



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN  
ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**Çimlendirilmiş Çavdar (*Secale cereale*) ve Yulaf  
(*Avena sativa*)'ın Bisküvi Üretiminde Kullanım  
İmkânları**

**Sümeyye DURSUN ŞİRİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**EKİM-2021  
KONYA  
Her Hakkı Saklıdır**

## **TEZ BİLDİRİMİ**

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

## **DECLARATION PAGE**

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

Sümeyye DURSUN ŞİRİN

Tarih: 08.10.2021

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

## ÇİMLENDİRİLMİŞ ÇAVDAR (*Secale cereale*) VE YULAF (*Avena sativa*)'İN BİSKÜVİ ÜRETİMİNDE KULLANIM İMKÂN LARI

Sümeyye DURSUN ŞİRİN

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

2021, 67 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

Doç. Dr. Sultan ARSLAN TONTUL

Bu çalışmada, çimlendirilmiş çavdar (*Secale cereale*) ve yulaf (*Avena sativa*) tanelerinin bisküvi üretiminde kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla, çimlendirme işlemi uygulanan tüm taneler öğütülüp un haline getirilmiş ve bisküvi üretiminde farklı ikame oranlarında (% 0, 10, 20 ve 30) kullanılmıştır. Üretilen bu bisküvi örneklerinde fiziksel (renk, çap, kalınlık, yayılma oranı ve sertlik), kimyasal (nem, kül, ham yağ, ham protein, fitik asit ve toplam fenolik madde) ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Çimlendirilmiş yulaf unu kullanılan bisküvi örneklerinin, çimlendirme işlemine bağlı olarak kül miktarı % 1.57 ile 1.69, ham yağ değerleri % 15.61 ile 17.35, ham protein değerleri % 7.09 ile 8.49, karbonhidrat değerleri 67.99 ile 70.06 ve enerji değerleri 449.09 ile 463.52 kkal/100g arasında değişim göstermiştir. Çimlendirilmiş çavdar unu ikameli örneklerinin kül miktarı 3.96 ile 5.66, ham yağ değerleri 15.61 ile 15.93, ham protein değerleri 6.87 ile 7.09, karbonhidrat değerleri % 70.06 ile % 71.80 ve enerji değerlerinde 449.09 ile 456.35 kkal/100g arasında değişim göstermiştir. Çimlendirilmiş yulaf tanelerinden elde edilen unların ikame edildiği bisküvi örneklerinin; toplam fenolik madde miktarı 568.00 ile 641.00 mg GAE/ kg, fitik asit değerleri 164.40 ile 224.87 mg/100 g arasında, çimlendirilmiş çavdar tanelerinden elde edilen unların ikame edilen bisküvi örneklerinin; toplam fenolik madde miktarı ise 568.00 ile 671.50 mg GAE/ kg, fitik asit değerleri 164.40 ile 223.87 mg/100 g arasında değişim göstermiştir. Genel olarak; ikame oranı arttıkça bisküvi renk  $L^*$  değerleri azalırken,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, ikame oranı arttıkça ham yağ ve ham protein oranları da artarken, karbonhidrat değerlerinde istatistiki olarak önemli bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Çimlendirilmiş yulaf unu ikameli bisküvi örneklerinin ham yağ ve ham protein değerleri, çavdar unu ikameli örneklere göre daha yüksek bulunurken, çimlendirilmiş çavdar unu ikameli bisküvi örneklerinin karbonhidrat değerleri ise yulaf unu ikameli bisküvi örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. Duyusal analiz sonuçlarına göre; % 10 ve % 20 çimlendirilmiş çavdar unu ikamesinin duyuşal kabul edilebilirlik bakımından en uygun oran olduğu görülmüştür. Sonuç olarak çimlendirilmiş yulaf ve çavdar unlarının bisküvi üretiminde kullanımı ile kimyasal ve besinsel özelliklerinin geliştirilebileceği ve fonksiyonelliğinin artırılabilmesi kanaatine varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bisküvi, çavdar, yulaf, çimlendirme, beslenme

## ABSTRACT

## MS THESIS

### USAGE OPPORTUNITIES OF GERMINATED RYE (*Secale cereale*) AND OAT (*Avena sativa*) IN COOKIES PRODUCTION

Sümeyye DURSUN ŞİRİN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

2021, 67 Pages

Jury

Assoc. Prof. Mustafa Kürşat DEMİR

Assoc. Prof. Nilgün ERTAŞ

Assoc. Prof. Sultan ARSLAN TONTUL

In this study, the possibilities of using germinated rye (*Secale cereale*) and oat (*Avena sativa*) grains in cookies production were investigated. For this purpose, all grains that were grounded after germination and used in different replacement ratios (0, 10, 20 and 30) in cookie production. Physical (color, diameter, thickness, spreading rate and hardness), chemical (moisture, ash, crude fat, crude protein, phytic acid and total phenolic substance) and sensory properties of these cookie samples were investigated. Depending on the germination process, the ash content of the cookie samples using germinated oat flour varied has shown between 1.57% and 1.69, crude fat values between 15.61% and 17.35%, crude protein values between 7.09 and 8.49%, carbohydrate values between 67.99 and 70.06, and energy values between 449.09 and 463.52 kcal/100g. The ash content of the germinated rye flour substituted samples varied has shown between 3.96 and 5.66, crude fat values between 15.61 and 15.93, crude protein values between 6.87 and 7.09, carbohydrate values between 70.06% and 71.80%, and energy values between 449.09 and 456.35 kcal/100g. Cookie samples in which flour obtained from germinated oat grains were substituted; with total phenolic substance content between 568.00 and 641.00 mg GAE/kg, phytic acid values between 164.40 and 224.87 mg/100 g; cookie samples substituted with flour obtained from germinated rye grains the total amount of phenolic substances varied between 568.00 and 671.50 mg GAE/kg, and the phytic acid values ranged between 164.40 and 223.87 mg/100 g. It was determined that while  $L^*$  values decreased,  $a^*$  and  $b^*$  values increased. Generally; as the substitution rate increased, the cookie color  $L^*$  values decreased, while the  $a^*$  and  $b^*$  values increased. In addition, as the rate of substitution increased, the ratios of crude fat and crude protein increased, while there was no statistically significant change in carbohydrate values. Crude fat and crude protein values of the cookie samples with germinated oat flour were found to be higher than the samples with rye flour, while the carbohydrate values of the cookie samples with germinated rye flour were found to be higher than the cookie samples with oat flour. According to the results of sensory analysis; It was seen that 10% and 20% germinated rye flour substitution was the most appropriate ratio in terms of sensory acceptability. As a result, it was concluded that the use of germinated oat and rye flours in cookie production can improve their chemical and nutritional properties and increase their functionality.

**Keywords:** Cookie, rye, oat, germination, nutrition

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim boyunca ve çalışmamın her safhasında; yardımlarını esirgemeyen, sabır ve titizlikle çalışmamın yürütülmesini sağlayan, sürekli teşvik eden, üstün bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli danışmanım Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR' e en içten saygılarımı ve şükranlarımı sunarım.

Analiz çalışmalarım sırasında, güler yüzlülikle destek ve yardımcı olan Arş. Gör. Tekmile CANKURTARAN' a, yine analiz çalışmalarımında her zaman destek ve yardımcı olan Nezahat OLCAY' a, laboratuvar da bana destek ve yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Esmâ BULUT ve Betül ALIÇ' a, yulaf tane temininde yardımlarını esirgemeyen T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ve yüksek lisansımı tamamlamaktan gurur duyduğum, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Gıda Mühendisliği bölümüne ve değerli hocalarına destekleri için teşekkür ederim.

Her daim yanımda olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen babam Hanefi DURSUN, annem Yeter DURSUN ve kardeşlerime, her zaman beni teşvik eden değerli eşim Mehmet Sami ŞİRİN' e ve desteklerini her zaman hissettiğim güzel aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Sümeyye DURSUN ŞİRİN  
KONYA-2021

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÇİZELGELER LİSTESİ .....</b>	<b>x</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>4</b>
2.1. Çavdar ( <i>Secale cereale</i> ) .....	4
2.2. Yulaf ( <i>Avena sativa</i> ) .....	6
2.3. Çimlendirme .....	10
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>14</b>
3.1. Materyal .....	14
3.2. Metot .....	14
3.2.1. Deneme deseni .....	14
3.2.2. Çavdar ve yulafın çimlenmesi .....	14
3.2.3. Bisküvi üretimi .....	15
3.2.4. Fiziksel analizler .....	15
3.2.4.1. Renk analizi .....	15
3.2.4.2. Tekstür analizi.....	15
3.2.4.3. Çap, kalınlık, yayılma oranı tayini.....	16
3.2.5. Hammadde ve ürünlerdeki kimyasal analizler.....	16
3.2.5.1. Nem tayini.....	16
3.2.5.2. Kül tayini .....	16
3.2.5.3. Ham protein tayini .....	16
3.2.5.4. Ham yağ tayini.....	16
3.2.5.5. Karbonhidrat içeriği hesaplaması .....	17
3.2.5.6. Enerji içeriği hesaplaması.....	17
3.2.5.7. Toplam fenolik madde miktarı (TFMM) tayini.....	17
3.2.5.8. Fitik asit tayini .....	17
3.2.6. Duyusal analiz.....	17
3.2.7. İstatistik analiz .....	18
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>19</b>
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları .....	19

4.1.1. Renk analizi sonuçları.....	19
4.1.2. Kimyasal analiz sonuçları.....	20
4.2. Bisküvi Analizleri.....	22
4.2.1. Fiziksel analiz sonuçları.....	22
4.2.1.1. Renk.....	22
4.2.1.2. Sertlik.....	26
4.2.1.3. Çap, kalınlık ve yayılma oranı.....	27
4.2.2. Kimyasal analiz sonuçları.....	29
4.2.2.1. Nem analizi sonuçları.....	32
4.2.2.2. Kül.....	33
4.2.2.3. Ham yağ.....	35
4.2.2.4. Ham protein.....	36
4.2.2.5. Karbonhidrat.....	38
4.2.2.6. Enerji.....	38
4.2.2.7. Toplam fenolik madde miktarı (TFMM).....	39
4.2.2.8. Fitik asit.....	42
4.2.3. Duyusal analiz sonuçları.....	43
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>46</b>
5.1 Sonuçlar.....	46
5.2 Öneriler.....	47
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>48</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>65</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

a*	: (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
b*	: (+) sarı, (-) mavi renk değeri
L*	: Parlaklık renk değeri
°C	: Santigrat derece
g	: Gram
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
NaOCl	: Sodyum hipoklorit
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	: Sodyum bi karbonat
nm	: Nanometre
ppm	: Milyonda bir kısım
sn	: Saniye
µm	: Mikrometre

### Kısaltmalar

FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
UHK	: Ulusal Hububat Konseyi
TFMM	: Toplam fenolik madde miktarı
Rpm	: Dakikadaki devir sayısı
AACC	: Amerikan Tahıl Kimyagerleri Derneği
Türkomp	: Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı

## ÇİZELGELER LİSTESİ

<b>Çizelge 3. 1.</b> Bisküvi Formülasyonu .....	<b>15</b>
<b>Çizelge 4. 1.</b> Hammaddelerin Renk Analizi Sonuçları .....	<b>20</b>
<b>Çizelge 4. 2.</b> Hammaddelerin Kimyasal Analiz Sonuçları .....	<b>21</b>
<b>Çizelge 4. 3.</b> Bisküvi Örneklerine Ait Renk Analiz Sonuçları .....	<b>23</b>
<b>Çizelge 4. 4.</b> Bisküvi Örneklerinin Renk Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları .....	<b>23</b>
<b>Çizelge 4. 5.</b> Bisküvi Örneklerinin Renk Analizlerine Ait Student's t Karşılaştırma Testi Sonuçları .....	<b>24</b>
<b>Çizelge 4. 6.</b> Bisküvi Örneklerinin Fiziksel Analiz Sonuçları .....	<b>26</b>
<b>Çizelge 4. 7.</b> Bisküvi Örneklerinin Fiziksel Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları .....	<b>27</b>
<b>Çizelge 4. 8.</b> Bisküvi Örneklerinin Fiziksel Analizlerine Ait Student's t Karşılaştırma Testi Sonuçları .....	<b>27</b>
<b>Çizelge 4. 9.</b> Bisküvi Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları .....	<b>30</b>
<b>Çizelge 4. 10.</b> Bisküvi Örneklerinin Kimyasal Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları .....	<b>30</b>
<b>Çizelge 4. 11.</b> Bisküvi Örneklerinin Kimyasal Analizlerine Ait Student's t Karşılaştırma Testi Sonuçları .....	<b>31</b>
<b>Çizelge 4. 12.</b> Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizleri Sonuçları .....	<b>40</b>
<b>Çizelge 4. 13.</b> Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları .....	<b>40</b>
<b>Çizelge 4. 14.</b> Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizlerine Ait Student's t Karşılaştırma Testi Sonuçları .....	<b>41</b>
<b>Çizelge 4. 15.</b> Bisküvi Örneklerinin Duyusal Değerlendirme Sonuçları .....	<b>44</b>

## 1. GİRİŞ

Bir ülkenin ekonomik yönden gelişmesi, üretken bireylere sahip olabilmesi, o ülkede kaliteli yaşam sürdürülebilmesine o toplumdaki bireylerin sağlıklı olmasına bağlıdır. İnsan sağlığı; beslenme, kalıtım, iklim ve çevre koşulları gibi birçok etmene bağlıdır. Bu etmenlerin en temelini de yeterli ve dengeli beslenme oluşturmaktadır (Baysal, 2003). Yeterli ve dengeli beslenme ise vücuda gerekli olan tüm besin öğelerinin yeterli miktar ve gerekli oranda alınmasıdır (Emiroğlu, 1998; Spark, 1998; Süren, 2002; Müftüoğlu, 2003). Yeterli ve dengeli beslenme durumunda büyüme, gelişme, yaşamın sürdürülmesi sağlanmış olur ve insanda var olan beslenme sorunları ile beslenmeye bağlı oluşan kronik hastalıkların da önüne geçilebilir (Pekcan, 2008).

Birçok ülkenin ekonomisinde ve tarımsal üretiminde temel rol oynayan tahıllar, insan beslenmesi bakımından da hayati önem taşır. Tahıllar hemen hemen her bölgede üretilen, doyurucu, enerji verici, kısmen tam biyolojik değerli protein içeriğine sahip ve kolay muhafaza edilebilir bir gıda maddesidir. Tam tahıllı gıdalar, son yıllarda tüketici talepleri doğrultusunda üretimi ve tüketimi artan gıdaların başında gelmektedir (Collar, 2008). Tahıllar, dünyada genellikle tüm ülkelerin temel gıdası olması nedeniyle sıklıkla zenginleştirilebilen ürünlerdir (Dal, 2012). Zenginleştirilebilen tahılların fonksiyonel olarak çok ve sıkça kullanıldığı alanlardan biri de bisküvi sektörüdür. Bisküvi, ülkemizde ve dünyada çokça tüketilen, kolay temin edilebilen, daha az katkılı, bayatlamadan uzun süre muhafaza edilebilen, farklı çeşitlerde üretimi mümkün bir tahıl ürünüdür (Demir, 2015).

Gıdaları zenginleştirmenin en önemli amaçları; toplumda sıkça görülen mineral madde ve vitamin eksikliklerini gidermek ve bazı gıdalarda eser miktarda bulunan gıda bileşenlerini takviye etmektir (Kahraman, 2011). Tahıl ürünlerinde de bu zenginleştirme çalışmaları sıklıkla yapılmaktadır. Tahıl ürünlerindeki zenginleştirme işleminde, buğdayın yanında çavdar ve yulaf tercih edilmektedir.

Çavdar (*Secale cereale*), Doğu ve Kuzey Avrupa diyetlerinde tam tahıllı gıdaların önemli bir kaynağıdır (Katina ve ark., 2007). Çavdar (*Secale cereale*), özellikle Almanya, Polonya, Rusya ve İskandinav ülkelerinin diyetinde önemli bir beslenme kaynağı olarak görülmektedir (Bushuk, 2001). Yurdumuzda çavdarın (*Secale cereale*) pek çok yabani ve kültür formları bulunmaktadır. Çavdar tanesi buğdaydan daha ince, uzun ve kavuzsuzdur. Çavdar tanesi diğer hububatlardan daha yüksek miktarda diyet lifi içermekte, öğütme sırasında dış kısımlar ayrıldıkça diyet lifi oranı

azalmaktadır. Çavdar ununun diyet lifi içeriğinin % 14 olduğu rapor edilmiştir (Mankan, 2008). Çavdar, ülkemizin çeşitli bölgelerinde tarımsal amaçla yetiştirilmekte, meyveleri (daneleri) % 60 nişasta ve selüloz içermekte olan bir tahıl türüdür. Tanelerin öğütülmesi ile elde edilen un, yumuşak bir müşhil olarak “çavdar ekmeği” halinde kullanılmaktadır (Baytop, 1999). Çavdar tanesi % 86.6 kuru madde, % 11.5-14.0 protein, % 1.7 yağ içermektedir (Gökgöl, 1969). Çavdar (*Secale cereale*) yapısında bulunan lignanlar, hemiselülozik bileşenler ve diyet lifleri sayesinde kalp damar hastalıklarının ve bazı kanser türlerinin önlenmesinde etkili olduğu bildirilmiştir (Mankan, 2008). Çavdar taneleri aynı zamanda tannin ve ferulik asit gibi antioksidan özellikte polifenoller, fitik asit, vitamin ve mineralleri de içermektedir (Heinonen ve ark., 2001). Buğday ununa kıyasla çavdar unu, 72 ile 143 µg/100 g arasında değişen, oldukça yüksek miktarda folat içermektedir (Kariluoto, 2008). Ayrıca, çavdar tanelerinde özellikle yüksek miktarda lignan bulunur (Smeds ve ark., 2009).

Yulaf Poaceae familyasına ait olan yulaf (*Avena sativa*), boyu 60-100 cm arasında farklılık gösteren tek yıllık bir bitkidir. Diğer tahıl türlerinin yetişmediği nemli bölgelerde yetiştirilmektedir (Turan, 2014). Tüm yulaf bitkisi ekili alanların % 75’inden çoğunu yulafı kapsamaktadır. Yulaf tahılının (*Avena sativa*) kabuğu tohumunun yaklaşık % 25-30’unu oluşturur (Butt ve ark., 2008; Liu, 2010). Yulaf (*Avena sativa*) insan ve hayvan beslenmesinde yeri büyük olan bir tahıldır (Butt ve ark., 2008). Ülkemizde 14 tescilli, 3 üretim izinli yulaf çeşidi bulunmakta olup yaklaşık 994.4 bin dekar alanda 225 bin ton üretim yapılmaktadır (TÜİK, 2018). Yulaf tanesi uzun zamandır yüksek kaliteli bir gıda ve yem olarak kabul edilmektedir. Genotip ve çevresel büyüme koşullarına bağlı olarak yulaf (*Avena sativa*), kabuğu soyulmuş tanede % 12 ile % 20, tam tahılda ise % 9 ile % 15 protein oranıyla tahıllar arasında en yüksek protein düzeyine sahiptir (Peterson, 1992). Yulaf (*Avena sativa*) çeşitlerindeki yağ konsantrasyonu % 4 ile % 11 arasında değişebilmektedir (Holland ve ark., 2001). Yulaf (*Avena sativa*), antioksidan, anti-enflamatuar, hipoalerjenik ve antikarsinojenik özellikleri ile içeriğindeki çözünür diyet lifi, doymamış yağ asitleri, β-glukan, vitamin, mineral ve protein kompozisyonu ile aynı zamanda yine içerdiği tokol, sterol, fenolik bileşikler ve fitik asit gibi antioksidan özellikteki bileşikler nedeniyle önemli bir gıda hammaddesidir. Bundan kaynaklı birçok işlenmiş gıda çeşitlerinde kullanımına ve tüketimine yönelim de artmıştır (Chen ve ark., 2015; Bei ve ark, 2017).

Günümüzde bazı tohumlar çimlenmiş halde kullanılmakta ve çimlendirme ile besinsel özelliklerinde artış meydana gelmektedir (Xu ve ark., 2005; Khattak ve ark.,

2007; Marton ve ark., 2010). Tahılların çimlendirilmesi yüzyıllardır kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem tahılın çekirdek yapısını iyileştirmek, besin içeriğini arttırmak, besleyici özellikte olmayan bileşiklerin içeriğini azaltmak ve yeni tatlar kazandırmak için kullanılır (Kaukovirta-Norja ve ark., 2004). Çimlenme, kuru tohum tarafından su alımı ile başlar ve genellikle kökün ortaya çıkmasıyla son bulur (Bewley ve Black, 1994). Pirinç, arpa, çavdar ve yulaf da çimlendirme işlemine tabi tutulabilen hububatlarıdır (Okur ve Madenci, 2019).

Bu çalışmada, insanların günümüzde üretilen ve çeşitli alanlarda kullanılabilen fonksiyonel gıdalara yönelimi göz önünde tutularak, önemli bir tahıl ürünü olan ve her geçen gün talebi ve tüketimi artan bisküvinin besinsel içeriğini arttırmak, duyuşal özelliklerini iyileştirmek, yeni tat kazanımları elde etmek ve/veya bu özelliklerin değişimini tespit etmek hedeflenmiştir.

Bisküvi üretiminde, çeşitli tahıl tanelerinin öğütülmesi ile elde edilen unların hammadde olarak kullanıldığı bilinmektedir. Bu araştırmada, çimlendirilmiş (3 gün süreyle) çavdar (*Secale cereale*) ve yulaf (*Avena sativa*) tanelerinden elde edilen unların, bisküvi üretiminde buğday ununa % 0, 10, 20, ve 30 oranlarında ikame edilmesi ve üretilen bisküvi örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Çavdar (*Secale cereale*)

Çavdar (*Secale cereale*), tek yıllık diploid ( $2n=14$ ) bir bitkidir (Geiger ve Miedaner, 2009). Çavdar tanesi buğdaydan daha ince, uzun ve kavuzsuzdur. Piyasada tercih edilen tane tipi, açık yeşil renkli ve 2.2 mm'lik uzun elek üstünde kalan tanelerdir (TMO, 2005). Çavdar (*Secale cereale*), kışlık bir tahıldır ve toprak sıcaklığı uygun olduğunda baharda da büyümeye devam eder yani iyi nem kullanabilme avantajına sahiptir (Lutheria ve ark., 2012). Bu özellik sonbahar çavdarını, kumlu topraklarda veya kurak bölgelerde silaj veya saman için cazip bir ürün yapmaktadır (Anonim, 2018). Çavdar ilk olarak M.Ö. 3000-4000'da Hazar denizi çevresindeki bölgede kültüre alındığı bilinmektedir (Geiger ve Miedaner, 2009). Günümüzde de Orta ve Doğu Avrupa'da, özellikle Polonya ve Almanya'da yaygın olarak yetiştirilen bir tahıldır (Seibel ve Weipert, 2001). Ana çeşitlilik bölgesinin Türkiye, Lübnan, İran, Irak ve Afganistan olduğu belirtilmiştir (Erbaş ve ark., 2019).

Çavdar tohumları besinsel içerikleri açısından oldukça zengin ve değerlidir. Tohumdaki protein içeriğinin % 11.5-14.0 arasında olduğu bilinmektedir (Özbek ve ark., 2002). Çavdarın alöron tabakası protein, mineral, B-vitamini, manganez, demir, bakır, çinko, selenyum, magnezyum ve florür miktarı açısından zengindir (Clydesdale, 1994; Aman ve ark., 1997). Çavdar taneleri % 60 nişasta içeriğine sahip bir tahıl türüdür (Baytop, 1999). Çavdar (*Secale cereale*) kompleks polisakkaritler için bir kaynak niteliğindedir. Çavdar tanelerinde bulunan polisakkaritler, dirençli yapıda olan nişasta ve ayrıca diyet lifi özelliğindeki selüloz,  $\beta$ -glukanlar, lignin, ksilen, arabinoksilanlar ve hemiselülozlardan oluşmaktadır (Haros ve Schönlechner, 2017). Bir çalışmada çavdarın % 3.1 ham lif içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir (Mankan, 2008; Kowieska ve ark., 2011).

