

Çimlendirilmiş Çavdar (*Secale cereale*) ve Kavuzsuz Yulafın (*Avena sativa*) Bisküvi Üretiminde Kullanımı

Sümeyye DURSUN ŞİRİN¹, Mustafa Kürşat DEMİR², Nezahat OLCAY^{3*}

^{1,2,3}Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Meram Konya/Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-5414-2296>, ²<https://orcid.org/0000-0002-4706-4170>, ³<https://orcid.org/0000-0003-3302-8969>

*olcaynezahat@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, çimlendirilmiş çavdar (*Secale cereale*) ve kavuzsuz yulaf (*Avena sativa*) tanelerinin bisküvi üretiminde kullanımı araştırılmıştır. Bu amaçla, 3 gün süre ile çimlendirme prosesi uygulanan çavdar ve yulaf taneleri %10 nem içeriğine kadar kurutulup ve ardından öğütülerek un haline getirilmiş, bu unlarda bisküvi formülasyonuna farklı oranlarda (%0, 10, 20 ve 30) buğday unu ikamesi olarak kullanılmıştır. Örneklerin; fiziksel (renk, kalınlık, çap, yayılma oranı, sertlik), kimyasal (kül, nem, ham yağ, ham protein, toplam fenolik madde ve fitik asit) ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu ikamesi ile bisküvilerin renk özelliklerinde a^* ve b^* değerleri artış gösterirken, L^* değeri azalmıştır. Çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu ikamesi örneklerin sertliğini, çapını ve yayılma oranını artırıcı, kalınlığını ise azaltıcı bir etki göstermiştir. İkame oranındaki artışla beraber; kül, nem, ham yağ, ham protein, enerji ve fitik asit içeriklerinde de bir artış meydana geldiği tespit edilmiştir. İkame oranı %0'dan %30'a yükseldiğinde, örneklerin toplam fenolik madde içerikleri de 568.00 mgGAE kg⁻¹'den 656.25 mgGAE kg⁻¹'a yükselmiştir. Duyuşal analizde en yüksek beğeni %10 ve 20 oranlarında çimlendirilmiş çavdar unu ikamesine sahip örnekler almıştır. Bu araştırmanın sonuçlarına göre, çimlendirilmiş kavuzsuz yulaf ve çavdardan elde edilen unların bisküvi üretiminde kullanımı, besinsel özelliklerin iyileştirilmesi bakımından önerilebilir.

Gıda Bilimi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 01.12.2021

Kabul Tarihi : 03.03.2022

Anahtar Kelimeler

Çavdar

Yulaf

Çimlendirme

Bisküvi

Fonksiyonel özellik

Utilization of Germinated Rye (*Secale cereale*) and Hull-less Oat (*Avena sativa*) in Biscuit Production

ABSTRACT

In this study, the utilization of germinated rye (*Secale cereale*) and hull-less oat (*Avena sativa*) grains in biscuit production were investigated. For this purpose, rye and oat grains, which were germinated for 3 days, were dried to 10% moisture content and then ground into flour, and these flours were substituted with wheat flour at different rates (0, 10, 20 and 30%) in the biscuit formulation. Physical (color, diameter, thickness, spreading rate, hardness), chemical (ash, moisture, crude oil, crude protein, total phenolic substance and phytic acid) and sensory properties of samples were investigated. With the substitution of germinated rye and hull-less oat flour, the a^* and b^* values of the biscuits increased, while the L^* value decreased. The substitution of germinated rye and oat flour increased the hardness, diameter and spread ratio of the samples, but decreased the thickness. As the substitution ratio increased; ash, moisture, crude fat, crude protein, energy and phytic acid contents were increased. When the substitution ratio increased from 0% to 30%, the total phenolic content of the samples also increased from 568.00 mgGAE kg⁻¹ to 656.25 mgGAE kg⁻¹. In the sensory analysis, 10 and 20% substituted germinated rye flour biscuits gained the highest appreciation. According to the results of this study, the utilization of germinated hull-less oat and rye flours in the biscuit production can be recommended from the point of nutritional

Food Science

Research Article

Article History

Received : 01.12.2021

Accepted : 03.03.2022

Keywords

Rye

Hull-less Oat

Germination

Biscuit

Quality properties

properties.

- Atf Şekli:** Dursun Şirin, S., Demir, M.K., Olcay, N. (2022). Çimlendirilmiş Çavdar (*Secale cereale*) ve Kavuzsuz Yulafın (*Avena sativa*) Bisküvi Üretiminde Kullanımı. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (Ek Sayı 1): 231-241. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1031122>
- To Cite :** Dursun Şirin, S., Demir, M.K., Olcay, N. (2022). Utilization of Germinated Rye (*Secale cereale*) and Hull-less Oat (*Avena sativa*) in Biscuit Production. KSU J. Agric Nat 25 (Suppl 1): 231-241. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1031122>

GİRİŞ

Geniş üretim alanı, enerji verici, doyurucu, biyolojik değeri yüksek protein içeriğine sahip ve kolay muhafaza edilebilir gıdalar olan tahıllar, beslenmede hayati önem taşırlar. Son yıllarda, tüketici istekleri doğrultusunda tam tahılların üretimi ve tüketimi giderek artmaktadır (Collar, 2008). Dünya genelinde de temel gıda maddesi olarak kabul edilen tahıl ürünleri, zenginleştirilerek çeşitlendirilme potansiyeline sahiptirler (Dal, 2012). Gıda zenginleştirmedeki en önemli amaçlar; vitamin ve mineral madde eksikliklerini gidermek ve gıdaları eser miktarda bulunan bileşenlerce takviye etmektir (Kahraman, 2011). Tahıl ürünleri arasında en çok zenginleştirme çalışmalarının yapıldığı ürünlerden birisi de bisküvidir. Bisküvi, gıda tüketicileri tarafından çokça tüketilen, kolay temin edilebilen, bayatlamadan uzun süre muhafaza edilebilen, bir çok farklı çeşitte üretimi mümkün olan bir tahıl ürünüdür (Demir, 2015).

