna, L., Sanz, T., Sahi, S., Fiszman, S.M. 2014.** Role of fibre morphology in some quality features of fibre-enriched biscuits. *International Journal of Food Properties*, 17:163-178.
- Lambo, A.M., Öste, R., Nyman, M.E.G.L. 2005.** Dietary fibre in fermented oat and barley  $\beta$ -glucan rich concentrates. *Food Chemistry*, 89:283-293.
- Lanoue, A., Burlat, V., Henkes, G.J., Koch, I., Schurr, U., Röse, U.S.R. 2010.** De novo biosynthesis of defense root exudates in response to Fusarium attack in barley. *New Phytologist*, 185:577-588.
- Larrea, M. A., Chang, Y. K., Martinez-Bustos, F. 2005.** Some functional properties 447 of extruded orange pulp and its effect on the quality of cookies. *LWT- Food Science and Technology*, 38:213-220.
- Landete, J.M. 2012.** Updated knowledge about polyphenols: Functions, bioavailability, metabolism, and health. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 52:936-948.

- Larannjinha, J.A.N., Almeida, L.M., Madeira, V.M.C. 1994.** Reactivity of dietary phenolic acids with peroxy radicals, antioxidant activity upon low density lipoprotein peroxidation, *Biochem. Pharmacol.*, 48(3):487-494.
- Lee, C.H., Cho, J.K., Lee, S.J., Koh, W., Park, W., Kim, C.H. 2002.** Enhancing  $\beta$ -carotene content in Asian noodles by adding pumpkin powder. *Cereal Chemistry*, 79: 593-595.
- Lee, Y.K., Chung, W.I., Ezura, H. 2003.** Efficient plant regeneration via organogenesis in winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.). *Plant Science*, 164:413-418.
- Lai, H.M., Lin, T.C. 2006.** Bakery products: Science and technology. In: *Bakery Products: Science and Technology*, Ed.: Hui, Y.H.; Corke, H.; De Leyn, I.; Nip, W.-K.; Cross, N.A., Wiley- Blackwell: Ames, IA, 3-65.
- Lira, S.R., Montes, H.S. 1992.** Cultivos marginados otra perspectiva de 1492. La agricultura en Mesoamérica. Cucúrbita (*Cucurbita* spp.). Cultivos Andinos-FAO, [http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro09/Cap2\\_3.htm#auto](http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro09/Cap2_3.htm#auto)
- Liyana-Pathirana, C.M., Shahidi, F. 2006.** Antioxidant properties of commercial soft and hard winter wheats (*Triticum aestivum* L.) and their milling fractions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86(3):477-485.
- López-Giraldo, L. J., Laguerre, M., Lecomte, J., Figueroa-Espinoza, M.-C., Baréa, B., Weiss, J., Decker, E. A., Villeneuve, P. 2009.** Kinetic and stoichiometry of the reaction of chlorogenic acid and its alkyl esters against the DPPH radical. *J. Agric. Food Chem.*, 57:863-870.
- Lopez-Alarcon, C., Lissi, E., 2006.** A novel and simple ORAC methodology based on the interaction of pyrogallol red with peroxy radicals, *Free Radical Research*, 40 (9):979-985.
- Lorenz, K., Collins, F., 1981.** Texture properties of cookies with incorporation of barley flour. *Starke*, 33:149–153.
- Lu, Y., Foo, Y.L., 2001.** Antioxidant Activities of Polyphenols from Sage (*Salvia officinalis*). *Food Chemistry*, 75:197-202.
- Maache-Rezzoug, Z., Bouvier, J.M., Allaf, K., Patras, C. 1998.** Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits. *Journal of Food Engineering*, 35:23-42.
- Mahajan, A., Dua, S. 2002.** Salts and pH induced changes in functional properties of Amaranth (*Amaranthus tricolor* L.) seed meal. *Cereal Chemistry*, 79:834–837.
- Mamat, H., Hardan, M.O.A., Hill, S.E. 2010.** Physicochemical properties of commercial semi-sweet biscuit. *Food Chemistry*, 121:1029-1038.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C., Jimenez, L. 2004.** Polyphenols: Food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79:727–747.
- Manach C., Williamson G., Morand C., Scalbert A., Rémésy C. 2005.** Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. *Am J Clin Nutr*, 81:230–242.
- Manley, D. 2000.** Technology of biscuits, crackers and cookies, 3<sup>rd</sup> edn. Woodhead Publishing Ltd., İngiltere.pp:186-191.
- Marlett, J.A., McBurney, M.I., Slavin, J.L. 2002.** Position of the American Dietetic Association health implications of dietary fiber. *J. Am. Diet. Assoc.*, 97:1157-1159.
- Mastromatteo, M., Danza, A., Guida, M., Nobile, M.A.D. 2012.** Formulation optimisation of vegetable flour-loaded functional bread Part I: screening of vegetable flours and structuring agents. *International Journal of Food Science and Technology*, 47:1313-1320.

