

T.C.
İSTANBUL OKAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ
BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK PROGRAMI

Hasan Fatih AKGÖZ

**PORTAKAL KABUĞU VE NOHUT UNU KULLANILARAK DİYET
LİFİ VE PROTEİN İÇERİĞİ ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ GLUTENSİZ
BİSKÜVİNİN DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN, İN VİTRO
SİNDİRİLEBİLİRLİĞİNİN VE GLİSEMİK İNDEKSİNİN
BELİRLENMESİ**

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Hande ÖNGÜN YILMAZ

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Mustafa YAMAN

İSTANBUL, Kasım 2024

T.C.
İSTANBUL OKAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ
BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK PROGRAMI

Hasan Fatih AKGÖZ
204502001

PORTAKAL KABUĞU VE NOHUT UNU KULLANILARAK DİYET
LİFİ VE PROTEİN İÇERİĞİ ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ GLUTENSİZ
BİSKÜVİNİN DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN, İN VİTRO
SİNDİRİLEBİLİRLİĞİNİN VE GLİSEMİK İNDEKSİNİN
BELİRLENMESİ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Hande ÖNGÜN YILMAZ

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Mustafa YAMAN

İSTANBUL, Kasım 2024

T.C.
İSTANBUL OKAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ
BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK PROGRAMI

Hasan Fatih AKGÖZ
204502001

**PORTAKAL KABUĞU VE NOHUT UNU KULLANILARAK DİYET
LİFİ VE PROTEİN İÇERİĞİ ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ GLUTENSİZ
BİSKÜVİNİN DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN, İN VİTRO
SİNDİRİLEBİLİRLİĞİNİN VE GLİSEMİK İNDEKSİNİN
BELİRLENMESİ**

Tezin Enstitüye Teslim Edildiği Tarih:

Tezin Savunulduğu Tarih : 29.11.2024

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Hande ÖNGÜN YILMAZ

İkinci Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mustafa YAMAN

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Murat BAŞ

Dr. Öğr. Üyesi Şebnem ÖZGEN ÖZKAYA

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Çağatay DEMİR

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Murat GÜNAL

İSTANBUL, Kasım 2024

ÖNSÖZ

Doktora eğitimimde bilgi birikimi ve deneyimleri ile her zaman yanımda olan, ilgisini ve desteğini daima gösteren Saygıdeğer Hocam Doç. Dr. Hande ÖNGÜN YILMAZ'a ve tez dönemimde bilgilerini, deneyimlerini ve kıymetli desteğini her adımda hissettiren Saygıdeğer Hocam Doç. Dr. Mustafa YAMAN'a,

Tez izleme komitemde bulunan, değerli fikirleri ve görüşleri ile tez sürecime önemli katkılar sunan Sn. Prof. Dr. Murat BAŞ ve Sn. Dr. Öğr. Üyesi Şebnem ÖZGEN ÖZKAYA'ya,

Tez jürimde bulunarak bilgi birikimleri ve değerlendirmeleri ile tezime katkıda bulunan Sn. Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Murat GÜNAL ve Sn. Dr. Öğr. Üyesi Ömer Çağatay DEMİR'e,

Duyusal analizde yer alacak katılımcılar için kurum izni veren İstanbul Gelişim Üniversitesi'ne ve duyusal analiz panelinde gönüllü olarak yer alan tüm katılımcılara,

Laboratuvar analiz çalışmalarını gerçekleştirdiğim İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Sabri Ülker Ar-Ge Laboratuvarı'na,

Hayatımın her anında maddi ve manevi destekleriyle bana inanan, her zorluğumda sevgisi, anlayışı ve özverisiyle yanımda olan ve başarım için sonsuz bir sabırla beni destekleyen değerli eşim Ezgi ERTAL AKGÖZ'e,

Beni hayata hazırlayan, hayatımda ve başarılarımda sevgisi ve desteğiyle her zaman yanımda olan, bu süreçte beni cesaretlendiren kıymetli Aileme,

Sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Kasım, 2024

Hasan Fatih AKGÖZ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÖZET	v
SUMMARY	vii
SEMBOLLER	ix
KISALTMALAR	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
TABLO LİSTESİ.....	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. SÜRDÜRÜLEBİLİR BESLENME	4
2.2. DÜNYADA BESİN İSRAFI	5
2.3. BESİN SANAYİSİ VE ATIK DURUMU.....	6
2.4. PORTAKAL	9
2.4.1. Portakal Kabuğu	11
2.5. NOHUT	12
2.5.1. Nohut Unu	12
2.6. BİSKÜVİ.....	12
2.6.1. Bisküvi Formülasyonunda Ana Maddeler	14
2.6.1.1. Un Bileşeni.....	14
2.6.1.2. Yağ.....	15
2.6.1.3. Tuz ve Kabartıcılar.....	15
2.6.1.4. Su	16
2.6.1.5. Şeker.....	16
2.6.2. Bisküvilerin Reformülasyonu	16
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	18
3.1. ARAŞTIRMANIN TASARIMI VE AMACI.....	18
3.2. ARAŞTIRMANIN ETİK YÖNÜ	18
3.3. ARAŞTIRMANIN YERİ VE ZAMANI.....	19

3.4. ARAŞTIRMANIN AŞAMALARI	19
3.4.1. Ürün Geliştirme	19
3.4.2. Laboratuvar Çalışmaları	21
3.4.2.1. Toplam Nem Miktar Analizi.....	21
3.4.2.2. Kül Miktarı Analizi	21
3.4.2.3. Protein Analizi.....	22
3.4.2.4. Amino Asit Kompozisyonu Analizi	24
3.4.2.5. Yağ Analizi	25
3.4.2.6. Diyet Lifi Analizi.....	26
3.4.2.7. Enerji-Karbonhidrat Hesaplamaları	28
3.4.2.8. Tiamin Tayini.....	29
3.4.2.9. Riboflavin Tayini	30
3.4.2.10.Niasin Tayini	31
3.4.2.11. Piridoksin Tayini.....	32
3.4.2.12. Nişasta Tayini.....	33
3.4.2.13. İn Vitro Sindirilebilirlik ve Glisemik İndeksin Hesaplanması	34
3.4.3. Duyusal Analiz.....	35
3.4.3.1. Araştırmanın Evren ve Örneklemi	35
3.4.3.2. Duyusal Analiz Süreci	37
3.5. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI.....	37
3.6. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME	38
4.BULGULAR.....	39
4.1. BESİN BİLEŞİM ANALİZLERİ BULGULARI	39
4.2. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI.....	47
5.TARTIŞMA.....	49
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	56
KAYNAKLAR	58
EKLER	67

ÖZET

PORTAKAL KABUĞU VE NOHUT UNU KULLANILARAK DİYET LİFİ VE PROTEİN İÇERİĞİ ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ GLUTENSİZ BİSKÜVİNİN DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN, İN VİTRO SİNDİRİLEBİLİRLİĞİNİN VE GLİSEMİK İNDEKSİNİN BELİRLENMESİ

Dünya nüfusundaki artış, besin atıklarını ve israfını artırarak atık yönetimini önemli bir konu haline getirmiştir. Bu araştırmada, bir besin atığı olan portakal kabuğu kullanılarak diyet lifi, nohut unu kullanılarak protein içeriği zenginleştirilmiş glutensiz bisküviler geliştirilerek bu bisküvilerin in vitro sindirilebilirlikleri, glisemik indeksleri, besin ögesi bileşimleri ve duysal kabul edilebilirliklerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen bisküviler %100 nohut unu kullanılarak sırasıyla %0, %5, %10, %15, %20 oranlarında portakal kabuğu tozu ilavesiyle hazırlanmıştır. Bisküvilerin hızlı kullanılabilir glikoz değerleri $9,19 \pm 0,11$ - $14,08 \pm 0,12$ g/100 g arasındadır ve bu değerler beyaz ekmeğe ($19,93 \pm 0,14$ g/100g) kıyasla daha düşüktür ($p < 0,001$). Hızlı sindirilebilir nişasta değerleri ise $0,12 \pm 0,04$ - $3,86 \pm 0,11$ g/100 g arasındadır ve bu değerler beyaz ekmeğe ($19,93 \pm 0,14$ g/100g) göre daha düşüktür ($p < 0,001$). Dirençli nişasta düzeyi en yüksek %5 portakal kabuğu tozu ilaveli bisküvide ($12,48 \pm 0,05$ g/100g) bulunmuş olup bu düzey beyaz ekmekten ($4,9 \pm 0,35$ g/100g) daha yüksektir ($p < 0,001$). Bisküvilerin glisemik indeks değerleri genel olarak düşüktür ($47,8 \pm 0,1$ - $56,6 \pm 0,1$ g/100g; $p < 0,001$). Portakal kabuğu tozu ilavesi bisküvilerde yağ, diyet lifi, nem ve kül içeriklerini arttırmıştır. Yağ, diyet lifi ve kül içeriği en yüksek %20 portakal kabuğu tozu ilaveli bisküvide (sırasıyla $23,31 \pm 0,25$ g/100g; $9,11 \pm 0,09$ g/100g; $2,20 \pm 0,044$ g/100g) bulunurken, nem içeriği en yüksek %15 portakal kabuğu tozu ilaveli bisküvide bulunmuştur ($7,64 \pm 0,037$ g/100g), ($p < 0,001$). Protein içeriği $12,38 \pm 0,03$ - $13,25 \pm 0,04$ g/100g aralığındadır ($p < 0,001$). Duysal analiz sonuçlarına göre tüketici tercihi, lezzet ve gevreklik açısından en yüksek puanlar %5 ve %10 portakal kabuğu tozu ilaveli bisküvilere, en düşük puanlar %15 ve %20 portakal kabuğu tozu ilaveli bisküvilere aittir ($p < 0,001$).

Portakal kabuğu tozu ilavesi arttıkça duyusal kabul edilebilirliğin azaldığı gözlemlenmiştir. Bu araştırmada, portakal kabuğu tozu ve nohut unu kullanılarak protein ve diyet lifi içeriği bakımından zengin, glutensiz, düşük glisemik indeksli ürünler geliştirilmiş ve aynı zamanda portakal kabuğu kullanılarak sürdürülebilir atık yönetimine katkıda bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir beslenme, portakal kabuğu tozu, nohut unu, glutensiz bisküvi, ürün geliştirme.

Tarih: 29/11/2024

SUMMARY

DETERMINATION OF SENSORY PROPERTIES, IN VITRO DIGESTIBILITY AND GLYCEMIC INDEX OF GLUTEN-FREE BISCUIT ENRICHED WITH DIETARY FIBER AND PROTEIN CONTENT USING ORANGE PEEL AND CHICKPEA FLOUR

The increase in the world population has increased food wastes and wastage, making waste management an important issue. In this research aimed to develop gluten-free biscuits enriched with dietary fiber using orange peel, a food waste, and protein content using chickpea flour, and to analyze their in vitro digestibility, glycemic index, nutrient composition, and sensory acceptability of these biscuits. The developed biscuits were prepared using 100% chickpea flour with the addition of orange peel powder at 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% levels, respectively. Rapidly available glucose values of biscuits were between 9.19 ± 0.11 - 14.08 ± 0.12 g/100g and these values were lower ($p < 0.001$) compared to white bread (19.93 ± 0.14 g/100g), ($p < 0.001$). Rapidly digestible starch values were between 0.12 ± 0.04 - 3.86 ± 0.11 g/100 g and these values were lower than white bread (19.93 ± 0.14 g/100 g) ($p < 0.001$). The highest level of resistant starch was found in biscuits with 5% orange peel powder (12.48 ± 0.05 g/100g) and this level was higher than white bread (4.9 ± 0.35 g/100g) ($p < 0.001$). The glycemic index values of biscuits were generally low (47.8 ± 0.1 - 56.6 ± 0.1 g/100g; $p < 0.001$). The addition of orange peel powder increased the fat, dietary fiber, moisture and ash contents of the biscuits. The highest fat, dietary fiber and ash content was found in biscuits with 20% orange peel powder (23.31 ± 0.25 g/100g; 9.11 ± 0.09 g/100g; 2.20 ± 0.044 g/100g, respectively), while the highest moisture content was found in biscuits with 15% orange peel powder (7.64 ± 0.037 g/100g), ($p < 0.001$). Protein content is in the range of 12.38 ± 0.03 - 13.25 ± 0.04 g/100g ($p < 0.001$). According to the sensory analysis results, the highest scores in terms of consumer preference, flavor and crispness belong to biscuits with 5% and 10% orange peel powder addition, and the lowest scores belong to biscuits with 15% and 20% orange

peel powder addition ($p < 0.001$). It was observed that sensory acceptability decreased as the addition of orange peel powder increased. In this research, gluten-free, low glycemic index products rich in protein and dietary fiber content were developed by using orange peel powder and chickpea flour, and at the same time contributed to sustainable waste management by using orange peel.

Keyword: Sustainable nutrition, orange peel powder, chickpea flour, gluten-free biscuit, product development

Date: 29/11/2024



SEMBOLLER

M	: Asitlik molaritesi
m₀	: Deneyde kullanılan numunenin ağırlığı
m₁	: Krozenin darası
m₂	: Kroze ve kül
L	: Litre
ml	: mililitre
g	: gram
mg	: miligram
°C	: Santigrat derece
%	: Yüzde
F	: Standart kjeldahl faktörü
T	: Örnek ağırlığı
µl	: Mikrolitre
µg	: Mikrolitre
µm	: mikrometre
nm	: nanometre
U	: Ünite
AUC	: Eğri altında kalan alan
tf	: AUC hesaplamasında kullanılan zaman dilimi bitiş noktası
t₀	: Analiz sürecinin başladığı zaman
k	: Eliminasyon hızı
e	: Euler sayısı
dk	: dakika

KISALTMALAR

UN: United Nations

BM: Birleşmiş Milletler

FAO: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü

PKT: Portakal kabuğu tozu

WCED: Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu

DSÖ/WHO: Dünya Sağlık Örgütü/ World Health Organization

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

AB: Avrupa Birliği

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

USDA: ABD Tarım Bakanlığı

TSE: Türk Standartları Enstitüsü

Gİ: Glisemik İndeks

KM: Kuru maddenin oranı

HCL: Hidroklorik Asit

M: Molarite

N: Normalite

NaOH: Sodyum Hidroksit

KKAL: Kilokalori

HPLC: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi

CH₃COONa: Sodyum Asetat Çözeltisi

TCA: Trikloroasetik Asit

CuSO₄: Bakır Sülfat

GOPOD: Glikoz Oksidaz-Peroksidaz-o-Dianisidin

HSN: Hızlı sindirilebilir nişasta

YSN: Yavaş sindirilebilir nişasta

HKG: Hızlı kullanılabilir glikoz

KG: Kullanılabilir glikoz

DN: Dirençli nişasta

TN: Toplam nişasta

HI: Hidroliz İndeks

BE: Beyaz Ekmek

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>SAYFA NO</u>
Şekil 2.2. Besin Dağıtım Süreci	5
Şekil 2.3.1. Besin Atık Durumu	7
Şekil 2.3.2. Dünya Portakal Üretimi	8
Şekil 2.4. Portakalın Yapısı	10
Şekil 3.4.1. Çalışmada Kullanılan Bisküvinin Hamur Formülasyonu	22
Akış Şeması	
Şekil 4.1. Bisküvi Örneklerinin In Vitro Hidrolizi	46

TABLO LİSTESİ

	<u>SAYFA NO</u>
Tablo 2.4. Portakal Meyvesi Besin Değerleri	9
Tablo 2.4.1. Portakal Kabuğu Besin Ögesi İçerikleri	11
Tablo 2.5.1. Nohut Unu Besin Ögesi İçerikleri	12
Tablo 2.6. Bisküvinin Duyusal Özellikleri	13
Tablo 2.6.1.1. Nohut Unu ve Buğday Unu Besin Değerleri	15
Tablo 3.4.1. Bisküvi Formülasyonları	21
Tablo 4.1.1. Bisküvi Örneklerinin Besin Ögesi Bileşimleri	40
Tablo 4.1.2. Bisküvi Örneklerinin Amino Asit Kompozisyonu	42
Tablo 4.1.3. Bisküvi Örneklerinin In Vitro Sindirilebilirlik Parametreleri	44
Tablo 4.1.4. Bisküvi Örneklerinin Beyaz Ekmek ve Glikoza Göre Glisemik İndeks Sonuçları	47
Tablo 4.2.1. Bisküvi Örneklerinin Duyusal Analiz ve Hedonik Skala Sonuçları	48

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Sürekli artan dünya nüfusunu beslemek küresel olarak zorlaşmaktadır. Bu zorluk, bilim insanlarının dikkatini çevresel, ekonomik, topluma faydalı, besleyici ve sürdürülebilir besinlere ve diyetlere yöneltmiştir (Giroto ve Piazza,2022). Birleşmiş Milletler (United Nations: UN; BM) Gıda ve Tarım Örgütü'nün (Food and Agriculture Organization, FAO) Sürdürülebilir Diyetler ve Biyoçeşitlilik raporuna göre; *“Sürdürülebilir diyetler, insani ve doğal kaynakları optimize eden, biyolojik çeşitliliği ve ekosistemleri koruyan, kültürel olarak kabul edilebilir, erişilebilir ve ekonomik, besinsel olarak yeterli, güvenli ve sağlıklı olan diyetlerdir”* (FAO, 2010).

Kentleşmenin artması ile gün geçtikçe çevreye bırakılan besin atık düzeyinde artış olmaktadır (Güzel ve Akpınar, 2017). Besin tedarik zincirinin tüm süreçlerinde kaybolan besinlere besin atıkları denilmektedir. Tarladan sofraya kadar oluşan besin atıkları besin israfına yol açmaktadır (Özkan vd., 2022). Besin tedarik zincirinde üretilen besinlerin 1/3'lük kısmı israf edilmektedir. Bu israf her sene yaklaşık 1,3 milyar ton düzeyindedir. Meyveler ve sebzeler gibi zengin beslenme profiline sahip besinler en fazla israf edilen besinlerdir (Brennan ve Browne, 2021).

Meyve sektöründe narenciye işleme endüstrisi önemli bir rol oynamaktadır. Bir narenciye türü olan portakal dünya çapında en yaygın yetiştirilen meyvedir (Zema vd., 2018). Portakal meyvesi işlenirken %50 oranında atık oluşmaktadır. Bu atığın %65'i portakal kabuklarından oluşur. Küresel olarak portakal suyu üretiminde her sene 8-20 milyon ton portakal atığı oluşmaktadır (Mohsin vd.,2021). İnsanlar portakalın etli ve sulu kısmını sevdikleri için kabuk kısmını genellikle doğrudan çöpe atmaktadır (Fakayode ve Abobi, 2018). Portakal kabuğu antioksidan özellikte olup zengin diyet lifi ve fenolik bileşik kaynağıdır. Potansiyel bir nutrasötik kaynağı olan portakal kabuğu, düşük maliyeti ve kolay temin edilebilirliği nedeniyle diyet takviyeleri açısından değerlidir (Rafiq vd., 2018).

BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri gündeminde besin atıklarının yarı yarıya indirilerek tüm besin kayıplarının 2030 yılına kadar azaltılmasından bahsedilmiştir (UN, 2015).

Fonksiyonel besin alanında yapılan çalışmalar besinlerin sağlıklı yaşam üzerindeki faydalı etkilerini vurgulayarak diyet lifi içeriği zengin besinlere olan ilgiyi artırmıştır. (Demir ve Olcay,2020). Özellikle, portakal kabuğunun besinlerde kullanılmasının genel besin özelliklerini zenginleştireceği ve böylelikle sağlıklı bir diyetin parçası olabileceği belirtilmiştir (Mohsin vd.,2021). Bu bağlamda portakal kabuğunun bisküvilere ilave edildiği çalışmalarda bisküvilerin besin değerlerini arttırdığı ve sürdürülebilir bir kaynak olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Can,2015; Demirel,2017; Fernández vd., 2021).

Bisküviler protein, diyet lifi ve vitaminler yönünden fakir besinlerdir (Dhankhar vd., 2019). Bisküvi üretiminde genellikle buğday unu kullanılır. Buğday ununun protein içeriği (%7-14), baklagillerin protein içeriğine (%18-24) göre daha düşüktür (Yadav vd., 2012). Bir baklagil olan nohutun diyet lifi içeriği buğday unundan daha yüksektir. Tiamin, riboflavin, niasin, gibi vitaminleri içerir (Dhankhar vd., 2019). Nohut nişastası, yüksek amiloz içeriğine sahip olduğundan glikemik indeksi düşüktür (Kaur ve Prasad, 2021). Buğday ununun nohut unu ile değiştirilmesi ürünlerin besin kalitesini yükseltecektir. (Yadav vd., 2012). Bisküvi üretiminde nohut ununun kullanıldığı çalışmalarda bisküvilere nohut unu ilavesinin besin içeriklerini zenginleştirdiği belirlenmiştir (Yadav vd.,2012; Dhankhar vd., 2019).

Beslenme bilimi çalışmalarında laboratuvarında simüle edilmiş in vitro gastrointestinal sindirim sistemleri kullanılmaktadır. İn vitro çalışmalar, beslenme alanında besin öğelerinin (karbonhidrat, lipit, protein) sindirilebilirliği ve biyoerişilebilirliğini araştırmak için yapılmaktadır (Serin, 2021). Biyoerişilebilirlik; tüketilen besinlerin bileşiklerinin besinden ayrılması sonucu serbest kalarak gastrointestinal kanalda emilime uygun bileşenler için sindirim süreçlerinin tamamlanması sonucu besin bileşenlerinin vücuda girişinin sağlanmasıdır. Deneysel biyoerişilebilirlik çalışmalarında in vitro sistemde insanların sindirim sistemleri simüle edilir. Sindirim sürecinin ağızdan ince bağırsağa uzanan süreçlerin (ağız, mide, ince bağırsak) fazları oluşturulduktan sonra tükürük, mide, bağırsak ve safra sıvıları çözeltileri kullanılır (Andaç ve Yaman, 2022).

Bu araştırmada bisküvilere %100 nohut unu ve sırasıyla %0, %5, %10, %15, %20 oranlarında portakal kabuğu tozu (PKT) ilave edilerek bisküvilerin besin bileşimleri (enerji, karbonhidrat, yağ, protein, amino asit kompozisyonları, diyet lifi, vitamin), glisemik indeksleri, in vitro sindirilebilirlikleri ve duysal kabul edilebilirliklerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Nohut unu, glutensiz yapısı ve protein iğeriği ile öne çıkarken PKT diyet lifi oranını artırma ve besinsel atıkların değerlendirilmesini sağlayacak potansiyele sahiptir. Bu iki bileşenin kullanımı bisküvilere diyet lifi ve proteinden zengin bir yapı kazandırarak glisemik indeksin düşürölmesine katkıda bulunabilir. Literatürde nohut unu ve portakal kabuğu tozunun birlikte kullanıldığı bir araştırma bulunmamaktadır. Ayrıca, bu bisküviler ile glutensiz, besin değeri zenginleştirilmiş, fonksiyonel, çevreye ve topluma faydalı besinlerin üretilmesi ve PKT kullanılarak sürdürölabilir kalkınma hedeflerinden biri olan atık oluşumunun önlenmesine katkı sağlanıp literatüre yenilik getirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

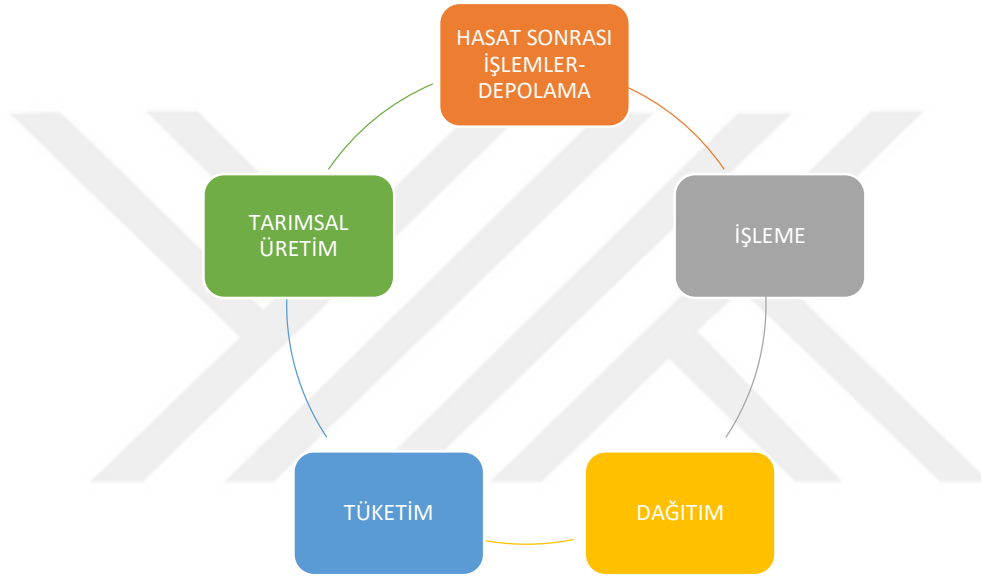
2.1. SÜRDÜRÜLEBİLİR BESLENME

Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun (World Commission on Environment and Development; WCED) 1987 yılında Norveç Başbakanı Gro Harlem Brundtland başkanlığında yayımladığı 'Ortak Geleceğimiz' (Brundtland raporu) adlı rapor ile ilk kez sürdürülebilirlik kavramından bahsedilmiştir (WCED, 1987). BM 2030 sürdürülebilir kalkınma hedefleri; açlığın sona erdirilmesi, besin güvenliğinin sağlanması, beslenmenin iyileştirilmesi ve sürdürülebilir tarımın teşvik edilmesidir. Küresel sürdürülebilir uygulamalar, sürdürülebilir besin sistemlerine doğru geçişi içeren bir öncelik olmuştur (United Nations, 2015).