Çavdar (*Secale cereale*), Doğu ve Kuzey Avrupa'da, özellikle Almanya, Polonya, Rusya ve İskandinav ülkeleri için önemli bir gıda kaynağıdır (Bushuk, 2001; Katina ve ark., 2007). Buğdaydan daha ince, uzun ve kavuzsuz olan çavdarın ülkemizde pek çok yabani ve kültür formu bulunmaktadır. Çavdarın besinsel lif içeriğinin %14 olduğu rapor edilmiştir (Mankan, 2008). Literatürde çavdarın; %86.6 kuru madde, kuru maddede ise %11.5-14.0 protein, %1.7 yağ, %60 nişasta ve selüloz içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir (Gökgöl, 1969; Baytop, 1999). Çavdar taneleri, tannin ve ferulik asit gibi antioksidan özellikteki fenolik bileşikler ve oldukça yüksek miktarda folat (yaklaşık 72-143 µg 100g⁻¹) içermektedir (Heinonen ve ark., 2001; Kariluoto, 2008). Yapısında bulunan lignanlar, besinsel lif içeriği ve hemiselülozik bileşenler sayesinde çavdarın, kalp damar hastalıklarının ve bazı kanser türlerinin önlenmesinde etkili olduğu bildirilmiştir (Mankan, 2008).

Poaceae familyasına ait olan yulaf (*Avena sativa*), boyu 60-100 cm arasında değişen, nemli bölgelerde yetiştirilen, tek yıllık bir bitkidir (Turan, 2014). Yulaf tanesinin yaklaşık %25-30'unu kavuz fraksiyonu oluşturur (Butt ve ark., 2008; Liu, 2010). Yulaf hem insan hem de hayvan besini olarak kullanılabilen bir tahıldır (Butt ve ark., 2008). Genotip ve çevresel büyüme koşullarına bağlı olarak, kavuzu alınmış tanede %12-20, tam tanede ise %9-15 protein

içeriğine sahip yulaf, en yüksek protein içeriğine sahip tahıl olarak kabul görmektedir (Peterson, 1992). Yulaf çeşitlerinin yağ içeriği ise %4-11 arasında değişim göstermektedir (Holland ve ark., 2001). Bileşimindeki çözünür besinsel lifi, doymamış yağ asitleri, β-glukan ve antioksidan özellikteki tokol, sterol ile fenolik bileşikler sayesinde yulaf, antioksidan, anti-enflamatuar, hipoalerjenik ve antikarsinojenik özelliklere sahip bir tahıldır (Chen ve ark., 2015; Bei ve ark., 2017).

Çimlendirme, yüzyıllardır tahıllarda çeşitli amaçlarla uygulanan basit bir prosestir. Tahıllarda çimlendirme; tohum yapısını iyileştirmek, besin içeriğini arttırmak, anti-besinsel özellikteki bileşiklerin içeriğini azaltmak ve taneye yeni bir tat kazandırmak amacıyla uygulanabilir (Kaukovirta-Norja ve ark., 2004). Çimlenme prosesi, taneye su alımı ile başlar ve genellikle tanede kökün ortaya çıkmasıyla son bulur (Bewley ve Black, 1994). Çimlendirme ile besinsel özellikleri geliştirilen, ardından tüketime sunulan tahıllara; pirinç, arpa, çavdar ve yulaf örnek gösterilebilir (Xu ve ark., 2005; Khattak ve ark., 2007; Marton ve ark., 2010; Okur ve Madenci, 2019).

Bu çalışmada, bisküvinin besinsel içeriğini arttırmak ve duyuşal özelliklerini geliştirmek amacıyla, fonksiyonel özellikte yeni bir ürün formülasyonu geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmada, çimlendirilmiş çavdar (*Secale cereale*) ve kavuzsuz yulaftan (*Avena sativa*) elde edilen unlar, bisküvi üretiminde %0, 10, 20, ve 30 ikame oranlarında, buğday unu yerine kullanılmıştır. Üretilen bisküvilerde fiziksel (renk, tekstür, çap, kalınlık ve yayılma oranı), kimyasal (kül, nem, ham yağ, ham protein, karbonhidrat, enerji, toplam fenolik madde miktarı, fitik asit tayini) ve duyuşal analizler gerçekleştirilerek, ürünlerin kalite ve besinsel özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal:

Araştırmada kullanılan çavdar (*Secale cereale*, Aslım-95 çeşidi) Konya yerel buğday pazarından, kavuzsuz yulaf (*Avena sativa*, Katmerli çeşidi) ise Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsünden 2021 yılında temin edilmiştir. Araştırmada kullanılan bisküvilik buğday unu, şeker, shortening, fruktoz şurubu, tuz, süt tozu ve sodyum bikarbonat ise Konya piyasasından temin edilmiştir.

Metot:

Çavdar ve yulafın çimlendirilmesi

Çavdar ve kavuzsuz yulaf örnekleri, temin edildikten sonra, oda sıcaklığındaki musluk suyuyla toz, kir ve yabancı maddeler uzaklaştırılıp berrak yıkama suyu elde edilinceye kadar yıkanmıştır. Örnekler %2.5'lük NaOCl çözeltisinde 10 dk bekletilerek dezenfekte edilmiş, ardından süzülerek saf suyla tekrar yıkanmıştır. Yıkama işlemi sonrasında örnekler ön denemeler neticesinde belirlenen sürelerde (çavdar 3 saat, yulaf 1 gün) saf suda bekletilmiştir.

Suda bekletme sürelerinin sonunda taneler, tel ızgaralarda steril pamuk ve tülbent üzerine serilerek kontrollü çimlendirme kabini (Nüve TK 120 model, Ankara, Türkiye) içerisinde 20 ± 2 °C de çimlenmeye bırakılmıştır. Tanelerde nemlenmeyi sağlamak amacıyla örnekler 12 saatte bir saf sudan geçirilerek pamuk ve tülbentler yenilenmiştir. Çavdar ve yulaf örnekleri 3 gün çimlendirmenin ardından su içeriği %10'un altına düşene kadar etüvde (Nüve KD 200 model, Ankara, Türkiye) 45 °C de kurutulmuştur. Kurutulan örnekler tam tane olarak, laboratuvar tipi bir öğütücü ile (Alveo, Türkiye) 500 µm'lik elek altına geçecek şekilde öğütülmüştür. Örnekler analiz edilene kadar steril ve hava almayan kilitli poşetlerde $+4$ °C'de muhafaza edilmiştir.