Çavdar taneleri % 1.7 lipit içermektedir (Gökgöl, 1969). Çavdarda en çok bulunan yağ asiti linoleik asit olup, onu oleik asit ve palmitik asit izlemektedir (Coşkun ve Bahar, 2020).

Çavdarda bulunan Ca, Mg, K, Na, P, Mn, Zn, Cu, Fe içeriklerinin sırası ile; 441, 988, 4691, 282, 3714, 46, 28, 7.1, ve 63 mg/kg olduğu bildirilmiştir (Kowieska ve ark., 2011).

Çavdarın folat içeriği nispeten yüksek olup (Cerna ve Kas, 1983; Gujska ve Kunciewicz, 2005), 65-135  $\mu\text{g}/100$  g seviyesindedir. Ayrıca çavdardaki folatların

biyoyararlılığının diğer tahıl çeşitlerine oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Vahteristo ve ark., 2002). Aynı zamanda çavdar taneleri kuru maddede 27.87 µg/g tokoferol içerir. α-Tokoferol, çavdar tanelerindeki baskın tokoferol formudur. Çavdar tanelerindeki E vitamininin biyolojik aktivitesi buğday tanelerine göre daha yüksektir (Zielinski ve ark., 2001; Kariluoto, 2008). Çavdar taneleri aynı zamanda tannin ve ferulik asit gibi antioksidan özellikte polifenoller, fitik asit, vitaminleri de içermektedir (Heinonen ve ark., 2001).

Çavdarda yedi farklı fenolik asit tespit edilmiştir. Bunlar; ferulik asit (900 ile 1170 µg/g), sinapnik asit (70 ile 140 µg/g), p-kumarik asit (40 ile 70 µg/g), kafeik asit, p-hidroksibenzoik asit, protokatekuik asit ve vanillik asitlerdir. Kafeik asit, p-hidroksibenzoik asit, protokatekuik asit ve vanillik asitlerinin miktarlarının 20 µg/g'nin altında olduğu belirtilmiştir (Andreasen ve ark., 2000).

Yüksek lif içeriği ve bileşimindeki biyoaktif bileşikleri çavdarın, Tip II diyabet ve kardiyovasküler hastalık gibi diyetle ilişkili medeniyet hastalıklarının risklerini azaltma potansiyeline sahip bir tahıl olduğunu göstermektedir (Hellemann ve ark., 1987). Yapılan bir çalışma sonucunda çavdar ekmeği tüketiminin, bağırsak fonksiyonlarını düzenleyerek, fekal ağırlığın artmasına ve kanserojenik bileşik miktarının düşmesine neden olduğu bulunmuştur (Grasten ve ark., 2000). Tam çavdar tanesinin içerdiği çözünür lif arabinoksilan, plazma insülin seviyesini düşürmektedir (Jenkins, 2001). Aynı zamanda toplam serum kolesterol seviyesini ve LDL (düşük yoğunluklu lipid) seviyesini düşürmede de pozitif etkisinin olduğu bildirilmiştir (Leinonen ve ark., 2000). Çavdarın önemli bir etkisinin, tahıl kepeğinin yüksek su absorbe etme özelliği ile tokluk hissi oluşturduğu ve kilo alımlarını kontrol etmeye yardımcı olduğu da belirtilmiştir (Hagender ve ark., 1987).

Çavdar, Doğu ve Kuzey Avrupa diyetlerinde tam tahıllı gıdalar için önemli bir tahıl kaynağı olup, çeşitli yumuşak ve gevrek ekmeklerin geleneksel üretiminde tam çavdar unu kullanılmaktadır (Katina ve ark., 2007). Çavdar ülkemizde ise, yaygın olarak yem sanayinde değerlendirilmektedir (TMO, 2005).

Müsli ve kahvaltılık gevrekler için de farklı boyutlarda çavdar kırmaları ve çavdar gevrekleri kullanılmakta, aynı zamanda farklı bölgelerde tüketilen balık, et, sebze yemekleri çavdar hamuru ile pişirilmektedir. Çavdar, beslenme değeri yüksek olduğundan kahvaltılık gevreklerde, fırın ürünlerinde, yem, ve kâğıt sanayinde, erozyona karşı koruma bitkisi olarak ve boyanarak süs eşyaları yapımı gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Yürür, 1970; Öztürkci, 2009). Orta ve Doğu Avrupa'da

çavdar unu veya çavdar-buğday unu karışımlarından yapılan unlu mamuller popülerdir (Seibel ve Weipert, 2001).

Çavdar alkollü içecek endüstrisinde de hammadde olarak önemli bir yere sahiptir. Almanya ve Avusturya'da çavdardan yapılan bazı özel biralar vardır, ancak kullanılan çavdar miktarları, maltlama ve mayalama için kullanılan ana hammadde olan arpaya kıyasla çok azdır (Hübner ve ark., 2010).

## 2.2. Yulaf (*Avena sativa*)

Poaceae familyasına ait olan yulaf (*Avena sativa*), boyu 60-100 cm arasında değişen tek yıllık bir bitkidir. Diğer tahıl türlerinin yetişmediği nemli bölgelerde yetiştirilmektedir (Turan, 2014). Buğday ve çavdardan farklı olarak “trikom (trichome)” adı verilen saç benzeri yapılar bulundurmaktadır (Türksoy, 2020). Yulaf (*Avena sativa*) bitkisi de, çavdar bitkisinde olduğu gibi, buğday ve arpaya göre daha yeni bir kültür bitkisidir (Geçit ve ark., 2009).

Yulaf türleri kromozom sayılarına göre; diploid, tetraploid ve hexaploid olmak üzere üç grupta toplanır. Diploid ve tetraploid grubuna giren yulafların ekonomik önemi yoktur. Genellikle kültürleri yapılmamakta, fakat bazılarında çayır ve mera otu olarak faydalanılmaktadır. Hexaploid grupta yer alan ve asıl kültürü yapılan yulaf türleri; beyaz ve kırmızı daneli olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır (Sezer, 2020). Beyaz daneli olanlar; *Avena fatua* (Yabani beyaz yulaf), *Avena sativa* (Kültür beyaz yulafı), *Avena nuda* (Çıplak taneli kültür yulafı), kırmızı daneli olanlar ise; *Avena sterilis* (Kırmızı yabani yulaf), *Avena byzantina* (Kültür beyaz yulafı) olarak belirtilmiştir (Geçit ve ark., 2009).

Dünya’da ve Türkiye’de kültürü yapılan yulaf, hexaploid grubundandır.  $2n = 42$  kromozomdan oluşan bu gruba Denticulatae adı da verilmektedir. Bu grup iki alt gruba ayrılmaktadır. Bunlar; *Avena fatua* ve *Avena sterilis* alt gruplarıdır. Beyaz yulaflar (*Avena sativa*) türü *Avena fatua* alt grubuna girmekte olup dünyadaki kültür yulaflarının 2/3’ünü oluşturmaktadır. Kültür formu olan kırmızı yulaf (*Avena byzantina*) türünün *Avena sterilis* alt grubundan çıktığı kabul edilmektedir (Geçit ve ark., 2009).

Yulafın M.Ö. 2000’lerden önce Orta Doğu ve Akdeniz bölgesinde ve Mısır’da tahıl yiyeceği olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Butt ve ark., 2008; Liu, 2010). Yulaf, serin ve nemli iklimleri sevdiği için en iyi Avrupa’nın batı ve İskandinav ülkelerini de içine alan kuzey bölümlerinde, Rusya ve Kuzey Amerika’da yetişebilmektedir. Bununla

birlikte Avustralya ve Yeni Zelanda'da da yetiştirildiği bilinmektedir. ABD ve Rusya dünyanın en çok yulaf üreten ülkeleridir, fakat İskoçya, İsveç ve Finlandiya gibi küçük kuzey ülkelerinde, buğday ve çavdardan daha iyi ürün verdiği için yulaftan geniş ölçüde yararlanılmaktadır. Türkiye'de ise başlıca Marmara, Ege ve İç Anadolu bölgelerinde yetiştirilen yulafın üretimi yıllık 350 bin tona yakındır (Anonim, 2020).

Yulaf, tüketicilere, sağlıklı besinler sağladığı bilinen bir tahıldır (Miquel, 2001; Visioli ve Galli, 2001). Yulafın (*Avena sativa*) diğer tahıllara kıyasla üstün besin değeri uzun zamandır bilinmektedir. Yulaf; çözümlü lifler, proteinler, doymamış yağ asitleri, vitaminler, mineraller ve antioksidanlar bakımından yüksek olup birçok değerli besin maddelerini içermektedir (Lasztity, 1998). Yapılan çalışmalarda, yulafın yüksek kalitede protein ve yağ asitleri içeren çok değerli ve önemli bir tahıl olduğu belirtilmiştir (Zarkadas ve ark., 1982; Zhou ve ark., 1998; Peterson, 2002). Özellikle yulafın, amino asit bileşimi nedeniyle proteinler ve kabuğu çıkarılmış yulaf tanesi (kabuğu ayrılmış) içerisindeki protein konsantrasyonunun diğer tahıllardan çok daha yüksek olması yulaf kalitesinde yüksek olduğunu göstermektedir (Peterson ve Brinegar, 1986). Diğer tahıl ürünlerinin proteinlerinden farklı olarak, yulaf tane proteinleri, nötr ve hafif asidik pH'da zayıf çözünürlüğe sahiptir (Ma, 1983). Yulafın ana depo proteinleri globulinlerdir (tuzda çözünen proteinler). Yulaf prolaminleri olan aveninler de mevcuttur, ancak globulinlerden daha az miktarlardadır (Peterson ve Brinegar, 1986). Yulafın lizin içeriği diğer tahıllara göre nispeten yüksek olmasına rağmen, insan tüketimi için yetersiz bulunmaktadır (Wu, 1983). Genotip ve çevresel büyüme koşullarına bağlı olarak, kabuğu soyulmuş tanede % 12 ile % 20, tam tahılda ise % 9 ile % 15 protein oranıyla yulaf en yüksek protein içeriğine sahip tahıldır (Peterson, 1992).

Besin bileşenleri oldukça zengin olan yulaf güçlü bir karbonhidrat ve lif kaynağıdır. Yulaf; prebiyotik bileşen olarak bilinen  $\beta$ -glukan kaynağıdır. 78 gram kuru yulafın 51 gram karbonhidrat ve 8 gr lif içerdiği belirtilmiştir. Başka bir literatür bilgisinde ise, yulafın karbonhidrat, suda çözümlü lif, suda çözünmeyen lif ve nişasta içerik ortalamaları sırası ile; 57.27, 2.05, 10.27 ve 54.59 g/100 g olarak belirtilmiştir (Türkomp, 2020). Yulaf gibi kaplı karyopsisli, kavuzlu tahıl çeşitleri diğer tahıl çeşitlerine göre 2.5 kat fazla ham selüloz içermektedir (Anonim, 2011). Yapılan bir araştırmada, yulaf nişastasının mutlak yoğunluğu, su bağlama kapasitesi, amiloz içeriği ve amilopektin viskozitesinin buğday nişastasının özellikleriyle benzer olduğu belirtilmiştir (Paton, 1977).

Yulaf yağının, çoğunluğu endospermde bulunması nedeniyle diğer tahıllardan ayrılmaktadır (Peterson, 1992). Yulaf çeşitlerindeki yağ konsantrasyonunun % 4 ile % 11 arasında olduğu belirtilmiştir (Holland ve ark., 2001). Yapılan başka bir çalışmada da, yulafın yağ içeriğinin kurumadde de % 3 – 12 arasında olduğu ve hububatlar arasında tam tanede en fazla yağ içeren tanelerin yulafa ait olduğu belirtilmiştir (Saastaominen ve ark., 1989). Buğday ve yulaf yağlarının fizikokimyasal özellikleri benzer olup, yulaf yağı buğday yağına kıyasla daha az doymamış yağ asidi içermektedir (Kahlon, 1989). Yulaf yağının, yüksek oranda doymamış yağ asitlerini içerdiği ve beslenme için uygun olduğu; buna karşın, bu durumun yulaf ürünlerinin raf ömrünü azaltması nedeniyle dezavantaj oluşturduğu bildirilmektedir (Rines ve ark., 2006).

Yulafın toprak üstü bölgelerinde bulunan; silisyum, mangan, kalsiyum, çinko, flavon ve saponin, tohumlarında bulunan; sabit yağ, nişasta, protein, protoamin, avenin, trigonellin ve vitamin A bitkinin önemli maddeleridir (Gürkan ve ark., 2007; Mete, 2009). Yulaf taneleri özellikle B kompleksi ve E vitamini bakımından zengin olup; A, C ve D vitaminlerini çok az içermekte ya da hiç içermemektedir. Vitaminlerin büyük bir kısmı kepekte, özellikle aleuron tabakasında ve embriyoda bulunmaktadır (Pomeranz, 1986). Yulaf ayrıca, Ca ve Zn bakımından oldukça zengin bir bileşime sahiptir (Türksoy, 2020). Yine yarım bardak (78 gram) kuru yulafın, tavsiye edilen günlük tüketim miktarına göre; manganez, fosfor, magnezyum, bakır, demir, çinko, folat, B<sub>1</sub> vitamini ve B<sub>6</sub> vitamini (niacin) ile; % 191, 41, 34, 24, 20, 20, 11, 39 ve 10 olduğu ve daha düşük oranlarda kalsiyum, potasyum, B<sub>2</sub> vitamini (riboflavin) ve B<sub>12</sub> vitamini (kobalamin) içerdiği bildirilmiştir (Anonim, 2019).

Tahıllardaki çeşitli fenolik bileşik sınıfları arasında fenolik asitler, antosiyanidinler, kinonlar, flavonoller, kalkonlar, flavonlar, flavanonlar ve amino fenolik bileşikler bulunur (Lloyd ve ark., 2000). Tahıllar arasında sadece yulafta olduğu bildirilen bir grup antioksidan bulunmaktadır ve bu antioksidanın ikame edilmiş N-sinamoilantranilik asitler olan avenantramidler olduğu belirtilmektedir (Collins, 1989; Dimberg ve ark., 1993). Kimyasal bir bileşen, fenolik alkaloid olan avenantramidlerin yulaf tanelerinde bulunduğu tespit edilmiştir (Dimberg ve ark., 1993; Dimberg ve ark., 1996; Mattila ve ark., 2005). İnsanlarda biyolojik olarak kullanılabilir olmalarının yanı sıra antioksidan ve anti-enflamatuar aktiviteye sahip oldukları belirtilmiştir (Sur ve ark., 2008; Meydani, 2009). Antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri göz önünde bulundurularak, avenantramidler bakımından yulaf özleri potansiyel olarak temiz

etiketli ürünlerde gıda koruyucu olarak kullanılabilir olduğu, ticari ve işlenmiş yulaf ürünlerinde bulunabilir olduğu belirtilmiştir (Bruijn ve ark., 2019).

Gıdalarda doğal olarak oluşan ve tahıllarda büyük miktarlarda bulunan antibesinsel bir faktör olan fitat, ekmek yapımı sırasında fitaz tarafından katalize edilerek hidrolize uğrar (Harland ve Harland, 1980; Bartnik ve Ceglinska, 1981). Farklı tahıl türleri farklı fitaz aktivitesine sahiptir. En yüksek fitaz aktivitesi çavdarda, ardından buğday ve arpada ve en düşük aktivite ise yulafta bulunur (Menger, 1951; Rohrllich, 1969). Yulaf; antioksidan, anti-enflamatuar, hipoalerjenik ve antikarsinojenik özellikleri ile, içeriğindeki çözünür diyet lifi, doymamış yağ asitleri,  $\beta$ -glukan, birçok vitamin, mineral ve protein kompozisyonu ile ve aynı zamanda yine içerdiği tokol, sterol, fenolik bileşikler ve fitik asit gibi antioksidan özellikteki bileşikler nedeniyle dikkat çekmektedir. Dolayısıyla birçok işlenmiş gıda çeşidinde kullanımına ve tüketimine yönelim de artmıştır (Chen ve ark., 2015; Bei ve ark., 2017).

Yulafın gıdalarda kullanımı, genel olarak yulaf gevreği, yulaf ezmesi ve kahvaltılık gevrek şeklindedir. Son yıllarda tüketiciler tarafından yulafa olan ilgi de artmıştır. Bu durum, yulaf ezmesinden elde edilen çözünür lifin düşük doymuş yağ, düşük kolesterol içeriği ve muhtemel kalp hastalıkları riskini azaltıcı etkisi ile FDA onaylı sağlık iddialarına bağlıdır. Fakat tüketiciler kararlarını yalnızca sağlık iddialarına göre vermezler. Gıda ürünlerinde lezzet ve duyuşal özellikler hala önemini korumaktadır (Lähtenmäki ve Tuorila, 1998). Yulaf genel olarak hoş bir cevizimsi aroma ile ilişkilendirilir (Heydanek ve McGorin, 1986). Yulafın lezzet ve duyuşal özelliklerini daha da geliştirebilmek için çimlendirme prosesinin kullanılabilir olduğu belirtilmiştir. Bir dizi epidemiyolojik araştırma sonucu göstermiştir ki, düzenli tam tahıl tüketimi, çeşitli kronik hastalık türlerinin riskini azaltmaktadır. Örneğin, kardiyovasküler hastalık (Anderson ve ark., 2000), Tip-2 diyabet (Liu ve ark., 2000; Meyer ve ark., 2000), bazı kanser tipleri (Nicodemus ve ark., 2001; Kasum ve ark., 2002) ve düşük ölüm oranı riski tam tahıl tüketimi ile önlenmektedir (Jacobs ve ark., 2001). Yulaf, yiyeceklerin bozulmadan korunmasına katkıda bulunan, yüksek düzeyde antioksidan maddeler içermekte ve ayrıca gıdaların renklerini ve tatlarını korumaya da yardımcı olabilmektedir (Skoglund, 2008). Standart glutensiz diyetlere yulafın dahil edilmesinin besin profilini iyileştirdiği, özellikle de lif, demir, folat ve protein alımını artırdığı tespit edilmiştir (Lee ve ark., 2009). Kriby ve ark. (1981) yaptıkları bir çalışmada, yulaf kepeğinin hiperkolesterolemik hastalarda serum kolesterolünü düşürdüğünü ve safra asiti dışı atılımını da önemli oranda arttırdığını tespit etmişlerdir.

Yapılan araştırmalarda, günlük 50 g yulaf tüketiminin lyak hastaları için toksik etki göstermeyeceği de belirlenmiştir (Skerrit ve ark., 1990; Köksel ve Demiralp, 1994). Yulaf, besin değeri yüksek olduğu için hayvan beslenmesinde süt verimini arttırmakta ve hazmı kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle de yulaf tanelerinde bulunan avenin (prolamin) proteinlerinin, genç hayvanların gelişmesindeki etki ve önemi büyüktür (Tamn, 2003; Sarı ve İmamoglu, 2011).

### 2.3. imlendirme

Tahılların imlendirilmesi yüzyıllardır kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem; tahılın çekirdek yapısını iyileştirmek, besin içeriğini ve kullanılabilirliği arttırmak, anti-besinsel bileşiklerin içeriğini azaltmak ve yeni tatlar kazandırmak için kullanılmaktadır (Kaukovirta-Norja ve ark., 2004). Bir tohum veya tanenin çimlenmesi; tohumun çimlenme yeteneğinin olması ile başlayan, kuru tohumların su emilimi ile devam eden ve embriyonik eksenin uzaması ile sona eren bir olaylar zinciridir. Emilimin ardından durgun tohum hızla metabolik aktiviteye, RNA ve protein sentezine devam etmektedir (Bewley ve Black, 1994).

Günümüzde fonksiyonel gıdalara olan yönelimlerin bir sonucu olarak, dünyada çimlendirilmiş ürünlerin hem çeşit ve hem de miktar olarak üretimi ve tüketimi gittikçe artmaktadır. Bunun en önemli nedenlerinden birisi çimlendirme işleminin pahalı olmaması ve karmaşık donanım gerektirmemesidir (Lorenz, 1980). Bitkisel retimde verim ve kaliteyi etkileyen en önemli aşamalardan biri tohum imlenmesidir (Almansouri ve ark., 2001). Ayrıca, tohum yatağı ortamı ile tohum kalitesi arasındaki etkileşim, mahsulün oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır (Brown ve ark., 1989; Khajeh-Hosseini ve ark., 2003).

imlendirme işlemi sırasında tanede pek çok değişiklik meydana gelmektedir. Değişikliklerin bir kısmı yeni bileşiklerin oluşması ile gerçekleşmekte olup, ayrıca mevcut bazı bileşiklerin hidrolizasyonu ya da nötralizasyonu şeklinde de olabilmektedir (Turan, 2013). imlendirme işleminin besinsel özellikleri arttırmadaki etkisi hem anti-besinsel bazı bileşiklerin çimlenme sırasında parçalanmasından hem de serbest amino asit, yarayışlı karbonhidrat, besinsel lif ve fonksiyonel özellikleri arttırabilen çeşitli bileşenlerin konsantrasyonlarının artışına bağlıdır (Lopez-Amoros va ark., 2006). imlendirme işleminin tanelerin karbonhidrat, protein ve yağ miktarları üzerinde azaltıcı bir etkisi olduğu belirtilmektedir. Çimlenme sırasında degrade edici enzimlerin faaliyetlerindeki artış nişasta miktarında azalmaya yol açmaktadır (Ohtsuba ve ark.,

2005). Hububat ve baklagillerin yağ içeriklerinde çimlendirme işlemi sonucunda azalma gözlenebilmektedir (Ghavidel ve Prakash, 2007). Çimlendirme işlemi ile tanelerin protein içeriklerinde ve yarıyışlılıklarında da bazı değişiklikler olduğu bildirilmektedir (Steve, 2012). Besinsel bazı bileşiklerin miktarlarında ki artışlar da çimlendirme işlemi sonucunda görülebilmektedir. Polifenolik bileşiklerin miktarının çimlendirme ile artış gösterdiği, böylece tanelerin antioksidan kapasitelerinin de arttığı belirtilmektedir (Fernandez-Orozco ve ark., 2009). Tanelerin vitamin içerikleri de çimlendirme işleminden etkilenmekte olup, çimlendirme ile çeşitli vitaminlerin miktarlarında artış meydana gelmekte ve besinsel açıdan daha kıymetli ürünler oluşmaktadır (Fernandez-Orozco ve ark., 2006). Yine çimlendirme işlemi ile bazı tanelerin mineral madde içeriklerinin ve yarıyışlılıklarının arttığı belirtilmektedir (Ghavidel ve Prakash, 2007).