- Matilla, P., Kumpulainen, J. 2002.** Determination of free and total phenolics in plant-derived foods by HPLC with diode-array detection. *J. Agric. Food Chem.*,50:3660-3667.
- Matilla, P., Pihlava, J.M., Hellstrom, J. 2005.** Contents of phenolic acids, alkyl- and alkenylresorcinols, and avenanthramides in commercial grain products, *J.of Agric. Food Chem.*, 53:8290-8295.
- Matilla, P., Hellstrom, J., Torronen, R. 2007.** Phenolic acids in berries, fruits and beverages. *Journal of Agricultural Food Chemisrty*, 54:7193-7199.
- Matz, S.A., Matz, T.D. 1978.** Cookie and cracker technology. Avi publishing company Inc. ,Westport. pp:3-56.
- McWatters, K.H., Ouedraogo, J.B., Resurreccion, A.V., Hung, Y.C., Phillips, R.D. 2003.** Physical and sensory characteristics of sugar cookies containing mixtures of wheat, fonio (*Digitaria exilis*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) flours. *International Journal of Food Science and Technology*, 38:403-410.
- 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.
- Miliauskas, G., Venskutonis, P.R., van Beek, T.A. 2004.** Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*, 85 (2):231-237.
- Mir, M. A., Hussain, P. R., Fouzia, S., Rather, A. H., 2009.** Effect of sulphiting and drying methods on physicochemical and sensorial quality of dried apricots during ambient storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 44:1157-1166.
- Montes, R.C., Vallejo, C.F.A., Baena, G.D. 2004.** Diversidad genética de germoplasma colombiano de zapallo (*Cucurbita moschata* Dúchesne Exp. Prior). *Acta Agronomica*. 53:73-86.
- Mullen, W., Nemzer, B., Ou, B., Stalmach, A., Hunter, J., Clifford, M. N., Combet, E. 2011.** The antioxidant and chlorogenic acid profiles of whole coffee fruits are influenced by the extraction procedures. *J. Agric. Food Chem.*, 59:3754-3762.
- Murkovic, M., Piironen, V., Lampi, A.M., Kraushofer, T., Sontag, G. 2004.** Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil. Part I: non-volatile compounds. *Food Chemistry*, 84(3):359–65.
- Murthy, K.N.C., Singh, R.P., Jayaprakasha, G.K., 2002.** Antioxidant Activity of Grape (*Vitis vinifera*) Pomace Extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 5909-5914.
- Naczk, M., Shahidi, F. 2004.** Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054:95-111.
- Nandeesh, K., Jyotsna, R., Venkateswara, R.G. 2011.** Effect of differently treated wheat bran on rheology, microstructure and quality characteristics of soft dough biscuits. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35:179-200.
- Nardini, M., Cirillo, E., Natella, F., Mencarelli, D., Comisso, A., Scaccini, C. 2002.** Detection of bound phenolic acids: Prevention by ascorbic acid and ethylenediaminetetraacetic acid of degradation of phenolic acids during alkaline hydrolysis. *Food Chemistry*, 79(1):119-124.

