



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN  
ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



YAĞ VE ŞEKER İKAMESİ OLARAK YER  
BADEMİ (*CYPERUS ESCULENTUS L.*) UNU  
KULLANIMININ BİSKÜVİ KALİTESİNE  
ETKİSİ

Saliha BAYILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Mayıs-2022  
KONYA  
Her Hakkı Saklıdır

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Saliha BAYILMAZ

Tarih: 13.05.2022

## ÖZET

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAĞ VE ŞEKER İKAMESİ OLARAK YER BADEMİ (*CYPERUS ESCULENTUS* L.) UNU KULLANIMININ BİSKÜVİ KALİTESİNE ETKİSİ

Saliha BAYILMAZ

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

2022, 75 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

Doç. Dr. Durmuş SERT

Dr. Öğr. Üyesi Süleyman GÖKMEN

Yer bademi (*Cyperus Esculentus* L.), küresel şekle sahip olan ve kökünden rizomlar üreten Cyperaceae ailesinin yumru köklü bir bitkisidir. Kendine has karakteristik bir tada sahip olan yumru, tropik iklimlerde ve Akdeniz iklimlerinde yetişebilmektedir. Bu çalışmada yer bademi öğütülerek un haline getirilmiş ve farklı oranlarda (% 0, 25, 50, 75 ve 100) bisküvi formülasyonunda şeker ve yağ ikamesi olarak kullanılmıştır. Üretilen bisküvi örneklerinde fiziksel (renk, tekstür, çap, kalınlık ve yayılma oranı), kimyasal (nem, ham yağ, ham protein, kül, karbonhidrat ve enerji içerikleri), besinsel (fitik asit ve toplam fenolik madde miktarı) ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir.

Yer bademi ununun şeker ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örnekleri incelendiğinde; oran artışına bağlı olarak  $L^*$  değerlerinin arttığı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin ise azaldığı; çap ile kalınlık değerleri arttığı, sertlik ve yayılma oranının ise azaldığı tespit edilmiştir. Şeker ikamesi olarak yer bademi unu ikame oranı arttıkça nem değerlerinin % 3.90'dan % 13.08'e, ham yağ değerlerinin % 16.33'ten % 24.24'e, ham protein değerlerinin % 3.32'den % 8.79'a, kül içeriğinin % 1.60'tan % 1.94'e kadar arttığı; karbonhidrat değerlerinin ise % 74.84'ten % 52.04'e kadar düştüğü belirlenmiştir. Enerji değerlerinde istatistiki olarak önemli düzeyde bir farklılık görülmemiştir. Şeker ikamesi olarak kullanılan yer bademi unu ikame oranı arttıkça, bisküvilerdeki fitik asit değerlerinin 132.96 mg/100 g'dan 162.95 mg/100 g'a, toplam fenolik madde miktarının ise 709.27  $\mu$  GAE/g'dan 986.28  $\mu$  GAE/g'a yükseldiği görülmüştür. Duyusal panale göre de, bisküvi üretiminde rafine şeker yerine yer bademi ununun % 25 oranında şeker ikamesi olarak kullanımı en uygun nitelikte bulunmuştur.

Yer bademi ununun yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örnekleri incelendiğinde ise; oran artışına bağlı olarak  $L^*$  değerlerinin arttığı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin azaldığı; çap, kalınlık, sertlik değerlerinin arttığı ve yayılma oranlarının ise azaldığı tespit edilmiştir. Yağ ikamesi olarak yer bademi unu ikame oranı arttıkça; nem değerleri % 3.90'dan % 10.74'e, ham protein değerleri % 3.32'den % 8.75'e ve kül miktarı % 1.60'tan % 1.70'e yükselmiş; ham yağ içeriği % 16.33'ten % 9.63'e, karbonhidrat içeriği % 77.99'dan % 69.18'e, enerji değerleri ise 459.63 kkal/100 g'dan 398.37 kkal/100 g'a kadar düştüğü tespit edilmiştir. Yer bademi unu ikame oranı arttıkça fitik asit içeriğinin 132.96 mg/100 g'dan 163.23 mg/100 g'a, toplam fenolik madde miktarının ise 703.81  $\mu$  GAE/g'dan 981.66  $\mu$  GAE/g'a kadar yükseldiği görülmüştür. Duyusal panale göre de, bisküvi üretiminde shortening yerine yer bademi ununun % 50 oranına kadar yağ ikamesi olarak kullanımı kabul edilebilir bulunmuştur.

Sonuç olarak, öğütülerek un haline getirilmiş yer bademinin; yağ veya şeker ikamesi olarak bisküvi üretiminde kullanımı ile son ürünlerin kimyasal ve besinsel özelliklerinin geliştirilebilmesi bakımından uygun nitelikte olduğu kanaatine varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** bisküvi, *Cyperus Esculentus* L., şeker ikamesi, yağ ikamesi, yer bademi

**ABSTRACT****MS THESIS****THE EFFECT OF TIGER NUT (*CYPERUS ESCULENTUS L.*) FLOUR AS FAT AND SUGAR REPLACEMENT ON COOKIE QUALITY****Saliha BAYILMAZ****The Graduate School of Natural and Applied Science of Necmettin Erbakan  
University****The Degree of Master of Science in Food Engineering****Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR****2022, 75 Pages****Jury****Assoc. Prof. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR****Assoc. Prof. Dr. Durmuş SERT****Asst. Prof. Dr. Süleyman GÖKMEN**

The plant of tiger nut (*Cyperus Esculentus L.*) is tuberous Cyperaceae family, which has spherical and produces rhizomes from its root. Which has unique characteristic flavor of tuber, can be grown in tropical and Mediterranean climates. In this study, in different rates tiger nuts were ground into flour and used as sugar and fat replacement in cookie formulation (0, 25, 50, 75 and 100 %). In the produces biscuits samples are analyzed physical (color, texture, diameter, thickness and spreading rate), chemical (moisture, crude fat, crude protein, ash, carbohydrate and energy contents), nutritional (phytic acid and total phenolic content) and sensory.

It was determined that when the biscuit samples in which tiger nut flour is sugar substitute are examined depending on ratio increase,  $L^*$  values increased,  $a^*$  and  $b^*$  values decreased; the thickness values increased by diameter, hardness and spreading rate decreased were determined. As sugar replacement rate of tiger nut flour as increases, moisture values decrease from 3.90% to 13.08%, crude fat values from 16.33% to 24.24%, crude protein values from 3.32% to 8.79%, ash content from 1.60% increased up to 1.94%; It was determined that carbohydrate values decreased from 74.84% to 52.04% were determined. In energy there was no significant difference statistically. As the substitution rate of tiger nut flour, which used sugar substitute, phytic acid values from 132.96 mg/100 g to 162.95 mg/100 g, and total phenolic content increased from 709.27  $\mu$  GAE/g to 986.28  $\mu$  GAE/g in biscuits increased. Were seen according to sensory panel, the use of 25% of tiger nut flour as a sugar substitute instead of refined sugar in biscuit production was found to be the most appropriate.

It was determined that when the biscuit samples in which tiger nut flour is fat substitute are examined depending on ratio increase,  $L^*$  values increased,  $a^*$  and  $b^*$  values decreased; the diameter, thickness, hardness values increased and the spreading rates were decreased. As fat replacement rate of tiger nut flour as increases; moisture values increased from 3.90% to 10.74%, crude protein values increased from 3.32% to 8.75% and ash content increased from 1.60% to 1.70%; It was determined that crude fat content decreased from 16.33% to 9.63%, carbohydrate content from 77.99% to 69.18%, and energy values from 459.63 kcal/100 g to 398.37 kcal/100 g were determined. As the substitution rate of tiger nut flour increased, the phytic acid content increased from 132.96 mg/100 g to 163.23 mg/100 g, and total phenolic content increased from 703.81  $\mu$  GAE/g to 981.66  $\mu$  GAE/g were seen. According to sensory panel, it was found acceptable to use tiger nut flour as fat substitute up to 50% instead of shortening in biscuit production.

As a result, flour made in tiger nut; It has been as a fat or sugar replacement concluded that it is suitable for use in biscuit production and for improving the chemical and nutritional properties of the final products.

**Keywords:** cookie, *Cyperus Esculentus L.*, fat replacement, sugar replacement, tiger nut

## ÖNSÖZ

Tez konumun belirlenmesinde ve çalışmamın yürütülmesinde, yardım ve önerileri ile yanımda olan, bana inanan ve beni destekleyen, her türlü olanağı sağlayan sayın danışman hocam Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR'e,

Analiz çalışmalarım ve tez yazım sürecimde yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen Nezahat OLCAY'a,

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümüne ve Hocalarına,

Her zaman yanımda olduğu gibi bu süreçte de yanımda olup çalışmalarına yardım eden Sefa AYGÜN'e,

Tüm sevgileriyle aldığım her kararda yanımda olarak beni destekleyen, beni bugünlere getiren canım aileme,

Süreç içerisinde başaracağıma beraber inandığımız bütün arkadaşlarıma,

Sonsuz teşekkür ederim.

Saliha BAYILMAZ  
KONYA-2022

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ .....</b>	<b>viii</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ .....</b>	<b>ix</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR .....</b>	<b>x</b>
<b>1.GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>3</b>
2.1. Yer Bademi .....	3
2.2. Yer Bademinin Kimyasal Bileşimi .....	5
2.3. Yer Bademi Kullanım Alanları.....	7
2.3.1. Yer bademi sütü .....	8
2.3.2. Yer bademi unu.....	8
2.3.3. Yer bademi yağı.....	10
2.4. Yer Bademinin Sağlık Açısından Önemi.....	11
2.5. Bisküvi ve Üretiminde Kullanılan Bileşenler .....	13
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>17</b>
3.1. Materyal .....	17
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Deneme planı .....	17
3.2.2. Yer bademi unu üretimi .....	17
3.2.3. Bisküvi üretimi .....	18
3.2.4. Fiziksel analizler .....	19
3.2.4.1. Renk analizi .....	19
3.2.4.2. Tekstür analizi.....	19
3.2.4.3. Çap, kalınlık, yayılma oranı tayini.....	20
3.2.5. Kimyasal analizler .....	20
3.2.5.1. Nem tayini.....	20
3.2.5.2. Kül tayini .....	21
3.2.5.3. Ham protein tayini .....	21
3.2.5.4. Ham yağ tayini.....	21
3.2.5.5 Karbonhidrat değeri hesaplaması.....	21
3.2.5.6. Enerji değeri hesaplaması .....	21
3.2.5.7. Toplam fenolik madde tayini .....	21

3.2.5.8. Fitik asit tayini .....	22
3.2.6. Duyusal analiz.....	22
3.2.7. İstatistik analiz .....	22
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>23</b>
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları .....	23
4.2. Şeker İkamesi Olarak Yer Bademi Unu Kullanılan Bisküvilere Ait Analiz Sonuçları .....	26
4.2.1. Fiziksel analiz sonuçları.....	26
4.2.1.1. Renk .....	26
4.2.1.2. Çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik .....	28
4.2.2. Kimyasal analiz sonuçları .....	31
4.2.2.1. Nem.....	33
4.2.2.2. Ham yağ .....	34
4.2.2.3. Ham protein .....	34
4.2.2.4. Kül .....	35
4.2.2.5. Karbonhidrat .....	36
4.2.2.6. Enerji değeri.....	37
4.2.2.7. Toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı .....	38
4.2.3. Duyusal analiz sonuçları .....	39
4.3. Yağ İkamesi Olarak Yer Bademi Unu Kullanılan Bisküvilere Ait Analiz Sonuçları .....	41
4.3.1. Fiziksel analiz sonuçları.....	41
4.3.1.1. Renk .....	41
4.3.1.2. Çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik .....	43
4.3.2. Kimyasal analiz sonuçları .....	47
4.3.2.1. Nem.....	49
4.3.2.2. Ham yağ .....	50
4.3.2.3. Ham protein .....	51
4.3.2.4. Kül .....	51
4.3.2.5. Karbonhidrat .....	53
4.3.2.6. Enerji değeri.....	53
4.3.2.7. Toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı .....	54
4.3.3. Duyusal analiz sonuçları .....	56
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>58</b>
5.1. Sonuçlar .....	58
5.2. Öneriler .....	59
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>60</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

<b>Çizelge 2.1.</b> Yer Bademinin Kimyasal Bileşimi.....	6
<b>Çizelge 2.2.</b> Yer Bademi Çeşitlerinden Elde Edilen Unların Bileşimleri .....	10
<b>Çizelge 2.3.</b> Yer Bademi Ununun Mineral Bileşimi .....	10
<b>Çizelge 3.1.</b> Bisküvi Üretim Yöntemi .....	18
<b>Çizelge 3.2.</b> Yer Bademi Unu İkame Oranları .....	19
<b>Çizelge 4.1.</b> Hammadde Örneğine Ait Renk Analiz Sonuçları .....	23
<b>Çizelge 4.2.</b> Hammaddenin Kimyasal Analiz Sonuçları .....	23
<b>Çizelge 4.3.</b> Hammaddeye Ait Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizleri Sonuçları.....	25
<b>Çizelge 4.4.</b> Şeker İkameli Bisküvi Örneklerinin Renk Analizlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	27
<b>Çizelge 4.5.</b> Şeker İkameli Bisküvi Örneklerinin Renk Analizlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi .....	27
<b>Çizelge 4.6.</b> Şeker İkameli Bisküvi Örneklerinin Çap, Kalınlık, Yayılma Oranı ve Sertlik Değerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	29
<b>Çizelge 4.7.</b> Şeker İkameli Bisküvi Örneklerinin Çap, Kalınlık, Yayılma Oranı ve Sertlik Değerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları .....	29
<b>Çizelge 4.8.</b> Şeker İkameli Bisküvi Örneklerinin Bazı Kimyasal Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	32
<b>Çizelge 4.9.</b> Şeker İkameli Bisküvi Örneklerinin Bazı Kimyasal Değerlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları .....	32
<b>Çizelge 4.10.</b> Şeker İkameli Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları .....	38
<b>Çizelge 4.11.</b> Şeker İkameli Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit İçeriklerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları .....	39
<b>Çizelge 4.12.</b> Yağ İkameli Bisküvi Örneklerinin Renk Analizlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	41
<b>Çizelge 4.13.</b> Yağ İkameli Bisküvi Örneklerinin Renk Analizlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları .....	42
<b>Çizelge 4.14.</b> Yağ İkameli Bisküvi Örneklerinin Çap, Kalınlık, Yayılma Oranı ve Sertlik Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	44
<b>Çizelge 4.15.</b> Yağ İkameli Bisküvi Örneklerinin Çap, Kalınlık, Yayılma Oranı ve Sertlik Değerlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları .....	44
<b>Çizelge 4.16.</b> Yağ İkameli Bisküvi Örneklerinin Bazı Kimyasal Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	48
<b>Çizelge 4.17.</b> Yağ İkameli Bisküvi Örneklerinin Kimyasal Değerlerine Bazı Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları .....	48
<b>Çizelge 4.18.</b> Yağ İkameli Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde ve Fitik Asit Miktarına Ait Varyans Analizi Sonuçları.....	55
<b>Çizelge 4.19.</b> Yağ İkameli Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde ve Fitik Asit Miktarlarına Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları.....	55

## ŞEKİL DİZİNİ

<b>Şekil 2.1.</b> Yer Bademi.....	3
<b>Şekil 2.2.</b> Yer Bademi Bitkisi.....	4
<b>Şekil 2.3.</b> Yetiştirilen Yer Bademi Bitkisini Saha Görselleri .....	4
<b>Şekil 2.4.</b> Yer Bademi Unu.....	9
<b>Şekil 3.1.</b> Yer Bademi Unu Üretim Aşamaları.....	18
<b>Şekil 3.2.</b> Bisküvilerde Renk Ölçümü .....	19
<b>Şekil 3.3.</b> Bisküvilerde Tekstür Ölçümü .....	20
<b>Şekil 3.4.</b> Bisküvilerde Çap Ölçümü .....	20
<b>Şekil 4.1.</b> Yer Bademi Ununun Şeker İkamesi Olarak Kullanıldığı Bisküvi Örneklerine Ait Duyusal Analiz Sonuçları .....	40
<b>Şekil 4.2.</b> Yer Bademi Ununun Yağ İkamesi Olarak Kullanıldığı Bisküvi Örneklerine Ait Duyusal Analiz Sonuçları .....	57



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

cm	Santimetre
mm	Milimetre
g	Gram
µg	Mikrogram
L	Litre
ml	Mililitre
rpm	Dakikadaki devir sayısı
°C	Santigrat
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
NaOCl	Sodyum hipoklorit

### Kısaltmalar

ATP	Adenosin Trifosfat
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
TTSM	Tarım ve Orman Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü
ABD	Amerika Birleşik Devleti
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri

## 1.GİRİŞ

Toplumunu meydana getiren kişilerin büyüme, fizyolojik ve zihinsel gelişimlerini sağlayarak yaşamlarını idame ettirebilmeleri için beslenmeye ihtiyaçları vardır. Beslenme, toplum sağlığının korunmasında ve ülke ekonomisinin kalkınmasında temel fonksiyonları oluşturmaktadır. Beslenme işlevi gören besin elementlerinin, işlenmiş veya doğal olarak bulunan hayvansal, bitkisel ve sentetik kökenli yenilebilir ve içilebilir halleri “gıda” olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde, toplumların en büyük ihtiyaçlarından birisi sağlıklı gıda maddelerini temin edebilmektir. Dünya nüfusunun giderek artması ve gelişen teknolojiyle beraber çevre kirliliği, ekonomik güçsüzlük ve eğitim yetersizliği beslenme problemlerini önemli hale getirmekte ve güvenli gıdaya erişimi zorlaştırmaktadır (Halaç, 2002).

Gıda endüstrisindeki son trendler, fonksiyonel gıdaların dünya çapında giderek daha popüler hale geldiğini ve günlük diyetimizin bir parçası haline geldiğini göstermektedir (Kaur ve Singh, 2017). Fonksiyonel gıdalar, insan sağlığını iyileştirme, sağlık bakım maliyetlerini düşürme ve kırsal topluluklarda ekonomik kalkınmayı destekleme fırsatı sunmaktadır. Hipokrat tarafından ortaya atılan "Gıda ilaç, ilaç da gıda olsun" sözü bugün gıda bilimcileri ve tüketiciler tarafından gıdaların sağlığa birçok faydasını fark etmesiyle büyük ilgi görmektedir (El-Sohaimy, 2012).

Tahıl bazlı unlu mamüller arasındaki bisküvi, sayısız özelliği ile önemli yer tutmaktadır. Bisküviler temel gıdalar, atıştırmalıklar, lüks hediyeler, diyet ürünleri, bebek mamaları, köpek ve kedi mamaları olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, çikolata, krema ve marshmallow gibi bazı katkı maddelerinin eklenmesiyle şekerleme ürünü olarak kabul edilebilirler (Manley, 2011). Bu nedenle, içeriği daha sağlıklı bisküvilere yönelik tüketicinin talebini karşılamak ve aynı zamanda onu daha besleyici ve lezzetli hale getirmek için bisküvinin besin kalitesini iyileştirmenin geniş bir kapsamı vardır (Arepally ve ark., 2020).

Bisküvi, uzun süre tüketilmeden bekletildiğinde bozulmadan kalabilmektedir. Aynı zamanda bisküvinin tüketiciye güzel ve dikkat çekici lezzetlerde sunulabilmesi, öğün dışı atıştırmada ilgi odağı olmasına neden olmaktadır (Ünal, 1991).

Ülkemizde yaygın olarak tüketilmeyen fakat toplam besinsel lif içeriği ve bazı mineraller açısından zengin aynı zamanda gluten içermeyen yer bademi (*Cyperus esculentus* L.) Cyperaceae familyasına aittir. Bu familyaya ait büyük bir cins olan

*Cyperus L.* 500'den fazla tür içermektedir. Bunlardan biri olan yer bademi, kök tabanından küresel rizomlar üreten bir mahsuldür (De-Vries, 1991). Türkiye'de yer bademi, toprak badem, kaplan fıstığı, sarı ceviz, öğütölmüş badem ve sarı saz gibi isimleri ile bilinirken, Arap Devletlerin'de habelaziz, İspanya'da chufa, Afrika'da ise ayaya ve zulu fıstığı olarak anılmaktadır (El-Shenawey ve ark., 2012; Wills, 1987).

Yer bademinden elde edilen unun doğal besinsel içeriği ile fırıncılık ürünlerinde iyi bir alternatif olarak kullanılabilereği belirtilmektedir. Yer bademi unu, karma un formölasyonlarında, besleyici gıdaların daha fazla insana uygun maliyetle ulaşması ve enerji alımının artırılması gibi hususlarda önemli bir potansiyele sahiptir (Ade-Omowaye ve Adebisi, 2008). Yer bademi unu yaklaşık % 34 yağ, % 8 protein, % 44 karbonhidrat ve % 6 lif içeriğine sahiptir (Oladele ve ark., 2017).

E, C ve B1 vitaminleri bakımından zengin olup özellikle de sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, manganez, fosfor, bakır, demir ve çinko gibi mineralleri de içermektedir (Oladele ve Aina, 2007; Maduka ve Ire, 2018).

Bu araştırmada ise tahıl ürünlerinden olan bisküvi üretiminde yer bademi (*Cyperus esculentus L.*) ununun şeker ve yağ ikamesi olarak kullanımı ile yeni bir ürün geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla temin edilen yer bademleri, öğütölerek un haline getirilmiş bisküvi üretiminde değişik oranlarda (% 0, 25, 50, 75 ve 100) yağ ve şeker ikamesi olarak kullanılmıştır. Sonuç olarakta besin içeriği zenginleştirilmiş, diyet lif oranı fazla, vitamin ve mineral madde içeriği yüksek bisküvi üretimi ile yer bademinin hububat ürünlerinde gıda maddesi olarak kullanımı hedeflenmiştir.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

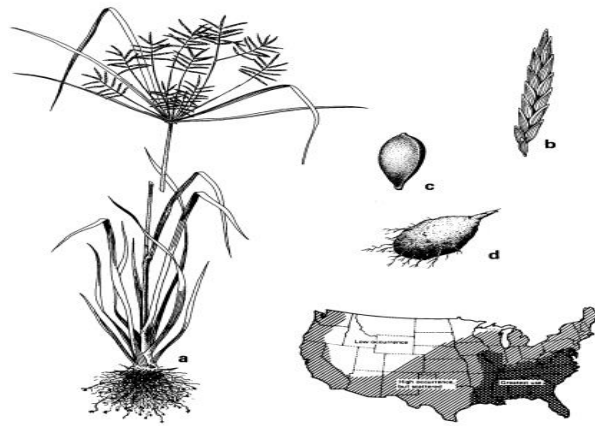
### 2.1. Yer Bademi

Yer bademi (*C. esculentus*), pürüzsüz, sarımsı, sağlam, hızlı büyüyen ve oldukça üretken, çok yıllık bir bitkidir. Küçük, kışlık yer bademi yumruları tarafından vejetatif üreme bol miktarda bulunmaktadır ve böylece tek bir yumru bile bir tarlayı aşırı derecede çoğaltabilmektedir (Mitchell ve Martin, 1986). Cyperaceae familyasına ait yer bademi dünyanın hemen hemen tüm ılıman, tropikal ve subtropikal bölgelerinde yabani ot gibi yetişmektedir. Yer bademinin çoğu yetiştiricisi Nijerya, Senegal ve Gana gibi Batı Afrika ülkeleridir. Yer bademinin chufa ismiyle popüler olduğu İspanya, yer bademinin iyi bir üreticisi olup ihracatını da yapmaktadır. Yer bademi Akdeniz bölgesi, Hindistan, Kuzey Amerika, Meksika, Peru'da da bulunmaktadır (Ezeh ve ark., 2014).



Şekil 2.1. Yer Bademi

Yer bademinin gövdesi, dalsız, sarımsı yeşil ve yaklaşık 20 ile 60 cm boyundadır. Yaprakları ise yaklaşık 8 cm genişliğindedir. Yapraklar belirgin bir orta damar ve mumlu bir yüzeye sahiptir. Bitki, ince lifli köklerden, ince pullu rizomlardan ve küresel yumrulardan oluşan karmaşık, sık bir yeraltı sistemi oluşturmaktadır. Yumruları ilk başta beyazımsı ve sulu olup, olgunlaştıkça koyu kahverengiye dönmektedir. Yumrular genellikle zemin yüzeyinin yaklaşık 15 cm yakınında bulunmaktadır ve ortalama 0.6 cm ile 1 cm büyüklüğünde ve yuvarlak görünmektedir. Daha küçük boyutta olan yumrular insan tüketimi için kullanılmamaktadır (Mitchell ve Martin, 1986; Wills, 1987).



Şekil 2.2. Yer Bademi Bitkisi (a.Tüm Bitki b. Başak c.Tohum d.Yenilebilir Yumru)

Yer bademi yetiştirme süreci nisan ayından kasım ayına kadar yapılabilmektedir. Sürekli sulama yoluyla yetiştirilen yer bademi depolamadan önce kurutulmalıdır. Kurutma işlemi tamamen doğaldır (güneşte kurutma) ve işlem 1 ay kadar sürmektedir. Kurutma işlemi daha uzun raf ömrü sağlar, çürümeyi veya diğer bakteriyel enfeksiyonları önleyerek kaliteyi ve besin düzeylerini korumaktadır. Ne yazık ki, susuz kalma süreci yer bademinin derisinin kırışmasına neden olur, bu durum bazı insanlar için yer bademinin kabul edilebilirliğini sınırlayan bir durum olmaktadır (Belew ve Abodunrin, 2006).

