

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GEBE VE LAKTASYON DÖNEMİNDEKİ KADINLARDA  
DEMİR VE A VİTAMİNİ EKSİKLİĞİNE YÖNELİK  
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ BİSKÜVİ ÜRETİMİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BASAMAT İBRAHİM ZUGBAİR ABDELMAJED**

**DENİZLİ, AĞUSTOS - 2024**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**GEBE VE LAKTASYON DÖNEMİNDEKİ KADINLARDA  
DEMİR VE A VİTAMİNİ EKSİKLİĞİNE YÖNELİK  
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ BİSKÜVİ ÜRETİMİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BASAMAT İBRAHİM ZUGBAIR ABDELMAJED**

**DENİZLİ, AĞUSTOS - 2024**

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.**

Basamat IBRAHİM ZUGBAİR ABDELMAJED

## ÖZET

**GEBE VE LAKTASYON DÖNEMİNDEKİ KADINLARDA  
DEMİR VE A VİTAMİNİ EKSİKLİĞİNE YÖNELİK  
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ BİSKÜVİ ÜRETİMİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BASAMAT İBRAHİM ZUGBAİR ABDELMAJED  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**(TEZ DANIŞMANI:DOÇ.DR. FATMA IŞIK)**

**DENİZLİ, AĞUSTOS - 2024**

Bu çalışmada, hamile ve emziren kadınlara yönelik demir ve A vitamini ile zenginleştirilmiş bisküviler üretilmiş, demir ve A vitamini eksikliği sorunlarına katkıda bulunulması amaçlanmıştır. Farklı oranlarda havuç, hurma ve balkabağı çekirdeği tozu içeren 15 adet bisküvilerin üretimleri Box-Behnken deney tasarımına göre gerçekleştirilmiştir. Optimal bisküvi formülasyonunun bileşimi sorgum unu+mısır nişastası karışımına %20.000 havuç tozu (HAT), %12.236 balkabağı çekirdeği tozu (BÇT) ve %10.131 hurma tozu (HUT) ikame edilen bisküvi olarak belirlenmiştir. Optimal formülasyon ile üretilen bisküviler ile buğday unu ve sorgum unuyla (SOU) üretilen bisküvilerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri tespit edilerek karşılaştırmaları yapılmıştır. HAT, HUT ve BÇT tozu ikamesi SOU ile üretilen bisküvilerin protein, yağ, kül ve diyet lifi içeriklerinde önemli ( $p<0.05$ ) değişikliklere neden olmuştur. Ayrıca, optimal bisküvinin kül, yağ, protein, diyet lifi, toplam fenolik madde, Fe, Ca, Cu, K, Mg, P, Mn, Zn,  $\beta$ -karoten içerikleri ile antioksidan aktivite değerinin tüm kontrol bisküvilerden önemli derecede ( $p<0.05$ ) yüksek olduğu bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçları; HUT, HAT ve BÇT kullanılarak demir ve A vitamini provitamini  $\beta$ -karoten açısından zengin, yüksek besin değerine sahip bisküvi üretme olasılığını ortaya koymuştur. Demir, kontrol örneğine kıyasla yaklaşık iki buçuk kat artarak 13.41'den (mg/kg) 35.16'ya (mg/kg) yükselmiştir.  $\beta$ -karoten ise kontrol örneğine göre yaklaşık 197 kat artarak 0.52'den (mg/kg) 102.85'e (mg/kg) yükselmiştir. Duyusal analiz sonuçlarında da formülasyonunda HUT, HAT ve BÇT kullanılan OB'nin renk, koku, tat, çiğnenebilirlik ve genel beğeni özellikleri açısından hedonik skalada 7.00/9.00'un üzerinde puanlar aldığı görülmüş olup bu sonuçlar OB'nin duyuşal açıdan beğenildiğini göstermiştir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** A vitamini eksikliği, demir eksikliği, hurma tozu, havuç tozu, balkabağı çekirdeği tozu

## **ABSTRACT**

### **PRODUCTION OF ENRICHED BISCUITS FOR IRON AND VITAMIN A DEFICIENCY IN PREGNANT AND LACTATING WOMEN**

#### **MSC THESIS**

**BASAMAT IBRAHIM ZUGBAIR ABDELMAJED  
PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
FOOD ENGINEERING**

**(SUPERVISOR:ASSOC. PROF. DR. FATMA IŞIK)**

**DENİZLİ, AUGUST 2024**

In this study, it was aimed to contribute to the prevention of iron and vitamin A deficiency anemia by offering biscuits enriched with iron and vitamin A to pregnant and breastfeeding women. 15 types of biscuits containing different proportions of carrot, date, and pumpkin seed powder were produced according to the Box-Behnken experimental design. The composition of the optimal biscuit was determined as having 20.000% carrot powder (CP), 12.236% pumpkin seed powder (PSP), and 10.131% date powder (DP) instead of sorghum flour+ corn starch mixture. The chemical, physical, and sensory properties of the optimal biscuits (OB) were compared with control biscuits. The substitution of CP, DP, and PSP powder caused significant changes in the protein, fat, ash, and dietary fiber contents of the biscuits produced with sorghum flour ( $p<0.05$ ). Additionally, the ash, fat, protein, dietary fiber, total phenolic content, Fe, Ca, Cu, K, Mg, P, Mn, Zn,  $\beta$ -carotene contents, and antioxidant activity values of the (OB) biscuit were found to be significantly ( $p<0.05$ ) higher than those of all control biscuits. The results of this study revealed the possibility of producing biscuits rich in Iron and  $\beta$ -carotene with high nutritional value by using DP, CP, and PSP. Iron increased from 13.41 to 35.16 (mg/kg) and  $\beta$ -carotene increased from 0.52 to 102.85 (mg/kg) compared to the control sample. Sensory analysis results showed that the biscuit (OB) with DP, CP, and PSP in its formulation scored above 7.00/9.00 on the hedonic scale in terms of color, smell, taste, chewiness, and overall preference, indicating that OB was well-liked in sensory terms.

**KEYWORDS:** Vitamin A deficiency, iron deficiency, date powder, carrot powder, pumpkin seed powder

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ .....	vi
SEMBOL LİSTESİ .....	vii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Tezin Amacı.....	2
1.2 Literatür Özeti.....	4
1.2.1 Gebelik ve Laktasyon Döneminde Beslenme .....	4
1.2.2 Gebelik ve Laktasyon Döneminde Makro Besin Öğeleri İhtiyacı.....	5
1.2.2.1 Enerji İhtiyacı .....	5
1.2.2.2 Karbonhidrat .....	6
1.2.2.3 Protein.....	7
1.2.2.4 Yağ.....	7
1.2.2.5 Su .....	8
1.2.3 Gebelik ve Laktasyon Döneminde Mikro Besin Öğeleri İhtiyacı ..	8
1.2.4 Gebelik ve Laktasyon Döneminde A Vitamini Eksikliği ve Prevalansı.....	9
1.2.5 Gebelik ve Laktasyon Döneminde Demir Eksikliği ve Prevalansı.....	11
1.2.6 Gıdalarda Zenginleştirme .....	14
1.2.7 Hammaddeler ve Özellikleri .....	16
1.2.7.1 Tatlı Sorgum .....	16
1.2.7.2 Balkabağı.....	17
1.2.7.3 Havuç.....	18
1.2.7.4 Hurma .....	19
<b>2. MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>21</b>
2.1 Materyal.....	21
2.2 Metot.....	22
2.1.1 Optimizasyonda Kullanılacak Olan Bisküvilerin Üretimi.....	22
2.1.2 Ürünün Optimizasyonu .....	24
2.1.2.1 $\beta$ -karoten Analizi .....	24
2.1.2.2 Mineral Madde Analizi .....	26
2.2 Duyusal Analiz .....	27
2.3 Optimizasyon Sonrası Hammadde ve Bisküvilerde Geçekleştirilen Kimyasal Analizler.....	27
2.3.1 Nem Tayini .....	28
2.3.2 Kül Tayini .....	29
2.3.3 Yağ tayini.....	29

2.3.4	Protein Tayini .....	29
2.3.5	Suda Çözünür, Çözünmeyen ve Toplam Diyet Lifi Tayini .....	30
2.3.6	Mineral Madde Tayini .....	31
2.3.7	Toplam Fenolik Madde Tayini .....	32
2.3.8	Antioksidan Aktivite Tayini .....	32
2.3.9	$\beta$ -karoten Analizi .....	33
2.4	Optimizasyon Sonrası Hammadde ve Bisküvilerde Fiziksel Analizler...	33
2.4.1	Renk Tayini.....	33
2.4.2	Sertlik Tayini .....	33
2.5	Optimizasyon Sonrası Bisküvilerde Gerçekleştirilen Duyusal Analizler	34
2.6	İstatistiksel Analizler .....	34
<b>3.</b>	<b>BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>35</b>
3.1	Optimizasyon Sonuçları.....	35
3.2	Optimizasyon Sonrasında Üretilen Bisküvilerin Demir, $\beta$ -karoten ve Duyusal Analiz Sonuçları .....	36
3.3	Hammadde ve Bisküvilerin Diğer Özellikleri .....	39
3.3.1	Hammaddeler ve Bisküvilerin Temel Kimyasal Kompozisyonları	39
3.3.2	Hammadde ve Bisküvilerin Toplam Fenolik Madde İçerikleri ve Antioksidan Aktivite Değerleri.....	46
3.3.3	$\beta$ -karoten Analiz Sonuçları .....	50
3.4	Fiziksel Analiz Sonuçları.....	51
3.4.1	Bisküvilerin Tekstür Analizi Sonuçları .....	51
3.4.2	Bisküvilerin Renk Değerleri .....	52
3.5	Bisküvilerin Duyusal Analiz Sonuçları .....	54
<b>4.</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>58</b>
<b>5.</b>	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>61</b>
<b>6.</b>	<b>EKLER.....</b>	<b>72</b>
EK A	72	
<b>7.</b>	<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>72</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

<b>Şekil 2.1:</b> Tatlı sorgum unu ve balkabağı çekirdeğı tozu. ....	21
<b>Şekil 2.2:</b> Havuç tozu ve hurma tozu. ....	22
<b>Şekil 2.3:</b> Optimum bisküvi üretimi ve tüm bisküvilerde yapılan analizler için özet şema. ....	25
<b>Şekil 3.1:</b> Bisküvilerin görünümleri. ....	35
<b>Şekil 3.2:</b> OB, KB1, KB2 ve KB3 bisküvilerin görünümleri. ....	54
<b>Şekil 4.1:</b> 40 g KB3 ve OB tüketildiğinde gebe ve emziren kadınların günlük A vitamini ve demir ihtiyaçlarını karşılama oranları. ....	59
<b>Şekil 4.2:</b> Yetişkin bir bireyin 40 g optimal bisküvi tükettiğinde günlük A vitamini ve diğeri mineral ihtiyaçlarını karşılama oranları. ....	60



# TABLO LİSTESİ

## Sayfa

<b>Tablo 1.1:</b> Yetişkin, gebe ve laktasyon dönemindeki kadınlar için önerilen günlük enerji ve makro besin öğeleri gereksinimleri (Mecacci ve diğ. 2015; TÜBER 2015; Courtney ve diğ. 2016) .....	6
<b>Tablo 1.2:</b> Yetişkin, gebeve laktasyon dönemindeki kadınlar için önerilen günlük vitamin, mineral ve su gereksinimleri (IOM 2000; Mecacci ve diğ. 2015; TÜBER 2015).....	8
<b>Tablo 2.1:</b> Box-Behnken deney tasarımı ile oluşturulan bisküvi formülasyonları .....	23
<b>Tablo 2.2:</b> Box-Behnken faktör seviyeleri .....	23
<b>Tablo 2.3:</b> Bisküvi formülasyonları (g).....	24
<b>Tablo 2.4:</b> HPLC koşulları .....	26
<b>Tablo 2.5:</b> Bisküvi formülasyonları (g).....	28
<b>Tablo 3.1:</b> Box-Behnken tasarımına göre üretilmiş olan bisküvilerin demir, $\beta$ -karoten ve genel beğeni değerleri.....	35
<b>Tablo 3.2:</b> Box-Behnken tasarımı için istenebilirlik (desirability) fonksiyonu ile cevap yüzeyi yöntemi sonuçları .....	36
<b>Tablo 3.3:</b> Bisküvilerin Demir, $\beta$ -karoten ve genel beğeni puanları.....	37
<b>Tablo 3.4:</b> Hammaddelerin demir ve $\beta$ -karoten içeriklerinin.....	37
<b>Tablo 3.5:</b> Hammaddelerin bazı kimyasal özellikleri .....	40
<b>Tablo 3.6:</b> Hammaddelerin diyet lifi miktarları .....	41
<b>Tablo 3.7:</b> Bisküvilerin Temel Kimyasal Kompozisyonları .....	42
<b>Tablo 3.8:</b> Bisküvilerin Diyet Lifi Kompozisyonları .....	42
<b>Tablo 3.9:</b> Hammaddelerin mineral madde kompozisyonları (mg/100 g)* .....	44
<b>Tablo 3.10:</b> Bisküvilerin mineral madde kompozisyonları (mg/kg).....	45
<b>Tablo 3.11:</b> Hammaddelerin toplam fenolik madde içerikleriveantioksidan aktivite değerleri.....	47
<b>Tablo 3.12:</b> Bisküvilerin antioksidan aktivite değerleri ve toplam fenolik madde içerikleri.....	49
<b>Tablo 3.13:</b> Hammaddelerin $\beta$ -karoten içeriği miktarı .....	50
<b>Tablo 3.14:</b> Bisküvilerdeki $\beta$ -karoten içeriği miktarı.....	50
<b>Tablo 3.15:</b> Bisküvilerin sertlik değerleri .....	52
<b>Tablo 3.16:</b> Hammaddeler renk parametreleri .....	53
<b>Tablo 3.17:</b> Bisküvi renk parametreleri.....	53
<b>Tablo 3.18:</b> Duyusal analize ait sonuçları .....	55

## SEMBOL LİSTESİ

<b>kg</b>	:	Kilogram
<b>g</b>	:	Gram
<b>mg</b>	:	Miligram
<b>µg</b>	:	Mikrogram
<b>L</b>	:	Litre
<b>mL</b>	:	Mililitre
<b>µL</b>	:	Mikrolitre
<b>µmol</b>	:	Mikromol
<b>v/v</b>	:	Hacim/Hacim
<b>°C</b>	:	Santigrat derece
<b>%</b>	:	Yüzde
<b>Kkal</b>	:	Kilokalori
<b>mm</b>	:	Milimetre

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>GAE</b>	:	Gallik asit eşdeğeri
<b>DPPH</b>	:	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
<b>TE</b>	:	Trolox® eşdeğeri
<b>HUT</b>	:	Hurma tozu
<b>HAT</b>	:	Havuç tozu
<b>BT</b>	:	Balkabağı ekirdeği tozu
<b>MN</b>	:	Mısır nişastası
<b>BBU</b>	:	Buğday unu
<b>SOU</b>	:	Sorgum unu
<b>OB</b>	:	Optimal bisküvi
<b>KB1</b>	:	Buğday unu ile üretilen bisküvi
<b>KB2</b>	:	Buğday unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi
<b>KB3</b>	:	Sorgum unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi

## ÖNSÖZ

Bu çalışmayı gerçekleştirirken, tez konusunun seçiminden, planlamasına, uygulanmasına ve sonuçlarının analizine kadar her aşamada bana bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli hocam Doç.Dr. Fatma IŞIK'e derin minnettarlığımı sunar, sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca yüksek lisans ders dönemlerinde bana destek olan ilk danışman hocam Doç.Dr. Haluk ERGEZER başta olmak üzere Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ndeki tüm Hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimime hazırlanmak için beni tercih ettiği ve Türkiye'deki eğitimim boyunca bana maddi destek sağladığı için Islamic Development Bank (ISDB)'a sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında bana yardımcı olan ve ayrıca manevi desteklerini de esirgemeyen Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği doktora öğrencileri Ünkan URGANCI'ya ve Pınar ŞENGÜN'e içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yine her ihtiyacım olduğunda bana destek olan Araş.Gör. Ufuk Gökçe AYRANCI'ya, Araş.Gör.Dr. Yusuf YILMAZ'a, Elif TAŞDELEN'e, Tuğba KILINÇOĞLU'na ve diğer arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında manevi desteklerini esirgemeyen, motivasyonumu kaybetmemem için hayatım boyunca her anımda yanımda olan sevgili annem Rahma'ya, sevgili babam İbrahim'e ve Ehsan, Eiman, Asrar, Mohammed, Ayat, Taha, Abdo, Nabil, Amine, Alhaji başta olmak üzere tüm arkadaşlarıma ve tüm aile fertlerime beni destekledikleri için sonsuz teşekkür ederim.

# 1. GİRİŞ

Bireylerin hayatlarını sürdürebilmeleri için beslenmeleri gereklidir. Beslenme, bireyin büyümesi, gelişmesi ve ömür boyunca sağlıklı ve üretken bir şekilde yaşayabilmesi için gerekli olan besin öğelerini vücuduna alıp kullanma sürecidir. Bireylerin, gerekli olan besin öğelerini yeterli miktarlarda alması ve bu öğeleri vücutta uygun bir şekilde kullanması durumuna “yeterli ve dengeli beslenme” denir. Bu besin öğeleri, vücudun ihtiyacı olan düzeyde alınmadığında, yetersiz beslenme durumu meydana gelir (Rouf Shah ve diğ. 2016). Bu durumda, yeterli enerji oluşturulamaz ve vücut dokuları yeterince yenilenemez. İnsanlar ihtiyacından fazla miktarda gıda tüketirlerse, bu gıdalarda bulunan fazlalık besin öğeleri vücutta yağ olarak depolanır ve sağlık açısından zararlı olabilir. Bu durum da “dengesiz beslenme” olarak bilinir (Ünsal 2019; Günal 2024).

Bireyin ve toplumun sağlıklı yaşaması ve ekonomik yönden gelişmesi onu oluşturan bireylerin sağlıklı olmasına bağlıdır. Sağlığın temelini, yeterli ve dengeli beslenme oluşturur. Yeterli ve dengeli beslenme sağlıklı beslenme olarak da tanımlanmaktadır. Bu nedenle, tüm bireylerin yaşamları boyunca sağlıklarını koruması, iyileştirmesi ve geliştirmesi, yaşam kalitelerini artırması ve sağlıklı yaşam biçimlerini (sağlıklı beslenme ve fiziksel aktivite alışkanlıkları) benimsemesi hedeflenmelidir (Maleki 2023). Ayrıca, mevcut beslenme sorunlarının (protein-enerji yetersizliği, demir eksikliği anemisi, iyot eksikliği hastalıkları, raşitizm, obezite vb.) en aza indirilmesi veya tamamen ortadan kaldırılması, beslenmeye bağlı kronik hastalıkların (koroner kalp hastalıkları, hipertansiyon, bazı kanser türleri, diyabet, osteoporoz vb.) önlenmesine yönelik yaşam tarzının geliştirilmesi, çevresel koşulların iyileştirilmesi ve geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Demir ve Cicioğlu 2019; Yılmaz 2024).

Bireyin beslenme durumunun değerlendirilmesi, besin öğeleri ihtiyacının ne derecede karşılandığını belirlemek açısından önemlidir. Besin öğeleri alımı ile ihtiyaç duyulan besin öğeleri arasındaki denge, optimal sağlık açısından kritik bir faktördür. Besin öğesi alımı, bir bireyin günlük beslenme alışkanlıklarına dayanmaktadır (Pekcan

2008). Bu dengeyi etkileyen faktörler arasında ekonomik durum, yeme alışkanlıkları, duygusal durum, iklim, kültürel faktörler, çeşitli sağlık sorunları ve iştah gibi etkenler bulunmaktadır. Besin ögesi gereksinimi ise, genel sağlığın sürdürülmesi, büyüme ve gelişme, gebelik ve emzirme dönemleri, stres, enfeksiyonlar, kronik veya akut hastalıklar, vücut sıcaklığının yükselmesi gibi faktörler tarafından belirlenir. Bireylerin beslenme durumlarının bu etkenlerle değerlendirilmesi, sağlıklı bir yaşam sürdürmek ve beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için önemlidir (Pekcan 2008; Murathan 2023).

Vücuda alınan besin öğeleri, hayati fonksiyonların, örneğin kalp, beyin ve karaciğer gibi organların çalışması ve yaşamın sürdürülmesi için gereken enerjinin temininde temel bir rol oynar. Besin öğeleri, büyümeyi ve gelişmeyi destekleme, enerji sağlama ve metabolizmayı düzenleme gibi üç ana fonksiyona sahiptir (Mc Ardle ve diğ. 2007). Ancak, gıdaların içerdiği besin öğeleri hakkında bilgi eksikliği, insanların beslenme alışkanlıklarını olumsuz etkileyebilir, yetersiz beslenmeye neden olabilir. Yetersiz beslenme sonucunda bireylerde marasmus, kuvashiorkor gibi protein-enerji malnütrisyonları, demir ve folik asit eksikliği anemileri, raşitizm, osteoporoz, C vitamini eksikliğine bağlı skorbut, A vitamini eksikliğine bağlı gece körlüğü, kaslarda zayıflama, hafıza güçlükleri vb. rahatsızlıklar görülebilmektedir (Tamer ve Nalbant 2021; Öztürk 2024).

Demir yetersizliği anemisi dünyada en sık görülen hastalıktır ve etiyojisinde birçok neden yer almaktadır. Dünyada, yaklaşık olarak 1.2 milyar kişiyi etkilemektedir (Kassebaum ve diğ. 2014). Özellikle, gelişmekte olan ülkelerde daha fazla olmak üzere, tüm yaş gruplarında görülebilmektedir. Yenidoğanlar, adölesanlar, laktasyon veya gebelik dönemindeki kadınlar ve menopozda olmayan tüm kadınlar, daha yüksek olan demir ihtiyaçları nedeniyle risk altındadır (Lopez ve diğ. 2016; Deniz 2023).

## **1.1 Tezin Amacı**

Bu çalışmanın amacı, başta gebe ve laktasyon dönemindeki (emziren) kadınlar olmak üzere, toplumda demir ve A vitamini eksikliği yaşayan bireylere yönelik zenginleştirilmiş bisküviler üretmektir. Demir ve A vitamini, insan vücudu için önemli mikro besinlerdir. A vitamini, demirin emilimini artırarak, vücuttaki demir seviyesini

yükseltir. Bilimsel makaleler, demir eksikliği anemisinin (kansızlığın) düşük gelirli ülkelerde yaygın olduğunu belirtmektedir. Bu durum, kişilerin satın alma gücünün düşüklüğü ve hayvansal gıdayı düzenli ve yeterli miktarda tüketebilme imkanının yetersizliğiyle ilişkilendirilmektedir (Gernand ve diğ. 2022).

Bisküvi, uzun raf ömrü, pratik kullanımı, hazırlık gerektirmemesi, beğenilerek tüketilmesi, uygun fiyatlı olması nedeniyle dünyanın birçok ülkesinde gıda endüstrisinin önemli bir parçası haline gelmiştir. Bu avantajları göz önünde bulundurulduğunda bisküvinin anemi ile mücadelede besin ögesi kaynağı olacak gıda olarak kullanılması tercih edilmiştir. Yapılan ön denemeler sonucunda; bisküvilerin demir ve A vitaminince zenginleştirilmeleri için, Afrika'da bolca yetişen ve uygun fiyatlı olan, havuç, balkabağı çekirdeği ve hurmanın kullanılmaları düşünülmüştür. Bu hammaddeler, ayrıca diyet lifi oranı ve antioksidan aktivite değeri başta olmak üzere fonksiyonel gıda özelliklerinin yüksek olmasıyla da dikkat çekmektedirler.

Çalışmada; havuç, hurma ve balkabağı çekirdeğinin öğütülüp toz haline getirilip sorgum unu-mısır nişastasası karışımına ikame edilmesiyle üretilen bisküvilerin bazı kimyasal ve duyuşal özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışmada, ikame edilen un olarak sorgum ununun tercih edilmesinin sebebi, tatlı sorgumun Afrika ülkelerinde bol miktarda yetiştirilmesidir. Bu ülkelerde tatlı sorgumun maliyeti, buğday ununa göre daha düşüktür. Ayrıca, tatlı sorgum glutensizdir, bu nedenle çölyak hastaları ve gluten alerjisi olan bireyler için güvenilir bir alternatiftir.

Farklı oranlarda havuç, hurma ve balkabağı çekirdeği tozu içeren bisküvilerin üretimleri Box-Behnken deney tasarımına göre gerçekleştirilmiş ve duyuşal kabul edilebilirlik,  $\beta$ -karoten (provitamin A) ve demir içeriği bakımından en iyi sonuç veren optimal bisküvi formülasyonu belirlenmiştir. Daha sonra, optimal bisküvinin bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri, buğday unuyla üretilen kontrol bisküvisinin ve tatlı sorgum unu ile üretilen kontrol bisküvisinin özellikleriyle karşılaştırılmıştır.

## 1.2 Literatür Özeti

### 1.2.1 Gebelik ve Laktasyon Döneminde Beslenme

Laktasyon döneminde, annenin beslenme tarzı hem süt üretimini hem de annenin kendi sağlığını etkileyen kritik bir faktördür. Hem anne hem de bebek sağlığı açısından önemli olan bu dönem, riskli ve yetersiz beslenmelere karşı son derece hassastır. Aynı zamanda, bebeğin en iyi büyüme ve gelişme seviyelerine ulaşabilmesi için kritiktir (Innis 2014). Bu dönemde annenin metabolizması, bebeğin ve kendi sağlığını korumak için uyum sağlama yeteneği gösterir (Segura ve diğ. 2016; Erçin ve Köseoğlu 2022).

Laktasyon döneminde süt üretimi, anne ne kadar sağlıklı beslenirse beslensin, büyük ölçüde vücut yağlarından elde edilir. Bu nedenle, laktasyonda yetersiz beslenen kadınlarda, bebek anne depolarından alınan enerjiyi kullanırken, anne vücudunda makro ve mikro besin öğeleri eksik kalabilir. Yetersiz beslenme, anne sütünün miktarını etkileyebilir, ancak anne sütünün kalitesini etkilemez. Bu, anne bağışıklık sistemi üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir ve annenin kendi enerji seviyesini düşürebilir. Annelerin gıda değeri yüksek bir diyet sürdürmeleri, hem bebeklerine bakabilme yetenekleri hem de günlük ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri açısından önemlidir. Ancak uzun süreli ve ciddi beslenme yetersizlikleri veya malnütrisyon durumları, laktasyonun düzgün işleyişini bozarak anne sütünü kısa veya uzun vadede etkileyebilir (Segura ve diğ. 2016; Önal 2021).