- Nardini, M., D'Aquino, M., Tomassi, G., Gentili, V., Di-Felice, M., Scaccini, C. 1995.** Inhibition of human low-density lipoprotein oxidation by caffeic acid and other hydroxycinnamic acid derivatives. *Free Radic. Biol. Med.*, 19:541-552.
- Neo, Y.P., Ariffin, A., Tan, C.P., Tan, Y.A. 2010.** Phenolic acid analysis and antioxidant activity assessment of oil palm (*E. guineensis*) fruit extracts. *Food Chemistry*, 122(1):353-359.
- Neveu, V., Perez-Jiménez, J., Vos, F., Crespy, V., du Chaffaut, L., Mennen, L. 2010.** Phenol-Explorer: an online comprehensive database on polyphenol contents in foods. Database (Oxford).
- Nicolescu T.V., Andrei S., Stefan O.D., Cristian N., Dan, D. 2013.** Molecularly Imprinted “Bulk” Copolymers as Selective Sorbents for Gallic Acid. *J. Appl. Polym. Sci.*, 366-374.
- 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.
- Nielsen, I.L., Chee, W.S., Poulsen, L., Offord-Cavin, E., Rasmussen, S.E., Frederiksen, H., Enslin, M., Barron, D., Horcajada, M.N., Williamson, G. 2006.** Bioavailability is improved by enzymatic modification of the citrus flavonoid hesperidin in humans: A randomized, double-blind, crossover trial. *J. Nutr.*, 136:404-408.
- NorAini, I., Embong, M.S., Abdullah, A., Flingoh, C.H.O. 1992.** Characteristics and performance of some commercial shortenings. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 69(9):912-916.
- Noseworthy, J., Loy, B. 2008.** Improving eating quality and carotenoid content of squash. In: Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of *Cucurbitaceae*, Ed.: M. Pitrat, INRA, Avignon (France), May 21–24<sup>th</sup>, 521-528.
- 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 Intititute*, 36:215-221.
- Oliveira, S., Cipolatti, E. P., Furlong, E. B., Soares, S. 2012.** Phenolic compounds and antioxidant activity in fermented rice (*Oryza sativa*) bran. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 32(3):531-537.
- Ou, S., Kwok, K.C. 2004.** Ferulic acid: pharmaceutical functions, preparation and applications in foods, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84:1261-1269.
- Özdemir, F., Topuz, A., Şahin, H., Gölükçü, M. 2004.** “Andız pekmezinin fenolik madde içeriği ve fonksiyonel gıda olarak önemi”, *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, Van, 144-149, 23-24 Eylül.
- Özkaya, B., 1993.** Bitkisel lif kaynağı olarak yulafın sağlık açısından önemi. *Unlu Mamuller Dünyası*, 2(2):19-23.
- Özkaya, B., Demir, Z. 2000.** Unların bisküvilik özelliklerine değişik kaynaklı bitkisel liflerin etkileri. *Unlu Mamuller Teknolojisi*, 8(1):58-64.
- Öztürk, S., Özboy, Ö., Cavidoğlu, İ., Köksel, H. 2002.** Effect of Brewer's Spent grain on the quality and dietary fibre content of cookies. *Journal of the Institute of Brewing*, 108(1):23-27.
- 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., Wovers, 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.
- Park, J. 2009.** 5-Caffeoylquinic acid and caffeic acid orally administered suppress P-selectin expression on mouse platelets. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 20:800-805.
- Pehlivan, M., Güleriyüz, M. 2004.** Ahududu ve böğürtlenlerin insan sağlığı açısından önemi. *Bahçe*, 33(1-2):51-57.
- Pekcan, G., Karacağaoğlu, N. 2000.** State of nutrition in Turkey. *Nutrition and Health*, 14:41-52.
- Pellegrini, N., Serafini, M., Colombi, B., Del Rio, D., Salvatore S., Bianchi, M., Brighenti, F. 2003.** Total Antioxidant Capacity of Plant Foods, Beverages and Oils Consumed in Italy Assessed by Three Different In Vitro Assays<sup>1</sup>. *The Journal of Nutrition*, 133:2812-2819.
- Perez, N.E., Schmalko, M.E. 2009.** Convective drying of pumpkin: influence of pretreatment and dryin temperature. *Journal of Food Processing Engineering*, 32:88-103.
- Peričin, D., Krimer, V., Trivić, S., Radulović, L. 2009.** The distribution of phenolic acids in pumpkins hull-less seed, skin, oil cake meal, dehulled kernel and hull. *Food Chemistry*, 113(2):450-456.
- Perrone, D., Farah, A., Donangelo, C. M., de Paulis, T., Martin, P. R. 2008.** Comprehensive analysis of major and minor chlorogenic acids and lactones in economically relevant Brazilian coffee cultivars. *Food Chemistry*, 106:859-867.
- Peterson, D., 2001.**Oat antioxidants, *J. Cereal Sci.*, 33:115-129.
- Pinho, F.G.R., Henriques, F., Barroca, M.J. 2011.** Mass Transfer Coefficients for the Drying of Pumpkin (*Cucurbita moschata*) and Dried Product Quality. *Food Bioprocess Technology*, 5(1):176-183.
- Pokorny, J., 1991.** Natural antioxidants for food use, *Trends in Food Science and Technology*, 223-227.
- Polat, Y. 2007.** Buğday ununa balkabağı tozu ilavesinin unun ekmeklik kalitesi üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Pongjanta, J., Naulbunrang, A., Kawngdang, S., Manon, T., Thepjaikat, T. 2006.** Utilization of pumpkin in bakery product. *Songklanakarin Journal of Science Technology*, 28:71-79.
- Posner, E.S., Hibbs, A.N. 1999.** Wheat flour milling. American Assoc. of Cereal Chem. Int., Inc. St.Paul,Minnesota, USA.
- Premavalli, K.S., Vidyasagar, K., Arya, S.S. 1991.** Storage behaviour of vegetable halwas. *Indian Food Packer*, 45(4):29-34.
- Prior, R. L., WU X., Schaich, K. 2005.** Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:4290-4302.
- Protegenta, A.R., Pannala, A.S., Paganga, G., Van Buren L., Wagner, E., Wiseman, S., Van de put, F., Dacombe, C., Rice-Evans, C.A. 2002.** The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition, *Free Radic. Res.*, 36:217-233.
- Provesi, J.G., Dias, C. O., Amboni, R.D.M.C., Amante, E.R. 2012.** Characterisation and stability of quality indices on storage of pumpkin (*Cucurbita moschata* and

*Cucurbita maxima*) purees. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(1):67-74.

**Ptitchkina, N.M., Novokreschonovaa, L.V., Piskunova, G.V., Morris, E.R. 1998.** Large enhancements in loaf volume and organoleptic acceptability of wheat bread by small additions of pumpkin powder: possible role of acetylated pectin in stabilising gas-cell structure. *Food Hydrocolloids*, 12:333-337.

**Pyler, E.J. 1988.** Baking science & technology. Volume 1 (2<sup>nd</sup> ed.). Sosland Publishing Company, Kansas. pp: 413-500.

**Qanhong, L., Caili, F., Yukui, R., Guanghui, H., Tongyi, C. 2005.** Effects of protein-bound polysaccharide isolated from pumpkin on Insulin in Diabetic Rats. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60:1-4.

**Que, F., Mao, L., Fang, X., Wu, T. 2008.** Comparison of hot air-drying and freeze-drying on the physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) flours. *International Journal of Food Science and Technology*, 43:1195-1201.

**Rajiv, J., Lobo, S., Lakshmi, A.J., Rao, G.V. 2011.** Influence of green gram flour (*phaseolus aureus*) on the rheology, microstructure and quality of cookies. *Journal of Texture Studies*, 43:350-360.