Bisküvi üretimi

AACC Standart (10-54.01) üretim metodu modifiye edilmiş ve bisküvi üretiminde kullanılmıştır. Kontrol örneğinin üretiminde; 100 g buğday unu, 42 g pudra şekeri, 40 g shortening, 1.5 g fruktoz şurubu, 1.25 g tuz, 1 g süt tozu, 1.5 g sodyum bikarbonat ve su (~15 ml) kullanılmıştır. Bisküvi formülasyonunda, un esasına göre %10, 20 ve 30 oranlarında, çimlendirilmiş çavdar ve çimlendirilmiş kavuzsuz yulaf unları, ayrı ayrı olmak üzere buğday ununa ikame edilmiştir. Tüm bileşenler mikserde (Kenwood KMX, Kenwood Ltd., İngiltere) 8 dakika süre ile yoğrulmuştur. Yoğrulan hamurdan eşit çap (55.0 mm) ve kalınlıkta (5.0 mm) parçalar kesilerek alüminyum tepsilere yerleştirilmiş ve 205 ± 2 °C'deki fırında (Vestel SF8401, Türkiye) 16 dakika pişirilmiştir.

Fiziksel ve kimyasal analizler

Çimlendirilmiş çavdar, çimlendirilmiş kavuzsuz yulaf, buğday unu ve bisküvi örneklerinin renk değerleri Hunter Lab Color Quest II Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) cihazı ile ölçülmüştür. Ölçümlerdeki L^* değeri siyah (0) - beyaz (100), a^* değeri kırmızı (+) - yeşil (-) ve b^* değeri ise sarı (+) - mavi (-) renk değerlerinin göstergesidir (Francis, 1998).

Bisküvi örneklerinin sertlik ölçümleri, bisküvi örnekleri fırından çıkarıldıktan 2 saat sonra, tekstür analiz cihazı ve 3 noktalı kırma probu (TA-XT2i,

Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK) kullanılarak, 3 mm sn^{-1} ölçüm hızı ve 5 mm'lik bir mesafe uygulanarak gerçekleştirilmiştir (Adeola ve Ohizua, 2018).

Bisküvi örneklerinin kalınlık ve çap değerleri AACC Standart metoduna (10-50.05) göre ölçülmüştür. Yayılma oranı ise ölçülen çap değerlerinin (mm), kalınlık değerlerine (mm) oranlanmasıyla hesaplanmıştır (AACC, 1990).

Denemelerde kullanılan çimlendirilmiş çavdar, çimlendirilmiş kavuzsuz yulaf, buğday unu ve bisküvi örneklerinin nem (AACC 44-19.01), kül (AACC 08-01.01), ham yağ (AACC 30-25.01) ve ham protein (AACC 46-12.01) içeriklerinin tayininde AACC standart metotları kullanılmıştır (AACC, 1990). Tüm örneklerin karbonhidrat değerleri Karaağaoğlu ve ark. (2008)'na göre, (% Karbonhidrat = $100 - (\% \text{ nem} + \% \text{ protein} + \% \text{ ham yağ} + \% \text{ kül})$) formülü kullanılarak belirlenmiştir. Enerji değerleri ise (Enerji ($kkal\ 100g^{-1}$) = $4 (\% \text{ CHO} + \% \text{ Protein}) + 9 (\% \text{ Yağ})$) formülüne göre hesaplanmıştır (Karaağaoğlu ve ark., 2008).

Örneklerin toplam fenolik madde içeriğinin tayininde, spektrometrik Folin-Ciocaltaeu metodu kullanılmıştır. Ekstraksiyon amacıyla, örneklerden 4 g tartılmış ve örnekler 20 ml asitlendirilmiş metanol (HCl/metanol/su, 1:80:10, v/v) ile 2 saat süresince 24 ± 1 °C'de çalkalanmıştır. Süre sonunda tüplerdeki karışım, santrifüj edilmiş (3000 rpm, 10 dakika) ve supernatant elde edilmiştir. Ekstraksiyondan sonraki analiz aşamasında, örneklerden elde edilen supernatant (0.1 ml), Folin-Ciocaltaeu reaktifi (0.5 ml, %10'luk, v/v, suda) ve sodyum karbonat çözeltisi (1.5 ml, %20'lik, g/v, suda) karıştırılarak, 2 saat oda sıcaklığında (24 ± 1 °C) karanlıkta inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresinin sonunda, çözeltilerin absorbansları 760 nm dalga boyuna ayarlanmış spektrometrede (Libra S60, Biochrom Ltd., Cambridge, England) okunmuştur. Okunan absorbans değerlerinden, örneklerin toplam fenolik madde miktarları gallik asite ($mgGAE\ kg^{-1}$) eşdeğer olacak şekilde hesaplanmıştır (Slinkard ve Singelton, 1977, Gamez-Meza ve ark., 1999). Tüm örneklerin fitik asit içerikleri, Haug ve Lantzsch (1983)'e göre kolorimetrik olarak tespit edilmiştir. 0.3 g örnek, 50 ml 0.2 N hidroklorik asit çözeltisi ile ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Elde edilen ekstrakttan 0.5 ml alınmış, üzerine 1 ml amonyum demir (III) sülfat çözeltisi eklenmiş ve tüpler 30 dk kaynar su banyosunda tutulmuştur. Daha sonra tüpler buz banyosunda 15 dk bekletilmiştir. Ardından örneklerin üzerine 2 ml 2,2'-bipiridin çözeltisi eklenmiş ve absorbans değerleri UV/görünür bölge spektrometresi (Biochrom Libra S22, Cambridge, Birleşik Krallık) ile 519 nm dalgaboyunda okunmuştur. Sonuçlar, kuru madde esasına göre $mg\ 100g^{-1}$ olarak verilmiştir.