Sürdürülebilir beslenme kavramına ilişkin ilk etapta net bir tanım olmadığı için farklı görüşlerin varlığını kabul eden ülkeler, sürdürülebilir beslenmenin hangi maddelerden oluştuğu hususunda FAO ile Dünya Sağlık Örgütü'nden (DSÖ; World Health Organization, WHO) rehberlik talep etmişlerdir. DSÖ ve FAO bu sorunları ele almak için FAO genel merkezinde sürdürülebilir beslenme konusunda toplantı gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak *“Sürdürülebilir beslenme, bireylerin sağlık ve refahını tüm boyutlarıyla (fiziksel, zihinsel, sosyal) destekleyen, biyolojik çeşitliliği olan, uygun maliyetli, herkesin ulaşabileceği kabul edilebilen, bireylerin optimal büyüme ve gelişimini sağlayan, beslenme açısından sağlıklı, yeterli ve güvenilir”* olarak belirtilmiştir (FAO ve WHO, 2019). BM, 2050 yılına kadar dünyadaki nüfusun yaklaşık 9,15 milyar civarına ulaşabileceğini bildirmiştir. Dünyada 2050 yılında tarımsal üretim ve tüketimin %60 daha fazla olacağı tahmin edilmektedir. Nüfus artışı için besin üretiminin sınırı, tarım sektörünün bu tür talebi karşılamadaki tarihsel becerisine rağmen bir endişe kaynağıdır (Alexandratos ve Bruinsma, 2012). İnsan sağlığı ve çevrenin sürdürülebilirliğini destekleme konusunda besin sistemleri önemli bir potansiyel taşımaktadır. Dünyada üretilen besinlerin 1/3'lük bir kısmı kayba uğramakta veya israf edilip atılmaktadır (Pekcan, 2019). Günümüzde besin atıklarının azaltılması, daha sürdürülebilir üretim ve tüketim modellerine yönelim önemli bir stratejidir (Brennan ve Browne, 2021).

2.2. DÜNYADA BESİN İSRAFI

Kentleşmenin gün geçtikçe hızla yükselmesi sonucu çevresel atık miktarı artmıştır. Atık; ihtiyaçlarımız için kullandığımız maddelerin, kullanım sonrası atılan kısmıdır (Güzel ve Akpınar, 2017). Besin atıkları ise tarladan sofraya, besin dağıtım sürecinin tüm aşamalarında üretici, işlemci, satıcı ve alıcılardan dolayı ortaya çıkan kayıp besinlerdir (Özkan vd.,2022).



Şekil 2.2. Besin Dağıtım Süreci (FAO, 2011)

Sürdürülebilirlik için besin atıkları önemlidir. İnsanların üretme ve tüketme üzerine olan alışkanlıkları dünyayı son yıllarda ekolojik anlamda negatif yönde etkilemiştir (Erdoğan, 2023). Besin atıkları ile kaynaklar boşa harcanmakta ve çevre bu durumdan olumsuz etkilenmektedir. Besinlerin atılmasıyla küresel sistemin etkinliği bozulmaktadır (Bajželj vd., 2020). Ek olarak besin atıkları besin üretim maliyetinin artmasına neden olmaktadır. Bu artış besin işletmelerinin yanı sıra tüketiciye ait harcama oranlarında da artışa sebep olmaktadır. Tüm bu durumlar besin israfının yüksek ekonomik harcamalara yol açtığını göstermektedir (Grizzetti vd., 2013). Besin atıklarının etkisi ile dünya tarımında %30'luk bir kayıp meydana gelmiştir (Rohini vd., 2020).

Amerika Birleşik Devletleri (ABD), tahmini besin kayıp oranını %40 olarak belirtmiş ve kişi başına 422 gram/gün besin israfı olduğunu bildirmiştir (Conrad vd., 2018).

FAO tahmini raporuna göre besin israfı kaynaklı yıllık 750 milyar dolar ekonomik kayıp vardır (Rohini vd., 2020). Dünyada besin israfının sosyal ve negatif etkilerle beraber yaklaşık 2,6 trilyon dolardan fazla olduğu belirtilmektedir (Koç ve Uzman, 2019). Avrupa Birliği'nde (AB) yıllık 88 milyon ton besin atığı oluşmaktadır (Beretta& Hellweg, 2019). Besin israfından dolayı Avrupa'da 153 milyar dolar ekonomik kayıp belirtilmiştir (Koç&Uzman, 2019). İspanya'da kişi başına yaklaşık 180 euro/yıl besin atığı olduğu bildirilmiştir (Garcia Herrero vd., 2018). Dünya'da en fazla besin israfının olduğu ülkeler içerisinde Türkiye yer almaktadır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı Besin İsrafı Endeksi Raporu (2021), Türkiye'de her yıl 93 kg/kişi besin israfının olduğu ve 7.762.575 ton/yıl besin israfı olduğunu bildirmiştir (United Nations Environment Programme [UNEP], 2021).

Dünya'da her geçen gün artan nüfus ile besin üretiminde 2050 yılına kadar yaklaşık %60 oranında artış beklenmektedir (Garcia-Herrero vd., 2018). Besin üretiminde artışın yanında besin israfında da artış olacağı anlaşılmaktadır. Bu sebeple besin israfının önlenmesi ile nüfusla birlikte artan besin ihtiyacının karşılanması sağlanacaktır.

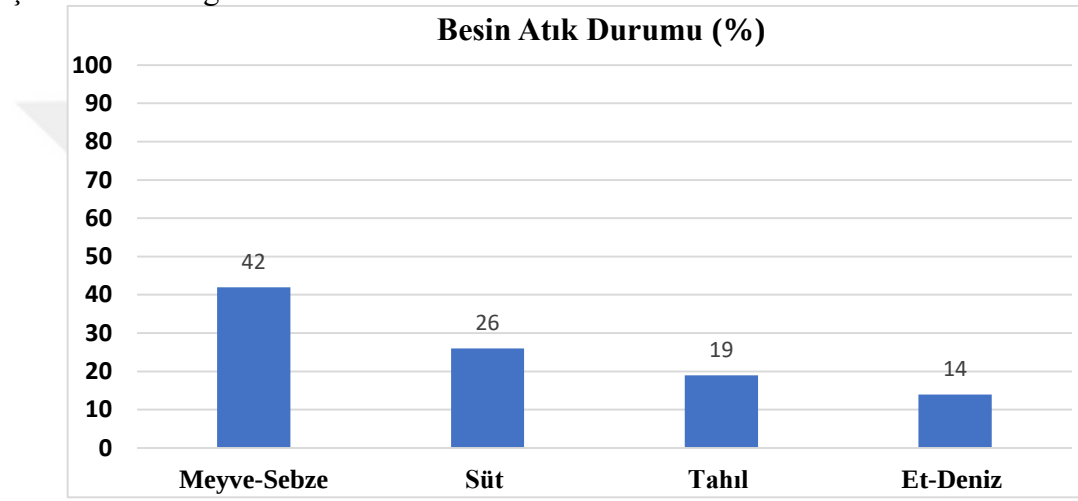
2.3. BESİN SANAYİSİ VE ATIK DURUMU

Besin atıklarını, besin tedarik zinciri aşamalarında, endüstriyel üretimde ve işleme aşamasında açığa çıkan sıvı ve katı organik kalıntılar oluşturmaktadır (Özdemir vd., 2021). Besin atıklarının ortaya çıkmasında birden çok sebep bulunmaktadır. Besin atıkları; besinlerin son kullanma tarihini geçtikten sonra atılması, yemek alışveriş harcamaları, tüketici tercihleri gibi durumlardan dolayı olabilmektedir (Erdoğan, 2023).

FAO, besin israfının ortaya çıkmasında tüketicilerin yanlış ürün planlaması ve satın alımı, ürün tarihinde yanlış bilgi yazılması, uygunsuz saklama koşulları, ürünün yanlış tekniklerle hazırlanması ve ihtiyacın üzerinde besin alınması gibi nedenleri belirtmiştir (FAO, 2020).

Besinlerin üretim, hasat işlemleri, depolama ve işlenmesi sürecinde yaklaşık %38 besin kaybı olmaktadır. Bu kayıpların nedeni olarak çevresel faktörler (iklim koşulları, hava olayları), hatalı insan davranışları (yanlış ambalajlama ve taşıma), gıda güvenliği kaynaklı problemler (yetersiz depolama koşulları, elverişsiz havalandırma sorunları) gösterilmektedir (Despoudi, 2021).

Türkiye İsrar Raporu, tüketicilerin %77,2'sinin tedarik ettikleri besini tükettiklerini, %22,8'inin ise kullanmadan israf ettiğini bildirmiştir. Besinlerin atılma sebepleri; ihtiyaç fazlası satın alma, son kullanma tarihine dikkat etmeme, uygun olmayan saklama koşulları gibi bireysel hatalardır. Bu rapor sonuçlarına göre besin israfında tedarik zincirinde olan sorunların yanı sıra bireylerin davranış ve tutumunun da önemli olduğunu anlaşılmaktadır (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2018). Besin atıklarını; hayvansal besin atıkları (et ürünleri, deniz ürünleri, süt ürünleri) ve bitkisel besin atıkları (meyve-sebze, tahıl ürünleri) oluşturmaktadır (Erdoğan, 2023). Besin ürünlerinin atık miktarları Şekil 2.3.1.'de gösterilmektedir.

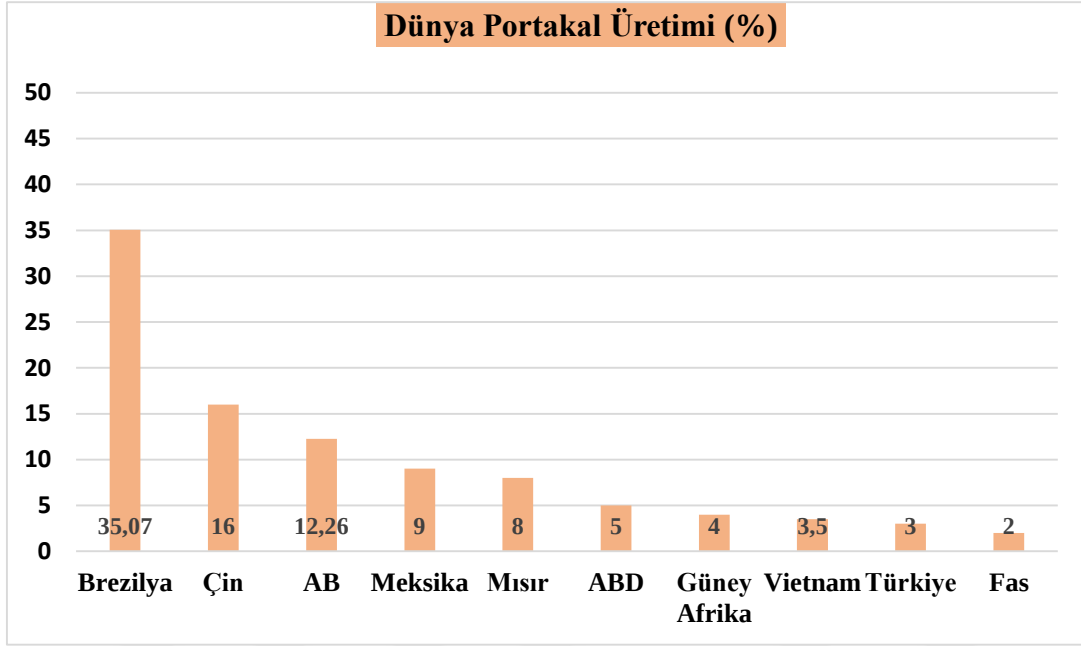


Şekil 2.3.1. Besin Atık Durumu (Erdoğan, 2023).

Tarımsal besin sanayi atıklarından meyve ve sebze kabukları çoğunlukla atılmaktadır. Bu sonuç besin ve tarım endüstrisinde önemli bir atık sorunudur (Güzel & Akpınar, 2017).

Meyveler ve sebzeler dünya çapında en çok tüketilen besinler arasındadır. Büyük miktarda atık; taze meyve tüketimi, meyve suları, reçeller, marmelatlar, jöleler, konserve meyveler, kurutulmuş ürünler, aroma maddeleri ve sağlıklı içecekler üretmek için yapılan endüstriyel işlemlerden kaynaklanmaktadır. Meyvelerden turuncgiller, dünya çapında en fazla yetiştirilen meyveler arasındadır (Russo vd.,2021). Bir turuncgil türü olan portakal, dünya genelinde en sık yetiştirilen ağaç meyvelerinden birisidir (Kaynarca ve Aşkın, 2020). ABD Tarım Bakanlığı verilerine göre 2022/2023 yılı itibarıyla dünyada toplam yaklaşık 48 milyon ton portakal üretimi gerçekleşmiştir (United States Department of Agriculture [USDA], 2023)

Portakal, meyve suyu sanayisinde en çok terih edilen turunçgil türüdür. Bu özelliği ile dünya turunçgil üretiminde önemli bir paya sahiptir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı,2023). Dünya portakal üretiminde 2022/23 yılında önde gelen ülkeler üretim paylarına göre Şekil 2.3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.3.2. Dünya Portakal Üretimi (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı,2023).

Türkiye, 1 milyon 320 bin ton portakal üretim miktarı ile dünyada 9. sırada yer almaktadır. Dünyada 2022-2023 yılında 78 milyon ton taze turunçgil tüketimi gerçekleşmiştir. Bu tüketimin %39’u (30 milyon 151 bin ton) portakala aittir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2022 yılı verilerine göre Türkiye’de turunçgil tüketimi 2,6 milyon ton civarındadır. Bu tüketimin 897 bin tonu (%35) portakala aittir. Kişi başına düşen portakal tüketimi 10,6 kg olarak bulunmuştur (TÜİK, 2023).

Dünyada portakal suyu üretimi sırasında her yıl yaklaşık 20 milyon ton portakal atığı oluşmaktadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı,2023). Evlerde insanlar portakalın lifi ve suyunu tüketip portakalın kabuğunu atmaktadırlar (Kaynarca ve Aşkın, 2020).

2.4. PORTAKAL

Turunçgiller, rutaceae familyasının aurantioideae alt familyası üyesi olan citrus cinsine ait bitkilerdir. Turunçgillerin; limon, mandalina, portakal, turunç, altıntop, ağaç kavunu ve bergamot gibi türleri vardır. Hindistan, Çin ve Güneydoğu Asya turunçgillerin ana vatanıdır. Modern olarak üretimi ise 19.yüzyılda ABD’de başlayarak dünyaya yayılmıştır (Erdoğan, 2023). Akdeniz Bölgesinde üretimi yoğun olan turunçgiller günümüzde Kuzey ve Güney Yarımkürede de üretilebilmektedir. Türkiye’de turunçgillerin büyük bir kısmı Ege ve Akdeniz Bölgelerinde üretilmektedir. Turunçgillerin üretim zamanı Ekim-Kasım aylarındadır. Bu üretim Mayıs-Haziran aylarına kadar sürer (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı,2023).

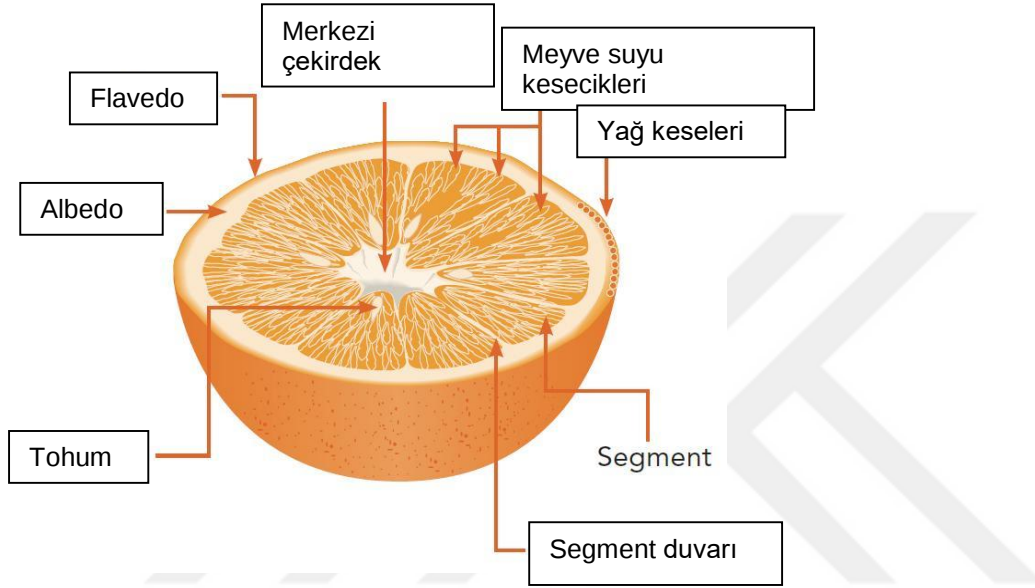
ABD Tarım Bakanlığı (USDA) 2023 verilerine göre Turunçgiller 2023 yılında Dünyada 101 milyon ton üretilmiştir. Turunçgiller içinde 48 milyon ton ile en fazla üretim portakala aittir (USDA, 2023). Portakal, dünyada en yararlı besinler arasında yer almaktadır. C vitamininden zengin olan portakal ayrıca diyet lifi, demir, kalsiyum, fosfor, potasyum, B vitaminleri (B₁, B₂, B₃, B₅, B₆), folat ve magnezyum içermektedir (Erdoğan, 2023). Portakala ait tüm besin değerleri Tablo 2.4.’te verilmiştir.

Tablo 2.4. Portakal Meyvesi Besin Bileşenleri (100 g) (Erdoğan, 2023)

Besin Bileşenleri	Miktar	Besinler	Miktar
Enerji	46 Kcal	B3 vitamini	0,400 mg
Karbonhidrat	11,54 g	B5 vitamini	0,250 mg
Şeker	9,14 g	B6 vitamini	0,051 mg
Diyet lifi	2,4 g	Folat	17 mg
Yağ	0,21 g	Demir	0,09 mg
Protein	0,70 g	Magnezyum	10 mg
C vitamini	45 mg	Kalsiyum	43 mg
B1 vitamini	0,100 mg	Fosfor	12 mg
B2 vitamini	0,040 mg	Potasyum	169 mg

Portakal, zengin besin içeriğine sahiptir. Özellikle diyet lifi içeriği ile önemli bir besin kaynağıdır. Diyet lifileri, portakalın kabuğunda etli kısmından daha çok bulunur. Portakal kabuğunda diyet lifi oranı %2,47-2,49 iken bu oran etli kısmında %1,30-1,32 aralığındadır (Erdoğan, 2023).

Portakal kabuğunu iki tabaka (albedo, flavedo) oluşturur. En dış kısımdaki tabaka flavedodur. Flavedo kısmında karotenoid pigmentleri ve lipit/yağ hücreleri vardır. Bu tabakanın altında beyaz renkli, kalın bir katman albedo yer almaktadır (Demirel ve Demir, 2018). Portakal, meyve (%50) ve kabuktan (%50) meydana gelir. Portakal kabuğu %70 albedo, %30 flavedodan oluşur (Deveci, 2008). Şekil 2.4.'te portakalın yapısı gösterilmektedir.



Şekil 2.4. Portakalın Yapısı (The orange book, 2017).

Portakal fitokimyasal bileşiklerin (karotenoidler, flavonoidler) kaynağıdır. Bu bileşikler portakala antioksidan özellik verir. Portakal; taze tüketim, meyve suyu üretimi, reçeller, bitkisel ilaçlar ve diyet takviyeleri üretimi olmak üzere çeşitli şekillerde tüketilir (Teixeira, 2020). Üretilen portakalların yaklaşık %50-60'ı taze meyve olarak tüketilmektedir. Geriye kalan kısmı meyve suyu için sanayide kullanılmaktadır. Portakallar işlenmeden önce geçici olarak depolarda saklanırlar. Sonrasında kabukları çıkarıldıktan sonra yıkama, ayırma ve sınıflandırma işlemleri uygulanır. Kabuğu soyulan portakallar meyve suyu ekstraksiyonunda kullanılır (Mohsin vd., 2021).

Endüstriyel işlemden toplam meyve ağırlığının %45'i kullanılır. Geriye kalan kabuk (flavedo %27), küspe (albedo ve endokarp %26) ve tohum (%2) kısımları atık oluşturur (Russo vd., 2021).

2.4.1. Portakal Kabuğu

Portakal kabuğu geri dönüşümü olmadan atılmaktadır (Mohsin vd., 2021). Hâlbuki yüksek katma değerli besin ürünlerine dönüştürülebilecek potansiyelde vitaminden zengin ve iyi bir besin kaynağıdır (Leo vd., 2022). Atık bir malzeme olmasına rağmen, polimerler (pektin) ve biyoaktif bileşiklerden (fenoller, limonen ve karotenoidler) zengindir (Mohsin vd., 2021).

Portakal kabuğu, polifenoller (flavonoidler ve fenolik asitler), şekerleri (glukoz, fruktoz ve sakkaroz), diyet liflerini (pektin ve selüloz) ve vitaminleri (B vitamini kompleksi) içerir (Russo vd., 2021).

Atıkların değerlendirilmesi günümüzün önemli konularından birisidir (Güzel ve Akpınar, 2017). Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin bir parçası olarak BM, 2030 yılına kadar satıcılarda ve alıcılarda birey bazında besin atığını yarıya indirmeyi ve geri dönüşüm yoluyla atık oluşumunu önemli ölçüde azaltmayı hedeflemektedir (Brennan ve Browne, 2021). Portakal kabuğu sürdürülebilir besin sisteminde atık yönetimi açısından önemlidir (Leo vd., 2022). Portakal kabukları, fonksiyonel besin endüstrilerinde yeni üretimler için değerli, ekonomik ve yenilebilir kaynak olarak kabul edilmektedir (Russo vd., 2021).

Portakal kabuğu, besinlerin besin değerini artırabilecek potansiyelde zengin diyet lifi (pektin, selüloz, hemiselüloz, lignin), protein, lipit ve kül kaynağıdır. Tablo 2.4.1.'de portakal kabuğunun besin ögesi içerikleri verilmiştir (Mohsin vd., 2021).

Tablo 2.4.1 Portakal Kabuğu Besin Ögesi İçerikleri (Mohsin vd., 2021)

Parametreler	Portakal Kabuğu
Toplam Kuru Madde	22-24%
Şeker	10-12%
Protein	7-8%
Kül	2-3%
Lipit	3-4%
Selüloz	30-35%
Pektin	15-20%
Lignin	7-9%
Hemiselüloz	10-15%

2.5. NOHUT

Baklagiller (mercimek, fasulye, nohut, bakla, börülce) zengin protein içerikleri sebebiyle insanlar için önemli protein kaynağı bir besin grubudur (Taş, 2023). Baklagil familyasına ait bitki türlerinden birisi nohuttur. Kabuli ve desi olmak üzere Dünyada yetiştirilen 2 ana biyotip nohut türü vardır. Kabuli genellikle Güney Avrupa, Batı Asya Kuzey Afrika’da yetiştirilmektedir. Diğer nohut türü ise çoğunlukla Etiyopya ve Hindistan’da yetiştirilmektedir (Herrera ve Gonzalez, 2021). Türkiye’de üretilen nohut cinsi kabulidir. Türkiye’de nohut ekim alanlarının en yoğun olduğu bölgeler; İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Akdeniz şeklindedir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı,2022).

2.5.1. Nohut Unu

Nohut, yüksek protein içeriği ile et ve et ürünleri proteinlerine karşı iyi bir alternatif sunmaktadır. Hayvansal besinlerin yerine daha ulaşılabilir ve ekonomik olarak uygundur. Nohut ayrıca bazı vitaminleri (tiamin, riboflavin, niasin) içerir. (Taş, 2023). Tablo 2.5.1.’de nohut unu besin ögesi içerikleri verilmiştir.

Tablo 2.5.1. Nohut Unu Besin Ögesi İçerikleri (Rachwa vd., 2015)

Besin Ögesi	Nohut Unu
Karbonhidrat (%)	47.4-55.8
Protein (%)	24.4-25.4
Yağ (%)	3.7-5.1
Diyet lifi (%)	3.9-11.2
Kül (%)	2.8-3.2

Nohut’un diyabet, kalp-damar hastalıkları, kanser ve bazı sindirim hastalıkları gibi hastalıkların görülme sıklığını azalttığı rapor edilmiştir (Jukanti vd., 2012). Sağlık yararları ve zengin besin içerikleri sebebiyle nohutunun fırıncılık ürünlerinin (bisküvi, ekmek, kraker) üretimine eklenmesi önerilmektedir (Özülkü, 2017).

2.6. BİSKÜVİ

Fransız Dilinde bescoit, Latin Dilinde bis coctus kelimelerinden Türk Dilinde bisküvi kelimesi türetilmiştir. İlk olarak sıcak fırında pişirildikten sonra kuruma işlemi için soğuk fırına alınan üründür (Can, 2015).

Türk Standartları Enstitüsü (TSE) hazırladığı TS2383 bisküvi standardına göre bisküviyi şöyle tanımlamıştır: *Tahıl unları içerisinde kabartmayı sağlayıcı maddeler, şeker, tuz, yağ ve Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde kullanılmasına izin verilen maddelerden biri / birkaçı katıldıktan sonra su ile yoğrularak tekniğine uygun bir biçimde işlenmesi, şekil verilmesi ve pişirilmesi sonucunda elde edilen bir mamuldür* (TSE). Tüketime hazır atıştırmalıklar arasında daha geniş tüketim tabanı, uzun raf ömrü ve iyi yeme kalitesi gibi birçok çekici özelliğe sahip yumuşak buğday ürünleridir (Yadav vd., 2012).

Bisküviler; protein, vitamin, mineral ve diyet lifi içeriği bakımından zengin değildir. Ek olarak yüksek miktarda yağ ve şeker içerir. Bu besin içerikleri sebebiyle tüketiciler için sağlıklı bir seçenek olmadığı anlaşılmaktadır. Bisküvilerin besin içerikleri bazı bileşenlerle zenginleştirilebilir. Tahıllardan, bitki kök ve yumrularından, baklagillerden elde edilen farklı unlar, buğday ununa eklenerek veya eklenmeden harmanlanarak kompozit un oluşturulabilir. Bisküvi formülasyonunda buğday unu yerine pirinç unu, arpa unu, yulaf unu, nohut unu gibi unlar kullanılabilir (Dhankhar vd., 2019).

Bisküviler farklı reçete formülleri ve farklı üretim tekniklerine (yoğurma, pişirme vb.) sahip olsalar da ana hatlarıyla un, tuz, yağ, şeker, kabartma tozları (amonyum bikarbonat, sodyum bikarbonat) ve su bileşenlerini içerir (Can, 2015). Bisküvilerin duyuşal özellikleri de önemlidir. Bu özellikler; renk, tat, koku, yapı ve görünüşdür. Tablo 2.6.'da bisküvinin duyuşal özellikleri gösterilmektedir (T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, 2013).