Laktasyon döneminde, gebelik dönemine göre daha fazla enerji ve makro gıda öğelerine ihtiyaç duyulur. Gebelik süresince tüketilen enerji, laktasyon döneminde sadece ilk 4 aya kadar yetmektedir (TÜBER 2015). Bu nedenle laktasyon dönemi, gebe olan veya olmayan kadınlara göre gıda öğeleri gereksiniminin en yüksek olduğu dönemdir (Selimoğlu 2013; Kahraman ve Köseoğlu 2022).

Gelişmekte olan birçok ülkede, emziren anneler arasındaki en büyük eksikliklerden biri yetersiz besin çeşitliliğidir, anne beslenmesi genellikle karbonhidratlar ve bitkisel kaynaklı proteinler sınırlıdır ve sebzeler ile meyvelerin



tüketimi yetersizdir. Bu nedenle, mikro besin öğeleri ve protein alımı yetersiz olabilmektedir (Weldehaweria ve diğ. 2016).

## **1.2.2 Gebelik ve Laktasyon Döneminde Makro Besin Öğeleri İhtiyacı**

### **1.2.2.1 Enerji İhtiyacı**

Süt üretimine bağlı olarak annenin laktasyon dönemi boyunca artan bir enerji ihtiyacı vardır (Pınar ve Keklik 2022). Bu enerji ihtiyacı, bireyler arasında farklılık gösterebilir, çünkü enerji metabolizması kişiden kişiye değişebilir. Annede, laktasyon döneminin ilk 6 ayında, ortalama olarak günde 780 ml süt üretilir (450-1200 ml/gün). Bu süreçte her 100 ml süt üretimi için yaklaşık 67 kkal enerji harcanır (Mecacci ve diğ. 2015). Emziren anneler için, ekstra 750 kkal/gün enerjiye ihtiyaç vardır. Bu ek enerjinin 250 kkal'si gebelik döneminde depolanan yağlardan karşılanırken, 500 kkal'si gıdalardan sağlanmaktadır (TÜBER 2015). Bu nedenle, EFSA- European Food Safety Authority (AGGO- Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi), ilk 6 ay boyunca annenin ek olarak 500 kkal enerji almasını önermektedir (EFSA 2017). Laktasyonun ikinci 6 ayında üretilen süt miktarı azalır ve EFSA, 6 aydan sonraki dönemde bebeklerde ek gıdaya başlanmasıyla ilgili olarak anneler için spesifik bir öneri sunmamıştır (EFSA 2017; Imre ve diğ. 2022).

Genellikle gebelikte enerji alımı ve anne adayının kilo alımı önemli olmakla birlikte, dengeli bir beslenme kalori alımından daha önemlidir. Günlük tavsiye edilen 300 kkal enerji artışı gebelik öncesi gereksinimin %17'si kadardır. Adölesan dönemdeki kız çocuklarının normal enerji ihtiyacı 2200 kkal Gebelik sürecinde, ilk trimesterde ek bir enerjiye gerek duyulmazken, ikinci ve üçüncü trimesterde +300 kkal/gün enerji eklenmesi, günlük 2500 kkal enerji sağlanması önerilmektedir (Trumbo ve diğ. 2002; Yalçınbaş ve diğ. 2021). Gebe ve laktasyon dönemindeki kadınlar ve normal yetişkin bir kadın için gerekli olan enerji değerleri ile besin öğesi ihtiyaçları Tablo 1.1'de derlenmiştir.

**Tablo 1.1:** Yetişkin, gebe ve laktasyon dönemindeki kadınlar için önerilen günlük enerji ve makro besin öğeleri gereksinimleri (Mecacci ve diğ. 2015; TÜBER 2015; Courtney ve diğ. 2016)

Besin Öğesi	Yetişkin	Gebe	Laktasyon
Enerji ( kkal )	2000-2200	2200-2500	2500-2600
Karbonhidrat (g/gün )	130	175	210
Yağ (%)	20-35	20-35	20-35
Protein (g/kg/gün )	0.6-0.9	0.8	1.3
Lif (g/gün)	25	28	29

### 1.2.2.2 Karbonhidrat

Karbonhidratlar, vücudun temel enerji kaynağıdır ve laktasyon döneminde büyük önem taşır. Anne, vücut ağırlığını korurken besleyici karbonhidratları tercih etmelidir. Örneğin; tam tahıllar, sebzeler ve meyveler daha dengeli enerji sağlar ve sindirim sistemimize katkıda bulunur. Yüksek glisemik indeksli gıdaların aşırı tüketimi annede kilo alımına neden olabilir (Tzanetakou ve diğ. 2011). Bu nedenle karbonhidrat alırken, yüksek lif içeriği, fitokimyasallar ve bağırsak hareketlerinin düzenlenmesine yardımcı olan rafine edilmemiş ve yüksek lif içeriğine sahip kompleks karbonhidratlar tercih edilmelidir (Labuschagne ve diğ. 2012). DRI (Dietary Reference Intake, Diyet Referans Alımı) günlük 29 g lif tüketimini önermektedir (Mahan 2011). Ayrıca, TÜBER (Türkiye Beslenme Rehberi), enerjinin %45-60'ının karbonhidratlardan sağlanmasını (TÜBER 2015), TÜBER ve IOM (Institute of Medicine, Tıp Enstitüsü) günde 210 g karbonhidrat alımını önermektedir (Mecacci ve diğ. 2015). Bu miktarlar laktasyon dönemi ve annenin aktivitelerine göre değişebilir. Örneğin, zayıf veya gebelik sırasında az kilo alan annelere daha fazla karbonhidrat verilebilir. Önerilen miktarlar, uygun kan şekeri seviyelerinin sağlanması ve keton üretiminin önlenmesi için önemlidir (TÜBER 2015). Gebelik döneminde, sağlıklı bir diyetin yaklaşık %50'sinin karbonhidratlardan gelmesi önerilir. Bu, vücudun ihtiyaç duyduğu gıda öğelerini karşılamak açısından ideal bir orandır. Ancak, bu karbonhidrat kaynaklarının seçimi de önemlidir. Basit karbonhidratlar yerine, lif içeriği yüksek ve glisemik indeksi düşük gıdalar tercih edilmelidir. Bunlar genellikle kurubaklagiller, sebzeler, kabuklu meyveler gibi gıdalardır (Kahraman ve Başakın 2021; Pınar ve Keklik 2022).

### 1.2.2.3 Protein

Laktasyon döneminde, protein ihtiyacı süt üretim miktarına bağlı olarak artar. Bebeğin tamamlayıcı gıdalara başlama zamanına bağlı olarak farklı protein alımı önerileri bulunmaktadır. Bebeğin ilk 6 ay boyunca büyümesi hızlıdır ve sadece anne sütü alır, bu nedenle annenin protein ihtiyacı bu dönemde daha yüksektir. TÜBER, enerjinin %12-20'sinin protein alımıyla sağlanmasını önermektedir (TÜBER 2015). Bu alınan proteinlerin en az %50'sinin hayvansal kaynaklı olması gereklidir. Sezaryen doğum yapanlar, adölesanlar ve yetersiz beslenen annelerde ek protein ihtiyacına gerek olabilir (Qasem ve diğ. 2010). IOM ve DRI adölesan dönem dahil olmak üzere laktasyon sırasında, günlük ortalama 1.3 g/kg protein veya 25 g/gün ek protein alımınıya da toplamda 71 g/gün alımını tavsiye etmektedir (Uçar ve Yılmaz 2020). Yaşam boyunca olduğu gibi gebelik sırasında da fazla veya yetersiz protein alımından kaçınılmalıdır, adölesanların (14-18 yaş aralığındaki kız çocukları) günlük yaklaşık 46 g (0.8 g/kg) protein alımı tavsiye edilmektedir. Adölesan gebelerde ise günlük protein ihtiyacı 71 g'a yükselmektedir (Trumbo ve diğ. 2002; Akbaba ve Fırat 2023).

### 1.2.2.4 Yağ

Anne sütündeki yağ miktarını etkilemese de, anne tarafından tercih edilen diyetler, sütteki yağ asitlerinin kompozisyonunu etkileyebilir. Özellikle docosahexaenoik asit (DHA) ve eicosapentaenoik asit gibi uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri, anne beslenmesinden etkilenebilir (Akaç 2021). İnsan beyni ve retina da bulunan ana çoklu doymamış yağ asidi DHA'dır. Bu nedenle, laktasyon döneminde anne yeterli miktarda çoklu doymamış yağ asidi tükettiğinde, bebeğin psikomotor nöro gelişimi olumlu yönde etkilenebilir. Yalnızca bebek için değil, çoklu doymamış yağ asitleri (omega-3 takviyesi) tüketiminin, annede doğum sonrası depresyon riskini azaltmada da olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiştir (Koletzko ve diğ. 2011). Yağ, süt üretiminde enerji kaynağı olarak kullanılır. Laktasyon sırasında, günlük yağ alımı toplam enerjinin %20-35'i kadar olmalıdır (TÜBER 2015), genel sağlığın korunması için ve kalp-damar hastalıkları riskinin azaltılması amacıyla önerilmektedir. Yağlar, vücudun enerji ihtiyacını karşılamının yanı sıra, hücre zarlarının yapısında, hormon üretiminde ve vitaminlerin emiliminde de kritik rol oynar. Ancak, yağların kalitesi ve kaynağı da önemlidir. Örneğin, doymuş yağların alımı sınırlandırılırken, doymamış yağların (özellikle omega-3 ve omega-6 yağ

asitleri) tüketimi teşvik edilmektedir (Büyüksulu ve diğ. 2019; Çelikkan 2021; Torres-Gonzalez 2023).

### 1.2.2.5 Su

Laktasyon döneminde, süt miktarının olumsuz etkilenmemesi için annenin yeterli miktarda sıvı tüketmesi gereklidir. Sıvı alımı günde ortalama 2.5-3.0 L veya fazladan 1 litre sıvı tüketimi olmalıdır. Gebeler için de günlük 3 litre su tüketimi önerilmektedir (Sawka 2005; Jun ve diğ. 2020). Sıvı alımı için boş karbonhidrat kaynağı olan içecekler yerine taze sıkılmış meyve suları, süt, bitki çayları gibi daha besleyici sıvılar tercih edilmelidir (Martinez 2014).

### 1.2.3 Gebelik ve Laktasyon Döneminde Mikro Besin Öğeleri İhtiyacı

Laktasyon dönemindeki kadınların A, C, E, B6, B12, folat, niasin, riboflavin, tiamin, demir, iyot, selenyum, çinko gibi vitamin ve mineral gereksinimleri artış göstermektedir. Buna karşın, D ve K vitaminleri ile kalsiyum, florür, magnezyum ve fosfor gibi minerallerin gereksinimi emzirme döneminde farklılık göstermez (Jouanne 2021). Gebe ve laktasyondaki kadınlar ve yetişkin kadınlar için önerilen günlük vitamin, mineral ve su gereksinimleri Tablo 1.2'de verilmiştir.

**Tablo 1.2:** Yetişkin, gebeve laktasyon dönemindeki kadınlar için önerilen günlük vitamin, mineral ve su gereksinimleri (IOM 2000; Mecacci ve diğ. 2015; TÜBER 2015)

Besin Öğesi	Yetişkin	Gebe	Laktasyonda
Vitamin A ( $\mu\text{g}$ )	600-700	2500-2567	1300-3000
Kalsiyum (Ca) (mg)	800-1000	1000-1200	1000-1300
Demir (Fe) (mg)	10-18	22-27	8-11
Çinko (Zn) (mg)	7-8	9-11	10-13
Bakır (Cu) (mg)	0.7-0.9	0.9-1.2	1.2-1.6
Magnezyum (Mg) (mg)	170-240	320-350	240-300
Vitamin C (mg)	60-85	70-100	90-130
Niasin (mg)	14-18	17-22	17-22
Vitamin B6 (mg)	1.1-1.3	1.6-1.9	1.7-2
Su (L)	2.5-2.7	3	2.5-3.0

#### 1.2.4 Gebelik ve Laktasyon Döneminde A Vitamini Eksikliği ve Prevelansı

Anne sütündeki bazı vitaminlerin konsantrasyonu, annenin kendi düzeyine bağlı olarak değişebilir ve anne tarafından yetersiz alınması bebekte vitamin eksikliğine yol açabilir. Özellikle tiamin (B1), riboflavin (B2), B6, B12, C, E ve A vitaminlerinin alımında laktasyon dönemi boyunca artış yapılması önerilmektedir (Salam ve diğ. 2014; Segura ve diğ. 2016).

Bebekler, doğduklarında karaciğerlerinde nispeten az miktarda depolanmış A vitamini ile doğarlar ve bu nedenle büyük ölçüde dışarıdan, annelerinin sütü veya diğer gıda kaynakları aracılığıyla A vitamini alımına bağımlıdırlar (Alparslan 2023). Anne sütündeki A vitamini içeriği, emziren kadının kendi A vitamini durumu ve beslenmesi ile ilişkilidir. Gelişmekte olan düşük gelirli ülkelerde yaşayan kadınların sütlerinde A vitamini seviyesi, gelişmiş ülkelerde yaşayan kadınlara kıyasla daha düşük bulunmuştur (Miller ve diğ. 2015). Bu kadınlara yapılan A vitamini takviyelerinin, sütteki A vitamini konsantrasyonunu artırdığı görülmüştür (Miller ve diğ. 2015).

14-18 yaş arası emziren adölesanlar için diyetle önerilen alım (RDA, Recommended Dietary Allowance); 2.800-3000 µg RAE (retinol aktivite eşdeğeri)/gün, 19-50 yaş arası emziren kadınlar için ise 1300 µg RAE/gün'dür (Goldhaber 2003). Adölesan gebelerde günlük 750 µg RAE, 19-50 yaş arası gebelerde günlük 770.1 µg RAE alım tavsiye edilmektedir. Adölesan gebelerde üst limit 2799.9 µg RAE /gün'dür (Kahraman ve Başakın 2021).

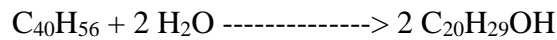
A vitamini, annenin ve bebeğin sağlığını korumak için hayati önem taşır. AVE (A vitamini eksikliği), başta Afrika ve Güneydoğu Asya olmak üzere düşük gelirli tüm ülkelerdeki hamilelerde ve en çok da çocuklarda görülen bir halk sağlığı sorunudur. Çocuklarda ve hamile kadınlarda göz kuruluğu gelişimine yol açmaktadır, DSÖ (Dünya Sağlık Örgütü), 6-59 ay arası çocuklar ile A vitamin eksikliğinin halk sağlığı sorunu olduğu ülkelerde yaşayan hamile kadınlar gibi belirli nüfus grupları için A vitamini profilaktik takviyesi önermektedir (WHO 2013a; WHO 2013b).

Bir toplumda A vitamini eksikliğinin önlenmesi için öncelikle; ekonomik problemlerin çözülmesi, eğitimin artırılması, sosyokültürel yapının düzenlenmesi,

ekolojik düzenlemelerin yapılması, genel sağlık hizmetleri ve enfeksiyon kontrolünün sağlanması gerekmektedir (Wiysonge ve diğ. 2011).

Havuç, zengin bir  $\beta$ -karoten kaynağıdır. Havuç kökü ayrıca mineral ve karbonhidrat bakımından da zengin bir kaynak olarak kabul edilir (Sharma 2018). Karaciğer, balık, süt ve süt ürünleri, koyu yeşil ve turuncu renkli meyve ve sebzeler A vitamini ve onun öncüsü  $\beta$ -karoteni için iyi kaynaklardır (TÜBER 2015).

Karoten vücutta vitamin A'nın ön maddesi olarak bulunur ve provitamin A olarak isimlendirilir. Karoten, bitkisel yiyeceklerdeki sarı pigmentte bulunur. Fakat sarı pigmentin hepsi karoten değildir. Karotenin alfa, beta ve gama izomerleri vardır. Yiyeceklerde  $\beta$ -karoten yaygın olarak bulunur ve vitamin A'ya daha kolay çevrilir. Havuç, tatlı patates, kabak, ıspanak ve brokoli gibi sebzeler,  $\beta$ -karotenin başlıca diyet kaynaklarıdır. Antioksidan özellikleri sayesinde serbest radikallerin zararlarını azaltarak hücre sağlığını korur ve yaşlanma belirtilerini geciktirebilir.  $\beta$ -karoten, bağırsakta bulunan  $\beta$ -karoten 15,15'-dioxygenaz enzimi tarafından A vitaminine (retinol) dönüştürülür. Bu enzim,  $\beta$ -karoten molekülünü iki retinol molekülüne parçalar. Retinol, daha sonra retinil esterler veya retinoik asit gibi biyolojik olarak aktif A vitamini formlarına dönüştürülür. Bu süreç, özellikle ince bağırsakta gerçekleşir ve yağlı gıdaların varlığı dönüşüm oranını artırır.  $\beta$ -karotenin A vitaminine dönüşüm verimliliği, bireysel faktörlere ve diyet bileşenlerine bağlı olarak değişebilir. Genellikle, 12  $\mu$ g  $\beta$ -karotenin 1  $\mu$ g retinol eşdeğeri (RE) olarak kabul edildiği bir dönüşüm oranı kullanılır. Bu oran, hem Amerikan Gıda ve Beslenme Kurulu (AGBK) hem de Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından kabul edilmektedir. Daha spesifik olarak, 1  $\mu$ g retinol eşdeğeri (RE) = 12  $\mu$ g  $\beta$ -karoten (besinlerden) veya 2  $\mu$ g  $\beta$ -karotendir (takviyelerden) (Tang 2010; Junji 2023; Shi ve diğ. 2023).  $\beta$ -karotenin kimyasal yapısı  $C_{40}H_{56}$ 'dır ve kimyasal olarak 2 molekül A vitaminine hidrolize olabilir:



$\beta$ -karotenin yalnızca yaklaşık 1/3'ü absorbe olur ve absorbe olanın da ancak yarısı A vitaminine dönüşür. Böylece diyetten bulunan  $\beta$ -karotenin %16'sı A vitaminine dönüşmüş olur. Genel olarak kabul edilen dönüşüm oranları şu şekildedir:

$$-1 \mu\text{g } \beta\text{-karoten} = 0.083 \mu\text{g retinol eşdeğeri (RE) (12:1 oranına göre)}$$

-1 IU  $\beta$ -karoten = 0.05  $\mu$ g retinol eşdeğeri (24:1 oranına göre)

-1 IU A vitamini = 0.3 mikrogram retinol » = 0.6 mikrogram  $\beta$ -karoten

A vitamini, göz sağlığı ve bağışıklık sistemi için vazgeçilmezdir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, A vitamini eksikliği ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir. Görme bozuklukları, bağışıklık sistemi zayıflığı ve hatta körlük gibi sonuçlar doğurabilir.  $\beta$ -karoten açısından zengin gıdaların tüketimi, A vitamini eksikliğini önlemede etkili bir yöntemdir (Ross 2010; Clagett-Dame ve Knutson 2011).

$\beta$ -karotenin A vitaminine dönüşümü, sağlığımız açısından büyük öneme sahip karmaşık bir biyokimyasal süreçtir;  $\beta$ -karoten takviyesinin A vitamini seviyelerini önemli ölçüde artırabileceğini göstermektedir. Diyetle alınan  $\beta$ -karoten, vücutta A vitamini üretiminde kritik rol oynar ve bu dönüşüm, bireylerin genel sağlık durumunu olumlu yönde etkileyebilir. Dengeli bir diyetle  $\beta$ -karoten alımının artırılması, özellikle A vitamini eksikliğini önlemede etkili bir strateji olmaktadır (Junji 2023; Yao ve diğ. 2022).

### **1.2.5 Gebelik ve Laktasyon Döneminde Demir Eksikliği ve Prevalansı**

Yetişkin bir bireyin vücudunda yaklaşık 3-5 g demir minerali bulunur. Bu demirin büyük bir kısmı kanda ve kırmızı kan hücrelerinde bulunan hemoglobin içerisinde. Demirin başlıca görevi, hücrelere oksijen taşınmasını sağlamak ve akciğerlerden karbondioksit taşınmasını kolaylaştırmaktır (Samur 2012).

Demir açısından zengin kaynaklar hem miktar hem de emilim kolaylığı açısından et ve et ürünleridir. Bunun yanı sıra, yumurta, yeşil yapraklı sebzeler, pekmez, kuru meyveler, kuru yemişler ve kuru baklagiller iyi demir kaynaklarıdır. Özellikle bitkisel kaynaklı demir kaynaklarının yanında C vitamini içeren sebze ve meyve tüketimi, demirin emilimini artıracaktır. Tahılların mayalanması, fitatların parçalanmasına yardımcı olduğu için demir emilimini olumlu etkileyebilir. Ayrıca, demir emilimini azaltıcı etkiye sahip kafein ve tanenleri içeren kahve, çay vb. içeceklerin yemek sırasında tüketilmemesi önerilmektedir (Tang ve diğ. 2019; Kangalgil ve diğ. 2021).

14-18 yaş arası emziren adölesanlar için diyetle önerilen demir alımı 10 mg/gün iken, 19-50 yaş arası emziren kadınlar için bu değer 9 mg/gün'dür. Tüm emziren kadınlar için belirlenen üst alım düzeyi (UL) ise 45 mg/gün'dür (Salwen 2017). Gebelikte, demir ihtiyacı fetüsün büyümesi, plasenta ve artan anne kırmızı kan hücreleri için artmaktadır. Günlük demir ihtiyacı, beslenme kaynağına (bitkisel ve hayvansal) bağlı olarak değişmektedir; bitkisel kaynaklı beslenmede günlük gereksinim 27 mg/gün olarak belirlenmektedir. Anne adayına demir desteği sağlandığında, bebek doğduğunda altı aya kadar yeterli demir depoları ile doğmaktadır (Güler ve diğ. 2019).

Anemi, birçok farklı nedene bağlı olarak ortaya çıkabilen bir durumdur, ancak en yaygın nedenlerden biri beslenme eksiklikleri ile ilişkilidir. Bu eksikliklerin başında demir eksikliği gelir. Demir eksikliği, büyümenin hızlı olduğu dönemlerde ve özellikle çocuklar arasında sık görülür. Aynı zamanda gebelik sırasında artan demir ihtiyacı ve menstrüasyon, demir eksikliği anemisinin oluşmasına katkıda bulunan faktörlerdir (Yılmaz 2021).

Anemi, hemoglobinin yaş ve cinsiyete göre belirlenen değerlerin altında olmasıdır (İliçin ve diğ. 2003). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) yetişkinlerde hemoglobin konsantrasyonunun kadınlarda 12 g/dL'nin ve erkeklerde 13 g/dL'nin altında olmasını anemi olarak tanımlamıştır (Nandigam ve diğ. 2004; Eisenstaedt ve diğ. 2006).

Anemi sık karşılaşılan önemli bir sağlık sorunudur ve gelişmiş ülkelerde herhangi bir nedenle hastaneye başvuran hastaların %30'undan fazlasında anemi saptandığı, bu oranın gelişmekte olan ülkelere daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Dilek ve diğ. 2000; Karakuş ve diğ. 2016). Dünyada aneminin en sık nedeni demir eksikliğidir. Kadınlarda anemi erkeklerden daha fazla görülmektedir (Dilek ve diğ. 2000; Karakuş ve diğ. 2016).

Dünya Sağlık Örgütü'ne (DSÖ) göre, ağır anemi, özellikle gelişmekte olan ülkelere, anne maternal ölümlerinin %40'ına zemin hazırlamaktadır. Gelişmiş ülkelere ise anemi, preterm doğum, prematüre membran rüptürü, enfeksiyonlar ve fetal gelişme geriliği ile ilişkilendirilmiştir. Yorgunluk, nefes darlığı, çarpıntı, konsantrasyon eksikliği ve düşük entelektüel kapasite gibi belirtiler anemiyle ilişkilendirilmiştir (Yıldız ve Yapar Eyi 2012).



Demir eksikliği anemisi (DEA) dünyada en sık görülen hastalıktır ve etiyolojisinde birçok neden yer almaktadır. Dünyada, yaklaşık olarak 1.2 milyar kişiyi etkilemektedir (Kassebaum ve diğ. 2014). Özellikle, gelişmekte olan ülkelerde daha fazla olmak üzere, tüm yaş gruplarında görülebilmektedir. Yenidoğanlar, adölesanlar, laktasyon veya gebelik dönemindeki kadınlar ve menopozda olmayan tüm kadınlar, artan demir ihtiyaçları nedeniyle risk altındadır (Lopez ve diğ. 2016). Ancak, risk grupları dışında da demir eksikliği anemisi sık rastlanan bir sağlık sorunudur. Amerikan sağlıklı erişkin kan donörlerinde yapılan bir araştırmada kadın donörlerinüçte ikisinde, erkeklerin ise yarısında demir eksikliği anemisi saptanmıştır (Levi ve diğ. 2016; Miller 2016; Schotten ve diğ. 2016).

Kadınlarda aneminin en sık sebebi olarak adet kanamaları göze çarpmaktadır; kadınlar, her adet döneminde yaklaşık 16 mg demir kaybetmektedirler (Miller 2016; Auerbach ve diğ. 2021). Gelişmekte olan ülkelerde sık sebep, malnütrisyon iken, gelişmiş ülkelerde ise en sık sebep gastrointestinal kanamalardır. Ayrıca son yıllarda önemli popülariteye sahip vegan diyet de, özellikle gelişmiş ülkelerde, önemli bir malnütrisyon ve demir eksikliği anemisi nedeni olarak ortaya çıkmaktadır (Camaschella 2019; Raut ve diğ. 2022). Gelişmiş ülkelerde erişkin erkeklerde ve menopozdan sonra kadınlarda DEA sıklığı %2-5 iken, 15-59 yaş arası kadınlarda %10 ve gebelerde %23 olarak bildirilmiştir (Camaschella 2019; Raut ve diğ. 2022).

Demir eksikliği anemisini tedavi etmek önemlidir, ancak daha da önemlisi önlemektir. Demir ve diğer mikro besin maddelerinin eksikliğini önlemek için besin ögesi temelli yaklaşımlar en etkili ve kalıcı yöntemlerdir. Bu tür yaklaşımlar sadece tek bir mikro besin maddesinin eksikliğini değil, aynı zamanda pek çok diğer besin maddesinin eksikliğini önleyebilir (Taylor ve Rampton 2015).