Yer bademlerinin olgunlaşması, bitkinin araştırmacılar tarafından belirtilen taleplerine göre uygun şekilde yönetilirse, Nisan-Temmuz aylarında ekilen yumru Eylül-Kasım aylarında hasat edilebilmektedir. Bu durumda işlem yalnızca 90 ile 110 gün arasında sürmektedir (Maduka ve Ire, 2018). Yumrular dayanıklıdır ve kış aylarında yenmeyen yumruları ise bir sonraki baharda filizlenebilmektedir (Davis, 1976).



Şekil 2.3. Yetiştirilen Yer Bademi Bitkisini Saha Görselleri

Yer bademi yumrularının çeşitlerini tanımlarken iki yaklaşım vardır. Biri botanik sınıflandırmasına atıfta bulunurken, diğeri rengine dayanmaktadır. Botanik olarak sekiz çeşit arasından sadece dört yabancı çeşit (*leptostachyus*, *esculentus*, *hermanii* ve *macrostachyus*) ve bir kültür çeşiti (*sativus*) kabul edilmektedir (Pascual ve ark., 2000).

Renk bazlı sınıflandırma ise kırmızı, kahverengi, siyah ve sarı olarak yapılmaktadır. Kırmızı çeşit yalnızca Kamerun'da analiz edilirken, siyah ise Kamerun ve Gana'da bulunmuştur (Ejoh ve Ndjouenkeu, 2006; Abano ve Amoah, 2011). Sarı renkli yer bademinin çekici rengi, iri boyutu ve daha etli gövdesi nedeniyle diğer çeşitlere göre sıklıkla tercih edilmektedir. Sarı çeşit daha fazla süt vermektedir. Aynı zamanda daha düşük lipit ve daha yüksek protein içeriğine sahiptir (Abano ve Amoah, 2011). Ülkemizde yer bademi Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 'Sarı Şeker' ve 'Balyumru' isimlerinde iki çeşit olarak tescillendirilmiştir (TTSM, 2020).

## 2.2. Yer Bademinin Kimyasal Bileşimi

Yer bademi oldukça zengin bir içeriğe sahiptir. Farklı literatür araştırmalarına göre yer bademinin kimyasal bileşimi 6 farklı kaynak olarak Çizelge 2.1.'de listelenmiştir. (Abdel-Akher ve Nichalinos, 1963).

Yer bademi bileşiminde yaklaşık % 5-15 diyet lifi bulunmaktadır. Diyet lifinin ana kısmı, esas olarak selüloz ve lignin olmak üzere çözünmeyen karbonhidratlardan oluşmaktadır. Ksiloz ayrıca çözünebilir diyet lifi fraksiyonunun önemli bir kısmı olarak mevcuttur. Yer bademi yüksek miktarda diyet lifi içermesi ve hoş cevizimsi tadı nedeniyle, gıda teknolojisinde iyi bir diyet lifi kaynağı olarak yararlı olabilmektedir (Coskuner ve ark., 2001).

Yer bademi yaklaşık % 50-60 karbonhidrat içermektedir. Yer bademinin içeriğindeki ana karbonhidrat sakkarozdur (Roselló-Soto ve ark., 2018). Yer bademi yumruları, patates veya tatlı patates yumrularının neredeyse iki katı miktarda nişasta içermektedir (% 20.1-41.7). Yer bademinden elde edilen nişastaların; nişasta çözeltileri, iyi bir macun kararlılığı, berraklık ve yapışma kuvveti sergilemektedir. Nişasta, kozmetik endüstrisinin yanı sıra birçok nişasta bazlı gıdada, çamaşır yıkama, perdahlama ve sertleştirme için kullanılabilir (Ali-Rehab ve El-Anany, 2012; Ezeh ve ark., 2014).

Çizelge 2.1. Yer Bademinin Kimyasal Bileşimi

%	Abdel-Akher ve Nichalinos, 1963	Mokady ve Dolev, 1970	Addy ve Eteshola, 1984	Nazlıcan, 1984	Linssen ve ark., 1989	Temple ve ark., 1990
<b>Kuru Madde</b>	93.0	-	95.5	93.0	94.2	90.3
<b>Ham Protein (N X 6.25)</b>	3.78	5.1	3.8	-	7.0	5.1
<b>Ham Yağ</b>	25.1	22.0	32.8	24.8	25.7	25.7
<b>Nişasta</b>	39.2	-	-	17.2	-	30.5
<b>Kül</b>	2.5	-	6.7	-	1.9	2.2
<b>Lif</b>	4.8	13.0	8.80	-	5.5	9.6
<b>Sakkaroz</b>	19.1	-	-	22.3	-	17.4

Yer bademi, birçok yumru türlerine benzer miktarda (yaklaşık % 4) ham protein içermektedir. Büyük miktarlarda ekstrakte edilebilir yağlar göz önüne alındığında protein açısından zengin konsantreler, numunelerin yağdan arındırılmasıyla hazırlanabilmektedir (Addy ve Eteshola, 1984). Histidin haricinde, doğal yer bademi sütündeki temel amino asitler, FAO tarafından yetişkinler için önerilen model proteindeki miktardan daha yüksektir (Cortes ve ark., 2005).

Yer bademinin bir başka ilgi çekici bileşeni, yağ fraksiyonudur. Yer bademi yağı, bir hidrolik pres kullanılarak veya petrol eteri ile ekstrakte edilerek kolaylıkla elde edilebilmektedir (Linssen ve ark., 1988; Oderinde ve Tairu, 1988). Yer bademi yumrularının, yağ presleme deneyinden elde edilen verimin % 45, % 55 arasında olduğu bildirilmektedir (Linssen ve ark., 1988). Yer bademi yağı, en bol yağ asidi olarak oleik aside sahip olan zeytinyağı ile benzer bir yağ asidi profilini paylaşan bir üründür ancak yağlar, renk ve tat özellikleri farklılık göstermektedir. Zeytinyağı yeşil, yer bademi yağı ise altın sarısı rengine sahiptir. Tat bakımından zeytinyağı çok karakteristikken yer bademi ise nötr bir tada sahiptir (Sanchez-Zapata ve ark., 2012).

Yer bademi, E, C ve B1 vitaminlerine sahiptir (Maduka ve Ire, 2018). Aynı zamanda sodyum, kalsiyum, fosfor, potasyum, magnezyum, manganez, çinko, demir ve eser miktarda bakır gibi mineral içerikleri açısından da zenginlik göstermektedir.

Toplam fenolik içerik, sarı yer bademi fenolik içeriği 351 mg/100 g ve kahverengi yer bademi fenolik içeriği 134 mg/100 g bulunmuştur (Oladele ve ark., 2017). Yer bademindeki ana fenolik asitler kumarik asit, ferulik asit ve türevleri, p-hidroksibenzaldehit ve vanillik asittir (Parker ve ark., 2000). Yer bademinde önemli bir konsantrasyonda ferulik asidin varlığı, yer bademini, özellikle yetiştiği alanlarda serbest radikallerin neden olduğu birçok hastalık için potansiyel bir tedavi kaynağı haline getirmektedir (Mancusa and Santangelo, 2014). Kapsaisin, kurkumin, sinamik asit, öjenol, izoeugenol, rosmarinik asit, 2- feniletil-beta-D-glukozit ve piperik asit gibi diğer fenolik bileşikler, iki örnekte tespit edilmesine rağmen, çok düşük bir konsantrasyonda bulunmuştur (Tsao, 2010).

Yer bademi çeşitlerinin flavonoid içerikleri 21 adet bileşikten meydana gelir fakat önemli olan 7 tanesi Kaempferol, Quercetin, Naringenin, Apigenin, Luteolin, Epicatechin, Catechin şeklindedir (Oladele ve ark., 2007). Yer bademinin flavonoid konsantrasyonu çoğu sebzededen daha yüksektir (Saikia ve Mahanta, 2013).

### **2.3. Yer Bademi Kullanım Alanları**

Yer bademi, eski çağlardan beri bir gıda maddesi olarak kabul edilmektedir (Pascual ve ark., 2000). Yer bademi yumruları, 4000 bin yıl önceden beri önemli olan eski Mısırlılar için ve Avrupa'nın güneyinde, gıda, ilaç ve parfüm olarak kullanılmıştır (De-Vries, 1991; Negbi, 1992). Mısır'da yer bademi gece boyunca suyla ıslatılıp sonrasında taze olarak tüketimi sağlanmaktadır (Linssen ve ark., 1988). Nijerya'nın pek çok yerinde ise, yumrular (taze veya kurutulmuş) fındık gibi yenmekte veya dövülerek keklerin içine ilave edilip öğünün sonunda servis edilmektedir (Addy ve Eteshola, 1984). Avrupa'da ise sazan yemi olarak popüler olan yer bademi av hayvanlarını çekmekte kullanılmaktadır (Mohdaly, 2019). Yumrular, birçok memeli hayvan, bazı ötücü kuşlar, su kuşu ve yayla av kuşları tarafından yenmektedir (Mitchell ve Martin, 1986). Özellikle yer bademine düşkün memeliler olarak, rakun, yaban domuzu, beyaz kuyruklu geyik, sincap ve kokarcılar sayılabilmektedir (Arner ve Davison, 1976; Wilma ve Chester, 1986).

Yer bademi yumruları atıştırılabilir olarak yenebilir, kavrulabilir, kızartılabilir veya fırınlanabilir, ayrıca gıda ürünlerinde un, nişasta, kek ve bisküvi yapımında da kullanılabilir. Aynı zamanda özel tatlılığı sayesinde, dondurma ve kurabiye aroması olarak değerlendirilmektedir (Gambo ve Da'u, 2014). Yer bademinin malt

yumrularından ekstrakte edilen karamel, alkolsüz malt içecekler, koyu biralar ve çeşni ürünlerine de eklenilebilmektedir (Bamishaiye ve Bamishaiye, 2011).

Nijerya’da yerel bir içecek olan ‘kunnu’ içerisine yer bademi ilavesinin yararlı olduğu tespit edilmiştir. Kunnu, esas olarak tahıllardan (darı veya sorgum gibi) baharatlarla (karahindiba, timsah biberi, zencefil, meyan kökü) ve şekerle ısıtılıp karıştırılarak hazırlanan alkolsüz bir içecektir. Tahıllardan hazırlanan kunnu’nun zayıf besin değerini telafi etmek üzere, yer bademinin tahıl taneleri için iyi bir ikame olduğu tespit edilmiştir (Sanful, 2009).

### **2.3.1. Yer bademi sütü**

Yer bademinin gıda teknolojisindeki en iyi bilinen uygulaması “horchata de chufa” (yer bademi sütü) üretimidir (Mosquera ve ark., 1996). Yer bademi sütü çok besleyicidir ve iyi bir enerji kaynağıdır (Oyetero ve ark., 2019). Horchata de chufa, İspanya’da çok popüler olan yer bademi yumrularının tatlandırılmış su özütüdür. İspanya endüstrisinde hatırı sayılır bir ekonomik öneme sahiptir (Rubert ve ark., 2011). Bu süt görünümündeki içecek alkolsüz ferahlatıcı bir içecektir ve genellikle yaz aylarında tüketilmektedir (Mosquera ve ark., 1996). Yer bademi sütü başlangıçta Müslümanlar tarafından yapılmış olsa da şimdi İspanya ve diğer birçok Avrupa ve Latin Amerika ülkesinde yaygın olarak tüketilmektedir (Cortes ve ark., 2005).

Yer bademi sütü yüksek beslenme kalitesi içeriğine sahip olduğu belirtilmektedir. Gıda pazarında büyük bir potansiyel oluşturur fakat raf ömrü çok kısa süre ile sınırlı kalmaktadır (Sanful, 2009).

Yer bademi sütü, fosfor, potasyum, kalsiyum, doymamış yağlar, proteinler ve sindirime yardımcı olan bazı enzimlerin yanı sıra inek sütüne kıyasla daha çok demir ve magnezyum içermektedir (Bamishaiye ve Bamishaiye, 2011).

### **2.3.2. Yer bademi unu**

Yapılan araştırmalar neticesinde yer bademi ununun kaliteli bir yağ kaynağı olduğu ve ortalama protein içerdiği belirlenmiştir. Büyüme ve vücut gelişimine katkısı olan demir ve kalsiyum gibi yararlı mineraller için de iyi bir kaynak olduğu tespit edilmiştir (Oladele ve Aina, 2007). Yer bademi ununun doğal besinsel içeriği ve tedavi

edici etkisi ile fırıncılık ürünlerinde iyi bir alternatif olarak kullanılabileceği belirtilmektedir (Ade-Omowaye ve Adebisi, 2008).

Doğal şeker içeriğine sahip olması (şeker hastaları için iyi bir seçenek) fırıncılık endüstrisi için iyi bir un veya katkı maddesi olarak kabul edilmektedir. Lezzetli kek, bisküvi yapımında ve meyve aromalarının bir bileşeni olarak kullanılabilir. Glutensiz olduğu için buğday ununa iyi bir alternatiftir ve diyetlerinde gluten alamayanlar için iyi bir çözüm olmaktadır. Yer bademi unu, öğütme sürecinde besleyici özelliklerini de kaybetmemektedir (Salau ve ark., 2012).



Şekil 2.4. Yer Bademi Unu

Yer bademi unu üretim aşamaları aşağıdaki şekilde gerçekleşmektedir (Chinma ve ark., 2009).

- Taze Yer Bademi Tohumları
- Tartım
- Yıkama
- Kurutma
- Öğütme
- Eleme
- Yer Bademi unu
- Paketleme

Pek çok araştırmacı yer bademi üzerinde çalışmış olsa da, ununun özellikleri hakkında yapılan araştırmaların kısıtlı olduğunu belirten Oladele ve ark. (2007), yer bademinin sarı ve kahverengi çeşitlerinden elde edilen unların gıda formülasyonundaki potansiyellerini keşfedebilmek için kimyasal bileşimini ve fonksiyonel özelliklerini

belirlemeyi amaçlayan çalışma yapmıştır. Çalışma sonucu elde edilen sonuçlar Çizelge 2.2. ve Çizelge 2.3.'te özetlenmiştir (Oladele ve ark., 2017).

**Çizelge 2.2.** Yer Bademi Çeşitlerinden Elde Edilen Unların Bileşimleri (Oladele ve ark., 2017)

<b>Bileşen</b>	<b>Sarı Yer Badem Unu (%)</b>	<b>Kahverengi Yer Badem Unu (%)</b>
<b>Nem</b>	3.50	3.75
<b>Yağ</b>	32.13	35.43
<b>Protein</b>	7.15	9.70
<b>Kül</b>	3.97	4.25
<b>Karbonhidrat</b>	46.99	41.22
<b>Ham Lif</b>	6.26	5.62

**Çizelge 2.3.** Yer Bademi Ununun Mineral Bileşimi (mg/100 g un) (Oladele ve ark., 2017)

<b>Mineral Çeşidi</b>	<b>Sarı Yer Bademi Unu</b>	<b>Kahverengi Yer Bademi Unu</b>
<b>Kalsiyum</b>	155	140
<b>Sodyum</b>	245	235
<b>Potasyum</b>	216	255
<b>Magnezyum</b>	51.2	56.3
<b>Mangan</b>	33.2	38.41
<b>Fosfor</b>	121	121
<b>Demir</b>	0.35	0.80
<b>Bakır</b>	0.02	0.01

### 2.3.3. Yer bademi yağı

Yer bademi yumrularında bulunan yağ % 18 doymuş yağ asitleri (palmitik ve stearik) ve % 82 doymamış yağ asitleri (esas olarak oleik ve linoleik asitler) içermektedir. Bu nedenle zeytine benzer yağ bileşimi ile mükemmel besin özelliklerine sahiptir. Endüstriyel ve tıbbi amaçların yanı sıra gıda yağı olarak da kullanılabilir (Coşkuner ve ark., 2002).

Yer bademi yağı tekstil endüstrisinde, tekstil elyaflarının su geçirmez hale getirilmesinde kullanılmaktadır. Yağ, mısır, soya fasulyesi, zeytin ve pamuk tohumu yağı

ile kıyaslanır ve bu nedenle bu yağların ikamesi olabilmektedir. Ayrıca, yağ potansiyel bir biyodizel kaynağı niteliği taşımaktadır (Bamishaiye ve Bamishaiye, 2011).

Yer bademi yağının kızartma yağı olarak da kullanıma uygun olduğu tespit edilmiştir (Ali-Rehab ve El-Anany, 2012). Yer bademi yağının derin kızartmalardaki kullanımı, yüksek sıcaklık değerlerinde kimyasal ayrışmaya karşı direnç uygulaması ve yağ emme oranının diğer kızartma yağlarınıninkinden daha düşük olması nedeniyle fazlasıyla önemli olmaktadır (Lasekan ve ark., 2012). Yer bademi yağı, pahalı ithal zeytinyağının yerini alabilmekte ve yoksul bölgelerdeki tüketicilerin diyetlerini iyileştirmek için kullanılacak bir alternatif olmaktadır (Lunn ve Theobald, 2006). Yer bademi yağının; antioksidan, anti-artritik, antiinflamatuvar, analjezik, antibakteriyel, aterosklerotik ve antikonvülsan olduğu bildirilmektedir (Krichen ve ark., 2016). Yumrudan elde edilen yemeklik yağ altın sarısı rengindedir ve yoğun bir ceviz tadına sahiptir. Yer bademi yağı, soğutma sıcaklığında muntazam bir sıvı formda kalmaktadır. Bu durum, yağı salata yapımına uygun hale getirmektedir (Mohdaly, 2019).

Soğuk presleme yöntemi ile elde edilen yer bademi yağı, yağın endüstriyel üretimi için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir, bu nedenle ticari olarak yer bademi yağı, soğuk preslenmiş yağ olarak satılmaktadır (Koubaa ve ark., 2015). Dış ısı olmadan soğuk preslenme ile oluşan yağ ekstraksiyonu yüksek kaliteli yağ olarak kabul edilir ve yüksek sıcaklıklarda kimyasal bozunmaya daha dirençli olduğu için kullanımı tavsiye edilmektedir (Shaker ve ark., 2009). Yer bademi yağının soğuk pres ekstraksiyon işleminin akışı aşağıdaki şekilde gerçekleşmektedir (Bamishaiye ve Bamishaiye, 2011).

- Çiftlikten yer bademi hasat edilir.
- Yabancı maddeleri çıkarmak için sınıflandırılır ve yıkanır.
- Yer bademleri güvenli nem içeriğine kadar kurutulur (% 8)
- Mekanize bir öğütücü ile yer bademleri öğütülür, yer bademi unu elde edilir.
- Yer bademi unu, unu sıkan ve böylece yağı yavaşça çıkararak bir prese konur.
- Elde edilen yağ filtrelendir.
- Saflaştırılmış yağ elde edilir.

#### **2.4. Yer Bademinin Sağlık Açısından Önemi**

Yer bademi, nişasta, yağ, şeker, protein, mineraller ve E, C vitaminleri bakımından zengin içeriğe sahiptir (Belew ve Belew, 2007). Bu zenginlik yer

bademinin, şeker hastaları ve kilo vermek isteyenler için uygun bir ürün olduğunu göstermektedir (Borges ve ark., 2008). Yer bademi kırmızı kan hücrelerinin oluşumunda ve işleyişinde rol oynayan E vitaminini içerdiği için kalp damar hastalıkları ve kansere karşı koruyucu etkisi olduğu düşünülmektedir (Gambo ve Da'u, 2014). Yer bademi yüksek miktarda B1 vitamini içerdiği için, merkezi sinir sisteminin ayarlanmasına yardımcı olur ve vücudu strese karşı uyum sağlamaya teşvik etmektedir (Bazine ve Arslanoğlu, 2020). İç mekanizmaları savunurken, kabızlığı ve ishali önlemektedir (Maduka ve Ire, 2018).

Yer bademi sahip olduğu C vitamini içeriği ile iyi bir antioksidan özellik gösterirken, demir emilimini artırarak immünolojik sistem ve doku koruması için gerekli olan E vitamini seviyelerinin korunmasına yardımcı olmaktadır (Roselló-Soto ve ark., 2019). Yer bademinin, kolon kanseri, koroner kalp hastalıkları, obezite, şeker hastalığı ve mide-bağırsak bozuklukları dahil birçok hastalığın tedavisinde ve önlenmesinde etkili olabilecek yüksek diyet lifi içeriğine de sahiptir (Anderson ve ark., 1994). Diyet lifi tüketiminin artması lipit konsantrasyonlarını iyileştirirken, kan basıncını düşürmektedir. Diyabette kan şekeri kontrolünü iyileştirmekte ve düzenliliği desteklemektedir. Aynı zamanda kilo kaybına yardımcı olurken bağışıklık sisteminin de iyileşmesine yardımcı olmaktadır (Anderson ve ark., 2009).

Yer bademi yumrularının afrodizyak, gaz giderici, idrar söktürücü, adet düzenleyici ve tonik olduğu da bildirilmiştir (Chopra ve ark., 1986; Chevallier, 1996). Şişkinlik, hazımsızlık, ishal, dizanteri ve aşırı susuzluk tedavisinde yer bademi kullanılmaktadır (Chevallier, 1996). Yer bademi yumruları içerdiği zengin mineraller nedeniyle kemikler, doku onarımı, kaslar, kan dolaşımı ve vücut gelişimi için faydalıdır (Mohdaly, 2019). Yer bademi yumrularının glikozu, doymamış yağları vb. aktive etmek için zorunlu olan canlılık bileşiği ATP'nin oluşumunda da etkisi bulunmaktadır (Achoriboand ve Ong, 2017).

Jing ve ark. (2013), yer bademi yağının dişi deney fareleri üzerindeki etkisine ilişkin çalışmalarında, yağın önemli ölçüde serbest radikal temizleyici ve antioksidan aktivite sergilediğini tespit etmiştir. Gözlemlenen etkinin, yer bademindeki flavonoidler ve fenolikler gibi fitokimyasalların oluşumuyla bağlantılı olabileceği düşünülmektedir (Jing ve ark., 2013).

Yer bademinin kökü, çiçekleri ve sürgünlerinin antimikrobiyal etkinliği standart antimikrobiyal ilaçlarla karşılaştırarak incelenmiştir. Etanol özütü, *Salmonella Typhi*'ye karşı aktiftir ve elde edilen sonuç, standart ile benzerlik göstermiştir. İnceleme, bitki

özütünün yüksek antimikrobiyal aktivitesinin ve ondan biyoaktif bileşiklerin izolasyonunun, *Salmonella Typhi* enfeksiyonlarına karşı yeni antibiyotik ajanların ilerlemesine yol açabileceğini göstermektedir (Adeniyi ve ark., 2014).

Literatürde bildirilen bir çalışmada, yer bademinin deneysel farelerde potansiyel bir hepatoprotektif etki sergilediği görülmüştür. Hepatotoksisite, farelerde karbon tetraklorürünün (CCl<sub>4</sub>) intraperitoneal uygulaması yoluyla indüklenmiştir ve bu da karaciğer marker enzimlerinde aspartat ve alanin transaminazlar, alkalın fosfataz ve lipid peroksitlerde dikkate değer artışa yol açmıştır (Oyedepo ve Odoje, 2014).

Agbai ve Nwanegwo (2013), yer bademinin olgun erkek farelerde erkek üreme hormonları ve diğer bazı androjenik parametreler üzerindeki etkisini araştırmıştır. Farelere yer bademinin metanol özütünün uygulanmasının, erkek üreme hormonlarının plazma seviyesinde ve ayrıca doza bağlı bir modelde androjenik parametrelerde önemli bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir.

Benzer şekilde, deney fareleri, altı hafta boyunca yer bademinin alkol ekstraktları ile tedavi edilmiştir. Bu durum da spermin konsantrasyonunda ve hareketliliğinde önemli bir artışa neden olduğu gözlemlenmiştir (Al-Essawe ve Almashhadani, 2010). Yer bademi yumru ekstraktının, kurşun asetat uygulamasıyla indüklenen üreme anormallikleri üzerindeki etkisi araştırılmış ve sonuçta ekstraktın nispeten deneysel farelerinin testislerinde histopatolojik anormallikleri iyileştirdiği bildirilmiştir (Al-Shaikh ve ark., 2013).

## 2.5. Bisküvi ve Üretiminde Kullanılan Bileşenler

Bisküvi, toplumun hemen her kesimi tarafından tüketilen popüler unlu mamüllerin başında gelmektedir. Bunun başlıca nedeni yemeye hazır doğası, beslenme kalitesi, farklı çeşitlerde bulunabilirliği ve uygun maliyetidir. Unlu mamüllerin çoğu, besinsel açıdan zengin olup, farklı bileşenlerin kullanılması için kaynak olarak kullanılmaktadır ve çeşitli sağlık ürünleri bu sayede tüketilebilir hale gelmiştir (Pomeranz, 1988; Potty, 1996).