Duyusal analiz

Bisküvi örnekleri, Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü lisans üstü öğrencileri ve öğretim elemanlarından oluşan 10 kişilik bir grup ile duyusal analize tabi tutulmuştur. Panelistler değerlendirmeden önce analiz hakkında bilgilendirilmiş, ardından örnekler standart şekilde ışıklandırılmış bir ortamda bireysel olarak değerlendirilmiştir. Bisküviler; koku, renk, görünüş, tat, gevreklik ve genel beğeni özellikleri bakımından, 5'lik hedonik skala (5: çok iyi, 3: kabul edilebilir, 1: kötü) ile değerlendirilmiştir.

İstatistik Analizler

İki tekerrürlü olarak yürütülen denemelerden elde edilen veriler JMP istatistik programı, 14.0.1

Çizelge 1. Hammaddelere ait analitik analiz sonuçları¹

Table 1. Analytical analysis results of raw materials¹

Özellik		BU ²	ÇÇU ³	ÇYU ⁴
Renk özellikleri (Color properties)	L*	94.44 ± 0.06 ^a	83.92 ± 0.01 ^c	85.26 ± 0.01 ^b
	a*	-0.54 ± 0.01 ^c	1.07 ± 0.01 ^a	-0.02 ± 0.02 ^b
	b*	10.49 ± 0.04 ^c	11.67 ± 0.01 ^b	15.03 ± 0.69 ^a
Kimyasal özellikler (Chemical properties)	Nem (Moisture) (%)	9.34 ± 0.11 ^a	6.56 ± 0.14 ^b	5.88 ± 0.26 ^b
	Kül (Ash) (%)	0.70 ± 0.02 ^c	1.60 ± 0.01 ^b	1.86 ± 0.05 ^a
	Ham protein ⁵ (Crude protein) (%)	10.57 ± 0.06 ^b	10.06 ± 0.13 ^c	19.38 ± 0.06 ^a
	Ham yağ (Crude fat) (%)	1.17 ± 0.14 ^b	1.22 ± 0.15 ^b	5.76 ± 0.98 ^a
	TFMM ⁶ (mgGAE kg ⁻¹)	693.00 ± 37.90 ^c	1051.00 ± 11.23 ^a	891.00 ± 15.36 ^b
	Fitik asit (Phytic acid) (mg 100g ⁻¹)	184.80 ± 4.04 ^b	502.30 ± 40.79 ^a	456.81 ± 69.14 ^a

¹Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05) ve kimyasal analiz sonuçlarında kuru madde üzerinden hesaplama yapılmıştır. Analiz sonuçları tek yönlü ANOVA testi ile karşılaştırılmıştır; ²Buğday unu; ³Çimlendirilmiş çavdar unu; ⁴Çimlendirilmiş kavuzsuz yulaf unu; ⁵BU için N x 5.70, ÇÇU ve ÇYU için N x 6.25 faktörü kullanılmıştır; ⁶TFMM: Toplam fenolik madde miktarı.

¹Values within a row with different superscripts differ significantly at p<0.05 and the chemical analysis results were calculated on dry matter. Analysis results were compared with the one-way ANOVA test; ²Wheat flour; ³Germinated rye flour; ⁴Germinated hull-less oat flour; ⁵Factor of N x 5.70 was used for BU, and factor of N x 6.25 for ÇÇU and ÇYU; ⁶TFMM: Total phenolic content.

Hammaddelerin renk değerleri arasında, buğday ununun L*, çimlendirilmiş çavdar ununun a* ve çimlendirilmiş yulaf ununun b* değerleri, diğer örneklerden istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek bulunmuştur (p<0.05). Çizelge 1'de belirtilen sonuçlara göre, çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu örneklerinin buğday ununa göre daha koyu renkli olduğu söylenebilir. Literatürde çimlendirilmiş çavdar unu örneğinin L* değerinin 80.98, a* değerinin 1.75 ve b* değerinin ise 12.47 olduğu bildirilmiştir. Ayrıca çimlendirme ile çavdar örneğinin L* değerinde azalış, a* ve b* değerlerinde ise artış olduğu belirtilmiştir (Tok, 2017). Çavdar örneğine benzer şekilde, yulaf da çimlendirme ile

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. Hammaddelerde tek yönlü ANOVA, bisküvi örneklerinde ise çift yönlü ANOVA testi ile kıyaslama yapılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Analitik Sonuçlar

Bisküvi üretimlerinde formülasyondaki buğday unu, çimlendirilmiş çavdar unu ve çimlendirilmiş yulaf unu örneklerine ait analitik analiz sonuçları Çizelge 1'de gösterilmektedir.

örneklerin L* değerinin azaldığı, a* ve b* değerlerinin ise arttığı bildirilmiştir. Tian ve ark. (2010) yulaf tanesinde çimlendirme ile daha fazla protein ve nişasta hidrolizatının oluşabileceğini bildirmişlerdir. Örneklere uygulanan kurutma işlemi sırasında, tane içeriğindeki nişasta ve protein hidrolizatlarında Maillard reaksiyonu gerçekleşebileceği, dolayısıyla örneklerin parlaklık değerlerinde azalma görülebileceğini belirtmişlerdir. Bir çalışmada, çimlenmeyle tohumlarda meydana gelen esmerleşmenin bir diğer nedeninin ise enzimatik esmerleşmeyi katalize eden oksidatif enzimlerin, çimlenme sırasında aktif hale gelmesi olduğu öne sürülmüştür (Bhatty, 1996).