Yetersiz beslenmenin önlenmesinde; diyetin iyileştirilmesi, gıdaların zenginleştirilmesi (fortifikasyon) veya destek (supplementasyon) yaklaşımları kullanılabilir. Bu yöntemlerin her birinin diğerine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Duruma ve kişilere göre 3 yaklaşımdan en uygun olanın kullanılması önerilmektedir (Miller ve Welch 2013; Yılmaz 2021).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre anemi özellikle gebelerde ve çocuklarda mortalite ve morbidite artışına yol açan yaygın bir halk sağlığı sorunudur. Dünya genelinde anemi prevalansı; okul öncesi çocuklarda %47.4, gebe kadınlarda

%41.8, gebe olmayan kadınlarda ise %30.2'dir. DSÖ'ne göre bir ülkede anemi prevalansı %5 ise sorun yoktur, %5-19 arasında ise hafif, %20-39 arasında ise orta, %40 ise ağır bir halk sağlığı sorunu vardır. Dünyada 818 milyon kadın ve küçük çocuğun kötü beslenmeye bağlı anemik olduğu bilinmektedir (Yılmaz 2021).

Çoğu annenin doğum sonrası anemiden iyileşmesi doğumdan sonraki haftalar veya bazen aylar içinde gerçekleşir. Ancak iyileşme uzun sürerse, demir eksikliği ve aneminin işlevsel sonuçları ortaya çıkabilir (depresif belirtiler, bilişsel fonksiyon eksiklikleri, yorgunluk, düşük iş performansı, bozulmuş bağışıklık fonksiyonu gibi) (Corwin ve diğ. 2003; Bodnar ve diğ. 2005). Ayrıca, doğum sonrası demir eksikliği anemisi, anne-çocuk etkileşiminin daha zayıf işlev göstermesi ve hatta gecikmiş bebek gelişimi ile ilişkilendirilmiştir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında, herhangi bir ortamda doğum sonrası aneminin yaygınlığını ve zaman içindeki eğilimlerini izlemek ve doğumdan sonra düşük hemoglobin değerlerinin en önemli risk faktörlerini değerlendirmek önemlidir (Beard ve diğ. 2005; Perez ve diğ. 2005).

### **1.2.6 Gıdalarda Zenginleştirme**

Gıda zenginleştirme, eksik mikrobesein maddelerinin gıdalara eklenmesi yöntemini ifade eder. Bu yöntem, mikrobesein eksikliklerinin önlenmesinde orta ve uzun vadede oldukça etkili bir uygulamadır (Küçük ve Yıbar 2018). Zenginleştirilmiş gıdaların risk altındaki herkes tarafından yeterince tüketilmesi önemlidir. Ancak bu her zaman mümkün olmayabilir, özellikle yoksul ve kırsal bölgelerde yaşayan insanlar kendi gıdalarını üretmeyi tercih etmektedir. Bu nedenle, gıda zenginleştirme programlarının başarısı, sosyoekonomik faktörler, yerel alışkanlıklar ve tüketici tercihleri gibi bir dizi değişkeni içerir. Gıda zenginleştirme programları, eksiklik riski taşıyan nüfus gruplarına ulaşmayı hedeflemelidir ve bu konuda kamusal ve özel sektör işbirliği önemlidir (Küçük ve Yıbar 2018; Chadare ve diğ. 2019).

Gıdaların besleyici öğelerle zenginleştirilmesi, 1940'lı yıllardan bu yana uygulanan bir yöntemdir. Bu süre zarfında tiamin, riboflavin, niasin, demir, iyot, A, C ve D vitaminleri gibi besin öğeleri, çeşitli gıdalara eklenmiştir. 1992 yılında Roma'da düzenlenen "Çocuklarda Demir Eksikliği Anemisini Önleme Yaklaşımları" başlıklı uluslararası beslenme konferansında, gıdaya dayalı etkinlik ve gıda zenginleştirmenin

vitamin ve mineral eksikliklerinin önlenmesinde önemli bir strateji olduğu vurgulanmıştır (Idjradinata ve Pollitt 1993; Demircioğlu ve Aslan 2023). Bu gıda zenginleştirme programları, genellikle tahıl ürünleri, süt ve süt ürünleri, katı ve sıvı yağlar, bazı özel ürünler (tuz, monosodyumglutamat, şeker, soslar vb.), çay, içecekler ve bebek mamaları gibi temel gıda maddelerine uygulanır. Tahıl ürünleri, birçok ülkenin temel gıda maddesi olup günlük enerjinin büyük bir kısmını sağladığı için en sık zenginleştirilen ürünler arasındadır. Türkiye’de de günlük enerjinin önemli bir kısmı başta ekmek olmak üzere unlu mamullerden gelmektedir. Bu nedenle bu tür gıdaların zenginleştirilmesi, eksik mikrobesein maddelerini karşılamak için önemli bir stratejidir (Chadare ve diğ. 2019; Georgieff ve diğ. 2019).

Gıdaların demir ve A vitamini ile zenginleştirilmesi; pirinç, bisküvi, makarna, margarin, ekmek gibi yaygın tüketilen gıdalaradimir ve A vitamininin doğrudan veya bu mikrobesein öğelerini içeren hammaddelerin ilavesiyle yapılmaktadır. Burada önemli olan zenginleştirilen gıdanın ülkenin her bölgesindeki hedef gruplara ulaşabilmesidir. Bununla birlikte, hedef grup olmalarına rağmen ekonomik sorunlar nedeniyle tüketimin kısıtlı olması veya denetimsiz gıdaların alınması takviyede başarıya ulaşma şansını düşürmektedir (Georgieff ve diğ. 2019).

Zenginleştirmede kullanılacak olan gıdalar seçilirken o ülkede yaygın üretilen ve ekonomik hammaddelerin seçilmesi hem uygulamada kolaylık sağlayacak hem de ürün satış rakamlarındaki artışa fazla yansımayacaktır. Dolayısıyla mevcut çalışmada; tatlı sorgumun unu, havuç, balkabağı çekirdeği ve hurma temel hammaddeler olarak kullanılmıştır.

Günümüzde pek çok kişi, diyetlerinde kullanmak için sağlıklı un alternatifleri aramaktadır. Meyve ve sebze tozları, geleneksel unlara ek sağlık yararları olan alternatif unlardır. Literatürde beyaz unun obeziteyeve ilişkili rahatsızlıklara neden olabileceğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Pourafshar ve diğ. 2010). Sebze ve meyve tozlarıgluten alımından kaçınmak isteyenler veya gerçek gluten alerjisi olanlar için iyi bir seçimdir. Bu tozlar,ekmek, kek, turta, erişte gibi ürünlerde buğday ununa veya glutensiz unlara ikame edilerek kullanılabilirler. Ürünleri diyet lifi, mineraller, vitaminler ve biyoaktif bileşenlerce zenginleştirmeye de katkı sağlarlar (Perfilova ve diğ. 2020). Yapılan literatür taramalarında yeşil yapraklı sebzeler, kuru meyveler, kuru yemişlerin demir açısından, koyu yeşil ve turuncu renkli meyve ve sebzelerin A

vitamini ve onun öncüsü  $\beta$ -karoteni açısından iyi kaynaklar olduğu görülmektedir (Samur 2012; TÜBER 2015). Bu çalışmada hammadde olarak kullanılan balkabağı çekirdeği tozu bisküvilerin demirce zenginleştirilmesi, havuç da A vitamininin provitamini olan  $\beta$ -karotene zenginleştirilmesi maksatlarıyla kullanılmışlardır. Böylece özellikle demir ve A vitamini eksikliği yaşayan gebe ve laktasyon dönemindeki kadınlar için beslenmede destek olabilecek doğal hammaddelerle katkılanmış zenginleştirilmiş ürünler üretilmesi hedeflenmiştir.

## 1.2.7 Hammaddeler ve Özellikleri

### 1.2.7.1 Tatlı Sorgum

Graminea familyasına ait, anavatanı kuzey ve orta Afrika olarak bilinen Tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) güçlü kök yapısıyla her türlü iklim şartlarında yetiştirilen bir bitkidir. Yetiştirme süresi 3-4 aylık bir periyottadır (Guiying ve diğ. 2000). Kök sistemi sayesinde kuraklığa dayanıklıdır, adaptasyon kabiliyeti iyidir (Köppen ve diğ. 2009). Farklı toprak tiplerine adapteolabilen, kumlu, killi, tuzlu, alkali topraklarda yetiştirilebilen bir bitkidir (Reddy ve diğ. 2005).

Tatlı Sorgum, küresel olarak yetiştirilen bir tahıl ürünü olup, mısır, buğday, pirinç ve arpadan sonra üretimde beşinci sırayı almaktadır ve 2017’de dünya genelinde yaklaşık olarak 57.6 milyon ton üretim kaydedilmiştir, Tatlı sorgum, amino asitler, karbonhidratlar, protein, vitaminler ve mineraller de dahil olmak üzere temel besin öğelerini içermektedir. Yüksek protein içeriği, özellikle gelişmekte olan ülkelerde ciddi bir sorun olan “Protein Enerji Malnütrisyonu” ile mücadelede yardımcı olur. Diğer tahıl türleri gibi makro ve mikro besin öğeleri açısından zengindir, yüksek miktarda nişasta (%72), yağ (%2.3-2.8) ve protein (%8.9-11.02) içerir (Udachan ve diğ. 2012).

Tatlı sorgumda bulunan esansiyel mineraller arasında çinko, potasyum, demir, bakır, magnezyum ve fosfor bulunmaktadır. tatlı sorgumun ve türevlerinin, çölyak hastalığı olan bireyler için güvenli bir alternatif diyet olarak hizmet ettiği doğrulanmıştır (Kulamarva ve diğ. 2009).

Tatlı sorgumun gıda ve içeceklerde büyük bir potansiyeli bulunmaktadır. Tatlı sorgum, ekmekler, tortilla cipsleri, kurabiyeler, erişte ve et ürünlerinin hazırlanması ve kaplanması dahil olmak üzere birçok gıda ürününde çalışılmıştır (Winger ve diğ. 2014). Aynı zamanda insan beslenmesinin yanı sıra hayvan yemi olarak, alkollü içecekler, şeker, biyoyakıt, şurup ve yüksek kaliteli kağıt üretiminde kullanılan çok yönlü bir bitkidir (Whitfield ve diğ. 2012). Bazı tatlı sorgum çeşitlerinin tanen gibi antinutrisyonel faktörleri dikkate değer miktarda içerdiğide bildirilmiştir. Bununla birlikte, bazı sorgum çeşitleri koyu renk, keskin tat ve yüksek lif içeriği nedeniyle insan beslenmesinde kabul edilemez, ekmek ve pastacılık ürünleri üretimi için uygun değildir (Mehboob ve diğ. 2015; Elnasikh ve diğ. 2020).

### 1.2.7.2 Balkabağı

Balkabağı (*Curcubita maxima*), Cucurbitaceae ailesinden orta büyüklükte bir bitkidir ve meyvelerive tohumları insan tüketimi için yetiştirilmektedir (Qamar ve diğ. 2019). Beslenme ve tıbbi uygulamaları nedeniyle son yıllarda balkabağı çekirdekleri popülerlik kazanmıştır. Bubitkinin tohumları benzersiz bir aroma ve cevizimsi tat içermekte olup, dünyanın birçok ülkesinde (Kanada, ABD, Nijerya, Türkiye) tuzlu olarak veya kavrulmuş atıştırılabilir olarak tüketilmektedir. Ayrıca, zengin protein (30.23 g/100g), demir, magnezyum, çinko, potasyum, bakır, fosfor, A vitamini, tokoferol ve karotenoid içeriği nedeniyle fermente edilmiş, filizlenmiş, fırınlanmış gibi diğerşekillerde de satılmaktadır. Birçok ülke, özellikle Hindistan, Brezilya, Meksika ve Çin, balkabağını geleneksel tıbbi uygulamalarda kullanmaktadır (National Institutes of Health, NIH (Ulusal Sağlık Enstitüleri 2019).

Balkabağı çekirdeği, lezzetli tadı, aroması ve çekiciliği nedeniyle Afrika'da da yaygın olarak kullanılan önemli bir gıda maddesidir. Çekirdeklerin A vitamini içeriği 33.72 ile 36.83 µg/100g arasındadır. Tohumlar yaş esasa göre 100 gramda 8.80 mg demir, 1.43 mg bakır, 7.80 mg çinko, 4.54 mg magnezyum ve 1232.00 mg fosfor içermektedir (Ambi ve diğ. 2021).

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Walmart, Costco ve Trader Joe gibi birçok gıda mağazası, özellikle balkabağı çekirdeğine dayalı bir dizi gıda ürününü tanıtmaktadır. Kullanıldığı başlıca ürünler; sebze salatası, granola parçaları, ekmekler, kinoa salatası, tortilla cipsleri ve kurabiyelerdir (Çınar 2018).

### 1.2.7.3 Havuç

Dünyada, ekonomik açıdan en önemli 10 sebze mahsulünden biri havutur, Güneybatı Asya'da ortaya çıkan ve tüm dünyada tüketilen havuç (*Daucus carota*), bahencilikle ilgili bir kök sebze mahsulüdür ve eski zamanlardan beri popülerdir. Beslenme açısından havuç, yüksek provitamin A ( $\beta$ -karoten) konsantrasyonu ile bilinir (Char 2017).

Havuç yaklaşık olarak %88 su, %1 protein, %7 karbonhidrat, %0.2 yağ ve %3 liften oluşur. Karbonhidrat fraksiyonu neredeyse tamamen basit şekerlerdir, ağırlıklı olarak sukroz, glikoz, fruktoz ve az miktarda nişasta içerir. Havuç iyi bir lif kaynağıdır. Ayrıca havuç, hücrelerin, dokuların ve kemiklerin normal çalışması için gerekli olan magnezyum, kalsiyum, potasyum, fosfor, organik sodyum ve diğer birçok iz mineral gibi makro ve mikro minerallerin kaynağıdır (Char 2017; Singh ve diğ. 2018).

Havuç, A vitamini veya provitamin A oluşturmak için önemli bir kimyasal bileşik olarak  $\beta$ -karotene sahiptir. Toplam 95.1 mg/100 g karotenoid içeren havuç, yalnızca  $\beta$  ve  $\alpha$ -karoten bakımından zengindir. Koyu turuncu havuçlar en yüksek toplam karotenoidi içerir, ardından turuncu ve kırmızı havuçlar gelir. Sarı, mor, siyah ve beyaz havuçların toplam karotenoid içerikleri daha düşüktür.  $\beta$ -karotenin ana kaynağı olan havuç, lutein ve likopen gibi çeşitli diğer lipofilik antioksidanların da iyi bir kaynağıdır. Genel olarak havuçların rengi, karotenoid tipinin ve sahip oldukları miktarın iyi bir göstergesidir (Brasil ve Siddiqui 2018; Ahmad ve diğ. 2019).

Havuç, sebze olarak (taze, konserve ve susuz); salatalarda, meyve sularında, çorbalarda, turşularda ve tatlılarda yer alır (Çümen ve Bostancı 2021). Havuç posası ekmek, kek, sos, turşu ve fonksiyonel içeceklerde kullanılabilir (Char 2017). Havucun meyve suyu, karışık meyve suları ve bebek mamalarının formülasyonunda temel bir bileşen olarak kullanımı dünya çapında artmaktadır (Ibdah ve diğ. 2019).

Literatürde; havuç tozunun, bisküvi (Baltacıoğlu ve diğ. 2019), kurabiye (Kausar ve diğ. 2018), sosis (Alvarado-Ramírez ve diğ. 2018) probiyotik yumuşak peynir (Kamel ve diğ. 2023) ve düşük yağlı yoğurt (Madora ve diğ. 2016) gibi ürünlerin üretiminde kullanıldığı çalışmalar mevcuttur.

#### 1.2.7.4 Hurma

Hurma ağacı (*Phoenix dactylifera* L.) yeryüzünde tarımın ilk dönemlerinde kültürü yapılan bitki türlerinden biridir. Bu nedenle antik ürün olarak da anılır. Hurma yetiştiriciliğinin eski Mezopotamya bölgesinde veya batı Hindistan'da ortaya çıktığına inanılmaktadır (Yıldız ve Sohrabi 2019). Günümüzde, Kuzey Afrika, Orta Doğu ve Orta Amerika'da birkaç kurak ve yarı kurak ülkede başlıca mahsuldür (Ghnimi ve diğ. 2017). Dünya çapında yaklaşık 5000 farklı çeşit hurma ağacı vardır. Hurma yetiştirme alanı, dünyada doğuda Hindistan'dan batıda Fas'a kadar uzanan kurak bölgeleri kapsar. Hurma üretiminde bölgelere göre dağılıma bakılacak olursa; Asya kıtası, Suudi Arabistan, Birleşik Arap Emirlikleri, Bahreyn, İran, Irak, Umman, Kuveyt, Pakistan, Yemen ve Türkmenistan'da yetişen yıllık 60 milyon ton hurma ile ilk sırada yer almaktadır. Afrika kıtası Cezayir, Mısır, Fas, Moritanya, Libya, Mali, Nijer, Sudan, Çad, Tunus ve Somali'deki yıllık 32 milyon ton üretimle ikinci sıradadır. Asya ve Afrika'nın ardından, Amerika Birleşik Devletleri ve Meksika'da yıllık 600 bin ton, Avrupa'da (İspanya) 320 bin ton ve Avustralya'da 30 bin ton hurma üretilmektedir. Birleşik Arap Emirlikleri, yıllık yaklaşık 1.5 milyon ton hurma üreten, dünyanın en büyük doku kültürü laboratuvarına sahiptir (Zaid 2010; Fatıma 2016).

Hurma meyvesi, özellikle besin değeri yüksek önemli bir meyvedir. Meyvelerinin yüksek enerji deposu olması, 16 farklı aminoasit içermesi, lif, mineral, vitaminlerce zengin olması nedeniyle diğer besin ögesi kaynaklarına erişim veya olanaktan yoksun insanların hayatta kalması için önemli değere sahip besleyici bir meyvedir (Hussain ve diğ. 2020).

Hurma meyvesi, yüksek şeker içeriğine sahiptir, genellikle %44.0 ila %88.0 arasında şeker içerir. Ayrıca genellikle %2.0 protein, %2.5 yağ, %1.2 mineral içermektedir. Aynı zamanda potasyum bakımından zengindir ve muzdan yaklaşık 2.5 kat daha fazla potasyum içerir. Kalsiyum, magnezyum, demir, fosfor, bakır ve A, B1, B2, niasin ve C gibi çeşitli vitaminleri içerir. Hurmanın etli kısmında yağ oranı %0.2 ila %0.5 arasındayken, çekirdeğindeki yağ oranı %7.7 ile %9.7 arasındadır (Aktürk ve Işık 2012). Hurmanın toz formuna dönüştürülmesi, ticari üretim dahil olmak üzere birçok üründe kolay karışabilirlik, saklama ve işlenebilirlik özelliklerini artırabilmektedir (Moghbeli ve diğ. 2019).

Hurma, taze veya kurutulmuş haliyle tüketildiği gibi, birçok gıda ürününde de kullanılmaktadır. Hurma suyu konsantresi, hurma şurubu, hurma pekmezi, sirke, organik asitler, marmelat gibi birçok ürünün yapımında hammadde olarak yer almaktadır. Ayrıca, pastacılıkta da kullanılan bir malzemedir. Bu geniş kullanım yelpazesi, tatlılar, içecekler ve farklı gıda ürünleri için hurmanın çeşitli formlarda kullanılabilmesini sağlamaktadır (Aktürk ve Işık 2012).

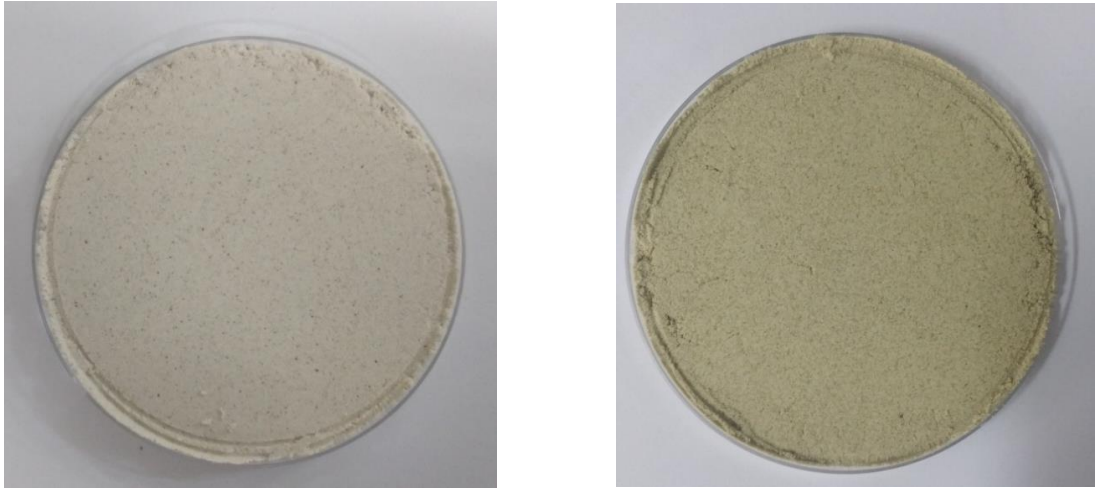
Hurmalar, doğal şeker ve biyoaktif bileşikleri yüksek içermesi nedeniyle işlenmiş gıdaların üretiminde katkı şekerinin ideal bir alternatifidir. Bilimsel kanıtlar, rafine beyaz şeker tüketiminin obezite riskini artırdığını ve ayrıca kardiyovasküler hastalık risk faktörlerini artırdığını belirtmektedir (Jafarpour ve diğ. 2017). Hurmalar, rafine şeker yerine geçmesi amacıyla birçok yiyecek hazırlığında kullanılmaktadır. Literatürde, hurma şurubu veya ezmesinin, kek, dondurma, yoğurt, tava ekmeğigibi ürünlerin üretiminde kullanıldığı araştırmalara rastlamak mümkündür (Aboubacar ve diğ. 2010; Jafarpour ve diğ. 2017; Bilyk ve diğ. 2021).



## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1 Materyal

Çalışmada kullanılan tatlı sorgum unu (Aktarloji Doğal Ürünler), mısır nişastası (Dr. Oetker mısır nişastası), buğday unu (Efsane buğday unu), havuç tozu (Tito Havuç Tozu), hurma tozu (Hurma Aşkı, Bilgetürk Gıda), balkabağı çekirdeği tozu (Glokim) ve Arap zıkkını (Astera Bitkisel Ürünler) internet sitelerinden satın alınmıştır. Şeker (Petek Toz Şeker), margarin (Bizim margarin) ve kabartma tozu (Dr. Oetker kabartma tozu) Denizli’de bulunan yerel marketlerden satın alınmıştır. Tatlı sorgum unu, balkabağı çekirdeği tozu, havuç tozu ve hurma tozunun resmi sırasıyla 2.1, ve 2.2 numaralı şekillerde gösterilmiştir.



**Şekil 2.1:** Tatlı sorgum unu ve balkabağı çekirdeği tozu.



**Şekil 2.2:** Havuç tozu ve hurma tozu.

## **2.2 Metot**

### **2.1.1 Optimizasyonda Kullanılacak Olan Bisküvilerin Üretimi**

Bu tez çalışmasında, bisküviler yanıt yüzey yöntemi çerçevesinde Box-Behnken tasarımına (Tablo 2.1) göre üretilmiştir. Bisküvi üretiminde havuç tozu (HAT), hurma tozu (HUT) ve balkabağı çekirdeği tozu (BÇT) miktarları faktörler olarak seçilmiştir. Deneyler 2 tekerrürlü 2 paralelli gerçekleştirilmiştir.

Faktörlerin alt ve üst seviyeleri ön denemeler ile belirlenmiştir. Box-Behnken tasarımında kullanılan faktörlerin en düşük (-1), orta (0) ve en yüksek (1) seviyeleri Tablo 2.2'de verilmiştir. Burada belirtilen havuç tozu, hurma tozu ve balkabağı çekirdeği tozu oranları, bisküvi karışımının toplam kuru madde miktarının yüzdesi olarak verilmiştir.

**Tablo 2.1:** Box-Behnken deney tasarımı ile oluşturulan bisküvi formülasyonları

Deney Sıra no	X (HAT)	Y (HUT)	Z (BÇT)
1	-1	-1	0
2	1	-1	0
3	-1	1	0
4	1	1	0
5	-1	0	-1
6	1	0	-1
7	-1	0	1
8	1	0	1
9	0	-1	-1
10	0	1	-1
11	0	-1	1
12	0	1	1
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0

**Tablo 2.2:** Box-Behnken faktör seviyeleri

Faktör	Box-Behnken Faktör Seviyeleri		
	-1	0	1
X (HAT)	0	%10	%20
Y (HUT)	0	%10	%20
Z (BÇT)	0	%10	%20

Üretimlerde her formülasyon için margarin, pudra şekeri, arap zıncı, kabartma tozu ve su miktarları sabit tutulmuştur. Bisküvi formülasyonlarında HAT, HUT ve BÇT ikameleri yapıldıktan ve miktarı sabit bileşenler eklendikten sonra kalan kuru madde miktarının toplamının 100 olması için, geriye kalan miktar 50:50 oranında hazırlanan sorgum unu: mısır nişastası karışımı ile tamamlanmıştır. Buna göre kuru esasa göre 100 g bisküvi formülasyonlarında kullanılan bileşenlerin miktarları Tablo 2.3'te gösterilmiştir.

**Tablo 2.3:** Bisküvi formülasyonları (g)

Örnek No	SOU	MN	HAT	HUT	BÇT	Margarin	Pudra şekeri	Arap zamlı	Kabartma tozu	Su
1	30.15	30.15	0	0	6.7	20	10	2	1	20
2	23.45	23.45	13.4	0	6.7	20	10	2	1	20
3	23.45	23.45	0	13.4	6.7	20	10	2	1	20
4	16.75	16.75	13.4	13.4	6.7	20	10	2	1	20
5	30.15	30.15	0	6.7	0	20	10	2	1	20
6	23.45	23.45	13.4	6.7	0	20	10	2	1	20
7	23.45	23.45	0	6.7	13.4	20	10	2	1	20
8	16.75	16.75	13.4	6.7	13.4	20	10	2	1	20
9	30.15	30.15	6.7	0	0	20	10	2	1	20
10	23.45	23.45	6.7	13.4	0	20	10	2	1	20
11	23.45	23.45	6.7	0	13.4	20	10	2	1	20
12	16.75	16.75	6.7	13.4	13.4	20	10	2	1	20
13	23.45	23.45	6.7	6.7	6.7	20	10	2	1	20
14	23.45	23.45	6.7	6.7	6.7	20	10	2	1	20
15	23.45	23.45	6.7	6.7	6.7	20	10	2	1	20

SOU: Sorgum unu, BBU: Buğday unu, MN: Mısır nişastası, HAT: Havuç tozu, HUT: Hurma tozu, BÇT: Balkabağı çekirdeği tozu.