Tablo 2.6. Bisküvinin Duyusal Özellikleri (Millî Eğitim Bakanlığı, 2013)

Özellik	Değer
Tat, koku ve renk	Tadı acı olmamalıdır. Yabancı tat veya koku içermemelidir. Kendine özgü renkte ve kokuda olmalıdır.
Dış Görünüş ve Yapı	Örnek görünüş ve gevrek bir yapıda olmalıdır. Kırılmamış ve zarar görmemiş olmalıdır.
Yabancı madde	Yer almamalıdır.

Bisküvinin ana bileşeni buğday unudur. Rafine buğday unu, şeker, tereyağı ve düşük diyet lifi içeriği sebebiyle bisküviler yüksek miktarda kolay sindirilebilir nişasta içerir. Bu özellikler, tüketim sonrasında kan glikoz seviyelerinin hızlı bir şekilde yükselmesine yol açarak bisküvilerin yüksek glisemik indeksli (GI) besinler arasında yer almasına neden olmaktadır. (Kamil vd., 2023).

2.6.1. Bisküvi Formülasyonunda Ana Maddeler

2.6.1.1. Un Bileşeni

Tahıl ürünleri insan beslenmesinde önemli bir konumdadır. Bisküvi, ekmek, makarna ve kekler bilinen en yaygın tahıl içerikli ürünleridir (Tekin, 2013). Tahıllar; buğday, arpa, çavdar ve yulaftır (Argan, 2019). Tahıllardan buğday, Türkiye’de en çok üretilen besindir. Buğdaydan makarna, nişasta, un gibi ürünler elde edilmektedir (Tekin, 2013).

Un, bisküvi formül içeriklerinde en yüksek orana sahiptir. Bisküvi yapısının oluşumunda etkisi büyüktür (Alioğlu, 2019). Bisküvi üretiminde genellikle yumuşak taneli, düşük proteinli buğday unu kullanılmaktadır (Can, 2015). Dünya genelinde bulunan buğday türlerinden triticum compactum bisküvi yapımında yaygın kullanılan un türüdür (Aksoylu 2012). Triticum compactum, %70-72 randımanla öğütülerek ortaya çıkan düşük kaliteli, yaklaşık %12 protein içeriğine sahip unlardır (Can, 2015).

Günlük alınan enerjinin tahmini %50’lik bir oranı tahıl ürünlerinden sağlanmaktadır. Tahıl ürünleri günlük diyetle iyi bir enerji ve diyet lifi kaynağıdır. Ancak tahıl bazlı besinlerin protein kaliteleri düşüktür (Tekin, 2013). Tahıllar ayrıca gluten proteini içermektedir. Bu özellikleri ile gluten hassasiyeti olan kişilerde bazı sindirim sorunlarına yol açabilirler. Bu kişiler için glutensiz ürünler piyasada satılmaktadır. Ancak glutensiz ürünlerin genelde nişasta içermelerinden dolayı besleyici değerleri düşüktür. Bu besinleri tüketmeleri gereken bireylere yönelik protein içerikleri farklı olan besinlerin oluşturulması önemlidir (Argan, 2019). Tahıl ürünlerinden buğday ununun protein içeriği düşüktür. Buğday ununa kıyasla baklagillerin protein içeriği daha zengindir (Yadav,2012). Baklagil unlarının diyet lifi içeriği buğday unundan daha yüksektir (Taş, 2023). Baklagil unlarından nohut unu yüksek miktarda kompleks karbonhidrat içerir. Bu özelliği ile buğday unundan glisemik indeksi daha düşüktür (Özülkü, 2017). Nohut unu ve buğday ununun besin değerleri karşılaştırması Tablo 2.6.1.1.’de bulunmaktadır.

Tablo 2.6.1.1. Nohut Unu ile Buğday Unu Besin Değerleri (Rachwa vd., 2015)

Besin Değeri	Nohut Unu	Buğday Unu
Karbonhidrat (%)	47.4-55.8	64.6-69.04
Protein (%)	24.4-25.4	9.3-14.3
Yağ (%)	3.7-5.1	1.25-2.93
Diyet lifi (%)	3.9-11.2	0.9-1.8
Kül (%)	2.8-3.2	1.48-3.3

2.6.1.2. Yağ

Yağlar, bisküvi yapımında önemli bir diğer bileşendir. Bisküvi yapımında sıvı ve katı yağlar kullanılır. Bu yağlara “shortening” ismi verilmiştir (Can, 2015). Shortening terimine alternatif olarak pastacılık yağı terimi de kullanılmaktadır. Bisküvilerde shorteningler; istenilen damak tadının yakalanması, sabit ve düzgün bir yapının verilmesi, nitelik özelliklerinin kazandırılması ve depolama kalitesinin artırılmasını sağlarlar. Yağlar, bisküvinin yapı, lezzet ve kalitesini direkt etkilemektedir (Alioğlu, 2019). Yağlar, hamur yoğurma işleminde hamura yayılarak hamurun istenilen düzeyde kabarmasını sağlar. Ürünlerin gevrekliğini artırır (Aksoylu, 2012). Bisküvi üretiminde; tereyağ, margarin, bitkisel sıvı yağlar kullanılır (Alioğlu, 2019). Günümüzde ayçiçek yağı, mısır yağı, yer fıstığı, palm yağı gibi yağlar da bisküvi yapımında kullanılabilmektedir (Can, 2015).

2.6.1.3. Tuz ve Kabartıcılar

Bisküvi üretiminde tuz, formülde yer alan un ağırlığının %1-1.5’u kadar ilave edilir. Bu oranlar bisküvide tuzun en iyi etki gösterdiği aralıktır. Eklenecek tuz oranı %2,5 üzerinde olursa lezzet kötü yönde etkilenir. Hamurun yağları birleştirme kapasitesi de azalır. Bu yüzden tuz ilavesi sınırlı tutulmalıdır (Aksoylu,2012).

Kabartıcılar, hamurda bulunan karbondioksit gazının salınımı ile bisküvi hamurunun kabarmasına yardımcı olurlar. Ürünlerin hızlı bir şekilde kabartılması için kullanılırlar. Karbonatlar bisküvi üretiminde yaygın olarak kullanılan kabartıcılardır. Bikarbonat türleri (sodyum ve amonyum) genellikle kullanılırken asit dengesizliği olduğu durumlarda fosfat bileşikler kullanılmaktadır (Alioğlu, 2019).

Kabartıcılar kullanım aşamasında başka bir bileşenle karıştırılmadan hamura eklenmelidir. Başka bir bileşenle karıştırılırsa sahip olduğu gazı kaybederek istenilen katkıyı veremeyebilir (Can, 2015). Kabartıcılarda alkali yapıda olanlar fazla olursa renkte sararma ve acı bir lezzet oluşumu görülebilir. Asidik kabartıcılar fazla olursa ekşi bir tat oluşabilir (Aksoylu,2012).

2.6.1.4. Su

Fırıncılık ürünlerinde hamur oluşumunda su elzem bileşenlerdendir. Su, maddelere yönelik çözücü özelliğe sahiptir. Tuz, şeker, ve çözünebilir proteinler, hamurda su aracılığıyla çözünürler. Hamurdaki bu bileşenleri karıştırarak hamura istenen visko-elastik yapıyı kazandırır. Hamur işlenebilirliği, renk ve tat gibi özellikleri etkiler. Fermantasyonu sağlayarak ürün kalitesinde etkili olan temel bileşenlerden birisidir. Bisküvi yapımında kullanılacak suyun pH derecesi önemlidir. Limit olarak 6.5-6.8 pH derecesi normal kabul edilmektedir (T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, 2013).

2.6.1.5. Şeker

Un ve yağ ile şeker bisküvilerde önemli fonksiyonlara sahip ana bir malzemedir. Bisküvinin yapısal ve dokusal özelliklerine katılır (Roze vd., 2021). Bisküvi üretiminde kullanılan en yaygın şeker türü sakkarozdur. Diğer şekerler ise mısır şurubu, melas, karamel ve baldır. Diyet ürünlerde ise sakarin ve aspartam gibi yapay tatlandırıcılar kullanılmaktadır (Aksoylu, 2012). Şekerin bisküvi üretimindeki işlevleri; tatlı bir lezzet oluşması, sertlik ve gevreklik, bisküvi hamurunun fırında daha uzun sürede kabarması ve bisküvinin daha geç bayatlamasını sağlamaktır (Alioğlu, 2019).

2.6.2. Bisküvilerin Reformülasyonu

Bisküvi üretiminde kullanılan üretim metodlarından birisi AACC Standart No:10-54'tür. Klasik bisküvi formülasyonunda un (100 g), şeker (40g), yağ (40 g), tuz (1,25 g), sodyum bikarbonat (1 g), amonyum bikarbonat (0,5g) bulunmaktadır (Giritlioğlu,2017; Erdoğan 2023). Bu araştırmada klasik tarife PKT ilave edilmesi planlanmıştır. Literatürde, portakal kabuğu tozunun bisküvilere ilave edildiği çalışmalar incelenmiş ve bisküvilere %5, %10, %15, %20 oranlarında PKT eklendiği görülmüştür (Obafaye ve Omoba 2018; Rani vd., 2020). Bu çalışmalarda un türü olarak buğday unu kullanılmıştır (Rani vd., 2020; Erdoğan 2023).

Araştırmada diyet lifi içeriğini artırmak ve sürdürülebilir atık yönetimine katkı sağlamak için bisküvi formülasyonlarına %0, %5, %10, %15, %20 oranlarında portakal kabuğu tozu eklenmiştir. Ayrıca, besinsel özellikleri (diyet lifi, protein) zenginleştirmek ve glisemik indeks seviyelerini düşürmek amacıyla için buğday unu yerine nohut unu tercih edilmiştir. Bu reformülasyon, klasik bisküvi formülasyonlarına kıyasla daha sağlıklı, besin değeri zenginleştirilmiş ve sürdürülebilir bisküviler geliştirilmesine önemli bir katkı sağlamıştır.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMANIN TASARIMI VE AMACI

Bu araştırma PKT ve nohut unu kullanılarak diyet lifi ve protein içeriği yönünden zenginleştirilmiş, besin değeri yüksek, glutensiz, fonksiyonel, çevreye yararlı bisküviler üretmek; aynı zamanda besinsel atık oluşumunun azaltılmasını sağlamak amacıyla tasarlanan deneysel bir araştırmadır.

Araştırmanın hipotezleri: Portakal kabuğu tozu ilaveli bisküvilerin diyet lifi oranının piyasada bulunan bisküvilere göre daha yüksek olması beklenmektedir. Nohut unu ile üretilen bisküvilerin diyet lifi ve protein içeriğinin diğer bisküvilere göre daha yüksek olması beklenmektedir. Portakal kabuğu tozu ve nohut unu içerikli bisküvilerin, glisemik indeks değerlerinin diğer bisküvilerden daha düşük seviyelerde olması ve sindirilebilirliklerinin daha iyi olması beklenmektedir. Portakal kabuğu tozu kullanılmasının besin atıklarının değerlendirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir. Portakal kabuğu tozu ve nohut unu kullanılarak üretilen bisküvilerin yüksek diyet lifi ve protein içeriği sayesinde fonksiyonel besin kategorisinde yenilikçi ürünlerden olması beklenmektedir.

3.2. ARAŞTIRMANIN ETİK YÖNÜ

İstanbul Okan Üniversitesi Fen, Sosyal ve Girişimsel Olmayan Sağlık Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulunun 22.02.2023 Tarihli 163-9 Sayılı toplantı kararı sonucu bu araştırma etik açıdan uygun bulunmuştur (EK-A). Etik kurul onayı sonrası araştırmada kullanılacak bisküvi örneklerinin duyu analizi ve tüketici beğenisine sunulması için İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanlığının 07.04.2023 Tarihli 2023-13 Toplantı Numaralı Yönetim Kurulu Kararı ile araştırma izni alınmıştır (EK-B). Duyusal analiz panelinde yer alan panelistlere ve katılımcılara bilgilendirme yapılmış ve gönüllü onam formu doldurtulup imzalatılmıştır (EK-C). Katılımcılar araştırmaya gönüllülük esasına uygun olarak katılmıştır.

3.3. ARAŞTIRMANIN YERİ VE ZAMANI

Ürün geliştirme, laboratuvar analizleri ve duysal analiz olmak üzere üç aşamadan oluşan araştırmadaki bisküvi örneklerinin laboratuvar analiz çalışmaları İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Sabri Ülker Gıda ve Beslenme Ar-Ge merkezinde yapılmıştır. Bu araştırma, Etik Kurul onayı sonrası 07/04/2023-01/04/2024 tarihleri arasında İstanbul Gelişim Üniversitesi'nde araştırmaya dahil edilen panelistler/tüketiciler ile gerçekleştirilmiştir.

3.4. ARAŞTIRMANIN AŞAMALARI

Araştırmanın aşamaları; ürün geliştirme, laboratuvar analizleri ve duysal analiz olmak üzere 3 aşamadan oluşmaktadır.

1. Ürün Geliştirme: Araştırmanın ürün geliştirme aşamasında %100 nohut unu kullanılarak farklı oranlarda (%0, %5, %10, %15, %20) PKT içeren 5 farklı bisküvi örneği geliştirilmesi amaçlanmıştır.
2. Laboratuvar Analizleri: Araştırmanın bu aşamasında bisküvilerin besin değerleri, glisemik indeksleri ve in vitro sindirilebilirliğinin incelenmesi hedeflenmiştir.
3. Duysal Analiz: Duysal analiz için panel düzenlenerek üretilen bisküvilerin katılımcılar tarafından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

3.4.1. Ürün Geliştirme

Araştırmanın ürün geliştirme aşamasında bisküvi üretimi yapılmıştır. Bisküvi üretiminde kullanılacak malzemelerden PKT için marketlerde en yaygın olarak bulunan Washington türü portakal kullanılmıştır. Diğer malzemeler nohut unu, ayçiçek yağı, şeker(sakkaroz), tuz, kabartma tozları marketlerden alınmıştır.

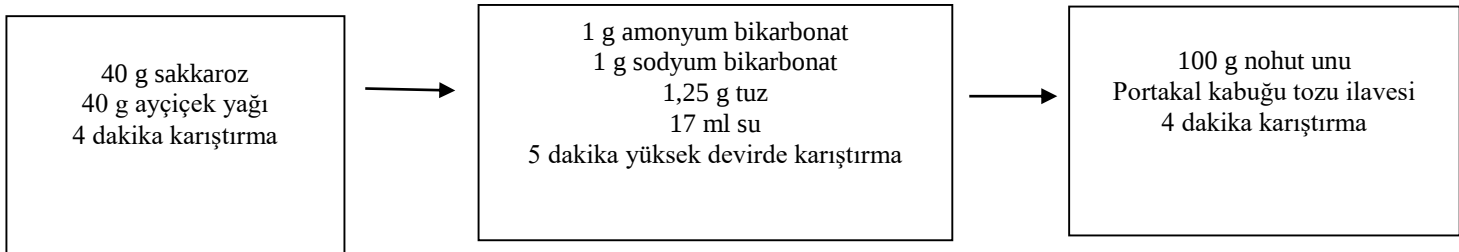
Ürün geliştirmede AACC Standart No:10-54 üretim metodu revize edilmiştir (Giritlioğlu,2017; Olcay,2019; Aydos,2022). Bu çalışmada farklı bisküvi formülasyonları denenmiştir. Yapılan denemeler Tablo 3.4.1.'de yer almaktadır.

Tablo 3.4.1. Bisküvi Formülasyonları

Bisküvi Bileşenleri	Bisküvi Formülasyonları				
	%0 PKT ilaveli bisküvi	%5 PKT ilaveli bisküvi	%10 PKT ilaveli bisküvi	%15 PKT ilaveli bisküvi	%20 PKT ilaveli bisküvi
Nohut Unu (g)	100	100	100	100	100
PKT (g)	0	5	10	15	20
Yağ (Ayçiçek) (g)	40	40	40	40	40
Sakkaroz (g)	40	40	40	40	40
Tuz (g)	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Sodyum bikarbonat (g)	1	1	1	1	1
Amonyum bikarbonat (g)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

PKT oranı literatürdeki çalışmalara göre belirlenmiştir (Obafaye ve Omoba, 2018; Rani vd., 2020; Erdoğan 2023). Bu çalışmalarda PKT en az %5 en çok %20 oranında kullanılmıştır.

Araştırmada yer alan bisküvi örnekleri üretilirken kullanılan malzemeler; nohut unu, portakal kabuğu tozu, Ayçiçek yağı, şeker, tuz, amonyum bikarbonat, sodyum bikarbonattır. Bisküvilerin hazırlanış aşamaları Şekil 3.4.1.'de gösterilmiştir.

**Şekil 3.4.1 Çalışmada Kullanılan Bisküvinin Hamur Formülasyonu Akış Şeması**

Çalışmada kullanılacak portakallar yıkandıktan sonra, kabukları dikkatlice kesilerek alınmış ve -18°C’de dondurucuya alınmıştır. Portakal kabukları kurutma cihazında kurutulduktan sonra blender yardımıyla toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilen numuneler kullanılıncaya kadar vakum makinası yardımıyla hava almayan paketler ile soğuk ortamda muhafaza edilmiştir. Bisküviler Tablo 3.5.1’deki formülasyona göre tartılıp 17 ml su ilavesinden sonra mikser ile yoğrulmuştur. Yoğrulan hamur bisküvi üretebilmek için silindir merdane ile açılmıştır. Açılan hamur dairesel kalıpla kesilerek standart hale getirilmiştir.

Bir tepsi üzerinde kesilen hamurlar 180°C’de 15 dakika boyunca fırında fansız programda pişirilmiştir. Pişirme işlemi sonrası bisküviler fırından çıkartılıp 1-2 saat soğutulduktan sonra kilitli paketlerde saklanmıştır.

3.4.2. Laboratuvar Çalışmaları

3.4.2.1. Toplam Nem Miktar Analizi

Bisküvilerin nem tayini AOAC 925.10 metodu ile yapılmıştır. Bisküvi örnekleri karıştırıcı ve değirmen yardımı ile homojen hale getirilmiştir. Örnekler petri kap içerisinde (petri kabının kapağı ile) tartılmıştır. Tartılan örnekler etüvde (laboratuvar fırını) kurutma yöntemi ile 130±3°C derecede 1 saat bekletilmiştir. Etüv sonrası örnekler desikatöre (nem alıcı kap) alınarak oda sıcaklığına (20°-22°C) gelene kadar bekletilmiştir. Örneklerde yapılan tartımlarda fark 0.5 mg’ı geçmediğinde sabit tartım elde edilmiştir. Sabit tartım sonrası son kez tartım yapılmıştır. Sonuçlar arasındaki farklılıkların kabul edilebilirlik durumu analiz metot doğrulama çalışmasına göre değerlendirilmiştir. Nem değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (AOAC, 2010).

$$KM (\%) = \frac{M_1 - M}{M_2 - M} \times 100$$

KM: Kuru madde

M: Kurutma kabı ve kapağının darası (g)

M₁: Kurutma kabı ve kapağı ile kalıntının ağırlığı (g)

M₂: Kurutma kabı ve kapağı ile numunenin ağırlığı (g)

$$Nem (\%) = 100 - KM (\%)$$

3.4.2.2. Kül Miktarı Analizi

Bu analizde AOAC 923.03 yöntemi kullanılmıştır. Homojen hale getirilen örnekler kül fırınında bekletilerek sabit ağırlıkta olan boş krozelerde tartılmıştır.

Örneklerin ön yakma işlemleri bunsen bekinde (sterilizasyon, ısıtma ve yanma için kullanılan laboratuvar ekipman parçası) çeker ocak altında yapılmıştır. Krozeler kül fırınında 550 ± 10 °C’de 4 saat kalıntı elde edilene kadar yakılmıştır. Fırından alınan krozeler desikatörde sabit tartım düzeyine kadar bekletilerek tartılmıştır. Analiz sonucunda paralel sonuçlar arasındaki farklar validasyon sonuçlarına göre değerlendirilmeye alınmıştır. Örneklerdeki kül değerlerinin hesaplaması aşağıdaki formüle göre yapılmıştır (AOAC, 2010).

$$\text{Kül (\%)} = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \times 100$$

m_0 : Deneyde kullanılan örnek ağırlığı (g)

m_1 : Krozenin darası (g)

m_2 : Kroze ve külün ağırlığı (g)

3.4.2.3. Protein Analizi

Bu yöntemde bisküvi örneklerindeki azot miktarları belirlenip buna bağlı olarak protein içeriği hesaplanmıştır. Bisküvilerin protein miktarları AOAC 960.52 Kjeldahl metodu ile belirlenmiştir. Örnekler asit ile parçalanarak azotun serbest hale geçmesinden sonra “Kjeldahl titrasyonu” ile azot içeriği belirlenmiştir. Analiz sürecinde azot tayin cihazı kullanım kılavuzu referans alınmıştır (AOAC, 2010).

Çözeltilerin Hazırlanması: Hidroklorik Asit Çözeltisi (HCL) (0.1 N): 1 L balon jojeye 8.27 ml hidroklorik asit eklenmiş ve hacim distile suyla tamamlanmıştır. Bir beherde 0.4 g sodyum karbonat tartıldıktan sonra (T_1), 40 ml distile su ve 10 damla metil kırmızısı indikatörü içeren bir karışıma 0,1 N hidroklorik asitle titrasyon yapılmıştır.

Titrasyon üç paralel işlemle tekrarlanmış, renk pembe olunca sarfiyat değerleri A_1 - A_2 , A_3 olarak kaydedilmiş ve molarite hesaplanmıştır.

Molarite (M): $18.686 \times T_1 / (A_1 + A_2 + A_3)$

Sodyum Hidroksit (NaOH) Çözeltisi: 1 L balon jojeye 400 g (%40) NaOH eklenmiş ve hacim distile suyla tamamlanmıştır.

İndikatör Çözeltileri:

- Metil Kırmızısı: 100 ml’lik balon jojede 0.1 g metil kırmızısı tartıldıktan sonra hacim %95 metanol ile tamamlanmıştır.

- Bromkresol Yeşili: 100 ml'lik balon jojede 0.1 g kresol yeşil tartıldıktan sonra hacim %95 metanol ile tamamlanmıştır.

Borik Asit Çözeltisi: 2 L balon jojeye 100 g borik asit eklenmiş, sıcak distile suyla çözülmüş ve hacim tamamlanmıştır. Oda sıcaklığına getirilen çözelti 10 L'lik erlene alındıktan sonra 100 ml brom kresol yeşili ve 70 ml metil kırmızısı eklenmiştir. Çözeltinin pH'ı ayarlandıktan sonra distile su ile hacim tamamlanmıştır.

Borik Asit Çözeltisinin Hazırlanması: Distile suya (100 ml) borik asit (25 ml) ilave edilmiştir. İlave sonrası kırmızı renk oluşunca 0.1 M NaOH ile gri renk elde edilene kadar titrasyon yapılmıştır. Hesaplama (0.1 M alkali= ml titrant x 400 ve 1.0 M alkali= ml titrant x40) 10 L'ye göre yapılmıştır. Hesaplanan miktardaki sodyum hidroksit çözeltisi borik asit çözeltisine eklenerek karıştırılmıştır (AOAC, 2010).

Örnek Hazırlığı: Katı örnekler değirmenle, yarı katı örnekler havan ve karıştırıcı ile, sıvı örnekler ise çalkalayarak homojenize edilmiştir (FOSS, 2003).

Kimyasal Kontrol (Amonyum sülfatın hazırlanması): Amonyum sülfat 4 saat boyunca 102°C'de etüvde kurutulup desikatörde soğutulduktan sonra 0.15 g amonyum sülfat, 75 ml distile su ve 50 ml'lik %40 NaOH ile karıştırılarak distile edilmiştir. Azot oranı hesaplanmış ve geri kazanım yüzdesi bulunmuştur.

Amonyum sülfattaki N oranı (%99,5): 21.09

Azot (%): [(örnek, ml - kör, ml) x Normalite x 14.007 x 100] / örnek, mg

Geri kazanım (%) = Azot, % / 21.09x100 (Jones, 1941).

Analiz: Tahmini azot içeriğine göre; 0.1-2.0 g homojen örnekler azotsuz kağıtlarda tartılarak yakma tüpüne konulmuştur. Sonrasında Kjeldahl tabletleri ve sülfürik asit eklenerek örneklerin asit ile ıslanması sağlanmıştır.

Yakma işlemi 420°C'de gerçekleştirilmiştir. Örnekler berrak mavi/yeşil renge ulaştığında işlem tamamlanmıştır. Yakma tüpü soğutulduktan sonra distilasyon cihazına yerleştirilmiş ve işlem otomatik olarak devam etmiştir. Örnekler için kullanılan her tüpe dikkatli bir şekilde 80 ml distile su, 25-30 içerikli borik asit çözeltisi ve 50 ml'lik %40 NaOH çözeltisi konulmuştur. Distilasyon 4 dakika süreyle devam etmiştir. Titrasyon sonunda elde edilen veriler, % azot hesabında kullanılmıştır. Tüm işlemler, bir kör örnek üzerinde de gerçekleştirilmiştir (Watt and Merrill, 1963).

Hesaplama:

$$\text{Azot (\%)} = 1.4007 \times M \times F \times A - B / T$$

1.4007: 0.1 ml 0.1 N hidroklorik aside karşılık gelen azotun atom ağırlığı

M: Asitlik molaritesi, mol/L

F: Standart Kjeldahl faktörü

A: Titrant harcaması (ml)

B: Kontrol harcaması (ml)

T: Örnek ağırlığı (g)

$$\text{Protein (\%)} = \text{Azot (\%)} \times \text{Protein Faktörü (Baklagiller için 6.25)}$$

3.4.2.4. Amino Asit Kompozisyonu Analizi

Ultra hızlı sıvı kromatografisi yöntemi kullanılarak amino asit kompozisyon tayini yapılmıştır. Amino asit kompozisyonu 17 amino asidi (aspartik asit, glutamik asit, serin, glisin, arjinin, histidin, treonin, lizin, alanin, prolin, lösin, izolösin, sistin, tirozin, fenilalanin, valin, metiyonin) kapsamıştır.