Fonksiyonel gıdalar doğal olmalarının yanında, sağlık açısından da olumlu etkiye sahip olmaları açısından önemlidir. Bu etki, bazı gıdaların içerisinde bulunan tokoferol, karoten, askorbik asit gibi vitaminler, Mg, Ca, K, Se gibi mineraller, kateşin gibi flavonoidler, çeşitli fenolik asitler ve çok çeşitli antioksidan bileşenler, omega 3 türü yağ asitleri ve diyet lifi gibi beslenmede önemli bazı bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Sayılan tüm bu bileşenler, sebze, meyve ve tohumlarda oldukça fazla miktarda bulunmaktadır. Bazı bitki tohumları ve tahılların filizlerinin yukarıda sayılan bileşenlerinin çimlenme ile birlikte artmasıyla bu ürünlerin fonksiyonel özelliklerinin de arttığı belirtilmektedir (Arvanitoyannis ve ark., 2005; Öztürk, 2008; Siro ve ark., 2008). Tahıllar, teknolojik ve besleyici özelliklerin iyileştirilmesi için binlerce yıldır tüketimden önce suda bekletilmiş ve çimlendirilmiştir. Çimlenmenin tahılın görünümünü, lezzetini ve tadını ve ayrıca besin değerini değiştirdiği tespit edilmiştir (Kaukavirto-Norja ve ark., 2004). Ürünler filiz şeklinde tüketilebilmekte (Aufhammer, 2003) veya daha fazla işlenebilmektedir (kurutma ve kavurma). Çimlenme gibi diğer ev tipi gıda işleme yöntemlerinin, tahıllarda bulunan fitik asit gibi absorpsiyon inhibitörlerini azaltarak mineral biyoyararlanımını iyileştirdiği bilinmektedir (Gibson ve Hotz, 2001; Kaur ve Kawatra, 2002; Duhan ve ark., 2004). Tahıl taneleri ve baklagil tohumları çok farklı fitaz aktiviteleri içerir ve fitazlar, ıslatma, çimlenme ve fermantasyon gibi geleneksel gıda işleme yöntemleriyle düşük miktarda fitik asit içeren ve tamamlayıcı gıdaların üretimi sırasında aktif olabilir (Bartnik ve Szafranska, 1987; Marero ve ark., 1991; Scott, 1991; Sharma ve Kapoor, 1996). Bazı çalışmalarda; tahıl filizlerinin tahıl taneleri ve ürünlerinden daha fazla besleyici değere sahip olduğu bildirilmiştir (Price, 1988; Prodanov ve ark., 1997; Rozan ve ark., 1999,

Rozan ve ark., 2000). Vitaminlere ve organik elementlere özel referanslarla birlikte besin içeriği artar (Lintschinger ve ark., 1997), şişkinlikten sorumlu olan stakkioz ve rafinoz (Colmenares De Ruiz ve Bressani, 1990) çimlenme sürecinde azalır. Gıdaya filizlenmiş tahılların eklenmesi, tadı ve dokusunu daha da değiştirebilmektedir (Finney, 1978). Böylelikle, tahıl filizleri potansiyel bir besleyici, gıda veya gıda bileşeni kaynağı haline gelebilmektedir. Tahıl filizlerinin besin içeriği, büyüdükleri koşullara bağlıdır. Bunlar sıcaklık, nem, kültür ortamı, ıslatma (ıslatma) ve çimlenme süresini içerir (Price, 1988).

Buğday, çimlendirme işleminin en sık uygulandığı hububatlardan biri olup, çimlenme işlemi ile tanedeki E-vitamini miktarının üç kat arttığı, ayrıca B ve C vitaminlerince de zengin bir ürün olduğu bildirilmektedir (Sivritepe, 2010). Pirinç, arpa, çavdar ve yulaf da çimlendirme işlemine tabi tutulabilen hububatlarıdır. Çimlenme, ayrıca Hint geleneksel mutfağında yaygın olarak kullanılan yaygın ev içi işleme yöntemleridir. Benzer şekilde nohut, yeşil gram (maş fasulyesi) vb. baklagiller de çimlenerek pişmiş veya çiğ olarak tüketilmektedir (Hemalatha ve ark., 2007).

Çimlenme sırasında, tohumun depolama bileşikleri, çeşitli sentezlenmiş ve aktive edilmiş enzimler tarafından harekete geçirilerek, protein sindirilebilirliği ve mineral biyoyararlanımı arttırılmaktadır (Valencia ve ark., 1999; Kaukovirta-Norja ve ark., 2004). Çimlenen tohumlarda meydana gelen metabolik süreçler ayrıca antioksidan aktivitede bir artışa ve olası biyoaktivitelere sahip ikincil metabolitlerin oluşumu ile sonuçlanır (Kaukovirta-Norja ve ark., 2004; Kim ve ark., 2012).

Çimlenme biyoprosesi sırasında, tohum depolama bileşiklerinin önemli ölçüde parçalanması ve hücre duvarı bileşenlerinin, yapısal proteinlerin, vitaminlerin ve ikincil bileşiklerin sentezi gerçekleşir; bu bileşiklerin çoğu, antioksidanlar olarak faydalı kabul edilir ve çimlenme işlemi sırasında önemli ölçüde değişebilmektedir (Kuo ve ark., 2004). Bu fizyolojik süreç, serbest amino asitlerin, mevcut karbonhidratların, diyet lifi ve diğer bileşenlerin seviyelerini artırarak beslenme kalitesini iyileştirmektedir. İşlem, biyoaktif bileşiklerde ve ilgili antioksidan aktiviteye müteakip artışa bağlı olarak tohumların işlevselliğini geliştirmeye ek faydasıda bulunmaktadır (Gómez-Favela ve ark., 2017; Pauca- Menacho ve ark., 2017).

Makinen ve ark. (2013) yaptığı bir çalışmada glutensiz ekmek üretiminde yulaf maltının kullanılması ile ekmek hacminin ve ekmek içi yapısının %1 seviyesinde geliştirilebileceğini tespit etmişlerdir.

Brajdes ve Vizireanu (2012), 7 gün süresince karabuğday tanelerini çimlendirerek 40°C'de kurutmuş, antioksidan ve askorbik asit içeriğini incelemiştir. Polifenol miktarı % 56.26'dan % 29.03'e, kuersetin miktarı % 4.77'den % 223.76'ya, askorbik asit miktarı da % 0'dan % 1.09'a yükselmiştir. Çimlenmiş karabuğday bu antioksidan özelliklerinden dolayı birçok hastalığın risk faktörünü düşüren ve sağlığa olumlu etkisinin yanında besleyici değeri de yüksek olan fonksiyonel bir gıda olarak önerilmiştir.

Üstün ve Çelik (2011), çimlenmiş arpa, buğday ve mısırdan elde edilen unların % 1-3 oranlarında ekmek formülasyonunda kullanımının, ekmek kalitesi üzerine etkilerini belirlemiştir. 5 gün çimlendirilmiş buğdaydan elde edilen unu, ekmek hamuruna % 3 oranında eklenmesiyle ekmek içi rengi ve sertliği önemli düzeyde etkilenmiştir. Sonuç olarak; çimlenmenin beşinci gününde maksimum fitaz aktivitesi gösteren buğdaydan elde edilen unun % 3 oranında ekmek hamuruna ilave edilmesiyle ekmeğin organoleptik kalitesini bozmadan bazı kalite kriterlerinden olumlu yönde etkilediğini belirlemiştir.

Arpada yapılan kontrollü bir çimlenme denemesinde; arpa taneleri hacminin 3 katı kadar suda 6 saat bekletilmiş, 22°C' de aydınlıkta 84 saat ve karanlıkta 120 saat çimlenmeye bırakıldıktan sonra filiz uzunluğu 7 cm olunca dondurularak kurutulmuş ve öğütülmüştür. Analiz sonuçlarına göre kül, lif, yağ, protein, askorbik asit, Zn ve P miktarında artış gözlenmiştir. Aydınlıkta çimlenmede Ca ve Fe miktarı, karanlıkta çimlenmede ise riboflavin miktarı daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak karanlıkta çimlenmede elde edilen değerler daha yüksek bulunmuştur (Alexander ve ark., 1984).

Yapılan araştırmalarda arpanın çimlenmesinden sonra başlangıçtaki taneye göre, kuru maddedeki enerji ve trigliserit miktarının azaldığı, digliserit, bazı aminoasit, kül, mineral madde miktarları ve ham lif miktarlarının ise arttığı (Chung ve ark.,1989; Sung ve ark., 2005), fitik asit miktarının ise yaklaşık % 25 oranında azaldığı belirlenmiştir (Sung ve ark., 2005).

Kılınçer (2018), bazı tahıl ve baklagillerin kimyasal özellikleri bakımından incelediği çalışmada, çimlendirme ile kül, ham protein ve ham yağ değerlerinin arttığı, nem değerinin ise azaldığı tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde ve fitik asit sonuçları göz önünde bulundurulduğunda; çimlendirilmiş örneklerin, ham tanelere kıyasla daha yüksek fenolik madde içerdiği ve fitik asit miktarının azaldığını tespit etmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan çavdar (*Secela cereale*) Konya ilimizde faaliyet gösteren yerel buğday pazarından, kavuzsuz yulaf (*Avena sativa*, Katmerli çeşidi) ise Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir. Her iki tahılda 2021 yılı hasat ürünüdür. Araştırmada kullanılan diğer hammaddeler (bisküvilik buğday unu, şeker, shortening, fruktoz şurubu, tuz, süt tozu, sodyum bikarbonat, amonyum bikarbonat) Konya piyasasından temin edilmiştir.

#### 3.2. Metot

##### 3.2.1. Deneme deseni

Bisküvi denemelerinde; çimlendirilmiş çavdar ve yulaf (2) örneklerinden elde edilen unlar dört (4) farklı ikame oranında (% 0, 10, 20 ve 30) kullanılmış olup, denemeler iki (2) tekerrür olacak şekilde 2x4x2 deneme desenine göre gerçekleştirilmiştir.

##### 3.2.2. Çavdar ve yulafın çimlenmesi

Temin edilen çavdar ve yulaf örnekleri, oda sıcaklığındaki suda toz, kir ve yabancı maddeler uzaklaştırılmaya kadar yıkanmış, berrak yıkama suyu elde edilene kadar da bu yıkama işlemine devam edilmiştir. Yıkanan örneklerin dezenfeksiyonu amacıyla % 2.5'lük NaOCl çözeltisinde 10 dk bekletilmiş ve sonra süzülerek saf su ile yıkanmıştır. Ardından suda bekletme işlemi gerçekleştirilmiştir. Suda bekletme işlemi tanenin boyutuna, karakteristik özelliklerine, su absorpsiyon kapasitesine ve hububat yapısına göre değişmektedir. Bu faktörler göz önüne alınarak yapılan ön denemeler neticesinde çavdar 3 saat, yulaf ise 1 gün süreyle suda bekletilmiştir. Daha sonra suda bekletilen hububatlar tel ızgaralar üzerinde bulunan steril pamuk ve tülbent üzerine serilerek kontrollü çimlendirme kabin (Nüve TK 120 model, Ankara, Türkiye) içerisinde  $20 \pm 2$  °C' de çimlenmeye bırakılmıştır. Çavdar ve yulaf örneklerinin yüzeyinde oluşabilecek mikrobiyal gelişimi önlemek amacıyla her 12 saatte bir örnekler, saf sudan geçirilmiştir. Aynı zamanda örneklerin nemlenmesini sağlamak amacıyla, pamuk ve tülbentler her seferinde yenilenmiş ve 3 gün boyunca bu şekilde çimlendirmeye tabi tutulmuştur. Çimlenme işlemi süresi sonunda, çimlenen taneler su içeriği % 10'un altına düşene kadar kurutma fırınında (Nüve KD 200 model, Ankara,

Türkiye) 45 °C’de kurutulmuştur. Kurutulmuş örnekler 500 µm’lik elek altına geçecek şekilde öğütülmüştür. Örnekler analiz edilene kadar steril ve hava almayan kilitli poşetlerde muhafaza edilmiştir.

### 3.2.3. Bisküvi üretimi

Bisküvi üretiminde AACC Standart No:10-54 üretim metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. Çizelge 3.1’de belirtilen bisküvi ingredientleri Kenwood mikserde 8 dakika süre ile yoğrulmuştur. Yoğurma sonrası elde edilen hamur 5.0 mm kalınlığında açılarak, 5.0 mm çaplı kesme kalıbı ile kesilmiş ve kesilen hamur parçaları alüminyum tepsilere yerleştirilerek  $205 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ’de 16 dakika süre ile fırında (Vestel SF8401, Türkiye) pişirilmiştir.

Çizelge 3. 1. Bisküvi Formülasyonu

Bileşen	Miktar (g)
Buğday unu	100, 90, 80, 70
Çimlendirilmiş yulaf unu / çavdar unu	0, 10, 20, 30
Pudra şekeri	42
Shortening	40
Fruktoz şurubu	1.5
Tuz	1.25
Süt tozu	1
Sodyum bikarbonat	1.5
Su	~20 (ml)

### 3.2.4. Fiziksel analizler

#### 3.2.4.1. Renk analizi

Bisküvi, çimlendirilmiş çavdar, yulaf ve bisküvilik buğday un örneklerinin renk okumaları Hunter Lab Color Quest II Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) cihazı kullanılarak  $L^*$  değeri [ (0) siyah-(100) beyaz],  $a^*$  değeri [ (+) kırmızı- (-) yeşil] ve  $b^*$  değeri [(+) sarı-(-) mavi] cinsinden ölçülmüştür (Francis, 1998).

#### 3.2.4.2. Tekstür analizi

Bisküvi örneklerinin sertlik ölçümleri, tekstür analiz cihazı ve 3 noktalı kırma probu (TA-XT2i, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sertlik ölçümleri, bisküvi örnekleri fırından çıkarıldıktan 2 saat

sonra gerçekleştirilmiştir. Analiz, Adeola ve Ohizua'nın (2018) kullandığı sertlik ölçüm metodu modifiye edilerek, 3 mm/sn ölçüm hızı ve 5 mm'lik bir mesafe uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

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

Bisküvi örneklerinde çap ve kalınlık değerleri AACC Standart Metot No: 10-54 (AACC, 1990) kullanılarak ölçülmüştür. Bisküvilerde çap (mm) ve kalınlık (mm) değeri belirlendikten sonra, yayılma oranı bisküvi çaplarının (mm), kalınlıklarına (mm) oranlanmasıyla tespit edilmiştir.

### **3.2.5. Hammadde ve ürünlerdeki kimyasal analizler**

#### **3.2.5.1. Nem tayini**

135°C'de 2.5 saat normu uygulanarak AACC 44-19 standart metoduna göre yapılmıştır (AACC, 1990).

#### **3.2.5.2. Kül tayini**

Örneklerdeki kül miktarı AACC 08-01 standart metoduna göre tespit edilmiştir (AACC, 1990).

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

Örneklerin ham protein miktarları Kjeldahl yöntemiyle, kuru madde esasına göre AACC 46-12 standart metodu kullanılarak yapılmıştır (AACC, 1990). Analizde 1 gr örneklerin üzerine 10 ml sülfirik asit ( $H_2SO_4$ ) eklenip ocağında ağartma işlemi yapılmış, berrak hale gelen örnekler saf su ile 100 ml'ye tamamlanıp 2 paralelli olarak destilasyon aşaması gerçekleştirilmiştir. 1-2 damla metilen red indikatörü damlatılıp, 0.1 HCl ile titrasyon yapıp, harcanan asit miktarı ile hesaplama yapılmıştır.

#### **3.2.5.4. Ham yağ tayini**

Örneklerin ham yağ miktarları AACC 30-25 standart metodu kullanılarak belirlenmiştir (AACC, 1990). Kuru madde esasına göre yapılan analizde, örnekler hekzan ile otomatik yağ ekstraksiyon cihazında (Velp SER 148/6, Usmate, İtalya) ekstrakte edildikten sonra, solvent uzaklaştırılmış ve elde edilen yağ miktarlarından % ham yağ hesaplanmıştır.

### 3.2.5.5. Karbonhidrat içeriği hesaplaması

Karbonhidrat değerleri Karaağaoğlu ve ark. (2008)'na göre, % Karbonhidrat =  $100 - (\% \text{ nem} + \% \text{ protein} + \% \text{ yağ} + \% \text{ kül})$  formülü kullanılarak belirlenmiştir.

### 3.2.5.6. Enerji içeriği hesaplaması

Enerji değerleri, enerji (kkal/100 g) =  $4 (\% \text{ CHO} + \% \text{ Protein}) + 9 (\% \text{ Yağ})$  formülüne göre hesaplanmıştır (Karaağaoğlu ve ark., 2008).

### 3.2.5.7. Toplam fenolik madde miktarı (TFMM) tayini

Örneklerin toplam fenolik madde içeriği, Folin-Ciocaltaeu metodu kullanılarak spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir. Tüm örnekler (4 g), asitlendirilmiş metanol (HCl/metanol/su, 1:80:10, h/h) içerisinde (20 ml), 2 saat süre ile bir çalkalamalı su banyosunda ( $24 \pm 1^\circ\text{C}$ ) çalkalanarak ekstrakte edilmiştir. Daha sonra bu karışım, 3000 rpm'de 10 dakika süre ile santrifüj edilip ve sonrasında elde edilen supernatant kullanılarak toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiştir. Analizde 0.1 ml supernatant örnek, 0.5 ml Folin-Ciocaltaeu reaktifi (% 10'luk, h/h, suda) ve 1.5 ml sodyum karbonat çözeltisi (% 20'lik, a/h, suda) deney tüpünde karıştırılarak, 2 saat oda sıcaklığında ( $24 \pm 1^\circ\text{C}$ ) karanlıkta inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda da çözeltilerin absorbans değerleri 760 nm de spektrofotometrede (Libra S60, Biochrom Ltd., Cambridge, England) okunmuş ve toplam fenolik madde miktarının gallik asite (mg GAE/kg) eşdeğer olacak şekilde hesaplanmıştır (Slinkard ve Singelton, 1977, Gamez-Meza ve ark., 1999).

### 3.2.5.8. Fitik asit tayini

Bisküvi örnekleri ve hammadde örneklerine ait fitik asit miktarı, Haug ve Lantzsch (1983) tarafından belirtilen metoda göre kolorimetrik olarak tayin edilmiştir. Örneklerdeki fitik asit, HCl ile ekstrakte edilerek demir III çözeltisi ile çöktürülmüş ve serum kısmındaki demir miktarı, 519 nm dalga boyundaki spektrofotometrede absorbans okuması yapılarak belirlenmiş ve elde edilen absorbans değerlerinden fitik asit miktarı hesaplanmıştır. Örneklerdeki fitik asit miktarı mg/100 g olarak verilmiştir.

### 3.2.6. Duyusal analiz

Bisküvi örnekleri, Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanları, yüksek lisans ve doktora öğrencilerinden oluşan yaşları 21-55

arasında değişen 10 kişilik bir grup tarafından duyuşal analize tabi tutulmuştur. Örnekler, konu ile ilgili kısa bir eğitime tabi tutulan panelistler tarafından standart olarak ışıklandırılmış ortamda bireysel olarak analiz edilmiştir. Bisküviler; renk, koku, tat, görünüş, gevreklik ve genel beğeni özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Örneklerin duyuşal özellikleri 5'lik hedonik skala ile değerlendirilmiştir.

5 Puan:	Çok iyi
4 Puan:	İyi
3 Puan:	Kabul edilebilir
2 Puan:	Yeterli değil
1 Puan:	Kötü

### 3.2.7. İstatistik analiz

Denemeler 2 tekerrürlü olarak yürütölmüş olup, araştırma sonucunda elde edilen veriler JMP istatistik programı, 14.0.1 versiyonu (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur; farklılıkları istatistiki olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları ise, Student's T testi ile karşılaştırılmıştır. İstatistiki analiz sonuçları tablolar halinde özetlenip, önemli bulunan interaksiyonlar ise şekiller üzerinde tartışılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

Üretimde kullanılan hammaddelere ait renk analizi sonuçları Çizelge 4.1.'de, kimyasal analiz sonuçları ise Çizelge 4.2.'de özetlenmiştir.

#### 4.1.1. Renk analizi sonuçları

Hammaddelerin  $L^*$  değerleri, 83.92 ile 94.44 arasında değişim göstermiş, en yüksek  $L^*$  değeri bisküvilik buğday ununda tespit edilmiştir.  $a^*$  değerleri - 0.54 ile 1.07 arasında değişim göstermiş, en yüksek  $a^*$  değerine çavdar ununun sahip olduğu belirlenmiştir.  $b^*$  değerleri ise 10.49 ile 15.03 arasında değişkenlik gösterirken, en yüksek  $b^*$  değerine sahip hammaddenin yulaf unu olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1.). Genel olarak değerlendirildiğinde; çimlendirme işlemi uygulanmış hububatların daha düşük  $L^*$  değerine sahip oldukları, bunakarşın daha yüksek  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerleri verdikleri belirlenmiştir. Buda çimlendirilmiş çavdar ve yulafın bisküvilik buğdaya göre daha koyu renkli ve sarımsı bir görünümde hammaddeler olduğunu göstermiştir.

Demir (2018), buğday ununun  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  renk değerlerini sırasıyla; 88.77, 1.12 ve 13.12 olarak tespit edilmiştir.

Kılınççeker (2015) yaptığı bir araştırmasında, farklı bitkisel unların balık köftedeki etkilerini incelemiştir. Kullanılan formülasyonlar arasında un türü farklı iken balıketi miktarı eşit ayarlanarak un türlerinin renk üzerindeki etkileri incelenmiş, buğday ve çavdar unu kullanılan örneklerde  $a^*$  değerinin arttığı görülürken yine buğday unu ve yulaf unu kullanılan örneklerde ise  $b^*$  değerini arttırdığı tespit edilmiştir. Böylelikle un örneklerinin doğal renk pigmentlerinin kullanıldıkları ürünlerde renk değerlerini etkileyebileceği görülmüştür. Dolayısıyla buğday unun kullanıldığı formülasyonda;  $L^*$  değeri  $32.26 \pm 1.55$ ,  $a^*$  değeri  $11.36 \pm 1.24$ ,  $b^*$  değeri  $13.99 \pm 0.78$ , yulaf ununun kullanıldığı formülasyonda ;  $L^*$  değeri  $35.91 \pm 1.37$ ,  $a^*$  değeri  $9.43 \pm 1.81$ ,  $b^*$  değeri  $16.21 \pm 0.60$  ve çavdar ununun kullanıldığı formülasyonda ise;  $L^*$  değeri,  $30.47 \pm 0.77$ ,  $a^*$  değeri  $10.95 \pm 0.74$ ,  $b^*$  değeri  $12.56 \pm 0.66$  şeklinde sonuçlar elde edilmiştir.

Tok (2017), yaptığı çalışmasında çavdar tanelerini 3 gün çimlendirmiş ve öğütülüp un haline getirmiştir. Elde edilen çavdar ununun renk değerlerini incelemiştir. Çimlendirilmişmiş çavdar ununun  $L^*$  değerini 80.98,  $a^*$  değerini 1.75 ve  $b^*$  değerini ise 12.47 olarak tespit etmiştir. Sonuç olarak ise çimlendirme ile  $L^*$  değerinde azalış,  $a^*$  ve

$b^*$  değerlerinde artış olduğunu belirtmiştir. Buda bizim çalışmamızı doğrular niteliktedir.

**Çizelge 4. 1.** Hammaddelerin Renk Analizi Sonuçları<sup>1</sup>

Örnek	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Buğday Unu	94.44 ± 0.06 <sup>a</sup>	-0.54 ± 0.01 <sup>c</sup>	10.49 ± 0.04 <sup>c</sup>
Çimlendirilmiş Yulaf Unu	85.26 ± 0.01 <sup>b</sup>	-0.02 ± 0.02 <sup>b</sup>	15.03 ± 0.69 <sup>a</sup>
Çimlendirilmiş Çavdar Unu	83.92 ± 0.01 <sup>c</sup>	1.07 ± 0.01 <sup>a</sup>	11.67 ± 0.01 <sup>b</sup>

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

#### 4.1.2. Kimyasal analiz sonuçları

Bisküvi örneklerinin üretiminde kullanılan un örneklerinin kimyasal analiz sonuçları ise Çizelge 4.2.'de özetlenmiştir. Hammaddelerdeki nem miktarları % 5.88 ile 9.34 arasında değişkenlik göstermiş olup; en düşük nem değerine çimlenmiş yulaf unu, en yüksek nem değerine ise buğday ununun olduğu tespit edilmiştir. Hammaddelerdeki kül miktarları % 0.70 ile 1.86 arasında değişkenlik göstermiş olup en düşük değere buğday unu sahip iken, en yüksek kül değerine çimlenmiş yulaf ununun sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bir araştırmada, buğday ununun nem miktarı % 14.2, yulaf ununun nem miktarı % 10.1, çavdar ununun nem miktarı % 11.5 olarak tespit edilmiştir.

Majzoobi ve ark. (2014), erişte üretiminde buğday ununa farklı oranlarda (% 0, 10, 20, 30 ve 40) yulaf unu ikame ederek üretim yapmışlardır. Üretimde kullanılan buğday unu ve yulaf ununun kuru ağırlık esasına göre nem değerlerini sırasıyla; % 12.30, % 7.25, kül değerlerini ise sırasıyla; % 0.60 ve % 1.03 olarak tespit etmişlerdir.