Bisküvi formülasyonumdaki tüm bileşenler masa tipi mikserin (KMM060 Mutfak Şefi, Kenwood) karıştırma haznesine eklenip 10 dakika boyunca orta hızda karıştırılmıştır ve bisküvi hamuru elde edilmiştir. Şekil almaya uygun hale gelen bisküvi hamurları 2 mm incelikte açılarak bisküvi formuna getirilmiş, bisküvi kalıbı vasıtasıyla kesilmiş ve fırın tepsinine uygun aralıklarla dizilmiştir. Bisküvi hamurları önceden 170°C'ye ısıtılmış konveksiyonel fırında (Özköseoğlu fırın, Türkiye) 12 dakika pişirilmiştir. Optimum bisküvinin elde edilmesi için yapılan analizler ve optimum bisküvi ile karşılaştırılacak kontrol bisküvilerde yapılan analizler Şekil 2.5'te özetlenmiştir.

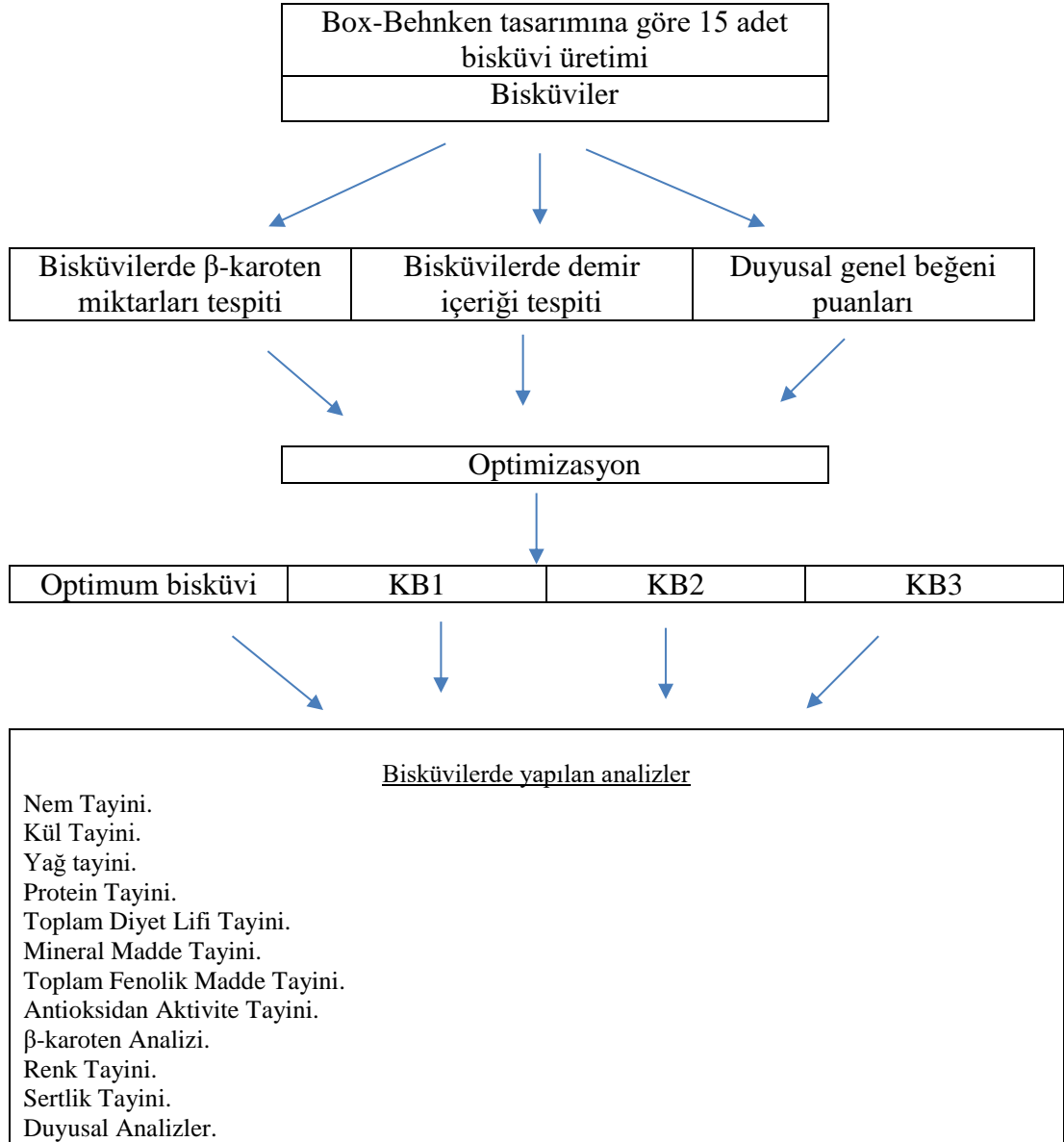
### 2.1.2 Ürünün Optimizasyonu

Bu tez çalışmasında, maksimum genel beğeni skoru, maksimum  $\beta$ -karoten içeriği ve maksimum demir içeriğine göre bisküvi formülasyonları optimize edilmiştir.

#### 2.1.2.1 $\beta$ -karoten Analizi

$\beta$ -karoten ekstraksiyonu, Demiray (2009)'ın tarif ettiği yöntemin uyarlanmasıyla yapılmıştır. Bu amaçla, numunelerden 2'şer g tartılıp üzerine 20 mL ultra saf su eklenmiş ve numuneler laboratuvar tipi homojenizatörde homojen hale getirilmiştir. Daha sonra, homojen hale getirilen numunelere %1 butillenmişhidroksitoluen içeren 35 mL etanol:hekzan (4:3) karışımı eklenmiştir.

Numuneler ardından 1 dakika boyunca vortekste karıştırılmıştır. Vortekste karıştırılan numuneler 4°C’de 9000 rpm’de santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra üstte kalan şeffaf hekzan fazından 5 mL şırınga ile alınmış ve 0.45 µm’lik şırınga ucu filtreden geçirilerek numuneler hazırlanmıştır. Numuneler zaman kaybetmeden HPLC cihazına enjekte edilmiştir.



KB1: Buğday unu ile üretilen bisküvi, KB2: Buğday unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi, KB3: Sorgum unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi.

**Şekil 2.3:** Optimum bisküvi üretimi ve tüm bisküvilerde yapılan analizler için özet şema

$\beta$ -karoten analiz koşulları Tablo 2.4'te verilmiştir.  $\beta$ -karoten standartları Sigma-Aldrich firmasından temin edilmiştir.  $\beta$ -karoten miktarının belirlenebilmesi için farklı konsantrasyonlarda (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120 ppm) standart içeren çözeltiler hazırlanmış ve bu çözeltiler kullanılarak kalibrasyon eğrileri çizilmiştir. Sonuçlar mg/kg olarak raporlanmıştır.

**Tablo 2.4:** HPLC koşulları

Cihaz	Shimadzu LC20AD
Yazılım	Shimadzu LC solution
Kolon	ACE Generix 5 C18 250 x 4.6 mm
Dedektör ve çalışma koşulları	Shimadzu 20AD PDA, 284 nm
Kolon fırını ve sıcaklık	Shimadzu CTO-20A Kolon fırını, 25 °C
Akış hızı	1 mL dk
Mobil faz	%1 Asetik asit ultra saf su: asetonitril (95:5)
Enjeksiyon hacmi	20 $\mu$ L

### 2.1.2.2 Mineral Madde Analizi

Hammaddenin ve bisküvi örneklerinin mineral madde tayininde. “Inductively Coupled Plasma Optical Emission” spektrometresi (ICP-OES, Perkin Elmer, Optimal 2100 DV, Massachusetts, ABD) kullanılmıştır. Kalibrasyon eğrisinin çizilebilmesi için gereken standart element çözeltileri, analitik saflıktaki 1000 mg/L konsantrasyonlarındaki atomik absorpsiyon spektrometresi standart çözeltilerinden (“Inorganic Ventures” veya “VHG Labs” tekli element standartları) hazırlanmıştır. Standart çözeltilerin seyreltilmesinde ise %2’lik nitrik asit çözeltisi kullanılmıştır. Örnekler, ön hazırlık aşamasında, porselen krozelere tartıldı ve AOAC 985.35’e (1988) göre yakılmıştır ve 1N HNO<sub>3</sub> çözeltisinde çözündürülmüştür. ICP-OES cihazının çalışma parametreleri; RF gücü 1.5 kW, plazma gaz (Ar) akış hızı 15 L/dakika, auksilary gaz (Ar) akış hızı 0.2 L/dakika, nebulizer akış hızı 0.6 L/dakika, örnek akış hızı 1.5 mL/dakika, gecikme zamanı 10 saniye, ortam sıcaklığı 24° C olacak şekilde ayarlanmıştır. Analiz edilecek minerallerin tanımlanması için kullanılan dalga boyu değerleri, cihazı üreten firma tarafından hazırlanan kullanım kılavuzundan (Boss ve Fredeen, 2004) elde edilmiştir. Mineral madde tayiniyle hammaddenin ve

bisküvilerin Kalsiyum (Ca), Demir (Fe), Çinko (Zn), Manganez (Mn), Fosfor (P), Bakır (Cu), Magnezyum (Mg) ve Potasyum (K) içerikleri saptanmıştır. Mineral madde analizinden elde edilen sonuçlardan yalnızca Demir (Fe) mineralinin sonucu optimizasyonda yanıt olarak kullanılmıştır.

## **2.2 Duyusal Analiz**

Duyusal analizlere, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi öğretim elemanları ve öğrencilerinden oluşan, yaşları 20 ila 65 yaş arasındaki 11 erkek ve 13 kadından oluşan toplam 24 panelist katılım sağlamıştır. Panelistlerden bisküvileri genel beğeni parametrelerine göre hedonik skalada 1 (aşırı kötü) ile 9 (mükemmel) puan arasında puanlamaları istenmiştir. Bisküvi örnekleri, rastgele seçilen 3 basamaklı sayılarla kodlanmıştır ve her tadım sonrasında ağız içinin nötrlenmesi için panelistlerden bir parça etimek yenmesi ve su içilmesi istenmiştir. Paneller, panelistlerin birbirinden ve ortamdan etkilenmeyecekleri şekilde paravanlarla bölünmüş masalarda yapılmıştır. İlk duyusal analizdeki genel beğeni puanları optimizasyon aşamasında yanıt olarak kullanılmıştır. Optimizasyon işlemi Design-Expert Version-11 (Stat-Ease Inc., Minneapolis, Minnesota, USA) programında gerçekleştirilmiştir. Optimum olarak belirlenen formülasyon kullanılarak üretilen bisküvilere yine duyusal analiz, A vitamininin provitamini olan  $\beta$ -karoten analizi ve demir analizi yapılmıştır.

## **2.3 Optimizasyon Sonrası Hammadde ve Bisküvilerde Geçekleştirilen Kimyasal Analizler**

Bölüm 2.2.2.'de tarif edildiği üzere bisküvi formülasyonunda optimizasyon gerçekleştirilmiş ve ardından belirlenen oranlara göre optimal bisküviler üretilmiştir. Optimal bisküvinin belirlenmesi,  $\beta$ -karoten, demir ve genel beğeni puanları maksimize edilerek gerçekleştirilmiştir. Buna göre optimal bisküvinin; formülasyonundaki sorgum unuile mısır nişastası karışımına %20.000 HAT, %12.236 BÇT ve %10.131 HUT ikame edilecek bisküvi olduğu tespit edilmiştir. Üretilen optimal bisküvilerin kimyasal, fiziksel ve duyusal özelliklerinin değişiminin doğru bir karşılaştırmasını

yapmak üzere 3 adet de kontrol bisküvisi üretilmiştir. Üretilen kontrol bisküvilerden birincisi un olarak sadece buğday ununun kullanıldığı (KB1), ikincisi buğday unu ile mısır nişastasının yarı yarıya karıştırıldığı (KB2), üçüncüsü de tatlı sorgum unu ile mısır nişastasının yarı yarıya karıştırıldığı (KB3) bisküvilerdir. Üretilen tüm bisküvilerinin formülasyonları Tablo 2.5'te verilmiştir.

**Tablo 2.5:** Bisküvi formülasyonları (g)

Örnek No	OB	KB1	KB2	KB3
SOU	19.305	0	0	33.50
BBU	0	67.00	33.50	0
MN	19.305	0	33.50	33.50
BÇT	8.20	0	0	0
HUT	6.79	0	0	0
HAT	13.40	0	0	0
Margarin	20.00	20.00	20.00	20.00
Pudra şekeri	10.00	10.00	10.00	10.00
Arap zamkı	2.00	2.00	2.00	2.00
Kabartma tozu	1.00	1.00	1.00	1.00
Su	20.00	20.00	20.00	20.00

SOU: Sorgum unu, BBU: Buğday unu, MN: Mısır nişastası, HAT: Havuç tozu, HUT: Hurma tozu, BÇT: Balkabağı çekirdeği tozu, OB: Optimal bisküvi, KB1: Buğday unu ile üretilen bisküvi, KB2: Buğday unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi, KB3: Sorgum unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi.

### 2.3.1 Nem Tayini

Hammaddelerin ve bisküvilerin nem tayini AOAC (1990)'a göre gerçekleştirilmiştir. Analiz için kapaklı alüminyum kurutma kapları,  $105\pm 2^{\circ}$  C sıcaklıkta 2 saat boyunca sabit bir tartıma getirilmiştir. Öğütülmüş örnekler, kurutma kaplarının yüzeylerine homojen bir şekilde yerleştirilmiştir ve etüvde  $105\pm 2^{\circ}$  C sıcaklıkta, örnekler sabit ağırlığa ulaşana kadar (yaklaşık 24 saat süren) kurutma işlemi uygulanmıştır. Örneklerin nem içeriği, kurutma sırasında kaybedilen suyun, başlangıçtaki örnek ağırlığına oranlanmasıyla hesaplanmıştır.



### 2.3.2 Kül Tayini

Hammaddenin ve bisküvilerin kül tayini AOAC (1990)'a göre gerçekleştirilmiştir. Porselen krozeler analiz için sabit bir tartıma getirilmiş ve öğütülmüş örnekler krozelerin içine Yaklaşık 1 g olacak şekilde tartılmıştır. Yakma işlemi, kül fırınında (Elektro-mag M1813, Türkiye) örneklerin rengi beyaza yakın bir renge dönüşene kadar (yaklaşık 8 saat süren)  $820\pm 5^{\circ}$  C sıcaklıkta kademeli olarak gerçekleştirilmiştir. Kül içeriği, örneklerin yakma öncesindeki ağırlığı ile yakma sonrasındaki ağırlığı arasındaki işlem sonunda krozelerde kalan kalıntının ağırlığının, başlangıç örnek ağırlığına oranlanması ile % kül miktarı hesaplanmıştır.

### 2.3.3 Yağ tayini

Yağ tayini, AOAC (1990) standartlarına uygun olarak Soxhlet metoduyla gerçekleştirilmiştir. Öğütülmüş örnekler, yaklaşık 10 g ağırlığında, selüloz kartuşlara tartılarak Soxhlet cihazına yerleştirilmiştir. Yağın ekstraksiyonu, petrol eteri solventi kullanılarak  $75^{\circ}\text{C}$ 'de 6 saat boyunca gerçekleştirilmiştir. Soxhlet balonundaki petrol eteri, geri soğutmalı rotary evaporatörü ile uzaklaştırılmış ve yağın toplandığı Soxhlet balonu, balondaki petrol eterinin uzaklaştırılması için  $105^{\circ}\text{C}$ 'de 1 saat bekletilmiştir. Elde edilen yağın ağırlığı, başlangıçtaki örnek miktarına oranlanarak ham yağ içeriği hesaplanmıştır.

### 2.3.4 Protein Tayini

Protein analizi, AOAC (1990) standartlarına uygun olarak mikro-Kjeldahl metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kjeldahl balonlarına yaklaşık 1 g ağırlığında örnekler tartılmış ve üzerlerine Kjeldahl tableti ve 10 mL sülfürik asit eklenerek, örnekler parlak yeşil renge dönüşene kadar  $420^{\circ}\text{C}$ 'de yakma işlemi uygulanmıştır. Yakma işlemi sonrasında, örnekler %40'lık NaOH varlığında distilasyon cihazında distile edilmiştir. Elde edilen azotlu bileşikler, %4'lük borik asit çözeltisine tutunmuş ve 0.1 N HCl ile titrasyon yapılarak örneklerdeki azot miktarı belirlenmiştir. Elde

edilen değerler, 5.7 faktörü ile çarpılarak örnek miktarına oranlanmış ve ham protein içeriği hesaplanmıştır.

### 2.3.5 Suda Çözünür, Çözünmeyen ve Toplam Diyet Lifi Tayini

Bisküvilerin ve hammaddelerin toplam, çözünür ve çözünmeyen diyet lifi içeriği AOAC 991.43 (1995) ve AACC 32-07 (1995) metotlarına göre belirlenmiştir. Bu analizde  $\alpha$ -amilaz, proteaz ve amiloglikozidaz enzimlerini içeren Megazyme (Megazyme International Ireland Ltd., Wicklow, İrlanda) toplam diyet lifi analiz kiti kullanılmıştır. Analizin devamında, kül ve protein tayinleri de gerçekleştirileceği için her örnekten çift tartım (M1, M2) alınmıştır.

Örneklerin ısıya dayanıklı  $\alpha$ -amilaz enzimi ile sindirilebilir nişastası 95-100°C'de hidrolize edilmiş, ardından proteaz ve amiloglikozidaz enzimleri ile 60°C'de sindirilebilir proteinlerin hidrolizi yapılmıştır. Elde edilen karışım, Celite eklenmiş ve sabit tartıma getirilmiş Goochkozelerinden (sinter cam filtreli, 30 mL, 1D POR:2) vakum pompası ile filtre edilerek filtrenin üzerinde biriken artık kısım 70°C'de saf suyla yıkanmıştır. Filtrat uzaklaştırıldıktan sonra krozedeki kalan artık kısım etanol ve aseton ile yıkanmıştır. Bu işlemler sonucunda elde edilen artık kısım çözünmeyen diyet lifini, çözünmeyen tuzları ve sindirilemeyen proteinleri içermektedir.

Analizin ikinci kısmında, elde edilen filtrata, diyet lifinin suda çözünen fraksiyonunu çökebilmek için 60°C'de %95'lik etanol eklenmiş ve karışım oda koşullarında 1 saat bekletilmiştir. Sonrasında çökelti, vakum pompası ile filtre edilerek etanol ve asetonla yıkanmıştır. Bu çökelti, diyet lifinin çözünen fraksiyonunu, mineralleri ve sindirilemeyen proteinleri içermektedir.

Çözünür ve çözünmeyen diyet liflerini içeren krozeler, 105±2°C'de bir gece kurutulmuş ve ardından selit miktarları çıkartıldıktan sonra kalan kalıntılar protein ve inorganik madde miktarlarının tespiti için protein ve kül tayinlerine tabi tutulmuştur. Protein ve kül tayinlerinin sonuçları hesaplandıktan sonra (P, A), bu veriler formüle uygun yerlere konularak suda çözünür, çözünmeyen ve toplam diyet lifi içerikleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Çözünür diyet lifi içeriği şu şekilde hesaplanmıştır;

$$\% \text{ Diyet Lifi} = \{[(R1+R2) / 2 - P - A - B] / (M1 + M2) / 2\} \times 100$$

M1: Örneğin 1. paralelinin ağırlığı

M2: Örneğin 2. paralelinin ağırlığı

R1: M1 örneğinin gooch krozesinde kalan çözünür fraksiyonunun kalıntısı

R2: M2 örneğinin gooch krozesinde kalan çözünür fraksiyonunun kalıntısı

P: R1 kalıntısındaki protein miktarı

A: R2 kalıntısındaki kül miktarı

B: Kör

B (kör) aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$B = (BR1 + BR2) / 2 - BP - BA$$

BR: Kör kalıntı

BP: BR1'den elde edilen kör protein

BA: BR2'den elde edilen kör kül

Çözünmeyen diyet lifi içerikleri aynı formülde R'ler yerine çözünmeyen fraksiyonun kalıntısını, P ve A yerine de çözünmeyen fraksiyonun kalıntısının (R) protein ve kül miktarlarını koyarak hesaplanmıştır.

Örneklerin toplam diyet lifi içeriği ise çözünür diyet lifi ile çözünmeyen diyet lifi içeriklerinin toplanmasıyla hesaplanmıştır.

### **2.3.6 Mineral Madde Tayini**

Hammaddelerde, optimal bisküvilerde ve kontrol bisküvilerinde mineral madde tayini Bölüm 2.2.2.2'de tarif edildiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

### 2.3.7 Toplam Fenolik Madde Tayini

Hammaddelerde ve bisküvi örneklerinde toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite tayini için öncelikle örneklerden ekstraktlar hazırlanmıştır:

Ekstrakt hazırlamada ilk olarak 1 g örnek Falcon da denilebilir tüplerine tartılmış ve üzerine 10 mL %70'lik metanol çözeltisi ekledikten sonra homojenizatörde 12.0 rpm hızında 1 dakika boyunca homojenize edilmiştir. Daha sonra örnekler ultrasonik su banyosunda (Elma E 60 H, Almanya) 10 dakika bekletilmiş, ardından orbital çalkalayıcıda (WiseShake SHO-1D, Almanya) 160 devirde 15 dakika çalkalanmıştır. Ardından örnekler, 4°C'de 8500 rpm hızında 20 dakika santrifüjlenmiş (Hettich, Universal 30 RF, Almanya) ve berrak üst faz 25 mL'lik balonjojelere alınmıştır. Çökelti kısmına tekrar 10 mL metanol çözeltisi eklenip aynı işlemler bir kez daha tekrarlanmıştır. İkinci kez berrak üst faz balonjojeye alındıktan sonra balonjojeler %70'lik metanol ile 25 mL'ye tamamlanmış ve sonraki analizler için amber şişelere aktarılıp -18°C'de saklanmak üzere depolanmıştır.

Toplam fenolik madde tayininde Folin-Ciocalteu (FC) metodu kullanılmıştır (Singleton ve diğ. 1999). Kalibrasyon eğrisi, 5-100 mg/L gallik asit konsantrasyon aralığındaki çözeltiler kullanılarak spektrofotometre (PG Instruments Ltd., T80 UV/VIS Spektrofotometre, İngiltere) ile oluşturulmuştur. Analizde test tüplerine sırasıyla 5 mL 1:10'luk (v/v) FC çözeltisi, 1 mL örnek ekstraktı ve 4 mL 75 g/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi eklenmiş, karışım vorteks ile çalkalanmıştır. Ardından bu karışımlar oda sıcaklığında 2 saat beklemeye alınmıştır. Beklemenin ardından örneklerin absorbansları spektrofotometrede 760 nm'de okunmuştur. Toplam fenolik madde miktarları gallik asit eşdeğeri (GAE)/100g cinsinden hesaplanmıştır.

### 2.3.8 Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidan aktivite tayini 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) metoduyla gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyon eğrisi, Trolox çözeltileri kullanılarak elde edilmiştir. Kalibrasyon eğrisi için spektrofotometre küvetindeki son konsantrasyon 50 µM'dan düşük olacak şekilde Trolox çözeltisi hazırlanmıştır. Antioksidan aktivite analizine başlamadan önce, 24 mg DPPH, 100 mL metanol ile karıştırılarak stok çözeltisi

hazırlanmıştır. DPPH çalışma çözeltisi, stok çözeltisinin spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda absorbanı 1.1-1.2 aralığında olacak şekilde yaklaşık 5 katı seyreltilmesiyle hazırlanmıştır. Hammaddelerin ve bisküvi örneklerinin analizi için test tüplerine 150 µL örnek ekstraktı ve 2850 µL çalışma çözeltisi eklenmiş ve vorteks ile karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Ardından karışımlar 1 saat karanlıkta bekletilmiş ve spektrofotometrede 515 nm’de absorbanları okunmuştur. Antioksidan aktivite sonuçları kalibrasyon eğrisi yardımıyla µmol Trolox eşdeğeri (TE)/100 g cinsinden hesaplanmıştır.

### **2.3.9 β-karoten Analizi**

Hammaddelerde, optimal bisküvilerde ve kontrol bisküvilerinde β-karoten Analizi 2.2.2.1’de tarif edildiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

## **2.4 Optimizasyon Sonrası Hammadde ve Bisküvilerde Fiziksel Analizler**

### **2.4.1 Renk Tayini**

Hammaddelerin ve bisküvilerin renk değerlerini belirlemek için öncelikle bisküviler öğütülerek homojen haline getirilmiş, hammaddeler ise toz halde olduğu için doğrudan kullanılmıştır. Örnekler cam petri kaplarına kondu ve üstlerine cam bir plaka yerleştirilerek renk cihazının okumasına hazır hale getirilmiştir. Örneklerin renk değerleri (Hunter  $L^*$  [0-100= koyuluk-açıklık],  $a^*$  [ $a^+$  = kırmızı,  $a^-$  = yeşil] ve  $b^*$  [ $b^+$  = sarı,  $b^-$  = mavi]), Hunter-Lab Mini Scan XE renk ölçüm cihazı (Reston, VA, ABD) ile belirlenmiştir (Anonim 1995).

### **2.4.2 Sertlik Tayini**

Bisküvilerin tekstür özelliklerini belirlemek amacıyla Brookfield CT V1.2-4500 model tekstür cihazı kullanılarak 3 nokta kırma testi ile sertlikleri ölçülmüştür.

Analizlerde Brookfield TA3/100 probu kullanılmış ve analizler oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Cihazın çalışma parametreleri; tetikleme kuvveti:1 N, test hızı: 2 mm/s ve uzaklık: 3-mm olacak şekilde ayarlanmış ve sonuçlar N (Newton) cinsinden okunmuştur.

## **2.5 Optimizasyon Sonrası Bisküvilerde Gerçekleştirilen Duyusal Analizler**

Optimal bisküvilerin ve kontrol bisküvilerinin duyusal değerlendirilmesi 2.2.2.3'te tarif edildiği şekilde gerçekleştirilmiştir. Panele yine toplam 24 panelist katılmış olup panelistlerden 4 adet bisküvi örneğini renk, koku, tat, çiğnenebilirlik ve genel beğeni açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Panelistler bisküvileri hedonik skalada 1 (aşırı kötü) ile 9 (mükemmel) arasında puanlamışlardır.