Romalıların keşfetmiş olduğu bisküvi, Latince’de “bi costus” ile Fransızca’da “bescoit” sözcüklerinin türetilmesi ile oluşturulmuştur ve iki defa pişirilmiş anlamı taşımaktadır (Doğan ve Uğur, 2005).

Bisküvi; tahıl unu veya unları içine kabartmayı sağlayıcı maddeler, şeker, tuz, yağ ve Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği’nce kullanılmasında sakınca olmayan

maddelerden biri veya birkaçı ilave edildikten sonra su ile yoğrularak tekniğine uygun bir biçimde işlenip şekil verilerek pişirilmesi sonucunda elde edilen son üründür (Gocmen ve ark., 2019). Bisküvinin kabul edilebilirliğinin belirlenmesinde aranan üç temel kalite kriteri mevcuttur. Bunlar; boyut (çap, kalınlık ve yayılma oranı), tekstür ve renktir (Pareyt ve ark., 1998).

Bisküvi uzun raf ömrüne sahip olduğu için büyük ölçekli üretim ve dağıtıma da olanak sağlamaktadır (Claughton ve Pearce, 1989).

Un: ekmek, kek, kurabiye ve pasta gibi unlu mamüllerin ana bileşenlerinden biridir. Bisküvi üretimi için önemli özellikleri olan nişasta, protein ve sudan oluşmaktadır (Arepally, 2020). Bisküvi üretiminde kullanılacak olan unun, üründe ideal renk ve gevrek yapıyı oluşturmaya imkan sağlaması gerekmektedir. Aynı zamanda bisküvi hamurunun bisküvide şekilsel bozukluklara neden olmaması ve beklenen ölçüde yayılma göstermesi istenmektedir (Faridi ve ark., 2000).

Unun nem içeriği ve una eklenen su miktarı bisküvi hamuru özellikleri üzerinde farklı etkiler göstermektedir (Pareyt ve Delcour, 2008). Gaines ve ark. (1982), unun içerdiği nem oranı arttıkça hamur akışında, yapışmasında ve bisküvi çapında bir artış olduğunu bildirmiştir.

Unun yapısındaki partikül büyüklüğünü bilmek de bisküvi yapımında kalite ölçütü olarak önemli rol oynamaktadır. Unun ince bir yapıya sahip olması bisküviye gevrek ve lezzetli bir tat verirken bisküvinin ağızda dağılmasını ve daha fazla miktarda suyun absorbe edilmesini sağlamaktadır (Öztürk, 1998).

Yağlar bisküvi üretimindeki diğer önemli bileşenlerden biridir. Fırıncılık ürünlerinin üretiminde 'shortening' adı verilen yağlar kullanılmaktadır. Shorteningler, fırıncılık ürünlerinde gıdaların saklanması sırasında niteliklerinin ve kalori değerlerinin artırılmasına, sabit bir yapı ve arzu edilen aromanın oluşmasına katkı sağlayan bileşenlerdir (Chrysam ve ark., 1985). Shortening kelimesinin sözlükteki karşılığı 'kısaltıcı' olarak geçmektedir. Kısaltıcı anlamının verilmesinin nedeni, yağların hamur işlerinde kullanılmaları sırasında birbirlerini sararak uzun bir diziliş gösteren gluten ve nişasta yapısını kırmalarıdır. Bu etki sonucunda hamur, uzun lifler yerine kısa ve yağlı lif parçaları içeren yeni ve yumuşak bir yapı kazanmaktadır. Bu bağlamda shorteningler 'lif kısaltıcılar' olarak da tanımlanabilmektedir (Kayahan, 2002).

Yağlar, bisküvilerin yapışma niteliklerini ve tadını büyük oranda etkilemektedir. Yağ, gluten ve nişastanın meydana getirdiği kitlesel yapıyı parçalamasıyla ürünün yumuşak ve kolay hazmedilir hale gelmesini sağlamaktadır. Su oranının az olduğu hamur

yapısında bulunan, nişasta ve glutenin topaklama yapmaması adına daha fazla yağ kullanımı gerekmektedir (Ünal, 1986).

Bisküvi üretiminde genellikle yüzey aktif madde ve antioksidan katkılı hidrojene katı yağlar kullanılmaktadır. Sıklıkla tercih edilen shorteningler genel olarak % 10-30 oranında kullanılmaktadır (Elgün ve Ertugay, 1995).

Tüketici sağlığı açısından bakıldığı zaman, diyetteki yüksek yağ alımı temel olarak obezite, kanser, yüksek kolesterol ve koroner kalp hastalıkları gibi çeşitli sağlık bozukluklarına neden olabilmektedir (Pareyt ve ark., 2009). Unlu mamüllerin üretiminde yağın oynadığı kilit role rağmen, yağ içeriğini azaltmak ve gıda kalitesini değiştirmeyen uygun yağ ikame maddeleri ile değiştirmek alternatif olarak düşünülmesi önem arz etmektedir. Yağ ikamesinin bir diğer önemli yönü, unlu mamullerdeki diyetle doymuş ve trans yağların elimine edilmesidir (Arepally, 2020).

Bisküvi üretiminde şeker ise; tatlılık vermesinin yanında bisküvinin yapısını oluşturmaya yardımcı, lezzet değiştirici ve güçlendirici maddedir. Şeker, su durumuna bağlı olarak bisküvi hamurunda tamamen veya kısmen çözülür, piştikten sonra ise yeniden kristalleşir (Hoseney, 1986). Kristalin boyutu ve şekerin çözünme hızı, üretilen bisküvinin gevrekliğini etkilemektedir. Daha iri şeker kristallerinin, hamurun daha az yayılmasına ve hamurda daha fazla yüzey çatlamasına neden olduğu gözlemlenmiştir (Lia ve Lin, 2006).

Şeker, Maillard reaksiyonu ve enzimatik esmerleşme reaksiyonlarına girerek son ürünün renginin oluşmasında rol oynamaktadır (Ulusoy, 2011). Ayrıca, şekerin başka bir önemli işlevi ise özellikle yağ oranının yüksek olduğu ürünlerde iyi bir antioksidan etki sağlamasıdır (İnkaya, 2008). Bisküvi üretiminde pudra şekeri, glikoz şurubu ve invert şeker sıklıkla tercih edilmektedir (Çınar, 2018). Şekerlerin yüksek kalorili olmasından dolayı bisküvi yapımında şeker yerine sakarin, asesülfam-K, aspartam, sukraloz, raftiloz, siklomatlar, fruktoz gibi yapay tatlandırıcılar da kullanılabilir (Savitha ve ark., 2008).

Hamuru meydana getiren temel bileşenlerin başında su da gelmektedir (Ünal, 1991). Su, kuru bileşenler için çözücü etki gösterirken karbonhidratlar ve proteinler ile de etkileşime girerek jelatinizasyonu ve hamurda gluten yapısının gelişmesini sağlamaktadır (Eliasson ve Larsson, 1993; Çıkrıkçı, 2013). Aynı zamanda bisküvi hamurunun reolojik davranışları üzerinde de önemli etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (Webb ve ark., 1970).

Bisküvi üretiminde suyun sertliği önemli ölçütler arasındadır ve çoğunlukla orta sertlikteki sular tercih edilmektedir. Yumuşak su, hamura yapışkanlık özelliği vermekte ve gaz tutma yeteneğini azaltmaktadır. Sert su kullanımı ile de hamur çok sert bir yapıda olurken, yoğurma süresi artmakta ve uzama yeteneği azalmaktadır (Hoseney, 1986). Kullanılacak olan su, bisküvi çeşidine göre un ağırlığı üzerinden hesaplanarak yaklaşık % 10-15 arasında olmalıdır. Bununla beraber suyun pH değerlerinin ortalama 6.5-6.8 skalasında olması istenmektedir (Elgün ve Ertugay, 1995).

Un ağırlığı dikkate alınarak, % 2 ile % 2.5'in altındaki tuz konsantrasyonu yeterli miktarda tat vermektedir (Moreira ve ark., 2011). Tuz, gluteni sertleştirir, hamurun kıvamını işlenebilir hale getirmektedir. Aynı zamanda fermantasyonu ve Maillard reaksiyonunu yavaşlatmaktadır. Tuz kabuk oluşumunu da desteklemektedir (Arepally, 2020).

Bir diğer önemli bileşen ise mayalanma maddeleridir. Hamura mayalayıcı maddelerin eklenmesi, pişirme sırasında bisküvi içindeki dokusal gelişimden sorumlu olan mayalanma gazlarını üretmektedir. Kabartıcı olarak genellikle amonyum bikarbonat, sodyum bikarbonat ve potasyum bikarbonat kullanılmaktadır. Sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ), hamurdaki asitleştiricilerle çözünerek reaksiyona girer ve sonucunda  $\text{CO}_2$  üretir. Kabartıcıların kullanılması üründe, hacim ve beklenen gevrekliği sağlamaktadır. Sodyum bikarbonatın, düşük bir fiyata sahip olması, toksik özellik göstermemesi, son ürünün tadında bir bozulmaya neden olmaması gibi özelliklerinden dolayı, çok tercih edilen kimyasal kabartıcıdır. Bu özelliklerinin yanı sıra, yüksek alkaliteye sahip olması ile hamurun pH'sını yükselterek ürünün yapısında bozulmalara neden olabilmektedir (Hoseney, 1986; Faridi ve ark., 2000; Arepally, 2020). Bisküvide asit ve alkali kabartıcılarının dengeli ölçüde kullanılması önemli olup, aksi takdirde fazla alkali içerik renk sararmasına ve sabun lezzetine, fazla asit içeriği ise üründe ekşi, asidik bir tada sebep olmaktadır (Ünal, 1991).

Özetle; bisküvi yapımında her bir bileşen ve işleme koşulları kaliteli bir bisküviyi geliştirmek için önemli faktörlerdir. Her bir bileşenin artıları ve eksileri olmakla beraber kaliteli bisküvi üretiminde hepsinin ayrı ayrı önemli rolü bulunmaktadır (Arepally, 2020).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Çalışmamızda kullanılan yer bademi Adana'da faaliyet gösteren Fi-Farm işletmesinden temin edilmiştir. Bisküvi formülasyonunda yer alan diğer malzemeler ise, buğday unu (Selva Un), pudra şekeri, shortening, fruktoz şurubu, tuz, süt tozu ve sodyum bikarbonat gibi hammaddeler ise Konya piyasasından temin edilmiştir.

#### **3.2. Yöntem**

##### **3.2.1. Deneme planı**

Bisküvi denemelerinde; öğütülmüş yer bademi unu, beş (5) farklı oranlarda (% 0, 25, 50, 75 ve 100) shortening ve şekerin yerine ayrı ayrı ikame maddesi olarak kullanılmıştır. Denemelerde yağ ve şeker ikameleri ayrı ayrı ele alınmış olup, her biri 5 x 2 deneme desenine göre gerçekleştirilmiştir.

##### **3.2.2. Yer bademi unu üretimi**

Temin edilen yer bademlerinin kabukları bıçak yardımıyla soyulmuştur. Kabukları soyulan yumrular şebeke suyu ile yıkanmış, su berraklaşıp üzerinde yabancı madde kalmayana kadar bu işleme devam edilmiştir. Yıkanan ve temizlenen yumrular daha sonra oluşabilecek tüm mikrobiyal risklere karşı dezenfekte edilmesi amacı ile % 2.5'lük NaOCl çözeltisinde 10 dk bekletilip süzümüştür ve ardından saf su ile yıkanmıştır. Bu işlemlerin ardında da yumrular oda koşullarında kurumaya bırakılmıştır. Kurutulması tamamlanan yer bademi örnekleri laboratuvar kullanımına uygun bir öğütücü (Alveo, Konya, Türkiye) ile 500 µm elekten geçebilecek şekilde öğütme işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen yer bademi unu, üretimde kullanılıncaya kadar da +4 °C'de buzdolabında kilitli poşetlerde muhafaza altına alınmıştır.



Şekil 3.1. Yer Bademi Unu Üretim Aşamaları

### 3.2.3. Bisküvi üretimi

Bisküvilerin üretimi AACC Standart No:10-54 metodu modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Bisküvi formülasyonunda bulunan tüm hammaddeler mikserde (Kenwood KMX, Kenwood Ltd., İngiltere) 8 dakika süre ile yoğrulma işlemine tabi tutulmuştur. Yoğurma işlemi bittikten sonra, oluşan hamur öncelikle 5.0 mm kalınlığında oklava yardımı ile açılmıştır. Açılan hamurlar 55.0 mm çapa sahip dairesel kalıp ile kesime tabi tutularak standart boyutta hamur parçaları elde edilmiştir. Hazır hale gelen kesilmiş hamur parçaları alüminyum tepsi üzerine yerleştirilerek 160 °C ve 20 dakika süre ile fırında (Vestel SF8401, Türkiye) pişmeye bırakılmıştır. Şahit bisküvi üretiminde kullanılan ingredientler ve kullanım oranları Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir. Yer bademi unu ikame oranları ise, Çizelge 3.2.'de özetlenmiştir.

Çizelge 3.1. Bisküvi Üretim Yöntemi

İngrediyentler	Un esasına göre (%)
Buğday unu	100
Şeker (Pudra)	42
Shortening	40
Mısır şurubu (Yüksek Fruktozlu)	1.5
Tuz	1.25
Yağsız süt tozu	1
Sodyum Bikarbonat	1.5
Saf su	Değişken (10-17 ml)

Çizelge 3.2. Yer Bademi Unu İkame Oranları

Yer bademi unu (%)	Şeker ikamesi olarak kullanımı (%)		Yağ ikamesi olarak kullanımı (%)	
	Shortening (g)	Şeker (g)	Shortening (g)	Şeker (g)
0 (şahit)	40	42	40	42
25	40	31.5	30	42
50	40	21	20	42
75	40	10.5	10	42
100	40	0	0	42

### 3.2.4. Fiziksel analizler

#### 3.2.4.1. Renk analizi

Yer bademi unu ve üretilen bisküvilerin renk okumaları,  $L^*$  [ (0) siyah-(100) beyaz ],  $a^*$  [ (+) kırmızı- (-) yeşil ] ve  $b^*$  [(+) sarı-(-) mavi ] değerleri cinsinden, Hunter Lab Color Quest II Minolta CR-400 cihazı kullanılarak ölçüm sonuçlarına ulaşılmıştır (Francis, 1998).



Şekil 3.2. Bisküvilerde Renk Ölçümü

#### 3.2.4.2. Tekstür analizi

Bisküvi örneklerinin tekstür ölçümleri, tekstür analiz cihazı (TA-XT2i, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizin sonuçları, ürünlerin fırınlama işlemi bittikten sonra 2 saat bekletilmiş ve sonrasında 3 noktalı kırma probu ile Adeola ve Ohizua'nın (2018) kullandığı metot modifiye edilerek elde edilmiştir.

Load cell, 30 kg, ön-test hızı: 1.0 mm/s, test hızı: 3.0 mm/s, son-test hızı: 10.0 mm/s, uzaklık: 5 mm, trigger kuvveti: 50 g ölçüm parametreleri esas alınmıştır.



Şekil 3.3. Bisküvilerde Tekstür Ölçümü

### 3.2.4.3. Çap, kalınlık, yayılma oranı tayini

Bisküvi örneklerinde çap ve kalınlık değerleri AACC Standart Metot No: 10-54 (AACC, 1990)'te belirtildiği biçimde dijital kumpas (0.001 mm, Mitutoyo, Tokyo, Japonya) kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Yayılma oranı ise bisküvi çaplarının (mm), kalınlıklarına (mm) oranlanması sonucu tespit edilmiştir.



Şekil 3.4. Bisküvilerde Çap Ölçümü

### 3.2.5. Kimyasal analizler

#### 3.2.5.1. Nem tayini

AACC 44-19 metoduna göre 135 °C'de 2.5 saat kurutma prensibiyle nem analizleri gerçekleştirilmiştir (AACC, 1990).

### 3.2.5.2. Kül tayini

AACC 08-01 metodu kullanılarak, örnekler bileşimindeki inorganik maddeler tamamen yanana kadar 550 °C’de kül fırınında yakılmış ve ardından kül (%) içerikleri tespit edilmiştir (AACC, 1990).

### 3.2.5.3. Ham protein tayini

Analizler kuru madde esasına dayalı Kjeldahl metodu kullanılarak, AACC 46-12’ye göre, ham protein (%) tayin edilmiştir (AACC, 1990).

### 3.2.5.4. Ham yağ tayini

AACC 30-25 metodu kullanılmıştır (AACC, 1990). Örnekler hekzan ile otomatik yağ ekstraksiyon cihazında (Velp SER 148/6, Usmate, İtalya) ekstrakte edilerek solvent uzaklaştırılmış ve elde edilen yağ miktarlarından, ham yağ (%) hesaplaması yapılmıştır.

### 3.2.5.5 Karbonhidrat değeri hesaplaması

% Karbonhidrat (CHO) = 100 – (% nem + % ham protein + % ham yağ + % kül) işlemi esas alınarak hesap edilmiştir (Karaağaoğlu ve ark., 2008).

### 3.2.5.6. Enerji değeri hesaplaması

Enerji (kkal/100 g) = 4 (% CHO + % ham protein) + 9 (% ham yağ) işlemi esas alınarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir (Karaağaoğlu ve ark., 2008).

### 3.2.5.7. Toplam fenolik madde tayini

Folin-Ciocalteu yöntemi esası ile kolorimetrik olarak sonuçlar belirlenmiştir. 4'er gram hazırlanan örnekler, asitlendirilmiş metanol (HCl/metanol/su, 1:80:10, h/h) içerisinde (4 ml), su banyosuna alınarak 2 saat boyunca (24 ± 1°C) çalkalanarak ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon sonrasında örnekler, 3000 rpm ve 10 dakika süre ile santrifüj edilerek supernatant elde edilmiştir (Gao ve ark., 2002, Beta ve ark., 2005). Daha sonra; 0.1 ml supernatant, 0.5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi (% 10'luk, h/h, suda) ve 1.5 ml

sodyum karbonat çözeltisi (% 20'lik, a/h, suda) deney tüpünde karıştırılmış, 2 saat oda sıcaklığında ( $24 \pm 1^\circ\text{C}$ ) karanlıkta bekletilerek inkübe edilmiştir. Süre sonunda ise çözeltilerin absorpsiyon değerleri 760 nm de spektrofotometrede (Libra S60, Biochrom Ltd., Cambridge, İngiltere) okunmuştur. Analiz sonunda elde edilen absorpsiyon değerlerinden, toplam fenolik madde miktarının gallik aside (mg GAE/g) eşdeğer olacak şekilde hesaplanması yapılmıştır (Slinkard ve Singelton, 1977, Gamez-Meza ve ark., 1999).

### **3.2.5.8. Fitik asit tayini**

Haug ve Lantzsch (1983)'e göre kolorimetrik metot kullanılarak fitik asit miktarları belirlenmiştir. Örnekteki fitik asit, hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edilerek Fe-III çözeltisi ile çöktürme işlemi yapılmıştır. Serum kısmında kalan demir miktarı, 519 nm dalga boyundaki spektrofotometrede absorpsiyon okuması yapılmıştır ve elde edilen absorpsiyon değerlerinden fitik asit miktarı hesaplanmıştır. Örneklerdeki fitik asit miktarı mg/100 g olarak verilmiştir.

### **3.2.6. Duyusal analiz**

Bisküvi örneklerinin duyusal analizinin belirlenmesinde, Üniversitemizin Gıda Mühendisliği Bölümünde yaşları 20-50 arasında değişen 10 kişilik bir ekip ile duyusal analiz testine tabi tutulmuştur. Bisküvi örnekleri adaylara verilerek rengi, tadı, kokusu, görünüşü, gevrekliği ve genel beğeni gibi özellikleri açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Örneklerin istenilen özellikleri 5'lik hedonik skalaya göre belirlenmiştir. 1-kötü, 3-kabul edilebilir ve 5-oldukça iyi olacak şekilde yapılmış ve elde edilen tüm veriler ortak değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

### **3.2.7. İstatistik analiz**

Denemeler 2 tekerrürlü olarak uygulanmış olup, araştırma sonunda elde edilen bulgular varyans analizine tabi tutulmuştur, farklılıkları istatistiki olarak önemli olarak sonuçlanan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları ise Tukey çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Denemelerde yağ ve şeker ikameleri ayrı ayrı ele alınarak, istatistiksel değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

Denemelerde kullanılan yer bademi unu örneğine ait renk analizi sonuçları Çizelge 4.1.'de özetlenmiştir.

**Çizelge 4.1.** Hammadde Örneğine Ait Renk Analiz Sonuçları <sup>1,2</sup>

Renk	$L^*$	$a^*$	$b^*$
<b>Hammadde (Yer bademi unu)</b>	80.72 ± 0.12	0.02 ± 0.04	23.19 ± 0.11

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır; <sup>2</sup> $L^*$ : Parlaklık,  $a^*$ : Kırmızı-yeşil renk değeri,  $b^*$ : Sarı-mavi renk değerleridir.

Hammadde örneğine ait  $L^*$  değeri 80.72,  $a^*$  değeri 0.02 ve  $b^*$  değeri 23.19 olarak tespit edilmiştir.

Ahmed ve Hussein (2014), glutensiz bisküvide yeni bir bileşen olarak yer bademi ununun kullanılmasının uygunluğunu araştırdıkları bir çalışmada, yer bademinin  $L^*$  değerini 59.29,  $a^*$  değerini 9.66,  $b^*$  değerini ise 31.64 olarak belirlemişlerdir. Tespit edilen değerlerin çalışmamız ile farklı olmasının sebebi ürünün yapısından kaynaklanmaktadır. Çalışmamızda kullanılan yer bademi örneklerinin kabukları soyularak işleme tabi tutulduğu için  $L^*$  değeri yüksek  $a^*$  değeri ise düşük belirlenmiştir.

Denemelerde kullanılan yer bademi unu örneğine ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Hammaddenin Kimyasal Analiz Sonuçları

Hammadde	Nem (%)	Ham Yağ <sup>1</sup> (%)	Ham Protein <sup>1,2</sup> (%)	Kül <sup>1</sup> (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kcal/100 g)
<b>Yer Bademi Unu</b>	10.08 ± 0.37	29.85 ± 0.66	6.30 ± 0.25	1.16 ± 0.01	52.61 ± 0.05	504.30 ± 4.77

<sup>1</sup>Kuru madde üzerinden hesaplama yapılmıştır; <sup>2</sup>N X 6.25 faktörü kullanılmıştır.

Denemelerde kullanılan yer bademi unu örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre; nem % 10.08, ham yağ % 29.85, ham protein % 6.30, kül % 1.16, karbonhidrat % 52.61 ve enerji değeri ise 504.30 kcal/100 g olarak belirlenmiştir.

Yer bademinin kimyasal bileşimlerinin ve fonksiyonel özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada yer bademin ununun ham yağ içeriğinin % 32.13, ham protein içeriğinin % 7.15, karbonhidrat içeriğinin ise % 46.99 olduğu tespit edilmiştir (Oladele ve Aina, 2007). Ayrıca; yer bademi ununun ham yağ içeriğinin (% 29.85), inci darı (% 7.6), kinoa (% 6.3), güvercin bezelye unu (% 1.80) ve buğday ununa (% 3.10) kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Oshodi ve ark., 1999; Okpala ve Mammah, 2001; Akubor ve Badifu, 2004).

Shaker ve ark. (2009), yeni bir besin kaynağı olarak yer bademini araştırdıkları çalışmalarında yer bademi ununun ham yağ içeriğinin % 30, karbonhidrat içeriğinin % 47 ve ham protein içeriğinin ise % 5 olduğunu tespit etmişlerdir.

Çınar (2018), kızılötesi-mikrodalga kombinasyonlu fırında pişirilmek üzere hazırlanan yer bademi unu içeren glutensiz bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri ve bisküvilerin kalite özelliklerini inceledikleri çalışmalarında; yer bademi ununun ham yağ, ham protein, kül içeriği ve toplam karbohidrat miktarları sırası ile % 28.12, % 5.29, % 2.88 ve % 63.71 olduğunu tespit etmiştir.

Okoye ve Ene (2018) yer bademinin besin içeriğinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışma sonucunda ise; yer bademi ununun ham yağ içeriğini % 24.45, ham protein içeriğini % 8.09, nem içeriğini % 8.69, kül içeriğini % 1.82, karbonhidrat içeriğini % 58.92 ve enerji değerini de 488.29 kcal/100 g olarak rapor etmişlerdir.

Temple ve ark. (1990), yer bademinin kimyasal içeriğini araştırdıkları çalışmada yer bademi ununun yağ içeriğini % 25.7 ve enerji değerini ise 524.6 kcal/100 g olarak belirlemişlerdir.

Emurotu (2017), yer bademi ununun besin değerini belirlediği bir çalışmada, yer bademi ununun % 10.59 nem, % 7.60 ham protein, % 22.45 ham yağ, % 33.92 karbonhidrat ve % 1.70 kül'e sahip olduğunu belirlemiştir.