Analiz Süreci ve Çözelti Hazırlığı:

•HCl (0.1 N): 1 L balon jojeye 8.28 ml HCl eklenmiş ve deiyonize su ile tamamlanmıştır.

•HCl (6 N): 1 L balon jojeye 496.8 ml HCl eklenmiş ve deiyonize su ile tamamlanmıştır.

Türevlendirme Çözeltisi: 100 ml balon jojeye 1.2 ml fenilizotiyosiyanat ve 100 ml asetonitril eklenmiştir.

Amonyum Asetat (0.02 M): 200 ml balon jojeye 0.31 g amonyum asetat eklenmiş ve deiyonize su ile tamamlanmıştır.

Asetonitril: Metanol: Trietilamin Karışımı: 200 ml balon jojeye 100 ml asetonitril, 50 ml metanol ve 20 ml trietilamin eklenmiş ve karıştırılmıştır.

Standartların Hazırlığı: Her bir aminoasit standardından 10 mg tartılmış ve 100 ml balon jojeye eklenmiş sonra 0.1 N HCl ile çözülmüş ve hacim tamamlanmıştır (Gheshlaghi vd., 2008).

Örnek Hazırlığı: 0.1-1.0 g homojenize edilmiş örnek, 50 ml'lik kapalı analiz şişesine alınmış ve üzerine 20 ml'lik 6 N HCL çözeltisi eklenmiştir. Şişeye azot gazı verildikten sonra, kapak sıkıca kapatılmış ve örnek 110°C'de 24 saat hidrolize edilmiştir.

Oda sıcaklığına getirilen örnek, filtre kâğıdından süzölmüştür. Süzöntöden 0.2 ml alınmış ve azot gazı altında 50°C’de buharlaştırılmıştır, ardından 0.5 ml asetonitril eklenip işlem tekrarlanmıştır. Tüpte kalan maddeye 0.5 ml asetonitril: metanol karışımı ve 0.1 ml türevlendirme çözeltisi eklenmiş, 40°C’de 30 dakika işlem yapılmıştır. Bu işlemde sonra azot gazı altında buharlaştırılmış tüpe 0.2 ml asetonitril eklenmiş ve tekrar buharlaştırılmıştır. Son olarak, 5 ml 0.02 M amonyum asetat eklenmiş, süzölmüş ve ultra hızlı sıvı kromatografisine enjekte edilmiştir. Analize alınacak örnek miktarı, belirlenen besin ögesinin numune içindeki seviyesine göre ayarlanmıştır (Shimadzu, 2007).

3.4.2.5. Yağ Analizi

Bisküvi örneklerinde toplam yağ miktarının belirlenmesi için “Sokselet Yöntemi” kullanılmıştır. Bu yöntemde örnekler uygun bir çözöcöde sokselet sistemi ile ekstrakt edilerek yağ miktarı tayin edilmiştir.

Örneklerin hazırlanması: Katı örnekler, homojenize edilmek için blenderda öğütölmüştür. Balık örnekleri bistüri ile küçük parçalara ayrılmıştır.

Analizin Yapılışı: Ekstraksiyon cihazının balonu, etövde 103-105°C’de kurutulmuş, ardından desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve boş haldeyken darası ağırlığı alınmıştır. Hazırlanan numuneden 5 g alınarak kartuşa yerleştirilmiş ve kartuş 103-105°C’de üç saat etövde tutulmuştur, sonra soğutulmuştur. Kartuş, ekstraksiyon cihazına yerleştirilmiştir. Kartuşun dışındaki yağlar, hekzan emdirilmiş pamukla temizlenmiş ve kartuşun ağzı pamukla kapatılmıştır.

Cihazın balonuna çözöcö (hekzan, petrol eteri veya dietil eter) eklenmiş (bu miktar, ekstraksiyon tüpünün hacminin 1.5-2 katı olmalıdır) ve balon cihaza takılarak ekstraksiyon en az altı saat sürdürölmüştür. Ekstraksiyon bitiminde, çözöcö balona ulaşmadan tüp çıkarılarak çözöcö uzaklaştırılmıştır.

Ekstraksiyon balonu, 103-105°C’de bir saat kurutulduktan sonra desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve tartılmıştır (Türk Standartları, 1969). Yağ miktarı; (%) (m/m) olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Ham yağ (\%)} = \frac{c - b}{a} \times 100$$

a: Tartılan numune (g)

b: Balonun darası (g)

c: Balonun darası + Ham yağ (g)

3.4.2.6. Diyet Lifi Analizi

Bisküvi örneklerinde toplam diyet lifi miktarı bulunurken hazırlanan örnekler MES/TRIS [2(n-morfolino) etansulfonik asit/tris hidroksimetil amino metan] tampon çözeltisi ile enzimatik gravimetrik analizle çözülerek toplam diyet lifi miktarları belirlenmiştir.

Kullanılan Çözeltiler (Etanol Çözeltileri):

%95'lik etanol: 2 L'lik balon jojeye 1938 ml %98'lik etanol eklenmiş ve distile suyla 2 L'ye tamamlanmıştır.

%85'lik etanol: 1 L'lik balon jojeye 867 ml %98'lik etanol eklenmiş ve distile suyla 1 L'ye tamamlanmıştır.

%78'lik etanol: 1 L'lik balon jojeye 796 ml %98'lik etanol eklenmiş ve distile suyla 1 L'ye tamamlanmıştır.

HCl Çözeltisi (0.561 N): 1 L'lik balon jojeye 47.14 ml %37'lik HCL eklenmiş ve distile suyla 1 L'ye tamamlanmıştır.

MES/TRIS Tamponu: 2 L'lik balon jojeye 19.52 g MES ve 14.2 g TRIS tartılmış, 1.7 L distile suda çözülmüştür. 6.0 N NaOH ile pH 8.2'ye ayarlandıktan sonra distile suyla 2 L'ye tamamlanmıştır (AOAC,1994; Megazyme, 2005).

Örneklerin Hazırlanması: Homojenize edilmiş örneklerden, her biri için 1.000 ± 0.005 g tartılmış ve iki behere alınmıştır (M_1 , M_2). Örnekler, etüvde 105°C'de sabit ağırlığa gelene kadar yaklaşık 12 saat kurutulmuştur.

Yağ oranı yüksek örnekler (>%10) petrol eteriyle (10-15 ml), ilave şekerli örnekler ise %85'lik etanolle (10-15 ml) birkaç kez çalkalanarak yağ ve şeker uzaklaştırılmıştır. Örneklerin petrol eteri ve etanolü çeker ocak ile uçurulmuştur. Kurutulmuş örnekler, 40 ml MES/TRIS tampon çözeltisi ile karıştırıcıya alınmış ve 50 µl ısıya dayanıklı α-amilaz eklenmiştir. Beherler, alüminyum folyo ile kaplanarak, 95-100°C'de 35 dakika su banyosunda bekletilmiştir. Sonra su banyosundan alınan örnekler 60°C'ye soğutulmuştur,

üzerlerindeki alüminyum folyolar çıkarılmış, beherlerin çeperlerinde kalanlar 10 ml distile su ile yıkanarak beherlere alınmıştır (AOAC,1994).

Örneklerin üzerlerine 100 µl proteaz enzimi eklenmiştir. Beherler alüminyum folyo ile yeniden kaplanarak 60°C’de 30 dakika daha su banyosunda tutulmuştur. Süre bittiğinde örnekler su banyosundan çıkarılmış, örneklerdeki alüminyum folyolar çıkartılmış ve manyetik karıştırıcıya alınmışlardır. Karıştırma sırasında örneklere 5 ml 0.561 N HCl çözeltisi eklenerek ve pH 4.1-4.8’e ayarlanmıştır. Son olarak, örneklere 200 µl amiloglikozidaz enzimi eklenerek 60°C’de 30 dakika daha su banyosunda bekletilmiş ve ardından analiz işlemine geçilmiştir (AOAC,1994; Megazyme, 2005).

Cözünmeyen Diyet Lifi Analizi: Kroze içerisine 0.1 g selit tartılarak 3 ml distile su ile ıslatıldıktan sonra örnekler, kroze üzerine süzölmüş ve süzöntü erlende toplanmıştır. Beherde kalan örnek, 70°C’deki 10 ml distile su ile yıkanarak kroze üzerine eklenmiş ve vakum altında süzölmüştür. Süzöntü erlende toplanmıştır. Erlende toplanan filtrat ve yıkama suyu çözünür diyet lifi analizi için 600 ml’lik behere toplanmıştır. Krozedeki kalıntılar, vakum altında önce 15 ml %78’lik etanol, ardından 15 ml %95’lik etanol ve son olarak 15 ml aseton ile yıkanmıştır. Kroze, 103°C’deki etüvde 12 saat kurutulmuş, sabit ağırlığa gelince tartılmıştır. Kroze içindeki kalıntılar hesaplanmıştır (R_1 , R_2). Kalıntılar kül ve protein analizi için ayrılmıştır. Kül analizi için örnek, 525°C’deki fırında beş saat bekletilmiş ve soğuduktan sonra tartılmıştır (A_1). Protein analizi ise Kjehldal yöntemi ile yapılarak örneklerdeki protein miktarı (P_1) belirlenmiştir (AOAC,1994; Megazyme, 2005).

Cözünür Diyet Lifi Analizi: Filtrat ve yıkama suları 600 ml’lik dereceli bir behere alınmıştır. Erlende kalan örnek, 10 ml su ile yıkanarak beher içine aktarılmıştır. Toplam hacim belirlendikten sonra, üzerine 1:4 oranında 60°C’ye ısıtılmış %95 etanol eklenmiş ve karışım alüminyum folyo ile kapatılarak oda sıcaklığında bir saat bekletilmiştir. Daha sonra, darası alınmış ve içerisinde 0.1 g selit bulunan krezeler soğuk ekstraksiyon sistemine yerleştirilerek vakum altında süzölmüştür. Kroze içerisindeki kalıntılar, sırasıyla 15 ml %78 etanol, 15 ml %95 etanol ve 15 ml aseton ile vakum altında yıkanmıştır. Kroze 103°C’deki etüvde 12 saat kurutulmuş ardından desikatörde soğutulup tartılarak kalıntı hesaplanmıştır (R_3 , R_4). Krozeden kazınan kalıntılar kül ve protein analizleri için ayrılmıştır. Kül analizi, 525°C’de beş saat süresince yapılmıştır (A_2). Protein analizi (P_2) ise Kjehldal yöntemi ile gerçekleştirilmiştir (AOAC,1994;

Megazyme, 2005).

Kör Örnek Analizi: İki adet 600 ml’lik behere 40 ml MES/TRIS çözeltisi eklenmiş ve örneklerin diyet lifi analizi için uygulanan işlemler aynı şekilde kör örnekler üzerinde de uygulanmıştır. Tüm analizler sonunda toplam diyet lifi aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (AOAC, 1994).

$$\text{Çözünmeyen Diyet Lif(\%)} = \frac{\frac{R_1 + R_2}{2} - (P_1 - A_1 - B_1)}{\frac{M_1 + M_2}{2}} \times 100$$

M₁, M₂: Örnek ağırlıkları, g

R₁, R₂: Suda çözünmeyen örnek kalıntısı miktarları(g)

B₁: Kör örnekteki kalıntı miktarı(g)

A₁: Suda çözünmeyen örnek kalıntısındaki kül miktarı(g)

P₁: Suda çözünmeyen örnek kalıntısındaki protein miktarı(g) (Nx6.25)

$$\text{Çözünür Diyet Lif(\%)} = \frac{\frac{R_3 + R_4}{2} - (P_2 - A_2 - B_2)}{\frac{M_3 + M_4}{2}} \times 100$$

M₃, M₄: Örnek ağırlıkları(g)

R₃, R₄: Suda çözünen örnek kalıntısı miktarları(g)

B₂: Kör örnekteki kalıntı miktarı (g)

A₂: Suda çözünen örnek kalıntısındaki kül miktarı (g)

P₂: Suda çözünen örnek kalıntısındaki protein miktarı(g) (Nx6.25)

Toplam Diyet lifi (%) = Çözünür Diyet lifi + Çözünmeyen Diyet lifi

3.4.2.7. Enerji-Karbonhidrat Hesaplamaları

Bisküvi örneklerinin enerji ve karbonhidrat değerlerinin hesaplanmasında ABD Tarım Bakanlığı’nda Atwater ve arkadaşları tarafından geliştirilen Atwater genel faktör sistemi kullanılmıştır (Merrill ve Watt, 1973; Altschul, 1993; AOAC, 2000; FAO, 2003).

Toplam Karbonhidrat Hesaplaması: Besinlerin toplam karbonhidrat değeri fark yöntemi sistemi ile hesaplanmıştır. Bu hesaplama yapılırken öncelikle bisküvilerin bileşiminde bulunan su, kül, protein, yağ ve diyet lifi değerleri laboratuvar ortamında analiz edilerek bulunmuştur. Laboratuvar bulguları toplanarak toplam ağırlığından çıkarılıp fark yöntemiyle saptanmış toplam karbonhidrat değeri elde edilmiştir. Fark yöntemi aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Merrill ve Watt, 1973).

Toplam Karbonhidrat (g/100 g): 100 (g)- [Protein (g) + Yağ (g) + Diyet lifi (g) + Su (g) + Kül (g)]

Enerji Hesaplaması: Besinlerin birim ağırlığındaki (100 g) makro besin öğelerinin (protein, yağ, karbonhidrat) enerji değerini hesaplamak için enerji çevrim faktörleri kullanılarak her bir besin ögesine ait enerji değerleri hesaplanmıştır. Enerji çevrim faktörleri ülkelerin gıda mevzuatlarına göre kullanılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Etiketleme Yönetmeliği ve Avrupa Komisyonu Etiketleme Direktiflerine göre enerji çevrim faktörleri şu şekildedir: karbonhidrat x 4 kkal/g, protein x 4 kkal/g, yağ x 9 kkal/g'dır (Türk Gıda Kodeksi, 2011; European Commission, 2008). Türk Gıda Kodeksi'ne göre besinlerin enerjisi kilokalori (kkal) birimi ile verilmektedir (Türk Gıda Kodeksi, 2011). Bisküvilerin enerji hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Enerji (kkal)} = [(\text{Protein (g)} \times 4) + (\text{Yağ (g)} \times 9) + ((\text{Karbonhidrat (g)} \times 4)]$$

3.4.2.8. Tiamin Tayini

Bisküvi örneklerinin tiamin tayininde yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemi kullanılmıştır.

Çözeltilerin Hazırlanması:

NaOH Çözeltisi (%15): 15 g NaOH, 100 ml'lik balon jojeye tartılarak ve hacim deiyonize suyla tamamlanmıştır (Su eklerken aşırı ısınma önlenmiştir).

Potasyum Ferrisiyanid Çözeltisi (%1): 0.250 g potasyum ferrisiyanid, 25 ml'lik balon jojeye tartılmış ve hacim %15'lik sodyum hidroksit ile tamamlanmıştır.

HCL Çözeltisi (0.1 N): 8.28 ml HCL, 1000 ml'lik balon jojeye eklenerek hacim deiyonize suyla tamamlanmıştır.

Sodyum Asetat Çözeltisi (CH₃COONa) (2.5 M): 20.51 g CH₃COONa tartılmış ve hacim 100 ml deiyonize su ile tamamlanmıştır.

Tiamin Stok Çözeltisi (100 µg/ml): 10 mg tiamin hidroklorid, 100 ml'lik balon jojeye tartılmış, 0.1 N HCL ile çözülmüş ve hacim tamamlanmıştır. Bu stok çözeltiden 0.05-0.1-0.2 µg/ml'lik çalışma standartları hazırlanmıştır. Her bir çalışma standardına, hacim tamamlanmadan önce 2 ml %1'lik potasyum ferrisiyanid eklenmiş ve pH değeri ortofosforik asitle 7-7.1 arasına ayarlanarak tiamin tiokroma dönüştürülmüştür (Ball,2006; Eittenmiller, Lin ve Landen, 2008).

Örneğin Hazırlanması: Homojenize edilmiş 5-30 g örnek, 100 ml'lik erlene tartılarak 60 ml 0.1 N HCL eklenmiş ve 121°C'de 30 dakika boyunca basınçlı buharlı sterilizatörde

işleme tabi tutulmuştur. Örnekler 20-22 °C'lere kadar soğutulmuş, ardından 2.5 M CH_3COONa çözeltisi ile pH 4.5'a ayarlanmıştır. Üzerine 100 mg taka-diaztaz, 100 mg klara-diaztaz, 50 mg papain, 20 mg alfa-amilaz ve 5 mg asit fosfataz enzimi eklenerek 45°C'de çalkalamalı su banyosunda üç saat inkübe edilmiştir. Süre sonunda oda sıcaklığına soğutulan örnek, 100 ml'ye 0.1 N HCL ile tamamlanmış ve filtre kâğıdından süzölmüştür. Süzöntüden 25 ml, polietilen tüpe alınarak 1.5 ml potasyum ferrisiyanid eklenmiş ve pH 7.0-7.1'e orto-fosforik asitle ayarlandıktan sonra 0.45 µm filtreden süzölerek HPLC'ye enjekte edilmiştir. Aynı gün içinde analiz yapılmıştır (Ball,2006; Eittenmiller, Lin ve Landen, 2008).

Analiz Süreci (HPLC) Koşulları:

Mobil Faz Hazırlığı: 1.48 g potasyum dihidrojen fosfat, 1000 ml'lik balon jöjeye tartılmış, ardından 750 ml deiyonize su eklenmiş ve manyetik karıştırıcıda çözöndürölmüştür. Hacim metanol ile tamamlanmış ve pH değeri NaOH kullanılarak 7.1'e ayarlanmıştır. Hazırlanan mobil faz, 0.22 µm filtreden süzölerek HPLC cihazına enjekte edilmiştir (Reyes ve Subryan, 1989).

3.4.2.9. Riboflavin Tayini

Bisküvi örneklerindeki riboflavin miktarının belirlenmesinde yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemi kullanılmıştır.

Çözeltiler: HCL Çözeltisi (0.1 N): 8.28 ml HCL, 1000 ml'lik balon jöjeye alınarak deiyonize su ile hacmi tamamlanmıştır.

CH_3COONa Çözeltisi (2.5 M): 20.51 g sodyum asetat tartılarak 100 ml deiyonize su ile hacmi tamamlanmıştır.

Standart Hazırlanması: Riboflavin için stok çözeltisi (100 µg/ml) hazırlanırken, 10 mg riboflavin 100 ml'lik balon jöjede 0.1 N HCL ile çözölmüş ve hacmi tamamlanmıştır. Daha sonra, gerekli seyreltmeler yapılarak çalışma standartları elde edilmiştir (Ball, 2006).

Örneklerin Hazırlanması: 5-30 g homojenize edilmiş örnekler, 100 ml'lik bir erlene tartılarak 60 ml 0.1 N HCL eklenmiştir. Örnekler, 121°C'de 30 dakika boyunca sterilize edilmiştir. Oda sıcaklığına kadar soğutulan örneklerin pH'ı, 2.5 M CH_3COONa çözeltisi kullanılarak 4.5'e ayarlanmıştır. Ardından örneklere, belirli enzimler (100 mg taka-diaztaz, 100 mg klara-diaztaz, 50 mg papain, 20 mg alfa-amilaz, 5 mg asit fosfataz) eklenmiş ve 45°C'de çalkalamalı su banyosunda üç saat inkübe edilmiştir.

İnkübasyonun ardından örnek oda sıcaklığına kadar soğutulmuş, hacmi 100 ml'ye 0.1 N HCL ile tamamlanarak süzölmüş ve 0.45 µm filtreden geçirilerek HPLC analizine hazırlandıktan sonra enjekte edilmiştir (Esteve vd., 2001; AOAC, 2011).

Analizin Yapılışı (HPLC Koşulları): Mobil faz olarak su ve metanol (75:25 oranında) kullanılmıştır. Floresans dedektörle, eksitasyon dalga boyu 445 nm ve emisyon dalga boyu 525 nm olarak ayarlanmıştır. Enjeksiyon hacmi 20-50 µl arasında olup, akış hızı 1 ml/dakika olarak belirlenmiştir. Analiz süresi 20 dakika olarak tamamlanmıştır (AOAC, 2011).

3.4.2.10.Niasin Tayini

Niasin miktarının belirlenmesinde yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemi kullanılmıştır.

Çözeltilerin Hazırlanması: HCL Çözeltisi (0.1 N): 8.28 ml HCL 1 L'lik balon jöjeye eklendikten sonra hacmi deiyonize suyla tamamlanmıştır.

Trikloroasetik Asit (TCA) Çözeltisi (%20): 20 g trikloroasetik asit 100 ml'lik balon jöjeye eklenmiş, deiyonize suyla bir miktar çözöndürölerek hacim tamamlanmıştır.

NaOH Çözeltisi (5 M): 20 g NaOH 100 ml'lik balon jöjeye eklendikten sonra deiyonize suda çözöndürölmiş, aşırı ısınmaya dikkat edilerek soğutulmuş ve sonra hacim deiyonize suyla tamamlanmıştır.

Bakır Sülfat (CuSO₄) Çözeltisi: 0.120 g bakır sülfat 100 ml'lik balon jöjeye eklenerek deiyonize suda çözölmüş ve hacim tamamlanmıştır (Ndaw vd., 2002).

Standart Hazırlanması:

Nikotinik Asit ve Nikotinamid Stok Çözeltisi (100 µg/ml): 10 mg nikotinamid ve 10 mg nikotinik asit 100 ml'lik balon jöjeye tartılmış, bir miktar 0.1 N HCL ile ultrasonik su banyosunda çözölmüş ve hacim 0.1 N HCL ile tamamlanmıştır. Gerekli seyreltmelerle 1, 2, 3, 4 µg/ml'lik standart çözeltiler hazırlanmıştır (Eittenmiller, Lin ve Landen, 2008).

Örneğın Hazırlanması: 1-10 g örnek, 100 ml'lik bir erlen şişesine konulmuş ve üzerine 60 ml 0.1 N HCL eklenmiştir. Karışım, 30 dakika süreyle 121°C'de otoklavda işlem görmüştür. İşlem sonrasında, örnek oda sıcaklığına soğutulmuş ve pH düzeyi NaOH eklenerek 4.5'e ayarlanarak ve hacim 100 ml'ye deiyonize su ile tamamlanmıştır. Karışım, filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Süzöntüden 50 ml alınmış ve yeni bir erlen şişesine aktarılmıştır. Erlen üzerine 10 ml 5 M NaOH eklenmiş ve tekrar 30 dakika süreyle 121°C'de otoklavda işleme alınmıştır.

Son olarak, örnek otoklavdan alınarak oda sıcaklığına soğutulmuş ve pH değeri HCL ile yeniden 4.5'e ayarlanmıştır. Hacim, 100 ml'ye deiyonize su eklenerek tamamlanmış ve 0.45 µm filtre ile süzölmüştür. Hazırlanan örnek HPLC analizi için enjekte edilmiştir (Ndaw vd., 2002; Eittenmiller, Lin ve Landen, 2008).

Analiz Süreci (HPLC): Mobil faz; taze olarak hazırlanmış ve ışıktan korunmuştur. Hazırlama için, 100 ml'lik bir erlene 9.5 g potasyum dihidrojen fosfat tartılmış ve sonrasında üzerine 500 ml deiyonize su eklenmiştir.

Manyetik karıştırıcıda çözöndürölmüştür. Ardından, 7.5 ml hidrojen peroksit ve 2 ml CuSO₄ çözeltisi eklenmiştir. Hacim, 1 litreye deiyonize su ile tamamlanmıştır. Hazırlanan mobil faz, 0.22 µm'lik filtreden süzölmüştür.

3.4.2.11. Piridoksin Tayini

Yüksek performanslı sıvı kromatografisi yöntemi ile bisküvi örneklerinin Vitamin B₆ değeri belirlenmiştir.

HCL Çözeltisi (0.1 N): 1 litrelik balon jojeye 8.28 ml HCL konulmuş ve sonra hacim deiyonize su ile tamamlanmıştır.

CH₃COONa Çözeltisi (2 N): 20.51 g CH₃COONa 100 ml'lik balon jojeye tartılmış ve hacim deiyonize suyla tamamlanmıştır.

Türevlendirme Çözeltisi (Sodyum Bisölfıt %1): 1 g sodyum bisölfıt 100 ml'lik balon jojeye tartılmış ve hacim deiyonize suyla tamamlanmıştır.

Pridoksal, Piridoksin ve Pridoksamin (Vitamin B₆) Stok Çözelti (100 µg/ml): Her bir standarttan 10 mg, 100 ml'lik balon jojeye tartılmış, 60-70 ml 0.1 N HCL ile çözölmüştür. Çözünme sağlamak için çözelti, ultrasonik su banyosunda 10 dakika bekletilmiştir. Hacim, 0.1 N HCL ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan stok çözelti (100 µg/ml) seyreltmeler yapılarak çalışma standartları oluşturulmuştur (Ball, 2006; AOAC 2011).

Örneklerin Hazırlanması: B₆ vitamini içeriğine göre 100 ml'lik erlene homojenize edilmiş 5-30 g örnek tartılmıştır. Tartılan örneğe 60 ml 0.1 N HCL eklenmiş ve örnek 121°C'de 30 dakika otoklava alınmıştır. Ardından oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve pH, 2.5 M CH₃COONa çözeltisi kullanılarak 4.5'e ayarlanmıştır. Örneğe bazı enzimler (100 mg taka-diaztaz, 100 mg klara-diaztaz, 50 mg papain, 20 mg alfa-amilaz, 5 mg asit fosfataz, 10 mg β-glikozidaz) eklenmiştir. Eklenen enzimler sonrası oluşan karışım, çalkalamalı su banyosunda 45°C'de üç saat inkübe edilmiş ve sonra örnekler oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Hacim 0.1 N HCL ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

Çözelti, adi filtre kâğıdından süzülerek 0.45 µm filtreden geçirilmiş ve HPLC'ye enjekte edilmiştir (Kall, 2003).

Analiz Süreci (HPLC Koşulları): Mobil fazda; potasyum dihidrojen fosfat (11 g), 0.5 g oktansülfonik asit sodyum tuzu monohidrat (0,5 g) ve orto-fosforik asit (1.8 g) 1 litrelik balon jojeye tartılarak eklenmiştir.