## **2.6 İstatistiksel Analizler**

Bisküvilerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyusal özelliklerini tespit etmek amacıyla yapılan analizlerin sonuçlarının istatistiksel analizleri “Minitab 17.0 Statistical Software” istatistik programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bisküviler arasındaki farklar tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile belirlenmiştir. Gruplara ait veriler arasındaki farklar Tukey testi ile karşılaştırılmış, veriler  $\alpha=0.05$  güven aralığında test edilmiş ve sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma şeklinde verilmiştir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

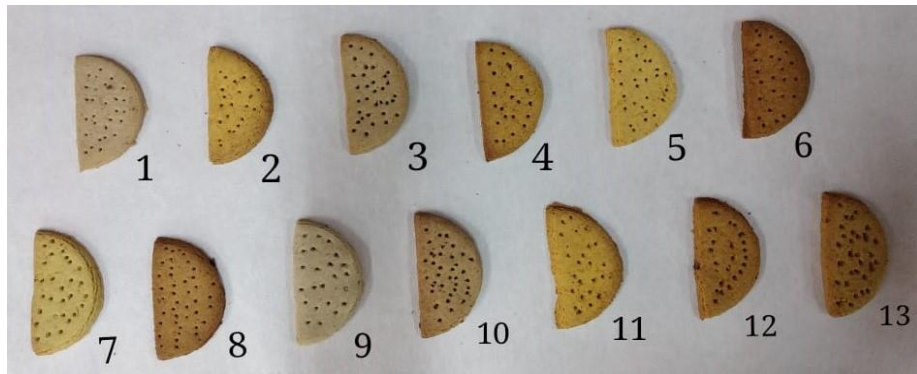
#### 3.1 Optimizasyon Sonuçları

Bu tez çalışmasında belirtildiği üzere Box-Behnken tasarımına göre 15 adet bisküvi üretilmiştir (Tablo 2.3). Her örneğine ait fotoğraflar Şekil 3.1’de verilmiştir. Bu bisküvilerde demir ve  $\beta$ -karoten miktarları ile duysal genel beğeni puanları tespit edilmiş olup sonuçlar Tablo 3.1’de paylaşılmıştır.

**Tablo 3.1:** Box-Behnken tasarımına göre üretilmiş olan bisküvilerin demir,  $\beta$ -karoten ve genel beğeni değerleri

Örnek no	Faktör Seviyeleri			Puanlar		
	HAT	HUT	BÇT	Demir	$\beta$ -karoten	Genel Beğeni
1	0	0	6.7	11.58	1.809	6.69
2	13.4	0	6.7	17.44	106.469	7.30
3	0	13.4	6.7	30.84	1.079	5.65
4	13.4	13.4	6.7	34.24	111.298	5.53
5	0	6.7	0	14.41	53.826	6.50
6	13.4	6.7	0	7.66	64.021	5.61
7	0	6.7	13.4	34.72	46.204	5.76
8	13.4	6.7	13.4	31.12	46.417	5.30
9	6.7	0	0	25.27	0.988	5.30
10	6.7	13.4	0	24.36	1.337	5.84
11	6.7	0	13.4	27.32	100.844	6.19
12	6.7	13.4	13.4	25.41	104.260	4.80
13	6.7	6.7	6.7	20.00	53.105	6.35
14	6.7	6.7	6.7	21.06	55.202	6.50
15	6.7	6.7	6.7	19.96	51.899	6.86

-HAT: Havuç tozu, HUT: Hurma tozu, BÇT: Balkabağı çekirdeği tozu.



**Şekil 3.1:** Bisküvilerin görüntüleri

Optimal bisküvi,  $\beta$ -karoten ve demir miktarı ile genel beğeni puanlarının maksimize edilmesi ile belirlenmiştir. Buna göre optimal bisküvinin, formülasyondaki sorgum unu ile mısır nişastası karışımına %20.000 HAT, %12.236 BÇT ve %10.131 HUT ikame edilecek bisküvi olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 3.2:** Box-Behnken tasarımı için istenebilirlik (desirability) fonksiyonu ile cevap yüzeyi yöntemi sonuçları

Number	Havuç tozu	Hurma tozu	Balkabağı tozu	Genel beğeni	Demir	Beta Karoten	İstenebilirlik	
1	20.000	10.131	12.236	6.185	27.332	104.868	0.682	Seçildi
2	20.000	10.138	12.187	6.188	27.282	104.882	0.682	
3	20.000	10.154	12.325	6.177	27.417	104.848	0.682	
4	20.000	10.049	12.314	6.186	27.420	104.833	0.682	
5	20.000	10.113	12.416	6.174	27.514	104.817	0.682	
6	20.000	10.168	12.003	6.198	27.094	104.935	0.682	
7	20.000	10.251	12.128	6.183	27.209	104.916	0.682	
8	20.000	10.083	12.529	6.169	27.630	104.782	0.682	
9	20.000	10.241	12.414	6.165	27.495	104.840	0.682	
10	20.000	10.205	12.499	6.162	27.585	104.812	0.682	
11	20.000	10.142	12.619	6.158	27.713	104.769	0.682	
12	20.000	10.468	12.042	6.172	27.095	104.979	0.682	
13	20.000	9.949	13.012	6.146	28.129	104.630	0.682	
14	20.000	9.998	11.269	6.259	26.384	105.100	0.682	
15	20.000	10.633	11.295	6.207	26.328	105.205	0.681	
16	20.000	9.393	7.692	6.541	22.891	105.937	0.670	
17	20.000	12.950	9.733	6.070	24.475	106.029	0.666	

### 3.2 Optimizasyon Sonrasında Üretilen Bisküvilerin Demir, $\beta$ -karoten ve Duyusal Analiz Sonuçları

Optimizasyonun ardından üretilmesine karar verilen optimal bisküvi ile özellikleri onunla karşılaştırılacak olan buğday unlu ve sorgum unlu bisküvilerin demir,  $\beta$ -karoten miktarları ile duyu genel beğeni puanları Tablo 3.3’de verilmiştir. Sonuçları yorumlamada faydasının olacağı düşünüldüğü için demir ve  $\beta$ -karoten analizleri hammaddelerde de yapılmış ve sonuçları Tablo 3.4’de verilmiştir.

Dört bisküvi örneğini birbiriyle karşılaştırdığımızda, OB örneğinin en yüksek demir (35.16 mg/kg) ve  $\beta$ -karoten (102.85 mg/kg) miktarlarına sahip olduğu ve örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.05$ ) farklılıkların olduğu



bulunmuştur. Sonuçlarda; özellikle OB örneğinin  $\beta$ -karoten içeriği 102.85 mg/kg iken diğer 3 bisküvi örneğinin  $\beta$ -karoten içeriklerinin <1.00 mg/kg olması oldukça dikkate değerdir. Panelistlerinin vermiş olduğu genel beğeni puanlarına bakıldığında, OB numunesinin KB1 ve KB2 numuneleriyle istatistiksel anlamda benzer ( $p>0.05$ ) bulunmasının yanında en yüksek genel beğeni puanını aldığı görülmektedir. Bu durumda OB'deki oranlarda HAT, HUT ve BÇT eklemenin yaygın tüketilen bir unlu mamul olan bisküvinin demir ve  $\beta$ -karoten içeriğinde önemli bir artış meydana getirdiği ve bu uygulamayla tüketiciler tarafından da kabul edilebilirliği yüksek bisküviler elde edildiği söylenebilir.

Tablo 3.4'e bakıldığında, optimal bisküvi numunesindeki (OB) demir ve  $\beta$ -karoten artışlarının, bu bisküvilerin üretiminde kullanılan havuç tozu, balkabağı çekirdeği tozu ve hurma tozu gibi hammaddelerin içeriklerinden kaynaklandığını söyleyebiliriz.

**Tablo 3.3:** Bisküvilerin Demir,  $\beta$ -karoten ve genel beğeni puanları

Bisküvi çeşidi	Demir (mg/kg)	$\beta$ -karoten (mg/kg)	Genel beğeni
<b>OB</b>	35.16±0.01a	102.85±0.02a	7.50±1.22a
<b>KB1</b>	25.26±0.01b	0.77±0.01c	7.12±0.88c
<b>KB2</b>	16.09±0.02c	0.86±0.01b	7.20±0.96b
<b>KB3</b>	13.41±0.1d	0.52±0.00d	6.16±1.18d

-Aynı sütunda farkı harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

-Sonuçlar yaş madde esasına göre hesaplanmıştır. OB: Optimal bisküvi, KB1: Buğday unu ile üretilen bisküvi, KB2: Buğday unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi, KB3: Sorgum unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi.

**Tablo 3.4:** Hammaddelerin demir ve  $\beta$ -karoten içeriklerinin

Hammadde	Demir(mg/kg)	$\beta$ -karoten (mg/kg)
<b>SOU</b>	36.18±0.01b	0.93±0.005c
<b>BBU</b>	23.011±0.01c	1.34±0.00b
<b>MN</b>	2.46±0.02f	0.18±0.01e
<b>HAT</b>	29.01±0.03d	432.02±0.01a
<b>HUT</b>	15.07±0.01e	0.14±0.01e
<b>BÇT</b>	143.15±0.01a	0.39±0.02d

-Aynı sütunda farkı harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

-Sonuçlar yaş madde esasına göre hesaplanmıştır. SOU: Sorgum unu, BBU: Buğday unu, MN: Mısır nişastası, HAT: Havuç tozu, HUT: Hurma tozu, BÇT: Balkabağı çekirdeği tozu.

$\beta$ -karoten, çoğunlukla portakal, havuç, ıspanak gibi renkli meyve ve sebzelerde bulunan bir karotenoiddir. Karaciğerde  $\beta$ -karoten, A vitamini (retinol) olarak depolanır. Bu dönüşüm,  $\beta$ -karotenin vücuda alındığı ve vücudun ihtiyaç duyduğu A vitamini miktarına bağlıdır (Tang 2010; Haskell 2012).

Bitki kaynaklı  $\beta$ -karotenin A vitamini olarak dönüşüm oranı, genellikle 12:1 olarak kabul edilir. Yani, her 12  $\mu$ g  $\beta$ -karotenin vücutta 1  $\mu$ g retinol eşdeğeri (RE) olarak dönüştüğü hesaplanır. Ancak bu oran beslenme alışkanlıkları, genetik faktörler ve vücudun diğer sağlık durumları gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak kişiden kişiye değişkenlik gösterebilir. Bu oran, genellikle besin etiketlerinde veya besin değerleri tablolarında kullanılan bir tahmindir ve kişinin gerçek dönüşüm oranı bu değerden farklı olabilir. Özellikle bazı durumlarda (örneğin, yağ emiliminde sorun yaşayan kişilerde veya Karaciğer Hastalıkları, Gastrointestinal Enfeksiyonlar, İnflamatuvar Bağırsak Hastalıkları etkisi altında olanlarda) bu oran daha da düşebilir. Bu nedenle, belirli bir kişide  $\beta$ -karotenin A vitamini dönüşüm oranını kesin olarak belirlemek zordur (Tang ve diğ. 2012; Dwyer ve diğ. 2020).

Phebean ve diğ. (2017)'nde buğday unu, börülce unu ve havuç tozunun farklı oranlarda karıştırılmasıyla üretilen bisküviler incelenmiştir. Çalışmada buğday unu: börülce unu: havuç tozu karışım oranları 100:0:0, 90:5:5, 85:10:5, 80:10:10 ve 75:15:10 olarak belirlenmiştir. Çalışmada bisküviler, fiziksel özellikleri, temel kompozisyonları, karotenoid içerikleri ve duysal özellikleri açısından analiz edilmiştir. Bisküvi örneklerinin karotenoid içeriklerinde formülasyondaki havuç tozu oranı arttıkça önemli bir artış olduğu gözlenmiştir. Karotenoid içeriği 1.54-7.50 mg/kg arasında değişmiş olup en yüksek değer %10 havuç tozu ilaveli örnekte, en düşük değer ise kontrol örneğinde bulunmuştur. Bisküvilerin ortalama duysal puanları, bisküvilerin tadında önemli bir farklılık olmadığını, zenginleştirilmiş bisküvilerin panelistler tarafından iyi karşılandığını göstermiştir. Çalışma sonuçlarında; havuç tozu ve börülce unu kullanılmasıyla bisküvilerin protein ve karotenoid içeriklerinin artırıldığı, bu uygulamayla protein ve A vitamini eksikliğini iyileştirmeye yardımcı, zenginleştirilmiş, katma değeri yüksek bisküviler üretilebileceği belirtilmiştir.

Kaur ve Sharma (2018)'nde keklere balkabağı çekirdeği ilave edilerek fırın ürünü olan keklerin zenginleştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada, balkabağı çekirdekleri toz haline getirilerek keklerde kullanılmış ve %20 oranında balkabağı

çekirdeği tozokullanılan kekler yüksek derecede beğenilmiştir. Sonuçlarda; %20 balkabağı çekirdeği tozokullanılan keklerin (2.04 mg/100g) demir içeriğinin kontrol örneğinden (1.24 mg/100g) daha yüksek bulunduğu belirtilmiştir.

Zlateva ve diğ. (2022)'nde %5 ve %10 oranlarında balkabağı çekirdeği tozu eklemenin buğday unuyla üretilen ekmeklerin demir içeriği üzerindeki etkisi incelenmiştir. Demir içeriği kontrol örneğinde 1.34 mg/kg olarak tespit edilirken %10 balkabağı çekirdeği tozu ilave edilen örneklerde kontrolün yaklaşık 6.7 katı (8.98 mg/kg) olarak tespit edilmiştir.

TM Assous ve diğ. (2021)'nin çalışmalarında bisküvi üretiminde buğday ununa %5 ve %10 oranlarında hurma tozu ikame edilmiştir. Çalışmada; hurma tozu ilave etmenin bisküvilerde demir içeriğini arttırdığı, üretilen bisküvilerin demir içeriklerinin 2.00-4.70 mg/100g aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bisküvilere duyusal analiz de yapılmış, buğday unu ve hurma tozu karışımlarından yapılan bisküviler ile kontrol bisküvi arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Bisküvi formülasyonlarına hurma tozunun dahil edilmesinin, ürünlerde yalnızca şekere bir alternatif sağlamakla kalmadığı, aynı zamanda duyusal kaliteden ödün vermeden demir içeriği de dahil olmak üzere potansiyel besinsel faydalar sağladığı belirtilmiştir.

### **3.3 Hammadde ve Bisküvilerin Diğer Özellikleri**

Çalışmada üretilen tüm bisküvilerin formülasyonunda aynı miktarda margarin, pudra şekeri, arap zankı, kabartma tozu ve su kullanılmıştır. Dolayısıyla bisküvi özellikleri arasındaki farklılıkların sebebini üretimde kullanılmış olan un çeşitleri ile meyve-sebze tozları ve mısır nişastası oluşturacaktır. Bu nedenle hammaddelere yönelik kimyasal analizler tatlı sorgum unu, buğday unu, mısır nişastası, havuç tozu, hurma tozu ve balkabağı çekirdeği tozunda da yapılmıştır.

#### **3.3.1 Hammaddeler ve Bisküvilerin Temel Kimyasal Kompozisyonları**

Hammaddeler ve bisküviler için nem, protein, diyet lifi ve kül analiz sonuçları sırasıyla Tablo 3.5, 3.6, 3.7 ve 3.8'de verilmiştir. Hammaddelerin kül miktarı değerleri

%1.40 ila %4.59 arasında değişmiştir. BÇT'nun en yüksek, HUT'un da en düşük kül içeriğine sahip oldukları bulunmuştur. Kullanılan hammaddeler arasında kül miktarı açısından anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir ( $p<0.05$ ). Yağ miktarları %0.41 ile %12.90 arasında değişmiştir. Kullanılan diğer hammaddelerle karşılaştırıldığında en yüksek yağ miktarı BÇT numunesinde bulunmuş olup numuneler arasında yağ miktarı açısından istatistiksel farklılıklar tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Hammaddelerin protein miktarları %1.08 ile %24.76 arasında değişmiştir. En yüksek protein miktarı BÇT'nde tespit edilmiş olup BÇT'nun değeri diğer hammaddelerden anlamlı derecede ( $p<0.05$ ) yüksek bulunmuştur. BBU, SOU ve MN düşük lif yüzdeleri içerirken, meyve tozlarının lif yüzdelerinin onlardan anlamlı derecede ( $p<0.05$ ) yüksek olduğu bulunmuştur. BÇT, HUT ve HAT hammaddelerinin lif oranları arasında da önemli farklılıklar olmasının yanında BÇT'nun önemli derecede ( $p<0.05$ ) yüksek toplam diyet lifi oranına sahip olduğu bulunmuştur.

BBU'nun kimyasal kompozisyonunun incelendiği çalışmalarda (Prabhasanka ve Haridas Rao 2001; Ndife ve diğ. 2011; David ve diğ. 2015; Laze ve diğ. 2019) içeriğinin ile %13.50, protein içeriğinin %9.06 ile %17.32 arasında, kül içeriğinin %1.06 ile %1.88 arasında, yağ içeriğinin %1.03 ile %1.95 arasında, diyet lifinin ise %0.51 ile %4.50 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu çalışmada BBU için bulunan analiz sonuçları literatür uyumludur.

**Tablo 3.5:** Hammaddelerin bazı kimyasal özellikleri

Örnek	Nem (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)
BBU	7.81±0.01c	1.59±0.00d	1.42±0.02c	10.73±0.01c
SOU	9.21±0.05a	1.87±0.01c	4.93±0.05b	11.88±0.00b
MN	8.76±0.01b	1.51±0.02e	0.65±0.01d	1.08±0.01f
BÇT	4.91±0.01f	4.59±0.02a	12.90±0.04a	24.76±0.01a
HUT	7.27±0.04d	1.40±0.05f	0.41±0.02e	2.22±0.02e
HAT	6.53±0.05e	4.03±0.01b	0.65±0.03d	6.53±0.05d

-Aynı sütunda farkı harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

-Sonuçlar yaş madde esasına göre hesaplanmıştır. SOU: Sorgum unu, BBU: Buğday unu, MN: Mısır nişastası, HAT: Havuç tozu, HUT: Hurma tozu, BÇT: Balkabağı çekirdeği tozu.

SOU'nun kimyasal kompozisyonunun incelendiği çalışmalarda (Nnam 2001; Udachan ve diğ. 2012; Araujo ve diğ. 2015; Noerhartati ve diğ. 2016; Hossain ve diğ. 2022) nem oranının %4.95 ile %9.99 arasında, protein içeriğinin %3.24 ile %21.10, kül içeriğinin %0.92 ile %6.33 arasında, yağ içeriğinin %2.30 ila %7.60 arasında, diyet

lifi oranının ise %3.14 ile % 12.01 arasında olduğu belirlenmiştir. Mevcut çalışmada SOU'nun kimyasal analizinden elde edilen sonuçlar; SOU ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen değerlerin aralığına girmektedir.

BÇT'nun kimyasal kompozisyonunun incelendiği araştırmalarda (de Melo Silva ve diğ. 2011; Akintade ve diğ. 2019; Hussain ve diğ. 2023; de Melo ve diğ. 2024) nem oranı %5.74- 6.83, protein oranı %3.73- 31.44, kül oranı %1.82- 4.41, yağ oranı %7.38- 46.31, diyet lifi oranı ise %31.13- 64.87 arasında belirlenmiştir. Bu çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur.

HUT'nun kimyasal kompozisyonunun incelendiği çalışmalarda (Ogungbenle 2011; Sulieman ve diğ. 2011; Gamal ve diğ. 2012) nem oranının %5.24 ile %11.00 arasında, protein içeriğinin %2.01 ile %4.94 arasında, kül içeriğinin %0.41 ile %4.08 arasında, yağ içeriğinin %0.10 ile %0.50 arasında, diyet lifinin ise %4.34 ile %9.40 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu çalışmada HUT için bulunan sonuçlar literatürle uyumludur.

HAT'nun kimyasal kompozisyonunun incelendiği çalışmalarda (Kohajdová ve diğ. 2012; Tiwari ve Sarkar 2018; Purewal ve diğ. 2023) nem oranının %4.82 ile %5.19, protein oranının %3.70 ile %6.73 arasında, kül oranının %1.39 ile %6.10 arasında, yağ oranının %0.40 ile %2.10 arasında, diyet lifi oranının ise %13.00 ile %55.70 arasında değiştiği bulunmuştur. Bu çalışmada havuç tozu için bulunan sonuçlar literatürle uyumludur.

**Tablo 3.6:** Hammaddelerin diyet lifi miktarları

Örnek	Çözünür diyet lifi (%)	Çözünmez diyet lifi (%)	Toplam diyet lifi (%)
BBU	1.50±0.01e	1.42±0.01d	2.91±0.01e
SOU	1.20±0.00d	1.80±0.05e	3.00±0.01d
MN	0.61±0.01f	0.42±0.01f	1.03±0.01f
BÇT	5.14±0.01a	41.12±0.03a	46.27±0.01a
HUT	4.25±0.02c	8.44±0.02b	12.70±0.02c
HAT	3.10±0.02b	25.33±0.00c	28.43±0.02b

-Aynı sütunda farkı harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05).

-Sonuçlar yaş madde esasına göre hesaplanmıştır. SOU: Sorgum unu, BBU: Buğday unu, MN: Mısır nişastası, HAT: Havuç tozu, HUT: Hurma tozu, BÇT: Balkabağı çekirdeği tozu.

Dört bisküvi örneğine ait analiz sonuçlarına bakıldığında OB örneğinin diğer tüm kontrol örneklerinden önemli derecede ( $p<0.05$ ) yüksek protein, yağ, kül oranları ile çözünür, çözünmeyen ve toplam diyet lifi oranlarına sahip olduğu görülmektedir Tablo (3.7 ve 3.8).

Daha ayrıntılı olarak bisküvi numunelerindeki kül içeriğinin %1.31 ile %2.52 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Dört bisküvi örneğindeki yağ miktarının %16.01 ile %18.61 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bisküvi örneklerindeki protein miktarı %4.51 ile %6.90 arasında değişmiştir (Tablo 3.7). Bisküvi örneklerindeki toplam diyet lifi miktarlarının da %1.30 ila %12.42 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 3.8). Bisküvilerin bileşimleri arasındaki önemli farklılıkların, bisküvilerin üretiminde kullanılan hammaddelerin kimyasal kompozisyonları arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir (Tablo 3.5 ve 3.6).

**Tablo 3.7:** Bisküvilerin Temel Kimyasal Kompozisyonları

Bisküvi Çeşidi	Nem (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)
<b>OB</b>	3.24±0.05b	2.52±0.05a	18.61±0.00a	6.90±0.01a
<b>KB1</b>	5.82±0.03a	1.52±0.03b	16.12±0.04c	6.38±0.01b
<b>KB2</b>	1.29±0.01c	1.31±0.01c	16.01±0.01d	4.51±0.01d
<b>KB3</b>	5.86±0.02a	1.60±0.02b	16.48±0.02b	5.44±0.02c

-Aynı sütunda farkı harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

-Sonuçlar yağ madde esasına göre hesaplanmıştır. OB: Optimal bisküvi, KB1: Buğday unu ile üretilen bisküvi, KB2: Buğday unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi, KB3: Sorgum unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi.

**Tablo 3.8:** Bisküvilerin Diyet Lifi Kompozisyonları

Bisküvi Çeşidi	Çözünür diyet lifi (%)	Çözünmez diyet lifi(%)	Toplam diyet lifi(%)
<b>OB</b>	8.61±0.05a	3.81±0.05a	12.42±0.01a
<b>KB1</b>	0.27±0.03b	0.27±0.03c	1.61±0.03c
<b>KB2</b>	0.20±0.01c	1.11±0.01c	1.30±0.00d
<b>KB3</b>	0.43±0.02b	1.40±0.02b	1.83±0.02b

-Aynı sütunda farkı harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

-Sonuçlar yağ madde esasına göre hesaplanmıştır. OB: Optimal bisküvi, KB1: Buğday unu ile üretilen bisküvi, KB2: Buğday unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi, KB3: Sorgum unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi.

Malkanthi ve Umadevi (2018)'nde balkabağı posası ve çekirdeği tozunun 1:1 oranında harmanlandığı bisküviler, buğday ununun %5, %10 ve %15 oranlarında

ikame edilmesiyle hazırlanmıştır. Duyusal değerlendirmede renk, tat, tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından %5 balkabağı posası ve çekirdeği tozu katkılı bisküviler en yüksek puanları almış olup, %5 balkabağı posası ve çekirdeği içeren bisküvilerin gıda bileşimi, protein içeriği hariç, kontrol ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde artmıştır. %5 balkabağı posası ve çekirdeği ilave edilen bisküvilerde, kontrol numunesine kıyasla şu değişiklikler gözlemlenmiştir: Kül miktarı %1.01'den %1.60'a, lif miktarı %0.39'dan %0.90'a ve yağ miktarı %20.01'den %20.66'ya yükselmiştir. Ancak, protein içeriğinde önemli bir artış görülmemiştir.

Okoye ve Onyekwelu (2018)'nde kompozit un, bisküvileri üretmek için sırasıyla 100:0:0, 60:20:20, 60:30:10 ve 60:10:30 oranlarında buğday, Afrika yam fasulyesi ve havuç tozu karışımlarından formüle edilmiştir. Afrika yam fasulyesi ve havuç tozundan üretilen bisküvilerin kimyasal özelliklerini, buğday unundan üretilen kontrol bisküvileri ile karşılaştırdığında: protein oranı %7.70'den 3.82'ye yükselmiştir, yağ %9.76'dan %11.83'e, kül %1.10'dan %1.92'ye, lif ise %0.93'den %3.45'e yükselmiştir. Üretilen bisküvilerin duyusal değerlendirmesi yapılmıştır ve tüm bisküvi örnekleri katılımcılar tarafından iyi derecede beğenilirken, kontrol bisküvisi genel beğeni açısından en kabul edilebilir örnek olmuştur.

Amin ve diğ. (2019)'nin çalışmasında buğday ununa sırasıyla %5, %10, %20 ve %40 oranlarında hurma tozu ikame edilmesi ile bisküvi örnekleri üretilmiştir. Hurma tozu ikame edilerek üretilen bisküvilerin kimyasal bileşenlerinde, buğday unundan üretilen kontrol bisküvilerine göre artış görülmüştür; nem miktarının %6.88 ile %8.50 arasında kül miktarının %1.31 ile %1.65 arasında, protein miktarının %6.39 ile %6.56 arasında, lif miktarının %2.33 ile %9.17 arasında ve yağ miktarının %4.48 ile %6.30 arasında değiştiği bildirilmiştir. Duyusal analizde %10'luk hurma tozu ikame edilerek üretilen bisküvilerin, tüm hurma tozu katkılı bisküviler arasında en yüksek puanı aldığı ancak kontrol grubu örnekten düşük puan aldığı belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarında genel beğeni özellikleri açısından hurma tozu ilaveli bisküvilerin 6.27/10.00'un üzerinde puanlar aldığı görülmüş olup tüm bisküvi örneklerinin katılımcılar tarafından beğenildiği rapor edilmiştir.

Hammaddelerin ve bisküvilerin mineral madde kompozisyonlarına ait sonuçlar Tablo 3.9 ve 3.10'da verilmiştir.