**Rakcejeva, T., Galoburda, R., Cude, L., Strautniece, E. 2011.** Use of dried pumpkins in wheat bread production. *Procedia Food Science 1*, 441-447.

**Ranhotra, G.S., Gelroth, J.A., Eisenbraun, G.J. 1991.** High-fiber white flour and its use in cookie products. *Cereal Chemistry*, 68:432-434.

**Rathia, A., Kawatraa, A., Sehgal, S., Housewrightb, B. 2004.** Influence of depigmentation of pearl millet (*Pennisetum gluacum* L.) on sensory attributes, nutrient composition and in vitro digestibility of biscuits. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol.*, 37:187-192.

**Re, R., Pellegrini, N., Protrggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. 1999.** Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, *Free Radical Biology and Medicine*, 26:1231-1237.

**Redgwell, R. J., Melton, R. D., Brasch, D. J. 1990.** Cell wall changes in kiwifruit following post harvest ethylene treatment. *Phytochemistry*, 29:399-407.

**Riccioni, G. 2009.** Carotenoids and cardiovascular disease. *Curr. Atheroscler. Rep.*, 11: 434-439.

**Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Paganga, G. 1996.** Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radic. Biol. Med.* 20:933-956.

**Rodriguez-Amaya, D.B., Kimura, M., Amaya-Farfan, J. 2008.** Fontes brasileiras de Carotenóides. Tabela Brasileira de Composição de Carotenóides em Alimentos. *Ministerio de Meio Ambiente*, 58-59.

**Rosell, C.M., Santos, E., Collar, C. 2009.** Physico-chemical properties of commercial fibres from different sources: a comparative approach. *Food Res. Int.*, 42:176-184.

**Saeleaw, M., Schleining, G. 2011.** Composition, Physicochemical and Morphological Characterization of Pumpkin Flour. ICEF11- 11th International Congress on Engineering and Food “Food process engineering in a changing world”, Athens, April 10-13.

**Saganuwan, A.S. 2009.** Tropical plants with antihypertensive, antiasthmatic and antidiabetic value. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 15:24-44.

**Saldamli, İ., 2007.** Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları. Ankara, 463-492.

- Sandström, B. 2001.** Micronutrient interactions: effects on absorption and bioavailability, *British Journal of Nutrition*, 85(2):181-185.
- Sanchez-Gonzalez, I., Jimenez-Escrig, A., Saura-Calixto, F. 2005.** In vitro antioxidant activity of coffees brewed using different procedures (Italian, espresso and filter). *Food Chemistry*, 90:133–139.
- Sandrou, D.K., Arvanitoyannis, I. 2000.** Low-fat / calorie foods: current state and perspectives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40:427-447.
- Sangnark, A., Noomhorm, A. 2004.** Chemical, physical and baking properties of dietary fibre prepared from rice straw. *Food Research International*, 37:66–74.
- Saura-Calixto, F., Garcia-Alonso, A., Goni, I., Bravo, L. 2000.** In vitro determination of the indigestible fractions in foods: an alternative to dietary fiber analysis. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48:3342-3347.
- Schieber, A., Stintzing, F.C., Carle, R. 2001.** By-products of plant food processing as a source of functional compounds-recent developments. *Trends in Food Science & Technology*, 12:401-413.
- Schmidlein, H., Herrmann, K. 1975.** Quantitative analysis for phenolic acids by thin-layer chromatography. *J. Chromatogr.* 115:123-127.
- Škrbić, B., Cvejanov, J. 2011.** The enrichment of wheat cookies with high-oleic sunflower seed and hull-less barley flour: Impact on nutritional composition, content of heavy elements and physical properties. *Food Chemistry*, 124:1416-1422.
- See, E., Wa, Wan Nadiah, W.A., Noor Aziah, A.A. 2007.** Physico-Chemical and sensory evaluation of breads supplemented with pumpkin flour. *Asean Food Journal*, 14:123-130.
- Seshadri, V.S. 1989.** Cucurbits. *Indian Hort*, 33(4):28-30.
- Serteser, A., Gök, V. 2003.** Doğal antioksidanların biyoyararlılığı, 3.Gıda Mühendisliği Kongresi, Ankara, 83-97.
- Shahidi, F., Naczk, M. 1995.** Food phenolics: In Sources, chemistry, effects and applications. Lancaster, PA: Technomic Publishing Co. Inc., Technomic.
- Sharma, J.R., Kumar, J.C. 1995.** Pumpkin varieties suitable for ketchup. *Punjab Veg Grow* 30:64-65.
- 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.
- Shen, Q., Li, X., Li, W., Zhao, X. 2011.** Enhanced intestinal absorption of daidzein by borneol/menthol eutectic mixture and microemulsion. *AAPS Pharm. Sci.Tech.*, 12:1044-1049.
- Shibata, H., Sakamoto, Y., Oka, M., Kono, Y. 1999.** Natural antioxidant, chlorogenic acid, protects against DNA breakage caused by monochloramine. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 63:1295–1297.
- Silva, F.A., Borges, F., Guimaraes, C., Lima, J.L., Matos, C., Reis, S., 2000.** Phenolic acids and derivatives: studies on the relationship among structure, radical scavenging activity, and physicochemical parameters, *J. Agric. Food Chem.* 48(6): 2122-2126.
- Singh, N., Harinder, K., Sekhon, K.S., Kaur, B. 1991.** Studies on the improvement if functional and baking properties of wheatchickpea flour blends. *Journal of Food Processing and Preservation*, 15:391-402.
- Singh, J., Singh, N. 2003.** Studies on the morphological and rheological properties of granular cold water soluble corn and potato starches. *Food Hydrocolloid*, 17:63-72.