Hammaddeler arasında, buğday ununun nem değeri, çimlendirilmiş yulaf ununun ise kül, ham protein ve ham yağ değerleri, diğer örneklerden istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük kül içeriğine sahip örneğin buğday unu, en düşük ham protein içeriğine sahip örneğin ise çimlendirilmiş çavdar unu olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Çimlendirilmiş çavdar unu-çimlendirilmiş yulaf unu örneklerinin nem değerleri ve buğday unu-çimlendirilmiş yulaf unu örneklerinin ham yağ değerleri arasında ise istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Hammaddeler arasında, toplam fenolik madde miktarı (TFMM) en yüksek olan örnek çimlendirilmiş çavdar unu ($1051.00 \text{ mgGAE kg}^{-1}$) olarak bulunurken, en düşük TFMM değerine sahip örneğin buğday unu olduğu ($693.00 \text{ mgGAE kg}^{-1}$) görülmüştür ($p<0.05$). Çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unularının fitik asit değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı tespit edilirken ($p>0.05$), bu örneklerin fitik asit içeriklerinin buğday unundan daha yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Tok (2017) bir çalışmasında, çimlendirilmiş çavdar ununun nem değerinin %8.72, kül içeriğinin %1.75 ve protein içeriğinin ise %12.21 olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmada, çimlendirme ile çavdar örneğinin nem ve protein içeriklerinde artış olduğu, kül içeriğinde ise bir azalış gözlemlendiği bildirilmiştir. Literatürde bildirilen başka bir çalışmada, üç gün çimlendirmeyle yulafın yağ içeriğinin %5.16'dan %3.15'e, buğdayın yağ içeriğinin ise %1.7'den %0.8'e düştüğü tespit edilmiştir. Aynı çalışmada, çimlendirme ile yulafın protein ve kül içeriğinde de bir azalma gözlemlendiği belirtilmiş, fakat yine de çimlendirilmiş yulafın kül içeriğinin buğdaydan yüksek olduğu bildirilmiştir

(Kaur ve Gill, 2020).

Literatürde, çimlendirilmiş çavdar ununun toplam fenolik madde miktarının $2771 \text{ mgGAE kg}^{-1}$, fitik asit içeriğinin ise $399 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ olarak tespit edildiği bildirilmiştir (Tok, 2017). Başka bir çalışmada, ham ve çimlendirilmiş çavdar örneğinin toplam fenolik asit içeriklerinin sırasıyla $300\pm 13 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ve $421\pm 20 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ olduğu bildirilmiştir (Katina ve ark., 2007). Kaur ve Gill (2020) 72 saat çimlendirmeyle yulaf tanelerinin toplam fenolik madde miktarında iki kat artış olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, Tian ve ark. (2010) da çimlendirmenin yulaf tanelerinin toplam fenolik madde miktarı üzerinde pozitif bir etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Fenolik madde içeriğindeki bu artışın sebebinin, hidrolitik enzim aktivitesi ile bağlı fenolik bileşiklerin serbest hale gelmesi ve çimlenme sonrasında tanelerdeki fenolik bileşiklerin daha iyi ekstrakte edilebilir bir forma dönüşmesinden kaynaklanıyor olabileceği belirtilmiştir (Kaur ve Gill, 2020). Yulaf tanelerinde çimlenme sırasında fitat içeriğinin %0.35'ten %0.11'e düştüğü, bu düşüşün çimlenme boyunca fitaz aktivitesinde meydana gelen artıştan kaynaklandığı bildirilmiş ve tanelerde 3 günlük kısa bir çimlenme sürecinde bile fitat içeriğinin %15-35 oranında azaltılabileceği belirtilmiştir (Kaukovirta-Norja ve ark., 2004; Tian ve ark., 2010).

Bisküvilere Ait Fiziksel Analiz Sonuçları

Çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu ikamesi ile üretilen bisküvi örneklerinin fiziksel özelliklerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 2'de özetlenmiştir.

Çizelge 2. Bisküvilerin fiziksel özellikleri üzerine çimlendirilmiş çavdar ve kavuzsuz yulaf unularının etkisi¹
Table 2. Effect of germinated rye and hull-less oat flours on the physical properties of biscuits¹

Faktör (Factor)	L*	a*	b*	Sertlik (Hardness) (g)	Çap (Diameter) (mm)	Kalınlık (Thickness) (mm)	Yayılma oranı (Spread ratio)
Un çeşidi (Flour variety)							
ÇÇU	71.43 ± 0.01 ^b	2.53 ± 0.01 ^a	24.94 ± 0.02 ^a	4827.69 ± 99.0 ^a	59.40 ± 0.11 ^b	7.85 ± 0.11 ^a	7.57 ± 0.09 ^b
ÇYU	73.90 ± 0.03 ^a	0.07 ± 0.01 ^b	25.10 ± 0.20 ^a	3668.97 ± 100.6 ^b	60.44 ± 0.16 ^a	7.66 ± 0.09 ^b	7.90 ± 0.09 ^a
Oran (Ratio)							
0	79.36 ± 0.01 ^a	-0.72 ± 0.01 ^d	22.20 ± 0.04 ^d	3039.24 ± 73.74 ^d	57.90 ± 0.14 ^d	8.05 ± 0.07 ^a	7.20 ± 0.05 ^d
10	74.58 ± 0.04 ^b	0.60 ± 0.01 ^c	24.76 ± 0.23 ^c	3869.80 ± 73.82 ^c	60.10 ± 0.14 ^c	7.80 ± 0.07 ^b	7.70 ± 0.05 ^c
20	69.98 ± 0.04 ^c	2.07 ± 0.01 ^b	25.90 ± 0.05 ^b	4721.49 ± 60.34 ^b	60.55 ± 0.07 ^b	7.65 ± 0.14 ^c	7.92 ± 0.13 ^b
30	66.73 ± 0.02 ^d	3.26 ± 0.01 ^a	27.21 ± 0.12 ^a	5362.80 ± 126.44 ^a	61.12 ± 0.18 ^a	7.52 ± 0.11 ^d	8.14 ± 0.13 ^a

¹Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$). Analiz sonuçları çift yönlü ANOVA testi ile karşılaştırılmıştır.

²Values within a column with different superscripts differ significantly at $p<0.05$. Analysis results were compared with the two-way ANOVA test.