Deiyonize su ile hacim 940 ml'ye tamamlanmıştır. Çözelti ultrasonik su banyosunda 20 dakika tutulmuş, ardından 60 ml asetonitril ilave edilerek manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Orto-fosforik asit ile pH 2.85'e ayarlanmış ve çözelti 0.22'lik filtreden süzülerek mobil faz hazırlanmıştır (TSE).

3.4.2.12. Nişasta Tayini

Bisküvi örneklerinin nişasta içeriği Goñi vd., (1996) yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Analiz süreci: Plastik falkon tüpe (50 ml) örnekler 0.1 g tartılmış ve sonra örneklerle %80 sulu etanol 0.2 ml eklenip vorteks ile karıştırılmıştır.

Daha sonra bu karışıma 2 ml potasyum hidroksit (2 M) çözeltisi eklenerek karışım 20 dakika su banyosu/buz içerisinde manyetik karıştırıcı (5x15 mm) yardımı ile karıştırılmıştır. Örnekler için kullanılan her bir tüpe 8 ml sodyum asetat (1 M) çözeltisi eklenerek karıştırılmıştır. Analizin devamında tüplere 0.1 ml amiloglikozidaz ve 0.1 ml thermostable a-amilaz enzimleri ilave edilmiştir. Bu karışım 50°C'de çalkalamalı su banyosunda 30 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyon tamamlandıktan sonra, tüp hacmi deiyonize su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Karışım 3000 dd'de (1 dakikadaki devir sayısı) 10 dakika santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatant sıvı, 0.45 mikronluk filtreden geçirilmiş ve bu sıvının 0.1 ml'si 10 ml'lik cam tüplerin içine aktarılmıştır. Cam tüplere 3.0 ml Glikoz Oksidaz-Peroksidaz-o-Dianisidin (GOPOD) Reagent çözeltisi eklenmiş ve 20 dakika süresince 50 °C'lik su banyosunda bekletilmiştir. Son olarak, örneklerin ve D-glikoz standart çözeltisinin emilimi 510 nanometre dalga boyunda spektrofotometrede ölçülmüştür. Toplam glikoz miktarı, 0.9 dönüşüm faktörü ile çarpılarak toplam nişasta miktarı hesaplanmıştır.

Nişasta fraksiyonlarının hesaplanması:

HSN: Hızlı sindirilebilir nişasta, $HSN = (HKG - FG) \times 0.9$

YSN: Yavaş sindirilebilir nişasta, $YSN = (KG - HKG) \times 0.9$.

HKG: Hızlı kullanılabilir glikoz 20 dakikalık inkübasyon süresince nişasta ve şekerlerden açığa çıkan glikoz.

KG: Kullanılabilir glikoz, 120 dakikalık inkübasyon süresince nişasta ve şekerlerden açığa çıkan glikoz.

DN: Dirençli nişasta, $DN = TN - (HSN + YSN)$.

TN: Toplam nişasta, $TN = (TG - SG) \times 0.9$ TG: Toplam Glikoz SG: Serbest Glikoz (Yaman, Sargın, Mızrak, 2019).

3.4.2.13. İn Vitro Sindirilebilirlik ve Glisemik İndeksin Hesaplanması

Bisküvi örneklerinin in vitro sindirilebilirliği Englyst vd., (1992) tarafından geliştirilen yöntem ile analiz edilmiştir. Mide enzimi (çözelti 1) ve ince bağırsak enzimi (çözelti 2) sindirim aşaması için hazırlanmıştır.

Çözelti 1 (Guar Gam-Pepsin Solüsyonu): Guar gam (0.5 g) ile pepsin [2.195 enzim birimi(U)] volümetrik flask (100 ml) içine tartılmış ve bu tartıma 0.5 N HCL eklenerek manyetik karıştırıcı ile çalkalanmıştır. Hacim, 0.5 N HCL ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

Çözelti 2 (136 mg/ml pankreatin, 13.4 U/ml amiloglikozidaz, 25.43 U/ml intervaz): Örneklerin her biri için falkon tüp (50 ml) içerisine 680 mg pankreatin tartılmıştır. Tartıma 4 ml deiyonize su eklenmiştir. Falkon tüp vorteks ile çalkalanmış ve sonra 2000 dd'de 10 dakika santrifüjleme işlemine tabi tutulmuştur. İşlem sonrası invertaz (127.15 U) ve amiloglikozidaz (67 U) süpernatant kısım üzerine eklenmiştir. Hacim 5 ml'ye getirilmiştir.

Analiz Süreci: Erlen (250 ml) içerisine 1 g örnek tartılmıştır. Tartım sonrası yeni hazırlanmış çözelti 1'den 10 ml ve 5 ml deiyonize su eklenmiştir. Cam bilyelerden (6 mm) 5 adet eklenerek örneğin parçalanması sağlanmıştır. Örneğin çalkalanmış su banyosunda (37°C) 30 dakikalık inkübasyonu sonucu proteinler hidroliz edilmiştir. Proteinlerin hidrolizi sonrası sodyum asetat (0.5 M) 5 ml kadar eklenerek pH 5.2 düzeyine getirilmiştir. Devam eden süreçte çözelti 2'den 5 ml eklenmiş ve su hacmi deiyonize su ile 100 ml'ye ayarlanmıştır. Karışım 2.kez su banyosunda (37°C) inkübasyona alınmıştır. Sırasıyla 20, 30, 60, 90, 120, 180. dakikalarda örnekten 0.5 ml alınarak cam tüp (10 ml) içerisine konulmuştur.

Enzimler için çalkalamalı su banyosunda 100°C'de 5 dakika ile denatürasyon sağlanmıştır. Deiyonize su ile falkon tüp (15 ml) içerisine örnek alınarak hacim 5 ml düzeyine getirilmiştir. Tüp içerisindeki örnek 8000 dd'de 5 dakika kadar santrifüj cihazında işlenmiştir. Santrifüj sonrası 0.1 ml örnek cam tüp (10 ml) içerisine alınmıştır. Örneğe 3 ml GOPOD çözeltisi eklenmiştir.

Örnek su banyosunda (50°C) 20 dakika bekletildikten sonra spektrofotometrede 510 nm dalga boyunda absorpsiyon düzeyi ölçülmüştür.

Glisemik İndeks Hesaplaması: Tahmini glisemik indeks, her bir numunenin Hidroliz İndeksi (HI) değerine dayanarak hesaplanmıştır (Çelikel, 2019). HI için aşağıdaki formül kullanılarak hesaplama yapılmıştır:

$$AUC = C_{\infty}(t_f - t_0) - (C_{\infty}/k) [1 - e^{-k(t_f - t_0)}]$$

AUC (Area Under the Curve): Eğri altında kalan alan

C_{∞} : Bisküvi örneğinden serbest bırakılan glikozun plazmada ulaştığı maximum konsantrasyon

t_f : AUC hesaplamasında kullanılan zaman dilimi bitiş noktası

t_0 : Analiz sürecinin başladığı zaman

k : eliminasyon hızı

e : euler sayısıdır. Yaklaşık 2.71828 değerindedir. Formülde $e^{-k(t_f - t_0)}$ ifadesi glikozun plazmada nasıl azaldığını göstermek için vardır.

HI, 0-180 dakika arasındaki test numunesinin hidroliz eğrisinin altındaki alanın (AUC), referans örnek (beyaz ekmek) eğrisinin altındaki alana (AUC) bölünmesi ile hesaplanmıştır. Goñi vd., (1997) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan bir model in vitro nişasta sindiriminin kinetiğinde kullanılmıştır.

Bu modelde birinci dereceden denklem $C = C_{\infty} (1 - e^{-kt})$ şeklinde olup bu denklemde C dakikada hidrolize edilmiş nişasta yüzdesi, C_{∞} 180 dakikada hidrolize olan nişastanın yüzdesi, k kinetik sabit olarak değerlendirilmiştir. İn vitro nişasta sindirimi verilerine göre ile her işlem için k ve C_{∞} değerleri hesaplanmıştır. Bisküvi örneklerinin GI değerleri aşağıdaki formüle göre bulunmuştur:

$$GI: 39.71 + 0.549HI$$

3.4.3. Duyusal Analiz

3.4.3.1. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Bu araştırma kapsamında geliştirilen ürünlerin duyusal değerlendirmesi amacıyla bireyler duyusal analiz aşamasına dahil edilmiştir. Araştırmanın duyusal analiz sürecinde eğitimli panelistler ve tüketici grubundan oluşan katılımcılar seçilmiştir. Araştırma örneklemini bulunurken G*Power 3.1.9.7 programından yararlanılarak duyusal analiz için güç analizi yapılmıştır. Obafaye ve Omoba'nın 2018 yılında yapmış oldukları benzer bir çalışmada bisküvi örneklerinin duyusal analizde genel kabul edilebilirlik sonucu baz

alındığında etki büyüklüğü 1.97603 olarak bulunmuştur. Bu etki büyüklüğü ile araştırma için en düşük örneklem sayısı %95 güç ve %5 hata payı ile 15 olarak belirlenmiştir.

ABD Gıda Teknolojistleri Enstitüsünün oluşturduğu Duyusal Değerlendirme Komitesinin rehberinde eğitilmiş kişilerden oluşan gruplar için 3-10 panelist, eğitim düzeyi orta düzeyde kişilerden oluşan gruplar için 8-25 panelist önerilmektedir (Onoğur ve Elmacı, 2019). Araştırmalarda örneklem belirlenirken nedensel kıyaslamalarda en az 30 katılımcı önerilirken deneysel araştırmalarda katılımcı sayısının en az 15 olması gerektiği belirtilmiştir (Şahin,2021). Bu araştırmada hazırlanacak bisküvilerin duyusal değerlendirilmesinde eğitilmiş panelistler, İstanbul Gelişim Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik bölümü ile Gastronomi ve Mutfak Sanatları bölümü akademik personeli arasından gönüllülük esasına göre basit rastgele örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Literatürdeki bilgiler baz alınarak Beslenme ve Diyetetik bölümünde görevli olan akademik personelden 12 kişi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları bölümünde görevli olan akademik personelden 8 kişi olmak üzere toplam 20 kişi çalışmaya alınmıştır (Millî Eğitim Bakanlığı,2012; Şahin,2021).

Duyusal analiz panelinin güvenilir ve anlamlı sonuçlar vermesi için literatürde tüketici panellerinde önerilen ideal katılımcı sayısı 80 kişidir (Millî Eğitim Bakanlığı, 2012).

Araştırmada, Sağlık Bilimleri Fakültesi öğrencileri arasından duyusal analiz için gönüllü olanlar seçilmiştir. Tüketici panelinde yer alacak 80 katılımcının seçiminde basit rastgele örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, herhangi bir gruba öncelik verilmeden tarafsız bir örneklem oluşturmayı ve literatürde önerilen ideal katılımcı sayısına ulaşılmasını sağlamıştır. 20 panelist, 80 tüketici grubu olmak üzere toplam 100 kişi çalışmanın örneklemini oluşturmuştur.

Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri:

- Panelistlerin/katılımcıların araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul etmesi,
- Eğitilmiş panelistler için Beslenme ve Diyetetik Bölümü ile Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü öğretim elemanı olması,
- Duyusal analizin yapılacağı gün sigara içilmemesi.

Araştırmadan Dışlanma Kriterleri:

- Tat alma, koku gibi duyusal algıyı etkileyebilecek sağlık sorunlarına sahip olmak,

- Duyusal algılarının diğer bölümlerdeki öğrencilere göre daha gelişmiş olabileceği düşünülerek, Beslenme ve Diyetetik bölümü öğrencileri araştırmaya dahil edilmemiştir.

3.4.3.2. Duyusal Analiz Süreci

Tat alma, koku gibi duyusal algıyı etkileyebilecek sağlık sorunlarına sahip olmayan kişiler katılımcı olarak belirlenmiştir. Panel günü, katılımcılardan duyusal analiz öncesinde sigara içmemeleri istenmiş ve onam bilgileri toplanmıştır. Ardından, duyusal analiz sürecine ilişkin bilgilendirme yapılmıştır.

Duyusal analiz süresince, numuneler arasında tat karışıklığını önlemek amacıyla panelistlerden her bisküvi örneği sonrasında su içmeleri istenmiştir (Ceylan ve Muştı, 2021).

Analizin etkilenmemesi için panel alanında ortam sıcaklığı, nem ve aydınlatma sabit tutulmuş, gruplar değişikçe alan düzenli olarak havalandırılmıştır. Panelistler, bisküvi tüketimi sırasında su dışında başka bir şey tüketmemiştir.

Araştırmada literatür bilgisinden yararlanılarak körleme çalışma metodu uygulanmıştır (Akın ve Koçoğlu, 2017). Bisküvi örnekleri 1-2-3-4-5 numaraları ile kodlanmıştır. Bisküvileri katılımcılara sunan kişiye örnekler hakkında bilgi verilmemiştir ve katılımcılar da tükettikleri bisküvilerin içeriği hakkında bilgilendirilmemiştir. Bisküviler panelistlere sırayla sunulmuş, panelistler duyusal analiz formu ve hedonik skala testi kullanarak bisküvilere puan vermiştir.

3.5. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Araştırmada duyusal analiz için veriler toplanırken Bisküvi Duyusal Analiz Formu (EK D), Hedonik Skala Testi (EK E) kullanılmıştır. Formlarda bisküvi örnekleri sırasıyla 1, 2, 3, 4, 5 numaralarıyla belirtilmiştir.

Bisküvi Duyusal Analiz Formu (EK D)

Bisküvi kalite değerlendirme kriterleri kullanılarak oluşturulan Bisküvi Duyusal Analiz Formu'nda tüketilen bisküvilere ait parlaklık, renk, yüzey düzgünlüğü, sertlik, gevreklik, kumlu-kuru olmama, ağızda dağılma (erime, lezzet), kesit özellikleri (sıkı yapı, gözenek dağılımı, kabuk inceliği, kesit iç rengi, kabuk rengi) gibi özellikler beşli likert tipte (1: Kötü, 2: Yeterli değil, 3: Kabul edilebilir, 4: İyi, 5: Çok iyi) bir form ile katılımcılara sorulmuştur (Can, 2015).

Hedonik Skala Testi (EK E)

Hedonik Skala Testi tüketilen bisküvi örneklerine yönelik tüketici değerlendirmelerini içeren 3 bölümden oluşmaktadır. Likert tipinde oluşturulan Hedonik Skala Testi'nin birinci bölümünde tüketici tercihini (genel beğeni durumu) (1: Kesin beğenmedim, 2: Orta derecede beğenmedim, 3: Ne beğendim ne beğenmedim, 4: Orta derecede beğendim, 5: Kesin beğendim), ikinci bölümünde tat değerlendirmesini (1:Fark edilemiyor, 2:Hafif, 3:Orta, 4:Kuvvetli, 5:Çok kuvvetli), üçüncü bölümde ise doku derecelendirmesini içeren (1: Aşırı sert, 2: Çok sert, 3: Orta derecede sert, 4: Biraz Sert, 5: Biraz yumuşak, 6: Orta derecede yumuşak, 7: Çok yumuşak, 8: Aşırı yumuşak) sorular bulunmaktadır (MEB,2012).

3.6. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

Analiz, SPSS 25.0 programı (Statistical Packages for the Social Sciences) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan tanımlayıcı istatistikler; kategorik değişkenler için sayı ve yüzde, sayısal değişkenler için ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler olarak verilmiştir. Verilerin normallik testinde Kolmogorov-Smirnov testinden yararlanılmıştır. Normal dağılım çoklu verilerin karşılaştırılmasında Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) testi kullanılmıştır. ANOVA sonucunda gruplar arasındaki farklılık anlamlı bulunduğunda farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek için post-hoc tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık seviyesi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

4.BULGULAR

4.1. BESİN BİLEŞİM ANALİZLERİ BULGULARI

Tablo 4.1.1. Bisküvi Örneklerinin Besin Ögesi Bileşimleri

	Örnek 1 (%0 PKT)	Örnek 2 (%5 PKT)	Örnek 3 (%10 PKT)	Örnek 4 (%15 PKT)	Örnek 5 (%20 PKT)	p
	Ort. ± SS	Ort. ± SS	Ort. ± SS	Ort. ± SS	Ort. ± SS	
Enerji (kkal)	455,98 ^{b,c,d,e}	456,31 ^{a,c,d,e}	453,83 ^{a,b,d,e}	450,62 ^{a,b,c,e}	442,39 ^{a,b,c,d}	<0,001**
Karbonhidrat (g/100g)	54,8 ^{b,c,d,e}	50,81 ^{a,c,d,e}	50,16 ^{a,b,d,e}	48,26 ^{a,b,c,e}	45,77 ^{a,b,c,d}	<0,001**
Protein (g/100 g)	13,25 ± 0,04 ^{b,c,d,e}	13,07 ± 0,05 ^{a,c,d,e}	12,92 ± 0,03 ^{a,b,d,e}	12,51 ± 0,06 ^{a,b,c,e}	12,38 ± 0,03 ^{a,b,c,d}	<0,001**
Yağ (g/100g)	20,42±0,15 ^{b,c,d,e}	22,31±0,02 ^{a,d,e}	22,39±0,05 ^{a,d,e}	23,06±0,15 ^{a,b,c}	23,31±0,25 ^{a,b,c}	<0,001**
Diyet lifi (g/100g)	2,97 ± 0,06 ^{b,c,d,e}	5,54±0,07 ^{a,e}	5,74±0,10 ^{a,e}	6,34±0,92 ^{a,e}	9,11±0,09 ^{a,b,c,d}	<0,001**
Nem (g/100 g)	6,41 ± 0,035 ^{b,c,d,e}	6,10 ± 0,045 ^{a,c,d,e}	6,77 ± 0,072 ^{a,b,d,e}	7,64 ± 0,037 ^{a,b,c,e}	7,23 ± 0,041 ^{a,b,c,d}	<0,001**
Kül (g/100g)	2,15 ± 0,060 ^c	2,17 ± 0,023 ^c	2,02 ± 0,029 ^{a,b,d,e}	2,19 ± 0,060 ^c	2,20 ± 0,044 ^{c,d}	0,005*
Tiamin (mg/100g)	0,1±0,005 ^{d,e}	0,1±0,009 ^{d,e}	0,12±0,005	0,14±0,020 ^{a,b}	0,13±0,005 ^{a,b}	0,002*
Riboflavin (mg/100g)	0,103±0,006	0,106±0,005	0,106±0,005	0,11±0,01	0,12±0,01	0,158
Niasin (mg/100g)	0,69±0,06 ^c	0,73±0,02	0,81±0,03 ^{a,e}	0,74±0,01	0,65±0,01 ^c	0,003*
Piridoksin (mg/100g)	0,27±0,01	0,28±0,02	0,29±0,01	0,27±0,01	0,26±0,01	0,254

One Way Anova Post Hoc Tukey testi kullanılmıştır. *: p<0,05; **: p<0,001; PKT: Portakal kabuğu tozu; a: örnek 1 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; b: örnek 2 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; c: örnek 3 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; d: örnek 4 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; e: örnek 5 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.

Tablo 4.1.1.'de bisküvi örneklerinin besin ögesi bileşimleri analiz sonuçları yer almaktadır. Enerji içeriği tüm örneklerde benzerdi, ancak en düşük enerji içeriği Örnek 5'e aittir. Diyet lifi içeriği açısından Örnek 5, diğer örneklerle kıyasla en yüksek değere sahiptir ($p<0,001$). Protein ve yağ içeriklerinde de gruplar arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur. Protein içeriği en yüksek örnek 1'e ait bulunmuş olup en yüksek yağ içeriği ise örnek 5'e aittir ($p<0,001$). Riboflavin ve piridoksin içerikleri anlamlılık göstermemiştir ($p>0,05$).



Tablo 4.1.2. Bisküvi Örneklerinin Aminoasit Kompozisyonu

Amino asitler (Mg/100g)	Örnek 1 (%0 PKT)	Örnek 2 (%5 PKT)	Örnek 3 (%10 PKT)	Örnek 4 (%15 PKT)	Örnek 5 (%20 PKT)	p
	Ort. $\pm$ SS	Ort. $\pm$ SS	Ort. $\pm$ SS	Ort. $\pm$ SS	Ort. $\pm$ SS	
Histidin	296 $\pm$ 5,56 ^{b,c}	388 $\pm$ 7 ^{a,c,d,e}	334 $\pm$ 3,51 ^{a,b,d}	284 $\pm$ 13 ^{b,c}	309 $\pm$ 14,36 ^b	<0,001**
Treonin	287 $\pm$ 9,45 ^b	339 $\pm$ 15,50 ^{a,c,d}	282 $\pm$ 9,50 ^b	280 $\pm$ 5 ^{b,e}	310 $\pm$ 12,66 ^d	<0,001**
Valin	511 $\pm$ 10,06 ^{b,c,d,e}	541 $\pm$ 14,52 ^{a,c,d,e}	476 $\pm$ 9,16 ^{a,b}	476 $\pm$ 10 ^{a,b}	482 $\pm$ 6,55 ^{a,b}	<0,001**
Metiyonin	85 $\pm$ 3,05 ^{b,d,e}	132 $\pm$ 5,68 ^{a,c,d,e}	88 $\pm$ 8,50 ^{b,d,e}	109 $\pm$ 6 ^{a,b,c}	110 $\pm$ 5,50 ^{a,b,c}	<0,001**
İzolösin	559 $\pm$ 8,88 ^{b,c,d,e}	605 $\pm$ 15,71 ^{a,c,d,e}	509 $\pm$ 2,51 ^{a,b}	515 $\pm$ 10 ^{a,b}	517 $\pm$ 7,09 ^{a,b}	<0,001**
Lösin	961 $\pm$ 38,74 ^b	1056 $\pm$ 50,56 ^{a,c,d,e}	893 $\pm$ 10,50 ^b	920 $\pm$ 16 ^b	918 $\pm$ 9,64 ^b	<0,001**
Fenilalanin	812 $\pm$ 13,05 ^{b,c,d}	869 $\pm$ 14,64 ^{a,c,d,e}	762 $\pm$ 3,51 ^{a,b}	772 $\pm$ 14 ^{a,b}	787 $\pm$ 6,80 ^b	<0,001**
Lizin	1869 $\pm$ 50,76 ^{c,d,e}	1948 $\pm$ 43,03 ^{c,d,e}	1606 $\pm$ 6,50 ^{a,b,d}	1712 $\pm$ 34 ^{a,b,c}	1637 $\pm$ 45,65 ^{a,b}	<0,001**
Triptofan	112 $\pm$ 10,01	100 $\pm$ 3,78	100 $\pm$ 12,50	106 $\pm$ 4	95 $\pm$ 3,51	0,142
Aspartik asit	1552 $\pm$ 55,07 ^{b,c,d,e}	1309 $\pm$ 101,02 ^{a,d}	1211 $\pm$ 1,52 ^a	1079 $\pm$ 17 ^{a,b}	1181 $\pm$ 67,39 ^a	<0,001**
Glutamik asit	2069 $\pm$ 51,50 ^{b,c,d,e}	1917 $\pm$ 32,51 ^{a,d,e}	1851 $\pm$ 4,50 ^{a,c}	1806 $\pm$ 54 ^{a,b}	1739 $\pm$ 34,21 ^{a,b,c}	<0,001**
Serin	424 $\pm$ 9,01 ^{b,c,e}	513 $\pm$ 10,50 ^{a,c,d,e}	484 $\pm$ 2,51 ^{a,b,d}	440 $\pm$ 14 ^{b,c}	459 $\pm$ 8,14 ^{a,b}	<0,001**
Glisin	465 $\pm$ 9,07 ^b	515 $\pm$ 12,05 ^{a,c,d,e}	470 $\pm$ 2,08 ^b	468 $\pm$ 9 ^b	485 $\pm$ 10,01 ^b	<0,001**
Arjinin	1166 $\pm$ 73,17 ^{c,d,e}	1060 $\pm$ 45 ^{c,d,e}	904 $\pm$ 5,50 ^{a,b}	919 $\pm$ 14 ^{a,b}	937 $\pm$ 30,27 ^{a,b}	<0,001**
Alanin	541 $\pm$ 15,04 ^{b,c}	578 $\pm$ 9,45 ^{a,c,d,e}	502 $\pm$ 1,52 ^{a,b}	525 $\pm$ 9 ^b	519 $\pm$ 5,85 ^b	<0,001**
Prolin	539 $\pm$ 7,37 ^{b,e}	608 $\pm$ 15,30 ^{a,c,d}	555 $\pm$ 6,50 ^{b,e}	551 $\pm$ 22 ^{b,e}	599 $\pm$ 7,23 ^{a,c,d}	<0,001**
Tirozin	319 $\pm$ 14,46 ^c	333 $\pm$ 3,51 ^c	289 $\pm$ 7,50 ^{a,eb}	312 $\pm$ 11	312 $\pm$ 11,01	0,006*

One Way Anova Post Hoc Tukey testi kullanılmıştır. *: p<0,05; **: p<0,001; PKT: Portakal kabuğu tozu; a: örnek 1 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; b: örnek 2 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; c: örnek 3 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; d: örnek 4 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; e: örnek 5 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.

Tablo 4.1.2.'de bisküvi örneklerinin esansiyel ve diğer amino asit içerikleri göstermektedir. Araştırmada histidin, treonin, valin, metiyonin, izolösin, lösin, fenilalanin, lizin, triptofan ve diğer amino asitler analiz edilmiştir. Gruplar arasında amino asit seviyelerinde anlamlı farklar bulunmuştur (p<0,001). Özellikle histidin, treonin, valin ve lizin gibi önemli esansiyel amino asitlerde anlamlı artışlar gözlenmiştir.

Analiz sonuçlarına göre örnek 2'nin birçok amino asit içeriğinde (triptofan, aspartic asit, glutamic asit ve arjinin hariç) en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Triptofan seviyeleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).