- Singh, N., Gupta, S., Singh-Sodhi, N., Singh, R.P. 2002.** Effect of additives on dough and cookie making properties of flour. *International Journal of Food Properties*, 5(3):547-562.
- Singh, G.H., Mehta, S., Singh, S.M., Goyal, P. 2003.** Effect of Wheat Bran, Coarse Wheat Flour, and Rice Flour on the Instrumental Texture of Cookies. *International Journal of Food Properties*, 6,(2):329-340.
- Singh, G.H., M., Arseneault, M., Sanderson, T., Murthy, V., Ramassamy, C. 2008.** Challenges for research on polyphenols from foods in Alzheimer's disease: Bioavailability, metabolism, and cellular and molecular mechanisms, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(13):4855–4873.
- Sircar, D., Roychowdhury, A., Mitra, A. 2007.** Accumulation of *p*-hydroxybenzoic acid in hairy roots of *Daucus carota*. *Journal of Plant Physiology*, 164:1358-1366.
- Soong, Y.Y., Barlow, P.J. 2004.** Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chemistry*, 88:411-417.
- Soto-Mendivil, E.A., Vidal-Quintanar, R.L. 2001.** Evaluation of nixtamalized corn hulls as fiber source in baking products. *Food Sci. Technol Int.*, 7:355-361.
- Srinivansan, M., Sudheer, A.R., Menon, V.P. 2007.** Ferulic acid: therapeutic potential through its antioxidant property, *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 40, 92-100.
- Sudha, M.L., Vetrimani, R., Leevathi, K. 2007.** Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chemistry*, 100:1365-1370.
- Sun, J., Chu, Y.F., Wu, X., Liu, R.H. 2002.** Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(25):7449-7454.
- Sürücüoğlu, M., S. 2003.** Sağlıklı yetişkinlerde yulaf ezmesinin kan lipidleri üzerine etkisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı*. 385-393.
- Stanner, S.A., Hughes, J., Kelly, C.N., Buttriss, J. 2004.** A review of the epidemiological evidence for the 'antioxidant hypothesis'. *Public. Health Nutrition*, 7:407-422.
- Stauffer, C.E. 1998.** Fats and oils in bakery products. *Cereal Foods World*, 43:120-126.
- Şahan, Y., Dündar, A.N., Aydın, E., Kilci, A., Dülger, D., Kaplan, H.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, İ.T., Gökbulut, İ., Öztürk, S., Özboy-Özbaş, Ö., Köksel, H. 2006.** Enzime Dirençli Nisastanın Bisküvi Üretiminde Kullanımı. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu. 157-160.
- Şeker, İ.T., Özbaş, Ö.Ö., Gökbulut, İ., Öztürk, S., Köksel, H. 2009.** Effects of fiber-rich apple and apricot powders on cookie quality. *Food Sci. Biotechnol.*, 18:948-953.
- Şeker, I. T., 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.
- Şensoy, S., Büyükalaca, S., Abak, K. 2007.** Evaluation of genetic diversity in Turkish melons (*Cucumis melo* L.) based on phenotypic characters and RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54:1351-1365.