Tok (2017), yaptığı çalışmasında 3 gün çimlendirdiği çavdar tanelerinden elde ettiği unun nem değerini % 8.72, kül miktarını % 1.75 ve protein miktarını % 12.21 olarak tespit etmiştir. Sonuç olarak, çimlendirme ile nem değerinde artış ve kül miktarında ise azalış ve protein miktarında artış olduğunu belirtmiştir. Çavdar unlarının fitik asit içeriğini 399 mg/100g, TFMM'nin 2771 mg GAE/kg olarak tespit etmiştir.

Fouad ve Rehab (2015), mercimek filizlerinde çimlenme zamanının kimyasal özellikler üzerine etkisini araştırmışlardır. Çimlendirdikleri mercimeklerde nem miktarını 14.90 ± 0.39g/100g, kül miktarını 3.35 ± 0.11 g/100g ve protein miktarını

28.86 ± 0.2 g/100g olarak tespit etmişlerdir. Çimlendirme sonunda ham taneye göre nem, kül ve protein miktarında olduğunu bildirmişlerdir.

**Çizelge 4. 2.** Hammaddelerin Kimyasal Analiz Sonuçları<sup>1</sup>

	Nem (%)	Kül(%) <sup>2</sup>	Ham Yağ(%) <sup>2</sup>	Ham Protein(%) <sup>2,3</sup>	TFMM <sup>2,4</sup> (mg GAE/ kg)	Fitik Asit <sup>2</sup> (mg/100 g)
<b>Buğday Unu</b>	9.34 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.70 ± 0.02 <sup>c</sup>	1.17 ± 0.14 <sup>b</sup>	10.57 ± 0.06 <sup>b</sup>	693.00 ± 37.90 <sup>c</sup>	184.80 ± 4.04 <sup>b</sup>
<b>Çimlendirilmiş Yulaf Unu</b>	5.88 ± 0.26 <sup>b</sup>	1.86 ± 0.05 <sup>a</sup>	5.76 ± 0.98 <sup>a</sup>	19.38 ± 0.06 <sup>a</sup>	891.00 ± 15.36 <sup>b</sup>	456.81 ± 69.14 <sup>a</sup>
<b>Çimlendirilmiş Çavdar Unu</b>	6.56 ± 0.14 <sup>b</sup>	1.60 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.22 ± 0.15 <sup>b</sup>	10.06 ± 0.13 <sup>c</sup>	1051.00 ± 11.23 <sup>a</sup>	502.30 ± 40.79 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); <sup>2</sup>Kuru madde üzerinden hesaplama yapılmıştır; Toplam fenolik madde miktarı

Hammaddeler arasında en yüksek ham yağ içeriğine % 5.76 ile yulaf ununun sahip olduğu, en düşük ham yağ içeriğine ise % 1.17 değeriyle buğday ununun sahip olduğu görülmüştür.

Hammaddelerin analizlerinden elde edilen sonuçlara göre ham protein değeri en yüksek olan hammadde yulaf unu (% 19.38) iken en düşük ham protein değerine (% 10.06) sahip hammadde çavdar unu olarak tespit edilmiştir. Buğday ununun ham protein değeri ise % 10.57 olarak bulunmuştur.

Kılınçer ve Demir (2019), buğday, arpa, yulaf, kinoa, amarant, yeşil mercimek, nohut ve maş fasulyesi tanelerini, farklı sürelerde (1, 3 ve 5 gün) çimlendirmiş ve çimlendirme sonucunda oluşan değişimleri incelemişlerdir. Sonuç olarak; ham yağ değerlerinin % 0.86-6.63 arasında değiştiği ve yulafın ham yağ değerinin % 6.63 olduğu tespit edilmiştir.

Donkor ve ark. (2012), tahılların çimlendirilmesine yönelik bir çalışmalarında; yulafın ham yağ değerlerinin % 2.37 ile % 3.01 arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Demir (2018), buğday ununun ham protein ve ham yağ değerleri sırasıyla % 11.12 ve % 0.82 olarak tespit etmiştir.

Majzoobi ve ark. (2014), erişte üretiminde buğday ununa farklı oranlarda (% 0, 10, 20, 30 ve 40) yulaf unu ikame ederek üretim yapmışlardır. Üretimde kullanılan buğday unu ve yulaf ununun kuru ağırlık esasına göre yağ değerleri sırasıyla % 1.64, % 6.42, protein miktarını ise % 11.17 ve % 14.19 olarak tespit etmişlerdir.

En düşük toplam fenolik madde miktarına (693.00 mg GAE/kg) sahip hammaddenin buğday unu olduğu görülmektedir. Yulaf ununda (891.00 mg GAE/kg) ve çavdar ununda (1051.00 mg GAE/kg) toplam fenolik madde miktarlarının buğday ununa kıyasla deskriptiflerik daha yüksek olduğu görülmüştür.

Katina ve ark. (2007) ham ve çimlendirilmiş çavdarın besinsel farklılıklarını inceledikleri çalışmasında; ham tane ve çimlendirilmiş tanede toplam fenolik asit miktarının sırasıyla;  $300 \pm 13$  mg/100g ve  $421 \pm 20$  mg/100g olduğunu tespit etmişlerdir.

Hung ve ark. (2012), 30°C'de 6, 12, 24, 36 ve 48 saat çimlendirilen mumsu buğdayın serbest fenolik içeriği ilk 24 saat önemli oranda değişmezken, 36 ve 48. Saatte anlamlı düzeyde arttığını tespit etmişlerdir. Bağlı fenolik kompozisyonu ise 12 ve 24. saatlerde düşerken, 36 ve 48. saatlerde anlamlı düzeyde artış göstermiştir. Bağlı fenolik içeriğin en başta azalması hücre duvarlarına bağlı polifenolik bileşiklerin hidrolizine bağlanırken, fenolik biyosentez nedeniyle ferulik asit birikiminin 24. saatten sonra bağlı fenolik içerikteki artışa katkıda bulunduğu belirtilmiştir.

Tüm hammaddeler kıyaslandığında en düşük fitik asit miktarına 184.80 mg/100 g ile buğday ununun sahip olduğu, en yüksek fitik asit miktarının ise 502.30 mg/100 g ile çavdar unu olduğu görülmüştür.

## 4.2. Bisküvi Analizleri

### 4.2.1. Fiziksel analiz sonuçları

#### 4.2.1.1. Renk

Üretilen bisküvi örneklerine ait renk analiz sonuçları Çizelge 4.3.'te, renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4.'te ve Student's t karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.5.'te özetlenmiştir.

Bisküvi örneklerinin  $L^*$  değerleri 65.31 ile 79.37,  $a^*$  değerleri -0.73 ile 5.36,  $b^*$  değerleri ise 22.20 ile 27.49 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.3).

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.4) bakıldığında, ikame oranının  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerleri üzerinde ( $p < 0.01$ ) istatistiki olarak önemli, un çeşidi varyasyonun ise renk  $L^*$  ve  $a^*$  değerleri üzerinde ( $p < 0.01$ ) istatistiki olarak önemli,  $b^*$  değeri üzerinde ise ( $p > 0.05$ ) istatistiki olarak önemsiz bulunduğu tespit edilmiştir.

Student's t karşılaştırma testi sonuçlarına göre, yulaf unu ikameli örnekler ile çavdar unu ikameli örneklerin  $L^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak önemli

farklılıkların bulunduğu ( $p<0.05$ ) tespit edilmiştir. Bisküvilere ikame edilen çimlendirilmiş yulaf unu veya çavdar unu oranı arttıkça; örneklerin parlaklık değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Bu azalmanın da istatistiki olarak önemli ( $p<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Yapılan çalışmalara bakıldığında; yulaf, çavdar, buğday, arpa gibi tahılların çimlendirilmesi ile  $L^*$  değerlerinin değişiklik gösterip, genel itibari ile çimlendirme ile parlaklığın azaldığı görülmüştür. Bunun nedeninin ise çimlenme ile daha fazla nişasta ve protein hidrolizatların oluşması ve daha sonra kurutma işlemi sırasında aralarında Maillard reaksiyonu meydana gelmesiyle açıklanmaktadır (Tian ve ark., 2010; Kılınçer, 2018).

**Çizelge 4. 3.** Bisküvi Örneklerine Ait Renk Analiz Sonuçları

Un Çeşidi	Oran	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Çimlendirilmiş Yulaf Unu	% 0	79.37 ± 0.01	-0.73 ± 0.01	22.20 ± 0.04
	% 10	76.04 ± 0.05	-0.23 ± 0.01	24.98 ± 0.45
	% 20	72.04 ± 0.04	0.09 ± 0.01	25.74 ± 0.09
	% 30	68.16 ± 0.02	1.16 ± 0.02	27.49 ± 0.22
Çimlendirilmiş Çavdar Unu	% 0	79.37 ± 0.01	-0.73 ± 0.01	22.20 ± 0.04
	% 10	73.12 ± 0.02	1.44 ± 0.02	24.55 ± 0.01
	% 20	67.92 ± 0.03	4.05 ± 0.01	26.07 ± 0.03
	% 30	65.31 ± 0.01	5.36 ± 0.01	26.94 ± 0.01

$L^*$ : Parlaklık,  $a^*$ : Kırmızı-yeşil renk değeri,  $b^*$ : Sarı-mavi renk değeri

**Çizelge 4. 4.** Bisküvi Örneklerinin Renk Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	$L^*$		$a^*$		$b^*$	
		KT	F	KT	F	KT	F
Un Çeşidi (A)	1	24.43	100958.3**	24.16	153727.8**	0.10	3.39ns
İkame Oranı (B)	3	363.77	501131.1**	36.02	76401.87**	54.42	601.27**
AxB	3	9.17	12627.92**	12.00	25457.99**	0.49	5.43*
Hata	8	0.01		0.01		0.21	

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

Çizelge 4. 5. Bisküvi Örneklerinin Renk Analizlerine Ait Student's t Karşılaştırma Testi Sonuçları<sup>1</sup>

Faktör	n	$L^*$	$a^*$	$b^*$
<i>Un Çeşidi</i>				
Çimlendirilmiş Yulaf Unu	4	73.90 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.01 <sup>b</sup>	25.10 ± 0.20 <sup>a</sup>
Çimlendirilmiş Çavdar Unu	4	71.43 ± 0.01 <sup>b</sup>	2.53 ± 0.01 <sup>a</sup>	24.94 ± 0.02 <sup>a</sup>
<i>İkame Oranı</i>				
0	2	79.36 ± 0.01 <sup>a</sup>	-0.72 ± 0.01 <sup>d</sup>	22.20 ± 0.04 <sup>d</sup>
10	2	74.58 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.60 ± 0.01 <sup>c</sup>	24.76 ± 0.23 <sup>c</sup>
20	2	69.98 ± 0.04 <sup>c</sup>	2.07 ± 0.01 <sup>b</sup>	25.90 ± 0.05 <sup>b</sup>
30	2	66.73 ± 0.02 <sup>d</sup>	3.26 ± 0.01 <sup>a</sup>	27.21 ± 0.12 <sup>a</sup>

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

Dolayısıyla, çimlendirilmiş yulaf veya çavdar unlarının ikamesi arttıkça  $L^*$  (parlaklık) değerlerinin düşmesi, üretim esnasında Maillard reaksiyonunun gerçekleşmesinin muhtemel bir sonucudur.

Çizelge 4.5'e göre  $a^*$  değerleri kıyaslandığında; en düşük değerlerin kontrol örneğinde (-0.72), en yüksek değerlerin ise % 30 çimlendirilmiş hububat unu ikameli örneklerde (3.26) olduğu tespit edilmiştir. İkame edilen çimlendirilmiş yulaf veya çavdar unlarının ikamesi arttıkça bisküvi örneklerin  $a^*$  değerleri de bariz bir şekilde artış göstermiştir (p<0.05). Çizelge 4.5'deki bisküvi sarılık ( $b^*$ ) değerleri incelendiğinde çimlendirilmiş hububatlar arasında önemli bir farklılık görülmemiş olup, ikame oranlarında artışa gidilese ise  $b^*$  değerlerini arttırmıştır.

Kullanılan çimlendirilmiş hububatların ikame oranları bakımından  $b^*$  değerlerindeki değişim,  $a^*$  değerlerine benzer nitelikte olduğu görülmüştür.

Bisküvi örneklerinde çimlendirilmiş hububat kullanımı ve bu unların ikame oranlarında artışa gidilmesiyle  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin artması,  $L^*$  değerinin ise azalması beklenen bir sonuç olup, bu sonuçlarımız; Tian ve ark. (2010) yulaf tohumlarını çimlendirerek fizikokimyasal özellikleri ve korelasyonlarını inceledikleri çalışmalarına paralellik göstermiştir.

Yapılan bir çalışmada, erişte formülasyonuna yulaf unu ikamesinin kalite özelliklerine olan etkileri tespit edilmiştir. Erişte üretiminde yulaf unu 4 farklı oranda (% 10, 20, 30 ve 40) kullanılmıştır. Erişte formülasyonunda yulaf unu kullanımı, eriştinin parlaklık değerini azaltırken, kırmızılık ve sarılık değerini arttırmıştır (Aydın, 2009).

Sudha ve ark. (2007), buğday, pirinç ve yulaf kepeği ile hazırlanan bisküvilerdeki kepek miktarındaki artış bisküvi rengi  $L^*$  değerinde ve yüzey düzgünlüğünde azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Tok (2017), çalışmasında çavdar tanelerini 3 gün çimlendirmiş ve öğütüp un haline getirmiştir. Elde ettiği unu bisküvi üretimin de buğday ununa % 0, 5, 10 ve 15 oranlarında ikame etmiştir. Bisküvi örneklerinin renk sonuçlarına bakıldığında  $L^*$  değerlerinin 60.73-67.39,  $a^*$  değerlerinin 4.93-7.80,  $b^*$  değerlerinin 24.97-26.97 arasında olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmada,  $L^*$  değerlerinde azalış,  $a^*$  değerlerinde artış gözlemlenmiştir.

Kruger ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada, çavdar unu ikamesinin doğu eriştelere (noodle) kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. % 15, 30 ve 50 oranlarında çavdar unu ikameli erişte örneklerinde ikame oranı arttıkça  $L^*$  değerlerinde azalma görülmüş, yani parlaklığın azaldığı tespit edilmiştir.  $a^*$  değerlerinin ikame oranı arttıkça yükseldiği görülmüştür.

Yapılan başka bir çalışmada, çimlendirilerek öğütülen buğday unu, tam buğday ununa % 20 - 100 oranlarında ikame edilerek iki farklı ekmek tipindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada kullanılacak ekmek çeşidi olarak, yöresel düz bir ekmek olan tırnaklı ekmek ile hacimli tava ekmeği seçilmiştir. Yapılan analizler sonucunda tırnaklı ekmekteki kabuk renk değeri, ikame oranı arttıkça düşüş gösterirken, hacimli tava ekmeğinde, ikame oranı arttıkça kabuk renk değerinde de artış görülmüştür. En fazla artış ise % 20 çimlendirilmiş buğday ikameli tava tipi ekmekte görülmüştür (Ünsal ve ark., 2020).

Aydın ve Göçmen (2011) yaptıkları bir araştırmada, yulaf unu ikamesinin erişte özellikleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. % 0, 10, 20, 30, 40 oranlarında yulaf unu ikameli erişte örneklerinde ikame oranı arttıkça  $L^*$  değerinin azaldığı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin arttığı görülmüştür.

Majzoobi ve ark. (2014) yaptıkları bir çalışmada, yulaf unu ikamesinin erişte özelliklerinde oluşturduğu değişiklikleri incelemişlerdir. % 0, 10, 20, 30, 40 oranlarında yulaf unu ikameli erişte örneklerinin renk değerlerinde; ikame oranı arttıkça,  $L^*$  değerinin azaldığı,  $a^*$  değerlerinin arttığı,  $b^*$  değerlerinin ise değişmediğini tespit etmişlerdir.

#### 4.2.1.2. Sertlik

Bisküvi örneklerinin sertlik analiz sonuçları 4.6.'da, sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları 4.7. de ve Student's t karşılaştırma testi sonuçları 4.8.'de özetlenmiştir.

Üretilen bisküvilerin sertlik değerleri 3039.34 ile 6555.88 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.6).

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.7) göre; un çeşidi ve ikame oranı varyasyonlarının sertlik değerleri üzerinde ( $p < 0.01$ ) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Student's t çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre; çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu ikameleri bisküvi örneklerinin sertlik değerlerini arttırmıştır. Ayrıca çimlendirilmiş çavdar unu ikameli bisküvilerin daha sert karakterde son ürünler verdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Bisküvinin deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanan sertlik ve dayanıklılık gibi tekstürel özellikleri, fırın ürünlerinde oldukça önemli parametrelerdir (Ahlborn ve ark., 2005). Sudha ve ark. (2007), % 20 oranında buğday, pirinç, yulaf ve arpa kepekleri ilave edilmiş bisküvilerin, sertlik değerlerinin sırasıyla % 14.7, % 31.6, % 3.6 ve % 28.7 oranlarında olduğunu belirlemişlerdir.

Tok (2017), çalışmasında çavdar tanelerini 3 gün çimlendirip elde ettiği unu bisküvi üretimin de buğday ununa % 0, 5, 10 ve 15 oranlarında ikame etmiştir. Bisküvi örneklerinin sertlik değeri, 3316.09 - 4241.43 g arasında tespit edilmiş ve örneklerin sertlik değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir.

**Çizelge 4. 6.** Bisküvi Örneklerinin Fiziksel Analiz Sonuçları

Un Çeşidi	Oran	Sertlik (g)	Çap (mm)	Kalınlık(mm)	Yayıma Oranı
Çimlendirilmiş Yulaf Unu	% 0	3039.24 ± 73.74	57.90 ± 0.14	8.05 ± 0.07	7.19 ± 0.05
	% 10	3567.22 ± 67.40	60.70 ± 0.14	7.75 ± 0.07	7.83 ± 0.05
	% 20	3899.70 ± 57.76	61.15 ± 0.07	7.55 ± 0.07	8.10 ± 0.07
	% 30	4169.73 ± 203.51	62.00 ± 0.28	7.30 ± 0.14	8.50 ± 0.20
Çimlendirilmiş Çavdar Unu	% 0	3039.24 ± 73.74	57.90 ± 0.14	8.05 ± 0.14	7.19 ± 0.05
	% 10	4172.37 ± 80.24	59.50 ± 0.14	7.85 ± 0.07	7.58 ± 0.05
	% 20	5543.28 ± 62.91	59.95 ± 0.07	7.75 ± 0.21	7.74 ± 0.20
	% 30	6555.88 ± 49.36	60.25 ± 0.07	7.75 ± 0.07	7.77 ± 0.06

Çizelge 4. 7. Bisküvi Örneklerinin Fiziksel Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	Sertlik (g)		Çap (mm)		Kalınlık (mm)		Yayılma Oranı	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Un Çeşidi (A)	1	5370528.00	2196.47**	4.30	208.76**	0.14	50.81**	0.44	94.82**
İkame Oranı (B)	3	12284506.00	1674.73**	23.85	385.40**	0.61	73.69**	1.94	137.83**
AxB	3	3390753.00	462.26**	1.64	26.45**	0.11	13.47**	0.27	19.05**
Hata	8	17115.00		0.14		0.02		0.03	

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

Çizelge 4. 8. Bisküvi Örneklerinin Fiziksel Analizlerine Ait Student's t Karşılaştırma Testi Sonuçları<sup>1</sup>

Faktör	n	Sertlik (g)	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma Oranı
<i>Un Çeşidi</i>					
Çimlendirilmiş Yulaf Unu	4	3668.97 ± 100.6 <sup>b</sup>	60.44 ± 0.16 <sup>a</sup>	7.66 ± 0.09 <sup>b</sup>	7.90 ± 0.09 <sup>a</sup>
Çimlendirilmiş Çavdar Unu	4	4827.69 ± 99.0 <sup>a</sup>	59.40 ± 0.11 <sup>b</sup>	7.85 ± 0.11 <sup>a</sup>	7.57 ± 0.09 <sup>b</sup>
<i>İkame Oranı</i>					
0	2	3039.24 ± 73.74 <sup>d</sup>	57.90 ± 0.14 <sup>d</sup>	8.05 ± 0.07 <sup>a</sup>	7.20 ± 0.05 <sup>d</sup>
10	2	3869.80 ± 73.82 <sup>c</sup>	60.10 ± 0.14 <sup>c</sup>	7.80 ± 0.07 <sup>b</sup>	7.70 ± 0.05 <sup>c</sup>
20	2	4721.49 ± 60.34 <sup>b</sup>	60.55 ± 0.07 <sup>b</sup>	7.65 ± 0.14 <sup>c</sup>	7.92 ± 0.13 <sup>b</sup>
30	2	5362.80 ± 126.44 <sup>a</sup>	61.12 ± 0.18 <sup>a</sup>	7.52 ± 0.11 <sup>d</sup>	8.14 ± 0.13 <sup>a</sup>

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

#### 4.2.1.3. Çap, kalınlık ve yayılma oranı

Üretilen bisküvi örneklerine ait çap, kalınlık ve yayılma oranı sonuçları Çizelge 4.6.'da, bu sonuçlara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7.'de, Student's t çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.8.'de özetlenmiştir.

Bisküvi çap ölçüm değerleri 57.90 mm ile 62.00 mm arasında, kalınlık ölçüm değerleri 7.30 mm ile 8.05 mm arasında, yayılma oranı değerleri ise 7.19 ile 8.50 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.6).

Varyans analiz sonuçlarına (Çizelge 4.7) göre de; un çeşidi ve ikame oranı varyasyonlarının çap, kalınlık ve yayılma oranları üzerinde (p<0.01) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Student's t çoklu karşılaştırma testinde; en küçük çap değerinin (57.90) kontrol bisküvi örneğinde olduğu, en yüksek çap değerlerinin (61.12) % 30 çimlendirilmiş hububat un ikameli bisküvi örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Formülasyondaki çimlendirilmiş hububatların ikame oranları arttıkça, bisküvi çaplarının istatistiki olarak arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca çimlendirme işlemi uygulanmış çavdar unu ikameli bisküvi örneklerinin daha düşük çap değerleri verdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8'deki kalınlık değerleri incelendiğinde, en düşük kalınlık değerini (7.52) % 30 çimlendirilmiş un ikameli örneklerde, en yüksek kalınlık değerinin ise (8.05) kontrol bisküvi örneğinde olduğu belirlenmiştir. Çimlendirilmiş yulaf ve çavdar ununun ikame oranlarının artması ile bisküvi örneklerinin kalınlık değerlerinin istatistiki olarak düştüğü görülmüştür. Ayrıca çimlendirme işlemi uygulanmış yulaf unu ikameli bisküvi örneklerinin daha düşük kalınlık değerleri verdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

En düşük yayılma oranı (7.20), kontrol bisküvi örneğinde, en yüksek yayılma oranı ise (8.14), % 30 çimlendirilmiş hububat un ikameli bisküvi örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Artan ikame oranı ile birlikte bisküvilerin yayılma oranlarının da istatistiki olarak arttığı görülmektedir. Ayrıca çimlendirme işlemi uygulanmış çavdar unu ikameli bisküvi örneklerinin daha düşük yayılma oranı değerleri verdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Bisküvide çok önemli bir kalite parametresi olan bisküvi çapı ile buğday sertliği arasında korelasyon olduğu literatürde belirtilmektedir (Herken, 1998).

Çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri, bisküvinin teknolojik kalitesinin belirlenmesi açısından önemli parametreler olup, genellikle çapın geniş, yayılma oranının yüksek, kalınlığın ise düşük olması istenir (Kissell ve ark., 1971). Elde edilen sonuçların belirlenen parametrelere uygun olduğu tespit edilmiştir.