Un çeşidi bakımından, çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu ikameli bisküvi örneklerinin L* ve a* değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu tespit edilirken ($p<0.05$), örneklerin b* değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Bisküvilerde çimlendirilmiş yulaf veya çavdar unu ikame oranı arttıkça, örneklerin L* değeri düşüş, a* ve b* değerleri ise artış göstermiştir ($p<0.05$). Literatürde, çimlendirilmiş çavdar unu ikameli bisküvi örneklerinin L* değerlerinin 60.73-67.39, a* değerlerinin 4.93-7.80 ve b* değerlerinin 24.97-26.97 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Bu çalışmada çimlendirilmiş çavdar unu oranı arttıkça, bisküvi örneklerinin L* değerlerinde azalma, a* değerlerinde ise artış gözlemlendiği belirtilmiştir (Tok, 2017). Tian ve ark. (2010) bir çalışmada, çimlendirme ile yulaf örneğinde fazla miktarda nişasta ve protein hidrolizatlarının oluştuğunu, kurutma ile bu hidrolizatlarda Maillard reaksiyonu meydana gelebileceğini ve bu durumun örneklerin L* değerinde bir düşüşe sebep olabileceğini belirtmişlerdir. Bu hipotezden yola çıkılarak, çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu ikameli bisküvi örneklerindeki renk değişimlerinin, pişirme sırasında uygulanan sıcaklıkla hammaddelerde meydana gelebilecek Maillard reaksiyonundan kaynaklandığı söylenebilir. Hammade sonuçları da göz önüne alındığında, bisküvi örneklerinin renk değerlerinde meydana gelen değişimler beklenen bir sonuçtur.

Örneklerin sertlik değerleri değerlendirildiğinde, çimlendirilmiş çavdar unu ikameli bisküvi örneklerinin, çimlendirilmiş yulaf unu ikamelilere kıyasla daha sert karakterde olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ayrıca her iki un çeşidinde de ikame oranındaki artış, örneklerin sertlik değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir artışa neden olmuştur ($p<0.05$). Bisküvide sertlik, ürünün deformasyona gösterdiği dirençtir. Fırın ürünlerinin sertlik, dayanıklılık vb. özellikleri tekstürel açıdan oldukça önemli parametrelerdir (Ahlborn ve ark., 2005). Literatürde çimlendirilmiş çavdar unu ikameli bisküvi örneklerinin sertlik değerlerinin 3316.09-4241.43 g arasında değişim gösterdiği ve ikame oranındaki artışın sertlik değerinde de bir artışa neden olduğu bildirilmiştir (Tok, 2017). Nandeesh ve ark. (2011) bisküviye buğday kepeği ilavesinin, Baumgartner ve ark. (2018) ise yulaf kepeği ilavesinin örneklerin sertliğini artırdığını bildirmişlerdir. Sertlik değerlerindeki bu artışın, formülasyona eklenen materyallerin besinsel lif içeriklerinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Literatürdeki çalışmalara benzer şekilde, çimlendirilmiş çavdar ve yulaf ikameli bisküvi örneklerinin sertlik değerlerindeki artışın muhtemel nedeninin, ikame maddesi olarak kullanılan

tahılların tam tane şeklinde kullanılması, dolayısıyla formülasyondaki kepek fraksiyonu ve besinsel lif içeriğinin artmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Çimlendirilmiş yulaf unu ikameli bisküvi örneklerinin çap ve yayılma oranı değerleri, çimlendirilmiş çavdar unu ikameli örneklere kıyasla daha yüksek bulunurken, kalınlık değeri için tam tersi bir durum söz konusudur. Bisküvi formülasyonunda çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu ikame oranlarındaki artış, örneklerin çap ve yayılma oranı değerlerini artırıcı bir etki gösterirken, kalınlığın ise azalmasına neden olmuştur ($p<0.05$). Kalınlık, çap ve yayılma oranı değerleri, bisküvinin teknolojik kalitesi bakımından önemli parametrelerdir. Genellikle bisküvide son ürünün kalınlığının düşük, çapın geniş ve yayılma oranının yüksek olması istenir (Kissell ve ark., 1971). Bu bilgi ışığında, bisküvi formülasyonundaki çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu ikamesinin, bisküvinin teknolojik kalitesini artırdığı sonucuna varılabilir. Ayrıca bisküvinin teknolojik özellikleri üzerinde, çimlendirilmiş yulaf ununun çavdar unundan daha pozitif bir etki sağladığı söylenebilir.

Bisküvilere Ait Kimyasal Analiz Sonuçları

Bisküvilerin kimyasal özellikleri üzerine çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unlarının etkisi Çizelge 3'te özetlenmiştir. Un çeşidi açısından, çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu ikameli bisküvi örneklerinin nem ve kül değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Fakat sonuçlar ikame oranı açısından değerlendirildiğinde, ikame oranındaki artışın örneklerin nem değerlerinin önemli derecede azalmasına neden olduğu görülmüştür ($p<0.05$). En düşük kül değeri kontrol örneğinde bulunurken ($p<0.05$), %10, 20 ve 30 ikame oranlarına sahip örneklerin kül değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). 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). Ülkemizde sade tip bisküviler için TSE'nin belirlediği nem miktarı en fazla %6 olup, düşük nem içeriğinin ürünün raf ömrünü etkileyen önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir (TSE, 1991). Dolayısıyla bisküvi formülasyonundaki çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu ikamesinin, son üründe pozitif bir etki oluşturduğu söylenebilir. Literatürde çimlendirilmiş çavdar unu ikamesi ile bisküvi örneklerinin kül miktarında artış olduğu bildirilmiştir (Tok, 2017). Literatürde bildirilen başka çalışmalarda ise çimlendirme ile meydana gelen kuru madde kaybı sonucu, tanede kül içeriğinin artış gösterdiği

belirtmiştir (Dilber ve ark., 2003; Bibi ve ark., 2008). Çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu ikamesi ile bisküvilerde daha yüksek kül içeriğinin bulunmasının, buğday ununun kullanılan diğer un çeşitlerinden daha düşük kül içeriğine sahip

olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Diğer bir yaklaşım ise çavdar ve yulafta çimlendirme ile kül içeriğinde oransal bir artış meydana gelmesi ve bu artışın son ürünün kül içeriğini artırıcı bir etkide bulunmasıdır.