Ijarotimi ve ark. (2019), muz, yer bademi yumruları ve yağı alınmış soya fasulyesi küspesinden üretilen glutensiz kompozit unun besleyici fonksiyonel ve duyuşal özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında; yer bademi ununun % 6.08 nem, % 1.87 kül, % 28.77 ham yağ, % 46.84 karbonhidrat ve 488.86 kcal/100 g enerji değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Literatür sonuçlarına göre, yer bademinin içerdiği kimyasal bileşim yaptığımız araştırma verileri ile paralellik göstermektedir.

Fenolik bileşikler, antioksidan özellik gösteren bitki fenollerini olarak bilinmektedir. Çeşitli araştırma bulguları, fenolik içeriği antioksidan aktivite ile ilişkilendirmektedir. Toplam fenolik madde miktarı ne kadar yüksek olursa, antioksidan aktivitenin de o kadar yüksek olacağı belirtilmiştir (Jayaprakasha ve ark., 2008). Aynı zamanda polifenollerin besin değeri ve iştah açıcı karakteri göz önüne alındığında, gıdalardaki toplam fenolik madde içeriğinin yüksek olması arzu edilmektedir (Koeffler, 2008).

Denemelerde kullanılan yer bademi ununa ait toplam fenolik madde miktarı ve fitik asit içeriği Çizelge 4.3.'te özetlenmiştir.

**Çizelge 4.3.** Hammaddeye Ait Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizleri Sonuçları

Hammadde	TFMM <sup>1</sup> (µg GAE/g)	Fitik Asit (mg/100 g)
Yer Bademi Unu	349.24 ± 11.48	27.20 ± 1.31

<sup>1</sup>TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı

Yer bademi unu ile yapılan bazı besinsel analiz verilerine göre hammaddenin toplam fenolik madde miktarı 349.24 µg GAE/g olarak tespit edilmiştir.

Owon ve ark. (2013), yer bademinin antioksidatif ve antimikrobiyal aktivitelerini araştırdıkları bir çalışmada toplam fenolik madde miktarını 192.20 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir.

Yer bademinin kimyasal bileşimi, antioksidan kapasitesi ve olası sağlık faydalarının araştırıldığı bir başka çalışmada ise; toplam fenolik madde içeriğinin 806.7 µg GAE/g olduğu belirlenmiştir (Ogunlade ve ark., 2015).

Yapılan bir başka çalışmada da, sarı yer bademinin 351 mg/100 g ve kahverengi yer bademinin ise 134 mg/100 g toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu belirlenmiştir (Oladele ve ark., 2017).

Toplam fenolik madde miktarları ürünün yapısı, bileşimi, ekim yeri ve tarımsal uygulamaların oluşturduğu birçok faktörden etkilenmektedir. Sonuçlarımızın literatürden farklı olmasının muhtemel sebebi üretimde kabuk soyma işleminin yapılmış olması ve fenolik bileşiklerin kabuk kısmı ile beraber azalması olduğu düşünülmektedir.

Fitik asit, baklagiller, çeşitli tohumlar, tahıllar, bazı meyve ve sebzeler gibi çeşitli gıda ürünlerinde doğal olarak bulunan organik bir bileşiktir (Honke and ark., 1998). Fitik asitin tuzları olan fitatlar ise fitik asitin potasyum, magnezyum ve kalsiyum tuzlarının karışımı şeklinde tanımlanmaktadır (Vohra and Satyanarayana, 2003). Fitaz enzimi fitat ve fitik asiti parçalayan enzim olarak bilinmektedir ve insanlarda fitaz enzimi bulunmadığı için, bağlı mineraller sindirilemeden dışarı atılmaktadır. Bu bağlamda minerallerin biyoyararlılığının da düşmesine neden olmaktadır (Kumar and ark., 2010). Zararlı etkilerinin yanı sıra yapılan bazı çalışmalar neticesinde, insan sağlığı üzerine olumlu etkileri olan fitatın, antikanserojenik ve antimutajenik özellikte olduğu da bildirilmektedir (Jariwalla, 1992). Aynı zamanda fitik asitin böbrek taşlarının oluşumunu azalttığı ve kan kolesterolünü de düşürdüğü bildirilmiştir (Empson ve ark., 1991).

Çizelge 4.3.'te de özetlendiği gibi, çalışmamızda kullanılan yer bademi ununun fitik asit içeriği 27.20 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Yer bademinin besin ve anti-besin maddeleri üzerine işleme tekniklerinin etkisinin araştırıldığı çalışmalarda yer bademinin fitat içeriği % 21.42 ve % 21.51 mg/100 g olarak tespit edilmiştir (Oladele ve ark., 2009; Okoye ve Ene, 2018).

Codina-Torrella ve ark., (2015), farklı coğrafi kökenli yer bademleri üzerinde yaptıkları incelemeler neticesinde; Valensia, Burkina ve Nijer kökenli yer bademi fitat içeriklerini sırasıyla % 16.27, % 17.11 ve % 22.55 mg/ 100g olarak tespit etmişlerdir.

Sunulan bilgiler ve karşılaştırmalar neticesinde denemelerde kullanılan yer bademi ununun literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

## **4.2. Şeker İkamesi Olarak Yer Bademi Unu Kullanılan Bisküvilere Ait Analiz Sonuçları**

### **4.2.1. Fiziksel analiz sonuçları**

#### **4.2.1.1. Renk**

Bisküvilerin rengi, tüketiciler tarafından öncelikli olarak algılanan fiziksel bir özelliktir ve ürünün kabul edilebilirliğini etkilemektedir (Şeker ve ark., 2010). Fırın ürünlerindeki renk değişimi, karamelizasyon işlemi ile şeker ve protein arasında gerçekleşen Maillard reaksiyonlarının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Mamat ve ark., 2010).

Yer bademi ununun şeker ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinin renk analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4.'te sunulmuştur.

**Çizelge 4.4** Şeker İkameli Bisküvi Örneklerinin Renk Analizlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	SD	<i>L</i> *		<i>a</i> *		<i>b</i> *	
		KT	F	KT	F	KT	F
<b>Yer Bademi Unu İkame Oranı</b>	4	40.24	4431.37**	2.83	778.70**	22.98	3591.46**
<b>Hata</b>	5	0.01		0.01		0.01	

\*p<0.05 düzeyinde önemli,\*\*p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz; *L*\*: Parlaklık, *a*\*: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b*\*: Sarı-mavi renk değeri

Çizelge 4.4.'te özetlenen varyans analiz sonuçlarına göre; şeker ikamesi olarak farklı oranlarda yer bademi unu kullanımı, bisküvi örneklerinin renk *L*\*, *a*\* ve *b*\* değerleri üzerinde istatistiki olarak p<0.01 seviyesinde önemli etkide bulunmuştur.

Yer bademi ununun şeker ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinin Tukey HSD karşılaştırma sonuçları ise, Çizelge 4.5.'te verilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Şeker İkameli Bisküvi Örneklerinin Renk Analizlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları<sup>1</sup>

İkame Maddesi	Yer Bademi Unu İkame Oranı (%)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
<b>Şeker</b>	<b>0</b>	74.82 ± 0.03 <sup>e</sup>	1.06 ± 0.03 <sup>a</sup>	26.54 ± 0.04 <sup>a</sup>
	<b>25</b>	76.98 ± 0.07 <sup>d</sup>	0.88 ± 0.01 <sup>b</sup>	24.64 ± 0.01 <sup>b</sup>
	<b>50</b>	78.68 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.26 ± 0.01 <sup>c</sup>	23.52 ± 0.02 <sup>c</sup>
	<b>75</b>	79.58 ± 0.05 <sup>b</sup>	-0.10 ± 0.02 <sup>d</sup>	22.90 ± 0.07 <sup>d</sup>
	<b>100</b>	80.46 ± 0.08 <sup>a</sup>	-0.30 ± 0.06 <sup>e</sup>	22.20 ± 0.04 <sup>e</sup>

<sup>1</sup>Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); *L*\*: Parlaklık, *a*\*: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b*\*: Sarı-mavi renk değeri

Tukey HSD sonuçları incelendiğinde; en düşük renk *L*\* değerinin kontrol örneğinde (74.82), en yüksek *L*\* değerinin ise yer bademinin % 100 şeker ikamesi olarak kullanıldığı örneklerde (80.46) belirlendiği tespit edilmiştir. Bisküvilerde şeker ikamesi olarak yer bademi unu oranı arttıkça, örneklerin parlaklık değerinin de arttığı gözlemlenmiştir.

En düşük renk  $a^*$  (-0.30) ve  $b^*$  (26.54) değerleri yer bademinin % 100 şeker ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinde, en yüksek renk  $a^*$  (1.06) ve  $b^*$  (26.54) değerleri ise kontrol grubu örneklerinde tespit edilmiştir. İlave edilen yer bademi ununun oran artışına bağlı olarak, bisküvi örneklerinde kırmızılık ve sarılık değerleri azalmıştır.

Vatankhah ve ark. (2015), steviosidin şeker ikamesi olarak kullanılmasının bisküvi üretimindeki etkisini araştırdıkları bir çalışmada;  $L^*$  değerinin artarken,  $a^*$  değerinin ise oran artışına bağlı olarak azaldığını bildirmişlerdir.

Kılınç (2015), püskürtülerek kurutulmuş bal tozunun bisküvi üretiminde şeker ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada; bisküvi örneklerinde bal tozu ikame oranı arttıkça,  $b^*$  değerlerinin azaldığını tespit etmiştir.

#### 4.2.1.2. Çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik

Bisküvilerde çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik önemli kalite kriterlerinden olup, genel olarak çap değerinin büyük, kalınlık değerinin düşük, yayılma oranının ise yüksek olması arzulanmaktadır (Kissell ve ark., 1971).

Bisküvilerin çapında önemli bir artış genellikle pişirme sırasında meydana gelmektedir. Ayrılan ajanlar ve suyun buharlaşması esnasında üretilen CO<sub>2</sub> gazları nedeniyle, pişirme işleminin başlarında bisküvilerin çap ve kalınlıkları yükselmektedir. Ancak, kendi ağırlıklarını taşıyamadıkları için pişirme sonunda çarpıcı biçimde çökerek yayılma gerçekleştirirler. Bu çöküş bisküvi unundaki glutenin yapı özelliğinden kaynaklanmaktadır (Faridi, 1994).

Bisküvilerin yapısı, gevrekliği sağlayabilecek kadar sert olmalı, ağızda dağılacak kadar da yumuşak özellik göstermelidir. Bisküvinin olması beklenilenden daha fazla gevrek ve kırılğan bir yapıya sahip olması, bisküvilerin ambalajlama, taşımacılık ve pazarlama aşamalarında bisküvinin ufalanma ve parçalanmasına sebep olarak, ekonomik açıdan kayıplara neden olabilmektedir (Brown ve Braxton, 2000).

Yer bademi ununun şeker ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinin çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6.'da özetlenmiştir.

**Çizelge 4.6.** Şeker İkameli Bisküvi Örneklerinin Çap, Kalınlık, Yayılma Oranı ve Sertlik Değerine Ait Varyans Analiz Sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	Çap		Kalınlık		Yayılma Oranı		Sertlik	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
<b>Yer Bademi Unu İkame Oranı</b>	4	159.17	1657.88**	26.44	330.55**	16.37	932.01**	265448.60	161.02**
<b>Hata</b>	5	0.12		0.10		0.02		20607.00	

<sup>1</sup>p<0.05 düzeyinde önemli, \*\*p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.6.); üretilen bisküvi örneklerinin çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerleri üzerinde, şeker ikamesi olarak yer bademi unu oranlarının kullanımı istatistiki olarak ( $p<0.01$ ) önemli etkide bulunmuştur.

Yer bademi unununun şeker ikamesi olarak kullanıldığı bisküvilerin çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerlerine ait Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Şeker İkameli Bisküvi Örneklerinin Çap, Kalınlık, Yayılma Oranı ve Sertlik Değerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları<sup>1</sup>

İkame Maddesi	Yer Bademi Unu İkame Oranı (%)	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma Oranı	Sertlik (g)
Şeker	0	57.25 ± 0.07 <sup>a</sup>	8.05 ± 0.07 <sup>d</sup>	7.11 ± 0.05 <sup>a</sup>	4282.22 ± 80.41 <sup>a</sup>
	25	56.20 ± 0.14 <sup>b</sup>	8.55 ± 0.07 <sup>d</sup>	6.57 ± 0.07 <sup>b</sup>	3419.25 ± 12.03 <sup>b</sup>
	50	50.65 ± 0.21 <sup>c</sup>	10.45 ± 0.07 <sup>c</sup>	4.84 ± 0.05 <sup>c</sup>	3217.70 ± 103.65 <sup>bc</sup>
	75	49.75 ± 0.07 <sup>d</sup>	11.30 ± 0.28 <sup>b</sup>	4.40 ± 0.10 <sup>d</sup>	2966.32 ± 57.00 <sup>cd</sup>
	100	46.75 ± 0.21 <sup>e</sup>	12.35 ± 0.07 <sup>a</sup>	3.78 ± 0.01 <sup>e</sup>	2812.19 ± 2.01 <sup>d</sup>

<sup>1</sup>Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ )

Çizelge 4.7.'de verilen Tukey HSD sonuçları incelendiğinde; bisküvilerin çap değerlerinin 46.75 ile 57.25 mm, kalınlık değerlerinin 8.05 ile 12.35 mm, yayılma oranlarının 3.78 ile 7.11 ve sertlik değerlerinin ise 2812.19 ile 4282.22 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek çap, yayılma oranı ve sertlik değerleri kontrol grubu (% 0; şeker ikamesiz) örneklerinde, en yüksek kalınlık değeri ise yer bademi ununun % 100 şeker ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinde tespit edilmiştir.

Demir (2014), püskürtülerek kurutulmuş elde edilen pekmez tozunun şeker ikamesi olarak bisküvi üretiminde kullanıldığı bir çalışmada; çap ve yayılma oranının ikame oranına bağlı olarak azaldığı, kalınlık değerlerinin ise arttığını tespit etmiştir.

Kılınç (2015), püskürtülerek kurutulmuş bal tozunun bisküvi üretiminde şeker ikamesi olarak kullanıldığı bir çalışmada, çap değeri ve yayılma oranının ikame oran artışına bağlı olarak azaldığını tespit etmiştir.

Unlu mamüllerin formülasyonunda yer alan şeker ürüne tatlılık vermekte, yapı oluşumunu etkilemekte ve ürünün dokusunu iyileştirmektedir (Manisha ve ark., 2012). Vatankhah ve ark. (2015)'da şeker ikamesi olarak steviosidin kullanılmasının bisküvi üretimindeki etkisini araştırdıkları bir çalışmada, ikame oranının artışına bağlı olarak çap ve yayılma oranının azaldığı, kalınlık değerinin ise arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca steviosidin şeker ikamesi olarak kullanılması ile sertlik değerinin oran artışıyla önemli ölçüde düştüğünü belirlemişlerdir.

Bisküvi formülasyonunda şeker ve yağın varlığının bisküvi kalitesi üzerinde etkisinin incelendiği bir başka çalışmada ise, üretimde şekerin azaltılması ile beraber bisküvinin çapında azalma, kalınlık değerinde artış ve bisküvi sertliğinin düşmesi sonucuna ulaşılmıştır (Pareyt ve ark., 2009).

Savitha ve ark. (2008), bisküvi formülasyonunda artan sukraloz ve maltodekstrin seviyelerinin nihai ürünün çapını azalttığını ve kalınlığını arttırdığını bildirmiştir. Hamur formülasyonlarında şekerin elimine edilmesi nedeniyle azalan viskozitenin, bisküvide çapın küçülmesi ve kalınlığın artması için olası mekanizmalardan biri olabileceği belirtilmiştir.

Bisküvi formülasyonlarında şekerin azaltılması, gluten yoluyla su emilimine neden olmuş ve bu durum hamurun kalınlığının artmasına ve çapının küçülmesine neden olduğu belirtilmiştir (Lazaridou ve ark., 2007).

Gallegher ve ark. (2003) bisküvi üretiminde şeker ikamelerini değerlendirdikleri bir çalışmada; şeker ikamelerinin hamur üzerinde aynı sertleştirici etkiyi göstermediğini ve bu nedenle hamur sertliği değerlerinin standart bisküviye kıyasla daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamız sonucunda elde edilen veriler, yapılan birçok literatür çalışma sonuçları ile uyumluluk göstermektedir.

#### 4.2.2. Kimyasal analiz sonuçları

Yer bademi ununun şeker ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinin bazı kimyasal bileşim değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8.'de, Tukey HSD karşılaştırma analiz sonuçları ise Çizelge 4.9.'da verilmiştir.



Çizelge 4.8. Şeker İkameli Bisküvi Örneklerinin Bazı Kimyasal Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	Nem		Ham Yağ		Ham Protein		Kül		Karbonhidrat		Enerji	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Yer Bademi Unu İkame Oranı	4	163.31	1316.62**	105.36	16.54**	40.07	766.52**	0.01	33.39**	809.28	159.29**	294.99	1.61 <sup>ns</sup>
Hata	5	0.16		7.96		0.06		0.01		6.35		228.96	

<sup>1</sup> \*p<0.05 düzeyinde önemli, \*\* p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.9. Şeker İkameli Bisküvi Örneklerinin Bazı Kimyasal Değerlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları<sup>1</sup>

İkame maddesi	Yer Bademi Unu İkame Oranı (%)	Nem (%)	Ham Yağ <sup>2</sup> (%)	Ham Protein <sup>2,3</sup> (%)	Kül <sup>2</sup> (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kkal/100 g)
Şeker	0	3.90 ± 0.01 <sup>c</sup>	16.33 ± 0.70 <sup>c</sup>	3.32 ± 0.12 <sup>e</sup>	1.60 ± 0.03 <sup>b</sup>	74.84±0.59 <sup>a</sup>	459.63 ± 3.40 <sup>a</sup>
	25	4.20 ± 0.18 <sup>c</sup>	16.90 ± 0.36 <sup>c</sup>	4.64 ± 0.13 <sup>d</sup>	1.65 ± 0.03 <sup>b</sup>	71.17±0.02 <sup>a</sup>	461.04 ± 2.41 <sup>a</sup>
	50	9.51 ± 0.16 <sup>b</sup>	18.42 ± 1.60 <sup>bc</sup>	6.48 ± 0.12 <sup>c</sup>	1.80 ± 0.06 <sup>a</sup>	63.78±1.63 <sup>b</sup>	446.88 ± 8.40 <sup>a</sup>
	75	13.08 ± 0.01 <sup>a</sup>	23.06 ± 1.32 <sup>ab</sup>	7.79 ± 0.12 <sup>b</sup>	1.85 ± 0.01 <sup>a</sup>	54.22±1.20 <sup>c</sup>	455.54 ± 6.60 <sup>a</sup>
	100	13.00 ± 0.32 <sup>a</sup>	24.24 ± 0.37 <sup>a</sup>	8.79 ± 0.06 <sup>a</sup>	1.94 ± 0.02 <sup>a</sup>	52.04±1.38 <sup>c</sup>	461.44 ± 9.87 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Farklı harflerle belirtilmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); <sup>2</sup> Kuru madde üzerinden hesaplama yapılmıştır; <sup>3</sup>N X 6.25 faktörü kullanılmıştır.

#### 4.2.2.1. Nem

Çizelge 4.8.'de özetlenen varyans analiz sonuçlarına göre; şeker ikamesi olarak yer badem unu oranlarının kullanımı, bisküvi örneklerinin nem değerleri üzerinde istatistiki olarak ( $p<0.01$ ) önemli etkide bulunmuştur.

Yer bademi ununun şeker ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinin Tukey HSD karşılaştırma sonuçlarına göre (Çizelge 4.9.); şeker ikamesi olarak % 75 ve % 100 yer bademi unu ikame edilen örneklerin en yüksek nem içeriğine sahip olduğu, bunu sırasıyla % 50 ve % 25 ikameli örneklerin takip ettiği ve en düşük nem değerlerinin ise kontrol (% 100 şeker ile üretilen) örneklerinde elde edildiği tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında; yer bademi ununun şeker ikame olarak kullanımı ve oranlarındaki artışlarına bağlı olarak, bisküvi nem değerlerinde artışlar belirlenmiştir.

Kılınç (2015), püskürtülerek kurutulmuş bal tozunun şeker ikamesi olarak kullanılması ile ürettiği bisküvilerinde ikame artışına bağlı olarak, nem içeriğinin de arttığını tespit etmiştir.

İnanır (2018), keçiyoynuzu pekmezi kullanılarak üretilen bisküvilerin bazı özelliklerinin araştırdığı bir çalışmada, oran artışına bağlı nem içeriğinin de arttığını bildirmiştir.

Bisküvi üretiminde şeker ikamesinin kullanıldığı literatür çalışmasına bakıldığında; Handa ve ark. (2012), fruktooligosakkarit miktarı arttıkça bisküvilerin nem miktarının arttığını, Mustaq ve ark. (2010), ksilitol miktarı arttıkça bisküvilerin nem miktarının arttığını, Vatankhah ve ark. (2015), steviosid miktarı arttıkça bisküvilerin nem miktarının arttığını ve Kumar ve Sudha (2020), kuru hurma ve kuru üzüm ikame oranı arttıkça bisküvilerin nem miktarının arttığını, rapor etmişlerdir.

Fırın ürünlerinde kullanılan şeker, protein denatürasyonunu ve nişasta jelatinleşme sıcaklıklarını yükselterek, üründen nemin uzaklaştırılmasına yardımcı olmaktadır (Kocer ve ark., 2007). Yer bademi ununun şeker ikamesi olarak kullanımı ile örneklerin nem değerlerinde gözlemlenen artışın protein denatürasyonundan ve yükselen jelatinleşme sıcaklığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca yer bademinin şekerden daha fazla hidroskopik bir yapıda olması da, son ürün nemini önemli ölçüde etkilemiştir. Yapılan literatür taraması ile çalışmamızda elde edilen verilerimiz paralellik göstermektedir.

#### 4.2.2.2. Ham yağ

Bisküvilerin ham yağ içeriği % 16.33-24.24 değerleri arasında değişim göstermektedir. Varyans analiz sonuçları (Çizelge 4.8.) incelendiğinde; üretilen bisküvi örneklerinin ham yağ değerleri üzerinde, yer bademi ununun şeker ikamesi olarak kullanımı istatistiki olarak  $p < 0.01$  seviyesinde önemli etkide bulunmuştur.

Çizelge 4.9.'da özetlenen Tukey HSD sonuçlarına bakıldığı zaman en düşük ham yağ (% 16.33) değerlerini kontrol örnekleri verirken, ikame oranına bağlı olarak genel bir ham yağ değeri artışının meydana geldiği ve en yüksek ham yağ içeriğini % 100 yer bademi unu kullanılan bisküvi örneklerinin (% 24.24) verdiği belirlenmiştir.

Buğday ununa yer bademi ununun ikame edilmesi ile elde edilen ekmeklerin ve kalite özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, yer bademi unu ikame oranındaki artışlara bağlı olarak, son ürün niteliğindeki ekmeklerin ham yağ içeriğinin de arttığı tespit edilmiştir (Ade-Omowaye ve ark., 2008).

Yer bademi unu ikamesinin buğday bazlı kek ve kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada da; yer bademi unundaki oran artışına bağlı olarak son ürünün ham yağ içeriğinin de arttığı belirlenmiştir (Chinma ve ark., 2010).

Ahmed ve ark. (2014) glutensiz yer bademi ile zenginleştirilmiş bisküvinin besin değerlerini araştırdıkları bir çalışmada, yer bademi unu oran artışına bağlı olarak ham yağ içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir.

Yer bademi, susam ve buğday unlarının karışımı ile elde edilen bisküvilerin kalite özelliklerinin araştırıldığı bir başka araştırma sonucunda ise; ikame edilen yer bademi unu oranı arttıkça, bisküvilerin ham yağ içeriğinin de arttığı bildirilmiştir (Nyadroh ve ark., 2021).

Yukarıda özetlenen araştırma sonuçları ile uyumlu olan çalışmamızın sonucunda; yer bademinin şeker ikamesi olarak kullanılması ile artış gösteren ham yağ içeriği, yer bademinin sahip olduğu zengin ham yağ içeriğinden (Çizelge 4.2.) kaynaklanmaktadır.

#### 4.2.2.3. Ham protein

Üretilen bisküvilerin ham protein içeriği % 3.32-8.79 değerleri arasında değişim göstermektedir. Varyans analiz sonuçlarına (Çizelge 4.8.) göre; şeker ikamesi olarak yer bademi unu kullanımı, bisküvilerin ham protein içeriğine istatistiksel olarak ( $p < 0.01$  düzeyinde) önemli etkide bulunmuştur.

Çizelge 4.9.'da verilen Tukey HSD karşılaştırma sonuçları incelendiğinde ise; en yüksek ham protein değerlerinin (% 8.79) yer bademinin % 100 şeker ikamesi olarak kullanıldığı örneklerde, en düşük ham protein içeriği ise kontrol örneklerinde (%3.32) elde edildiği belirlenmiştir.

Keçiboynuzu pekmezi kullanılarak şeker içeriği azaltılan bisküvi üretimi üzerine yapılan bir çalışmada, bisküvi örneklerinin protein içeriği % 6.33 ile % 7.37 arasında olduğu, keçiboynuzu pekmezi oranı arttıkça da örneklerin protein içeriğinin arttığı belirlenmiştir (İnanır, 2018).