Hammaddelerin mineral madde analiz sonuçları karşılaştırıldığında BÇT'nun diğer hammaddelerden önemli derecede yüksek P, Fe, Cu, Mg, Mn, Zn oranlarına, HAT'nun önemli derecede yüksek Ca ve K oranlarına sahip oldukları görülmektedir. Ayrıca SOU'nun BBU'ya kıyasla daha yüksek miktarda Fe, K, Mg, Mn, P ve Zn içerdiği kaydedilmiştir. SOU ve BBU'daki Fe içeriğinin HAT'a göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

**Tablo 3.9:** Hammaddelerin mineral madde kompozisyonları (mg/100 g)\*

Mineral	BBU	SOU	MN	BÇT	HAT	HUT
Fe	2.49±0.01c	3.98±0.01b	0.270±0.02f	15.05±0.01a	3.10±0.03d	1.62±0.01e
Ca	22.78±0.02e	33.06±0.03d	0.00	126.20±0.02b	331.66±0.01a	75.51±0.01c
Cu	0.13±0.01e	0.27±0.02d	0.06±0.01f	1.50±0.01a	0.59±0.02b	0.31±0.02c
K	217.05±0.02d	385.51±0.01c	100.12±0.03f	1451.27±0.01b	3006.31±0.01a	97.06±0.02e
Mg	108.32±0.03c	154.20±0.02b	T,E	893.92±0.03a	149.78±0.02b	86.31±0.03d
Mn	0.40±0.01c	1.16±0.01b	T,E	5.00±0.02a	0.50±0.01d	0.29±0.01e
P	141.01±0.01d	253.36±0.03c	65.76±0.01f	1535.39±0.03a	385.15±0.02b	118.66±0.01e
Zn	1.32±0.02d	1.59±0.01c	0.05±0.02f	11.31±0.01a	2.61±0.03b	0.52±0.01e

-Aynı sütunda farkı harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05).

\*Sonuçlar kuru esasa göre hesaplanmıştır. SOU: Sorgum unu, BBU: Buğday unu, MN: Mısır nişastası, HAT: Havuç tozu, HUT: Hurma tozu, BÇT: Balkabağı çekirdeği tozu.

SOU çeşitlerinin mineral madde kompozisyonunun incelendiği çalışmalarda (Awadalkareem ve diğ. 2008; Kulamarva ve diğ. 2009; Gerrano ve diğ. 2013) kuru esasa göre 4.00-15.54 mg/100 g Fe, 0.41-0.44 mg/100g Cu, 1.12-2.01 mg/100g Mn, 0.12-4.48 mg/100g Zn, 2.43- 3.75 mg/100g Ca, 225.23-257.5 mg/100g K, 75.02-139.03 mg/100g Mg belirlenmiştir.

Literatürde (Cemeroğlu 1986; Fagbemi 2007; Saldamlı ve Sağlam, 2007; Akintade ve diğ. 2019; Alshehry, 2020; Anitha ve diğ. 2020; Hussain ve diğ. 2023) BÇT'nun kuru esasa göre 2.63-6.64 mg/100 g Fe, 0.53-4.06 mg/100g Cu, 1.12-2.01 mg/100g Mn, 4.59-105.85 mg/100g Ca, 102.40- 1138.8 mg/100g K, 189.80- 540.35 mg/100g Mg, 0.27-17.21 mg/100g Zn içerdiği belirlenmiştir.

HAT ile yapılan çalışmalarda (Dos Reis ve diğ. 2018; Ikram ve diğ. 2024) kuru esasa göre 3.20-30.80 mg/100 g Fe, 3.00-30.00 mg/100g Cu, 1.20-10.80 mg/100g Mn, 30.00-1750.00 mg/100g Ca, 2900.00-11182.00 mg/100g K, 220.00-348.70 mg/100g Mg, 6.50-29.40 mg/100g Zn belirlenmiştir.

HUT'un mineral kompozisyonunun incelendiği çalışmalarda (Ismail ve diğ. 2006; Sakr ve Hussien 2017) kuru esasa göre 0.83-22.00 mg/100 g Fe, 0.29-0.79



mg/100g Cu, 0.35-20.40 mg/100g Mn, 11.06-263.15 mg/100g Ca, 524.00-1566.00 mg/100g K, 31.90-62.30 mg/100g Mg, 0.30-5.50 mg/100g Zn belirlenmiştir. Mevcut çalışmada bulunan sonuçlar literatürle uyumludur. Bu çalışmada hammaddeler için bulunan mineral madde değerleri çoğunlukla literatürle uyumludur. Ancak bazı mineral değerleri literatürdeki aralığın dışında kalmaktadır. Bu farklılıkların hammadde özellikleri ve coğrafik bölge, toprağın bileşimi, su kaynağı, gübre özellikleri, zirai mücadelede kullanılan tarımsal ilaçlar gibi çevresel faktörler arasındaki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür (Cemeroğlu 1986; Saldamlı ve Sağlam, 2007).

Çalışmada, OB'nin analiz edilen tüm mineralleri diğer bisküvilerden önemli derecede yüksek içerdiği tespit edilmiştir. OB'den 1 porsiyon (40 g) tüketen yetişkin bir birey günlük %7.81 Fe, %3.37 Ca, %9.16 Cu, %4.72 K, %16.23 Mg, %15.63 P, %17.02 Mn ve %8.38 Zn ihtiyacını karşılayabilir (Baysal 2006; Saldamlı ve Sağlam 2007).

**Tablo 3.10:** Bisküvilerin mineral madde kompozisyonları (mg/kg)

Mineral	OB	KB1	KB2	KB3
<b>Fe</b>	35.16±0.01a	25.26±0.01b	16.09±0.02c	13.41±0.1d
<b>Ca</b>	842.13±0.02a	246.18±0.03c	250.126±0.01b	200.26±0.04d
<b>Cu</b>	2.06±0.01a	1.13±0.02b	0.56±0.02d	0.70±0.03c
<b>K</b>	5547.146±0.03a	1603.41±0.02b	883.32±0.03d	1263.07±0.01c
<b>Mg</b>	1257.55±0.02a	350.39±0.01c	170.746±0.01d	493.046±0.02b
<b>Mn</b>	7.66±0.01a	7.01±0.04b	2.86±0.02d	4.22±0.01c
<b>P</b>	2735.4±0.04a	717.81±0.01d	1388.07±0.01c	1783.77±0.02b
<b>Zn</b>	16.75±0.02a	6.52±0.03b	3.24±0.01d	6.23±0.01c

-Aynı sütunda, aynı harfi paylaşmayan değerler önemli derecede birbirinden farklıdır (P<0.05).  
-Sonuçlar yaş esasına göre hesaplanmıştır. OB: Optimal bisküvi, KB1: Buğday unu ile üretilen bisküvi, KB2: Buğday unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi, KB3: Sorgum unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi.

Adelekan ve Gbadebo (2019)'nde buğday ununa farklı oranlarda manyok ve havuç tozu ilave edilerek 4 çeşit bisküvi örneği üretilmiştir: (%100 buğday unu, %80 buğday unu -%10 manyok tozu -%10 havuç tozu, %70 buğday unu - %20 manyok tozu -%20 Havuç tozu, %60 buğday unu - %15 manyok tozu - %15 havuç tozu).Tüm bisküvi numunelerinde mineral analizi yapılmış olup, manyok ve havuç tozu ikame yüzdelerinin artmasıyla birlikte Fe, Ca, Mg, Na, Zn, Cu, Mn, P gibi bazı mineral bileşimlerinde önemli artış meydana geldiği kaydedilmiştir.

Zlateva ve diğ. (2022)'nde un ağırlığının %5 ve %10'u kadar balkabağı çekirdeği tozu (BÇT) ilavesinin buğday ekmeğinin mineral içeriği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar; sodyum hariç, balkabağı çekirdeği tozu ile hazırlanan buğday unlu ekmeklerinin mineral içeriğinin kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca, ekmekteki mineral madde içeriğinin, ikame oranı arttıkça belirgin şekilde arttığı bulunmuştur. Zenginleştirmenin en belirgin etkisi demir içeriği üzerinde olmuştur: %10 BÇT eklemesi ile demir içeriği 8.98 mg/kg olarak bulunmuştur, bu da kontrol örneğinin (1.34 mg/kg) katıdır. Balkabağı çekirdeği tozu ilavesi ile ekmeklerin Zn, Mg ve P içeriklerinde de önemli artışlar bulunmuştur.

Hussain ve diğ. (2023)'nde balkabağı çekirdeği tozu içeren, bisküviler üretilmiştir. Çalışmada bisküviler, balkabağı çekirdeği tozunun buğday ununa %0, %5, %10 ve %15 oranlarında ikame edildiği formülasyonlarla üretilmiştir. Çalışma sonuçlarında; balkabağı çekirdeği tozu ile buğday ununun yer değiştirme düzeyi arttıkça, bisküvilerde Fe ve Zn içeriklerinde önemli artışların olduğu gözlemlenmiştir. Kontrol örneğinde Fe ve Zn mineralleri sırasıyla 2.44 mg/100 g ve 1.45 mg/100 g iken, ikame oranı %15 olan örnekte sırasıyla 4.23 mg/100 g ve 4.37 mg/100 g olarak rapor edilmiştir.

Muhammed ve diğ. (2016)'nin çalışmasında bisküviler, buğday ununun hurma tozu ile kısmen (%10, %20, %30, %40 ve %50) yer değiştirmesiyle hazırlanmıştır. Kontrol bisküvilerinde demir içeriği 1.81 mg/100g olarak belirlenirken hurma tozu katkılı bisküvilerin demir içeriklerinin 2.04 ile 3.04 mg/100g arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuçlar; hurma tozu ilavesi ile bisküvilerin Ca, K, Mg, P, Zn, Cu, Mn içeriklerinde de artışlar olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, literatürdeki diğer araştırma bulgularında da havuç, hurma ve balkabağı çekirdeği tozu ilavelerinin ürünlerde demir içeriğini arttırdığı görülmüş olup, elde edilen sonuçlar mevcut çalışmada elde edilen sonuçlarla uyumludur.

### **3.3.2 Hammadde ve Bisküvilerin Toplam Fenolik Madde İçerikleri ve Antioksidan Aktivite Değerleri**

Çalışmamızda kullanılan hammaddelerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri Tablo 3.11'de verilmiştir.

Hammaddelerde en yüksek toplam fenolik madde miktarı HUT'da (400.16 mg GAE/100g) saptanırken en düşük toplam fenolik madde miktarına sahip örneğin BBU (52.01 mg GAE/100g) olduğu bulunmuştur. Hammaddelerin fenolik madde miktarları arasında istatistiksel açıdan anlamlı ( $p<0.05$ ) farklılıkların olduğu tespit edilmiştir.

HUT, hammaddeler arasında en yüksek antioksidan aktivite içeriğine (84.43  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ ) sahip olurken en düşük antioksidan aktivite değerinin (1.80  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ ) BBU'da olduğu görülmüştür. Hammaddelerin antioksidan aktivite değerleri arasında istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) farklılıkların olduğu saptanmıştır.

**Tablo 3.11:** Hammaddelerin toplam fenolik madde içerikleriveantioksidan aktivite değerleri

Hammadde	Toplam fenolik madde içeriği (mg GAE/100g)	Antioksidan aktivite değeri ( $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ )
SOU	75.16 $\pm$ 0.01d	12.97 $\pm$ 0.00c
BBU	52.01 $\pm$ 0.01e	1.80 $\pm$ 0.02e
HAT	127.99 $\pm$ 0.02b	18.43 $\pm$ 0.01b
HUT	400.16 $\pm$ 0.01a	84.43 $\pm$ 0.01a
BÇT	97.48 $\pm$ 0.00c	12.02 $\pm$ 0.03d

-Aynı harfi paylaşmayan değerler önemli derecede birbirinden farklıdır ( $P<0.05$ ).

-Sonuçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır. SOU: Sorgum unu, BBU: Buğday unu, MN: Mısır nişastası, HAT: Havuç tozu, HUT: Hurma tozu, BÇT: Balkabağı çekirdeği tozu.

Al Faris ve diğ. (2021)'nin çalışmasında HUT çeşitlerinin kuru esasa göre 4.36 mg GAE/100g ile 753.30 mg GAE/100g arasında değişen toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Mevcut çalışmada da HUT için bulunan fenolik madde içeriği kuru esasa göre 400.16 mg GAE/100g olup literatür ile uyumludur.

Biglari ve diğ. (2008)'nde HUT çeşitlerinin kuru esasa göre 22.83  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  ile 500.33  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  arasında değişen antioksidan aktivite değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. Mevcut çalışmada HUT için bulunan antioksidan aktivite değerleri kuru esasa göre 84.43  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  olup literatür ile uyumludur.

Literatürde (Purewal ve diğ. 2023; Wang ve diğ. 2023) HAT çeşitleri için toplam fenolik madde içeriği kuru esasa göre 13.16 mg GAE/100g ile 185.13 mg GAE/100g arasında görülmektedir. Bu çalışmada HAT'nun toplam fenolik madde içeriği için bulunan değer de literatürdeki aralıkta yer almaktadır.

Zhou ve Yu (2006)'da HAT çeşitleri için antioksidan aktivite değerleri kuru esasa göre 9.6  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  ile 21.7  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  arasında görülmektedir. Bu çalışmada HAT için bulunan antioksidan aktivite değerleri kuru esasa göre 18.43  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  olup literatür ile uyumludur.

BÇT üzerine yapılan çalışmalarda (Xanthopoulou ve diğ. 2009; Hussain ve diğ. 2021; Akomolafe 2021) BÇT çeşitlerinin kuru esasa göre 4.28 mg GAE/100g ile 224.61 mg GAE/100g arasında değişen miktarlarda toplam fenolik madde içerdiği yer almaktadır. Çalışmada BÇT için bulunan fenolik madde içeriği kuru esasa göre 97.48 mg GAE/100g olup literatür ile uyumludur. Literatürde antioksidan aktivite değeri de BÇT çeşitleri için kuru esasa göre 4.51  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  ile 48.80  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  arasında değişmektedir. Bu çalışmada HAT için bulunan antioksidan aktivite değeri kuru esasa göre 12.02  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  olup literatür ile uyumludur.

Bilimsel çalışmalarda (Kamath ve diğ. 2004; Khan ve diğ. 2013; Lohani ve Muthukumarappan 2021) SOU çeşitlerinin kuru esasa göre 2.17 mg GAE/100g ile 374.0 mg GAE/100g arasında değişen toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu verilmiştir. Mevcut çalışmada SOU için bulunan fenolik madde içeriği kuru esasa göre 75.16 mg GAE/100g olup literatürdeki aralığa girmektedir. Çalışmalarda, SOU çeşitlerinin antioksidan aktivite değerleri de kuru esasa göre 23.80  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  ile 141.0  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  arasında görülmektedir. Bu çalışmada SOU'nun antioksidan aktivite değeri için bulunan değer literatürdeki değerlerin biraz aşağısında kalmıştır.

Literatürde (Yu ve diğ. 2013; Işık ve Topkaya 2016; Işık ve diğ. 2022; Silva Lima ve diğ. 2023) BBU çeşitlerinin kuru esasa göre antioksidan aktivite değerleri 2.36  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  ile 5.00  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  arasında, toplam fenolik içeriği de 56.20 ile 171.4 mg GAE/100g arasında görülmektedir. Bu çalışmada BBU için bulunan değerler literatürdeki değerlerin alt sınırına yakındır.

Üretilen bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri Tablo 3.12'de verilmiştir. Buna göre, fenolik madde değerleri 32.03 ile 182.70 arasında değişmiştir. OB'nin diğer bisküvilerden önemli derecede ( $p < 0.05$ ) yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Bu sonucun; OB'nin formülasyonunda, BUU ve SOU'dan yüksek fenolik madde içeriğine sahip olan, HUT, HAT ve BÇT'ni bulundurması ile ilişkili olduğu söylenebilir.

Bisküvi örneklerinin antioksidan aktivite değerleri 2.29 ila 46.55  $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$  aralığında değişkenlik göstermiştir. Bisküvi çeşitlerinden en yüksek antioksidan aktivite içeriğine (46.55  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ ) OB sahip olurken en düşük antioksidan aktivite değerinin ise (2.29  $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ ) KB2 no'lu örnekte olduğu görülmüştür. Bisküvi örneklerinde antioksidan aktivite değerleri açısından istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Beklenildiği gibi OB örneğine HAT, HUT ve BÇT'nun eklenmesi, bisküvilerdeki antioksidan aktiviteyi arttırmış ve OB kontrol bisküvi örneklerinden (KB1, KB2, KB3) önemli ( $p<0.05$ ) derecede yüksek antioksidan aktivite değerine sahip olmuştur.

**Tablo 3.12:** Bisküvilerin antioksidan aktivite değerleri ve toplam fenolik madde içerikleri

Bisküvi Çeşidi	Anti oksidan aktivite değeri ( $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ )	Toplam fenolik madde içeriği (mg GAE/100g)
<b>OB</b>	46.55 $\pm$ 0.02a	182.70 $\pm$ 0.02a
<b>KB1</b>	4.43 $\pm$ 0.03c	37.95 $\pm$ 0.03c
<b>KB2</b>	2.29 $\pm$ 0.02d	32.03 $\pm$ 0.02d
<b>KB3</b>	7.11 $\pm$ 0.02b	50.92 $\pm$ 0.02b

-Aynı harfi paylaşmayan değerler önemli derecede birbirinden farklıdır ( $P<0.05$ ).

-Sonuçlar yaş madde esasına göre hesaplanmıştır. OB: Optimal bisküvi, KB1: Buğday unu ile üretilen bisküvi, KB2: Buğday unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi, KB3: Sorgum unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi.

Elkatry ve diğ. (2024)'nde şeker yerine doğal bir tatlandırıcı olarak farklı konsantrasyonlarda (%25, %50 ve %100) hurma tozunun kullanılabilirliğini araştırmıştır. %100 buğday unu kullanılan örnek kontrol örneği olarak alınmıştır. Daha sonra şeker yerine %25, %50 ve %100 oranında hurma tozu eklenmiştir. İkinci bir kontrol örneği olarak %50 yulaf unu ve %50 buğday unu ilaveli örnekler kullanılmış, ardından %50 yulaf unu ve %50 buğday unu karışımına şeker yerine %25, %50 ve %100 oranında hurma tozu eklenmiştir. Üretilen bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde içerik analizi yapılmış ve sonuçlar; kontrol bisküvi örneklerinde 7.14-8.19 mg GAE/100g olan toplam fenolik madde içeriğinin, hurma tozu içeren bisküvilerde 69.14-252.20 mg GAE/100g arasında bulunarak yükseldiğini göstermiştir. Sonuçlarda ayrıca, %50 buğday, %50 arpa unu ve %100 hurma tozu ile yapılan bisküvi örneklerinde gözlemlenen antioksidan aktivitenin %89.23 ile en yüksek olduğu kaydedilmiştir.

### 3.3.3 $\beta$ -karoten Analiz Sonuçları

Bisküvi üretiminde kullanılan hammaddelerde ve üretilen bisküvilerde bulunan  $\beta$ -karoten miktarları sırasıyla Tablo 3.13 ve 3.14'te gösterilmiştir. İstatistiksel analiz, hammaddelerdeki  $\beta$ -karoten miktarında önemli ( $p<0.05$ ) farklılıkların olduğunu göstermiştir. Diğer hammaddeler  $<1.50$  mg/kg  $\beta$ -karoten içerirken havuç tozunun 432.02 mg/kg  $\beta$ -karoten içerdiği tespit edilmiştir.

**Tablo 3.13:** Hammaddelerin  $\beta$ -karoten içeriği miktarı

Hammadde	$\beta$ -karoten (mg/kg)
BBU	1.34 $\pm$ 0.00b*
SOU	0.93 $\pm$ 0.005c
MN	0.18 $\pm$ 0.01e
HUT	0.14 $\pm$ 0.01e
HAT	432.02 $\pm$ 0.01a
BÇT	0.39 $\pm$ 0.02d

-Aynı sütunda farkı harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

-Sonuçlar yaş madde esasına göre hesaplanmıştır. SOU: Sorgum unu, BBU: Buğday unu, MN: Mısır nişastası, HAT: Havuç tozu, HUT: Hurma tozu, BÇT: Balkabağı çekirdeği tozu.

Üretilen bisküvi örneklerinin  $\beta$ -karoten içeriklerinde önemli derecede ( $p<0.05$ ) istatistiksel farklılıklar gözlemlenmiştir (Tablo 3.14). OB'nin  $\beta$ -karoten içeriği 102.85 mg/kg iken tüm kontrol bisküvilerinin  $\beta$ -karoten içerikleri  $<1.00$  mg/kg bulunmuştur. Bisküvilerin  $\beta$ -karoten içerikleri arasındaki büyük farklılığın formülasyonunda bulunan ve yüksek  $\beta$ -karoten içeriğine sahip olan olan HAT ile ilişkili olduğu söylenebilir.

**Tablo 3.14:** Bisküvilerdeki  $\beta$ -karoten içeriği miktarı

Bisküvi çeşidi	$\beta$ -karoten (mg/kg)
OB	102.85 $\pm$ 0.02a
KB1	0.77 $\pm$ 0.01c
KB2	0.86 $\pm$ 0.01b
KB3	0.52 $\pm$ 0.01d

-Aynı sütunda, aynı harfi paylaşmayan değerler önemli derecede birbirinden farklıdır ( $P<0.05$ ).

-Sonuçlar yaş esasına göre hesaplanmıştır. OB: Optimal bisküvi, KB1: Buğday unu ile üretilen bisküvi, KB2: Buğday unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi, KB3: Sorgum unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi.

Gayas ve diğ. (2012)'nde farklı seviyelerde havuç tozu kullanılarak zenginleştirilmiş yağsız soya unu takviyeli bisküviler incelenmiştir. Bisküvilerin üretilmesinde buğday unu, yağsız soya unu ve havuç tozu oranları sırasıyla %100:0:0, %95:5:0, %92.5:5:2.5, %90:5:5, %87.5:5:7.5, %85:5:10 olacak şekilde ayarlanmıştır. Çalışmada bisküvilerin  $\beta$ -karoten miktarları ölçülmüştür. Havuç tozu seviyesindeki artışa bağlı olarak  $\beta$ -karoten içeriğinde 0.10 mg'dan 2.49 mg'a doğrusal bir artışın olduğu tespit edilmiştir.

### **3.4 Fiziksel Analiz Sonuçları**

#### **3.4.1 Bisküvilerin Tekstür Analizi Sonuçları**

Bisküvilere ait tekstür analiz sonuçları Tablo 3.15'te verilmiştir. OB ile kontrol bisküvilerinden KB1, KB2 ve KB3 arasındasertlik değerleri bakımından anlamlı ( $p<0.05$ ) farklılık bulunmuştur. Formülasyonunda SOU, HAT, HUT ve BÇT kullanılan OB bisküvileri ile sorgum unu-nişasta karışımı kullanılan KB3 bisküvilerin sertlik değerlerinin formülasyonunda buğday unu kullanılan KB1 ve KB2 bisküvilere göre önemli derecede ( $p<0.05$ ) düşük olduğu görülmüştür. Bu sonucun, OB ve KB3'ün formülasyonlarında gluten bulunmaması ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür. Nitekim literatürdeki birçok çalışmada (Ergin ve Herken 2012; Işık ve Topkaya, 2017; Benkadri ve diğ. 2018; Ali ve Abol-Ela 2019; Ozgoren ve diğ., 2019; Belorio ve diğ. 2019; Bolarinwa ve diğ. 2019; Fathonah ve diğ. 2020; Xu ve diğ. 2020; Di Cairanove diğ. 2021; Urganci ve Isık, 2021; Schober ve diğ. 2023) gluten oranı azalan bisküvi veya krakerlerin sertlik değerlerinde azalma tespit edilmiştir.

Malkanthi ve Umadevi (2018)'de balkabağı posası ve çekirdeği tozu (1:1 oranında) karışımının rafine buğday ununa %5, %10 ve %15 oranında ikame edilmesiyle bisküviler hazırlanmıştır. Çalışmada, balkabağı posası ve çekirdeği tozu karışımı katkılı bisküvilerin sertlik değerlerinin kontrol bisküvilere göre önemli ölçüde düşük olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 3.15:** Bisküvilerin sertlik değerleri

Bisküvi Çeşidi	Sertlik Değeri (N)
OB	9.98±1.98d
KB1	32.36±5.00a
KB2	25.61±5.98b
KB3	11.10±2.96c

-Aynı sütunda, aynı harfi paylaşmayan değerler önemli derecede birbirinden farklıdır ( $P<0.05$ ).  
-Sonuçlar yaş esasına göre hesaplanmıştır. OB: Optimal bisküvi, KB1: Buğday unu ile üretilen bisküvi, KB2: Buğday unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi, KB3: Sorgum unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi.

Mohamed ve diğ. (2016)'nde buğday ununa kısmen (%10, %20, %30, %40 ve %50 oranında) hurma tozu kame edilmesiyle tatlı bisküviler hazırlanmıştır. Çalışmada, hurma tozu ilave oranı arttıkça bisküvilerin sertlik değerinin kontrol numunesine göre azalmış olduğu bulunmuş olup, %50 hurma tozu ikameli bisküvi en az sertliğe sahip olan numune olmuştur.

### 3.4.2 Bisküvilerin Renk Değerleri

Bisküvilerin rengi, pişirme koşullarından ve kullanılan hammaddelerden önemli oranda etkilenmektedir. Dolayısıyla bisküvilerin renk analizlerine ilave olarak bisküvi üretiminde kullanılan ve birbirine ikame edilen hammaddeler olan BBU, SOU, MN, HAT, HUTve BÇT'na da renk analizi yapılmıştır.

Renk değerleri analiz edilen tüm hammaddelerin  $L^*$  ve  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri arasında anlamlı ( $p<0.05$ ) farklılıklar bulunmuştur. MN, diğerlerinden anlamlı derecede yüksek  $L^*$  değerine sahip olurken onu sırasıyla BBU, SOU, HAT, BÇT ve HUT izlemiştir. HAT, diğerlerinden anlamlı derecede yüksek  $a^*$  değerine sahip olurken onu sırasıyla HUT, BÇT, SOU, MN ve BBU izlemiştir.  $b^*$  değeri ise en yüksek BÇT'de, en düşük MN'de tespit edilmiştir.