Çizelge 3. Bisküvilerin kimyasal özellikleri üzerine çimlendirilmiş çavdar ve kavuzsuz yulaf unlarının etkisi¹
Table 3. Effect of germinated rye and hull-less oat flours on the chemical properties of biscuits¹

Bileşen/Faktör (Component/Factor)	Un çeşidi (Flour variety)		Oran (Ratio)			
	ÇÇU	ÇYU	0	10	20	30
Nem (Moisture) (%)	4.60 ± 0.07 ^a	4.86 ± 0.18 ^a	5.66 ± 0.14 ^a	4.70 ± 0.04 ^b	4.40 ± 0.13 ^c	4.14 ± 0.20 ^d
Kül (Ash) (%)	1.63 ± 0.01 ^a	1.66 ± 0.02 ^a	1.58 ± 0.01 ^b	1.66 ± 0.01 ^a	1.66 ± 0.02 ^a	1.68 ± 0.02 ^a
Ham yağ (Crude fat) (%)	15.72 ± 0.12 ^b	16.66 ± 0.31 ^a	15.61 ± 0.23 ^c	16.01 ± 0.33 ^b	16.50 ± 0.28 ^{ab}	16.64 ± 0.02 ^a
Ham protein (Crude protein) (%)	6.99 ± 0.01 ^b	7.91 ± 0.01 ^a	7.09 ± 0.01 ^c	7.48 ± 0.01 ^b	7.55 ± 0.01 ^{ab}	7.68 ± 0.01 ^a
Karbonhidrat (Carbohydrate) (%)	71.06 ± 0.15 ^a	68.92 ± 0.42 ^b	70.06 ± 0.23 ^a	70.14 ± 0.09 ^a	69.89 ± 0.43 ^a	69.86 ± 0.26 ^a
Enerji (Energy) (kkal 100g ⁻¹)	453.65 ± 0.41 ^b	457.27 ± 1.63 ^a	449.09 ± 0.62 ^c	454.61 ± 1.83 ^b	458.22 ± 0.87 ^a	459.93 ± 0.76 ^a
TFMM ² (mgGAE kg ⁻¹)	621.75 ± 44.47 ^a	605.25 ± 31.38 ^b	568.00 ± 2.31 ^d	600.50 ± 7.72 ^c	629.25 ± 13.07 ^b	656.25 ± 17.67 ^a
Fitik asit (Phytic acid) (mg 100g ⁻¹)	194.27 ± 25.43 ^a	193.72 ± 25.93 ^a	164.40 ± 1.14 ^d	184.16 ± 1.43 ^c	203.05 ± 3.03 ^b	224.37 ± 2.20 ^a

¹Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Analiz sonuçları çift yönlü ANOVA testi ile karşılaştırılmıştır; ²TFMM: Toplam Fenolik Madde Miktarı

¹Values within a row with different superscripts differ significantly at p<0.05. Analysis results were compared with the two-way ANOVA test; ²Total phenolic content.

Bisküvi örneklerinin kimyasal özelliklerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına bakıldığında, çimlendirilmiş yulaf unu ikameli örneklerin ham yağ ve ham protein içeriklerinin, çimlendirilmiş çavdar unu ikameli örneklerden istatistiksel olarak önemli derecede yüksek olduğu görülmektedir (p<0.05). Ayrıca ikame orandaki artış ile birlikte, bisküvi örneklerinin ham yağ ve ham protein içeriklerinde istatistiksel olarak önemli bir artış olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). En yüksek protein içeriğine (%11-20) sahip tahıl çeşidi yulaftır. Ayrıca yulaf, yüksek yağ içeriğiyle de diğer tahıllardan ayrılmaktadır (Aydın, 2009). Literatürde, çimlendirilmiş yulafta protein içeriğinin %19.76'dan %21.29'a yükseldiği ve çimlendirme ile tanede çözünür protein içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Wu, 1983; Tian ve ark., 2010). Başka bir çalışmada, erişte formülasyonunda yulaf unu ikamesi ile örneklerin protein içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Aydın ve Göçmen, 2011). Örneklerin ham yağ ve ham protein içeriklerindeki artışın muhtemel sebebi, hammadde olarak kullanılan un çeşitleri arasındaki kimyasal kompozisyon farklılıklarıdır. Ayrıca bisküvi örneklerinin ham yağ ve ham protein içeriklerindeki artışta, hammaddelerde uygulanan çimlendirme prosesinin etkisinin olduğu da söylenebilir.

Çimlendirilmiş çavdar unu ikamesi ile üretilen bisküvi örneklerinin karbonhidrat içeriklerinin yulaf unu ile üretilenlere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Karbonhidrat değerlerinin aksine, çimlendirilmiş yulaf unu ikameli ürünlerin enerji değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür (p<0.05). Farklı ikame oranlarına sahip bisküvi

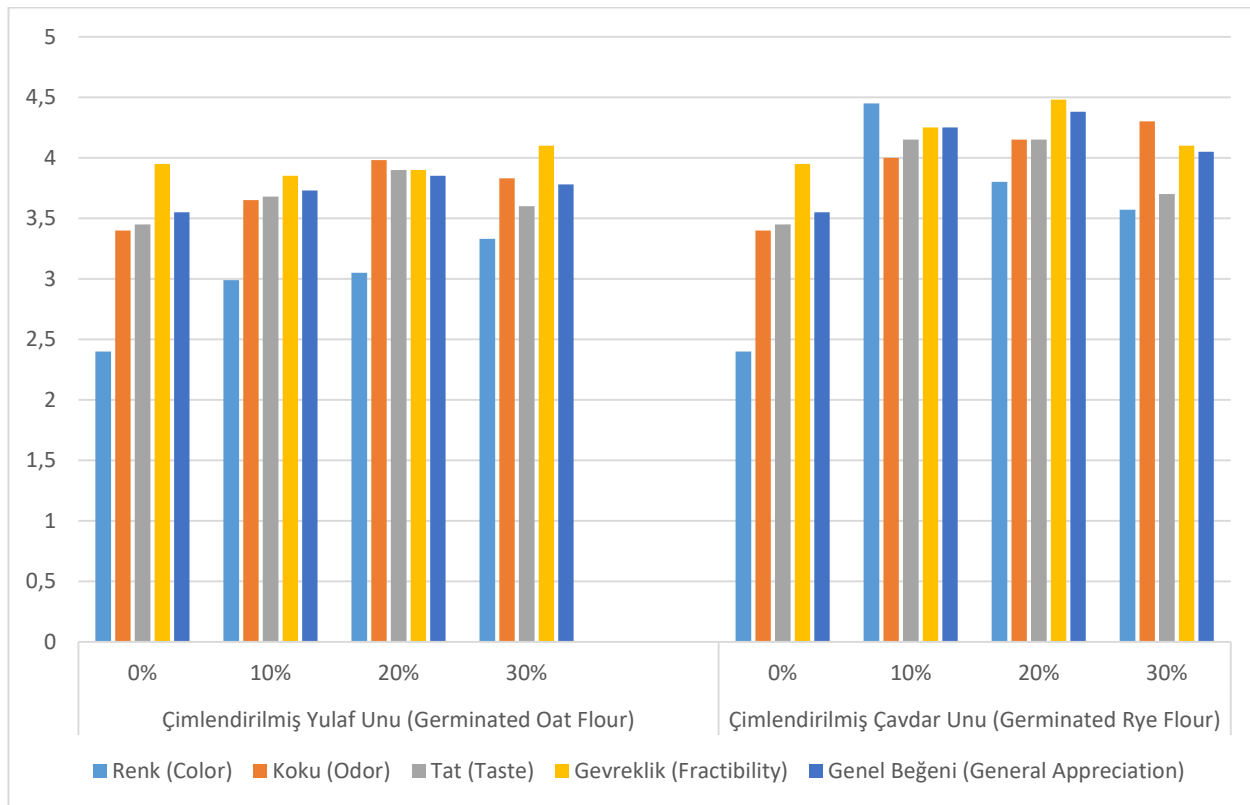
örneklerinin karbonhidrat değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmamıştır (p>0.05). Fakat ikame oranındaki artış ile örneklerin enerji değerlerinde de bir artış olduğu görülmüştür. Örneklerin karbonhidrat ve enerji değerlerindeki farklılıkların kimyasal kompozisyondaki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