- Tang, Y.Z., Liu, Z.Q. 2008.** Chemical kinetic behavior of chlorogenic acid in protecting erythrocyte and DNA against radical-induced oxidation. *J. Agric. Food Chem.*, 56:11025-11029.
- Tangkanakul, P., Tungtrakul, P., Vatanasuchart, N., Auttavivoonkul, P., Niyomvit, B. 1995.** Physical and chemical properties of high fiber bread and cookies. *Food*, 25:95-107.
- Taylor, M.J., Brant, J. 2002.** Trend in world cucurbit production, 1991 to 2001. In: *Cucurbitaceae*, Maynard, D.N. Eds.; Alexandria, VA: ASHS Press, 373-379.
- Teotia, M.S., Saxena, A.K., Berry, S.K., Ahuja, D.K. 2004.** Development of instant pumpkin kofta. *J Food Sci Technol*, 41:703-706.
- Thibault, J.F., Ralet, M.C. 2001.** Pectins, their origin, structure and functions. In: *Advanced Dietary Fibre Technology*; McCleary, B.V.; Prosky, L.; Eds.; Blackwell Science Ltd.: Oxford, UK, 369-378.
- Thilakarathna, S.H., Rupasinghe, H.P.V. 2013.** Flavonoid bioavailability and attempts for bioavailability enhancement. *Nutrients*, 5:3367-3387
- Thiyam, U., Stöckmann, H., Schwarz, K. 2006.** Antioxidant activity of rapeseed phenolics and their interactions with tocopherols during lipid oxidation. *J Am Oil Chem Soc*, 83:523-8.
- Tian, M., Zhu, T., Park, H.E., Row, K.H. 2012.** Purification of 4-hydroxybenzoic Acid and 4-hydroxybenzaldehyde from *Laminaria Japonica* Aresch using commercial and monolithic sorbent in SPE cartridge. *Analytical Letters*, 45: 2359-2366.
- Tiwari, B.K., Brennan, C.S., Jaganmohan, R., Surabi A., Alagusundaram, K. 2011.** Utilisation of pigeon pea (*Cajanus cajan* L) byproducts in biscuit manufacture. *LWT-Food Science and Technology*, 44:1533-1537.
- Torbica, A., Hadnadev, M., Hadnadev, T.D. 2012.** Rice and buckwheat flour characterisation and its relation to cookie quality. *Food Research International*, 48(1):277-283.
- Toshiro, H., Takahiko, A., Seiichiro, N. 1986.** The composition and vitaminA value of the carotenoids of pumpkins of different colors. *Journal of Food Biochemistry*, 11:59-68.
- Trouillas, P., Calliste, C.A., Allais, D.P., Simon, A., Marfak, A., Delage, C., Duroux, J.L. 2003.** Antioxidant, anti-inflammatory and antiproliferative properties of sixteen water plant extracts used in the Limousin countryside as herbal teas, *Food Chemistry*, 80(3):399-407.
- 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 & Environment*, 9(3-4): 57-60.
- Türksoy, S., Özkaya, B. 2011.** Pumpkin and carrot pomace powders as a source of dietary fiber and their effects on the mixing properties of wheat flour dough and cookie quality. *Food Sci. Technol. Res.*, 17(6):545-553.
- Tsen, C.C., Peters, E.M., Schaffer, T., Hoover, W.J. 1973.** High protein cookies. Effect of soy fortification and surfactants. *Bakers Digest*, 47:34-37.
- Tyagi, S.K., Manikantan, M.R., Oberoi, H. S., Kaur, G. 2007.** Effect of mustard flour incorporation on nutritional, textural and organoleptic characteristics of biscuits. *Journal of Food Engineering*, 80:1043-1050.

- Uchoa, A.M.A., Costa, J.M.C., Maia, G.A., Meira, T.R., Sousa, P.H.M., Brasil, I.M. 2009.** formulation and physicochemical and sensorial evaluation of biscuit-type cookies supplemented with fruit powders. *Plant Foods Human Nutrition*, 64:153-159.
- Uluöz, M. 1965.** Buğday, un ve ekmek analiz metodları. E.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları No.29, İzmir. 91.
- Uysal, H., Bilgiçli, N., Elgün, A., İbanoğlu, S., Herken, N.E., Demir, M.K. 2007.** Effect of dietary fibre and xylanase enzyme addition on the selected properties of wire-cut cookies. *J Food Eng* 78:1074-1078.
- Ünal, S.S. 1991.** Hububat teknolojisi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Yayın No:29, İzmir. s.191-198.
- Vettern, J.L. 1984.** Effect of sweeteners syrups on quality characteristics of soft cookies. *AIB Research Department Technical Bulletin*, VIII (7). pp: 1-8.
- Vieira, M. A., Tramonte, K. C., Podestá, R., Avancini, S.R.P., Amboni, R.D.C.M., Amante, E.R. 2008.** Physicochemical and sensory characteristics of cookies containing residue from king palm (*Archontophoenix alexandrae*) processing. *Int. J.of Food Sci. and Tech.*, 43:1534-1540.
- 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.
- Wade, P. 1988.** Preparation of biscuit dough. In *Biscuits, Cookies and Crackers*; Elsevier Applied Science: London, UK, Vol. I, 18–53.
- Walle, T. 2007.** Methylation of dietary flavones greatly improves their hepatic metabolic stability and intestinal absorption. *Mol. Pharm.*, 4: 826-832.
- Wang, G.F., Shi, L.P., Ren, Y.D., Liu, Q.F., Liu, H.F., Zhang, R.J., Li, Zh., Zhu, F. H., He, P.L., Tang, W., Tao, P.Z., Li, C., Zhao, W.M., Zuo, J.P. 2009.** Anti-hepatitis B virus activity of chlorogenic acid, quinic acid and caffeic acid in vivo and in vitro. *Antiviral Res.*, 83:186–190.
- Wang, J., Rosell, C.M., Benedito de Barber, C. 2000.** Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry*, 79: 221-226.
- Wang, P., Liu, J.C., Zhao, Q.Y. 2002.** Studies on nutrient composition and utilization of pumpkin fruit. *Journal of Inner Mongolia Agricultural University*, 23:52-54.
- Wang, P., Zhao, Q.Y. 1998.** Nutrient Ingredient, medicinal value and exploitative prospects of pumpkin. *Journal of Chang Jiang Vegetables*, 7:1-4.
- Wang, Y.C., Chuang, Y.C., Ku, Y.H. 2007.** Quantitation of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan. *Food Chem.*, 102:1163-71.
- Whitaker, T.W., Davis, G.N. 1962.** Cucurbits. New York: Interscience Publ. Inc.
- Whitaker, T.W., Robinson, R.W. 1986.** Squash breeding. In: *Breeding Vegetable Crops*, Ed.: Bassett, M.J., Westport, Connecticut: Avi, 209-242. 584.
- Wootton-Beard, P. C., Moran, A., Ryan, L. 2011.** Stability of the total antioxidant capacity and total polyphenol content of 23 commercially available vegetable juices before and after in vitro digestion measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin–Ciocalteu methods. *Food Research International*, 44(1):217-224.
- Wu, J.R., Jin, T.M. 1998.** Determination of betacarotene in different pumpkin varieties by HPLC. *Acta Agri. Boreali Sinica*, 13:141-144.
- Wu, W.M., Lu, L., Long, Y., Wang, T., Liu, L., Chen, Q., Wang, R., 2007.** Free radical scavenging and antioxidative activities of caffeic acid phenyl ester (CAPE) and

its related compounds in solution and membranes: a structure-activity insight, *Food Chem.*, 105:107-115.