Sudha ve ark. (2007), buğday, pirinç ve yulaf kepeği ikamesi ile üretilen bisküvilerde yayılma oranı 8.38'den 7.52'ye düşerken, arpa kepeği ile üretilen bisküvide yayılma oranının 9.3'e yükseldiğini gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak % 30 oranında yulaf kepeğinin, % 20 oranında ise arpa kepeğinin formülasyona ilavesi ile kabul edilebilir düzeyde bir bisküvi üretilebileceğini tespit etmişlerdir.

Tok (2017), çalışmasında çimlendirilmiş çavdar ununu bisküvi üretimin de buğday ununa % 0, 5, 10 ve 15 oranlarında ikame etmiştir. Bisküvi örneklerinin çap, kalınlık ve yayılma oranları sonuçlarına bakıldığında çap değerlerinin 46.60-47-90 mm, kalınlık değerlerinin 7.88-8.06 mm, yayılma oranlarının 5.77-6.08 olduğu tespit edilmiştir.

Bisküvilerin ap değerlerinde artış, kalınlık değerleri ve yayılma oranında ikame oranına göre artış ve azalışlar göstermiştir.

#### **4.2.2. Kimyasal analiz sonuçları**

Bisküvi örneklere ait kimyasal analiz sonuçları izelge 4.9.'da, kimyasal analizlere ait varyans analizi sonuçları 4.10.'da ve Student's t çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise 4.11.'de özetlenmektedir.



**Çizelge 4. 9.** Bisküvi Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Un Çeşidi	Oran	Nem <sup>1</sup> (%)	Kül <sup>1</sup> (%)	Ham Yağ <sup>1</sup> (%)	Ham Protein <sup>1 2</sup> (%)	Karbonhidrat <sup>1</sup> (%)	Enerji <sup>1</sup> (kkal/100 gr)
Yulaf Unu	% 0	5.66 ± 0.14	1.57 ± 0.01	15.61 ± 0.23	7.09 ± 0.01	70.06 ± 0.23	449.09 ± 0.62
	% 10	4.78 ± 0.07	1.67 ± 0.01	16.40 ± 0.56	7.88 ± 0.01	69.27 ± 0.35	456.18 ± 3.07
	% 20	4.85 ± 0.18	1.68 ± 0.02	17.29 ± 0.44	8.18 ± 0.01	67.99 ± 0.71	460.31 ± 1.37
	% 30	4.13 ± 0.35	1.69 ± 0.04	17.35 ± 0.02	8.49 ± 0.01	68.34 ± 0.41	463.52 ± 1.45
Çavdar Unu	% 0	5.66 ± 0.14	1.57 ± 0.01	15.61 ± 0.23	7.09 ± 0.01	70.06 ± 0.23	449.09 ± 0.62
	% 10	4.62 ± 0.01	1.65 ± 0.01	15.63 ± 0.11	7.09 ± 0.01	71.02 ± 0.09	453.05 ± 0.59
	% 20	3.96 ± 0.08	1.64 ± 0.03	15.70 ± 0.11	6.91 ± 0.01	71.80 ± 0.16	456.12 ± 0.37
	% 30	4.15 ± 0.05	1.68 ± 0.01	15.93 ± 0.01	6.87 ± 0.01	71.38 ± 0.11	456.35 ± 0.07

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

**Çizelge 4. 10.** Bisküvi Örneklerinin Kimyasal Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	Nem (%)		Kül (%)		Ham Yağ (%)		Ham Protein (%)		Karbonhidrat (%)		Enerji (kkal/100 gr)	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
Un Çeşidi (A)	1	0.26	9.56*	0.01	5.30ns	3.59	42.93**	3.38	438.26**	18.42	148.22**	52.49	25.84**
İkame Oranı (B)	3	5.33	64.70**	0.03	23.86**	2.66	10.61**	0.77	33.32**	0.22	0.59ns	275.55	45.22**
AxB	3	0.56	6.83*	0.01	0.98ns	1.57	6.25*	1.48	63.89**	8.31	22.28**	26.23	4.30ns
Hata	8	0.20		0.01		0.58		0.05		0.87		14.22	

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

Çizelge 4. 11. Bisküvi Örneklerinin Kimyasal Analizlerine Ait Student's t Karşılaştırma Testi Sonuçları<sup>1</sup>

Faktör	n	Nem (%)	Kül (%)	Ham Yağ (%)	Ham Protein (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (kkal/100 g)
<i>Un Çeşidi</i>							
Yulaf Unu	4	4.86 ± 0.18 <sup>a</sup>	1.66 ± 0.02 <sup>a</sup>	16.66 ± 0.31 <sup>a</sup>	7.91 ± 0.01 <sup>a</sup>	68.92 ± 0.42 <sup>b</sup>	457.27 ± 1.63 <sup>a</sup>
Çavdar Unu	4	4.60 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.63 ± 0.01 <sup>a</sup>	15.72 ± 0.12 <sup>b</sup>	6.99 ± 0.01 <sup>b</sup>	71.06 ± 0.15 <sup>a</sup>	453.65 ± 0.41 <sup>b</sup>
<i>İkame Oranı</i>							
0	2	5.66 ± 0.14 <sup>a</sup>	1.58 ± 0.01 <sup>b</sup>	15.61 ± 0.23 <sup>c</sup>	7.09 ± 0.01 <sup>c</sup>	70.06 ± 0.23 <sup>a</sup>	449.09 ± 0.62 <sup>c</sup>
10	2	4.70 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.66 ± 0.01 <sup>a</sup>	16.01 ± 0.33 <sup>bc</sup>	7.48 ± 0.01 <sup>b</sup>	70.14 ± 0.09 <sup>a</sup>	454.61 ± 1.83 <sup>b</sup>
20	2	4.40 ± 0.13 <sup>c</sup>	1.66 ± 0.02 <sup>a</sup>	16.50 ± 0.28 <sup>ab</sup>	7.55 ± 0.01 <sup>ab</sup>	69.89 ± 0.43 <sup>a</sup>	458.22 ± 0.87 <sup>a</sup>
30	2	4.14 ± 0.20 <sup>d</sup>	1.68 ± 0.02 <sup>a</sup>	16.64 ± 0.02 <sup>a</sup>	7.68 ± 0.01 <sup>a</sup>	69.86 ± 0.26 <sup>a</sup>	459.93 ± 0.76 <sup>a</sup>

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

#### 4.2.2.1. Nem analizi sonuçları

Bisküvi örneklerinin nem değerleri % 3.96 ile % 5.66 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.9).

Tok (2017), çalışmasında çimlendirilmiş çavdar ununun buğday ununa ikamesi ile elde ettiği bisküvilerin nem değerlerinin % 2.30 ile % 5.42 arasında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bir araştırmada, 6 farklı firmaya ait 43 bisküvi incelenmiştir. Bisküvi örneklerinin nem miktarlarını % 1.8- 5.7 aralığında olduğu tespit edilmiştir (Karaağaoğlu ve ark., 1993).

Özkaya ve ark. (1984), üç farklı firmaya ait 30 bisküvi örneğinin kimyasal bileşimlerini inceledikleri çalışmalarında, bisküvilerin nem miktarlarını % 2.1- 5.7 oranında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bisküvi gibi ürünlerin tüketime hazır hale geldiklerinde % 1-5 oranında nem içerdikleri ve düşük nem içerikleri nedeniyle temelde buğday ununun ve içlerine katılan malzemelerin özelliğini yansıttıkları belirtilmiştir (Wade, 1988). Ülkemizde sade tip bisküviler için TSE nin belirlediği miktarın en fazla % 6 olduğu belirtilmiştir (TSE, 1991). Bununla birlikte bu tür ürünlerde nem miktarının düşük olmasının, ürünün raf ömrünü etkileyen önemli bir faktör olduğu da belirtilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.10), nem değerleri üzerinde un çeşidi varyasyonunun  $p < 0.05$  seviyesinde, ikame oranı varyasyonunun ise  $p < 0.01$  seviyesinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Student's t çoklu karşılaştırma analizi sonuçlarına göre, çimlendirilmiş hububatların ikame oranları bakımında nem değerlerindeki değişim istatistiki olarak önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. Ayrıca çimlendirilmiş hububat ikame oranı arttıkça bisküvi nem değerlerinin azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.11).

Bisküvi genel olarak % 1-5 arasında düşük nem içeriğine sahip bir ürün olup, nem değerinin artması mikrobiyal gelişmeyi ve bozulmayı artıracığından, ürün kalitesi için istenmeyen bir durumdur (Can, 2015; Ayo ve ark., 2018). Bu bağlamda, çimlendirilmiş yulaf ve çavdar unlarının bisküviye ikamesi ile çalışmada pozitif yönde bir etki görülmüştür.

Aydın (2009), erişte formülasyonuna yulaf unu ikamesinin kalite özelliklerine olan etkilerini tespit etmiştir. Erişte üretiminde yulaf unu 4 farklı oranda (% 10, 20, 30 ve 40) kullanılmıştır. Erişte formülasyonunda yulaf unu kullanımının, eriştinin nem miktarını düşürdüğü tespit edilmiştir.

Kruger ve ark. (1998), çavdar unu ikamesinin uzak doğu eriştesi (noodle) kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında % 15, 30 ve 50 oranlarında çavdar unu ikame edilen erişte nem değerlerinin % 11.8 ile % 14.2 arasında olduğu tespit etmişlerdir.

Aydın ve Göçmen (2011) yaptıkları bir araştırmada, yulaf unu ilavesinin erişte üzerindeki etkilerini incelemiştir. % 0, 10, 20, 30 ve 40 oranlarında yulaf unu ikameli eriştelere elde etmişlerdir. Nem değerlerinin ikame oranı arttıkça azaldığını, bu değerlerin % 6.90 ile % 7.42 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

#### 4.2.2.2. Kül

Bisküvi örneklerinin kül miktarları % 1.57 ile % 1.69 değerleri arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.9).

Yapılan bir araştırmada, altı farklı firmaya ait 43 bisküvi incelenmiştir. Bisküvilerin kül miktarları % 0.4-1.1 arasında bulunmuştur (Karaağaoğlu ve ark., 1993).

Özkaya ve ark. (1984), üç farklı firmaya ait 30 bisküvi örneğini inceledikleri çalışmalarında, bisküvilerin kül miktarlarını % 0.53-1.09 oranında değiştiğini belirtmişlerdir.

Donkor ve ark. (2012), tahılların çimlendirilmesine yönelik bir çalışmada; yulafın kül değerlerinin % 1.56 ile % 1.77 arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Varyans analizi sonucunda (Çizelge 4.10), un çeşidi varyasyonunun kül değerleri üzerinde ( $p>0.05$ ) istatistiki olarak önemsiz etkide bulunurken, ikame oranı varyasyonunun kül değerleri üzerinde ( $p<0.01$ ) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Student's t çoklu karşılaştırma testinde, kül değerleri incelendiğinde, çimlendirilmiş hububatlar arasında, çimlendirilmiş hububatların ikame oranlarında istatistiki olarak önemli bir farklılık ( $p>0.05$ ) bulunmamış olup (Çizelge 4.11), kontrol örneğinin istatistiksel olarak daha düşük olduğu tespit edilmiştir. % 10, 20, 30 çimlendirilmiş çavdar ve yulaf ikameli örneklerin arasında ise istatistiksel olarak fark görülemez. Fakat önemli farklılıklar bulunmasa da ikame oranı arttıkça kül miktarının da arttığı görülmüştür.

Dilber ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada, bir tahıl çeşidini çimlendirerek kül miktarındaki değişimi gözlemlemiştir ve kül miktarında artış tespit etmişlerdir. Bu

artışın nedenini ise, çimlenme ile kuru madde kaybının olduğu buna bağlı kül miktarında oransal artış olmuştur olarak değerlendirmişlerdir. Bibi ve ark. (2008) bu duruma benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Nohutun çimlendirilmesi ile su, ham protein ve kül miktarında artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Mazahreh (1999), Türkiyede üretilen 38 bisküvi örneğinin E vitamini içerikleri ve depolama ile bazı özelliklerinde meydana gelen değişimleri incelemiştir. Bisküvilerin ortalama kül oranları % 1.1 olarak tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, erişte formülasyonuna yulaf unu ikamesinin kalite özelliklerine olan etkileri tespit edilmiştir. Erişte üretiminde yulaf unu 4 farklı oranda (% 10, 20, 30 ve 40) kullanılmıştır. Erişte formülasyonunda yulaf unu kullanımının, eriştelerin kül miktarını yükselttiği tespit edilmiştir (Aydın, 2009).

Kruger ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada, çavdar unu ilavesinin uzak doğu eriştelere (noodle) kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. % 15, 30 ve 50 oranlarında çavdar unu ikameli eriştelere elde etmişler ve kül değerleri % 0.37 ile % 0.81 arasında tespit edilmiştir.

Aydın ve Göçmen (2011) yaptıkları bir çalışmada, yulaf unu ilavesinin eriştelere kalite özellikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. % 0, 10, 20, 30 ve 40 oranlarında yulaf unu ikameli eriştelere elde etmişlerdir. İkame oranı arttıkça kül değerlerinin arttığı bulunmuş ve bu değerlerin % 7.3 ile % 12.2 aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Kılınçer ve Demir (2019), buğday, arpa, yulaf, kinoa, amarant, yeşil mercimek, nohut ve maş fasulyesi tanelerini, farklı sürelerde (1, 3 ve 5 gün) çimlendirmiş ve çimlendirme sonucunda oluşan değişimleri incelemiştir. Sonuç olarak; kül miktarlarındaki değerlerinin % 1.34-3.41 arasında değiştiği ve yulafın kül miktarının % 1.67 olduğu tespit edilmiştir.

Tok (2017), çalışmasında çimlendirilmiş çavdar unu ikameli bisküvilerin kül miktarının % 1.56 ile % 1.73 arasında olduğu tespit edilmiştir. Bisküvi örneklerinde ikame oranı arttıkça kül miktarlarında artış görülmüştür.

#### 4.2.2.3. Ham yağ

Bisküvi örneklerinin ham yağ değerlerinin, % 15.61 ile % 17.35 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Karağaoğlu ve arkadaşları (1993), altı farklı firmaya ait 43 bisküvi incelemiştir. Bisküvilerin yağ miktarlarının % 10.1-24.6 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Chavan ve Kadam (1993) ise unlu mamüllerin besinsel açıdan zenginleştirilmesi, bitkisel protein kaynakları ve takviyeli fırıncılık ürünlerinin reolojik ve duysal özelliklerini korumak için geleneksel işleme yöntemlerindeki değişiklikler ile ilgili güncel literatür incelemesinden sonra elde ettikleri bilgiler ışığında bisküvilerin yağ içeriklerinin % 10.7 ile % 27.4 değerleri arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Bir diğer araştırmada, üç farklı firmaya ait 30 bisküvi örneğinin kimyasal bileşimleri ile mineral ve vitamin içerikleri incelenmiştir. Bisküvilerin içeriğindeki yağ oranları % 4.9 ile % 26.4 arasında bulunmuştur (Özkaya ve ark., 1984).

Toplam 38 bisküvi örneği üzerinde yapılan bir çalışmada E vitamini içerikleri ve depolama ile bazı özelliklerinde meydana gelen değişimleri inceleyen bir çalışmada bisküvilerin ortalama yağ oranları % 19.6 olarak tespit edilmiştir (Mazahreh, 1999).

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.10) bakıldığında, un çeşidi ve ikame oranı varyasyonlarının ham yağ değerleri üzerinde ( $p < 0.01$ ) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Student's t çoklu karşılaştırma testinde, ham yağ değerleri incelendiğinde, çimlendirilmiş hububatlar arasında ve çimlendirilmiş hububatların ikame oranları bakımından istatistiki olarak farklılık ( $p > 0.05$ ) görülmemiştir (Çizelge 4.11). Önemli farklılıklar bulunmasa da kontrol örneğinin ham yağ içeriği, % 10, 20, 30 çimlendirilmiş yulaf ve çavdar ikameli bisküvi örneklerinin ham yağ içeriklerinden daha düşük olduğu görülmektedir.

Başka çalışmalara bakıldığında, erişte formülasyonuna yulaf unu ikamesinin kalite özelliklerine olan etkileri tespit edilmiştir. Erişte üretiminde yulaf unu 4 farklı oranda (% 10, 20, 30 ve 40) kullanılmıştır. Erişte formülasyonunda yulaf unu kullanımı, eriştelerin yağ miktarını arttırdığı tespit edilmiştir (Aydın, 2009).

Aydın ve Göçmen (2011), yulaf unu ikamesinin erişte üzerindeki etkilerini incelemiştir. % 0, 10, 20, 30 ve 40 oranlarında yulaf unu ikameli erişteler elde

etmişlerdir. İkame oranı arttıkça yağ değerlerinin arttığı bulunmuş ve % 2.92 ile % 4.98 aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Ghavidel ve Prakash'ın (2007) çalışmalarına göre; börülce, mercimek, nohut ve mung fasulyesinde, çimlenme öncesi ıslatma esnasında toplam kuru madde kaybı nedeniyle, çimlenme esnasında yağ içeriğinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma meydana gelmiştir.

#### 4.2.2.4. Ham protein

Bisküvi örneklerinin ham protein değerlerinin, % 6.87 ile % 8.49 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Karağaoğlu ve arkadaşları (1993), farklı firmalara ait çok sayıda farklı bisküvilerin kimyasal özelliklerini araştırmışlar ve protein miktarları % 4.6 ile % 7.6 arasında değiştiği tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir araştırmada ise yine çeşitli firma ve temin edilen bisküvi çeşitlerinin protein miktarları ise % 5.3 ile % 7.3 oranında tespit edilmiştir (Özkaya ve ark., 1984). Literatürdeki başka bir çalışmada ise bisküvide bitkisel protein kaynakları reolojik ve duyuşal özelliklerini korumak için geleneksel işleme yöntemlerindeki değişiklikler ile ilgili güncel literatür incelenmiştir. Bisküvi örneklerinin protein miktarını % 5.7 ile % 10.5 oranında belirtilmiştir (Chavan ve Kadam, 1993).

Varyans analizi sonucuna bakıldığında (Çizelge 4.10), un çeşidi ve ikame oranı varyasyonlarının ham protein değerleri üzerinde ( $p < 0.01$ ) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Student's t çoklu karşılaştırma testinde, örneklerin protein değerleri incelendiğinde, hem çimlendirilmiş hububatlar arasında hem de çimlendirilmiş hububatların ikame oranları bakımından istatistiki olarak önemli farklılıklar ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.11). Elde edilen bu sonuçlarda çimlendirilmiş yulaf unu ikame oranları arttıkça bisküvilerin ham protein değerlerinin arttığını fakat çimlendirilmiş çavdar unu ikame oranları arttıkça ham protein değerlerinin azaldığı da görülmektedir.

Aydın (2009), yulaf unu kullanımının erişte kimyasal özellikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Erişte üretiminde yulaf unu farklı oranlarda (% 10, 20, 30 ve 40) kullanmıştır. Erişte formülasyonunda yulaf unu kullanımının, eriştenin protein içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir.

Özaydın (2014), yulaf unu ikamesiyle bisküvi üretimi yapılmış ve yulaf unu ve buğday unundaki protein miktarını incelemiştir. Yulaf ununda protein miktarının

yüksek olduğu fakat buğday unuyla aralarında protein değeri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını tespit etmiştir. Yapılan sınıflamada yulaf kepeğinin protein değeri en fazla olarak belirlenmiş, protein miktarı ise anlamlı olarak farklı bulunmuştur.

Kruger ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada, uzak doğu eriştesine (noodle) çavdar unu ikamesi ile uzak doğu erişte kalite ve besin değerleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. % 15, 30 ve 50 oranlarında çavdar unu ikameli eriştelere elde etmişler ve protein içerikleri % 8 ile % 12.4 arasında tespit etmişlerdir.

Aydın ve Göçmen (2011) yaptıkları bir araştırmada, yulaf ununun farklı oranlarda erişte üzerine etkilerini incelemişlerdir. Eriştelere % 0, 10, 20, 30 ve 40 oranlarında yulaf unu ikame edilmiştir. Elde ettikleri sonuçlarda, ikame oranı arttıkça protein değerlerinin arttığını tespit etmişlerdir ve % 14.29 ile % 15.58 olduğu görülmüştür.

Tian ve ark. (2010), yulaf tanelerini çimlendirerek, çimlendirilmiş yulaf tanelerinin büyüme eğrisini tanımlamak, besin ve anti-besin içeriğini belirlemek amacıyla incelemişlerdir. İnceleme sonuçlarına göre, çimlenen yulaf tanelerinin protein içeriklerinin % 19.76'dan % 21.29'a yükseldiği tespit edilmiştir.

Kılınçer ve Demir (2019), buğday, arpa, yulaf, kinoa, amarant, yeşil mercimek, nohut ve maş fasulyesi tanelerini, farklı sürelerde (1, 3 ve 5 gün) çimlendirmiş ve çimlendirme sonucunda oluşan değişimleri incelemişlerdir. Sonuç olarak; ham protein değerlerinin % 8.97 ile % 24.45 arasında değiştiği ve yulafın ham protein değerinin % 13.09 olduğu tespit edilmiştir.

Birçok araştırmacı çimlendirme ile tahıllarda depolanan ham proteinin ve aminoasitlerin su emilimi ile ayrıştığını, taşınabilen amidlere bağlandığını ve fidelerin büyüyen kısımlarının beslenmesi ile arpa, mumsu buğday, kahverengi pirinç ve yulaftaki ham proteinlerde bir artış olduğunu bildirmişlerdir (Singhornart ve Ryu, 2011).

Araştırmacılar, çimlenme sırasında yulafta albumin (lizin ve triptofan açısından zengin) miktarında artış, globulin ve prolamin miktarında düşüş gözlemiştir (Kaukovirta-Norja ve ark., 2004).

Wu (1983), çimlenme sırasında, yulaf proteinleri parçalanarak çözünür protein içeriğini arttırdığını tespit etmiştir.

#### 4.2.2.5. Karbonhidrat

Örneklerin karbonhidrat değerlerinin, % 68.34 ile % 71.80 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Yapılan bir araştırmada, farklı markalara ait çeşitli bisküvi örneklerinin besinsel değerleri ve fiziksel değerleri incelenmiştir ve standart bilgilerle kıyaslama yapılmıştır. Araştırma sonucunda ise çalışılan bisküvilerin karbonhidrat değerleri % 58.2 ile % 80.4 arasında bulunmuştur (Özkaya ve ark., 1984).

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.10), un çeşidi varyasyonunun karbonhidrat değerleri üzerinde ( $p < 0.01$ ) istatistiki olarak önemli etkide bulunurken, ikame oranı varyasyonunun karbonhidrat değerleri üzerinde ( $p > 0.05$ ) istatistiki olarak önemsiz etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Student's t çoklu karşılaştırma testinde, karbonhidrat değerleri incelendiğinde, çimlendirilmiş hububatlar arasında istatistiki olarak önemli farklılık bulunmuştur. Fakat çimlendirilmiş hububatların ikame oranları bakımından karbonhidrat değerlerindeki değişim, istatistiki olarak önemli ( $p > 0.05$ ) bulunmamıştır (Çizelge 4.11).

Kanmaz ve Ova (2014), karabuğday tanelerini çimlendirmişlerdir monosakkarit içeriklerinin arttığını disakkarit, trisakkarit ve tetrasakkarit içeriklerinin azaldığını, başka çalışmalarda ise çimlendirilmiş karabuğday tanelerinin; maltoz içermediğini, ramnoz içeriğinin ise % 60 oranında azaldığını bildirmiştir.

Yıldız (1996), soya fasulyesini çimlendirdiği bir çalışmada; ham tanelerin glukoz miktarı 9.06 g/l iken çimlendirmeyeyle 3.37 g/l, fruktoz miktarı oranı 7.65 g/l iken çimlendirmeyeyle 8.91 g/l ve sakkaroz miktarı ise 47.76 g/l iken, çimlendirmeyeyle 4.69 g/l olarak değiştiğini belirlemiştir. Çimlendirme işlemi ile soya tanelerinin; sakkaroz içeriğinin azalırken, fruktoz içeriğinin arttığını tespit etmiştir.