Üretilen bisküvilerin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  parametreleri arasında anlamlı ( $p<0.05$ ) farklılıklar gözlenmiştir (Tablo 3.17). Bu farklılıkların daha çok bisküvi formülasyonlarında kullanılan hammadde farklılıklarından kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim; KB2 örneği diğer bisküvilerden önemli derecede yüksek  $L^*$  değerine sahip olurken formülasyonunda kullanılan MN ve BBU hammaddelerinin  $L^*$



değerlerinin de diğer hammaddelerden yüksek olduğu (Tablo 3.16) görülmektedir. Ayrıca diğer hammaddelere göre daha koyu renkli olan HAT, HUT ve BÇT'ni formülasyonunda içeren OB örneği de en koyu renkli bisküvi olmuştur. Yine hammadde sonuçlarıyla ilişkili olarak OB örneği kırmızılık ve sarılık değerleri en yüksek olan örnektir. Şekil 3.2'de bisküvilere ait fotoğraflar yer almaktadır.

**Tablo 3.16:** Hammaddeler renk parametreleri

Hammadde	$L^*$	$a^*$	$b^*$
BBU	88.63±0.01b	-0.66±0.8f	10.03±0.02e
SOU	81.27±0.01c	0.34±0.03c	12.28±0.03d
MN	94.00 ±0.01a	-1.92±0.00d	6.16 ±0.01f
HAT	71.19±0.36d	18.10±0.02a	26.50±0.06c
HUT	48.40±1.06f	11.53±0.14b	28.42±0.53b
BÇT	67.82±0.15e	3.86±0.05e	37.52±0.02a

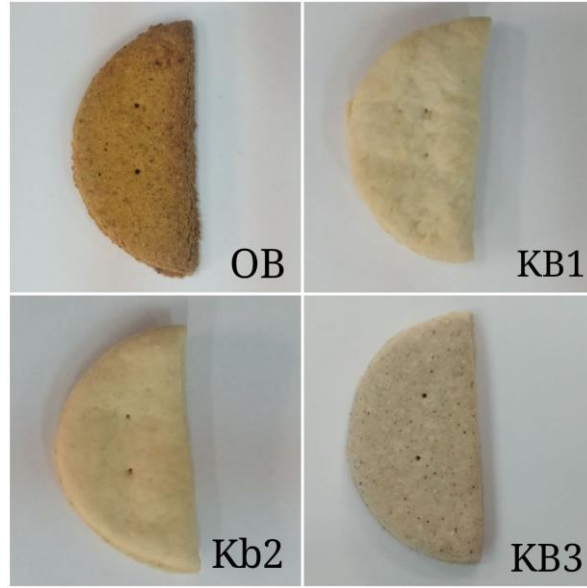
-Aynı sütunda farkı harflerle (a, b, c,...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).  
 -Sonuçlar yaş madde esasına göre hesaplanmıştır. SOU: Sorgum unu, BBU: Buğday unu, MN: Mısır nişastası, HAT: Havuç tozu, HUT: Hurma tozu, BÇT: Balkabağı çekirdeği tozu.

**Tablo 3.17:** Bisküvi renk parametreleri

Bisküvi Çeşidi	$L^*$	$a^*$	$b^*$
OB	57.32±0.02d	11.30±0.02a	37.52±0.04a
KB1	78.35±0.03b	2.29±0.01c	24.24±0.04b
KB2	80.51±0.01a	1.87±0.02d	22.07±0.01c
KB3	71.59±0.01c	2.45±0.01b	16.04±0.04d

-Aynı sütunda, aynı harfi paylaşmayan değerler önemli derecede birbirinden farklıdır ( $P<0.05$ ).  
 -Sonuçlar yaş esasına göre hesaplanmıştır. OB: Optimal bisküvi, KB1: Buğday unu ile üretilen bisküvi, KB2: Buğday unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi, KB3: Sorgum unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi.

$L^*$  değerinin KB2 bisküvi numunesinde en yüksek, OB bisküvi numunesinde ise en düşük olduğu bulunmuştur.  $a^*$  değeri OB'den yüksek, KB2'de ise en düşük tespit edilmiştir.  $b^*$  değeri de OB'den yüksek, KB3'de ise en düşük bulunmuştur. Bu farklılıkların optimal bisküvi (OB) örneğine yapılan hurma tozu, balkabağı çekirdeği tozu ve havuç tozu ikamesinden kaynaklandığı söylenebilir.



**Şekil 3.2:** OB, KB1, KB2 ve KB3 bisküvilerin görünümleri.

Gamal ve diğ. (2012)'nde %10, %20, %30 ve %40 oranında buğday kepeği hurma tozu (1:1) karışımı ilavesiyle hazırlanan bisküviler fiziksel özellikler açısından değerlendirilmiştir. Bisküvilerin renk ölçümleri, buğday kepeği ve hurma tozu karışımı miktarının artmasıyla bisküvinin koyulaştığını göstermiştir.

Catană ve diğ. (2022)'nde buğday ununun %25'i havuç tozuyla ikame edilerek zenginleştirilmiş bisküviler üretilmiştir. Renk analizi, havuç tozuyla zenginleştirmenin, kontrol numunesine kıyasla bisküvilerde rengin koyulaşmasına neden olduğunu göstermiştir.

Dasve diğ. (2021)'nde yulaf unu balkabağı çekirdeği tozuyla sırasıyla 100:0, 90:10, 80:20 ve 70:30 oranlarında karıştırılarak besin öğeleri açısından zengin bisküviler hazırlanması hedeflenmiştir. Renk analizi yapılmış ve bisküviye eklenen balkabağı çekirdeği tozu yüzdesi arttıkça rengin koyulaştığı ve kırmızılığın azaldığı bulunmuştur.

### **3.5 Bisküvilerin Duyusal Analiz Sonuçları**

Duyusal analizler gıdaların kalitesinin belirlenmesi ve tüketici kabulünün iyi bir şekilde ortaya konması amacıyla önemli bir değere sahiptir. Bisküvi örneklerinin

duyusal analizine ait sonuçları Tablo 3.17’de verilmiştir. Renk parametresi açısından örnekler 6.75 ile 7.29 arasında puanlar almışlardır. Örneklerin renk puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı seviyede bir farkın olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ).

**Tablo 3.18:** Duyusal analize ait sonuçları

Bisküvi Çeşidi	Renk	Koku	Tat	Çiğnenebilirlik	Genel beğeni
<b>OB</b>	7.29±0.93a	7.00±1.00a	7.67±1.18a	7.08±1.08ab	7.50±1.04a
<b>KB1</b>	6.95±1.06a	6.79±1.10a	7.08±1.19ab	7.08±1.19ab	7.12±1.17a
<b>KB2</b>	7.16±1.15a	6.45±1.12a	6.95±1.14ab	7.50±1.12a	7.20±0.87a
<b>KB3</b>	6.75±1.48a	6.75±1.20a	6.25±1.33b	6.25±1.74b	6.16±1.28b

-Aynı sütunda, aynı harfi paylaşmayan değerler önemli derecede birbirinden farklıdır ( $P<0.05$ ).  
-Sonuçlar yaş esasına göre hesaplanmıştır. OB: Optimal bisküvi, KB1: Buğday unu ile üretilen bisküvi, KB2: Buğday unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi, KB3: Sorgum unu ve mısır nişastası ile üretilen bisküvi.

Bisküvi örneklerinin koku puanları incelendiğinde 6.45 ile 7.00 arasında puanlar aldıkları görülmektedir. Bu sonuçlar analiz edildiğinde, sözel ifade olarak iyi ile çok iyi arasına karşılık geldikleri görülmektedir. OB bisküvisi, en yüksek koku puanını almıştır ve tüm bisküvilerin koku puanları istatistiksel olarak benzer ( $p>0.05$ ) bulunmuştur.

Duyusal analizin önemli kriterlerinden biri tat olarak kabul edilir. Bir ürünün dış görünüşü ve besinsel içeriği ne kadar iyi olursa olsun, tüketiciler tarafından tat açısından yeterli not alamazsa, ürünün satın alınması açısından bir değeri olmadığı düşünülür. Bisküvi örnekleri tat açısından değerlendirildiğinde ortalama olarak 6.25 ile 7.67 arasında puan almıştır. Bisküvilerin tatlarının beğeni puanlarında OB örneğinin en yüksek puanı aldığı ve bu puanın “iyi” ile “çok iyi” sözel ifadelerinin arasında yer aldığı görülmektedir. İstatistiksel analiz sonucunda bisküvilerin tat puanlarının arasında anlamlı ( $p<0.05$ ) farklılıkların olduğu görülmüştür. OB örneğinin tat beğeni puanı, KB1 ve KB2 ile benzer ( $p>0.05$ ) olmakla birlikte, KB3’ten önemli ( $p<0.05$ ) derecede yüksek bulunmuştur.

Çiğnenebilirlik puanları bakımından incelendiğinde, KB2’nin en yüksek çiğnenebilirlik puanını aldığı saptanmıştır. OB, KB1 ve KB2 örneklerinin istatistiksel olarak birbirleriyle benzer ( $p>0.05$ ) puanlar aldıkları, KB’nin KB3’ten önemli derecede ( $p<0.05$ ) yüksek puan aldığı görülmüştür. Bu parametre açısından bisküvi örnekleri panelistler tarafından ortalama 6.25 ile 7.50 arasında puan almıştır.

Panelistlerden, tüm özelliklerini göz önünde bulundurarak bisküvi örneklerini genel beğeni açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Bu değerlendirme sonucunda; bisküvi örnekleri ortalama olarak 6.16 ile 7.50 arasında puanlar almışlardır. En yüksek genel beğeni puanını OB örneğinin aldığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). SOU ile üretilmiş olan KB3 diğerlerinden önemli ölçüde ( $p<0.05$ ) düşük genel beğeni puanı almıştır. Bu sonuç; KB2 ve KB3 ile istatistiksel olarak benzerlik göstermesinin yanında formülasyonunda HAT, HUT ve BÇT kullanılan OB'nin panelistler tarafından en fazla beğenilen bisküvi olduğunu göstermiştir.

Sharma ve diğ. (2017)'nde buğday ununa diyet lifi açısından zenginleştirmek amacıyla %10, %15 ve %20 oranlarında havuç ve lotus kökü tozu karışımı ilave edilerek üç çeşit kurabiye hazırlanmıştır. Hazırlanan kurabiyelerin duyuşal değerlendirmesinde ürünler tüm parametreler açısından birbiriyle benzer ve  $>8.50/9.00$  puan almışlardır. %15 havuç-lotus kökü tozu karışımı içeren kurabiye tat ve renk açısından, %10 havuç-lotus kökü tozu karışımı içeren kurabiye tekstür, çıtırılık ve genel beğeni açısından en yüksek ortalama puanı almışlardır.

Saima Kanwal ve diğ. (2015)'nin çalışmalarında bisküviler, balkabağı çekirdeğı tozunun buğday ununa %5, %10, %15 ve %20 oranlarında ikame edilmesiyle üretilmiş ve elde edilen bisküvilerin özellikleri kontrol numunesinin özellikleriyle karşılaştırılmıştır. Üretilen bisküvi örneklerinin duyuşal değerlendirmesinde bisküviler tüm seviyelerde kabul edilebilirlik göstermiş olup %15 balkabağı çekirdeğı tozu ile muamele edilen bisküvi lezzet, tekstür, aroma ve genel kabul edilebilirlik bakımından en yüksek puanı almıştır. Balkabağı çekirdeğı tozunun, besleyici bisküviler hazırlamak için buğday ununun takviye edilmesinde başarıyla kullanılabilceğı sonucuna varılmıştır.

Shabnam ve diğ. (2020)'nin çalışması, buğday ununa %0, %2, %4 ve %6 ikame oranlarında hurma tozu ve şeftali tozu katılarak kurabiyelerin besin kalitesinin artırılması üzerinedir. Farklı ikame oranlarında hazırlanan kurabiye örneklerinin duyuşal değerlendirmesi yapılmıştır ve sonuçlar; %4 ikame oranına sahip kurabiye örneğinin renk, tat, çiğnenebilirlik ve genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek kabul edilebilirliğe sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Aljobair (2022)'de, tatlı sorgum ve darı kompozit unlarından glutensiz kurabiyeler geliştirmek amaçlanmıştır. Çalışmada; %100 buğday unu, %100 sorgum unu ve %100 darı unu ve kompozit unlar (%25 sorgum unu -%75 darı unu, %50 sorgum unu -%50 darı unu, %75 sorgum unu -%25 darı unu) kullanılarak kurabiyeler üretilmiştir. Geliştirilen kurabiyelerin duysal kalite özellikleri değerlendirilmiştir. Sonuçlar; kurabiye türleri arasında duysal özellikler açısından anlamlı bir farklılığın görülmediğini, %25 tatlı sorgum unu- %75 darı unu kompozit unu kullanılarak üretilen kurabiyelerin, genel kabul edilebilirlik ve görünüş açısından diğerlerinden daha yüksek puan aldığını göstermiştir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, gebe ve emziren kadınlara demir ve A vitamini ile zenginleştirilmiş bisküviler sunarak demir ve A vitamini eksikliği anemisinin önlenmesine katkıda bulunulması amaçlanmıştır. Farklı oranlarda havuç, hurma ve balkabağı çekirdeği tozu içeren 15 adet bisküvi örneğinin üretimleri Box-Behnken deneysel tasarımına göre gerçekleştirilmiştir. Duyusal olarak en çok kabul edilen,  $\beta$ -karoten miktarı (provitamin A) ve demir içeriği açısından en yüksek sonuçları veren örnek optimal örnek olarak belirlenmiştir.

Optimal bisküvi formülasyonu sorgum unu+ mısır nişastası karışımına %20.000 havuç tozu (HAT), %12.236 balkabağı çekirdeği tozu (BÇT) ve %10.131 hurma tozu (HUT) ikame edilen bisküvi formülasyonu olarak belirlenmiştir. Daha sonra, optimal bisküvinin bazı kimyasal, fiziksel ve duyusal özellikleri, buğday unuyla üretilen kontrol bisküvilerin ve sorgum unu (SOU) ile üretilen kontrol bisküvisinin özellikleriyle karşılaştırılmıştır.

HAT, HUT ve BÇT tozu ikamesi SOU ile üretilen bisküvilerin protein, yağ, kül ve diyet lifi içeriklerinde önemli değişikliklere neden olmuştur ( $p<0.05$ ). Ayrıca, OB bisküvi örneğinin kül, yağ, protein, diyet lifi, toplam fenolik madde, Fe, Ca, Cu, K, Mg, P, Mn, Zn,  $\beta$ -karoten içerikleri ile antioksidan aktivite değerinin tüm kontrol bisküvilerden önemli derecede ( $p<0.05$ ) yüksek olduğu bulunmuştur. Bu artışların, hammadde özellikleri arasındaki farklılıkların ürünlere yansımından kaynaklandığı söylenebilir.

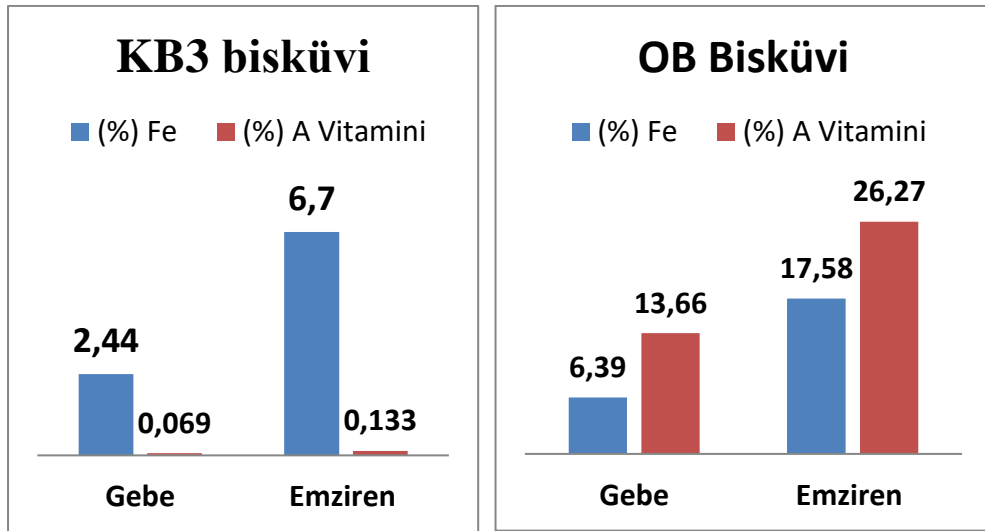
Bisküvilerin sertlik analizleri sonuçları incelendiğinde HUT, HAT ve BÇT ilavesi yapılan OB örneğinin sertlik değerinin önemli derecede ( $p<0.05$ ) düşük olduğu görülmüştür. Renk analizinde OB'nin kırmızılık, sarılık ve koyuluk özelliklerinin önemli derecede ( $p<0.05$ ) yüksek olduğu tespit edilmiştir.

OB formülasyonu buğday unu ve sorgum unuyla bisküvi üretiminden daha yüksek demir ve  $\beta$ -karoten içeren bisküvilerin üretilebilmiş olması bu araştırmanın amacını karşılamaktadır. Duyusal analiz sonuçlarında da formülasyonunda HUT, HAT ve BÇT kullanılan OB'nin renk, koku, tat, çiğnenebilirlik ve genel beğeni

özellikleri açısından hedonik skalada 7.00/9.00'un üzerinde puanlar aldığı görülmüş olup bu sonuçlar OB'nin duyuşal açıdan beğenildiğini göstermiştir.

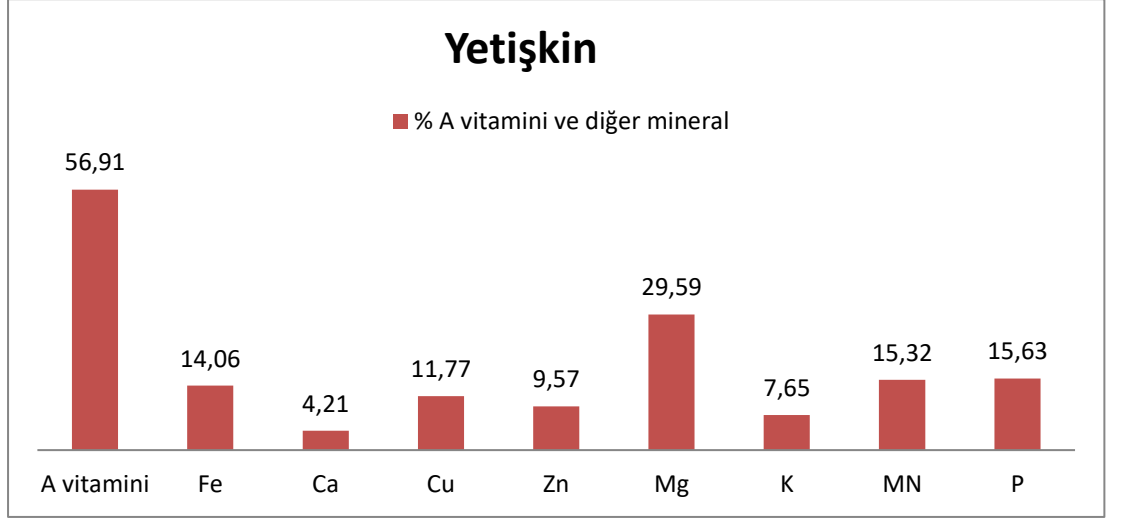
Bu çalışmanın sonuçları; HUT, HAT ve BÇT kullanılarak demir ve  $\beta$ -karoten açısından zengin, yüksek besin değerine sahip bisküvi üretme olasılığını ortaya koymuştur. Demir, KB3 kontrol örneğine kıyasla yaklaşık iki buçuk kat artarak 13.41'den (mg/kg) 35.16'ya (mg/kg) yükselmiştir.  $\beta$ -karoten ise kontrol örneğine göre yaklaşık 197 kat artarak 0.52'den (mg/kg) 102.85'e (mg/kg) yükselmiştir.

Şekil 4.1'deki grafik, 40 g KB3 (Sorgum unu ile mısır nişastası bisküvi) ve OB (Optimal bisküvi) tüketildiğinde gebe ve emziren kadınların günlük A vitamini ve demir ihtiyaçlarının ne kadarını karşılayabileceklerini göstermektedir.



**Şekil 4.1:** 40 g KB3 ve OB tüketildiğinde gebe ve emziren kadınların günlük A vitamini ve demir ihtiyaçlarını karşılama oranları

Bulgular ışığında, elde edilen optimal bisküvinin tüm bireyler için zenginleştirilmiş bir bisküvi olma potansiyeli olduğu da söylenebilir. Şekil 4.2 yetişkin bir kişinin 40 g optimal bisküvi tükettiğinde günlük A vitamini ve diğer mineral ihtiyaçlarını karşılama oranlarını göstermektedir.



**Şekil 4.2:** Yetişkin bir bireyin 40 g optimal bisküvi tükettiğinde günlük A vitamini ve diğer mineral ihtiyaçlarını karşılama oranları

Bu çalışmada, (BÇT), (HAT), (HUT) ve (SOU) karışımları kullanılarak iyi fiziksel ve besinsel bileşime sahip bisküviler geliştirilebileceği sonucuna varılmıştır. Bisküvi formülünde balkabağı çekirdeği tozu, havuç tozu ve hurma tozunun sorgumunu ile kombinasyonu, duyu kaliteyi olumsuz etkilemeden bisküvilerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirmenin yanı sıra demir ve  $\beta$ -karoten (A vitamini provitamini) miktarını artırmıştır. Bu nedenle bu bisküvi, kadınlar için hamilelik ve emzirme döneminde demir ve A vitamini eksikliği anemisinin önlenmesine katkıda bulunması için iyi bir gıda alternatifi olabilecektir. Ayrıca optimum bisküvide kullanılan hammaddeler glutensiz hammaddeler olduğu için bu bisküvi, özellikle düşük gelire sahip gluten intoleransı olan bireyler için de demir ve A vitaminince de zenginleştirilmiş iyi bir alternatif olma özelliği taşımaktadır.



## 5. KAYNAKLAR

Adelekan, A. O., and Gbadebo, O. T., "Evaluation of Storage Stability and Quality Parameters in Biscuit Made from Blends of Wheat, Cassava (*Manihot esculenta*) and Carrot (*Daucus carota*) Flour", *Int. J. Nutr. Food Eng.*, 13(5), 157-166, (2019).

Ahmad, T., Cawood, M., Iqbal, Q., Ariño, A., Batool, A., Tariq, R. M. S., and Akhtar, S., "Phytochemicals in *Daucus Carota* and Their Health Benefits", *Foods*, 8(9), 424, (2019).

Akaç, E. İ., "Gebe Kadınların Beslenme Bilgileri, Beslenme Alışkanlıkları ve Yeni Doğan Üzerine Etkileri", (Doctoral dissertation, Bursa Uludağ University), (2021).

Akbaba, A. K., and Fırat, A. K. Ç. A., "Gebelikte Egzersiz ve Beslenme", *Türk Kadın Sağlığı ve Neonatoloji Dergisi*, 5(4), 97-105, (2023).

Akintade, A. O., Awolu, O. O., and Ifesan, B. O., "Nutritional Evaluation of Fermented, Germinated and Roasted Pumpkin Seed Flour", *Acta Univ. Cibiniensis Ser. E: Food Technol.*, 23(2), 179-186, (2019).

Akomolafe, S. F., "Effects of roasting on the phenolic phytochemicals and antioxidant activities of pumpkin seed", *Vegetos*, 34(3), 505-514, (2021).

Aktürk, Z., and Işık, M., "Besin Değeri ve Sağlık Açısından Hurma (*Phoenix dactylifera*)", *Konuralp Med. J.*, 4(3), (2012).

AlFaris, N. A., AlTamimi, J. Z., AlGhamdi, F. A., Albaridi, N. A., Alzaheb, R. A., Aljabryn, D. H., and AlMousa, L. A., "Total phenolic content in ripe date fruits (*Phoenix dactylifera* L.): A systematic review and meta-analysis", *Saudi J. Biol. Sci.*, 28(6), 3566-3577, (2021).

Ali, J. B., and Abol-Ela, M. F., "Effect of gluten-free flour on physical properties and quality characteristics of biscuits", *Res. J. Appl. Biotechnol.*, 5(1), 1-14, (2019).

Aljobair, M. O., "Physicochemical properties and sensory attributes of cookies prepared from sorghum and millet composite flour", *Food Sci. Nutr.*, 10(10), 3415-3423, (2022).

Al-Khaffaf, A., Frattini, F., Gaiardoni, R., Mimiola, E., Sissa, C., and Franchini, M., "Diagnosis of anemia in pregnancy", *J. Lab. Precis. Med.*, 5(9), 1-5, (2020).

Alshehry, G. A., "Preparation and nutritional properties of cookies from the partial replacement of wheat flour using pumpkin seeds powder", *World J. Environ. Biosci.*, 9(2-2020), 48-56, (2020).

Alvarado-Ramírez, M., Santana-Gálvez, J., Santacruz, A., Carranza-Montevalvo, L. D., Ortega-Hernández, E., Tirado-Escobosa, J., and Jacobo-Velázquez, D. A., "Using a functional carrot powder ingredient to produce sausages with high levels of nutraceuticals", *J. Food Sci.*, 83(9), 2351-2361, (2018).

Al-Khaffaf, A., Frattini, F., Gaiardoni, R., Mimiola, E., Sissa, C., and Franchini, M., “Diagnosis of anemia in pregnancy”, *J. Lab. Precis. Med.*, 5(9), 1-5, (2020).

Alshehry, G. A., “Preparation and nutritional properties of cookies from the partial replacement of wheat flour using pumpkin seeds powder”, *World J. Environ. Biosci.*, 9(2-2020), 48-56, (2020).

Alvarado-Ramírez, M., Santana-Gálvez, J., Santacruz, A., Carranza-Montealvo, L. D., Ortega-Hernández, E., Tirado-Escobosa, J., and Jacobo-Velázquez, D. A., “Using a functional carrot powder ingredient to produce sausages with high levels of nutraceuticals”, *J. Food Sci.*, 83(9), 2351-2361, (2018).

Ambi, A. A., Bashir, M., Hafsat, B. M., Nura, M., Abubakar, H., and Shatu, M., “Effect of processing on vitamin A and some mineral contents of pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed”, *Bayero J. Pure Appl. Sci.*, 13(2), 113-116, (2021).

Amin, A. A. E. N., Abdel Fattah, A. F. A. K., and El-Sharabasy, S. F., “Quality attributes of cookies fortified with date powder”, *Arab Univ. J. Agric. Sci.*, 27(5), 2539-2547, (2019).

Anitha, S., Ramya, H., and Ashwini, A., “Effect of mixing pumpkin powder with wheat flour on physical, nutritional and sensory characteristics of cookies”, *Int. J. Chem. Stud.*, 8(4), 1030-1035, (2020).

AOAC, Official Methods of Analysis, (15th ed.), Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC., (1990).

AOAC, Official Methods of Analysis, (Method 985.35). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, (1988).