Tablo 4.1.3. Bisküvi Örneklerinin İn Vitro Sindirilebilirlik Parametreleri

	Örnek 1 (%0 PKT)	Örnek 2 (%5 PKT)	Örnek 3 (%10 PKT)	Örnek 4 (%15 PKT)	Örnek 5 (%20 PKT)	BE	p
	<u>Ort. ± SS</u>	<u>Ort. ± SS</u>	<u>Ort. ± SS</u>	<u>Ort. ± SS</u>	<u>Ort. ± SS</u>	<u>Ort. ± SS</u>	
HKG (g/100 g)	9,19±0,11 ^{b,c,d,e,f}	10,15±0,13 ^{a,c,d,e,f}	12,15±0,11 ^{a,b,d,e,f}	12,81±0,09 ^{a,b,c,e,f}	14,08±0,12 ^{a,b,c,d,f}	19,93±0,14 ^{a,b,c,d,e}	<0,001**
KG (g/100 g)	19,66±0,15 ^{b,c,d,e,f}	19,89±0,17 ^{a,c,d,e,f}	19,37±0,12 ^{a,b,d,e,f}	21,09±0,18 ^{a,b,c,e,f}	20,08±0,18 ^{a,b,c,d,f}	36,61±0,22 ^{a,b,c,d,e}	<0,001**
HSN (g/100 g)	0,00±0,00 ^{b,c,d,e,f}	0,12±0,04 ^{a,c,d,e,f}	1,33±0,13 ^{a,b,d,e,f}	2,57±0,1 ^{a,b,c,e,f}	3,86±0,11 ^{a,b,c,d,f}	19,93±0,14 ^{a,b,c,d,e}	<0,001**
YSN (g/100 g)	11,38±0,14 ^{c,d,e,f}	10,76±0,24 ^{c,d,e,f}	8,44±0,22 ^{a,b,d,e,f}	9,56±0,22 ^{a,b,c,e,f}	7,41±0,29 ^{a,b,c,d,f}	18,67±0,1 ^{a,b,c,d,e}	<0,001**
DN (g/100 g)	10,71±0,09 ^{b,c,d,e,f}	12,48±0,05 ^{a,c,d,e,f}	6,51±0,14 ^{a,b,d,e,f}	3,63±0,29 ^{a,b,c,e,f}	4,77±0,32 ^{a,b,c,d}	4,9±0,35 ^{a,b,c,d}	<0,001**
TN (g/100 g)	21,11±0,19 ^{b,c,d,e,f}	23,28±0,17 ^{a,c,d,e,f}	16,27±0,25 ^{a,b,f}	15,76±0,2 ^{a,b,f}	16,04±0,15 ^{a,b,f}	43,5±0,33 ^{a,b,c,d,e}	<0,001**

One Way Anova Post Hoc Tukey testi kullanılmıştır. *: p<0,05; **: p<0,01; PKT: Portakal kabuğu tozu; BE: Beyaz ekme; HKG: hızlı kullanılabilir glikoz; KG: kullanılabilir glikoz; HSN: hızlı sindirilebilir nişasta; YSN: yavaş sindirilebilir nişasta; DN: dirençli nişasta; TN: toplam nişastayı ifade eder.

a: örnek 1 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; b: örnek 2 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; c: örnek 3 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; d: örnek 4 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; e: örnek 5 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; f: BE ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.

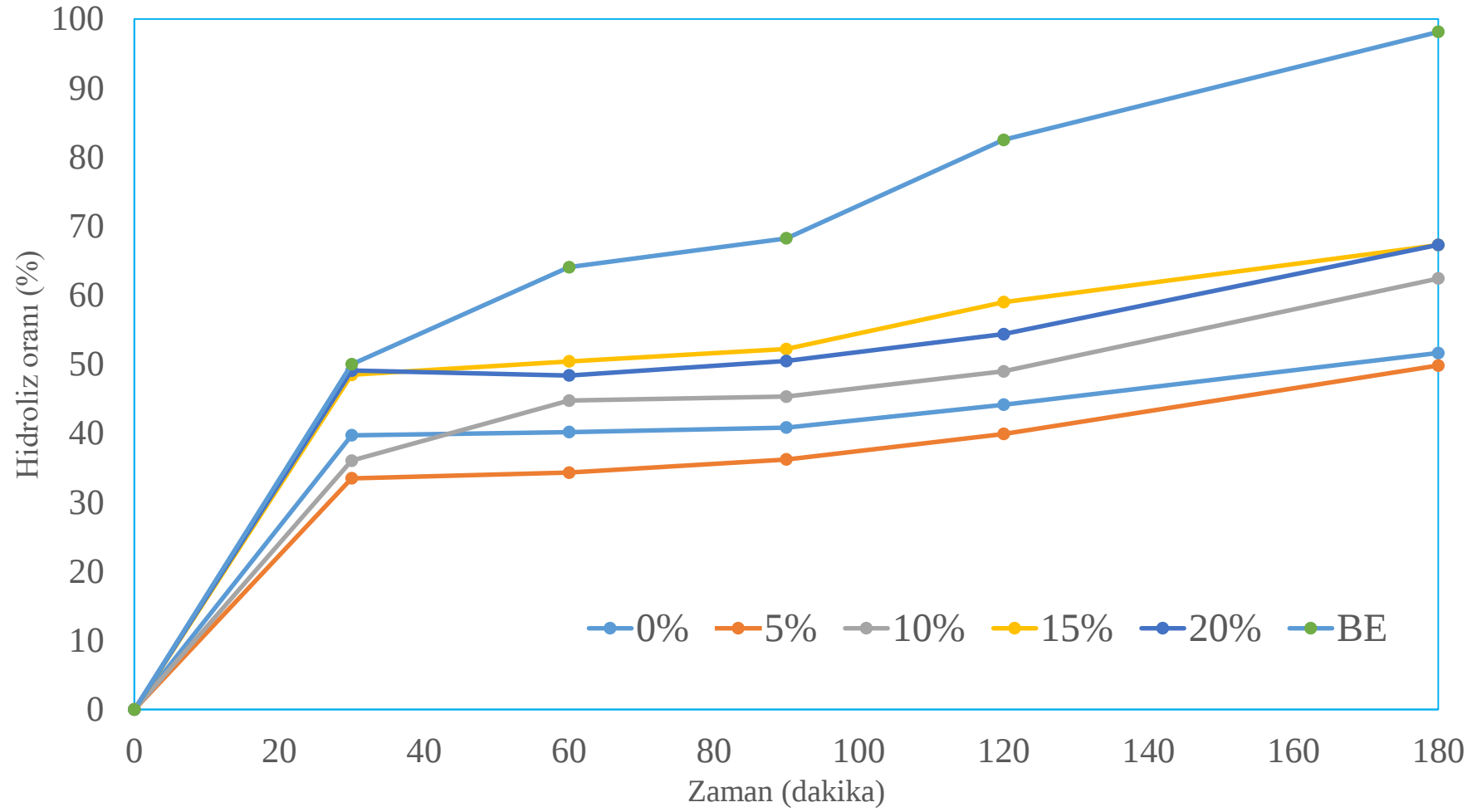
Bisküvi örneklerinin HKG, KG, HSN, YSN, DN ve TN değerleri Tablo 4.1.3.'te verilmiştir. Tüm örneklerde TN, HKG, KG ve HSN değerleri beyaz ekmeğe göre anlamlı şekilde daha düşüktür ($p<0,001$). YSN ise beyaz ekmekte 18,67 g/100 g, bisküvilerde 7,41- 11,38 g/100 g'dır ($p<0,001$). Beyaz ekmekte 4,9 g/100 g olan DN, bisküvilerde 3,63- 10,71 g/100 g arasında değişmekte ve üç örnek (örnek 1, örnek 2, örnek 3) beyaz ekmeğe göre daha yüksek DN içermektedir ($p<0,001$).

Bisküvi örneklerinin hidroliz indeksi (HI) değerleri Şekil 4.1.'de gösterilmiştir. Beyaz ekmek referans alınarak hesaplanan 30, 60, 90, 120 ve 180 dakikadaki bisküvi örneklerinin hidroliz oranları sırasıyla aşağıdaki gibidir:

- **30 dk:** %39,7; %33,5; %36; %48,5; %49,1
- **60 dk:** %40,2; %34,3, 3; %44,8; %50,4; %48,4
- **90 dk:** %40,8; %36,2; %45,3; %52,2; %50,5
- **120 dk:** %44,2; %39,9; %49, 4; %59; %54,4
- **180 dk:** %51,6; %49,8; %62,4; %67,3; %67,3

Hidroliz oranları zamanla artış göstermiştir.

Şekil 4.1. Bisküvi Örneklerinin İn Vitro Hidrolizi (Nişasta+Serbest glikoz)



[%0 PKT: Örnek 1, %5 PKT: Örnek 2, %10 PKT: Örnek 3, %15 PKT: Örnek 4, %20 PKT: Örnek 5, BE: (beyaz ekmek)]

Tablo 4.1.4. Bisküvi Örneklerinin Beyaz Ekmek ve Glikoza Göre Glisemik İndeks Sonuçları

	Örnek 1 (%0 PKT)	Örnek 2 (%5 PKT)	Örnek 3 (%10 PKT)	Örnek 4 (%15 PKT)	Örnek 5 (%20 PKT)	p
	<u>Ort. ± SS</u>	<u>Ort. ± SS</u>	<u>Ort. ± SS</u>	<u>Ort. ± SS</u>	<u>Ort. ± SS</u>	
Beyaz Ekmek (g/100g)	71,7±0,2 ^{b,c,d,e}	68,3±0,1 ^{a,c,d,e}	74,8±0,2 ^{a,b,d,e}	80,8±0,1 ^{a,b,c,e}	79,5±0,1 ^{a,b,c,d}	<0,001**
Glikoz (g/100g)	50,2±0,1 ^{b,c,d,e}	47,8±0,1 ^{a,c,d,e}	52,4±0,1 ^{a,b,d,e}	56,6±0,1 ^{a,b,c,e}	55,6±0,1 ^{a,b,c,d}	<0,001**

One Way Anova Post Hoc Tukey testi kullanılmıştır. *: p<0,05; **: p<0,01; PKT: Portakal kabuğu tozu; a: örnek 1 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; b: örnek 2 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; c: örnek 3 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; d: örnek 4 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; e: örnek 5 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.

Tablo 4.1.4.'te beyaz ekmek ve glikoz referans alınarak bisküvi örneklerinin Gİ sonuçları verilmiştir. Beyaz ekmeğin Gİ değeri 93,8 g/100 g olup tüm bisküvi örneklerinin Gİ değerleri beyaz ekmeğe kıyasla daha düşüktür (p<0,001). Bisküvi örnekleri içerisinde en düşük Gİ değerine Örnek 2 sahip iken en yüksek Gİ değeri Örnek 4'te bulunmuştur (p<0,001).

4.2. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI

Bu araştırmada duyuşal analize katılan eğitimli panelistlerden 12 kişı beslenme ve diyetetik bölümü öğretim elemanı, 8 kişı gastronomi bölümü öğretim elemanıdır. Katılımcılardan 80 kişı ise Sağlık Bilimleri Fakóltesi öğrencisidir. Katılımcılardan 20 kişinin eğitim düzeyi lisansüstü seviyesindedir. 80 kişı ise lisans öğrencisidir.

Tablo 4.2.1. Bisküvi Örneklerinin Duyusal Analiz ve Hedonik Skala Sonuçları

		Örnek 1 (%0 PKT)	Örnek 2 (%5 PKT)	Örnek 3 (%10 PKT)	Örnek 4 (%15 PKT)	Örnek 5 (%20 PKT)	P
		Ort. ± SS	Ort. ± SS	Ort. ± SS	Ort. ± SS	Ort. ± SS	
Duyusal Analiz	Parlaklık	4,10±0,87 ^e	3,79±0,9	3,78±0,95	3,97±0,97	3,56±0,93 ^a	0,011*
	Renk	4,15±0,86 ^e	4,13±0,93 ^e	3,97±0,92	4,14±0,77 ^e	3,71±0,9 ^{a,b,d}	0,013*
	Yüzey Düzgünlüğü	4,42±0,77 ^{d,e}	4,30±0,82 ^e	4,10±0,87 ^e	4,01±0,86 ^a	3,66±0,91 ^{a,b,c}	<0,001**
	Sertlik	3,60±1,03 ^e	3,84±0,93 ^e	3,55±1,09 ^e	3,40±0,98	3,04±1,03 ^{a,b,c}	<0,001**
	Gevreklik	3,55±1,06 ^e	3,91±0,96 ^{d,e}	3,52±1,09 ^e	3,07±1,15 ^b	2,98±1,07 ^{a,b,c}	<0,001**
	Kumlu-kuru olmama	3,50±0,99	3,84±0,86 ^e	3,60±1,08	3,49±0,96	3,17±0,99 ^b	0,003*
	Erime	3,39±1,12	3,78±1,02 ^e	3,55±1,14	3,40±1,01	3,15±1,00 ^b	0,014*
	Lezzet	3,60±1,06 ^e	4,02±0,93 ^{d,e}	3,68±1,02 ^e	3,39±1,08 ^{b,e}	2,85±1,10 ^{a,b,c,d}	<0,001**
	Sıkı yapı	4,07±0,77 ^e	4,11±0,75 ^{d,e}	4,07±0,86 ^e	3,66±0,96 ^b	3,39±1,03 ^{a,b,c}	<0,001**
	Gözenek dağılımı	3,84±0,91 ^e	3,98±0,89 ^e	3,69±0,89	3,59±1,06	3,36±1,01 ^{a,b}	0,002*
	Kabuk inceliğı	3,78±0,9	3,97±0,89 ^e	3,84±0,93 ^e	3,81±0,95 ^e	3,34±1,01 ^{b,c,d}	0,002*
	Kesit iç rengi	4,10±0,76 ^e	4,04±0,81 ^e	3,97±0,89 ^e	3,82±0,85	3,50±0,91 ^{a,b,c}	<0,001**
	Kabuk rengi	3,95±0,86 ^e	4,00±0,82 ^e	3,78±0,96	3,91±0,87 ^e	3,42±1,02 ^{a,b,d}	0,001*
Hedonik Skala	Tüketici tercihi	3,43±0,96 ^e	3,85±0,95 ^{d,e}	3,53±1,05 ^e	3,14±1,03 ^b	2,68±1,03 ^{a,b,c}	<0,001**
	Tat değerlendirme	3,37±0,98	3,69±0,86 ^e	3,53±0,88	3,36±0,98	3,20±1,17 ^b	0,042*
	Doku derecelendirme	3,39±1,40 ^d	3,60±1,38	3,63±1,27	4,18±1,58 ^a	3,98±1,39	0,008*

One Way Anova testi kullanılmıştır. *: $p<0,05$; **: $p<0,001$; PKT:Portakal kabuğı tozu, a: örnek 1 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; b: örnek 2 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; c: örnek 3 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; d: örnek 4 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel fark; e: örnek 5 ile diğer örnekler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.

Tablo 4.2.1.'de bisküvi örneklerinin duyusal analiz sonuçları verilmiştir. Sonuçlar arasında istatistiksel farklılıklar gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Parlaklık, renk, yüzey düzgünlüğü, kesit iç rengi gibi sonuçlarda Örnek 1 en yüksek değerlere sahipken, diğer parametrelerde Örnek 2 en yüksek puanlara sahiptir. Tüm duyusal analiz sonuçlarında en düşük puanlar Örnek 5'e aittir ($p<0,05$).

5.TARTIŞMA

Sürdürülebilir beslenme için atık yönetimi büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda portakal kabuğu atık olarak değerlendirilmeden önce besleyici özellikleri ile çeşitli ürünlerde kullanılabilir. Portakal kabuğunun ürünlere eklenmesi, bu ürünlerin besin değerini artırarak diyet lifi içeriğini de zenginleştirir. Günümüzde diyet lifi ve protein açısından zenginleştirilmiş fonksiyonel besinlere ilgi artmıştır. Bu besinlerden biri de bisküvilerdir. Klasik tariflerinde bisküviler genellikle düşük protein ve diyet lifi içerir. Bisküvi üretiminde portakal kabuğu kullanılması diyet lifi ve fonksiyonel bileşikler yönünden zengin bir alternatif sunarken sürdürülebilir beslenmeye de katkı sağlamaktadır. Buğday unu yerine nohut unu kullanılması ise protein ve diyet lifi içeriğini artırırken glutensiz, besin değeri yüksek bir alternatif sunabilir.

Bu araştırma ile glutensiz, diyet lifi ve protein içeriği yüksek, glisemik indeksi düşük fonksiyonel bisküvilerin üretimi hedeflenmiş ve portakal kabuğunun kullanımıyla sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden biri olan atık oluşumunun önlenmesine katkı sağlanarak literatüre yenilik getirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada nohut unu ve portakal kabuğu tozu kullanılarak diyet lifi ve protein içeriği zengin bisküviler elde edilmiştir. Bu durum besin ögesi zenginliği açısından önemlidir.

Portakal kabuğu tozunun bisküvilere eklenmesi ile diyet lifi oranında artış bulunduğu bazı çalışmalar bildirilmiştir. (Can, 2015; Obafaye ve Omoba, 2018; Rani vd.,2020). Türkiye’de yapılan bir çalışmada, bisküvilere farklı oranlarda portakal kabuğu tozu eklenmiş ve diyet lifi miktarının anlamlı düzeyde arttığı bulunmuştur ($p<0,05$; Can, 2015). Benzer şekilde Nijerya’da yapılan bir çalışmada portakal kabuğu tozu oranı arttıkça diyet lifi içeriğinde önemli bir artış gözlemlenmiştir (Obafaye ve Omoba, 2018). Rani ve arkadaşlarının (2020) yaptığı çalışmada da aynı eğilim görülmüş, portakal kabuğu tozu ilavesiyle bisküvilerin diyet lifi oranları artmıştır. Bu çalışmada bisküvilere %0, %5, %10, %15, %20 oranlarında portakal kabuğu tozu eklenmiştir. En yüksek diyet lifi oranı %20 portakal kabuğu tozu ilaveli bisküvidedir ($9,11\pm0,09$; $p<0,001$).

Sonuçlar, portakal kabuğu tozu oranı ile bisküvilerin diyet lifi içeriğinin doğrusal olarak arttığını göstermektedir. Bu artış bisküvilerin diyet lifi içeriğini zenginleştirerek besin değeri yüksek bir ürün elde edilmesini sağlamıştır. Literatürde yer alan sonuçlar bu araştırma verileri ile uyumludur. Tüm bu bulgular, portakal kabuğu tozunun diyet lifi içeriğini zenginleştiren bir bileşen olarak kullanılabileceğini desteklemektedir.

Bisküvi üretiminde nohut ununun kullanıldığı çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Yadav, 2012; Dhankhar vd., 2019; Lu Lin vd., 2022). Yadav ve arkadaşları (2012), rafine buğday ununa nohut unu ekleyerek bisküvi karışımları geliştirmiştir. Elde edilen bulgular, nohut unu oranı arttıkça protein içeriğinin arttığını göstermiştir ($p<0,05$). Nohut ununun kullanıldığı benzer bir diğer çalışmada Dhankhar ve arkadaşları (2019), rafine buğday ununa nohut unu eklemiş ve nohut unu eklenmesinin bisküvilerin protein içeriğini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır ($p<0,05$). Bu konuda 2022 yılında yapılan bir diğer çalışmada da bisküvilere nohut unu eklenmesinin protein değerini arttırdığı belirtilmiştir (Lu Lin vd., 2022). Bu araştırmadaki bisküvilerin üretiminde %100 nohut unu kullanılmıştır. Bisküvilerin protein içerikleri (g/100g); %0 PKT ilaveli bisküvi: $13,25 \pm 0,04$; %5 PKT ilaveli bisküvi: $13,07 \pm 0,05$, %10 PKT ilaveli bisküvi: $12,92 \pm 0,03$, %15 PKT ilaveli bisküvi: $12,51 \pm 0,06$, %20 PKT ilaveli bisküvi: $12,38 \pm 0,03$ 'tür ($p<0,001$). Araştırma sonuçları literatürdeki benzer çalışmalarda olduğu gibi nohut unu kullanımının protein içeriğini arttırdığını göstermektedir.

Bu araştırmada bisküvilerdeki portakal kabuğu tozu oranı arttıkça diyet lifi artmış ve g/100g'da protein miktarı giderek düşmüştür. Bu durum portakal kabuğu tozu ilavesinin protein ve diğer bileşenlerin yüzdesini seyrelterek toplam içeriğin protein miktarını düşürmesinden kaynaklanmaktadır. Benzer sonuçlar Magda vd., (2008) çalışmasında görülmüştür. Bisküvi örneklerine eklenen portakal kabuğu tozu oranı arttıkça diyet lifi içeriği artarken protein içeriğinin düştüğü sonucuna ulaşılmıştır. Bu konuda yapılan bir başka çalışmada bisküvilere farklı turuncgil albedo tozları eklenmiştir. Bisküvilere albedo tozlarının ikamesiyle diyet lifi oranı artarken ham protein miktarı düşmüştür. Buna neden olarak bisküvi ununun albedo tozlarına göre daha yüksek protein içeriğe sahip olması gösterilmiştir (Demirel, 2017). Bisküvilerde diyet lifi ve protein ilişkisinin incelendiği bir diğer çalışmada bisküvilere muz unu ikame edildikçe diyet lifi oranı artarken protein miktarının azaldığı tespit edilmiştir (Agama vd., 2012). Araştırma bulguları ile literatür çalışmalarını kıyasladığımızda elde edilen sonuçların tutarlılık gösterdiği görülmektedir.

Diyet lifi ve protein içeriğinin yüksek olmasının bir avantajı bisküvilerin daha düşük nişasta sindirilebilirlik seviyelerine sahip olmasıdır. Nişasta sindirilebilirlik seviyelerinin düşük olması; hızlı sindirilebilir nişasta düzeyini azaltır, yavaş sindirilebilir nişasta ve dirençli nişasta düzeylerini artırır. Yavaş sindirilebilir nişasta düzeyinin artması; uzun süreli ve yeterli glikoz salınımını sağlar, insülin düzeyinde hızlı artışı önler ve düşük glisemik indeks değeri sağlar (Chinma vd., 2022).

Bu araştırmada bisküvilerin in vitro nişasta sindirilebilirliği incelenmiştir. Bisküvilerin hızlı sindirilebilir nişasta içerikleri, beyaz ekmeğe kıyasla belirgin bir şekilde daha düşük seviyelerdedir ($p<0,001$). Yavaş sindirilebilir nişasta değerleri beyaz ekmekten daha düşük ($p<0,001$), dirençli nişasta içerikleri ise beyaz ekmeğe göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0,001$). Bisküvilerin in vitro nişasta sindirilebilirlik düzeylerinin beyaz ekmeğe göre daha iyi olma sebebi olarak zengin diyet lifi ve protein içeriğinin olması gösterilebilir. Gangola ve arkadaşlarının (2022) yaptığı çalışmada bakla ununun krakerlere eklenmesinin in vitro nişasta sindirilebilirliğine olan etkisi incelenmiş olup bakla unu ilavesinin hızlı sindirilebilir nişasta miktarını azaltırken yavaş sindirilebilir nişasta ve dirençli nişasta değerlerini arttırdığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, bu araştırmanın bulguları ile tutarlılık göstermekte olup, bisküvilere protein ve diyet lifi içeriği zengin un ilavesinin hızlı sindirilebilir nişasta düzeyini azalttığını ve dirençli nişasta düzeylerini artırarak daha sağlıklı bir nişasta profili sunduğunu göstermektedir.

Nişasta türleri ile glisemik indeks arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmada, dirençli nişasta ile glisemik indeks arasında ters orantılı bir ilişki bulunmuştur (Odenigbo, 2012). Bir başka çalışmada da dirençli nişasta ile glisemik indeks arasında ters bir ilişki tespit edilmiş, bir diğer nişasta türü hızlı kullanılabilir glikoz ile glisemik indeks arasında ise pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. (Yaman, Sargın ve Mızrak, 2019).

Bu araştırmada, en yüksek hızlı kullanılabilir glikoz seviyeleri %15 portakal kabuğu tozu ve %20 portakal kabuğu tozu ilaveli bisküvilerde bulunmuş olup, bu bisküvilerin glisemik indeks değerleri de daha yüksektir. Buna karşılık dirençli nişasta içeriği yüksek bisküvilerin (%0, %5 ve %10 portakal kabuğu tozu ilaveli bisküviler) glisemik indeksleri daha düşüktür. Hızlı kullanılabilir glikoz, 20.dakikada nişasta ve şekerlerden açığa çıkan glikoz miktarıdır. Bu seviyenin yüksekliği, glikozun hızla kana geçerek kan şekerinde ani artışa yol açmasıyla glisemik indeksin yükselmesine neden olur.

Dirençli nişasta ise sindirime direnç göstererek daha yavaş glikoz salınımı sağlar ve böylece düşük glisemik indeks değeri elde edilir.

Bu araştırmada bisküvilere nohut unu ve portakal kabuğu tozu ilavesinin glisemik indeks üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bisküvilerin glisemik indeks değerleri ($47,8 \pm 0,1$ - $56,6 \pm 0,1$) düşüktür ($p < 0,001$). Nohut ununun bisküvilere eklenmesinin glisemik indeks düzeyine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada bisküvilere nohut unu ilave edildikçe glisemik indeks değerinin azaldığı bulunmuştur (Lu Lin vd., 2022). Bisküvilerin glisemik indeks düzeyi ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada buğday unu, karabuğday, darı unu, nohut unu kullanılarak geliştirilen glutensiz bisküvilerin GI düzeyleri incelenmiş, çalışma sonucunda buğday unu yerine nohut unu kullanımının daha düşük glisemik indeksli bisküviler elde etmeyi sağladığı sonucu elde edilmiştir. (Di Cairano vd., 2021). Literatür çalışmaları, buğday unu yerine nohut unu kullanımının glisemik indeks düzeyini düşürücü etkisi olduğunu göstermektedir. Diyet lifinin glisemik indeks üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada fonksiyonel bir bileşen olarak elma diyet lifi kullanılmış bisküvilere diyet lifi ilavesinin glisemik indeks düzeyini azalttığı tespit edilmiştir (Alongi, Melchior ve Anese, 2019).

Bu araştırmada diyet lifi kaynağı olarak nohut unu ve portakal kabuğu tozu kullanımı, bisküvilerin glisemik indeks değerlerinin düşük olmasına katkı sağlamış olup bu bulgular literatürdeki çalışmalarla uyum göstermektedir.