Kadlec ve ark. (2001), çalışmalarında çimlendirilmiş bezelyeleri incelemiştir; çığ bezelyedeki oligosakkarit kompozisyon içeriklerinin sırasıyla, rafinoz % 0,96 stakioz % 3,28 ve verbaskoz % 2,38 olarak tespit etmişlerdir ve üç günlük çimlendirme ile bu miktarların önemli düzeyde azaldığını belirlemiştir.

#### 4.2.2.6. Enerji

Örneklerin enerji değerleri 463.52 ile 449.09 kkal/100 g arasında değişmektedir (Çizelge 4.9).

Özkaya ve arkadaşları (1984), çeşitli ismi verilmeyen firmalardan temin ettikleri 30 çeşit (sade, kakaolu, susamlı vb.) bisküvi örneklerinin fiziksel ve kimyasal

özellikleri, tüketim sıklıkları gibi verileri incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlarda bisküvi örneklerinin enerji değerleri 456-549 kkal/100 g arasında tespit edilmiştir.

Karağaoğlu ve arkadaşları (1993), inceleme yaptıkları bisküvilerin enerji değerlerini 431-511 kkal/ 100 g arasında tespit etmişler ve bu miktarlar yurt dışında üretilen bisküvi ve krakerler üzerinde yapılan enerji değerleri araştırması incelenen örneklerin enerji değerlerine de yakın olduğu belirtilmiştir.

Varyans analizi sonucuna bakıldığında (Çizelge 4.10), un çeşidi ve ikame oranı varyasyonlarının enerji değerleri üzerinde ( $p<0.01$ ) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Student's t çoklu tartışma testinde, enerji değerleri incelendiğinde çimlendirilmiş hububatlar arasında, % 0, 10, 20, 30 çimlendirilmiş yulaf ve çavdar unu ikameli örneklerin enerji değerleri arasında deskriptif fark olması, istatistiki olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.11).

#### **4.2.2.7. Toplam fenolik madde miktarı (TFMM)**

Bisküvi örneklerine ait toplam fenolik madde miktarı sonuçları Çizelge 4.12.'de, toplam fenolik madde miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları 4.13.'de ve Student's t çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise 4.14.'te özetlenmektedir.

Fenolik bileşenler birçok bitkide, tahıllarda ve diğer hububat ürünlerinde önemli miktarda bulunan, antioksidan aktiviteye sahip bileşikler olup, özellikle de tanenin dış kısımlarına yakın kepek tabakalarında yoğunlaşmaktadır (Beta ve ark., 2005).

Tam tane tahıllarının içerdiği fenolik bileşikler antioksidan aktiviteye katkı sağlarlar. Dünyada beslenme açısından büyük bir yer ve değer edinmesine rağmen bu özelliği ile fazla göz önünde olmadığı belirlenmiştir. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalarda; bağlı fenolik bileşiklerin incelenmesi, tahılların da yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu gündeme getirmiştir. Bazı tahıllardaki bağlı fenolik bileşik miktarı incelendiğinde, toplam fenolik madde üzerinden buğdayda % 76, yulafta % 75 oranında olduğu tespit edilmiştir. Tahılların ortalama antioksidan kapasitesi birçok meyve ve sebzeyle eş ya da daha fazla olup, bunun 23 çeşit, proses koşulları ve mevsim gibi faktörlere de bağlı olabileceği düşünülmektedir (Güvendi, 2011).

Literatürde, yulaf diyet lifinde bulunan, antioksidan özellikte ve fitoöstrojenlerin öncüleri olan minör bileşenlerin fitik asit, mineral ve fenolik bileşenler olduğu bildirilmiştir (Malkki ve Virtanen, 2001). Yapılan bir çalışmada da bisküvinin fonksiyonel özelliklerini geliştirmek amacıyla çeşitli diyet lifler eklenerek,

zenginleştirilmiş örneklerde Ca, Mg, Fe, Mn ve Cu gibi mineraller içeriklerinde de önemli artışlar sağlanmış olup, bisküvilerde diyet lifinin önemli bir ilave kaynak olduğu kabul edilmiştir. Yulaf lifi ilavesinde en belirgin artış demir içeriğinde gözlenmiştir (Vitali ve ark., 2009).

Literatürde, gıdalara filizlenmiş tahılların eklenmesi ile ürünlerin tat ve dokusunun değiştirilebileceği (Finney, 1978), dolayısıyla tahıl filizlerinin potansiyel bir besleyici gıda veya gıda bileşeni kaynağı olabileceği belirtilmiştir. Yapılan bir araştırmada, buğday taneleri çimlendirildikçe içerisindeki C vitaminine bağlı antioksidan ve E vitaminine bağlı tokoferol değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Sonuç olarak buğdayın çimlenmesinin fenolik bileşik içeriğine etkisi incelendiğinde çimlenme ile artış gösterdiği görülmüştür (Yang ve ark., 2001). Dolayısıyla bisküvi örneklerinin fenolik içeriğinin artması yulaf ve çavdar tohumlarının çimlenmesi ile kullanılan un ikameleri sebebiyle beklenen bir durum olduğu görülmüştür.

**Çizelge 4. 12.** Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizleri Sonuçları

Un Çeşidi	Oran	TFMM <sup>1</sup> (mg GAE/ kg)	Fitik Asit (mg/100 g)
Yulaf Unu	% 0	568.00 ± 2.83	164.40 ± 1.40
	% 10	594.00 ± 1.41	183.19 ± 0.66
	% 20	618.00 ± 1.41	202.43 ± 1.12
	% 30	641.00 ± 1.41	224.87 ± 0.78
Çavdar Unu	% 0	568.00 ± 2.83	164.40 ± 1.40
	% 10	607.00 ± 2.83	185.13 ± 1.39
	% 20	640.50 ± 2.12	203.67 ± 4.99
	% 30	671.50 ± 2.12	223.87 ± 3.59

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

**Çizelge 4. 13.** Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Analizlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	TFMM <sup>2</sup> (mg GAE/ kg)		Fitik Asit (mg/100 g)	
		KT	F	KT	F
Un Çeşidi (A)	1	1089.00	223.39**	1.18	0.21 ns
İkame Oranı (B)	3	17259.00	1180.14**	7908.73	459.53 **
AxB	3	516.50	35.32**	5.10	0.30 ns
Hata	8	39.00		45.90	

<sup>1</sup>\*p<0.05 düzeyinde önemli, \*\*p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz; <sup>2</sup>TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı

**Çizelge 4. 14.** Bisküvi Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Fitik Asit Analizlerine Ait Student's t Karşılaştırma Testi Sonuçları<sup>1</sup>

Faktör	n	TFMM <sup>2</sup> (mg GAE/ kg)	Fitik Asit (mg/100 g)
<b>Un Çeşidi</b>			
Yulaf Unu	4	605.25 ± 31.38 <sup>b</sup>	193.72 ± 25.93 <sup>a</sup>
Çavdar Unu	4	621.75 ± 44.47 <sup>a</sup>	194.27 ± 25.43 <sup>a</sup>
<b>İkame Oranı</b>			
0	2	568.00 ± 2.31 <sup>d</sup>	164.40 ± 1.14 <sup>d</sup>
10	2	600.50 ± 7.72 <sup>c</sup>	184.16 ± 1.43 <sup>c</sup>
20	2	629.25 ± 13.07 <sup>b</sup>	203.05 ± 3.03 <sup>b</sup>
30	2	656.25 ± 17.67 <sup>a</sup>	224.37 ± 2.20 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); <sup>2</sup>TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı

En düşük fenolik madde miktarı, kontrol bisküvi örneğinde (568.00 mg GAE/kg), en yüksek fenolik madde miktarı ise % 30 çimlendirilmiş çavdar ikameli bisküvi örneğinde (671.50 mg GAE/kg) bulunmuş olup, örneklerin toplam fenolik madde miktarları bu iki değer arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.12).

Varyans analizi sonucuna bakıldığında (Çizelge 4.13), un çeşidi ve ikame oranı varyasyonlarının TFMM değerleri üzerinde (p<0.01) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Student's t çoklu araştırma testinde, çimlendirilmiş hububatlar arasında toplam fenolik madde değerleri ve çimlendirilmiş hububatların ikame oranları bakımından toplam fenolik madde değerleri arasında istatistiki olarak farklılıklar p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Tok (2017), çalışmasında çavdar tanelerini 3 gün çimlendirmiş ve öğütüp un haline getirmiştir. Elde ettiği unu bisküvi üretimin de buğday ununa % 0, 5, 10 ve 15 oranlarında ikame etmiştir. Elde edilen bisküvilerin TFMM'nin 904.50 mg GAE/kg olduğu tespit edilmiştir.

Tian ve ark. (2010), yulaf tanelerini çimlendirerek, çimlendirilmiş yulaf tanelerinin büyüme eğrisini tanımlamak, besin ve anti-besin içeriğini belirlemek amacıyla incelemiştir. İnceleme sonucuna göre fenolik madde içeriğinin % 0.19 dan % 0.42'ye yükseldiği tespit edilmiştir.

Kılınçer ve Demir (2019), buğday, arpa, yulaf, kinoa, amarant, yeşil mercimek, nohut ve maş fasulyesi tanelerini, farklı sürelerde (1, 3 ve 5 gün) çimlendirmiş ve çimlendirme sonucunda oluşan değişimleri incelemiştir. Sonuç olarak; toplam

fenolik madde miktarı değerlerinin 1378.38 ile 2376.59 µg GAE/g arasında değiştiği ve yulafın TFMM'nin 1720.76 µg GAE/g olduğu tespit edilmiştir.

Kim ve ark. (2014), Çin'de yetişen buğday türlerinin çimlendirilmesiyle serbest ve bağlı fenollerin konsantrasyonunun ve buna bağlı antioksidan kapasitesinin arttığını tespit etmişlerdir.

Domínguez-Arispuro ve ark. (2018), pigmentli desi nohut üzerinde yaptıkları çalışmada 33.7°C'de, 171 saat çimlendirilen nohut filizlerinde toplam fenolik madde içeriğinin %97 oranında arttığını tespit etmişlerdir.

#### 4.2.2.8. Fitik asit

Bisküvi örneklerine ait fitik asit miktarı sonuçları Çizelge 4.12.'de, fitik asit miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları 4.13.'ta ve Student's t çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise 4.14.'te özetlenmektedir.

Üretilen bisküvi örneklerinin fitik asit miktarları 164.40 ile 224.87 mg/100 g arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Fitik asit, bazı minerallerle kompleks oluşturarak bu minerallerin biyoyararlılığını düşürüp besleyici kaliteyi olumsuz etkileyen, tahıllarda doğal bileşen olarak görülen, anti-besinsel bir ögedir (Özkaya, 2004). Fakat olumlu açıdan antioksidan özelliği olduğunda bilinmektedir (Graf ve ark., 1987). Fitatin büyük kısmı alëron tabakasında, çok az bir kısmı da embriyoda bulunmaktadır bu nedenle una ikame edilen kepek miktarı arttıkça son ürünlerdeki fitik asit miktarı da artmaktadır (Özkaya, 2004). Bu çalışmada da ikame oranı arttıkça fitik asit değerindeki artışın buna bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalarda çimlenme esnasında fitaz enzim aktivitesinin artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Sung ve arkadaşları arpada bulunan fitaz enzim aktivitesinin çimlendirmeden birkaç gün sonra 8 katına çıktığını tespit etmişlerdir. Fakat bu değişim türler arasında farklılık göstermektedir. Örneğin, çavdar filizleri en yüksek fitaz aktivitesine sahipken yulaf en düşük kapasiteye sahip olduğu belirtilmiştir.

Tok (2017), çalışmasında elde ettiği çimlendirilmiş çavdar ununu, buğday ununa % 0, 5, 10 ve 15 oranlarında ikamesi etmesi ile bisküvi üretimi yapmıştır ve fitik asit miktarının 203.70 mg/100 g olduğu tespit edilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.13) bakıldığında, un çeşidi varyasyonunun fitik asit değerleri üzerinde istatistiki olarak önemsiz ( $p>0.05$ ) etkide

bulunurken, ikame oranı varyasyonunun fitik asit değerleri üzerinde ( $p<0.01$ ) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Student's t çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, çimlendirilmiş hububatlar arasında önemli farklılık görülmezken, kullanılan çimlendirilmiş hububatların ikame oranları bakımından fitik asit değerleri arasındaki değişim istatistiki olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Tian ve ark. (2010), yulaf tanelerini çimlendirerek, çimlendirilmiş yulaf tanelerinin büyüme eğrisini tanımlamak, besin ve anti-besin içeriğini belirlemek amacıyla incelemiştir. Sonuç olarak; fitat içeriği çimlenme sırasında % 0.32'den % 0.24'e düştüğü tespit edilmiştir.

Kılınçer ve Demir (2019), buğday, arpa, yulaf, kinoa, amarant, yeşil mercimek, nohut ve maş fasulyesi tanelerini, farklı sürelerde (1, 3 ve 5 gün) çimlendirmiş ve çimlendirme sonucunda oluşan değişimleri incelemiştir. Sonuç olarak; fitik asit değerlerinin 363.36 ile 928.37 mg/100g arasında değiştiği ve yulafın fitik asit değerinin 631.08 mg/100g olduğu tespit edilmiştir.

Fouad ve Rehab (2015), mercimekteki (*Lens culinaris medik.*) fitik asit miktarı çimlendirmeden önce  $233.04 \pm 9.23$  mg/100 g iken 3, 4, 5 ve 6 gün çimlendirmeden sonra % 45.85-73.76 oranında arttığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak literatürde çimlenme esnasında, fitaz enzim aktivitesindeki değişikliklere bağlı olarak mineral içeriğinde artma ve azalma görülmekte olduğu (Pal ve ark., 2016; Kılınçer ve Demir, 2019) çünkü fitaz, mineral ve proteinlerin kompleks oluşturduğu yapıları hidrolize ederek, minerallerin serbest kalmasını sağlamakta olduğu bildirilmektedir (Donkor ve ark., 2012).

### 4.2.3. Duyusal analiz sonuçları

Bisküvi örneklerine ait duyusal analiz sonuçlarına göre (Çizelge 4.15.); panelistler tarafından 1 (kötü) ve 5 (oldukça iyi) arasındaki skalada değerlendirmeleri yapılan çimlendirilmiş yulaf ve çavdar unu ikameli bisküvilerde, tüm örneklerin duyusal parametrelerdeki ortalama puanları; renk kriterlerinde 3.40, koku kriterlerinde 3.90, tat kriterlerinde 3.80, görünüş kriterlerinde 3.70, gevreklik kriterlerinde 4.10, genel beğeni kriterlerinde ise 3.90 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4. 15. Bisküvi Örneklerinin Duyusal Değerlendirme Sonuçları

Un Çeşidi	İkame Oranı	Renk (1-5)	Koku (1-5)	Tat (1-5)	Görünüş (1-5)	Gevreklik (1-5)	Genel Beğeni (1-5)
Yulaf Unu	% 0	2.40	3.40	3.45	3.25	3.95	3.55
	% 10	2.99	3.65	3.68	3.37	3.85	3.73
	% 20	3.05	3.98	3.90	3.50	3.90	3.85
	% 30	3.33	3.83	3.60	3.87	4.10	3.78
Çavdar Unu	% 0	2.40	3.40	3.45	3.25	3.95	3.55
	% 10	4.45	4.00	4.15	4.15	4.25	4.25
	% 20	3.80	4.15	4.15	4.10	4.48	4.38
	% 30	3.57	4.30	3.70	4.00	4.10	4.05
<b>Ortalama Puanlar</b>		3.40	3.90	3.80	3.70	4.10	3.90

Genel olarak çimlendirilmiş yulaf ve çavdar unu ikameleri, bisküvilerin duyusal özelliklerini geliştirici etkide bulunmuştur. Panelistler çimlendirilmiş yulaf ve çavdar unu ikame edilen bisküvileri daha çok beğenmişlerdir.

Bisküviler arasında;

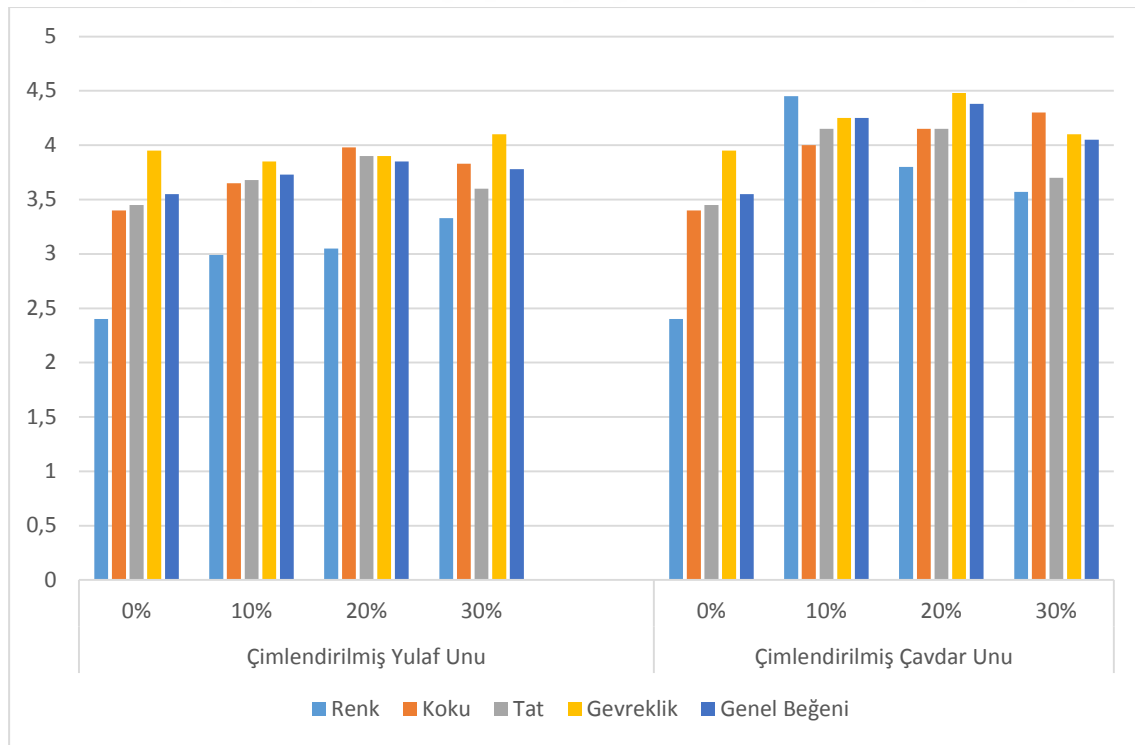
- En iyi renk değeri, 4.45 puan ile % 10 oranında çimlendirilmiş çavdar unu ikame edilen,
- En iyi koku değeri, 4.30 puan ile % 30 oranında çimlendirilmiş çavdar unu ikame edilen,
- En iyi tat değeri, 4.15 puan ile % 10 ve % 20 oranında çimlendirilmiş çavdar unu ikame edilen,
- En iyi görünüş değeri, 4.15 puan ile % 10 oranında çimlendirilmiş çavdar unu ikame edilen,
- En iyi gevreklik değeri, 4.48 puan ile % 20 oranında çimlendirilmiş çavdar unu ikame edilen,
- En iyi genel beğeni değeri, 4.38 puan ile % 20 oranında çimlendirilmiş çavdar unu ikame edilen bisküvi örneklerinde bulunmuştur.

Tüm kriterler ve örnekler birlikte değerlendirildiğinde; en çok beğeni kazanan örneklerin, % 10 ve % 20 ikame oranlarına sahip çimlendirilmiş çavdar unu ile üretilen örnekler olurken, en az beğenilen örnekler ise % 0 kontrol bisküvi örnekleri olmuştur. Genel olarak ise tüm bisküvilerin duyusal olarak “iyi” olduğu sonucuna varılmıştır.

Karaağaoğlu ve ark. (1993), bisküvi ürünlerinin üniversite öğrencileri tarafından tüketim sıklıklarına bakılarak genelde tercih edilenlerin kepekli ve yulafli ürünler (%17.3) ile sade bisküviler (%17.0) olduğunu tespit etmişlerdir.

Aydın ve Göçmen (2011) yaptıkları bir araştırmada, yulaf ununun farklı oranlarda erişte üzerine etkilerini incelemişlerdir. Eriştelere % 0, 10, 20, 30 ve 40 oranlarında yulaf unu ikame edilmiştir. Elde ettikleri sonuçlarda, ikame oranı arttıkça duysal özelliklerdeki altı parametrede de (renk, koku, tat, görünüş, gevreklik ve genel beğeni) beğenin azaldığını tespit etmişlerdir.

Tok (2017), çalışmasında çavdar tanelerini 3 gün çimlendirmiş ve öğütüp un haline getirmiştir. Elde ettiği unu bisküvi üretimin de buğday ununa % 0, 5, 10 ve 15 oranlarında ikame etmiştir. Elde edilen bisküvilerin duysal analizine bakıldığında, % 15 çimlendirilmiş çavdar unu ikameli bisküvi örneğinin en yüksek genel beğeni değerine sahip olduğu görülürken koku değerlerinin ikam oranı arttıkça düşmesi ile genel olarak çimlendirilmiş çavdar unlarının % 5 seviyesine kadar ilave edilmesi genel beğeni skorlarının kontrol bisküvi örneklerine benzer skorlar almasına sebep olmuş, daha fazla ilave oranıyla beğenin de düşmesine yol açmıştır.



Şekil 4. 1. Bisküvi Örneklerinin Duyusal Değerlendirme Sonuçları Grafiği

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1 Sonuçlar

Bu çalışmada kullanılan yulaf ve çavdar tohumları temizlenmiş, çimlendirme işlemi yapılmış, kurutulup, öğütülmüş, bisküvi formülasyonlarına % 0, 10, 20 ve 30 oranlarında ikame edilmiştir. Üretilen bisküvilerde ise fiziksel, kimyasal, besinsel ve duyu analizler yapılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Çimlendirilmiş yulaf ve çavdar ikamesiyle, bisküvi örneklerinin rengi koyulaşmıştır.  $L^*$  parlaklık değerleri düşmüş ve  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri artmıştır. Bisküvi renklerinin koyulaşması istenmeyen bir durum gibi olsa da bisküvi imalinde genellikle beyazlatılmamış sarımtırak un rengi istenmektedir. Çok beyazlatılmış un, bisküvide gri, kül rengi bir görüntü oluşturmaktadır. Bu neden ile beklenen bir sonuç elde edilmiştir ve un çeşitlerinin kendi has renklerinin örneklerde görülmesi ürünlerin albenisini arttırdığı düşünülmüştür.

Çimlendirilmiş yulaf ve çavdar unlarının ikamelerinin, bisküvilerin pişme sırasında daha çok yayılmasına, daha ince ve geniş yüzey alanlı ürünler elde edilmesine sebep olduğu görülmüştür. Fiziksel özellikleri bakımından en iyi ürünlerin % 30 oran ile çimlendirilmiş yulaf unun ikame edildiği bisküvi örnekleri ve % 30 oran ile çimlendirilmiş çavdar unun ikame edildiği bisküvi örnekleri olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar ışığında çimlendirilmiş yulaf ununun da çavdar ununun da bisküvilerin fiziksel özelliklerini pozitif yönde etkilediği ve geliştirdiği görülmüştür.

Çimlendirilmiş yulaf ununun ikamesiyle bisküvilerin sertliklerinin azaldığı, çimlendirilmiş çavdar ununun ikamesiyle bisküvilerin sertliklerinin arttığı görülmüştür. Bu artışın nem değerlerinin düşmesine bağlı olabileceği düşünülmüştür.

Çimlendirilmiş yulaf ununun ikamesiyle bisküvilerin nem ve karbonhidrat değerlerinin azaldığı kül, ham yağ, ham protein ve enerji değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Ham yağ, ham protein ve enerji değerlerinin artması çimlendirme işlemine atfedilmiştir.