AOAC, “Total, Insoluble and Soluble Dietary Fiber in Food Enzymatic Gravimetric Method (Method 991.43) MES-TRIS Buffer”, Official Methods of Analysis, (16th ed.), AOAC International, Gaithersburg, MD, (1995).

AOCS, In: Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists’ Society (Method Cd 8-53 and Method Cd 1890) (4th ed.). *Champaign: American Oil Chemists’ Society* (1990).

Araujo, V. F. P., Junnyor, W. D. S. G., da Silva, M. A. P., Placido, G. R., Caliar, M. C., de Lima, M. S., and Vieira, N. F., “Inclusion of sweet sorghum flour in bread formulations”, *Afr. J. Biotechnol.*, 14(19), 1655-1661, (2015).

Auerbach, M., Abernathy, J., Juul, S., Short, V., and Derman, R., “Prevalence Of Iron Deficiency In First Trimester, Nonanemic Pregnant Women”, *J. Matern. Fetal Neonatal Med.*, 34(6), 1002-1005, (2021).

Awadalkareem, A. M., Mustafa, A. I., and El Tinay, A. H., “Protein, mineral content and amino acid profile of sorghum flour as influenced by soybean protein concentrate supplementation”, *Pak. J. Nutr.*, 7(3), 475-479, (2008).

Bakanlığı, S., Türkiye Beslenme Rehberi TÜBER 2015, TC Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1031, Ankara, *TC Sağlık Bakanlığı Yayın*, (1031), (2015).

Baltacıoğlu, H., Baltacıoğlu, C., and Tangüler, H., “Effect of waste fermented carrot powder addition on quality of biscuits”, *Turk. J. Agric. Food Sci. Technol.*, 7(9), 1237-1244, (2019).

Beard, J. L., Hendricks, M. K., Perez, E. M., Murray-Kolb, L. E., Berg, A., Vernon-Feagans, L., and Tomlinson, M., “Maternal iron deficiency anemia affects postpartum emotions and cognition”, *J. Nutr.*, 135(2), 267-272, (2005).

Benkadri, S., Salvador, A., Zidoune, M. N., and Sanz, T., “Gluten-free biscuits based on composite rice–chickpea flour and xanthan gum”, *Food Sci. Technol. Int.*, 24(7), 607-616, (2018).

Biglari, F., AlKarkhi, A. F., and Easa, A. M., “Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran”, *Food Chem.*, 107(4), 1636-1641, (2008).

Bilyk, O. Y., Slyvka, N. B., Nagovska, V. O., and Mykhaylytska, O. R., “Development of ice cream recipe with dates processing products”, *Sci. Messenger LNU Vet. Med. Biotechnol., Ser. Food Technol.*, 23(95), 51-56, (2021).

Bodnar, L. M., Cogswell, M. E., and McDonald, T., “Have we forgotten the significance of postpartum iron deficiency?”, *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 193(1), 36-44, (2005).

Brasil, I. M., and Siddiqui, M. W., “Postharvest quality of fruits and vegetables: An overview”, *Preharvest Modulation of Postharvest Fruit and Vegetable Quality*, 1-40, (2018).

Büyükuslu, N., Bilgi, Z. Z., İLKTAÇ, H. Y., and Garipağaoğlu, M., “Gebelikte beslenmenin kordonkanı yağ asidi düzeylerine etkisi”, *Anatol. Clin. J. Med. Sci.*, 24(1), 15-21, (2019).

Catană, M., Catană, L., Asănică, A. C., Lazăr, M. A., and Constantinescu, F., “Fortification of biscuits with carrot pomace powder in order to increase the nutritional value and antioxidant capacity”, *Sci. Pap. Ser. B Hort.*, LXVI(2), 369-375, (2022).

Çelikkan, N., “Gebelik Öncesi Sezgisel Yeme Davranışı İle Gebelikte Yeme Farkındalığı Ve Beslenme Durumunun Gestasyonel Vücut Ağırlığı Artışına Etkisinin Belirlenmesi”, (Master’s Thesis, Hasan Kalyoncu Üniversitesi), (2021).

Chadare, F. J., Idohou, R., Nago, E., Affonfere, M., Agossadou, J., Fassinou, T. K., and Hounhouigan, D. J., “Conventional And Food-To-Food Fortification: An Appraisal Of Past Practices And Lessons Learned”, *Food Sci. Nutr.*, 7(9), 2781-2795, (2019).

Char, C. D., “Carrots (*Daucus carota* L.)”, *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health*, 2nd Edition, 969-978, (2017).

Chlopicka, J., Pasko, P., Gorinstein, S., Jedryas, A., and Zagrodzki, P., “Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereal breads”, *LWT-Food Sci. Technol.*, 46(2), 548-555, (2012).

Çınar, N., “Laktasyon döneminde gebelik ve emzirme”, *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 27(2), 143-146, (2018).

Çınar, N., “Laktasyon döneminde gebelik ve emzirme”, *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 27(2), 143-146, (2018).

Corwin, E. J., Murray-Kolb, L. E., and Beard, J. L., “Low hemoglobin level is a risk factor for postpartum depression”, *J. Nutr.*, 133(12), 4139-4142, (2003).

Courtney-Martin, G., Ball, R. O., Pencharz, P. B., and Elango, R., “Protein Requirements During Aging”, *Nutrients*, 8(8), 492, (2016).

Çümen, E., and Bostancı, Ş., “Havucun Gastronomide Alternatif Kullanım Alanları: Farklı Ürün Denemeleri”, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 14(2), 202-215, (2021).

da Silva Lima, L. R., Barros Santos, M. C., dos Santos D' Almeida, C. T., Cameron, L. C., Gutkoski, L. C., and Ferreira, M. S. L., “Omics data reveals the phenolic fingerprint of Brazilian whole wheat flours of different technological qualities”, *J. Food Sci. Technol.*, 60(2), 783-796, (2023).

David, O., Arthur, E., Kwadwo, S. O., Badu, E., and Sakyi, P., “Proximate composition and some functional properties of soft wheat flour”, *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.*, 4(2), 753-758, (2015).

de Melo, F. A. B. R., Galvão, M. B. F., da Costa, A. F., da Silva, C. F., Guerra, J. M. C., and Stamford, T. C. M., “Development and Evaluation of Nutritional and Quality Standard of Beef Burger Supplemented with Pumpkin (*Cucurbita moschata*) Seed Flour”, *Foods*, 13(11), 1702, (2024).

de Oliveira, L. D. L., de Oliveira, G. T., de Alencar, E. R., Queiroz, V. A. V., and de Alencar Figueiredo, L. F., “Physical, chemical, and antioxidant analysis of sorghum grain and flour from five hybrids to determine the drivers of liking of gluten-free sorghum breads”, *LWT*, 153, 112407, (2022).

Karakuş, V., Giden, A., Soysal, D. E., Bozkurt, S., and Kurtoğlu, E., “Erişkin hastalarda anemi etiyolojisi, risk faktörleri ve nüksün değerlendirilmesi”, *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Dergisi*, 3(1), 1-6, (2016).

Khan, I., Yousif, A., Johnson, S. K., and Gamlath, S., “Effect of sorghum flour addition on resistant starch content, phenolic profile and antioxidant capacity of durum wheat pasta”, *Food Res. Int.*, 54(1), 578-586, (2013).

Koletzko, B., Agostoni, C., Bergmann, R., Ritzenthaler, K., and Shamir, R., “Physiological aspects of human milk lipids and implications for infant feeding: a workshop report”, *Acta Paediatr.*, 100(11), 1405-1415, (2011).

Köppen, S., Reinhardt, G., and Gärtner, S., “Assessment of energy and greenhouse gas inventories of Sweet Sorghum for first and second generation bioethanol”, *FAO Environ. Nat. Resour. Serv. Ser.*, 30, (2009).

Küçük, S. C., and Yıbar, A., “D vitamini ile zenginleştirilmiş yoğurdun besin değeri ve metabolik etkileri”, *Gıda*, 43(4), 549-557, (2018).

Kulammarva, A. G., Sosle, V. R., and Raghavan, G. V., “Nutritional and rheological properties of sorghum”, *Int. J. Food Prop.*, 12(1), 55-69, (2009).

Laze, A., Arapi, V., Ceca, E., Gusho, K., Pezo, L., Brahusi, F., and Knežević, D., “Chemical composition and amino acid content in different genotypes of wheat flour”, *Period. Polytech. Chem. Eng.*, 63(4), 618-628, (2019).

Levi, M., Rosselli, M., Simonetti, M., Brignoli, O., Cancian, M., Masotti, A., and Lapi, F., “Epidemiology of iron deficiency anaemia in four European countries: a population-based study in primary care”, *Eur. J. Haematol.*, 97(6), 583-593, (2016).

Liyew, A. M., and Teshale, A. B., “Individual and community level factors associated with anemia among lactating mothers in Ethiopia using data from Ethiopian demographic and health survey, 2016; a multilevel analysis”, *BMC Public Health*, 20, 1-11, (2020).

Lohani, U. C., and Muthukumarappan, K., “Study of continuous flow ultrasonication to improve total phenolic content and antioxidant activity in sorghum flour and its comparison with batch ultrasonication”, *Ultrason. Sonochem.*, 71, 105402, (2021).

Lopez, A., Cacoub, P., Macdougall, I. C., and Peyrin-Biroulet, L., “Iron deficiency anaemia”, *Lancet*, 387(10021), 907-916, (2016).

Madora, E. P., Takalani, T. K., and Mashau, M. E., “Physicochemical, microbiological and sensory properties of low fat yoghurt fortified with carrot powder”, *Int. J. Agric. Biol. Eng.*, 9(1), 118-124, (2016).

Maleki, S., Razavi, S. H., and Yadav, H., “Diabetes and seeds: new horizon to promote human nutrition and anti-diabetics compounds in grains by germination”, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 63(27), 8457-8477, (2023).

Malkanathi, H. H. A., and Umadevi, S. H., “Effect of dried pumpkin pulp and seed powder on physical, chemical and sensory properties of biscuits”, *Int. J. Sci. Res.*, 7(8), 32-34, (2018).

Martinez, H., “Fluid consumption by Mexican women during pregnancy and first semester of lactation”, *Biomed. Res. Int.*, (2014).

Mc Ardle, W., Katch, F. I., and Katch, L. V., *Exercise Physiology, Energy, Nutrition and Human Performance*, Sixth Edition, Lippincott Williams and Wilkins, (2007).

- Mecacci, F., Biagioni, S., Ottanelli, S., and Mello, G., “Nutrition in pregnancy and lactation: how a healthy infant is born”, *J. Pediatr. Neonat. Individ. Med.*, 4(2), e040236-e040236, (2015).
- Mehboob, S., Ali, T. M., Alam, F., and Hasnain, A., “Dual modification of native white sorghum (*Sorghum bicolor*) starch via acid hydrolysis and succinylation”, *LWT-Food Sci. Technol.*, 64(1), 459-46, (2015).
- Miller, D. D., and Welch, R. M., “Food system strategies for preventing micronutrient malnutrition”, *Food Policy*, 42, 115-128, (2013).
- Miller, E. M., and Mc Connell, D. S., “Milk immunity and reproductive status among Ariaal women of northern Kenya”, *Ann. Hum. Biol.*, 42(1), 76-83, (2015).
- Miller, E. M., “The reproductive ecology of iron in women”, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 157(S61), 44-56, (2015).
- Moghbeli, S., Jafari, S. M., Maghsoudlou, Y., and Dehnad, D., “Influence of pectin-whey protein complexes and surfactant on the yield and micro structural properties of date powder produced by spray drying”, *J. Food Eng.*, 242, 124-132, (2019).
- Mohamed, A., Fawzy, A. H., Mohamed, N., Mostafa, T. M., and Zeinab, A. H., “Chemical, physical and sensory evaluation of biscuit supplemented with date powder”, *Minia J. Agric. Res. Dev.*, 36(2), (2016).
- Murathan, G., “Çocuklarda Fiziksel Aktivite ve Sağlık İçin Beslenme”, *Fiziksel Aktivite ve Fiziksel Uygunluk*, 127, (2023).
- Nandigam, V., Nandigam, K., Badhe, B. A., and Dutta, T. K., “Is adult definition of anemia applicable to a geriatric population? Study of erythrocyte parameters in Indian geriatric inpatients”, *J. Am. Geriatr. Soc.*, 52(9), 1589-1590, (2004).
- Natural Institute of Health (NIH)., “Vitamin A Consumer. Office of Dietary Supplements”, <http://ods.od.nih.gov>, (2019).
- Ndife, J., Abdulraheem, L. O., and Zakari, U. M., “Evaluation of the nutritional and sensory quality of functional breads produced from whole wheat and soya bean flour blends”, *Afr. J. Food Sci.*, 5(8), 466-472, (2011).
- Nnam, N. M., “Chemical, sensory and rheological properties of porridges from processed sorghum (*Sorghum bicolor*, bambara groundnut (*Vigna subterranea* L. Verdc) and sweet potato (*Ipomoea batatas*) flours”, *Plant Foods Hum. Nutr.*, 56, 251-264, (2001).
- Noerhartati, E., and Rahayuningsih, T., “Soft bran of sorghum potential for high fiber supplement food”, *Proc. IFC UKWM Surabaya*, 131-137, (2016).
- Ogungbenle, H. N., “Chemical and fatty acid compositions of date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L) flour”, *Magnesium*, 27, 0-03, (2011).

- Okoye, E. C., and Onyekwelu, C. N., "Production and quality evaluation of enriched cookies from wheat, African yam bean and carrot composite flours", *Ann. Food Sci. Technol.*, 19(1), (2018).
- Önal, B., "Gebelikte Kullanılan Besin Takviyeleri ve Vitaminler", *Biruni Sağlık ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7, 1-3, (2021).
- Öztürk, N. K., "Beslenme ve Sağlık İlişkisi", *Temel Beslenme İlkeleri ve Laboratuvar Uygulamaları*, 27, (2024).
- Pekcan, G., "Beslenme durumunun saptanması", *Diyet El Kitabı*, 726, 67-141, (2008).
- Perez, E. M., Hendricks, M. K., Beard, J. L., Murray-Kolb, L. E., Berg, A., Tomlinson, M., and Vernon-Feagans, L., "Mother-infant interactions and infant development are altered by maternal iron deficiency anemia", *J. Nutr.*, 135(4), 850-855, (2005).
- Perfilova, O. V., Akishin, D. V., Vinnitskaya, V. F., Danilin, S. I., and Olikainen, O. V., "Use of vegetable and fruit powder in the production technology of functional food snacks", In *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* (Vol. 548, No. 8, p. 082071), IOP Publishing, (2020).
- Phebean, I. O., Akinyele, O., Toyin, A., Folasade, O., Olabisi, A., and Nnenna, E., "Development and quality evaluation of carrot powder and cowpea flour enriched biscuits", *Int. J. Food Sci. Biotechnol.*, 2(2), 67-72, (2017).
- Picciano, M. F., "Pregnancy and Lactation: Physiological Adjustments, Nutritional Requirements and the Role of Dietary Supplements", *J. Nutr.*, 133(6), (2003).
- Pınar, T. E. P. E., and Keklik, T. S., "Gebelik ve Beslenme", *Sağlık and Bilim 2022: Beslenme-2*, 157, (2022).
- Pourafshar, S., Rosentrater, K. A., and Krishnan, P., "A review of alternatives to wheat flour", 2010 Pittsburgh, Pennsylvania, June 20-June 23, 2010, 1, (2010).
- Prabhasankar, P., and Haridas Rao, P., "Effect of different milling methods on chemical composition of whole wheat flour", *Eur. Food Res. Technol.*, 213, 465-469, (2001).
- Purewal, S. S., Verma, P., Kaur, P., Sandhu, K. S., Singh, R. S., Kaur, A., and Salar, R. K., "A comparative study on proximate composition, mineral profile, bioactive compounds and antioxidant properties in diverse carrot (*Daucus carota* L.) flour", *Biocatal. Agric. Biotechnol.*, 48, 102640, (2023).
- Qamar, A. S., Mafia, A., and Rizwan, S., "Nutritional and Therapeutics Importance of the Pumpkin Seed", *Biomed. J. Sci. Technol. Res.*, 21(2), (2019).
- Qasem, R. J., Cherala, G., and D'mello, A. P., "Maternal protein restriction during pregnancy and lactation in rats imprints long-term reduction in hepatic lipid content selectively in the male offspring", *Nutr. Res.*, 30(6), 410-417, (2010).

Raut, A. K., Hiwale, K. M., and Hiwale, K. M., “Iron Deficiency Anemia in Pregnancy”, *Cureus*, 14(9), (2022).

Reddy, B. V., Ramesh, S., Reddy, P. S., Ramaiah, B., Salimath, M., and Kachapur, R., “Sweet sorghum-a potential alternate raw material for bio-ethanol and bio-energy”, *Int. Sorghum Millets Newsl.*, 46, 79-86,

Rouf Shah, T., Prasad, K., and Kumar, P., “Maize—A Potential Source of Human Nutrition and Health: A Review”, *Cogent Food Agric.*, 2(1), 1166995, (2016).

Saima Kanwal, S. K., Saeeda Raza, S. R., Khalid Naseem, K. N., Muhammad Amjad, M. A., Naseem Bibi, N. B., and Musarrat Gillani, M. G., “Development, physico-chemical and sensory properties of biscuits supplemented with pumpkin seeds to combat childhood malnutrition in Pakistan”, 400-405, (2015).

Sakr, A. M., and Hussien, H. A., “Nutritional quality of gluten free biscuits supplemented with sweet chickpeas and date palm powder”, *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 2, 128-134, (2017).

Salwen, M. J., “Vitamins and trace elements”, *Henry’s Clinical Diagnosis Management by Laboratory Methods*, 416, (2017).

Samur, F., “Vitaminler mineraller ve sağlığımız”, T.C. Sağlık Bakanlığı, Ankara, (2012).

Sawka, M. N., “Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate”, Chapter 4-Water, ARMY RESEARCH INST OF ENVIRONMENTAL MEDICINE NATICK MA, (2005).

Schober, T. J., O’Brien, C. M., McCarthy, D., Darnedde, A., and Arendt, E. K., “Influence of gluten-free flour mixes and fat powders on the quality of gluten-free biscuits”, *Eur. Food Res. Technol.*, 216, 369-376, (2003).

Schotten, N., Pasker-de Jong, P. C., Moretti, D., Zimmermann, M. B., Geurts-Moespot, A. J., Swinkels, D. W., and van Kraaij, M. G., “The donation interval of 56 days requires extension to 180 days for whole blood donors to recover from changes in iron metabolism”, *Blood*, 128(17), 2185-, (2016).

Segura, S. A., Ansótegui, J. A., and Díaz-Gómez, N. M., “The importance of maternal nutrition during breastfeeding: do breastfeeding mothers need nutritional supplements?”, *An. Pediatr. (Engl. Ed.)*, 84(6), 347-e1, (2016).

Selimoğlu, M. A., “Anne ve bebek sağlığı açısından emziren anne beslenmesinin önemi”, *Türk Pediatri Arşivi*, 48(3), 183-187, (2013).

Sharma, G., and Lakhawat, S., “Development, quality evaluation and acceptability of pumpkin seed flour incorporated in gravy”, *J. Nutr. Food Sci.*, 7(4), (2017).



- Shabnam, S., Dar, A. H., Aga, M. B., and Khan, S. A., “Effect of date powder and peach pomace powder on the microstructure and functional attributes of cookies”, *J. Postharvest Technol.*, 8(3), 37-49, (2020).
- Sharma, H. K., “Carrots production, processing, and nutritional quality”, *In Handbook of Vegetables and Vegetable Processing*, 589-608, (2018).
- Sharma, L., Singh, R., and Chandra, M., “Acceptability evaluation of fibre rice cookies using carrot pomace and lotus stem”, *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 2, 18-20, (2017).
- Singh, B. K., Koley, T. K., Maurya, A., Singh, P. M., and Singh, B., “Phytochemical and antioxidative potential of orange, red, yellow, rainbow and black coloured tropical carrots (*Daucus carota* subsp. *sativus* Schubl. and *Martens*)”, *Physiol. Mol. Biol. Plants*, 24, 899-907, (2018).
- Suliman, A. M. E., Masaad, M. K., and Ali, A. O., “Effect of partial substitution of wheat flour with date powder on biscuit quality”, *Gezira J. Agric. Sci.*, 9(2), 1-10, (2011).
- Tamer, A., and Nalbant, A., “Beslenme ve Bağışıklık Sistemi”, *Sakarya Tıp Dergisi*, 11(2), 458-466, (2021).
- Tang, G., “Bioconversion of dietary provitamin A carotenoids to vitamin A in humans”, *Am. J. Clin. Nutr.*, 91(5), 1468s-1473s, (2010).
- Tang, G., Hu, Y., Yin, S. A., Wang, Y., Dallal, G. E., Grusak, M. A., and Russell, R. M., “B-Carotene in Golden Rice is as good as  $\beta$ -carotene in oil at providing vitamin A to children”, *Am. J. Clin. Nutr.*, 96(3), 658, (2012).
- Tang, G., Lausman, A., Abdulrehman, J., Petrucci, J., Nisenbaum, R., Hicks, L. K., and Sholzberg, M., “Prevalence of iron deficiency and iron deficiency anemia during pregnancy: a single centre Canadian study”, *Blood*, 134, 3389, (2019).
- Taylor, S., and Rampton, D., “Treatment of iron deficiency anemia: practical considerations”, *Pol. Arch. Intern. Med.*, (2015).
- Tiwari, S., and Sarkar, N., “Development and evaluation of carotene rich carrot powder”, *Int. J. Res. Biosci. Agric. Techn.*, 6(1), 123-131, (2018).
- TM Assous, M., Kenawi, M. A., El Sokyary, F. A. H., and Kenawi, M. N., “Production and evaluation of date powder”, *Int. J. Fam. Stud. Food Sci. Nutr. Health*, 2(1), 19-39, (2021).
- Torres-Gonzalez, M., “The relationship between whole-milk dairy foods and metabolic health highlights an opportunity for dietary fat recommendations to evolve with the state of the science”, *Nutrients*, 15(16), 3570, (2023).

- Trumbo, P., Schlicker, S., Yates, A. A., and Poos, M., “Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids”, (Commentary), *J. Am. Diet. Assoc.*, 102(11), 1621-1631, (2002).
- Tzanetakou, I. P., Mikhailidis, D. P., and Perrea, D. N., “Nutrition during pregnancy and the effect of carbohydrates on the offspring’s metabolic profile: in search of the “Perfect Maternal Diet”, *Open Cardiovasc. Med. J.*, 5, 103, (2011).
- Uçar, Z., and Yılmaz, H. O., “Laktasyon döneminde beslenme: Enerji ve makro besin öğeleri”, *Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi*, 2(1), 37-46, (2020).
- Udachan, I. S., Sahoo, A. K., and Hend, G. M., “Extraction and characterization of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) starch”, *Int. Food Res. J.*, 19(1), (2012).
- Ünsal, A., “Beslenmenin önemi ve temel besin öğeleri”, *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 1-10, (2019).
- Wang, H., Zielinska, M., An, K., Fang, X. M., Raghavan, G. S. V., Zhang, Y., and Xiao, H. W., "
- Yıldız, N., and Sohrabi, M., “Hurma Ağacının (*Phoenix dactylifera* L.) İklim ve Toprak İstekleri”, *Uluslararası Mühendislik Tasarım ve Teknoloji Dergisi*, 1(2), 64-70, (2019).
- Yıldız, Y., and Yapar Eyi, E. G., “Gebelikte Annenin Anemisi”, *Jinekoloji-Obstetrik ve Neonatoloji Tıp Dergisi*, 9(35), 1456-1459, (2012).
- Yılmaz, H. Ö., “Kadın ve Çocuklarda Besin Güvencesizliği”, *Besin Güvencesizliği ve Sağlık*, 145, (2024).
- Yılmaz, Ö., “Çocuklarda Demir Eksikliği Anemisini Önleme Yaklaşımları”, *J. Health Sport Sci.*, 4(2), 42-49, (2021).
- Yu, L., Nanguet, A. L., and Beta, T., “Comparison of antioxidant properties of refined and whole wheat flour and bread”, *Antioxidants*, 2(4), 370-383, (2013).
- Zaid, A., “The world date production: a challenging case study”, *Date Palm Res. Dev. Programme*, United Nations Office for Project Services/UNOPS, Al Ain, (2010).
- Zhou, K., and Yu, L., “Total phenolic contents and antioxidant properties of commonly consumed vegetables grown in Colorado”, *LWT-Food Sci. Technol.*, 39(10), 1155-1162, (2006).
- Zlateva, D., Stefanova, D., Chochkov, R. M., and Ivanova, P., “Study on the impact of pumpkin seed flour on mineral content of wheat bread”, *Food Sci. Appl. Biotechnol.*, 5(2), 131-139, (2022).

# **EKLER**

## 6. EKLER

### EK A

Panelist Numarası:.....

Sayın panelist, Size, toplam 4 adet bisküvi örneği sunulacaktır. Lütfen bisküvileri sunum sırasına göre inceleyiniz. Bisküvileri renk, koku, tat ve çiğnenebilirlik açılarından inceleyip genel beğeni düzeyinizi bisküvi numarasının yanındaki ilgili kutucuğa çarpı işaret, (X) koyarak belirtmeniz yeterli olacaktır. Bisküvi örneklerini tatmaya başlamadan ve bir sonraki bisküvilerin tadına bakmadan önce bir miktar su içiniz.

Bisküvi Numarası:.....

Bisküvi Numarası	Aşırı kötü	Çok Kötü	Kötü	Ortanın Altı, Kötünün Üstü	Orta	İyinin Altı, Ortanın Üstü	İyi	Çok İyi	Mükemmel
Renk									
Koku									
Tat									
Çiğnenebilirlik									

Bisküvi Numarası:.....

Bisküvi Numarası	Aşırı kötü	Çok Kötü	Kötü	Ortanın Altı, Kötünün Üstü	Orta	İyinin Altı, Ortanın Üstü	İyi	Çok İyi	Mükemmel
Renk									
Koku									
Tat									
Çiğnenebilirlik									

Bisküvi Numarası:.....

Bisküvi numarası	Aşırı kötü	Çok Kötü	Kötü	Ortanın Altı, Kötünün Üstü	Orta	İyinin Altı, Ortanın Üstü	İyi	Çok İyi	Mükemmel
Renk									
Koku									
Tat									
Çiğnenebilirlik									

Bisküvi Numarası:.....

Bisküvi numarası	Aşırı kötü	Çok Kötü	Kötü	Ortanın Altı, Kötünün Üstü	Orta	İyinin Altı, Ortanın Üstü	İyi	Çok İyi	Mükemmel
Renk									
Koku									
Tat									
Çiğnenebilirlik									

Yaş..... Cinsiyet .....