Şeker ikamesi olarak kuru üzüm ve kuru hurma kullanılan bisküvi örneklerinde ikame oranı arttıkça, protein içeriğinin kontrol örneğine kıyasla yaklaşık iki kat arttığı tespit edilmiştir (Kumar ve Sudha, 2020).

Şeker ikamesi olarak steviosidin kullanılarak üretilen bisküvilerin fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, steviosid miktarı arttıkça bisküvilerin protein miktarının da önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir (Vatankhah ve ark., 2015).

Hammadde verilerine göre (Çizelge 4.2.), çalışmamızda kullanılan yer bademi unu ortalama % 6.30 protein içeriğine sahiptir. Dolayısıyla çalışmada; bisküvi üretiminde kullanılan rafine şeker yerine (azaltılmış/çıkartılmış) yer bademi unu şeker ikamesi olarak kullanıldığı için, son ürünün protein değerleri de doğal olarak artmıştır.

#### 4.2.2.4. Kül

Üretilen bisküvilerin kül içeriklerine bakıldığında değerlerin % 1.60 ile % 1.94 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8.'de özetlenen varyans analiz verileri göre, üretilen bisküvi örneklerinin kül değerleri üzerinde şeker ikamesi olarak yer bademi unu kullanımının istatistiki olarak  $p < 0.01$  seviyesinde önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Tukey HSD sonuçlarına bakıldığında; en düşük kül (% 1.60) içeriği kontrol grubu örneklerinde, yer bademi ikame oranındaki artışlara bağlı olarak kül içeriğinde de artışların meydana gelmesi ile birlikte en yüksek kül içeriği ise yer bademi ununun % 100 şeker ikamesi olarak eklendiği bisküvi örneklerinde (% 1.94) belirlenmiştir (Çizelge 4.9.).

İnanır (2018), keçiboynuzu pekmezi kullanımı ile şeker içeriğinin azaltılması sonucu elde ettiği bisküvi örneklerinde kül içeriğini % 1.02-1.80 değerleri arasında değiştiğini tespit etmiştir. Formülasyondaki keçiboynuzu miktarı arttıkça, son ürün kül miktarının da arttığını ve bu artışın istatistiksel olarak önemli olduğunu belirtmiştir.

Şeker ikamesi olarak pekmez tozu kullanımı ile üretilen bisküvi örneklerinin kül içeriğinin belirlendiği bir başka çalışmada da, en düşük kül değerlerinin kontrol örneklerinde (% 1.34), en yüksek kül değerlerinin ise % 100 pekmez tozu ikameli bisküvi örneklerinde (% 1.74) elde edildiği rapor edilmiştir (Demir, 2014).

Kılınç (2015), püskürtülerek kurutulmuş bal tozunun bisküvi üretiminde şeker ikamesi olarak kullanım olanaklarını araştırdığı bir çalışmada ikame oranının artışına bağlı olarak önemli düzeyde kül içeriğinin de arttığını tespit etmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada şeker ikamesi olarak kuru hurma ve kuru üzüm kullanılan bisküvi örneklerinin kül içeriğinin kontrol örneğine kıyasla önemli düzeyde farklılıklar olduğu bildirilmiştir (Kumar ve Sudha, 2020).

Ahmed ve ark. (2014), glutensiz yer bademi ile zenginleştirilmiş bisküvinin besin değerlerini araştırdıkları bir çalışmalarında, yer bademi unu oran artışına bağlı olarak örneklerin kül miktarında da arttığını gözlemlemiştir.

Chinma ve ark. (2010), yer bademi unu ikamesinin kek kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmalarının sonucunda, yer bademi unu ikamesinin artması ile örneklerin kül miktarının da arttığını belirlemişlerdir.

Ekmek yapımında yer bademi unu ikamesi kullanılan bir başka çalışmada da, ikame oranı arttıkça kül miktarında artışlar görülmüştür (Chinelo ve Nnenna, 2016).

Gıdalardaki kül miktarı, mineral madde yoğunluğu ile orantılıdır ve yer bademi kalsiyum, potasyum ve fosfor başta olmak üzere birçok minerallerce zengin bir hammaddedir (Oladele ve Aina, 2007). Dolayısıyla çalışmamız sonucunda şeker ikamesi olarak yer bademi unununun kullanılması ile üretilen bisküvilerde de artan kül değerlerinin, mineralce zengin içeriğe sahip olan yer bademinin yüksek kül içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### **4.2.2.5. Karbonhidrat**

Üretilen bisküvi örneklerine ait karbonhidrat içeriği % 52.04-74.84 değerleri arasında değişim göstermektedir.

Çizelge 4.8.'de özetlenen varyans analiz sonuçları incelediğinde; şeker ikamesi olarak yer bademi unu kullanımı, bisküvi örneklerinin karbonhidrat değerleri üzerinde istatistiki olarak  $p < 0.01$  seviyesinde önemli etkide bulunmuştur.

Tukey HSD sonuçlarına bakıldığında; en yüksek karbonhidrat (% 74.84) değerlerini kontrol grubu bisküvi örnekleri vermişken, ikame oranındaki artışlara bağlı

olarak genel bir azalma meydana gelmiş ve en düşük karbonhidrat içeriğini ise yer bademi ununun % 100 şeker ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örnekleri (% 52.04) vermiştir (Çizelge 4.9.).

Steviosidin şeker ikamesi olarak kullanılmasının bisküvi üretimindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, ikame oranındaki artışın bisküvi örneklerinde karbonhidrat içeriğinin % 60'tan % 44'e kadar düşürdüğü tespit edilmiştir (Vatankhah ve ark., 2015).

Handa ve ark. (2012), fruktoligosakkarit ile zenginleştirilmiş bisküvilerin fizikokimyasal özellikleri ve duyuşal değerlendirmesi üzerine yaptıkları bir araştırmalarının sonuçlarına göre, ikame oranı arttıkça karbonhidrat içeriğinde önemli düzeyde azalmalar olduğunu belirlemişlerdir.

Buğday ve yer bademi unundan yapılan chinchin üretiminin kabul edilebilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada, yer bademi unu oranı arttıkça, karbonhidrat miktarında düşüş olduğu tespit edilmiştir (Adebayo-Oyetero ve ark., 2017).

Yer bademi, susam ve buğday unlarının karışımı ile elde edilen bisküvilerin kalite özelliklerinin araştırıldığı bir başka araştırmanın sonucu göre de; ikame edilen yer bademi unu oranı arttıkça bisküvilerin karbonhidrat içeriğinde azalma olduğu saptanmıştır (Nyadroh ve ark., 2021).

Çalışmamız sonucunda her ne kadar yer bademi ununun karbonhidrat içeriği yüksek olsa da şeker yerine ikame edilmesi nedeniyle, orantılı şekilde düşüş yaşanması beklenen ve doğal bir durumdur.

#### **4.2.2.6.Enerji değeri**

Varyans analiz verilerine göre; şeker ikamesi olarak yer bademi unu kullanımının, bisküvi örneklerinin enerji değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olmadığı ( $p > 0.05$ ) tespit edilmiştir (Çizelge 4.8.)

Çizelge 4.9.'da özetlenen Tukey HSD karşılaştırma sonuçları incelendiğinde ise, üretilen bisküvi örneklerinin enerji değerlerinin 446.88 ile 461.44 kcal/100 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Ahmed ve ark (2014), glutensiz yer bademi ile zenginleştirilmiş bisküvinin besin değerlerini araştırdıkları bir çalışmalarında, yer bademi unu kullanımının enerji değerlerinde istatistiksel açıdan önemli bir farklılık oluşturmadığını bildirmişlerdir.

Kılınç (2015), püskürtülerek kurutulmuş bal tozunun bisküvi üretiminde şeker ikamesi olarak kullanıldığı çalışması sonucunda, enerji değerlerinde istatistiksel olarak bir farklılık olmadığını tespit etmiştir.

Genellikle bir ikame maddesi ile ürünlerin enerji değerlerinin artı veya eksi yönde değişmesi beklenirken, çalışmamız sonucunda kontrol örneklerine kıyasla yer bademinin şeker ikamesi olarak kullanılması ile üretilen bisküvi örneklerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Bileşim içeriği değişmesine rağmen, enerji değerleri dengeli bisküviler elde edilmiştir.

#### 4.2.2.7. Toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı

Yer bademi ununun şeker ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ve fitik asit içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10.'da özetlenmiştir.

**Çizelge 4.10.** Şeker İkameli Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	TFMM <sup>2</sup>		Fitik Asit	
		KT	F	KT	F
<b>Yer Bademi Unu İkame Oranı</b>	4	39.34	793.61**	1167.60	554.98**
<b>Hata</b>	5		0.06		2.63

<sup>1</sup>p<0.05 düzeyinde önemli, \*\*p<0.01 düzeyinde önemli, ns: Önemsiz <sup>2</sup>TFMM: Toplam fenolik madde miktarı

Varyans analiz sonuçlarına göre; üretilen bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ve fitik asit içerikleri üzerinde, şeker ikamesi olarak yer bademi unu kullanımının istatistiki olarak (p<0.01) önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 15).

Yer bademi ununun şeker ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ve fitik asit içeriklerine ait Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.11.** Şeker İkameli Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit İçeriklerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları<sup>1</sup>

İkame maddesi	Yer Bademi Unu İkame oranı (%)	TFMM <sup>2</sup> (µg GAE/g)	Fitik Asit (mg/100 g)
Şeker	0	709.27 ± 8.70 <sup>e</sup>	132.96 ± 0.73 <sup>e</sup>
	25	778.62 ± 4.93 <sup>d</sup>	140.06 ± 0.86 <sup>d</sup>
	50	851.57 ± 1.70 <sup>c</sup>	148.23 ± 0.76 <sup>c</sup>
	75	915.40 ± 1.51 <sup>b</sup>	156.44 ± 0.06 <sup>b</sup>
	100	986.28 ± 1.28 <sup>a</sup>	162.95 ± 0.88 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Farklı harflerle belirtilmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05);

<sup>2</sup>TFMM: Toplam fenolik madde miktarı

Tukey HSD karşılaştırma sonuçları incelendiğinde; en düşük toplam fenolik madde miktarlarının kontrol grubu örneklerinde (709.27 µg GAE/g), en yüksek değerlerin ise % 100 şeker ikamesi olarak yer bademi ununun kullanıldığı bisküvi örneklerinde (986.28 µg GAE/g) elde edildiği belirlenmiştir.

İnanır (2018), keçiyoynuzu pekmezi kullanılarak üretilen bisküvi örneklerinde ikame edilen keçiyoynuzu pekmezi oranı arttıkça, toplam fenolik madde miktarında belirgin bir artış olduğunu gözlemlemiştir.

Kılınç (2015), püskürtülerek kurutulmuş bal tozunun bisküvi üretiminde şeker ikamesi olarak kullanıldığı çalışmasının sonucunda, bal tozu ikamesi artışına bağlı olarak toplam fenolik madde miktarlarının da arttığını tespit etmiştir.

Çizelge 4.11.'de özetlenen sonuçlara göre; bisküvi örneklerine ait en düşük fitik asit değeri 132.96 mg/100 g ile kontrol grubu örneklerde, en yüksek değerlerin ise 162.95 mg/100 g ile yer bademinin % 100 şeker ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinde tespit edilmiştir.

Rafine şekerde üretim prosesi gereği fitik asit içeriğinin olmadığı veya rafinasyon işlemlerine bağlı olarak oldukça düşük olduğu varsayılırsa; bisküvi üretiminde yer badem unu ikame oranı arttıkça son örneklerinin fitik asit içeriğinin artması beklenen bir durumdur.

#### 4.2.3. Duyusal analiz sonuçları

Yer bademi ununun şeker ikamesi olarak kullanıldığı bisküvilerde yapılan duyusal değerlendirmeler, renk, tat, koku, görünüş, gevreklik ve genel beğeni kriterleri baz

alınarak incelenmiştir. Yapılan değerlendirmelerde, 1 (kötü) ile 5 (oldukça iyi) puan skalası kullanılmıştır.

Bisküviler örneklerinin tüm duyuşal verileri incelendiğinde;

-En yüksek renk puanlama değerleri; 4.56 puan ile kontrol grubu bisküvi örneklerinde,

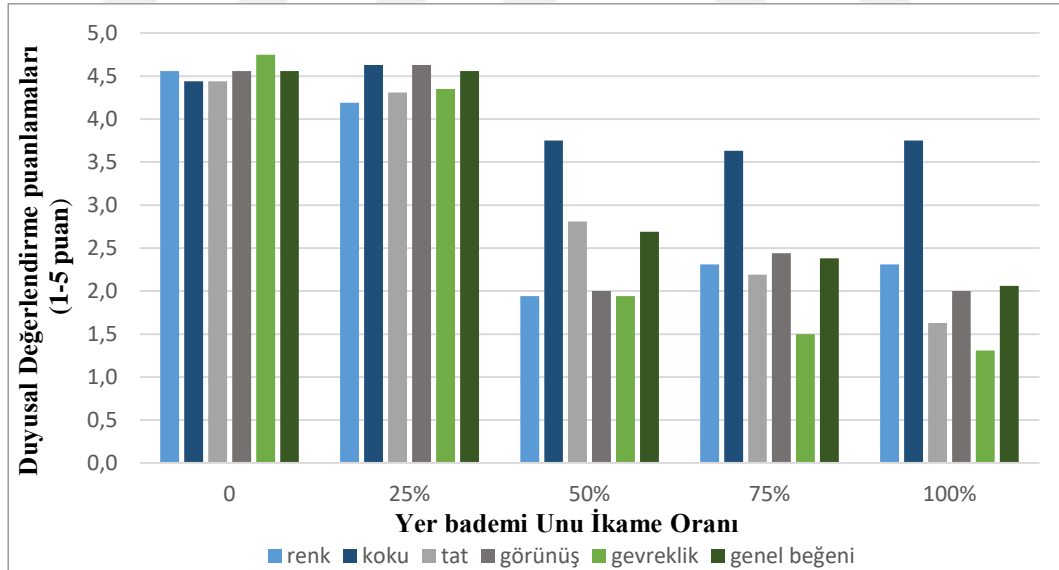
-En yüksek tat puanlama değerleri; 4.44 puan ile kontrol grubu bisküvi örneklerinde

-En yüksek koku puanlama değerleri; 4.63 puan ile yer bademi ununun şeker yerine % 25 ikame edildiği bisküvi örneklerinde,

-En yüksek görünüş puanlama değerleri; 4.63 puan ile yer bademi ununun şeker yerine % 25 ikame edildiği bisküvi örneklerinde,

-En yüksek gevreklik puanlama değerleri; 4.75 puan ile kontrol grubu bisküvi örneklerinde,

-En yüksek genel beğeni puanlama değerleri ise; 4.56 puan ile kontrol grubu ile yer bademi ununun şeker yerine % 25 ikame edildiği bisküvi örneklerinde gözlemlenmiştir.



**Şekil 4.1.** Yer Bademi Ununun Şeker İkamesi Olarak Kullanıldığı Bisküvi Örneklerine Ait Duyusal Analiz Sonuçları

Genel olarak tüm şeker ikameli bisküvi örneklerinin duyuşal analiz sonuçları birlikte değerlendirilecek olunursa; duyuşal panel açısından en çok beğenilen bisküvi örneklerinin, yer bademi ununun şeker yerine % 25 ikame edildiği bisküviler ile kontrol grubu örneklerinde (% 100 rafine şeker ile üretilen) elde edildiği belirlenmiştir.

Panalistler; yer bademi ununun % 25'ten daha fazla şeker ikamesi olarak kullanıldığı bisküvilere daha düşük puanlama değerleri vermiş olup, bu sonuçlara göre de yer bademi ununun en fazla % 25 şeker ikamesi olarak kullanılmasının uygun olacağı kanısına varılmıştır.

### 4.3. Yağ İkamesi Olarak Yer Bademi Unu Kullanılan Bisküvilere Ait Analiz Sonuçları

#### 4.3.1. Fiziksel analiz sonuçları

##### 4.3.1.1. Renk

Yer bademi ununun yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinin renk analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.12. Yağ İkameli Bisküvi Örneklerinin Renk Analizlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	<i>L*</i>		<i>a*</i>		<i>b*</i>	
		KT	F	KT	F	KT	F
<b>Yer Bademi İkame oranı</b>	4	35.82	18276.51**	0.64	214.78**	18.76	5158.00**
<b>Hata</b>	5		0.01		0.01		0.01

<sup>1</sup>\*p<0.05 düzeyinde önemli, \*\*p<0.01 düzeyinde önemli, ns: Önemsiz; *L\**: Parlaklık, *a\**: Kırmızı-yeşil renk değeri *b\**: Sarı- mavi renk değeri

Varyans analiz testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.12.); bisküvi örneklerinin renk *L\**, *a\** ve *b\** değerleri üzerinde, yağ ikamesi olarak yer bademi unu kullanımının istatistiki olarak (p<0.01) önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Yer bademi ununun yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinin Tukey HSD karşılaştırma sonuçları ise Çizelge 4.13.'te özetlenmiştir.

**Çizelge 4.13.** Yağ İkameli Bisküvi Örneklerinin Renk Analizlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları<sup>1</sup>

İkame maddesi	Yer Bademi Unu İkame Oranı (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$
	<b>0</b>	74.82 ± 0.03 <sup>c</sup>	1.06 ± 0.03 <sup>a</sup>	26.54 ± 0.04 <sup>a</sup>
	<b>25</b>	77.14 ± 0.03 <sup>d</sup>	0.82 ± 0.05 <sup>b</sup>	25.92 ± 0.03 <sup>b</sup>
<b>Yağ</b>	<b>50</b>	78.76 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.63 ± 0.01 <sup>c</sup>	24.66 ± 0.04 <sup>c</sup>
	<b>75</b>	79.24 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.46 ± 0.01 <sup>d</sup>	23.54 ± 0.03 <sup>d</sup>
	<b>100</b>	80.22 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.36 ± 0.01 <sup>d</sup>	22.92 ± 0.02 <sup>e</sup>

<sup>1</sup>Farklı harflerle belirtilmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p < 0.05$ );  $L^*$ : Parlaklık,  $a^*$ : Kırmızı-yeşil renk değeri  $b^*$ : Sarı- mavi renk değeri

Üretilen bisküvilerin  $L^*$  değerleri 74.82 ile 80.22,  $a^*$  değerleri 0.36 ile 1.06,  $b^*$  değerleri ise 22.92 ile 26.54 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.13.). Tukey HSD incelendiğinde; en düşük renk  $L^*$  değerleri kontrol grubu örneklerinde (74.82), en yüksek renk  $L^*$  değerinin ise yer bademinin % 100 yağ ikamesi olarak kullanıldığı örneklerde (80.22) olduğu tespit edilmiştir. Bisküvilerde yağ ikamesi olarak yer bademi unu kullanım oranı arttıkça, örneklerin parlaklık ( $L^*$ ) değerinin de arttığı gözlemlenmiştir.

Ayrıca, en düşük renk  $a^*$  (0.36) ve  $b^*$  (22.92) değerlerinin yer bademinin % 100 yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinde, en yüksek renk  $a^*$  (1.06) ve  $b^*$  (26.54) değerlerinin ise kontrol grubu örneklerinde olduğu belirlenmiştir. İkame edilen yer bademi ununun oran artışına bağlı olarak, bisküvi örneklerinde kırmızılık ve sarılık istatistiki olarak azalmıştır.

Swanson ve ark. (1999), yapmış oldukları bir çalışmalarında, karbonhidrat bazlı yağ ikamesi ile üretilen bisküvi örneklerinde, ikame oranı arttıkça  $L^*$  değerlerinde de artışların olduğunu belirtmişlerdir.

Literatürde sunulan bazı araştırmaların sonuçlarına göre; yağın kullanım oranındaki azalmasına paralel olarak yağ ikame maddelerinin kullanım oranındaki artışlar ile hamur alkalinitesinin etkilendiği bunun da Maillard reaksiyonlarını etkileyerek  $L^*$  değerlerinde artışa sebep olabileceği bildirilmiştir. Bir başka değerlendirmede ise, artan miktarlarda su kullanımının hamur oluşumundaki materyalleri seyrelterek Maillard reaksiyonlarının azalmasına neden olabileceği belirtilmiştir (Charles, 1994; Conforti ve ark., 1997; Mohammadi ve ark., 2014).

Shancez ve ark. (1995), karbonhidrat bazlı yağ ikamelerini kullanarak ürettikleri bisküvi örneklerinde, yağ ikame oranı arttıkça  $b^*$  değerlerinde azalma meydana geldiğini bildirmiştir.

Conforti ve ark. (1997), tarafından yapılan bir çalışmada; pektin, gam ve yulaf kepeğinden türetilmiş yağ ikameleri ile üretilen bisküvilerde, yağ ikame çeşidinden bağımsız olarak tüm bisküvi örneklerinde renk  $L^*$  değerlerinin arttığı,  $b^*$  değerlerinin ise azaldığı tespit edilmiştir.

Lee ve İnglett (2006), tarafından yapılan bir çalışmada, yulaf kepeği bisküvi üretiminde yağ ikamesi olarak kullanılmış ve yapılan renk ölçümlerinde  $L^*$  değerleri orana bağlı artarken,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde de düşüşlerin gözlemlendiği belirtilmiştir.

Serinyel (2013), bisküvi üretiminde yağ ikame maddesi olarak enzime dirençli nişastanın kullanımı sonucunda renk değerlerinde ikame oranı arttıkça  $L^*$  değerinin yükseldiğini,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin düştüğünü tespit etmiştir.

Şenerkek (2019), bisküvi üretiminde yağ ikamesi olarak inülin kullanması sonucunda, renk  $L^*$  değerlerinin artarken,  $a^*$  değerlerinin ise önemli düzeyde azaldığını bildirmiştir.

Aşçıoğlu (2021), yağ ikame maddeleri kullanılarak üretilen enerjisi azaltılmış bisküvilerin renk  $L^*$  değerlerinin arttığı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerinin ise azaldığını tespit etmiştir.

Bisküvide yağ ikame maddesi olarak kahve çekirdeği zarı kullanılan bir başka çalışmanın sonucunda da, ikame artışına bağlı olarak  $b^*$  değerinde azalmaların meydana geldiği tespit edilmiştir (Coşkun, 2020).

#### 4.3.1.2. Çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik

Yer bademi ununun yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerine ait çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14.'te özetlenmiştir.

**Çizelge 4.14.** Yağ İkameli Bisküvi Örneklerinin Çap, Kalınlık, Yayılma Oranı ve Sertlik Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	Çap		Kalınlık		Yayılma Oranı		Sertlik	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
<b>Yer Bademi Unu İkame Oranı</b>	4	3.15	71.50**	13.71	244.89**	6.04	202.64**	174205925.00	940.05**
<b>Hata</b>	5	0.06		0.07		0.04		231645.00	

<sup>1</sup>\*p<0.05 düzeyinde önemli, \*\*p<0.01 düzeyinde önemli, ns: Önemsiz

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.14.); üretilen bisküvi örneklerinin çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerleri üzerinde yağ ikamesi olarak yer bademi unu kullanımı istatistiki olarak p<0.01 seviyesinde önemli etkide bulunmuştur.

Yer bademi unununun yağ ikamesi olarak kullanılması ile üretilen bisküvilerin çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik değerlerine ait Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.15.'te sunulmuştur.

**Çizelge 4.15.** Yağ İkameli Bisküvi Örneklerinin Çap, Kalınlık, Yayılma Oranı ve Sertlik Değerlerine Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları<sup>1</sup>

İkame Maddesi	Yer Bademi Unu İkame Oranı (%)	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma Oranı	Sertlik (g)
Yağ	0	57.25 ± 0.07 <sup>a</sup>	8.05 ± 0.07 <sup>d</sup>	7.11 ± 0.05 <sup>a</sup>	4282.22 ± 80.41 <sup>c</sup>
	25	56.55 ± 0.07 <sup>b</sup>	8.40 ± 0.14 <sup>d</sup>	6.74 ± 0.12 <sup>b</sup>	4671.24 ± 400.08 <sup>c</sup>
	50	56.30 ± 0.14 <sup>bc</sup>	9.10 ± 0.14 <sup>c</sup>	6.19 ± 0.11 <sup>c</sup>	5711.04 ± 16.26 <sup>b</sup>
	75	55.95 ± 0.07 <sup>cd</sup>	9.80 ± 0.14 <sup>b</sup>	5.71 ± 0.07 <sup>d</sup>	13135.59 ± 243.50 <sup>a</sup>
	100	55.60 ± 0.14 <sup>d</sup>	11.35 ± 0.07 <sup>a</sup>	4.90 ± 0.04 <sup>e</sup>	13564.08 ± 74.56 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Farklı harflerle belirtilmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

Tukey HSD sonuçları incelendiğinde; bisküvilerin çap değerlerinin 55.60 ile 57.25 mm, kalınlık değerlerinin 8.05 ile 11.35 mm, yayılma oranlarının 4.90 ile 7.11 ve sertlik değerlerinin ise 4282.22 ile 13564.08 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek çap ve yayılma oranı değerleri, kontrol grubu örneklerinde belirlenmiştir. En yüksek kalınlık ve sertlik değerleri ise, yağ ikamesi olarak yer bademi ununun % 100 oranında kullanıldığı örneklerde elde edilmiş olup, ikame oranındaki artışlara bağlı olarak

kalınlık ve sertlik değerlerinde de genel bir artmanın olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.15.).