Çimlendirilmiş yulaf ve çavdar unlarının ikameleriyle bisküvilerinin toplam fenolik madde miktarları ve fitik asit miktarlarında artış olduğu gözlemlenmiştir

Duyusal olarak en çok beğeni gören bisküvilerin, % 10 ve % 20 oranında ikameli çimlendirilmiş çavdar unu ile elde edilen örnekler olmuştur. Genel itibariyle tüm çimlendirilmiş çavdar ve yulaf ikameli bisküvi çeşitleri daha çok beğeni toplamıştır ve şahit bisküvilere göre daha çok kabul edilebilir nitelikte bulunmuşlardır.

## 5.2 Öneriler

Besin kalitesinin yüksek olması yaşam kalitesinin de yüksek olmasının bir çeşit ön şartıdır. Fonksiyonel gıda üretim ve tüketimindeki artışın nedeni; son zamanlara obezite, kalp damar hastalıkları gibi sağlık sorunlarındaki artış, bu artışa bağlı sağlıklı yaşamın en önemli koşulunun sağlıklı beslenme olduğu bilincinin artması ve bu yönde gelişmesi olarak görülmektedir. Dolayısıyla alınan gıdanın besleyici özelliğinin yüksek olmasının yanında farklı yarar sağlamasının istenmesini buna bağlı kaliteli hayat beklentisini oluşturmuştur. Bu bağlamda bazı ürünlerin besin değerinin artırılması ve fonksiyonel özellik kazandırılarak tüketiminin daha yararlı hale getirilmesi ön plana çıkmıştır. Değişik şekillerde tüketilen, fonksiyonel öneme sahip doğal bileşenlerin günlük diyetimizde önemli oranda yer alan tahıl ürünlerinin üretiminde kullanımı üzerinde durulmaya başlanmıştır. Yulaf ve çavdar tohumları da birçok fonksiyonel gıdada kullanılabilen fonksiyonel öneme sahip tahıl çeşitleridir. Ve yine günümüzde çimlendirme işlemi ile ürün kalitesini arttırmaya yönelik denemeler yapılmaktadır. Çimlendirme ile gıdaların fonksiyonel özelliklerinin, besinsel değerinin artırılması ve anti-besinsel özelliklerin azaltılması işlemlerinin kolay ve ekonomik olarak yapılabilindiği görülmektedir. Yapılan bu çalışma ile çimlendirilmiş yulaf ve çavdar unlarının gıdalarda kullanılması yeni çalışmalar için önerilebilmektedir. Çimlendirme ile bisküvi besin değerlerinde iyi yönde etki görüldüğü için endüstriyel üretimlerde de bu tekniğin kullanımının uygun olacağı önerilmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- AACC, 1990, American association of cereal chemists, Approved methods of the AACC: 8th ed., The association: St. Poul, MN.
- Alexander, J. C., Gabriel, H. G. and Reichertz, J .L., 1984, Nutritional value of germinated barley, *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 17 (4), 224-228.
- Ahlborn, G. J., Pike, O. A., Hendrix, S. B., Hess, W. M. and Huber, C. S., 2005, Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten free breads, *Cereal Chemistry*, 82 (3), 328-335.
- Almansouri, M., Kinet, J. M. and Lutts, S., 2001, Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.), *Plant Soil*, 231, 243-254.
- Åman, P., Hallmans, G., Zhang, J. X., Lundin, E., Landström, M., Adlercreutz, H., Härkönen, H. and Bach Knudsen, K. E., 1997, Influence of Rye Bran on the Formation of Bile Acids and Bioavailability of Lignans, *Cereal Foods World*, 8, 696-701.
- Andreasen, M. F., Christensen, L. P., Meyer, A. S. and Hansen, Å., 2000, Content of phenolic acids and ferulic acid dehydrodimers in 17 Rye (*Secale cereale* L.) varieties, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48 (7), 2837–2842
- Anonim, 2011, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, *Kuru bakliyat ve tahıl tanelerinde kalibrasyon*, Ankara.
- Anonim, 2018, www. tuik.gov.tr, [Erişildi: 05 25, 2020].
- Anonim, 2019, *Yulaf nedir faydaları nelerdir*, <https://www.supplementler.com/bilgi-bankasi/yulaf-nedir-faydolari-nelerdir>, [Erişildi: 20.09.2021].
- Anonim, 2020, *Yulaf, Beyaz*, <http://www.turkomp.gov.tr/food-yulaf-beyaz-148>, [Erişildi:27.06.2020].
- Arvanitoyannis, I. S. and Van Houwelingen-Koukaliaroglou, M., 2005, Functional Foods: A survey of health claims, pros and cons, and current legislation, *Critical Reviews Food Science and Nutrition*, 45, 385-404.

- Aufhammer, W., 2003, Rohstoff Getreide, Eugen Ulmer GmbH, Stuttgart, Bamforth, C. W. (1982), Barley  $\beta$ -glucans: Their role in malting and brewing, *Brewers Digest*, 3, 22–35.
- Aydın, E., 2009, Yulaf katkısının eriştinin kalite kriterlerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı*.
- Aydın, E., Göçmen, D., 2011, Cooking quality and sensorial properties of noodle supplemented with oat flour, *Food Science and Biotechnology*, 20 (2), 507-511.
- Ayo, J. A., Ayo V. A. and Igweaka, C. C., 2018, Phytochemical, physicochemical and sensory quality of acha-orange peel flour blend biscuits, *Publication of Nasarawa State University*, Keffi, 14 (1), 81-90.
- Bartnik, M., Ceglinska, A., 1981, *Acta Aliment*, Polon, 7, 25-34.
- Bartnik, M., Szafrńska, I., 1987, Changes in phytate content and phytase activity during the germination of some cereals, *Journal of Cereal Science*, 5 (1), 23-28.
- Baysal, A., 2003, Sosyal eşitsizliklerin beslenmeye etkisi, *Cumhuriyet Üniversitesi. Tıp Fakültesi Dergisi*; 25 (4), 66-72.
- Baytop, T., 1999, Therapy with Medicinal Plants in Turkey, 2nd Edition, İstanbul, *Nobel Tıp Kitabevleri*.
- Bei, Q., Liu, Y., Wang, L., Chen, G. and Wu, Z., 2017, Improving free, conjugated, and bound phenolic fractions in fermented oats (*Avena sativa* L.) with *Monascus anka* and their antioxidant activity, *Journal of Functional Foods*, 32, 185-194.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E. and Sapirstein, H. D., 2005, Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions, *Cereal Chemistry*, 82 (4), 390-393.
- Bewley, J. D. and Black, M. (Eds.), 1994, Seeds: Physiology of Development and Germination, second ed. Plenum Press, New York.
- Bibi, N., Aurang, Z., Amal, B. K. and Mohammad, S. K., 2008, Effect of germination time and type of illumination on proximate composition of chickpea seed (*Cicer arietinum* L.), *American Journal of Food Technology*, 3 (1), 24-32.
- Brajdes C. and Vizireanu C., 2012, Sprouted buckwheat an important vegetable source of antioxidants, *The Annals of The University Dunarea de Jos Of Galati Fascicle*, VI – Food Technology, 36 (1), 53-60.
- Brown, S. C., Gregory, P. J., Cooper P. J. M. and Keatinge, J. D. H., 1989, Root and shoot growth and water use of chickpea (*Cicer arietinum*) grown in dryland

- conditions: Effects of sowing date and genotype, *Journal of Agricultural Science*, 113, 41-49.
- Bushuk, W., 2001, Rye production and uses worldwide, *Cereal Foods World*, 46 (2), 70-73.
- Butt, M. S., Tahir-Nadeem, M., Khan, M. K., Shabir, R. and Butt, M. S., 2008, Oat: Unique Among the Cereals, *European Journal of Nutrition*, 47, 68-79.
- Can, F., 2015, Portakal kabuğu tozunun bisküvi hamuru ve bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Malatya, 1-6.
- Cerna, J. and Kas, J., 1983, Folacin in cereals and cereal products, DeV, *Food Science.*, 5A, 501-505.
- Chavan, J. K. and Kadam, S. S., 1993, Nutritional enrichment of bakery products by supplementation with nonwheat hours, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 33 (3), 189-226.
- Chen, D., Shi, J., Hu, X. and Du, S., 2015, Alpha-amylase treatment increases extractable phenolics and antioxidant capacity of oat (*Avena nuda* L.) flour, *Journal of Cereal Science*, 65, 60-66.
- Chung, T. Y., Nwokolo, E. N. and Sim, J. S., 1989, Compositional and digestibility changes in sprouted barley and canola seeds, *Plant Foods for Human Nutrition*, 39 (3), 267-278.
- Clydesdale, F. M., 1994, Optimizing the Diet with Whole Grains, *Critical Review in Food Science and Nutrition.*, 34, 453-471.
- Collar, C., 2008, Novel high-fiber and whole grain breads, In: Hamaker B (Eds), *Technology of Functional Cereal Products*, Woodhead Publishing Limited Cambridge, UK, 336-361.
- Collins, F. W., 1989, Oat phenolics: avenanthramides, novel substituted Ncinnamoylanthranilate alkaloids from oat groats and hulls, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37, 60-66.
- Coşkun, G. ve Bahar, B., 2020, Kimyasal Bileşim Bakımından Tahıllar ve Tahılımsılar, *Türk Fen ve Sağlık Dergisi (TFSD)*, 1 (1), 52-60.

- Dal, B., 2012, Tam tahıl ürünleri ve bulgurun Türkiye’de yeri, önemi, etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Akdeniz Üniversitesi*, Antalya.
- De Bruijn, W. J., van Dinteren, S., Gruppen, H. and Vincken, J. P., 2019, Mass spectrometric characterisation of avenanthramides and enhancing their production by germination of oat (*Avena sativa*), *Food chemistry*, 277, 682-690.
- Demir, M. K., 2015, Bisküvi üretiminde tam buğday unu ve paçallarının kullanımı, *Journal of Agricultural Sciences*, 21 (1), 100-107.
- Demir, M. K., 2018, Geleneksel tarhana üretiminde tam buğday unu kullanımı. *Akademik Gıda*, 16 (2), 148-155.
- Dilber, A., Türker, S. ve Elgün, A., 2003, Çimlendirilmiş bir buğday ürünü olan azık üzerine araştırmalar, *Gıda Dergisi*, 28 (4), 409-414.
- Dimberg, L. H., Molteberg, E. L., Solheim, R. and Frolich, W., 1996, Variation in oat groats due to variety, storage and heat treatment, 1. Phenolic compounds, *Journal of Cereal Science*, 24 (3), 263-272.
- Dimberg, L. H., Theander, O. and Lingnert, H., 1993, Avenanthramidese a group of phenolic antioxidants in oats, *Cereal Chemistry*, 70, 637-641.
- Domínguez-Arispuro, D. M., Cuevas-Rodríguez, E. O., Milán-Carrillo, J., León-López, L., Gutiérrez-Dorado, R. and Reyes-Moreno, C., 2018, Optimal germination condition impacts on the antioxidant activity and phenolic acids profile in pigmented desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds, *Journal of Food Science and Technology*, 2 (55), 638-647.
- Donkor, O. N., Stojanovska, L., Ginn, P., Ashton, J. and Vasiljevic, T., 2012, Germinated grains–Sources of bioactive compounds, *Food chemistry*, 135 (3), 950-959.
- Duhan, A., Khetrapaul, N. and Bishnoi, S., 2004, HCl – extractability of zinc and copper as affected by soaking, dehulling, cooking and germination of high yielding pigeon pea cultivars, *Journal of Food Composition and Analysis*, 17, 597-604.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987, Araştırma ve deneme metotları, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No, 295, Ankara.
- Emiroğlu, O. N., 1998, Erefe İ. (ed.) Beslenme İlkeleri ve Toplum Beslenmesi, *Halk Sağlığı Hemşireliği El Kitabı*, İstanbul, 30-38.

- Erbaş Köse, Ö. D., Mut, Z. ve Kardeş, Y. M., 2019, Farklı Ekim Sıklıklarının Çavdarda Ot Verimi Ve Kalitesine Etkisi, *Hasat*, Ankara, <https://www.researchgate.net/publication/338698346>, 1186-1187.
- Fernandez-Orozco, R., Frias, J., Zielinski, H., Munoz, M., Piskula, M. K., Kozłowska, H. and Vidal-Valverde, C., 2009, Evaluation of bioprocesses to improve the antioxidant properties of chickpeas, *LWT-Food Science and Technology*, 42 (4),885-892.
- Fernandez-Orozco, R., Piskula, M. K., Zielinski, H., Kozłowska, H., Frias, J. and Vidal-Valverde, C., 2006, Germination as a process to improve the antioxidant capacity of *Lupinus angustifolius* L. var. Zapaton, *European Food Research and Technology*, 223 (4), 495-502.
- Fouad, A. A. and Rehab, F. A., 2015, Effect of germination time on proximate analysis, bioactive compounds and antioxidant activity of lentil (*Lens Culinaris Medik.*) sprouts, *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 14 (3), 233- 246.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J. A., Medina-Juarez, L. A., Ortega Garcia, J., Cazarez-Casanova, R. and Angulo-Guerrero, O., 1999, Antioxidant activity in soybean oil of extracts from thompson grape bagasse, *Journal of the American Oil Chemists Society (JAOCS)*, 76, 1445-1447.
- Geçit, H. H., Çiftçi, C. Y., Emeklier, Y., İkincikarakaya, S., Adak, M. S., Kolsarıcı, Ö., Ekiz, H., Altınok, S., Sancak, C., Sevimay, C. S. ve Kendir, H., 2009, Tarla Bitkileri, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, Yayın No:1569, Ders Kitabı: 521, Ankara.
- Geiger, H. H. and Miedaner, T., 2009, Rye breeding, Edit., M.J. Carena, *Cereals*, Springer, New York, NY, 157–197.
- Ghavidel, R. A. and Prakash, J., 2007, The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds, *LWT - Food Science and Technology*, 40 (7), 1292-1299.
- Gibson, R. S. and Hotz, C., 2001, Dietary diversification/modification strategies to enhance micronutrient content and bioavailability of diets in developing countries, *British Journal of Nutrition* 85 (Suppl 2), 85 (S2), 159-166.

- Gómez-Favela, M. A., Gutiérrez-Dorado, R., Cuevas-Rodríguez, E. O., Canizalez-Román, V. A., León-Sicairos, C. R., Milán-Carrillo, J. and Reyes-Moreno, C., 2017, Improvement of chia seeds with antioxidant activity, GABA, essential amino acids, and dietary fiber by controlled germination bioprocess, *Plant Foods for Human Nutrition*, 72, 345-352.
- Gökgöl, M., 1969, Serin İklim Hububatı, Ziraati ve Islahı, *Özaydın Matbaası*, İstanbul.
- Graf, E., Empson, K. L. and Eaton, J. W., 1987, Phytic acid: A natural antioxidant, *The Journal of Biological Chemistry*, 262 (24), 11647-11650.
- Gråsten, S. M., Leinonen, K. S., Poutanen, K. S., Gylling, H. K., Miettinen, T. A. and Mykkänen, H. M., 2000, Rye bread improves bowel function and decreases the concentration of some putative colon cancer risk markers in middle-aged women and men, *Journal of Nutrition*, 130, 2215-2221.
- Gujka, E. and Kunczewicz, A., 2005, Determination of folate in some cereals and commercial cereal-grain products consumed in Poland using trienzyme extraction and high-performance liquid chromatography methods, *European Food Research and Technology*, 221, 208-213.
- Gürkan, E., Öndersev, D. V., Ulusoylu, M., Göztaş, Z. and Dinçşahin, N., 2007, Bitkisel Tedavi, *Onur Matbaacılık*, İstanbul.
- Güvendi, Ö., 2011, Besinsel lif ve antioksidanca zengin tahıllardan geleneksel yöntem ile erişte üretimi, Yüksek Lisans Tezi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*.
- Hagander, B., Björck, I., Asp, N. G., Efendic, S., Holm, J., Nilsson Ehle, P., Lundquist, I. and Schersten, B., 1987, Rye Products in the Diabetic Diet, Postprandial glucose and hormonal responses in noninsulin dependent diabetic patients as compared to starch availability in vitro and experiments in rats, *Diabetes Research and Clinical Practice*, 3, 85-96.
- Harland, B. F. and Harland, J., 1980, *Cereal Chemistry*, 57, 226-229.
- Haros, C. M. and Schönlechner, R., 2017, Pseudocereals: Chemistry and Technology, Chichester, UK ; Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, Ltd., New York, 37-48.

- Haug, W. and Lantzsch, H. J., 1983, Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal product, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 1423-1426.
- Heinonen, S., Nurmi, T., Liukkonen, K., Poutanen, K., Wähälä, K., Deyama, T., Nishibe, S. and Adlercreutz, H., 2001, In vitro metabolism of plant lignans: new precursors of mammalian lignans enterolactone and enterodiol, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 7, 3171-3186.
- Helleman, U., Tuorila, H., Salovaara, H. and Tarkkonen, L., 1987, Sensory profiling and multidimensional scaling of selected Finnish rye breads, *International Journal of Food Science and Technology*, 22, 693-700.
- Hemalatha, S., Platel, K. and Srinivasan, K., 2007, Influence of germination and fermentation on bioaccessibility of zinc and iron from food grains, *European Journal of Clinical Nutrition*, 61 (3), 342-348.
- Herken, E. N., 1998, Türkiye’de bisküvi sanayiinin problemleri ve çözüm önerileri, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Heydanek, M. G. and McGorin, R. J., 1986, Oat flavour chemistry: Principles and prospects, in: Oats, *Chemistry and Technology*. F. H. Webster, ed. *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, 335-369.
- Holland, J. B., Frey, K. J. and Hammond, E. G., 2001, Correlated responses of fatty acid composition, grain quality, and agronomic traits to nine cycles of recurrent selection for increased oil content in oat, *Euphytica*, 122, 69-79.
- Hung, P. V., Maeda, T., Yamamoto, S. and Morita, N., 2012, Effects of germination on nutritional composition of waxy wheat, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92 (3), 667-672.
- Hübner, F., Schehl, B. D., Gebruers, K., Courtin, C. M., Delcour, J. A. and Arendt, E. K., 2010, Influence of germination time and temperature on the properties of rye malt and rye malt based worts, *Journal of Cereal Science*, 52 (1), 72-79.
- Jacobs, D. R., Jr., Meyer, H. E. and Solvoll, K., 2001, Reduced mortality among whole grain bread eaters in men and women in the Norwegian county study, *European Journal of Clinical Nutrition*, 55, 137-143.

- Jenkins, D., 2001, Wheat bran and whole grain cereals on blood glucose and cholesterol and diabetes and cardiovascular disease In: Whole Grain and Human Health., *International Symposium*, Spain, 213, 41- 42.
- Kadlec, P., Rubecova, A., Hinkova, A., Kaasova, J., Bubnik, Z. and Pour, V., 2001, Processing of yellow pea by germination, microwave treatment and drying, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2 (2), 133-137.
- Kahlon, T. S., 1989, Nutritional implications and uses of wheat and oat kernel oil, 34 (10), 872-875.
- Kahraman, Ö., 2011, Süt ve süt ürünlerinin çinko ile zenginleştirilmesine ilişkin yaklaşımlar, *Gıda*, 36 (4), 241-248.
- Kanmaz, E. Ö. ve Ova, G., 2014, Filizlenme işleminin fitokimyasal bileşikler üzerine etkisi, *Gıda*, 39 (1), 49-56.
- Karağaoğlu, N., Başoğlu, S., Mercanlıgil, S. M., Karakaynak, N., Yalçın, G., Seçkiner, S. ve Yıldırım, B., 1993, Bisküvi, Kraker, Kek, Bar ve Gofretlerin Besin Değerleri: Protein, Yağ, Nem, Kül, Karbonhidrat ve Enerji Miktarları, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 22 (1), 69-82.
- Karağaoğlu, N., Karabudak, E., Yavuz, S., Yüksek, O., Dinçer, D., Tosunbayraktar, G. ve Eren, H. F., 2008, Çeşitli ekmeklerin protein, yağ, nem, kül, karbonhidrat ve enerji değerleri, *Gıda*, 33 (1), 19-25.
- Kariluoto, S., 2008, Folates in rye: determination and enhancement by food processing.
- Kasum, C. M., Jacobs, D. R., Jr., Nicodemus, K. and Folsom, A. R., 2002, Dietary risk factors for upper aerodigestive tract cancers, *International Journal of Cancer*, 99, 267-272.
- Katina, K., Laitila, A., Juvonen, R., Liukkonen, K. H., Kariluoto, S., Piironen, V., Landberg, R., Aman, P. and Poutanen, K., 2007, Bran fermentation as a means to enhance technological properties and bioactivity of rye, *Food Microbiology* 24, 175-186
- Katina, K., Liukkonen, K. H., Kaukovirta-Norja, A., Adlercreutz, H., Heinonen, S. M., Lampi, A. M. and Poutanen, K., 2007, Fermentation-induced changes in the nutritional value of native or germinated rye, *Journal of Cereal Science*, 46 (3), 348-355.
- Kaukovirta-Norja, A., Wilhelmsson, A. and Poutanen, K., 2004, Germination: a means to improve the functionality of oats, *Agricultural and Food Science in Finland*, 13, 100-112.

- Kaur, M. and Kawatra, B. L., 2002, Effect of domestic processing on zinc availability from rice bean (*Vigna umbellata*) diets, *Plant Food Hum Nutr* 57, 307-318.
- Khajeh-Hosseini, M., Powell A. A. and Bingham, I. J., 2003, The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of soybean seeds, *Seed Science and Technology*, 31, 715-717.
- Khattak, A. B., Zeb, A., Bibi, N., Khalil, S. A. and Khattak, M. A., 2007, Influence of germination techniques on phytic acid and polyphenols content of chickpea (*Cicer arietinum* L.) sprouts, *Food Chemistry*, 104 (3), 1074-1079.
- Kılınççeker, O., 2015, Some quality characteristics of fish meatballs manufactured with different vegetable-based flours, *GIDA/The Journal of Food*, 40 (2), 1-7.
- Kılınçer, F. N., 2018, Çimlendirilmiş bazı tahıl ve baklagillerin besinsel ve fonksiyonel özellikleri üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Kılınçer, F. N. ve Demir, M. K., 2019, Çimlendirilmiş bazı tahıl ve baklagillerin fiziksel ve kimyasal özellikleri, *GIDA/The Journal Of Food*, 44 (3), 419-429.
- Kim, D. W., Jeong, S. C., Gorinstein, S. and Chon, S. U., 2012, Total polyphenols, antioxidant and antiproliferative activities of different extracts in mungbean seeds and sprouts, *Plant Foods Human Nutrition*, 67,71–75.
- Kim, M. J., Kwak, H. S. and Kim, S. S., 2018, Effects of germination on protein,  $\gamma$ -aminobutyric acid, phenolic acids, and antioxidant capacity in wheat, *Molecules*, 9 (23), 2244-2257.
- Kissell, L. T., Pomeranz, Y. and Yamazaki, W. T., 1971, Effects of flour lipids on cookie quality, *Cereal Chemistry*, 48, 655-662.
- Köksel. H., Demiralp, M., 1994, Glutensiz Ekmek, *Unlu Mamülleri Dünyası.*, 3 (5), 20-27.
- Kowieska, A., Lubowicki, R., Jaskovska, I., 2011, Chemical Composition and Nutritional Characteristics of Several Cereal Grain, *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*, 10 (2), 37-50.
- Kriby, R. W., Anderson, J. W. and Sieling, B. B., 1981, Oat-bran intake selectively lowers serum-low-density lipoprotein cholesterol concentration of hypercholesterolemic men, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 34, 824.