Bu araştırmada kullanılan bileşenler, protein ve diyet lifi içeriği zengin, düşük glisemik indeks değerine sahip bisküviler elde edilmesini sağlarken bisküvilerin diğer besin profili üzerine de olumlu etkiler göstermiştir. Özellikle nohut unu kullanımı bisküvi örneklerinin amino asit bileşenlerinin yüksek olmasını sağlamıştır. Nohut ununun protein kalitesinin yüksek olması, glutensiz ürünlerde besin değerini arttırmak için büyük bir avantajdır. Literatür incelendiğinde Motawei vd., (2022) tarafından yapılan bir çalışmada da nohut ununun yüksek esansiyel amino asit içeriklerine sahip olduğu rapor edilmiştir. Benzer şekilde, Rachwa vd., (2015), nohut ununun buğday ununa kıyasla daha yüksek amino asit değerlerine sahip olduğunu belirtmiştir. El-Nahas (2008) ise nohut unu ilavesinin bisküvilerin amino asit bileşenlerini zenginleştirdiğini ve kontrol grubuna kıyasla daha yüksek içerikler sağladığını vurgulamıştır. Tüm bu sonuçlardan nohut ununun yüksek amino asit içerikleri ile bisküvilerin besin kalitesini arttırdığı anlaşılmaktadır.

Portakal kabuğu tozu ve nohut ununun bisküvilerin besin ögeleri profiline etkisi, yalnızca protein ve amino asit içeriği ile sınırlı kalmayıp, karbonhidrat (g/100g) ve enerji (kkal) dengesi açısından da olumlu sonuçlar sunmuştur. Enerji ve karbonhidrat hesaplaması daha önce (Bkz:3.4.2.7. Enerji-Karbonhidrat Hesaplamaları) anlatılmıştır. Buna göre diyet lifi oranı arttıkça enerji ve karbonhidrat değerlerinde azalma beklenen bir sonuçtur. Portakal kabuğu tozu oranı arttıkça bu araştırmadaki bisküvilerin enerji değerleri 455-442 kkal arasında karbonhidrat oranları ise 54,8 g ile 45,77 g arasında değişim göstermiştir. Bu sonuçlar, daha sağlıklı ve dengeli bir bisküvi formülasyonu sunduğumuzu göstermektedir. Erdoğan (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday unu ile üretilen bisküvilere %0'dan %20'ye kadar portakal kabuğu tozu ilavesiyle karbonhidrat ve enerji içeriklerinin azaldığı bulunmuş ve sonuç bu araştırma ile uyumludur. Ancak, Obafaye ve Omoba'nın (2018) araştırmasında, darı unu ile üretilen bisküvilere benzer oranlarda portakal kabuğu tozu eklenmesiyle bisküvilerin karbonhidrat ve enerji içeriklerinin arttığı gözlemlenmiştir. Bu farklılık, kullanılan un türleri ve diğer bileşenlerin bisküvilerin besin bileşimi üzerindeki etkileriyle açıklanabilir. Nohut unu gibi bileşenlerin, karbonhidrat ve enerji düzeylerini düşürmeye yönelik katkısı, farklı un ve formülasyonlarla yapılan çalışmalarda değişkenlik gösterebilir.

Bu araştırmada kullanılan bileşenlerin protein, diyet lifi, karbonhidrat, enerji gibi besin ögesi profiline sağladığı katkıların yanında portakal kabuğu tozunun bisküvilerin yağ içeriği üzerinde belirgin bir etkisi gözlemlenmiştir. Araştırma bulgularında, portakal kabuğu toz oranı %0'dan %20'ye doğru arttıkça yağ oranlarının (g/100g) $20,42 \pm 0,15$ 'ten $23,31 \pm 0,25$ 'e arttığı saptanmıştır ($p < 0,001$). Bu sonuç portakal kabuğu tozu ile yağ içeriği arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermektedir. Literatürde de bisküvilerin yağ içeriklerinin portakal kabuğu tozu ve diğer bileşenlerle ilişkisinin incelendiği çalışmalar yapılmıştır (Rani vd., 2020; Erdoğan, 2023; Dhankhar vd., 2019). Rani ve arkadaşlarının (2020) rafine un ile yaptıkları bir çalışmada portakal kabuğu tozu arttıkça yağ içeriğinde azalma olmuş, portakal kabuğu tozu ilavesi ile yağ oranı arasında doğrusal bir ilişki bulunamamıştır. Türkiye'de yapılan benzer bir araştırmada portakal kabuğu tozu oranı arttıkça bisküvilerin yağ içerikleri arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$; Erdoğan, 2023). Literatürdeki verilerden farklı olarak Dhankhar ve arkadaşlarının (2019) nohut unu ilavesiyle ürettikleri bisküvilerde nohut oranı arttıkça yağ içeriğinin arttığı

sonucuna ulaşılsa da bu araştırmada tüm bisküvi örneklerinde sabit miktarda nohut unu kullanıldığı için bu durumun yağ içeriği üzerindeki etkisi değerlendirilmemiştir. Bu çerçevede bu araştırmadaki portakal kabuğu tozunun yağ içeriği üzerindeki etkisinin literatürdeki bazı çalışmalarla uyum göstermemesi, kullanılan un veya bileşenlerin farklılıklarının bu durumda etkili olabileceğini düşündürmektedir.

Araştırma sonuçları doğrultusunda, portakal kabuğu tozu ilavesinin bisküvilerin yağ içeriğine ek olarak nem ve kül içeriklerinde de belirgin artışlara neden olduğu tespit edilmiştir. Yapılan analizlerde portakal kabuğu tozu ilavesiyle bisküvilerin nem içeriklerinin arttığı bulunmuştur ($p<0,001$). Bu konuyla ilgili yapılan bir çalışmada düşük oranlarda portakal kabuğu tozu kullanıldığında nem içeriğinde anlamlı bir fark görülmezken ($p>0,05$; Can, 2015), bir başka çalışmada portakal kabuğu tozu oranı arttıkça bisküvilerin nem oranının arttığı görülmüştür (Erdoğan, 2023). Literatürdeki bu sonuçlar portakal kabuğu tozu ilavesinin bisküvilerin nem oranını artırdığı sonucunu desteklemektedir. Bu sonucun yanında bisküvilere portakal kabuğu tozu ilavesinin kül içeriğini arttırdığı da tespit edilmiştir ($p<0,05$). Yapılan diğer araştırmalar da portakal kabuğu tozu ilavesinin kül içeriğini artırdığı yönünde bulgular sunmaktadır (Rani vd., 2020; Obafaye ve Omoba, 2018). Nwosu ve arkadaşlarının (2022) çalışmasında da portakal kabuğu tozu ilavesinin kül içeriğini artırdığı bulunurken ve bu artışın portakal kabuğunun yüksek kül içeriğine bağlandığı belirtilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda, araştırma sonuçlarının literatürdeki sonuçlarla paralellik gösterdiği anlaşılmaktadır.

Araştırma kapsamında portakal kabuğu tozu ve nohut unu kullanımının aminoasit, karbonhidrat, enerji, yağ, nem, kül içeriklerinde sağladığı değişimlerin ötesinde, bu bileşenlerin bisküvilerin B vitamini içeriğine yönelik etkileri de önemlidir. Bisküvilerin B vitamini içerikleri (tiamin, riboflavin, niasin ve piridoksin) analiz edilmiş olup, elde edilen veriler vitaminler arasında farklılıklar olduğunu göstermektedir. Bu araştırmada bisküvilerdeki B vitamini içerikleri tiamin için 0,1-0,14 mg/100g, riboflavin için 0,103-0,12 mg/100g, niasin için 0,65-0,81 mg/100g ve B6 vitamini için 0,26-0,29 mg/100g arasında değişmiştir. Literatürdeki çalışmalarla karşılaştırıldığında, Egbonu ve Amadi (2016) tarafından yapılan çalışmada portakal kabuğunun tiamin, riboflavin ve niasin içeriklerinin (mg/100g) sırasıyla 0,11 mg, 0,15 mg ve 0,81 mg olduğu bildirilmiştir. Marengo ve arkadaşlarının (2017) araştırmasında ise filizlenmiş nohutunun B vitaminleri açısından mikro besin profiline katkıda bulunduğu, vitamin içerikleri ($\mu\text{g/g}$);

tiaminin 0,8, riboflavinin 0,4, niasinin 0,8 ve piridoksinin 5,3 düzeyinde olduğu belirtilmiştir. Bu bulgular, araştırmadaki B vitamini içeriklerinin kullanılan malzemelerin besin profili ile uyumlu olduğunu ve portakal kabuğu tozu ile nohut unu ilavesinin bisküvilerin B vitamini profiline çeşitlilik kattığını göstermektedir.

Besin bileşenleri açısından yapılan kapsamlı analizlerin sonrasında portakal kabuğu tozu ilavelerinin bisküvilerin tüketici beğenisi ve duyusal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmada, portakal kabuğu tozu (%0, %5, %10, %15, %20) ilave edilen bisküviler tüketici beğenisine sunularak duyusal analiz yapılmıştır. Renk, tat, gevreklik ve genel kabul edilebilirlik gibi duyusal özellikler değerlendirilmiştir. Renk açısından en yüksek puanı %0 portakal kabuğu tozu ilaveli bisküvi, en düşük puanı %20 portakal kabuğu tozu ilaveli bisküvi almıştır. Tat değerlendirmesinde en yüksek puanı, %5 ve %10 portakal kabuğu tozu ilaveli bisküviler alırken, en düşük puanı %20 portakal kabuğu tozu ilaveli bisküvi almıştır. Gevreklik açısından da en iyi sonuçları %5 ve %10 portakal kabuğu tozu ilaveli bisküviler elde etmiştir. Genel olarak, portakal kabuğu tozu ilavesi arttıkça bisküvilerin duyusal özelliklerinde bir azalma gözlemlenmiştir. En iyi duyusal özellikler, %5 ve %10 portakal kabuğu tozu eklenen bisküvi örneklerinde bulunmuştur. Literatürde, benzer çalışmalar, portakal kabuğu tozu ilavesinin bisküvilerin duyusal özelliklerini olumsuz etkilediğini göstermektedir. Örneğin, Erdoğdu (2023) ve Rani vd., (2020) tarafından yapılan çalışmalarda, bisküvilerde portakal kabuğu tozu ilave oranları arttıkça renk, tat ve genel kabul edilebilirlik puanlarının düştüğu bildirilmiştir. Ayrıca, Can (2015) alışmasında da bisküvilere portakal kabuğu tozu ilavesinin duyusal kabul edilebilirlik oranını azalttığı ortaya konmuştur. Bulgular, bu araştırmanın sonuçlarıyla örtüşmekte ve portakal kabuğu tozunun bisküvi formölasyonlarındaki etkisinin göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, bisküvi unlarına sırasıyla %0, %5, %10, %15, %20 oranlarında portakal kabuğu tozu ve %100 nohut unu eklenerek beş farklı glutensiz bisküvi formülasyonu geliştirilmiştir. Geliştirilen bisküvilerin besin ögesi bileşimleri, in vitro sindirilebilirlikleri, glisemik indeksleri ve duyusal özellikleri analiz edilmiştir. Bulgular, farklı oranlarda portakal kabuğu tozu ve sabit nohut unu ilaveli bisküvilerin beyaz ekmeğe kıyasla daha düşük sindirilebilirliklerinin olduğunu ve daha sağlıklı glisemik indeks aralığında yer aldığını göstermektedir. Bu özellikler, düşük glisemik indeksli besin alternatifi sunarak sağlık açısından avantaj oluşturmaktadır. Bisküvilere portakal kabuğu tozu ilavesi, nem, kül, diyet lifi ve yağ içeriğinde artış sağlarken, nohut unu eklenmesi protein ve amino asit bileşenleri açısından zengin bir besin profili sunmuştur. Buğday unu yerine nohut ununun kullanımı, bisküvilere yüksek kaliteli protein içeriği kazandırarak daha dengeli ve besleyici bir ürün elde edilmesini sağlamıştır.

Duyusal analiz sonuçları, tüketiciler tarafından %5 ve %10 portakal kabuğu tozu ilaveli bisküvilerin en beğenilen seçenekler olarak tercih edildiğini göstermektedir. Portakal kabuğu tozu oranının %15 ve %20 seviyelerine çıkmasıyla, genel beğeni ve tercih oranlarında düşüş gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, portakal kabuğu tozunun bisküvi formülasyonlarında belirli oranda kullanılmasının önemini vurgulamakta ve aşırı miktarda kullanıldığında genel beğeni ve tercih gibi duyusal kalite üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini ortaya koymaktadır.

Besin endüstrisinde, sıklıkla karşılaşılan atık ürünlerden birisi olan portakal kabuklarının bu araştırmada kullanımı, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlayarak besin atıklarının azaltılması açısından olumlu bir yaklaşım sunmaktadır. Bu geri dönüşüm, ev ekonomisine katkı sağlayarak çevresel sürdürülebilirliği desteklemekte ve aynı zamanda bisküvilerin besin ögesi profili açısından önemli katkılar sağlamaktadır.

Bu araştırma, %100 nohut unu ve farklı oranlarda portakal kabuğu tozu ilaveli glutensiz bisküvi formülasyonları ile gluten intoleransı ve çölyak hastalığı olan bireyler için besleyici bir alternatif geliştirilmesine olanak tanımıştır. Nohut unu ve portakal kabuğu ilavesi ile reformüle edilen bu bisküviler, yüksek diyet lifi ve protein içeriği sunarken düşük glisemik indeks düzeyleriyle de öne çıkmaktadır. Bu özellikleri ile fonksiyonel besin olarak değerlendirilebilirler. Sağlıklı yaşam hedeflerine yönelik bu tür besinler, toplum sağlığı açısından değerlidir.

Fonksiyonel ürünler geliştirilirken, besin değerini arttırmanın yanı sıra duyuşal kabul edilebilirliğin de dikkate alınması gerekir. Ürün formülasyonlarında besin ögeleri zenginleştirilirken duyuşal kabul edilebilirliğin de göz önünde bulundurulması bu ürünlerin toplum tarafından daha kolay benimsenmelerini sağlayacaktır. Sağlıklı yaşam alışkanlıkları kazanmak isteyen bireyler için besleyici ve lezzetli ürünlerin tercih edilmesi toplumsal sağlık hedefleri bakımından önemlidir. Bu nedenle, besin değeri yüksek ürünlerin duyuşal özelliklerinin de geliştirilmesine yönelik çalışmalara daha çok önem verilmesi gerektiği önerilmektedir. Günlük yaşam içerisinde yaygın olarak tüketilen bisküviler, genellikle yüksek şeker içeriğine sahip olup düşük besin değeri taşımaktadır. Oysa, bu araştırmada olduğu gibi besin içeriği zenginleştirilmiş ve fonksiyonel özellikler sunan bisküvilerin geliştirilmesi toplum sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. Toplum olarak sağlıklı beslenme alışkanlıklarını desteklemek ve teşvik etmek amacıyla bu tür besleyici ürünlere ihtiyaç duyulmaktadır. Sağlıklı beslenme hedeflerine yönelik çalışmaların artırılması, besin ögesi bakımından zengin ve damak tadına uygun bisküviler gibi fonksiyonel ürünlerin yaygınlaşması toplum sağlığına önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- 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(1), 177-182.
- Akçay, B., Yılmaz, H.Ö., (2019), *Bazı Fonksiyonel Besinlerin Sağlık Üzerindeki Koruyucu Etkileri*. Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi, 8(2), 9-19.
- Akın, B., Koçoğlu, D., (2017), *Randomize kontrollü deneyler*, Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 4(1), 73-92.
- Aksoylu, Z., (2012), *Bisküvinin Fonksiyonel Özellik Taşıyan Bazı Bitkisel Ürünlerce Zenginleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi*, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, Türkiye.
- Alexandratos, N., Bruinsma, J., (2012), *World Agriculture Towards 2030/2050: The 2012 Revision*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, www.fao.org/economic/esa, 06.03.2024.
- Alioğlu, T., (2019), *Tam Buğday Unlu Ekşi Hamurun Bisküvi Üretiminde Kullanımının Bisküvi Kalite Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Alongi, M., Melchior, S., Anese, M., (2019), *Reducing the glycemic index of short dough biscuits by using apple pomace as a functional ingredient*, Lwt, 100, 300-305.
- Altschul, A.M., (1993), *Low-Calorie Foods Handbook*, Marcel Dekker, Inc., New York, 141-163.
- Altuğ Onoğur, T., Elmacı, Y., (2019), *Gıdalarda duyuşal değerlendirme*, Sidas Yayıncılık, İzmir, Türkiye.
- Andaç Öztürk S., Yaman, M., (2022), *Investigation of bioaccessibility of vitamin C in various fruits and vegetables under in vitro gastrointestinal digestion system*, Journal of Food Measurement and Characterization, 16(5), 3735-3742.
- AOAC, (1994), *International Official Methods of Analysis*, Total, Soluble and Insoluble Dietary Fiber in Foods-Enzymatic-Gravimetric Method MES-TRIS Buffer, 991.43.
- AOAC, (2000), *International Official Methods of Analysis*, Official Method 992.03.
- AOAC, (2010), *International Official Methods of Analysis*, Ash of Flour, 923.03.
- AOAC, (2010), *International Official Methods of Analysis*, Microchemical Determination of Nitrogen-Micro Kjeldahl Method, 960.52.
- AOAC, (2010), *International Official Methods of Analysis*, Total Solids (total) and Moisture in Flour Air Oven Method, 925.10.
- AOAC, (2011), *International Official Methods of Analysis*, 18th edition, Current through Revision 2, AOAC International, Gaithersburg, MD.

- Argan, B.E., (2019), *Ekmeklik Buğday Ununa Kinoa Unu Karıştırılarak Üretilen Eriştelerin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Aydos, M., (2022), *Muşmula (Mespilus Germanica) ve Kudret Narı (Momordica Charantia) Meyvelerinin Fonksiyonel Bisküvi Üretiminde Kullanım İmkanları*, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Bajželj, B., Quested, T. E., Röös, E., Swannell, R.P., (2020), *The role of reducing food waste for resilient food systems*, Ekosistem Services, 45, 101140, 1-13.
- Ball, G.F.M., (2006), *Vitamins in Foods, Analysis, Bioavailability, and Stability*, CRC Taylor and Francis, Florida, 149-160.
- Barbé, F., Ménard, O., Le Gouar, Y., Buffière, C., Famelart, M. H., Laroche, B., Le Feunteun, S., Dupont, D., Rémond, D., (2013), *The heat treatment and the gelation are strong determinants of the kinetics of milk proteins digestion and of the peripheral availability of amino acids*, Food Chemistry, 136(3-4), 1203-1212.
- Bıyıklı, E.T., Bıyıklı, A.E., Akbulut, G., (2017), *Glisemik indeks, glisemik yük ve kanser*, Beslenme ve Diyet Dergisi, 45(1), 70-76.
- Brennan, A., Browne, S., (2021), *Food waste and nutrition quality in the context of public health: A scoping review*, International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(10), 5379.
- Brennan, C.S., (2005), *Dietary Fibre, Glycaemic response, and Diabetes*, Molecular Nutrition and Food Research, 49: 560–570.
- Can, F., (2015), *Portakal Kabuğu Tozunun Bisküvi Hamuru ve Bisküvi Kalitesi Üzerine Etkilerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, Türkiye.
- Ceylan, V., Muştı, Ç., (2021), *Keçiboynuzu unu bazlı glutensiz kurabiye formülasyonu geliştirilmesi*, Aydın Gastronomy, 5(1), 1-12.
- Chinma, C.E., Ibrahim, P.A., Adedeji, O.E., Ezeocha, V.C., Oluoba, E.U., Kolo, S.I., Abdulrahman, R., Anumba, N.L.O., Adebo, J.A., Adebo, O.A., (2022), *Physicochemical properties, in vitro digestibility, antioxidant activity and consumer acceptability of biscuits prepared from germinated finger millet and Bambara groundnut flour blends*, Heliyon, 8(10).
- Conrad, Z., Niles, M.T., Neher, D.A., Roy, E.D., Tichenor N.E., Jahns, L., (2018), *Relationship between food waste, diet quality, and environmental sustainability*, PLOS ONE, 13(4), e0195405, 1-18.
- Çatak, J., (2019), *Ülkemizde tüketilen bazı gıda ürünleri ile bisküvilerin glisemik indekslerinin in vitro yöntemlerle belirlenmesi*, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (16), 940-947.
- Çelikel, S., (2019), *Geleneksel Gıdalarımızın İn Vitro Glisemik İndeks Tayini ve Beslenme Açısından Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

- Demir, M.K., Olcay, N, (2020), *Ekmek Üretiminde Farklı Turunçgil Albedolarının Kullanım İmkanları*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 23(6),1545-1553.
- Demirel, H, (2017), *Farklı Turunçgillerden Elde Edilen Albedoların Bisküvi Üretiminde Kullanım İmkanları, Yüksek Lisans Tezi*, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Demirel, H., Demir, M.K., (2018), *Farklı turunçgillerden elde edilen albedolarin bisküvi üretiminde kullanımı*, Gıda, 43(3), 501-511.
- Despoudi, S, (2021), *Challenges in reducing food losses at producers' level: The case of Greek agricultural supply chain producers*, Industrial Marketing Management, 93, 520-532.
- Deveci, E.Ü., (2008), *Portakal Atıklarından Aspergillus niger Filamentli Fungusu Kullanılarak Sitrik Asit Üretiminde Değerlendirilmesi, Doktora Tezi*, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, Türkiye.
- Dhankhar, J., Vashistha, N., Sharma, A, (2019), *Development of biscuits by partial substitution of refined wheat flour with chickpea flour and date powder*, The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 8(4), 1093.
- Di Cairano, M., Condelli, N., Caruso, M. C., Cela, N., Tolve, R., Galgano, F, (2021), *Use of underexploited flours for the reduction of glycaemic index of gluten-free biscuits: Physicochemical and sensory characterization*, Food and bioprocess technology, 14(8), 1490-1502.
- Dupont, D., Mandalari, G., Mollé, D., Jardin, J., Rolet-Répécaud, O., Duboz, G., Léonil, J., Mills, C.E.N., Mackie, A.R., (2010), *Food processing increases casein resistance to simulated infant digestion*, Molecular nutrition food research, 54(11), 1677-1689.
- Egbonu, A.C.C., Amadi, C.C., (2016), *Some nutritive and antifungal properties of Citrus sinensis (sweet orange) peels and seeds*, American Chemical Science Journal, 14(2), 1-7.
- Eittenmiller, R.R., Lin Ye W.O., Landen, Jr, (2008), *Vitamin Analysis for Food the Health and Food Sciences*, CRC Press, Second Edition, New York, 291-318.
- El-Nahas, O.I., (2008), *Quality improvement of biscuits using some different protein sources*, Egyptian Journals; 12: 489-505.
- Englyst, H.N., Kingman, S.M., Cummings, J.H., (1992), *Classification and measurement of nutritionally important starch fractions*, Eur J Clin Nutr., 33-50.
- Englyst, H.N., Veenstra, J., Hudson, G.J., (1996), *Measurement of rapidly available glucose (HKG) in plant foods: a potential in vitro predictor of the glycaemic response*, British Journal of Nutrition, 75(3), 327-337.
- Englyst, K.N., Englyst, H.N., Hudson, G.J., Cole, T.J., Cummings, J. H., (1999), *Rapidly available glucose in foods: an in vitro measurement that reflects the glycemic response*, The American journal of clinical nutrition, 69(3), 448-454.
- Erdoğan, S, (2023), *Portakal ve Nar Kabuğu Atıklarının Bisküvi ve Kek Üretiminde Kullanım Olanakları, Yüksek Lisans Tezi*, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.

Ergun, R., (2014), *Türkiye'ye Özgü Bazı Ekmek Türlerinin Glisemik İndeks Değerlerinin Saptanması, Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

Esteve, M.J., Farre, R., Frigola, A., Cantabella, J.M.G., (2001), *Simultaneous Determination of Thiamine and Riboflavin in Mushrooms by Liquid Chromatography*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49, 1450-1454.

European Commission, (2008), *Commission Directive 2008/100/EC of 28 October 2008 amending Council Directive 90/496/EEC on nutrition labelling for foodstuffs as regards recommended daily allowances, energy conversion factors and definitions (Text with EEA relevance)*, Official Journal of the European Union, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0100> Erişim Tarihi: 06.03.2024

Fakayode, O.A., Abobi, K.E., (2018), *Optimization of oil and pectin extraction from orange (Citrus sinensis) peels: a response surface approach*, Journal of Analytical Science and Technology, 9(1), 1-16.

FAO and WHO, (2019), *Sustainable healthy diets—Guiding principles*, Rome, Italy. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516648> Erişim Tarihi: 06.03.2024

FAO, (2003), *Food Energy-Methods of Analysis and Conversion Factors*, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, Italy, 12-15, 18-27, 58-60. <https://www.fao.org/4/y5022e/y5022e00.htm#Contents> Erişim Tarihi: 06.03.2024

FAO, (2011), *Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention*, Rome, Italy. <https://www.fao.org/sustainable-food-value-chains/library/details/en/c/266053/> Erişim Tarihi: 06.03.2024

FAO, (2020), *Türkiye'nin Gıda Kayıpları ve İsrafının Önlenmesi Azaltılması ve Yönetimine İlişkin Ulusal Strateji Belgesi ve Eylem Planı*, Ankara, Türkiye. <https://openknowledge.fao.org/items/ac75f5b4-928d-4d54-bdaa-7b6dd3eece8f> Erişim Tarihi: 06.03.2024

Fernández-Fernández, A.M., Dellacassa, E., Nardin, T., Larcher, R., Gámbaro, A., Medrano-Fernandez, A., Del Castillo, M.D., (2021), *In vitro bioaccessibility of bioactive compounds from citrus pomaces and orange pomace biscuits*, Molecules, 26(12), 3480.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, (2010), *Sustainable diets and biodiversity: Directions and solutions for policy, research and action*. FAO. <https://www.fao.org/4/i3004e/i3004e.pdf> Erişim Tarihi: 06.03.2024

FOSS Tecator, (2003), *Kjeltech System 2300 Analytical AB: Application Note AN 300 – The Determination of Nitrogen According to Kjeldahl Using Block Digestion and Steam Distillation*, FOSS Analytical AB.