**Xiong, X., Cao, J. 2001.** Study of extraction and isolation of effective pumpkin polysaccharide component and its reducing glycemia function. *Chinese J Modern Application Pharmacy*, 18:662-664.

**Xu, J.G., Tian, C.R., Hu, Q.P., Luo, J.Y., Wang, X.D., Tian, X.D. 2009.** Dynamic Changes in Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Oats (*Avena nuda* L.) during Steeping and Germination, *J. Agric. Food Chem.*, 57:10392-10398.

**Yadav, R.B., Yadav, B.S., Chaudhary, D. 2011.** Extraction, characterization and utilization of rice bran protein concentrate for biscuit making. *British Food Journal*, 113(9):1173-1182.

**Yadav, R.B., Yadav, B.S., Dhull, N. 2012.** Effect of incorporation of plantain and chickpea flours on the quality characteristics of biscuits. *Journal of Food Science and Technology*, 49(2):207-213.

**Yalçın, S. 2005.** Glutensiz Erişte Üretimi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

**Yoon, B.H., Jung, J.W., Lee, J.J., Cho, Y.W., Jang, C.G., Jin, C., Oh, T.H., Ryu, J.H. 2007.** Anxiolytic-like effects of sinapic acid in mice. *Life Sci.*, 81:234-40.

**Young, I.S., Woodside, J.V. 2001.** Antioxidants in health and disease, *Journal of Clinical Pathology*, 54:176-186.

**Yu, J., Ahmedna, M., Goktepe, I. 2007.** Peanut protein concentrate: production and functional properties as affected by processing. *Food Chemistry*, 103(1):121-129.

**Yun, K.J., Koh, D.J., Kim, S.H., Park, S.J., Ryu, J.H., Kim, D.G., Lee, J.Y., Lee, K.T. 2008.** Anti-inflammatory effects of sinapic acid through the suppression of inducible nitric oxide synthase, cyclooxygenase-2, and proinflammatory cytokines expressions via nuclear factor- $\kappa$  B inactivation. *J Agric Food Chem.*, 56:10265-72.

**Zambonin, L., Caliceti, C., Vieceli, D., Segal, F., Fiorentini, D., Hrelia, S., Landi, L., Prata, C. 2012.** Dietary phenolic acids act as effective antioxidants in membrane models and in cultured cells, exhibiting proapoptotic effects in leukaemia cells. *Oxid Med Cell Longev*, 1-12.

**Zang, L.Y., Cosma, G., Gardner, H., Shi, X., Castranova, V., Vallyathan, V. 2000.** Effect of antioxidant protection by *p*-coumaric acid on low-density lipoprotein cholesterol oxidation. *American Journal of Cell Physiol.*, 279:954-960.

**Ziegler, R.G. 1989.** A review of epidemiologic evidence that carotenoids reduce risk of cancer. *J. Nutr.*, 119:116-22.

**Zhang, F., Jiang, Z.M., Zhang, E.M. 2000.** Pumpkin function properties and application in food industry. *Science and Technology of Food Industry*, 21:62-64.

**Zhang, Y., Wang, L., Yao, H. 2002.** Study on the biological effects and extraction of blood glucose lowering active component from pumpkin. *Food and Fermentation Industries*, 28(6):32-35.

**Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S., Blanchard, C. 2004.** The distribution of phenolic acids in rice. *Food Chemistry*, 87(3):401-406.

**Zor, M. 2007.** Depolamanın Ayva Reçelinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

**Zoulias, E., Piknis, S., Oreopoulou, V. 2000.** Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame-K on properties of low-fat cookies. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80:2049-2056.

**Zucco, F., Borsuk, Y., Arntfield, S. D. 2011.** Physical and nutritional evaluation of wheat cookies supplemented with pulse flours of different particle sizes. *LWT-Food Science and Technology*, 44:2070-2076.

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı** : Emine AYDIN  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Düzce, 27/11/1981  
**Yabancı Dil** : İngilizce  
**Eğitim Durumu**  
**Lise** : Düzce Yabancı Dil Ağırlıklı Lise (Süper Lise) (1995-1999)  
**Ön Lisans** : Uludağ Üniversitesi (2000-2002)  
**Lisans** : Akdeniz Üniversitesi (2003-2006)  
**Yüksek Lisans** : Uludağ Üniversitesi (2008-2010)  
**Çalıştığı Kurum** : Uludağ Üniversitesi Keles Meslek Yüksekokulu  
**İletişim** : emineaydn@gmail.com

### Yayınlar:

**Sahan, Y., Dundar, A.N., Aydın, E., Kilci, A., Dulger, D., Kaplan, F.B., Gocmen, D., Celik, 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.