Lee ve Inglett (2006), yulaf kepeğinin yağ ikamesi olarak kullanılması sonucu elde edilen bisküvilerin oran artışına paralel olarak bisküvi çaplarının azalmasını, yüksek diyet lif oranından kaynaklı artan nem içeriği ile birlikte camsılaşma sıcaklığında azalma sonucu olabileceğini bildirmişlerdir.

Bisküvinin yapı ve tekstürel özellikleri üzerinde şeker ve yağın etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada da, artan yağ oranı ile beraber bisküvi çapında da artış tespit edilmiştir. Artan yağ oranının çap üzerindeki etkisi, bisküvi pişirme aşamasında yağın eriyerek sistemdeki mobilitenin artması ile açıklanmaktadır (Pareyt ve ark., 2009). Bu durumda yağın azalması sonucunda çapta da azalma meydana gelecektir. Benzer bir başka çalışmada yine shortening oranı arttıkça, bisküvilerin çap değerlerinde artışların görüldüğü bildirilmiştir (Beğen, 2012).

Yağ azaltılmış bisküvinin bazı fiziksel, tekstürel ve duyuşal özelliklerinin incelendiği bir başka çalışmanın sonucunda da, polidekstroz ikamesi ile birlikte bisküvilerin çap değerlerinin azaldığını gözlemlenmiştir (Zoulias ve ark., 2000).

Kestane ve keçiyoynuzu ununun yağ ikame maddesi olarak kullanımı sonucu üretilen bisküvi örneklerinde de, yağ ikame oranı arttıkça çapta küçülme, kalınlık ve sertlik değerinde artış ve yayılma oranında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir (Çiftçi, 2018).

Coşkun (2020), bisküvide yağ ikame maddesi olarak kahve çekirdeği zarı kullanım olanaklarını araştırdığı bir çalışmada, bisküvi örnekleri üzerinde ikame artışına bağlı olarak bisküvilerin çaplarında azalma, kalınlık değerlerinde ise artma meydana geldiğini bildirmiştir.

Litaretürde sunulan daha önce yapılmış bazı araştırma sonuçlarına göre; yağ ikamelerinin pişme sonrası bisküvide elastik büzölmeye neden olduğu, ikameli bisküvilerin kontrol örneğine göre daha az genleşme gösterdiği ve yağ ikamelerinin elastik ağ oluşumuna sebep olabileceği bildirilmiştir (Sanchez ve ark., 1995; Swanson ve ark., 1999).

Shortening ikame oranlarının etkisinin bisküvi üzerindeki sonuçlarının incelendiği bir çalışmada, artan oranlarda shortening kullanılması ile beraber bisküvinin kalınlık değerinin düştüğü tespit edilmiştir (Beğen, 2012).

Şenerkek (2019), yağ ikamesi olarak inülin kullanımının bisküvi kalitesi üzerine etkisini araştırdığı çalışmada, kullanılan inülin miktarı artışı ile orantılı olarak çap

değerlerinde azalma, kalınlık değerlerinde artış ve yayılma oranında düzenli azalışların olduğunu tespit etmiştir.

Aşçıoğlu (2021), yağ ikame maddelerini kullanarak ürettiği enerjisi düşürülmüş bisküvilerin kalite özelliklerini incelediği çalışmada, bizim çalışmamıza benzer nitelikte sonuçlar elde etmiş, son ürün bisküvilerin çap ve yayılma oranı değerlerinde azalma, kalınlık değerlerinde ise artmaların olduğunu bildirmiştir.

Bisküvi çapının kalınlığına oranlanması ile elde edilen değer yayılma oranını vermektedir. Bisküvide, yayılma oranının yüksek olması istenmektedir, yüksek yayılma oranları daha iyi kaliteyi göstermektedir. Yayılma oranı hamurun viskozitesi ile ilişkili bir durumu ortaya koymaktadır (Pareyt ve Delcour, 2008). Hamurun yoğurulması esnasında suyu absorplayan bileşenler, hamur viskozitesinde artışa sebep olarak, bisküvinin yayılmasını önleyici etki göstermektedirler (Arshad ve ark., 2007).

Beğen (2012) yaptığı bir çalışmada; shortening ikame oranlarındaki artışa bağlı olarak yayılma oranının da arttığını belirlemiştir.

Şeker ve yağın bisküvinin yayılmasına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada da, yağ miktarının yayılmada etkili olduğunu, azalan yağ ile birlikte düzensiz şekilli bisküvi elde edildiği bildirilmiştir (Abboud ve ark., 1985).

Yağ ikame maddesi olarak keçiyoynuzu gamı ve dirençli nişastanın kullanımı sonucunda elde edilen bisküvilerde, kontrole kıyasla daha düşük yayılma oranına sahip bisküviler elde edilmiştir (Basman ve ark., 2008).

Yağ ikame maddesi olarak kayısı çekirdeğinin kullanıldığı bir araştırma sonucunda ise, bisküvilerin yayılma oranında kontrole kıyasla önemli düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir (Şeker ve ark., 2010).

Giuberti ve ark. (2018), yonca tohumu ununun glutensiz bisküvi üretiminde pirinç ununa ikamesi sonucu elde edilen örnekler üzerinde yaptıkları araştırmalarında, yonca tohumu ununun artışına bağlı olarak bisküvide sertlik değerlerinin arttığını gözlemlemişlerdir. Bu durumun daha yüksek protein seviyeleri ile birlikte proteinler ve nişasta arasındaki güçlü yapışmanın bir sonucu olarak daha sert bir yapının oluşumuna katkıda bulunduğu düşünülmektedir (Wani ve ark., 2012). Protein seviyesinin yanı sıra, yüksek lif seviyeleri de hamurun yapısını sıkılaştırmaya neden olabileceğinden ötürü, lif varlığı doku değerlerini etkileyebilmektedir (Ostermann-Porcel ve ark., 2017; Zouari ve ark., 2016).

Bir başka çalışmada da bisküvilerin sertliğinin, onların bileşiminin bir fonksiyonu olarak su-nişasta-protein etkileşimleri ve bileşenler arasındaki etkileşim ile ilgili olduğu

bildirilmiştir (Fustier ve ark., 2008). Yağ oranı azaltılmış fırıncılık ürünlerinde, gluten ve nişasta tanecikleri arasındaki etkileşim fazla olduğu için, nihai ürünün daha sert bir yapıda olduğu belirtilmiştir. Yağ içeriğinin fazla olduğu ürünlerde ise yağın, bir faz meydana getirerek gluten ve nişasta yapısının sürekliliğini bozmakta, protein ve nişasta granüllerini sararak birbirinden izole etmekte ve sonuç olarak daha gevrek, kolay ufalanabilir özellikte ürünler oluşmasını sağladığı belirtilmiştir (Ghotra ve ark., 2002; Akan, 2004).

Daha önce yapılan birçok çalışmada; bisküvilerin sertliğindeki artış, nispeten daha yüksek su içeriğine bağlı olabileceği ve yüksek su içeriğine sahip hamurların geniş bir gluten yapısı üretilip, daha sert bisküvilere neden olabileceği bildirilmiştir (Gaines, 1990; Labuschagne ve ark., 1996; Smith, 1972).

#### **4.3.2. Kimyasal analiz sonuçları**

Yer bademi ununun yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinde gerçekleştirilen bazı kimyasal bileşim değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16.'da ve Tukey HSD karşılaştırma analiz sonuçları ise Çizelge 4.17.'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Yağ İkameli Bisküvi Örneklerinin Bazı Kimyasal Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	Nem		Yağ		Protein		Kül		Karbonhidrat		Enerji	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Yer Bademi Unu İkame Oranı	4	65.42	8302.13**	55.92	46.83*	40.07	766.52**	0.01	8.42*	81.27	65.45*	4400.78	154.39**
Hata	5	0.01		1.49		0.06		0.01		1.55		35.63	

<sup>1</sup>\*p<0.05 düzeyinde önemli, \*\*p<0.01 düzeyinde önemli, ns: Önemsiz

Çizelge 4.17. Yağ İkameli Bisküvi Örneklerinin Kimyasal Değerlerine Bazı Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları<sup>1</sup>

İkame Maddesi	Yer Bademi Unu İkame Oranı (%)	Nem (%)	Ham Yağ <sup>2</sup> (%)	Ham Protein <sup>2,3</sup> (%)	Kül <sup>2</sup> (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kkal/100 g)
Yağ	0	3.90 ± 0.01 <sup>e</sup>	16.33 ± 0.70 <sup>a</sup>	3.32 ± 0.12 <sup>e</sup>	1.60 ± 0.03 <sup>b</sup>	74.84 ± 0.59 <sup>b</sup>	459.63 ± 3.40 <sup>a</sup>
	25	4.08 ± 0.08 <sup>d</sup>	12.19 ± 0.82 <sup>b</sup>	4.12 ± 0.12 <sup>d</sup>	1.62 ± 0.02 <sup>b</sup>	77.99 ± 1.01 <sup>a</sup>	438.10 ± 3.84 <sup>b</sup>
	50	5.71 ± 0.05 <sup>c</sup>	11.66 ± 0.54 <sup>bc</sup>	6.52 ± 0.06 <sup>c</sup>	1.62 ± 0.01 <sup>b</sup>	74.50 ± 0.43 <sup>b</sup>	429.00 ± 2.88 <sup>c</sup>
	75	7.74 ± 0.02 <sup>b</sup>	10.14 ± 0.18 <sup>bc</sup>	7.18 ± 0.12 <sup>b</sup>	1.65 ± 0.01 <sup>ab</sup>	73.30 ± 0.07 <sup>b</sup>	413.18 ± 0.88 <sup>d</sup>
	100	10.74 ± 0.02 <sup>a</sup>	9.63 ± 0.12 <sup>c</sup>	8.75 ± 0.12 <sup>a</sup>	1.70 ± 0.02 <sup>a</sup>	69.18 ± 0.01 <sup>c</sup>	398.37 ± 0.55 <sup>e</sup>

<sup>1</sup>Farklı harflerle belirtilmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); <sup>2</sup>Kuru madde üzerinden hesaplama yapılmıştır; <sup>3</sup>N X 6.25 faktörü kullanılmıştır.

#### 4.3.2.1. Nem

Çizelge 4.16.'da özetlenen varyans analiz sonuçları incelendiğinde; yağ ikamesi olarak yer badem unu kullanımı bisküvi örneklerinin nem değerleri üzerinde istatistiki olarak  $p < 0.01$  seviyesinde önemli etkide bulunmuştur.

Bisküvilerin nem içeriği % 3.90-10.74 değerleri arasında değişim göstermektedir. Yer bademi ununun yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinin Tukey HSD karşılaştırma sonuçlarına göre (Çizelge 4.17.); en yüksek nem (% 10.74) %100 yağ ikameli örneklerde, en düşük nem içeriği ise (% 3.90) ise kontrol grubu örneklerinde belirlenmiştir.

Sanchez ve ark. (1995), yağ ikame maddelerinin kullanılması sonucu daha yüksek nem içeriğine sahip ve daha sert bisküviler elde ettiklerini ve bu durumun yüksek ikame seviyeleri ile daha yüksek su gereksinimlerinin bir sonucu olduğunu bildirmişlerdir.

Lee ve İnglett (2006), tarafından yapılan bir çalışmada, yulaf kepeği bisküvi üretiminde yağ ikamesi olarak kullanılmış ve yulaf kepeği ikame oranının artışına bağlı olarak nem içeriğinin de arttığı belirlenmiştir. Karbonhidrat bazlı yağ ikameleri suyla birleşerek jel benzeri bir yapı meydana getirmektedir (Yackel ve Com, 1992). Bu yapı, yağı taklit etme özelliği sergilemektedir ve bunu gerçekleştirebilmek için bisküvinin de nem içeriğinde bir artış olması gerekli olduğu belirtilmektedir (Lee ve İnglett, 2006).

Beğen (2012) tarafından yapılan araştırma sonucunda düşük shortening kullanım oranında uygun hamuru oluşturmak için daha fazla suya ihtiyaç olması pişme sonrası bisküvi örneklerinde kalan su miktarını da arttırdığını bildirmiştir.

Şenerkek (2019), yağ ikamesi olarak inülin kullanımının bisküvi kalitesi üzerine etkisini araştırdığı bir çalışmada, en düşük nem içeriği % 4.31 ile kontrol örneklerinde, en yüksek nem değerini ise % 8.28 ile % 50 oranında shortening içeriği azaltılan bisküvi örneklerinde tespit etmiştir.

Aşçıoğlu (2021), yağ ikame maddeleri kullanımı ile üretilen enerjisi düşürülmüş bisküvilerin kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine yaptığı bir çalışmada; yağ ikame maddesi kullanım oranı arttıkça, örneklerin nem içeriklerinde de artış olduğunu bildirmiştir.

Uyar (2021), besinsel lifler ve yağ ikame maddelerinin kullanımı ile enerjisi kısıtlanmış bisküvi üretimi üzerinde yaptığı çalışmada; yağ ikame maddesi ile üretilen bisküvi örneklerinin nem içeriğinin oran artışıyla paralel arttığını tespit etmiştir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, yapılan araştırmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir. Aynı zamanda yer bademi yüksek oranda besinsel lif içermektedir (Coskuner ve ark., 2001). Liflerin önemli özelliklerinden biri de su tutma kapasiteleridir. Bu bağlamda; shortening içeriğinin azaltılması ve buna bağlı olarak formülasyonda yer bademi yağ ikamesinin artması ile beraber bisküvilerin nem değerlerinde de artış meydana geldiği düşünülmektedir.

#### 4.3.2.2. Ham yağ

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.16.); yağ ikamesi olarak yer bademi unu kullanımı bisküvi örneklerinin ham yağ değerleri üzerinde istatistiki olarak  $p < 0.05$  seviyesinde önemli etkide bulunmuştur.

Çizelge 4.17.'de özetlenen Tukey HSD sonuçları incelendiğinde ise; en yüksek ham yağ (% 16.33) kontrol grubu örneklerinde iken ikame oranına bağlı olarak genel bir azalma meydana gelmiştir ve en düşük ham yağ içeriği ise yağ ikamesi % 100 (% 9.63) olan yer bademi unu ikameli bisküvi örneklerinde tespit edilmiştir.

Bisküvilerde yağ ikamesi olarak inülinin kullanıldığı bir çalışmada, en yüksek yağ değerlerinin kontrol örneklerinde olduğunu, ikame madde oranı arttıkça da örneklerin ham yağ değerlerinde istatistiksel olarak önemli düşüşlerin meydana geldiği belirlenmiştir (Lourencetti ve ark., 2013).

Yağ ikamesi olarak inülinin kullanımının hamur ve bisküvi üzerine olan etkilerinin incelendiği bir başka çalışmada, yağ miktarları en yüksek kontrol grubu örneklerinde (% 21.60), en düşük yağ miktarı ise % 50 yağı azaltılan bisküvi örneklerinde (% 11.75) tespit edilmiştir. İkame maddesinin artışına bağlı olarak bisküvilerdeki yağ içeriği neredeyse yarı yarıya azaldığı ortaya konmuştur (Krystyan ve ark., 2015).

Yapılan bir başka çalışmada da; kestane ve keçiyoynuzu ununun yağ ikame maddesi olarak kullanımı sonucu üretilen bisküvi örneklerinde, yağ ikame oranı arttıkça bisküvilerin ham yağ değerlerinde azalma olduğu bildirilmiştir (Çiftçi, 2018).

Kahve çekirdeği zarının yağ ikamesi olarak bisküvi üretiminde kullanıldığı bir çalışmada ise, ikame oranının artışına bağlı olarak ham yağ içeriğinde orantılı düşüşler gözlemlenmiştir (Coşkun, 2020).

Sonuç olarak; yer bademi ununun shortening ile yer değiştirme esasına göre yağ ikamesi olarak kullanıldığı örneklerde, yağ miktarının başarılı bir şekilde azaltılabildiği

saptanmıştır. Bunun sebebi üretim aşamasında ikame oranı arttıkça ilave edilen yağ miktarının azalmasıdır.

#### 4.3.2.3. Ham protein

Yer bademi unu ikameli üretilen bisküvilerin ham protein içeriği % 3.32- 8.75 değerleri arasında değişim göstermektedir.

Varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.16.); yağ ikamesi olarak kullanılan yer bademi unu, üretilen bisküvilerin ham protein içeriği üzerinde istatistiksel olarak  $p < 0.01$  düzeyinde etkili olmuştur.

Çizelge 4.17.'de verilen Tukey HSD karşılaştırma sonuçları incelendiğinde ise; en yüksek ham protein içeriğini yer bademinin % 100 yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örnekleri (% 8.75) verirken, en düşük ham protein içeriğini de kontrol grubu bisküvi örnekleri (% 3.32) vermiştir.

Beğen (2012) tarafından yapılan bir araştırma sonucunda da shortening oranı azaldıkça, protein miktarının arttığı tespit edilmiştir. Bu durum yüksek shortening miktarının diğer bisküvi bileşenlerinin oranını seyreltmesi ile açıklanabileceği bildirilmiştir.

Kahve çekirdeği zarının yağ ikamesi olarak bisküvi üretiminde kullanıldığı bir başka çalışmada da, ikame oranının artışına bağlı olarak ham protein değerlerinin arttığı belirlenmiştir (Coşkun, 2020).

Besinsel lifler ve yağ ikame maddelerinin kullanımı ile enerjisi kısıtlanmış bisküvi üretimi üzerine yapılan bir başka çalışmada da, ikame oranının artışına bağlı olarak protein miktarında önemli düzeyde artışların meydana geldiği bildirilmiştir (Uyar, 2021).

Sonuç olarak; yer bademi ununun protein oranı, bisküvi üretiminde kullanılan shorteningin protein oranından fazla olduğu düşünülürse, yer badem ununun yağ ikamesi olarak kullanımı ve oransal artışlarıyla beraber, son ürün protein miktarlarında da artışların tespit edilmesi doğal ve beklenen bir sonuçtur.

#### 4.3.2.4. Kül

Üretilen bisküvilerin kül içeriği % 1.60-1.70 değerleri arasında değişim göstermektedir. Çizelge 4.16.'da özetlenen varyans analiz verileri incelendiğinde; üretilen

bisküvi örneklerinin kül değerleri üzerinde, yağ ikamesi olarak yer bademi unu kullanımının istatistiki olarak ( $p<0.05$ ) önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tukey HSD sonuçlarına bakıldığında; en düşük kül içeriğini kontrol grubu örnekleri (% 1.60) vermiş iken, ikame oranına bağlı olarak az da olsa artışların meydana geldiği, en yüksek kül içeriğini de % 100 yer bademi ununun yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinin (% 1.70) verdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.17.).

Yapılan bir çalışmada yağ ikame maddesi olarak inülin kullanılan bisküvi örneklerinde ikame maddesi kullanım oranı arttıkça, kül değerlerinin de arttığı tespit edilmiştir (Lourencetti ve ark., 2013).

Buğday ve yer bademi unundan yapılan chinchin üretiminin kabul edilebilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada, yer bademi unu oranı arttıkça kül miktarında da artışların meydana geldiği bildirilmiştir (Adebayo-Oyetero ve ark., 2017).

Şenerkek (2019), yağ ikamesi olarak inülin kullanımının bisküvi kalitesi üzerine etkisini araştırdığı bir çalışmada; kül içeriklerinin % 1.20-1.35 arasında olduğunu tespit etmiştir. Kül içeriğinin en düşük kontrol (% 1.20) örneklerinde, en yüksek değerlerin ise % 50 oranında shortening içeriğinin azaltıldığı bisküvi örneklerinde (% 1.35) olduğunu bildirmiştir.

Coşkun (2020), bisküvide yağ ikamesi olarak kahve çekirdeği zarı kullanım olanaklarını araştırdığı bir çalışmada, kül içeriğini en düşük kontrol (% 1.42) örneğinde, en yüksek % 30 kahve çekirdeği zarı kullanımı (% 1.66) ile elde edilen bisküvi örneğinde belirlemiştir. Kül miktarının kontrol örneğine göre, önemli miktarda arttığını saptamıştır.

Yağ azaltılmış bisküvilerde polidekstroz kullanılması sonucu elde edilen bisküvilerin araştırıldığı bir başka çalışmada da; kül içeriklerinin % 1.09–1.24 aralığında olduğu bildirilmiştir. Yağ ikame maddesinin oran artışına paralel olarak, kül içeriğinin de arttığı belirlenmiştir (Rana, 2020).

Bir başka çalışmada yağ ikame maddeleri kullanılarak üretilen enerjisi düşürülmüş bisküvi örneklerinde kül içerikleri % 1.15 ile 2.13 değerleri arasında tespit edilmiştir. İkame maddesi kullanım oranı arttıkça, örneklerin kül içeriğinde de artış görülmüştür (Aşçıoğlu, 2021).

Elde edilen sonuçlarımız ile literatür bilgileri uyumlu nitelikte olup, yer bademinin yüksek organik/inorganik madde içeriğinden dolayı son ürünlerin kül miktarında artışların olduğu düşünülmektedir.

#### 4.3.2.5. Karbonhidrat

Üretilen bisküvilerin karbonhidrat içeriği % 69.18-77.99 değerleri arasında değişim göstermektedir.

Çizelge 4.16.'da özetlenen varyans analiz sonuçları incelendiğinde; yağ ikamesi olarak yer bademi unu kullanımı, bisküvi örneklerinin karbonhidrat değerleri üzerinde istatistiki olarak ( $p<0.05$ ) önemli etkide bulunmuştur.

Tukey HSD sonuçlarına bakıldığında; en yüksek karbonhidrat yer bademi ununun % 25 oranında yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinde (% 77.99) elde edilmişken, en düşük karbonhidrat içeriği ise yer bademi ununun % 100 oranında yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinde (% 69.18) tespit edilmiştir (Çizelge 4.17.). Sonuç olarak; yer bademi ununun yağ ikamesi niteliğinde bisküvi üretiminde kullanımı ile ham yağ değerlerinin azaldığı, ham protein, nem ve kül içeriğinin arttığı ve hesaplanan karbonhidrat değerlerinin de buna paralel azaldığı belirlenmiştir.

Ade-Omowaye ve ark. (2008), yer bademi unu ikamesinin ekmek kalitesine etkisini belirlemek üzere yaptıkları bir çalışmalarında, buğday unu yerine ikame edilen yer bademi unu oran artışlarına bağlı olarak karbonhidrat içeriğinin azaldığını tespit etmişlerdir.

Ahmed ve ark. (2014)'da glutensiz yer bademi ile zenginleştirilmiş bisküvilerin besin değerlerini araştırdıkları bir çalışmalarında, yer bademi ununun oran artışına bağlı olarak karbonhidrat içeriğinin azaldığı tespit etmişlerdir.

Yapılan bir başka çalışmada ise yer bademi unu ile zenginleştirilmiş krakerlerin kalite özelliklerine etkisi araştırılmış olup, ikame edilen yer bademi unu oranı artışına bağlı olarak karbonhidrat içeriğinin % 65.34'ten % 48.43'e düştüğü belirlenmiştir (Abdel-Samie and Abdulla, 2016).

#### 4.3.2.6. Enerji değeri

Yer bademi ununun yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örnekleri ait varyans analiz sonuçlarına (Çizelge 4.16.) bakıldığında; yağ ikamesi olarak yer badem unu kullanımının, bisküvi örneklerinin enerji değerleri üzerinde istatistiki olarak ( $p<0.01$ ) önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Tukey HSD karşılaştırma sonuçlarına göre; en yüksek enerji hesaplama değerleri kontrol örneklerinde (459.63 kkal/100 g) tespit edilmişken, ikame oranına bağlı olarak

azalma meydana gelmiş ve en düşük enerji değerleri ise yer bademi ununun % 100 yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinde (398.37 kkal/100 g) tespit edilmiştir (Çizelge 4.17.).

Bisküvilerde yağ ikame maddesi olarak mısır lifi, maltodekstrin ve acı bakla özütü kullanımını üzerine bir araştırmada, artan ikame maddesi oranına paralel olarak enerji değerlerinde % 18 azalma olduğu bildirilmiştir (Forker ve ark., 2012).

Krystyan ve ark. (2015)'da yağ ikame maddesi olarak inülin kullanılması ile ürettikleri yağı azaltılmış bisküvilerde enerji içeriklerinin 426 ile 486 kkal/100 g arasında değiştiğini, en düşük enerji değerlerini % 50 inülin ikamesi kullanılan bisküvilerin verdiğini tespit etmişlerdir.

Polidekstroz kullanılması sonucu yağı azaltılmış bisküvilerin araştırıldığı bir başka çalışmada ise; enerji değerleri 418.84 ile 479.16 kkal/100 g arasında belirlenmiş olup, en yüksek enerji değerleri kontrol örneklerinde (479.16 kkal/100 g) elde edilmiş iken, ikame oranına bağlı olarak enerji değerinin de giderek azaldığı tespit edilmiştir (Rana, 2020).