Gangola, M.P., Ramadoss, B.R., Jaiswal, S., Fabek, H., Tulbek, M., Anderson, G.H., Chibbar, R.N., (2022), *Nutritional composition and in vitro starch digestibility of crackers supplemented with faba bean whole flour, starch concentrate, protein concentrate and protein isolate*, Foods, 11(5), 645.

Garcia-Herrero, I., Hoehn, D., Margallo, M., Laso, J., Bala, A., Batlle-Bayer, L., Aldaco, R., (2018), *On the estimation of potential food waste reduction to support sustainable production and consumption policies*, Food Policy, 80, 24-38.

- Gheshlaghi, R., Scharer, J.M., Moo-Young, M., Douglas, P.L., (2008), *Application of Statistical Design for the Optimization of Amino Acids Separation by Reverse-Phase HPLC*, Analytical Biochemistry, 383, 93-102.
- Giritlioğlu, E, (2017), *Kinoa (Chenopodium quinoa Willd.) ve Şeker Otu (Stevia rebaudiana Bertoni) Kullanılarak Yeni Bisküvi ve Kek Formülleri Geliştirme Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi*, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Osmaniye, Türkiye.
- Giroto, F., Piazza, L, (2022), *Food waste bioconversion into new food: A mini-review on nutrients circularity in the production of mushrooms, microalgae and insects*, Waste Management & Research, 40(1), 47-53.
- Goñi, I., Garcia-Alonso, A., Saura-Calixto, F, (1997), *A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index*, Nutrition research, 17(3), 427-437.
- Goñi, I., Garcia-Diz, L., Mañas, E., Saura-Calixto, F, (1996), *Analysis of resistant starch: a method for foods and food products*, Food chemistry, 56(4), 445-449.
- Grizzetti, B., Pretato, U., Lassaletta, L., Billen, G., Garnier, J., (2013), *The contribution of food waste to global and European nitrogen pollution*, Environmental Science & Policy, 33, 186-195.
- Gutiérrez, T.J., (2018), *Plantain flours as potential raw materials for the development of gluten-free functional foods*, Carbohydrate polymers, 202, 265-279.
- Güzel, M., Akpınar, Ö, (2017), *Turuncgil kabuklarının biyoaktif bileşenleri ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi*, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7(2), 153-167.
- Han, J.J., Janz, J.A., Gerlat, M, (2010), *Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions*, Food Research International, 43(2), 627-633.
- Herrera A.C., Gonzalez de Mejia, E., (2021), *Feasibility of commercial breadmaking using chickpea as an ingredient: Functional properties and potential health benefits*, Journal of food science, 86(6), 2208-2224.
- Jones, D.B., (1941), *Factors for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of protein* (Circular No. 183, Rev. ed.). United States Department of Agriculture. <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/80400525/Data/Classics/cir183.pdf> Erişim Tarihi: 06.03.2024
- Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C.L.L., Chibbar, R.N., (2012), *Nutritional quality and health benefits of chickpea (Cicer arietinum L.): a review*, British Journal of Nutrition, 108; 11-26.
- Kall, M.A., (2003), *Determination of Total Vitamin B6 in Foods by Isocratic HPLC: A Comparison with Microbiological Analysis*, Food Chemistry, 82(2), 315-327.
- Kamil, K.M., Rohana, A.J., Mohamed, W.M.I.W., Ishak, W.R.W, (2023), *Effect of incorporating dietary fiber sources in bakery products on glycemic index and starch digestibility response: a review*, Nutrire, 48(2), 36.
- Kaur, R., Prasad, K, (2021), *Technological, processing and nutritional aspects of chickpea (Cicer arietinum)-a review*, Trends in Food Science & Technology, 109, 448-463.

- Kaynarca, G.B., Aşkın, B., (2020), *Portakal Kabuğunun Farklı Yöntemlerle Kurutulması ve Bazı Teknolojik Özelliklerinin İncelenmesi*, Journal of the Institute of Science and Technology, 10(4), 2604-2617.
- Koç, G., Uzmay, A., (2019), *The economic effects of food wastage on food security in the World and in Turkey, 2nd International Congress on agricultural and food ethics*, Izmir, Turkey.
- Kunt, V.H., (2018), *Glutensiz Bisküvi Formülasyonlarının Zenginleştirilmesi ve Bisküvi Kalitesinin Artırılması, Yüksek Lisans Tezi*, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Leo, C.H., Lee, C.P., Foo, S.Y., Tan, J.C.W., Da Tan, J., Ong, E.S., Hashimoto, M., (2022), *3D printed nutritious snacks from orange peel waste*, Materials Today: Proceedings, 70, 12-16.
- Lu, L., He, C., Liu, B., Wen, Q., Xia, S., (2022), *Incorporation of chickpea flour into biscuits improves the physicochemical properties and in vitro starch digestibility*, LWT, 159, 113222.
- Magda, R.A., Awad, A.M., Selim K.A., (2008), *Evaluation of mandarin and navel orange peels as natural sources of antioxidant in biscuits*, Journal of Food Science and Technology, 75-82.
- Marengo, M., Carpen, A., Bonomi, F., Casiraghi, M.C., Meroni, E., Quaglia, L., Iametti, S., Pagani, M.A., Marti, A., (2017), *Macromolecular and micronutrient profiles of sprouted chickpeas to be used for integrating cereal-based food*, Cereal Chemistry, 94(1): 82-88.
- Matas, A., Igual, M., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J., (2022), *Application of 3D Printing in the Design of Functional Gluten-Free Dough*, Foods, 11(11), 1555.
- Megazyme International Ireland Limited, (2005), *Megazyme, Total Dietary Fibre Assay Procedure*.https://d1kkimny8vk5e2.cloudfront.net/documents/Assay_Protocol/K-TDFR-200A_DATA.pdf Erişim Tarihi: 02.05.2024
- Ménard, O., Cattenoz, T., Guillemin, H., Souchon, I., Deglaire, A., Dupont, D., Picque, D., (2014), *Validation of a new in vitro dynamic system to simulate infant digestion*, Food Chemistry, 145:1039-1045.
- Merrill A.L., Watt B.K., (1973), *Energy Value of Foods: Basis and Derivation*, Agriculture Handbook No.74, Washington, USA, 48-50.
- Mohsin, A., Hussain, M.H., Zaman, W.Q., Mohsin, M.Z., Zhang, J., Liu, Z., Tian, X., Rehman, S., Khan, I.M., Niazi, S., Zhuang, Y., Guo, M., (2021), *Advances in sustainable approaches utilizing orange peel waste to produce highly value-added bioproducts*, Critical Reviews in Biotechnology, 1-20.
- Motawei, A.M., Hussien, M.M., Yousef, E.A., (2022), *Preparation of Gluten Free Biscuits from Quinoa, Rice and Chickpeas for Celiac Disease Patients*, Journal of Food and Dairy Sciences, 13(3), 41-45.
- Ndaw, S., Bergaentzle, M., Aoude-Werner, D., Hasselmann, C., (2002), *Enzymatic Extraction Procedure for the Liquid Chromatographic Determination of Niacin in Foodstuffs*, Food Chemistry 78, 129-134.

- Nwosu, A.N., Nweze, B.C., Onwuchekwa, A.I., (2022), *Chemical composition of biscuits supplemented with orange peel and pulp flours*, Agro-Science, 21(2): 24-32.
- Obafaye, R.O., Omoba, O.S., (2018), *Orange peel flour: A potential source of antioxidant and dietary fiber in pearl-millet biscuit*, Journal of food biochemistry, 42(4), e12523.
- Odenigbo, A., Rahimi, J., Ngadi, M., Amer, S., Mustafa, A., (2012), *Starch digestibility and predicted glycemic index of fried sweet potato cultivars*, Functional Foods in Health and Disease, 2(7), 280-289.
- Olcaý, N., (2019), *Farklı Teknikler ile Kurutulmuş Kamkat Meyvesinin, Bisküvi ve Kek Üretiminde Kullanım İmkânları, Yüksek Lisans Tezi*, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Özdemir, E., Görgüç, A., Gençdağ, E., Yılmaz, F., (2021), *Püskürtmeli Kurutma ve Dondurarak Kurutma Yöntemlerinin Temelleri ve Bu Yöntemler ile Gıda Atıklarından Toz Ürünlerin Üretimi*, Gıda, 46(3), 583-607.
- Özkan, G., Subaşı, B.G., Beştepe, S.K., Güven, E.Ç., (2022), *Sürdürülebilir Gıda ve Tarımsal Atık Yönetimi*, Çevre İklim ve Sürdürülebilirlik, 23(2), 145-160.
- Özkaya, Ö.Ş., (2021), *Yaşam Kalitesi ve Fonksiyonel Besinler*, Fenerbahçe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 1(1), 62-68.
- Özülkü, G., (2017), *Nohut Unu İlaveli Ekşi Hamurun Dondurulmuş Ekmek Yapımında Kullanımı, Doktora Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Pekcan, A.G., (2019), *Sürdürülebilir beslenme ve beslenme örüntüsü: bitkisel kaynaklı beslenme*, Beslenme ve Diyet Dergisi, 47(2), 1-10.
- Rachwa-Rosiak, D., Nebesny, E., Budryn, G., (2015), *Chickpeas—composition, nutritional value, health benefits, application to bread and snacks: a review*, Critical reviews in food science and nutrition, 55(8), 1137-1145.
- Rafiq, S., Kaul, R., Sofi, S.A., Bashir, N., Nazir, F., Nayik, G.A., (2018), *Citrus peel as a source of functional ingredient: A review*, Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 17(4), 351-358.
- Rani, V., Sangwan, V., Malik, P., (2020), *Orange peel powder: A potent source of fiber and antioxidants for functional biscuits*, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(9), 1319-1325.
- Report of the World Commission on Environment and Development: *Our common future*, (1987).<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf> Erişim Tarihi: 06.03.2024.
- Reyes, E.S.P., Subryan, L., (1989), *An Improved Method of Simultaneous HPLC Assay of Riboflavin and Thiamine in Selected Cereal Product*, Journal of Food Composition and Analysis, 2, 41-47.
- Rohini, C., Geetha, P.S., Vijayalakshmi, R., Mini, M.L., Pasupathi, E., (2020), *Global effects of food waste*, Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9(2): 690- 699.
- Roze, M., Crucean, D., Diler, G., Rannou, C., Catanéo, C., Jonchère, C., Le-Bail, A., Le-Bail, P., (2021), *Impact of maltitol and sorbitol on technological and sensory attributes of biscuits*, Foods, 10(11), 2545.

Russo, C., Maugeri, A., Lombardo, G.E., Musumeci, L., Barreca, D., Rapisarda, A., Cirmi, S., Navarra, M., (2021), *The second diyet lifie of Citrus fruit waste: A valuable source of bioactive compounds*, *Molecules*, 26(19), 5991.

Serin, Y, (2021), *Glutensiz Ürünlerdeki İleri Glikasyon Ürünlerinin İn Vitro Gastrointestinal Sistemde Biyoerişilebilirliklerinin İncelenmesi*, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

Shimadzu Corporation, (2007). *Application Data Sheet: High Performance Liquid Chromatography (HPLC)*, No.7 & No.8.

Şahin, A, (2021), *Farklı Formlarda Geliştirilen Glütensiz Galetaların Besin Değerleri, Duyusal Analizleri ve Satın Alma Niyeti Açısından Değerlendirilmesi*, *Yüksek Lisans Tezi*, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, (2012), *Gıda Teknolojisi, Duyusal Test Teknikleri*, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara, Türkiye.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, (2013), *Gıda Teknolojisi, Bisküvi Hamuru Hazırlama*, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara, Türkiye.

Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, (2022), *Ürün Raporu Nohut* T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Son erişim tarihi: 06.04.2024. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/2022%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/Nohut%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporu%202022-367%20TEPGE.pdf>

Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, (2023), *Ürün Raporu Turunçgiller* T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Son erişim tarihi: 06.04.2024. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/2023%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/Turun%C3%A7giller%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporu%202023-382%20TEPGE.pdf>

Taş, C, (2023), *Farklı Ön İşlemler Uygulanarak Glutensiz Mercimek Bisküvisi Üretiminin Araştırılması*, *Yüksek Lisans Tezi*, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye.

Teixeira, F., Santos, B.A.D., Nunes, G., Soares, J.M., Amaral, L. A., Souza, G.H.O., Resende, J.T.V., Menegassi, B., Rafacho, B.P.M., Schwarz, K., dos Santos, E.F., Novello, D., (2020), *Addition of orange peel in orange jam: evaluation of sensory, physicochemical, and nutritional characteristics*, *Molecules*, 25(7), 1670.

Tekin, F.B., (2013), *Patates ve Buğday Unu Esaslı Alternatif Çerez Gıda Formülasyonlarının Geliştirilmesi*, *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, Türkiye.

Tetra Pak Technology, (2017), *The orange book: A unique guide to orange juice production*, Tetra Pak Processing Systems AB, Sweden.

The United States Department of Agriculture (USDA), (2023), *Production, Supply and Distribution* Online. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home> Erişim Tarihi: 06.03.2024

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2023), *Türkiye portakal üretimi 2023*, <https://www.tuik.gov.tr>, Erişim Tarihi: 06.03.2024

Türk Gıda Kodeksi, (2011), *Etiketleme Yönetmeliği*, 29.12.2011 tarih ve 28157 sayılı Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-5.htm> Erişim Tarihi:06.04.2024

Türk Standartları Enstitüsü (TSE), *Türk Standart Tasarısı tst2383, Bisküvi*. <https://intweb.tse.org.tr/standard/standard/Standard.aspx?053107106111065067115113049116090107100056052055108081090071086075069085047110067109075073081116103090081086073108065117084119100112043100115084109079073097113110111073097076101112087089066077> Erişim tarihi: 06.04.2024

Türk Standartları Enstitüsü, (1969), *TS 765: Yağlı Tohum Küspelerinde Dietil Eter ile Ekstrakte Edilebilen Yağın Tayini*, Ankara, Türkiye.

Türk Standartları Enstitüsü, (2009), *TS EN 14164: Gıda Maddeleri-Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi (HPLC) Yöntemiyle B₆ Vitamini Tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı, (2018), *Türkiye İsraf Raporu-2018*. <https://tuketici.ticaret.gov.tr/yayinlar/raporlar/turkiye-israf-raporu-2018> Erişim Tarihi: 06.03.2024.

United Nations, (2015), *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*, New York, USA. <https://sdgs.un.org/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development-17981> Erişim Tarihi: 06.03.2024.

United Nations Environment Programme, (2021), *UNEP Food waste index report 2021*. <https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021> Erişim Tarihi: 06.03.2024

Uzunlu, S., Herken, E.N., (2016), *Importance of the Formation of HMF and Acrylamide in Biscuits*, Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 3(1), 138-142.

Watt, B.K., Merrill, A.L., (1963), *Composition of Foods Raw, Processed, Prepared*. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 8.

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, 207-213.

Yaman, M., Sargın, H.S., Mızrak, Ö.F., (2019), *Free sugar content, in vitro starch digestibility and predicted glycemic index of ready-to-eat breakfast cereals commonly consumed in Turkey: An evaluation of nutritional quality*. International Journal of Biological Macromolecules, 135, 1082-1087.

Zema, D.A., Calabrò, P.S., Folino, A., Tamburino Zappia, G., Zimbone, S.M., (2018), *Valorisation of citrus processing waste: A review*, Waste management, 80, 252-273.

EKLER

EK-A ETİK KURUL ONAYI

	İSTANBUL OKAN ÜNİVERSİTESİ ETİK KURUL KARARI
---	---

Toplantı Tarihi: 22.02.2023

Toplantı Sayısı: 163

Toplantıya Katılanlar:

Prof. Dr. Mazhar Semih Başkan	(Başkan)
Prof. Dr. Ali İlker Gümüşeli	(Üye)
Prof. Dr. Fatma Çiğdem Çelik	(Üye)
Prof. Dr. Ayşe Demet Kaya	(Üye)
Prof. Dr. Tuğrul Erbaydar	(Üye)
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Hale Aksuna	(Üye)
Dr. Öğr. Üyesi Uğur Tarık Özkut	(Üye)
Dr. Öğr. Üyesi Aylin Seylam Küşümler	(Üye)
Dr. Öğr. Üyesi Özlem Yazıcı	(Üye)

Okan Üniversitesi Etik Kurulu 22.02.2023 tarihinde toplandı.

Yapılan görüşmeler sonucunda;

Karar 9-Üniversitemiz Lisansüstü Eğitim Enstitüsü – Beslenme ve Diyetetik Doktora Programı’ndan **Hasan Fatih AKGÖZ’ün Doç. Dr. Hande ÖNGÜN YILMAZ ve Doç. Dr. Mustafa YAMAN** danışmanlığında **“Portakal Kabuğu ve Nohut Unu Kullanılarak Diyet Lifi ve Protein İçeriği Zenginleştirilmiş Glutensiz Bisküvinin Duyusal Özelliklerinin, İn Vitro Sindirilebilirliğinin ve Glisemik İndeksinin Belirlenmesi”** başlıklı çalışmasının etik açıdan uygun olduğuna oy birliğiyle karar verildi.

Prof. Dr. Mazhar Semih Başkan
(Başkan)

Prof. Dr. Ali İlker Gümüşeli
(Üye)

Prof. Dr. Fatma Çiğdem Çelik
(Üye)

Prof. Dr. Ayşe Demet Kaya
(Üye)

Prof. Dr. Tuğrul Erbaydar
(Üye)

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Hale Aksuna
(Üye)

Dr. Öğr. Üyesi Uğur Tarık Özkut
(Üye)

Dr. Öğr. Üyesi Aylin Seylam Küşümler
(Üye)

Dr. Öğr. Üyesi Özlem Yazıcı
(Üye)

EK-B KURUM ARAŞTIRMA İZİNİ



T.C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanlığı



FAKÜLTE YÖNETİM KURULU KARAR ÖRNEĞİ

Toplantı No	Toplantı Tarihi	Toplantı Saati	Toplantı Yeri
2023 – 13	07.04.2023	14.00	Toplantı Odası

KARAR NO:2023-13-10: Fakültemiz Beslenme ve Diyetetik Bölümü Araştırma Görevlisi **Hasan Fatih AKGÖZ**'ün 06.04.2023 tarihli E.55796 Sayı ile Gelen Evrak Kayıtlı başvurusu görüşüldü:

Fakültemiz Beslenme ve Diyetetik Bölümü Araştırma Görevlisi **Hasan Fatih AKGÖZ**'ün doktora tezi kapsamında yürütülen ve Okan Üniversitesi Rektörlüğü Etik Kurulunun 22.02.2023 tarihli 163-9 sayılı Etik Kurul Kararı bulunan "*Portakal Kabuğu ve Nohut Unu Kullanılarak Diyet Lifli ve Protein İçeriği Zenginleştirilmiş Glutensiz Bisküvinin Duyusal Özelliklerinin, İn Vitro Sindirilebilirliğinin ve Glisemik İndeksinin Belirlenmesi*" başlıklı çalışmaya yönelik anketin Fakültemiz Beslenme ve Diyetetik Bölümü Akademik Personeli ile Fakültemiz Öğrencilerine yapılmasının uygun olduğuna oy birliği ile karar verildi.

SBF 07.04.2023 TARİH 2023 – 13 SAYILI FAKÜLTE YÖNETİM KURULU TOPLANTI TUTANAĞI KARAR ÖRNEĞİ

Cihangir Mah. Şehit Jandarma Komando Er Hakan Öner Sokak No:1 34310 Avcılar / İSTANBUL
Tel: (+90212) 422 70 00 Faks: (+90212) 422 74 01
www.gelisim.edu.tr <https://sbf.gelisim.edu.tr> sbf@gelisim.edu.tr

KYS.YD.004 / 4.08.2022 / 0 / 4.08.2022

EK-C GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Sizi Doç. Dr. Hande ÖNGÜN YILMAZ ve Doç. Dr. Mustafa YAMAN danışmanlıklarında Hasan Fatih AKGÖZ tarafından yürütülen “*Portakal Kabuğu ve Nohut Unu Kullanılarak Diyet Lifi ve Protein İçeriği Zenginleştirilmiş Glutensiz Bisküvinin Duyusal Özelliklerinin, İn Vitro Sindirilebilirliğinin ve Glisemik İndeksinin Belirlenmesi*” başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu araştırmanın amacı Bu çalışmanın amacı portakal kabuğu ve nohut unu kullanılarak diyet lifi ve bitkisel protein içeriği yönünden zenginleştirilmiş glutensiz bisküvi üretmektir. Bu çalışmada sürdürülebilir beslenme kapsamında besin atığı olan portakal kabuğu kullanılarak atık israfının azaltılması sağlanacaktır. Sonuç olarak besin değer zincirine katkıda bulunulması hedeflenmektedir. Araştırmada sizden tahminen 5-10 dakika kadar süre ayırmanız istenmektedir. Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, size en uygun gelen cevapları içtenlikle vermenizdir. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahiptir. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz **gizli tutulacaktır**; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya araştırmacı e-posta adresinden ulaşabilirsiniz. Araştırma tamamlandığında size özel sonuçların sizinle paylaşılmasını istiyorsanız lütfen araştırmacıya iletiniz.

Araştırmacının

Adı-Soyadı: Hasan Fatih AKGÖZ

İmzası:

İletişim Bilgileri:

e-posta:

Katılımcının

Adı-Soyadı:

İmzası:

İletişim Bilgileri:

e-posta:

EK-D DUYUSAL ANALİZ FORMU

Katılımcı adı-soyadı:	Tarih:				
Yaş:	Cinsiyet:				
Eğitim Durumu:	Bölümü:				
Açıklama: Aşağıda verilmiş olan kalite kriterleri açısından size verilen numaralı örnekleri ayrı ayrı 5 puan üzerinden değerlendiriniz.					
Puan Değerleri	1=Kötü	2=Yeterli değil	3=Orta	4=İyi	5=Çok iyi
ÖRNEK 1					
<u>YÜZEY</u>	1	2	3	4	5
Parlaklık					
Renk					
Yüzey düzgünlüğü					
<u>ISIRMA</u>					
Sertlik					
Gevreklik					
<u>ÇİĞNEME-YUTMA</u>					
Kumlu-kuru olmama					
<u>AĞIZDA DAĞILMA</u>					
Erime					
Lezzet					
<u>KESİT ÖZELLİKLERİ</u>					
Sıkı yapı					
Gözenek dağılımı					
Kabuk inceliği					
Kesit iç rengi					
Kabuk rengi					
ÖRNEK 2					
<u>YÜZEY</u>	1	2	3	4	5
Parlaklık					
Renk					

Yüzey düzgünlüğü					
<u>ISIRMA</u>					
Sertlik					
Gevreklik					
<u>ÇİGNEME-YUTMA</u>					
Kumlu-kuru olmama					
<u>AĞIZDA DAĞILMA</u>					
Erime					
Lezzet					
<u>KESİT ÖZELLİKLERİ</u>					
Sıkı yapı					
Gözenek dağılımı					
Kabuk inceliği					
Kesit iç rengi					
Kabuk rengi					
ÖRNEK 3					
<u>YÜZEY</u>	1	2	3	4	5
Parlaklık					
Renk					
Yüzey düzgünlüğü					
<u>ISIRMA</u>					
Sertlik					
Gevreklik					
<u>ÇİGNEME-YUTMA</u>					
Kumlu-kuru olmama					
<u>AĞIZDA DAĞILMA</u>					
Erime					
Lezzet					
<u>KESİT ÖZELLİKLERİ</u>					
Sıkı yapı					
Gözenek dağılımı					
Kabuk inceliği					

Kesit iç rengi					
Kabuk rengi					
ÖRNEK 4					
	1	2	3	4	5
<u>YÜZEY</u>					
Parlaklık					
Renk					
Yüzey düzgünlüğü					
<u>ISIRMA</u>					
Sertlik					
Gevreklik					
<u>ÇİĞNEME-YUTMA</u>					
Kumlu-kuru olmama					
<u>AĞIZDA DAĞILMA</u>					
Erime					
Lezzet					
<u>KESİT ÖZELLİKLERİ</u>					
Sıkı yapı					
Gözenek dağılımı					
Kabuk inceliği					
Kesit iç rengi					
Kabuk rengi					
ÖRNEK 5					
	1	2	3	4	5
<u>YÜZEY</u>					
Parlaklık					
Renk					
Yüzey düzgünlüğü					
<u>ISIRMA</u>					
Sertlik					
Gevreklik					
<u>ÇİĞNEME-YUTMA</u>					

Kumlu-kuru olmama					
<u>AĞIZDA DAĞILMA</u>					
Erime					
Lezzet					
<u>KESİT ÖZELLİKLERİ</u>					
Sıkı yapı					
Gözenek dağılımı					
Kabuk inceliği					
Kesit iç rengi					
Kabuk rengi					

EK-E HEDONİK SKALA TESTİ

Katılımcı Adı-Soyadı:																									Tarih:														
Yaş:																									Cinsiyet:														
Eğitim Durumu:																																							
Tüketici tercihinin değerlendirme formu																																							
Açıklama: Tükettiğiniz örneklere ait değerlendirmenize uygun olan kutuyu işaretleyiniz.																																							
1: Kesin beğenmedim, 2: Orta derecede beğenmedim, 3: Ne beğendim ne beğenmedim, 4: Orta derecede beğendim, 5: Kesin beğendim																																							
Örnek 1					Örnek 2					Örnek 3					Örnek 4					Örnek 5																			
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5															
Tat Değerlendirmesi																																							
Açıklama: Size verilen ürün hakkındaki hissinizi tanımlayan seçeneği işaretleyiniz.																																							
1: Fark edilemiyor, 2: Hafif, 3: Orta, 4: Kuvvetli, 5: Çok kuvvetli																																							
Örnek 1					Örnek 2					Örnek 3					Örnek 4					Örnek 5																			
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5															
Doku Derecelendirilmesi																																							
Açıklama: Size verilen ürün hakkındaki hedonik derecelendirmenizi tanımlayan seçeneği işaretleyiniz.																																							
1: Aşırı sert, 2: Çok sert, 3: Orta derecede sert, 4: Biraz Sert, 5: Biraz yumuşak, 6: Orta derecede yumuşak, 7: Çok yumuşak, 8: Aşırı yumuşak																																							
Örnek 1								Örnek 2								Örnek 3								Örnek 4								Örnek 5							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8								