**Aydın, E., Gocmen, D. 2011.** Cooking quality and sensorial properties of noodle supplemented with oat flour. *Food Sci. Biotechnol.* 20(2):507-511.

**Degirmencioglu, N., Gocmen, D., Inkaya, A.N., Aydın, E., Guldaz, M., Gonenc, S. 2011.** Influence of modified atmosphere packaging and potassium sorbate on microbiological characteristics of sliced bread. *J. Food Sci. Technol.* 48(2):236-241.

**Gocmen, D., Inkaya, A.N., Aydın, E. 2009.** Flat breads. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 15(4):298-306.

**Alpkent, Z., Demir, M., Aydın, E. 2006.** Probiyotik süt ürünleri ve insan sağlığı üzerine etkileri”, *Tarımın Sesi*, 10:3-6.

### Kongreler:

**Aydın, E., Gocmen, D. 2013.** Traditional Turkish Noodle Supplemented with Oat Flour. The 2<sup>nd</sup> International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus". 24-26 October 2013. Struga (Ohrid Lake)/MACEDONIA (Poster Presentation).

**E. Aydın, Dundar, A.N., Aydın, M., Gocmen, D. 2013.** Traditional Turkish Flat Breads. The 2<sup>nd</sup> International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus". 24-26 October 2013. Struga (Ohrid Lake)/MACEDONIA (Poster Presentation).

**Aydın, E., Aydın, M., Gocmen, D. 2013.** Aromatize Edilmiş Balkabağı Atıştırmalığı. II. Uluslararası Gıda Ar-Ge Proje Pazarı. 3-4 Haziran 2013. İzmir, TÜRKİYE (Poster Bildiri).

**Şahan, Y., Dünder, A.N., E. Aydın, Dülger, D., Kaplan, H.B., Çelik, G., Göçmen, D., Cansev, A., Güçer, Ş. 2013.** Fonksiyonel Bir Gıda: İğde Katkılı Bisküvi. II. Uluslararası Gıda Ar-Ge Proje Pazarı. 3-4 Haziran 2013. İzmir, TÜRKİYE (Poster Bildiri).

**Şahan, Y., Cansev, A., İnkaya, A.N., Aydın, E., Dülger, D., Kaplan, F. B., Göçmen, D., Çelik, G., Güçer, Ş. 2012.** İğde Unununun Kimyasal ve Mineral İçeriğinin Belirlenmesi. 11. Gıda kongresi, 10-12 Ekim 2012, Hatay (**Poster Bildiri**).

**Sahan, Y., Cansev, A., Dundar, A.N., Aydın, E., Dulger, D., Kaplan, F.B., Kilci, A., Celik, G., Gocmen, D., Gucer, S. 2012.** Studies on Bioactivities of Pericarp and Mesocarp Fraction of Fresh *Eleagnus angustifolia* L. Fruit. 3<sup>rd</sup> PAK-TURK Conference on Chemical Sciences, 13-15 September 2012, Bursa, TURKEY (Poster Presentation).

**Sahan, Y., Cansev, A., Inkaya, A.N., Aydın, E., Dulger, D., Kaplan, F. B., Gocmen, D., Celik, G., Gucer S. 2012.** Functional Food Ingredient:Oleaster Flour.1<sup>st</sup> International Conference on Nutraceutical and Cosmetic Science (ICNaCS), 22-23 October 2012, Kuala Lumpur, MALAYSIA (**Oral presentation**).

**Aydın, E., Gocmen, D. 2011.** Oat Noodle. 6<sup>th</sup> International Congress “Flour-Bread’11” & 8th Croatian Congress of CerealTechnologists “Brašno–Kruh’11”, 12-14 October 2011, Opatija/CROATIA (**Oral Presentation**).

**Gocmen, D., Dundar, A.N., Aydın, E., Yukselci, A. 2011.** Nutritional and Functional Properties of Resistant Starch. 6<sup>th</sup> International Congress “Flour-Bread’11” & 8th Croatian Congress of CerealTechnologists “Brašno–Kruh’11”, 12-14 October 2011, Opatija/CROATIA (**Poster Presentation**).

**Aydın, E., Kilci, A., Göçmen, D. 2011.** Fonksiyonel Bir Katkı:Yulaf. Uludağ Üniversitesi Bilgilendirme ve Ar-Ge Günleri. 15-16 Kasım 2011. Bursa (Poster Bildiri).

**Şahan, Y., Göçmen, D., Cansev, A., Çelik, G., Dünder, A.N., Aydın, E., Dülger, D., Kaplan, H.B., Güçer, Ş. 2011.** İğde Meyvesinin Unlu Mamüller Sanayiinde Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Uludağ Üniversitesi Bilgilendirme ve Ar-Ge Günleri. 15-16 Kasım 2011. Bursa (**Poster Bildiri**).

#### **Projeler:**

**İğde (*Eleagnus angustifolia* L.) Meyvesinin Kimyasal ve Besleyici özellikleri ve Bisküvi Üretiminde Kullanımı. TUBİTAK. TOVAG 110O060.** Proje Yürütücüsü: Şahan. Y., Bursiyer: Aydın, E.