Bir başka çalışmada da, yağ ikame maddeleri kullanılarak üretilen enerjisi düşürülmüş bisküvi üretiminde enerji değerleri 357.97 ile 453.89 kkal/100 g arasında değiştiği ve yağ ikame maddesi kullanım oranı arttıkça örneklerin enerji değerlerinin azaldığı belirlenmiştir (Aşçıoğlu, 2021).

Çalışmamız sonucunda yer bademi ununun yağ yerine ikame edilmesi nedeniyle, enerji değerlerinde orantılı bir şekilde düşüş yaşanmasının beklenen bir durum olduğu düşünülmektedir.

#### **4.3.2.7. Toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı**

Yer bademi ununun yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerindeki toplam fenolik madde miktarı ve fitik asit içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18.'de özetlenmiştir.

**Çizelge 4.18.** Yağ İkameli Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde ve Fitik Asit Miktarlarına Ait Varyans Analizi Sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	TFMM <sup>2</sup>		Fitik Asit	
		KT	F	KT	F
Yer Bademi Unu İkame oranı	4	96829.89	572.14**	1196.37	593.21**
Hata	5		211.55		2.52

<sup>1</sup>\*p<0.05 düzeyinde önemli, \*\*p<0.01 düzeyinde önemli, ns: Önemsiz <sup>2</sup>TFMM: Toplam fenolik madde miktarı

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde; üretilen bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde ve fitik asit miktarları üzerinde yağ ikamesi olarak yer bademi unu kullanımının istatistiksel olarak (p<0.01) önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.18.).

Yer bademi unununun yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde ve fitik asit miktarları ait Tukey HSD karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.19.'da verilmiştir.

**Çizelge 4.19.** Yağ İkameli Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde ve Fitik Asit Miktarlarına Ait Tukey HSD Karşılaştırma Testi Sonuçları<sup>1</sup>

İkame maddesi	Yer Badem Unu İkame oranı	TFMM <sup>2</sup> (µg GAE/g)	Fitik Asit (mg/100 g)
Yağ	0	709.27 ± 8.70 <sup>e</sup>	132.96 ± 0.73 <sup>e</sup>
	25	776.21 ± 5.78 <sup>d</sup>	139.70 ± 0.62 <sup>d</sup>
	50	850.74 ± 7.64 <sup>c</sup>	148.04 ± 0.57 <sup>c</sup>
	75	916.02 ± 2.54 <sup>b</sup>	156.44 ± 1.07 <sup>b</sup>
	100	981.66 ± 2.14 <sup>a</sup>	163.23 ± 0.37 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Farklı harflerle belirtilmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); <sup>2</sup>TFMM: Toplam fenolik madde miktarı

Tukey HSD karşılaştırma sonuçları incelendiğinde; en düşük toplam fenolik madde miktarı kontrol grubu örneklerinde (709.27 µg GAE/g), en yüksek toplam fenolik madde miktarı ise yer bademi unununun % 100 yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinde (981.66 µg GAE/g) tespit edilmiştir (Çizelge 4.19.).

Kahve çekirdeği zarının yağ ikamesi olarak bisküvi üretiminde kullanıldığı bir çalışmada, yağ ikame oranı arttıkça fenolik madde miktarında da önemli düzeyde artışların olduğu raporlanmıştır (Coşkun, 2020).

Uyar (2021), besinsel lifler ve yağ ikame maddelerinin kullanımı ile enerjisi kısıtlanmış bisküvi üretimi üzerinde yaptığı bir çalışmada; toplam fenolik madde miktarlarının 990.79 ile 1168.78 µg GAE/g arasında değiştiğini, toplam fenolik madde miktarlarının yağ ikamelerindeki oran artışına bağlı olarak arttığını tespit etmiştir.

Çizelge 24.'e göre; en düşük fitik asit miktarı 132.96 mg/100 g ile kontrol grubu örneklerinde iken, en yüksek fitik asit miktarı ise 163.23 mg/100 g ile yer bademi ununun % 100 yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvi örneklerinde tespit edilmiştir.

Bisküvi üretiminde kullanılan shorteningin fitik asit içermediği kabul edilirse; yağın yerine ikame edilen yer bademi unu ve ikame oranı artışlarına bağlı olarak üretilen bisküvi örneklerinde fitik asit miktarının artış göstermesi beklenen bir durumdur.

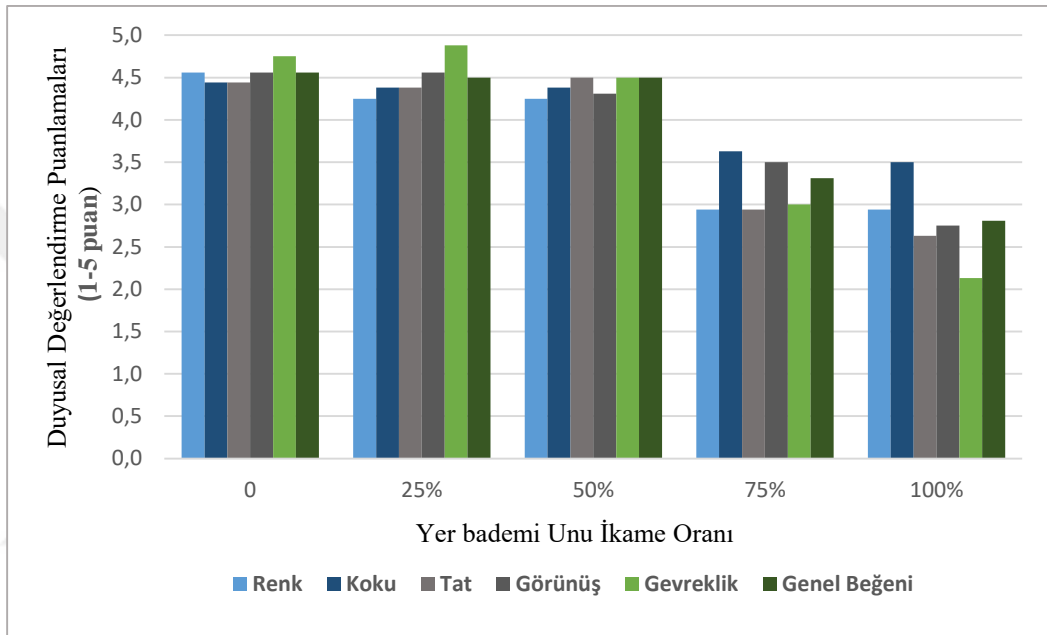
#### 4.3.3. Duyusal analiz sonuçları

Yer bademi ununun yağ ikamesi olarak kullanıldığı bisküvilerde yapılan duyusal değerlendirmeler, renk, tat, koku, görünüş, gevreklik ve genel beğeni kriterleri baz alınarak incelenmiştir. Yapılan değerlendirmelerde, 1 (kötü) ile 5 (oldukça iyi) puan skalası kullanılmıştır.

Bisküviler örneklerinin bu duyusal verileri incelendiğinde;

- En yüksek renk puanlama değerleri, 4.56 puan ile kontrol grubu bisküvi örneklerinde,
- En yüksek koku puanlama değerleri, 4.44 puan ile kontrol grubu bisküvi örneklerinde,
- En yüksek tat puanlama değerleri, 4.50 puan ile yer bademi ununun % 50 yağ ikamesi olarak kullanılan bisküvi örneklerinde,
- En yüksek görünüş puanlama değerleri, 4.56 puan ile kontrol grubu ve yer bademi ununun yağ % 25 yağ ikamesi olarak kullanılan bisküvi örneklerinde,
- En yüksek gevreklik puanlama değerleri, 4.88 puan ile yer bademi ununun yağ % 25 yağ ikamesi olarak kullanılan bisküvi örneklerinde,
- En yüksek genel beğeni puanlama değerleri ise; 4.56 puan ile kontrol grubu bisküvi örneklerinde, gözlemlenmiştir.

Genel olarak tüm yağ ikameli bisküvi örneklerinin duyu analizi sonuçları birlikte değerlendirilecek olursa; shortening içeren kontrol grubu örneklerine kıyasla yer bademi ununun % 25 ve % 50 oranlarında yağ ikame olarak kullanıldığı bisküvi örnekleri kabul edilebilir nitelikte bulunmuştur. % 50 ikame oranından daha fazla ikamelerde ise, ikame artışına bağlı olarak tüm duyu analiz puanlama değerlerinde azalmalar tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre de yer bademi ununun en fazla % 50 yağ ikamesi olarak kullanılmasının uygun olacağı kanısına varılmıştır.



**Şekil 4.2.** Yer Bademi Ununun Yağ İkamesi Olarak Kullanıldığı Bisküvi Örneklerine Ait Duyusal Analiz Sonuçları

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; temin edilen yer bademi (*Cyperus esculentus*) örnekleri öğütülerek un haline getirilmiş olup, bisküvi formülasyonunda şeker veya yağ ikamesi olarak ayrı ayrı, % 0, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında kullanılmıştır. Ardında da üretilen bisküvi örneklerinin fiziksel, kimyasal, besinsel ve duyuşal özellikleri değerlendirilerek, yer bademi ununun bisküvi üretiminde ikame maddesi olarak kullanım imkanları araştırılmıştır.

### 5.1. Sonuçlar

#### ✓ Yer bademi ununun şeker yerine ikame edilmesi sonucunda;

- Üretilen bisküvilerde ikame oranı artışına bağlı olarak renk  $L^*$  değerleri artarken,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.
- Bisküvi örneklerinde çap, yayılma oranı ve sertlik değerlerinin azaldığı, kalınlık değerlerinin ise arttığı tespit edilmiştir.
- Kimyasal özellikler bakımından; yer bademi unu ikame oranı arttıkça, bisküvilerin nem, ham protein, ham yağ ve kül miktarlarının arttığı; hesaplanan karbonhidrat miktarının ise azaldığı tespit edilmiştir. Enerji değerlerinde ise istatistiki olarak önemli bir farklılık ( $p>0.05$ ) belirlenmemiştir.
- Besinsel özellikleri incelendiğinde ise; yer bademi unu artışına bağlı olarak fitik asit ve toplam fenolik madde miktarında da artışlar meydana gelmiştir.
- Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre de; bisküvi üretiminde rafine şeker yerine yer bademi ununun % 25 oranına kadar şeker ikamesi olarak kullanımını uygun bulunmuştur.

#### ✓ Yer bademi ununun yağ yerine ikame edilmesi sonucunda;

- Üretilen bisküvilerde ikame oranı artışına bağlı olarak, şeker ikameli örneklerde olduğu gibi, renk  $L^*$  değerleri artarken,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.
- Yağ ikameli bisküvi örneklerinin çap ve yayılma oranı değerlerinin azaldığı; kalınlık ve sertlik değerinin ise arttığı tespit edilmiştir.

- Yağ ikamesinin bisküvi kimyasal özelliklerine etkisi incelendiğinde; yer bademi unu ikame oranı arttıkça, bisküvilerin nem, ham protein ve kül miktarlarının arttığı; ham yağ, karbonhidrat ve enerji değerlerinin ise azaldığı tespit edilmiştir.
- Yağ ikamesinin bisküvi besinsel özelliklerine etkisini incelendiğinde; bisküvi örneklerinde kullanılan yer bademi unu artışına bağlı olarak fitik asit ve toplam fenolik madde miktarında da artışlar meydana gelmiştir.
- Yağ ikamesinin duyuşal değerlendirme sonuçlarına etkisi incelendiğinde; bisküvi üretiminde shortening yerine yer bademi ununun % 50 oranına kadar yağ ikamesi olarak kullanılabilceğı kanaatine varılmıştır.

## 5.2. Öneriler

Beslenme ve sağlıklı olma arasında bir bağlantı kurulduğundan beri gıda artık sadece açlığı gidermek ve hastalıkların önüne geçmek için bir araç olarak görülmemekte; aynı zamanda insanların en iyi seviyede sağlık ve esenliğe ulaştırmak için önemli bir kaynak haline gelmektedir.

Bisküvinin hazır gıda olması, kaliteli bir besin içeriğine sahip olması, makul fiyatlı ve doyurucu olması sebebi ile dikkat çeken ve çokça tüketilen unlu mamüller arasındadır. Kimyasal ve besinsel içeriğı yüksek yer bademi ununun bisküvi formülasyonunda kullanılması ile fonksiyonel gıdalara katkı sağlanması öngörülmüştür.

Yer bademinin, zengin bir kimyasal bileşime sahip olduğu görülmüştür. Yer bademinden birçok alanda yararlanılmaktadır. Glutensiz olması alternatif bir ürün olmasını sağlamaktadır. Yer bademinin gıda ve endüstriyel malzeme olarak ileriye dönük kullanıma sahip olması ve sağlık üzerindeki etkilerinden dolayı hayatımızın bir parçası olarak kullanılması gereken önemli bir besin olduğu düşünülmektedir.

Genel olarak; bisküvi üretiminde yer bademi unu kullanımının gerek ikame maddesi, gerekse son üründe kimsayal ve besinsel özelliklerin geliştirilmesi açısından önemli bir hammadde olduğu, daha yüksek oranda ikame maddesi olarak kullanılmak istenilirse de meydana gelebilecek olumsuzlukların giderilmesi amacıyla formülasyona ek katkı maddelerinin ilave edilmesi gerektiğı önerilmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- AACC, 1990, American association of cereal chemists, Approved methods of the AACC: 8th ed., The association: St. Poul, MN.
- Abano, E.E. and Amoah, K.K., 2011, Effect of moisture content on the physical properties of tiger nut (*Cyperus esculentus*), *Asian Journal of Agricultural Research*, 5 (1), 56-66.
- Abboud, A.M., Rubenthaler, G.L. and Hosoney, R.C., 1985, Effect of fat and sugar in sugar-snap cookies and evaluation of tests to measure cookie flour quality, *Cereal Chemistry*, 62 (2), 124-129.
- Abdel Akher, M. and Nichalinos, A.N., 1963, Separation and purification of starch from chufa nut tubers (*Cyperus esculentus*), *Die Starke*, 15 (9), 329-334.
- Abdel-Samie1, M.A. and Abdulla, G., 2016, Effect of baking on stability of phenolic and flavonoid compounds and quality of tigernut enriched crackers, *Journal of Food Sciences*, 3 (1), 1-8.
- Achoribo, E.S. and Ong, M.T., 2017, Tiger nut (*Cyperus esculentus*): Source of natural anticancer drug? Brief review of existing literature, *Journal Euromediterranean Biomedical*, 12 (19), 91-94.
- Addy, E.O. and Eteshola, E., 1984, Nutritive value of a mixture of tiger nut tubers (*Cyperus esculentus* L.) and boabab seeds (*Adansonia digitata* L.), *Journal Science of Food and Agriculture*, 35 (4), 437-440.
- Ade Omowaye, O. and Adebisi, I.F., 2008, Evaluation of tigernut (*Cyperus esculentus*) wheat composite flour and bread, *African Journal of Food Science*, 2 (1), 87-91.
- Adebayo-Oyetero, A.O., Ogundipe, O.O., Lofinmakin, F.K., Akinwande, F.F., Aina, D.O. and Adeyeye, S.A.O., 2017, Production and acceptability of chinchin snack made from wheat and tigernut (*Cyperus esculentus*) flour, *Cogent Food and Agriculture*, 3 (1), 1282185.
- Agbai, E.O. and Nwanegwo, C.O., 2013, Effect of methanolic extract of *Cyperus esculentus* L. (Tiger nut) on luteinizing hormone, follicle stimulating hormone, testosterone, sperm count and motility in male albino wistar rats, *Journal of Medical and Applied Biosciences*, 5 (2), 52-61.
- Ahmed, Z.S., Abozed, S.S. and Negm, M.S., 2014, Nutritional value and sensory profile of gluten-free tiger nut enriched biscuit, *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 9 (2), 127-134.

- Ahmed, Z.S. and Hussein A.M.S., 2014, Exploring the suitability of incorporating tiger nut flour as novel ingredient in gluten-free biscuit, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 64 (1), 27-33.
- Akan, T., 2004, Kek üretiminde kullanılan interesterifiye yağların kek kalitesine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Van.
- Akubor, P.I. and Badifu, G.I.O., 2004, Chemical composition, functional properties and baking potential of African breadfruit kernel and wheat flour blends, *International Journal of Food Science Technology*, 39 (2), 223-229.
- Al Essawe, E.M. and Almashhadani, A.A., 2010, The effect of *Cyperus esculentus* on sperm function parameters in prepubertal mice as a model for human, *Baghdad Scientific Journal*, 7 (1), 389-393.
- Al Shaikh, M.N., Wahab, T.A.A., Kareem, S.H.A. and Hamoudi, S.R., 2013, Protective effect of chufa tubers (*Cyperus esculentus*) on induction of sperm abnormalities in mice treated with lead acetate, *International Journal of Drug Development and Research*, 5 (2), 99-102.
- Ali Rehab, F.M. and El Anany, A.M., 2012, Physicochemical studies on sunflower oil blended with cold pressed tiger nut oil during deep frying process, *Journal of Food Processing and Technology*, 63 (4), 455-465.
- Anderson, J.W., Smith, B.M. and Gustafson, N.J., 1994, Health benefits and practical aspects of high fibre diets, *The American Journal Clinical Nutrition*, 59 (5), 1242S-1247S.
- Anderson, J.W., Baird, P., Davis, R.H, Ferreri, S., Knudtson, M. and Koraym, A., 2009, Health benefits of dietary fibre, *Nutrition Review*, 67 (4), 188-205.
- Arepally, D., Reddy, R.S., Goswami, T.K. and Datta, A.K., 2020, Biscuit baking: A review, *Food Science and Technology*, 131, 109726.
- Arner, D.H. and Davison, V.E., 1976, Wild turkeys on southeastern farms and woodlands, United States Department of Agriculture, 526.
- Arshad, M.U., Anjum, F.M. and Zahoor, T., 2007, Nutritional assessment of cookies supplemented with defatted wheat germ, *Food Chemistry*, 102 (1), 123-128.
- Aşçıoğlu, N.E., 2021, Yağ ikame maddeleri kullanılarak üretilen enerjisi düşürülmüş bisküvilerin kalite özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

- Bamishaiye, E. and Bamishaiye, O., 2011, Review article on tiger-nut: As a plant, its derivatives and benefits, *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 11 (5), 5157-5170.
- Basman, A., Oztürk, S., Kahraman, K. and Köksel, H., 2008, Emulsion and pasting properties of resistant starch with locust bean gum and their utilization in low fat cookie formulations, *International Journal of Food Properties*, 11 (4), 762-772.
- Bazine, T. and Arslanoğlu, F.Ş., 2020, Tiger nut (*Cyperus esculentus*); morphology, products, uses and health benefits, *Black Sea Journal of Agriculture*, 3 (4), 324-328.
- Beğen, F., 2012, Yüksek lif içerikli bisküvi üretiminde lüpen (*Lupinus albus L.*) kepeği kullanımı üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Belewu, M.A. and Abodunrin, O.A., 2006, Preparation of kunnu from unexploited rich food source: Tiger nut (*Cyperus esculentus*), *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 1 (1), 19-21.
- Belewu, M.A. and Belewu, K.Y., 2007, Comparative physicochemical evaluation of tigernut, soybean and coconut milk sources, *International Journal of Agriculture and Biology*, 9 (5), 785-787.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E. and Sapirstein, H.D., 2005, Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions, *Cereal Chemistry*, 82 (4), 390-393.
- Brown, W.E. and Braxton, D., 2000, Dynamics of food breakdown during eating in relation to perceptions of texture and preference: A study on biscuits, *Food Quality and Preference*, 11 (4), 259-267.
- Borges, O., Goncalves, B., Sgeoeiro, L., Correia, P. and Silva, A.P., 2008, Nutritional quality of chestnut cultivars from Portugal, *Food Chemistry*, 106 (3), 976-984.
- Charles, S.A., 1994, The utilization and performance of carbohydrate-based fat replacers in southernstyle baking powder biscuits, Master Thesis, *Virginia Polytechnic Institute and state University Human Nutrition and Foods*, Virginia, USA.
- Chevallier, A., 1996, The encyclopedia of medicinal plants, Dorling Kindersley, ISBN, 9, 980751-303148.
- Chiemela, C.E., Abu, J.O. and Abubakar, Y.A., 2010, Effect of tiger nut (*Cyperus esculentus*) flour addition on the quality of wheat-based cake, *International Journal of Food Science and Technology*, 45 (8), 1746-1752.

- Chinelo, V.E. and Nnenna, A.O., 2016, Evaluation of suitability of substituting wheat flour with sweet potato and tiger nut flours in bread making, *From the Journal Open Agriculture*, 1 (1), 173-178
- Chinma, C.E., Adewuyia, O. and Abu, J.O., 2009, Effect of germination on the chemical, functional and pasting properties of flour from brown and yellow varieties of tigernut (*Cyperus esculents*), *Food Research International*, 42 (8), 1004-1009.
- Chopra, R.N., Nayar, S.L. and Chopra, I.C., 1986, Glossary of Indian medicinal plants (including the supplement), Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi.
- Chrysam, M.M., Erickson, D.R., Jackson, H.W., Leo, D.A., List, G.R., Norris, F.A., Sleeter, R.T. and Thomas, A.E., 1985, Bailey's Endustrial Oil and Fat Products, Kraft Inc. Research and Development, 2, 41-111.
- Claughton, S.M. and Pearce, R.J., 1989, Protein enrichment of sugar-snap cookies with sunflower protein isolate, *Journal of Food Science*, 54 (2), 354-356.
- Codina-Torrella, I., Guamis, B., and Trujillo, A.J., 2015, Characterization and comparison of tiger nuts (*Cyperus esculentus* L.) from different geographical origin: Physico-chemical characteristics and protein fractionation, *Industrial Crops and Products*, 65, 406-414.
- Conforti, F.D., Charles, S.A. and Duncan, S.E., 1997, Evaluation of a carbohydratebased far replacer in a fat reduced baking powder biscuit, *Journal of Food Quality*, 20 (3), 247-256.
- Cortes, C., Esteve, M.J., Firigola, A. and Torregrosa, F., 2005, Quality characteristics of horchata (a Spanish vegetable beverage) treated with pulsed electric fields during shelf-life, *Food Chemistry*, 91 (2), 319-325.
- Coskun, M., 2020, Bisküvide yağ ikamesi olarak kahve çekirdeği zarı kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa.
- Coskuner, Y., Ercan, R., Karababa, E. and Nazlıcan, A.N., 2001, Chemical composition and technological evaluation of chufa tuber (*Cyperus esculentus* L.), *Gıda*, 26 (4), 243-246.
- Coskuner, Y., Ercan, R., Karababa, E. and Nazlıcan, A.N., 2002, Physical and chemical properties of chufa (*Cyperus esculentus* L.) tubers grown in the Cukurova region of Turkey, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82 (6), 625-631.

- Çıkrıkçı, S., 2013, Production of micro and nano fibers from hazelnut skin and utilization in cakes, Yüksek Lisans Tezi, *Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Çiftçi, S., 2018, Yağı azaltılmış bisküvi üretimi, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa.
- Çınar, A.T., 2018, Kızılötesi-mikrodalga kombinasyonlu fırında pişirilmek üzere hazırlanan yer bademi unu içeren glutensiz bisküvi hamurlarının reolojik özellikleri ve bisküvilerin kalite özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Davis, J.R., 1976, Management for Alabama wild turkeys, Alabama Dept of Conservation and Natural Resources, 130p.
- De Vries, F.T., 1991, Chufa (*Cyperus esculentus*) a weedy cultivar or cultivated weed, *Economic Botany*, 45 (1), 27-37.
- Demir, M. K., 2014, Effect of the replacement of sugar with spray dried grape pekmez (pekmez powder ) on some properties of cookies, *Quality Assurance and Safety of Crop and Foods*, 6 (2), 229-235.
- Ejoh, R.A, Djomdi, I. and Ndojouenkeu, R., 2006, Characteristics of tiger nut (*Cyperus esculentus*) tubers and their performance in the production of a milky drink, *Journal of Food Processing and Preservation*, 30 (2), 145-163.
- El Shenawy, M., El Aziz, M.A., El Kholy, W.I. and Fouad, M.T., 2012, Probiotic yoghurt manufactured with tiger nut extract (*Cyperus esculentus*) as a functional dairy food, *Journal of Agricultural Research and Natural Resources*, 1 (2), 20-31.
- El-Sohaimy, S.A., 2012, Corresponding Author: Functional Foods and Nutraceuticals Modern Approach to Food Science, *World Applied Sciences Journal*, 20 (5), 691-708.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1995, Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayınları, Ziraat Fakültesi No: 297, Ders Kitapları Serisi No: 53, Erzurum.
- Eliasson, A.C. and Larsson, K., 1993, Cereals in breadmaking: a molecular colloidal approach, Marcel Dekker, New York, USA.
- Empson, K.L., Labuza, T.P. and Graf, E., 1991, Phytic acid as a food antioxidant, *Journal of Food Science*, 56 (2), 560-563.
- Emurotu, J.E., 2017, Comparison of the nutritive value of the yellow and brown varieties of tiger nut, *Journal of Applied Chemistry*, 10 (9), 29-32.