- Kruger, J. E., Hatcher, D. W. and Anderson, M. J., 1998, The effect of incorporation of rye flour on the quality of oriental noodles, *Food Research International*, 31 (1), 27-35.
- Kuo, Y. H., Rozan, P., Lambein, F., Frias, J. and Vidal-Valverde, C., 2004, Effects of different germination conditions on the contents of free protein and non-protein amino acids of commercial legumes, *Food Chemistry*, 86, 537-545.
- Lähteenmäki, L. and Tuorila, H., 1998, Predicting the intention to use juice or milk in three contexts, *Food Quality and Preference*, 9, 231-236.
- Lasztity, R., 1998, Oat grain: A wonderful reservoir of natural nutrients and biologically active substances, *Food Reviews International*, 14, 99-119.
- Lee, A., Ng, D., Dave, E., Ciaccio, E. and Green, P., 2009, The effect of substituting alternative grains in the diet on the nutritional profile of the gluten-free diet, *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 22, 359-363.
- Leinonen, K., Poutanen, K. and Mykkänen, H., 2000, Rye bread decreases serum total and LDL cholesterol in Finnish men with moderately elevated serum cholesterol, *Journal of Nutrition*, 130, 164-170.
- Lintschinger, J., Fuchs, N., Moser, H., Jager, R., Hlebeina, T., Markolin, G. and Gossler, W., 1997, Uptake of various trace elements during germination of wheat, buckwheat and quinoa, *Plant Foods Human Nutrition*, 50, 223-237.
- Liu, J., 2010, Beta-Glucan effects on pasting properties and potential health benefits on flours from different oat lines, Yüksek Lisans Tezi, *Iowa State Üniversitesi*.
- Liu, S., Manson, J. E., Stamfer, M. J., Hu, F. B., Giovannucci, E. and Colditz, G. A., 2000, A prospective study of whole-grain intake and risk of type 2 diabetes mellitus in US women, *American Journal of Public Health*, 90, 1409-1415.
- Lloyd, B. J., Siebenmorgen, T. J. and Beers, K. W., 2000, Effects of commercial processing on antioxidants in rice bran, *Cereal Chemistry*, 77, 551-555.
- Lopez-Amoros, M. L., Hernandez, T. and Estrella, I., 2006, Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (4), 277-283.
- Lorenz, K., 1980, Cereal sprout: composition, nutritive value, food applications, *CRC Critical Reviews Food Science Nutrition*, 13, 353-385.

- Luthria, D., Ghatak, R. and Huang, H., 2012, Phenolic Phytochemicals from Rye (*Secale Cereale L.*). *Cereals and Pulses: Nutraceutical Properties and Health Benefits*, Inc. Pondicherry, India.
- Ma, C. Y., 1983, Chemical characterization and functionality assessment of protein of oat protein concentrates from oats, *Cereal Chemistry*, 60 (1), 36-42.
- Majzoobi, M., Layegh, B. and Farahnaky, A., 2014, Inclusion of oat flour in the formulation of regular salted dried noodles and its effects on dough and noodle properties, *Journal of Food Processing and Preservation*, 38 (1), 48-58.
- Mäkinen, O. E., Zannini, E. and Arendt, E. K., 2013, Germination of oat and quinoa and evaluation of the malts as gluten free baking ingredients, *Plant Foods for Human Nutrition*, 68 (1), 90-95.
- Malkki, Y. ve Virtanen, E., 2001, Gastrointestinal effects of oat bran and oat gum a review, *Lebensm-Wiss. U.-Technol*, 34, 337-347.
- Mankan, E., 2008, Hamurun fiziksel özelliklerinin çavdar ekmeğinin kalitesi üzerine etkisi, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Marero, L. M., Payumo, E. M., Aguinaldo, A. R., Matsumoto, I. and Homma, S., 1991, Antinutritional factors in weaning foods prepared from germinated cereals and legumes, *Lebensm Wiss Technology*, 24 (2), 177-181.
- Márton, M., Mándoki, Z., Csap-Kiss, Z. S. and Csapo, J., 2010, The role of sprouts in human nutrition. A review, *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria*, 3, 81-117.
- Mazahreh, A., 1999, Türkiye'de üretilen bazı bisküvi çeşitlerinin E vitamini içerikleri ve depolama ile bazı özelliklerinde meydana gelen değişmelerin araştırılması, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*.
- McCance, R. A. and Widdowson, E. M., 1942, *The Journal of Physiology*, 101, 304-313.
- Menger, A., 1951, *Getreide u Mehl Brot*, 1, 9-14.
- Mattila, P., Pihlava, J. M. and Hellstrom, J., 2005, Contents of phenolic acids, alkyl- and alkenylresorcinols and avenanthramides in commercial grain products, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (21), 8290-8295.
- Mete, O., 2009, Kabalcı Şifalı Bitkiler Ansiklopedisi, *Kabalcı Yayınevi*, İstanbul.

- Meydani, M., 2009, Potential health benefits of avenanthramides of oats, *Nutrition Reviews*, 67 (12), 731-735.
- Meyer, K. A., Kushi, L. H., Jacobs, D. R., Jr., Slavin, J., Sellers, T. A. and Folsom, A. R., 2000, Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women, *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 921-930.
- Miquel, J., 2001, Nutrition and ageing, *Public Health Nutrition*, 4, 1385-1388.
- Müftüoğlu, O., 2003, Yaşasın Hayat, *Doğan Kitapçılık A.Ş.*, İstanbul, 32-87.
- Mut, Z. ve Akay, H., 2010, Effect of seed size and drought stress on germination and seedling growth of naked oat (*Avena sativa* L.), *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16 (4), 459-467.
- Nicodemus, K. K., Jacobs, D. R. and Jr., Folsom, A. R., 2001, Whole and refined grain intake and risk of incident postmenopausal breast cancer, *Cancer Causes and Control*, United States, 12, 917-925.
- Ohtsubo, K., Suzuki, K., Yasui, Y., Kasumi, T., 2005, Bio-functional components in the processed pre-germinated brown rice by a twin- screw extruder, *Journal of Food Composition and Analysis*, 18 (4), 303-316.
- Okur, B. ve Madenci, A. B., 2019, Çiğ beslenme (Raw Food) akımında çimlendirilmiş hububat ve baklagillerin önemi, *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, Konya, 7 (1), 664-675.
- Özaydın, S., 2014, Bazı katkı maddelerinin diyabetik yulaf kepeği bisküvisinin kalite kriterleri üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Özbek, H., Özgökçe, F., Ceylan, E., Taş, A. ve Tunçtürk, M., 2002, Secale cereale L.(Çavdar) meyvesi dekoksasyon ekstresinin sağlıklı ve diyabetli farelerde hipoglisemik etkisinin araştırılması, *Van Tıp Dergisi*, 9 (3), 73-77.
- Özkaya, B., 2004, Ekmeğin fitik asit miktarına çeşit ve ekstraksiyonun etkisi, *Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri*, Proje No: 2002-07-11-064, Ankara.
- Özkaya, H., Seçkin, R. ve Ercan, R., 1984, Bazı bisküvi çeşitlerinin kimyasal özellikleri ile mineral ve vitamin içerikleri üzerinde araştırmalar, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı*, 9 (5), 245-251.
- Öztürk, İ., 2008, Çimlendirilmiş buğday tanesinin kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve doğal gıda katkı maddesi olarak değerlendirilme imkanlarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Kayseri, 121.

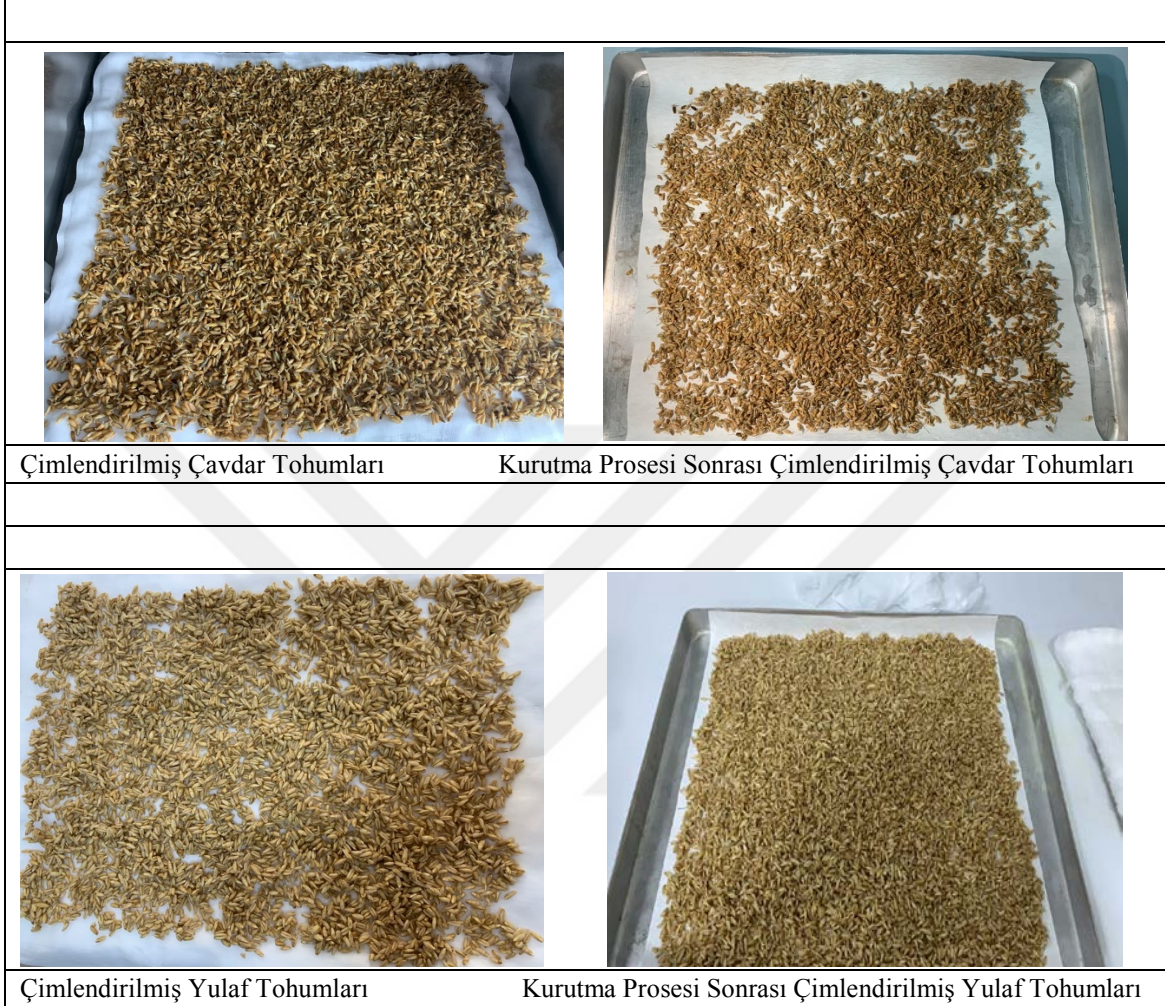
- Öztürkci Y., 2009, Çavdar (*Secale cereale* L.)'da farklı sıra aralıkları ve tohum miktarlarının verim ve bazı verim öğelerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Yüziüncü Yıl Üniversitesi*, Van.
- Pal, R. S., Bhartiya, A., Yadav, P., Kant, L., Mishra, K. K. and Aditya, J. P., 2016, Effect of dehulling, germination and cooking on nutrients, anti-nutrients, fatty acid composition and antioxidant properties in lentil (*Lens culinaris*), *Journal of Food Science and Technology*, 4 (54), 909-920.
- Paton, D., 1977, Oat starch, Part I. Extraction, purification and pasting properties, *Staerke*, 29, 9-13.
- Pekcan, G., 2008, Beslenme durumunun saptanması, *Diyet El Kitabı*, 726, 67-141.
- Peterson, D. M., 1992, Composition and nutritional characteristics of oat grain and products, *Marshall HG, Sorrells ME (eds) Oat Science and Technology, Agron Monogr 33. ASA and CSSA, Madison, WI, USA, 33, 265-292.*
- Peterson, D. M., 2002, Oat lipids, *Lipid Technology*, 14, 56-59.
- Peterson, D. M., Emmons, C. L. and Hinns, A. H., 2001, Phenolic antioxidants and antioxidant activity in pearling fractions of oat groats, *Journal of Cereal Science*, 33 (1), 97-103.
- Peterson, D. M. and Brinegar, C., 1986, Storage proteins, *Oats Chemistry and Technology. F. Webster*, 153-203.
- Pomeranz, Y., 1986, Constituents of the oat kernel, *Advances in Cereal Science and Technology*, Chapter II, 5, 63-85.
- Paucar-Menacho, L. M., Martínez-Villaluenta, C., Dueñas, M. and Peñas, E., 2017, Optimization of germination time and temperature to maximize the content of bioactive compounds and the antioxidant activity of purple corn (*Zea mays* L.) by response surface methodology, *LWT-Food Science and Technology*, 76, 236-244.
- Price, T. V., 1988, Seed sprouts production for human consumption a review, *Canadian Institute Food Science and Technology Journal*, 21 (1), 57-65.
- Prodanov, M., Sierra, I. and Vidal-Valverde, C., 1997, Effect of germination on the thiamine, riboflavin and niacin content in legumes, *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung A*, 205, 48-52.
- Rines, H. W., Molnar, S. J., Tinker, N. A. and Phillips, R. L., 2006, Oat, *In Cereals and millets Springer*, Berlin, Heidelberg, 211-242.
- Rohrlich, M., 1969, in 'Getreide enzyme' Paul Parey, Berlin, 30-33, 78-79.

- Rozan, P., Kuo, Y. H. and Lambein, F., 1999, Free amino acids present in edible seed sprouts sold for human consumption, *Amino Acids*, 17, 101-102.
- Rozan, P., Kuo, Y. H. and Lambein, F., 2000, Free amino acids present in commercially available seedlings sold for human consumption, A potential hazard for consumers, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 716-723.
- Saastamoinen, M. M., Kumpulainen, J. and Nummela, S., 1989, Genetic and environmental variation in oil content and fatty acid composition of oat, *Cereal Chemistry*, 66 (4), 296-300.
- Sarı, N. ve İmamoğlu, A., 2011, Menemen Ekolojik Koşullarına Uygun İleri Yulaf Hatlarının Belirlenmesi, *Journal of AARI*, 21 (1), 16-25.
- Scott, J. J., 1991, Alkaline phytase activity in nonionic detergent extracts of legume seeds, *Plant Physiol*, 95 (4), 1298-1301.
- Seibel, W. and Weipert, D., 2001, Bread baking and other food uses around the World, *Rye: Production, Chemistry and Technology*. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, 147-211.
- Sezer, İ., 2020, Yulaf Yetiştiriciliği ve Kökeni, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veri Yönetimi Sistemi*. <https://avys.omu.edu.tr/isezer> [Erişildi: 05 23, 2020].
- Sharma, A. and Kapoor AC., 1996, Levels of antinutritional factors in pearl millet as affected by processing treatments and various types of fermentation, *Plant Foods Human Nutrition*, 49 (3), 421-252.
- Singh, S. and Ryu, G. H., 2011, Effect of soaking time and steeping temperature on biochemical properties and  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) content of germinated wheat and barley, *Journal Food Science Nutrition*, 16, 67-73.
- Siro, I., Ka'polna, E., Ka'polna, B. and Lugasi, A., 2008, Functional food: product development, marketing and consumer acceptance- a review, *Appetite*, 51, 456-467.
- Sivritepe, H. Ö., 2011, Tohum canlılığının değerlendirilmesi, *Alatırım*, 10 (2), 94-10.
- Skerrit, J. H., Devery M. and Hill A. S., 1990, Gluten Intolerance: Chemistry, Celiac-Toxicity and Detection of Prolamins in Foods, *Cereal Foods World*, 35 (7), 638-643.

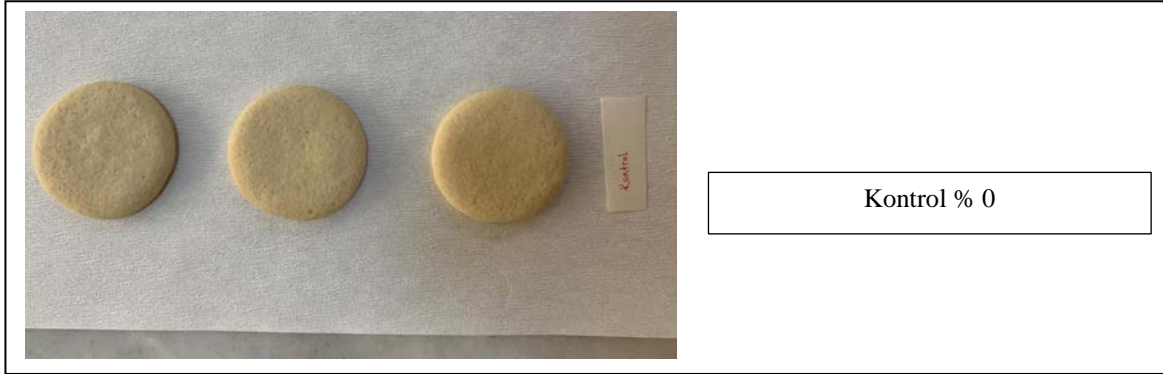
- Skoglund, M., Peterson, D. M., Andersson, R., Nilsson, J. and Dimberg, L. H., 2008, Avenanthramide content and related enzyme activities in oats as affected by steeping and germination, *Journal of Cereal Science*, 48 (2), 294-303.
- Slinkard, K. and Singelton, V. L., 1977, Total phenolic analysis, automation and comparison with manual methods, *American Journal of Enology and Viticulture*, 28 (1), 49-55.
- Smeds, A. I., Jauhiainen, L., Tuomola, E. and Peltonen-Sainio, P., 2009, Characterization of variation in the lignan content and composition of winter rye, spring wheat, and spring oat, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (13), 5837-5842.
- Spark, A., 1998, Nutrition Counseling, In Health Promotion Throughout the Lifespan. Ed. Edelman CL, Mandle CL, *Mosby Company*, St.Louis.
- Steve, I. O., 2012, Influence of germination and fermentation on chemical composition, protein quality and physical properties of wheat flour (*Triticum aestivum*), *Journal of Cereals and Oil Seeds*, 3 (3), 35-47.
- Sudha, M. L., Vetrmani, R. and Leelavathi, K., 2007, Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality, *Food Chemistry*, 100 (4), 1365-1370.
- Sung H. G., Shin H. T., Ha J. K., Lai H. L., Cheng K. J. and Lee J. H., 2005, Effect of Germination Temperature on Characteristics of Phytase Production from Barley, *Bioresource Technology*, 96, 1297-1303.
- Sur, R., Nigam, A., Grote, D., Liebel, F. and Southall, M. D., 2008, Avenanthramides, polyphenols from oats, exhibit anti-inflammatory and anti-itch activity, *Archives of Dermatological Research*, 300 (10), 569-574.
- Süren, O. ve Soysal, A., 2002, Okul Kantinleri ve Dengeli Beslenme, *Konak Belediyesi Sağlık İşleri Müdürlüğü Yayınları*, Yayın No: 2, Olcay Matbaası, İzmir.
- Şenlik, A. S. ve Alkan, D., 2021, Çimlendirilmiş bazı tahıl ve baklagillerin kimyasal özellikleri ve çimlendirmeyele açığa çıkan biyoaktif bileşenlerin sağlık üzerine etkileri, *Akademik Gıda*, 19 (2), 198-207.
- Tamn, I., 2003, Genetic and Environmental Variation of Grain Yield of Oat Varieties, *Agronomy Research*, 1, 93-97.
- Tian, B., Xie, B., Shi, J., Wu, J., Cai, Y., Xu, T. and Deng, Q., 2010, Physicochemical changes of oat seeds during germination, *Food Chemistry*, 119 (3), 1195-1200.

- Tok, H., 2017, Bazı tahıl ve baklagil çimlerinin ekmek ve bisküvi üretiminde kullanım olanakları, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Toprak Mahsulleri Genel Müdürlüğü, 2005, *2005 Hububat Sektör Raporu*, Ankara, TMO.
- TSE: Türk Standartları, 1991, *Bisküvi*, TS 2383, Şubat.
- Turan, A., 2013, Çimlendirilmiş esmer pirinç keki üretiminin biyoaktif bileşenlere etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Ankara.
- Turan, Ş., 2014, Ülkemizde yaygın olarak kullanılan bazı tıbbi bitkilerin yapraklarında ağır metal ve mineral besin element içeriklerinin tayini.
- Türksoy, S., 2020, Nişasta Kimyası & Teknolojisi Tahıllar, Özellikler, Kimyasal Bileşimleri, [www. foodelphi.com](http://www.foodelphi.com) [Erişildi: 15 05, 2020].
- Ünsal, A. S., Ayhan, A. T. L. I. ve Köten, M., 2020, Çimlendirilmiş Buğday Unundan Yapılan Tırnaklı (Düz Ekmek) ve Tava Ekmek Kalitesi Üzerine Bir Araştırma, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (5), 1209-1215.
- Üstün, Ö. ve Çelik, İ., 2011, Phytase activity of wheat, barley and corn grains during germination and effect of germinated grain flour addition on bread quality, *Akademik Gıda*, 9 (6), 6-12.
- Xu, M. J., Dong, J. F. and Zhu, M. Y., 2005, Effect of germination conditions on ascorbic acid level and yield of soybean sprouts, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85 (6), 943-947.
- Vahteristo, L., Kariluoto, S., Barlund, S., Karkkainen, M., Lamberg-Allardt, C., Salovaara, H. and Piironen, V., 2002, Functionality of endogenous folates of rye and orange juice in a human in ViVo model, *European Journal of Nutrition*, 41, 271-278.
- Valencia, U. S., Sandberg, A. S. and Ruales, J., 1999, Processing of quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd): Effects on in vitro iron availability and phytate hydrolysis, *International Journal of Food Science and Nutrition*, 50, 203–211.
- Visioli, F. and Galli, C., 2001, The role of antioxidants in the Mediterranean diet, *Lipids* 36, 49-52.

- Vitali, D., Dragojevic, V. I. and Sebecic, B., 2008, Bioaccessibility of Ca, Mg, Mn and Cu from whole grain tea-biscuits: Impact of proteins, phytic acid and polyphenols, *Food Chemistry*, 110, 62-68.
- Wade, P., 1988, Biscuits, cookies and crackers, The Principles of the Craft, Volume 1, *Elsevier Applied Science*, London.
- Wu, Y. V., 1983, Effect of germination on oats and oat protein, 60 (6), 418.
- Yang, T. K., Basu, B. and Oraikul, F., 2001, Studies on germination conditions and antioxidant contents of wheat grain, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 52 (4), 319-330.
- Yıldız, S., 1996, Soya filizi üretim koşullarının belirlenmesi üzerine araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Ankara, 12-36.
- Yürür, N., 1970, Türkiye'de Yetiştirilen Çavdar Çeşitlerinin Önemli Morfolojik Karakterleri Üzerinde Araştırmalar, *A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları*, 391, 1-70.
- Zarkadas, C. G., Hulan, H. W. and Proudfoot, F. G., 1982, A comparison of the amino acid composition of two commercial oat groats, *Cereal Chemistry*, 59 (5), 323-327.
- Zhou, M. X., Holmes, M. and Glennie-Ronards, K., 1998, Fatty acid composition of lipids of Australian oats, *Journal of Cereal Science*, 28 (3), 311-319.
- Zielinski, H., Ciska, E. and Kozłowska, H., 2001, The cereal grains: focus on vitamin E, *Czech Journal of Food Sciences*, 19, 182-188.

**EKLER****EK-1 Kurutma Prosesine Ait Görseller**

## EK-2 Bisküvi Örneklerine Ait Görseller





Soldan Sağa Çiğlendirilmiş % 0, 10, 20, 30 Yulaf Unu İkameli



Soldan Sağa Çiğlendirilmiş % 0, 10, 20, 30 Çavdar Unu İkameli



Soldan Sağa Çiğlendirilmiş % 0, 10, 20, 30 Yulaf Unu İkameli, Çiğlendirilmiş % 10, 20, 30 Çavdar Unu İkameli