- Ezeh, O., Gordon, M.H. and Niranjana, K., 2014, Tiger nut oil (*Cyperus esculentus* L.): A review of its composition and physicochemical properties, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116 (7), 783-794.
- Faridi, H., 1994, The science of cookie and cracker production, New York, Chapman and Hall.
- Faridi, H., Gaines, C.S. and Strouts, B.L., 2000, Soft wheat products, *Handbook of Cereal Science and Technology*, 575-613.
- Forker, A., Zahn, S. and Rohm, H., 2012, A combination of fat replacers enables the production of fat-reduced shortdough biscuits with high-sensory quality, *Food Bioprocess Technology*, 5 (6), 2497-2505.
- Francis, F.J., 1998, Colour analysis, *Food Analysis*, ed: Nielsen S.S., An Aspen Publishers, Gaithersburg, USA, 599-612.
- Gaines, C.S., 1988, Influence of dough absorption level and time on stickiness and consistency in sugar-snap cookie doughs, *Cereal Chemistry*, 59 (5), 404-407.
- Gaines, C.S., 1990, Influence of chemical and physical modification of soft wheat protein on sugar-snap cookie dough consistency, cookie size and hardness, *Cereal Chemistry*, 67 (1), 73-77.
- Gallegher, E., O'Brien, C.M., Scannel, A.G.M. and Arendt, E.K., 2003, Evaluation of sugar replacers in short dough biscuit production, *Journal of Food Engineering*, 56 (2-3), 261-263.
- Gambo, A. and Da'u, A., 2014, Tiger nut (*Cyperus esculentus*): Composition, products, uses and health benefits, *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 7 (1), 56-61.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J.A., Medina-Juarez, L.A., Ortega Garcia, J., Cazarez-Casanova, R. and Angulo-Guerrero, O., 1999, Antioxidant activity in soybean oil of extracts from thompson grape bagasse, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 76 (12), 1445-1447.
- Gao, L., Wang, S., Oomah, B.D. and Mazza, G., 2002, Wheat quality: Antioxidant activity of wheat millstreams, in: *Wheat Quality Elucidation*, eds. P. Ng and C. W. Wrigley, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN., 219-233.
- Ghotra, B.S., Dyal, S.D. and Narine, S.S., 2002, Lipid shortenings: a review, *Food Research International*, 35 (10), 1015-1048.

- Giuberti, G., Rocchetti, G., Sigolo, S., Fortunati, P., Luigi, L. and Gallo, A., 2018, Exploitation of alfalfa seed (*Medicago sativa L.*) flour into gluten-free rice cookies: Nutritional, antioxidant and quality characteristics, *Food Chemistry*, 239, 679-687.
- Göçmen, D., Sahan, Y., Yildiz, E., Coskun, M. and Aroufai, İ.A., 2019, Use of coffee silverskin to improve the functional properties of cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (6), 2979-2988.
- Halaç, E., 2002, Gıda kalitesi ve gıda mevzuatı ile ilgili temel kavramlar ışığında Türk ve AB gıda mevzuatının karşılaştırılması, *Akdeniz İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2 (4), 107-131.
- Handa, C., Goomer, S. and Siddhu, A., 2012, Physicochemical properties and sensory evaluation of fructoligosaccharide enriched cookies, *Journal of Food Science and Technology*, 49 (2), 192-199.
- Honke, J., Kozłowska, H., Vidal-Valverde, C., Frias, J. and Gorecki, R., 1998, Changes in quantities of inositol phosphates during maturation and germination of legume seeds, *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 206 (4), 279-283.
- Hoseney, R. C., 1986, Principles of cereal science and technology, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, USA.
- Ijarotimi, O.S., Oluwajuyitan, T.D. and Ogunmola, G.T., 2019, Nutritional, functional and sensory properties of gluten-free composite flour produced from plantain (Musa AAB), tiger nut tubers (*Cyperus esculentus*) and defatted soybean cake (*Glycine max*), *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 11 (1), 1131-1251.
- İnanır, C., 2018, Keçiboynuzu pekmezi kullanılarak şeker içeriği azaltılan bisküvilerin bazı özelliklerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri.
- İnkaya, A. N., 2008, Bisküvi üretiminde kestane kullanım olanaklarının araştırılması, Yüksek lisans tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa.
- Jariwalla, R.J., 1992, Anticancer effects of phytate, *American Journal of Clinical Nutrition*, 56 (3), 609.
- Jayaprakasha, G.K, Girenavar, B. and Patil, B.S., 2008, Radical scavenging activities of Rio red grapefruits and sour orange fruit extracts in different in vitro model system, *Bioresource Technology*, 99 (10), 4484-4494.

- Jing, S., Ouyang, W., Ren, Z., Xiang, H. and Ma, Z., 2013, The in vitro and in vivo antioxidant properties of *Cyperus esculentus* oil from Xinjiang, *Journal of the Science of Food Agriculture*, 93 (6), 1505-1509.
- Karaağaoğlu, N., Karabudak, E., Yavuz, S., Yüksek, O., Dinçer, D., Tosunbayraktar, G. ve Eren, H. F., 2008, “Çeşitli ekmeklerin protein, yağ, nem, kül, karbonhidrat ve enerji değerleri ”, *Gıda*, 33 (1), 19-25.
- Kayahan, M., 2002, Modifiye yağlar ve üretim teknolojileri, *ODTÜ Yayıncılık*, Ankara.
- Kılınç, M., 2015, Püskürtülerek kurutulmuş bal tozunun bisküvi üretiminde şeker ikamesi olarak kullanım olanakları, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Kissell, L., Pomeranz, Y. and Yamazaki, W.T., 1971, Effects of flour lipids on cookie quality, *Cereal Chemistry*, 48, 655-662.
- Krystyjan, M., Gumul, D., Ziabro, R. and Sikora, M., 2015, The effect of inulin as a fat replacement on dough and biscuit properties, *Journal of Food Quality*, 38 (5), 305-315.
- Kocer, D., Hicsasmaz, Z., Bayindirli, A. and Katnas, S., 2007, Bubble and pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar-and fat-replacer, *Journal of Food Engineering*, 78 (3), 953-964.
- Koeffer, E.N., 2008, *Progress in Food Chemistry*, New York, Nova Science Publishers, Inc, 234p.
- Koubaa, M., Barba, F.J., Mhemdi, H., Grimi, N., Koubaa, W. and Vorobiev, E., 2015, Gas assisted mechanical expression as a promising technology for oil and phenolic compound recovery from tiger nut, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 32, 172-180.
- Kour, N. and Singh, D.P., 2017, Deciphering the consumer behaviour facets of functional foods: A literature review, *Appetite*, 112, 167-187.
- Krichen, D., Artieda, D.A., Zarrouk, M. and Astiasarán, I., 2016, Review on *Cyperus esculentus*: From food safety to pharmacotherapeutics, *International Journal of Pharmacy*, 3 (1), 211-216.
- Kumar, V., Sinha, A.K., Makkar, H.P. and Becker, K., 2010, Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A review, *Food chemistry*, 120 (4), 945-959.
- Kumar, K. A. and Sudha, M.L., 2020, Effect of fat and sugar replacement on rheological, textural and nutritional characteristics of multigrain cookies, *Journal of Food Science and Technology*, 58 (7), 2630-2640.

- Labuschagne, M.T., Coetzee, M.C.B. and Van Deventer, C.S., 1996, Biscuitmaking quality prediction using heritability estimation and correlations, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 70 (1), 25-28.
- Lasekan, O. and Abdulkarim, S.M., 2012, Extraction of oil from tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) with supercritical carbon dioxide (SC-CO<sub>2</sub>), *Food Science and Technology*, 47 (2), 287-292.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N. and Biliaderis, C.G., 2007, Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations, *Journal of Food Engineering*, 79 (3), 1033-1047.
- Lee, S. and Inglett, G.E., 2006, Rheological and physical evaluation of jet-cooked oat bran in low calorie cookies, *International Journal of Food Science and Technology*, 41 (5), 553- 559.
- Linssen, J.P.H., Kielman, G.M., Cozijnsen, J.L. and Pilnik, W., 1988, Comparison of chufa and olive oil, *Food Chemistry*, 28 (4), 279-285.
- Linssen, J.P.H., Cozijnsen, J.L. and Pilnik, W., 1989, Chufa (*Cyperus esculentus*): A new source of dietary fibre, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 49 (3), 291-296.
- Lourencetti, R. E., Benossi, L., Marques, D. R., Joia, B. M. and Monteiro, A. R. G., 2013, Development of Biscuit Type Cookie with Partial Replacement of Fat by Inulin., *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 2 (5), 261-265.
- Lunn, J. and Theobald, H., 2006, The health effects of dietary unsaturated fatty acids, *Food and Nutrition Bulletin*, 31 (3), 178-224.
- Maduka, N. and Ire, S.F., 2018, Tigernut plant and useful application of tigernut tubers (*Cyperus esculentus*) a review, *Current Journal of Applied Science and Technology*, 29 (3), 1-23.
- Manley, D., 2011, Manley's technology of biscuits, crackers and cookies, Cambridge, UK: Woodhead Publishing.
- Mamat, H., Hardan, M.O.A. and Hill, S.E., 2010, Physicochemical properties of commercial semi-sweet biscuit, *Food Chemistry*, 121 (4), 1029-1038.
- Mitchell, W.A. and Martin, C.O., 1986, Chufa (*Cyperus esculentus*), Section 7.4.1, U.S. Army Corps of Engineers Wildlife Resources Management Manual, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, Vicksburg.

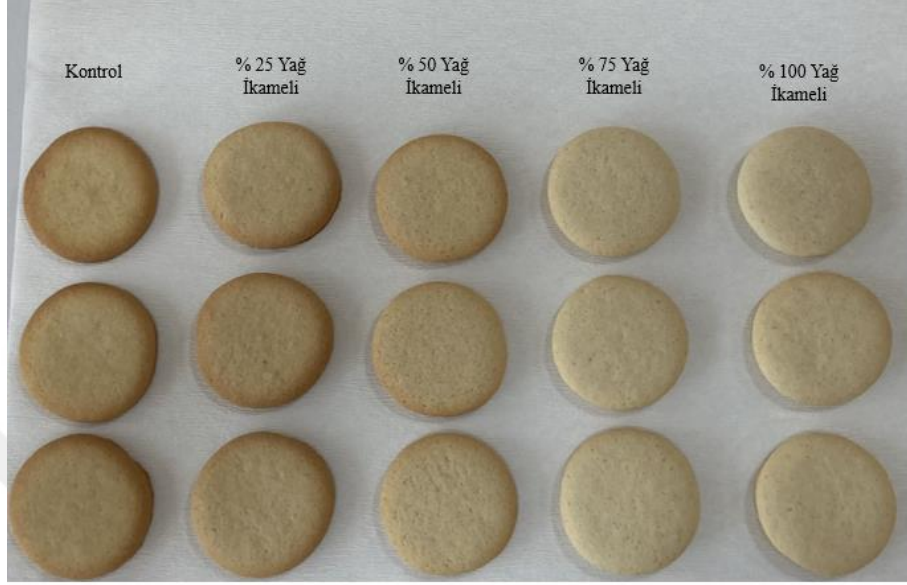
- Mohammadi, M., Sadeghnia, N., Azizi, M. H., Neyestani, T. H. and Mortazavian, A. M., 2014, Development of gluten-free flat bread using hydrocolloids: Xanthan and CMC, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20 (4), 1812-1818.
- Mohdaly, A.A.R.A.A., 2019, Tiger Nut (*Cyperus esculentus* L.) Oil, In: Ramadan MF, editor, *Fruit Oils, Chemistry and Functionality*, Egypt, Springer International Publishing, 243-269.
- Moncuso, C. and Santangelo, R., 2014, Ferulic acid: Pharmacological and toxicological aspects, *Food and Chemical Toxicology*, 65, 185-195.
- Moreira, R., Chenlo, F. and Torres, M.D., 2011, Effect of sodium chloride, sucrose and chestnut starch on rheological properties of chestnut flour doughs, *Food Hydrocolloids*, 25 (5), 1041-1050.
- Mosquera, L.A., Sims, C.A., Bates, R.P. and O'Keefe, S.F., 1996, Flavor and stability of 'horchata de chufas', *Journal Food of Science*, 61 (4), 856–861.
- Mushtaq, Z., Zahoor, T. and Jamil, A., 2010, Impact of xylitol replacement on physicochemical, sensory and microbial quality of cookies, *Pakistan Journal of Nutrition*, 9 (6), 605-610.
- Negbi, M., 1992, A sweetmeat plant, a perfume plant and their weedy relatives: A chapter in the history of *Cyperus esculentus* L. and *C. rotundus* L., *Economic Botany*, 46 (1), 64–71.
- Nyadroh, P.A.A., Amankrah, V.D. and Pumpuni, C.M., 2021, Quality characteristics of biscuits produced from wheat, tigernuts and defatted sesame seeds blended flour, *International Journal of Agriculture and Rural Economic Research*, 9 (5), ISSN: 2321-7847.
- Oderinde, R.A. and Tairu, O.A., 1988, Evaluation of the properties of yellow nut sedge (*Cyperus esculentus*) tuber oil, *Food Chemistry*, 28 (3), 233-237.
- Ogunlade, I., Adeyemi Bilikis, A. and Aluko Olanrewaju, G., 2015, Chemical compositions, antioxidant capacity of tigernut (*Cyperus Esculentus*) and potential health benefits, *European Scientific Journal*, ISSN: 1857- 7431.
- Okoye, J.I. and Ene, G.I., 2018, Effects of processing on the putrient and anti-nutrient content of tiger nut (*Cyperus esculentus lativum*), *Journal of Food Technology and Food Chemistry*, 1, 1.
- Okpala, L.C. and Mammah, E.N., 2001, Functional properties of raw and processed pigeonpea (*Cajanus cajan*) flour, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 52 (4), 343-346.

- Oladele, A. and Aina, J., 2007, Chemical composition and functional properties of flour produced from two varieties of tigernut (*Cyperus esculentus*), *African Journal of Biotechnology*, 6, 2473–2476.
- Oladele, K.A., Osundahunsi, F.O. and Adebawale, A. Y., 2009, Influence of processing techniques on the nutrients and antinutrients of tiger nut (*Cyperus esculentus* L.), *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 4 (2), 88-93.
- Oladele, A.K., Adebawale, J.O. and Bamidele, O.P., 2017, Phenolic profile and antioxidant activity of brown and yellow varieties of tigernut (*Cyperus esculentus* L.), *Nigerian Food Journal*, 35 (1), 51-59.
- Oshodi, A.A., Ogungbenle, H.N. and Oladimeji, M.O., 1999, Chemical composition, nutritionally valuable minerals and functional properties of benniseed, pearl millet and quinoa flours, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 50 (5), 325-331.
- Ostermann-Porcel, M. V., Quiroga-Panelo, N., Rinaldoni, A. N. and Campderrós, M. E., 2017, Incorporation of okara into glute-free cookies with high quality and nutritional value, *Journal of Food Quality*, 4071585.
- Oyetero, A.O.A., Ogundipe, O.O., Adeyeye, S.A.O., Akande, E.A. and Akinyele, A.B., 2019, Production and evaluation of tiger nut (*Cyperus esculentus*) milk flavored with moringa oleifera leaf extract, *Current Research in Nutrition and Food Science*, 7 (1), 265-271.
- Owon, M.A., Osman, M.F., Salama, M.A. and Awatef, I.E., 2013, Antioxidative and antimicrobial activities of tiger nut tubers phenolic extract, *Journal of Food and Dairy Sciences*, 4 (6), 333-342.
- Öztürk, S., 1998, Bisküvi Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri, *Un Mamulleri Dünyası*, 7 (2), 76-78.
- Pareyt, B., and Delcour, J.A., 2008, The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: A review on sugar-snap cookies, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 824-839.
- Pareyt, B., Talhaoui, F., Kerckhofs, G., Brijs, K., Goesaert, H., Wovers, M. and Delcour, J. A., 2009, The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: structural and textural properties, *Journal of Food Engineering*, 90 (3), 400-408.
- Parker, M.L., Ng, A., Smith, A.C. and Waldron, K.W., 2000, Esterified phenolics of the cell walls of chufa tubers and their role in texture, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 18 (12), 6284-6291.

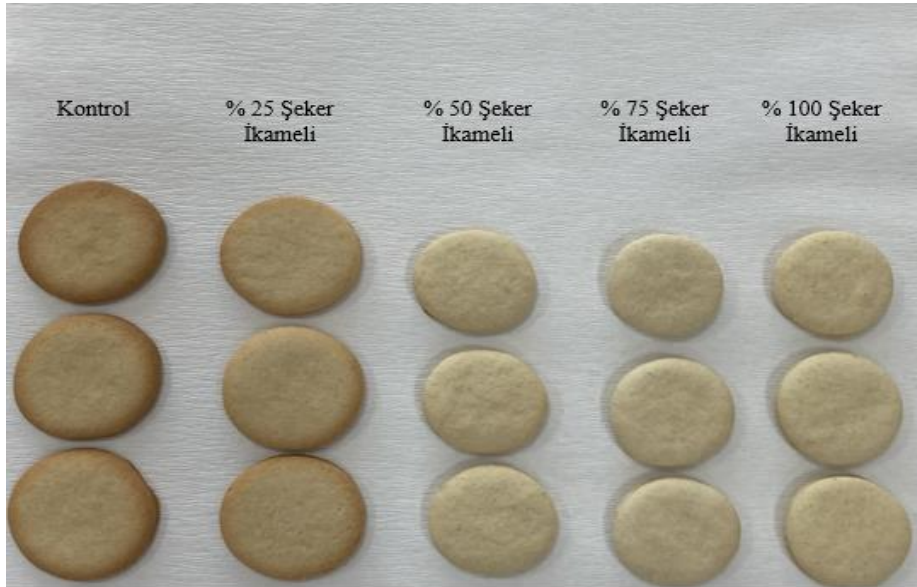
- Pascual, B., Maroto, J.V., López-Galarza, S., Sanbautista, A. and Alagarda, J., 2000, Chufa (*Cyperus esculentus* L. var. sativus Boeck.): An unconventional crop. Studies related to applications and cultivation, *Economic Botany*, 54 (4), 439-448.
- Pomeranz, Y., 1988, Chemical composition of kernel structures, In *Wheat: Chemistry and technology*, St. Paul, USA, 97-158.
- Potty, V.H., 1996, Physico-chemical aspects, physiological functions, Nutritional importance and technological significance of dietary fibres: a critical appraisal, *Journal of Food Science and Technology*, 33 (1), 1-18.
- Rana, M. S., Das, P. C., Yeasmin, F. and Islam, M. N., 2020, Effect of polydextrose and stevia on quality characteristics of low-calorie biscuits, *Food Research*, 4 (6), 2011-2019.
- Roselló-Soto, E., Mahesha, M. P., Francisco, J.B., Jose, M.L., Jordi, M. and Juan Carlos, M., 2018, Tiger nut and its by-products valorization: From extraction of oil and valuable compounds to development of new healthy products, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 45, 306–312.
- Roselló-Soto, E., Garcia, A., Fessard, A., Barba, F.J., Muneke, P.E.S., Jose, M.L. and Remize, F., 2019, Nutritional and microbiological quality of tiger nut tubers (*Cyperus esculentus*), derived plant based and lactic fermented beverages, *Journal of Fermentation Technology*, 5 (1), 3.
- Rubert, J., Sebastia, N., Soriano, J.M., Soler, C. and Mañes, J., 2011, One-year monitoring of aflatoxins and ochratoxin A in tiger-nuts and their beverages, *Food Chemistry*, 127 (2), 822-826.
- Saikia, S. and Mahanta, C.L., 2013, Effect of steaming, boiling and microwave cooking on the total phenolics, flavonoids and antioxidant properties of different vegetables of Assam, India, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2 (3), 47-53.
- Salau, R.B., Ndamitso, M.M., Paiko, Y.B., Jacob, J.O., Jolayemi, O.O. and Mustapha, S., 2012, Assessment of the proximate composition, food functionality and oil characterization of mixed varieties of *Cyperus esculentus* (Tiger nut) rhizome flour, *Continental Journal of Food Science and Technology*, 6 (2), 13-19.
- Sanchez, C., Klopfenstein, C.F. and Walker, C.F., 1995, Use of carbohydrate-based fat substitutes and emulsifying agents in reduced-fat shortbread cookies, *Cereal Chemistry*, 72 (1), 25-29.
- Sanchez-Zapata, E., Fernandez-Lopez, J. and Pérez-Alvarez, J.A., 2012, Tiger nut (*Cyperus esculentus*) commercialization: Health aspects, composition, properties,

- and food applications, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11 (4), 366-377.
- Sanful, R.E., 2009, Production and sensory evaluation of tigernut beverages, *Pakistan Journal of Nutrition*, 8 (5), 688-690.
- Savitha, Y.S., Indrani, D. and Prakash, J., 2008, Effect of replacement of sugar with sucralose and maltodextrin on rheological characteristics of wheat flour dough and quality of soft dough biscuits, *Journal of Texture Studies*, 39 (6), 605-616.
- Serinyel, G., 2013, Enzime dirençli nişastanın yağ ikame edici özelliğinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya.
- Shaker, M.A., Ahmed, M.G., Amany, M.B. and Shereen, L.N., 2009, Chufa tubers (*Cyperus esculentus* L.): As a new source of food, *World Applied Sciences Journal*, 7 (2), 151-156.
- Slinkard, K. and Singelton, V.L., 1977, Total phenolic analysis, automation and comparison with manual methods, *American Journal of Enology and Viticulture*, 28 (1), 49-55.
- Smith, W.H., 1972, Hard semi-sweet biscuits. In: *Biscuits, Crackers and Cookies*, Applied Science Publishers, London.
- Swanson, R.B., Carden, L.A., and Parks, S.S., 1999, Effect of a carbohydrate-based fat substitute and emulsifying agents on reduced-fat peanut butter cookies, *Journal of Food Quality*, 22 (1), 19-29.
- Şeker, İ.T., 2005, Kayısı ve elma besinsel liflerinin düşük yağ ve yüksek lif içerikli bisküvi üretiminde kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Malatya.
- Şenerkek, S., 2019, Yağ ikamesi olarak inülin kullanımının bisküvi kalitesi üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.
- Temple, V.J., Ojebe, T.O. and Kapu, M.M., 1990, Chemical analysis of tiger nut (*Cyperus esculentis*), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 50 (2), 261-263.
- Tsao, R., 2010, Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols, *Nutrients*, 2 (12), 1231-1246.
- TTSM, 2020, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü Ankara, <https://www.tarimveorman.gov.tr>, [Ziyaret tarihi: 06.10.2020].

- Ulusoy, S., 2011, Stevia ile tatlandırılmış bisküvilerin kalite özellikleri ve akrilamid içeriğinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mersin.
- Uyar, M., 2021, Besinsel lifler ve yağ ikame maddelerinin kullanımı ile enerjisi kısıtlanmış bisküvi üretimi, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Ünal, S.S., Özer, Ç. ve Olçay, M., 1997, Farklı tipteki bisküvilerin bazı kalite nitelikleri, 2. Un, Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu, Karaman Bildiri Kitapçığı, 197-206.
- Ünal, S.S., 1991, Hububat teknolojisi, *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi*, Ders Kitapları, 29, İzmir.
- Vatankhah, M., Garavand, F., Elhamirad, A. and Yaghbani, M., 2015, Influence of sugar replacement by stevioside on physicochemical and sensory properties of biscuit, *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 7 (3), 393-400.
- Vohra, A. and Satyanarayana, T., 2003, Phytases: Microbial sources, production, purification, and potential biotechnological applications, *Critical Reviews in Biotechnology*, 23 (1), 29-60.
- Wani, A. A., Sogi, D. S., Singh, P., Sharma, P. and Pangal, A., 2012, Dough-handling and cookie-making properties of wheat flour-watermelon protein isolate blends, *Food and Bioprocess Technology*, 5 (5), 1612-1621.
- Webb, T., Heaps, P., Eggitt, P. R., and Coppock, J., 1970, A rheological investigation of the role of water in wheat flour doughs, *International Journal of Food Science and Technology*, 5 (1), 65-76.
- Wills, G.D., 1987, Description of purple and yellow nutsedge (*C. rotundus* and *C. esculentus*), *Weed Tegnology*, 1 (1), 2-9.
- Wilma, A.M. and Chester O.M., 1986, Chufa (*Cyperus esculentus*), US Army Corps of Engineers Washington, 20314-1000.
- Yackel, W.C. and Com, C., 1992, Application of starchbased fat replacers, *Food Technology*, 46, 146-148.
- Zouari, R., Besbes, S., Ellouze-Chaabouni, S. and Ghribi-Aydi, D., 2016, Cookies from composite wheat–sesame peels flours: dough quality and effect of Bacillus subtilis SPB1 biosurfactant addition, *Food Chemistry*, 194, 758-769.
- Zoulias, E. I., Oreopoulou, V. and Tzia, C., 2000, Effect of fat mimetics on physical, textural and sensory properties of cookies, *International Journal of Food Properties*, 3 (3), 385-397.

**EKLER****EK-1 Bisküvi Görselleri**

Yağ İkameli Bisküvi Örnekleri



Şeker İkameli Bisküvi Örnekleri



Şeker ve Yağ İkameli Bisküvi Örneklerine Ait Görseller