Örneklerin toplam fenolik madde miktarı arasında hem un çeşidi hem de ikame oranı açısından istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (p<0.05). Çimlendirilmiş çavdar unu ikameli örneklerin toplam fenolik madde miktarı yulaf unu ikameliyle kıyasla daha yüksek bulunurken, ikame oranındaki artış örneklerin toplam fenolik madde miktarında istatistiksel olarak önemli bir artış sağlamıştır (p<0.05). Birçok bitkide önemli miktarda bulunan ve antioksidan aktivite gösteren bileşikler olan fenolik maddeler, tahıllarda özellikle tanenin dış kısımlarına yakın kepek tabakalarında yoğunlaşmaktadır (Beta ve ark., 2005). Dolayısıyla tam taneli tahıllardaki fenolik bileşik içeriği antioksidan aktiviteye önemli katkı sağlamaktadır. Tahılların ortalama antioksidan kapasitesi birçok meyve ve sebzeyle eş görülmekte, fakat proses koşulları, mevsim vb. faktörlere bağlı olarak tahıllardaki antioksidan kapasitenin değişiklik gösterebileceği belirtilmektedir (Güvendi, 2011). Literatürde çimlendirme uygulamasının çeşitli tahıl ve baklagillerde toplam fenolik madde miktarında artışa neden olduğu bildirilmiştir (Yang ve ark., 2001; Domínguez-Arispuro ve ark., 2018; Kim ve ark., 2018, Kılınçer ve Demir, 2019;). Tian ve ark. (2010) bir çalışmada, çimlendirme ile yulaf tanelerinin

toplam fenolik madde içeriğinin %0.19'dan %0.42'ye yükseldiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise bisküvi ve ekmekte çimlendirilmiş çavdar unu ikamesiyle, örneklerin toplam fenolik madde miktarının kontrol örneğine göre istatistiksel olarak önemli düzeyde daha yüksek bulunduğu tespit edilmiştir (Tok, 2017). Bu bilgiler ışığında, ÇÇU ve ÇYU ikemeli örneklerin yüksek toplam fenolik madde içeriklerinin, ikame edilen hammaddelerin tam tane şeklinde kullanılmasından ve/veya hammaddelerde çimlendirme uygulanmasından kaynaklanıyor olabileceği söylenebilir.

Bisküvi örneklerinin fitik asit değerleri arasında, un çeşidi bakımından istatistik olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Fakat çimlendirilmiş çavdar ve yulaf ununun ikame oranındaki artış örneklerin fitik asit içeriklerinin önemli düzeyde artmasına neden olmuştur ($p<0.05$).

Tahılların doğal yapısında bulunan fitik asit, bazı minerallerle kompleks oluşturarak bu minerallerin biyoyararlılığının düşmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla fitik asit ürünün besinsel kalitesi üzerinde negatif etkiye sahip, anti-besinsel bir öge olarak kabul edilmektedir (Özkaya, 2004). Fakat aynı zamanda fitik asitin antioksidan özelliğinin olduğu da bilinmektedir (Graf ve ark., 1987). Tahıllarda, fitatın büyük bir kısmı aleuron tabakasında, çok az bir kısmı ise embriyoda bulunmaktadır. Bu nedenle undaki kepek miktarı arttıkça son ürünlerdeki fitik asit miktarının da artış gösterdiği bildirilmiştir (Özkaya, 2004). Bisküvi örneklerinde çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu kullanımı ile fitik asit içeriğinde artış meydana gelmesinin muhtemel sebebinin, çavdar ve yulafın tam tane halinde öğütülmesi ve ikame edilen bu unlarda kepek ile aleuron fraksiyonlarının da bulunması olduğu söylenebilir.



Şekil 1. Bisküvi örneklerine ait duyu analizi sonuçları
Figure 1. Sensory analysis results of biscuit samples

Duyusal Analiz Sonuçları

Bisküvi örneklerinin bazı duyu özelliklerine ait veriler Şekil 1'de özetlenmiştir. Duyu analizi sonuçlarına göre, genel olarak çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu ikamesi bisküvilerin duyu özelliklerini geliştirici etkide bulunmuş, çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu ikamesine sahip örnekler panelistler tarafından daha çok beğeni kazanmıştır. Çimlendirilmiş çavdar unu ikamesi yapılan örneklerin ise duyu değerlendirmede,

çimlendirilmiş yulaf unu ikemeli örneklere kıyasla daha yüksek puanlara sahip olduğu tespit edilmiştir. En iyi renk (4.45 puan) ve görünüş (4.15 puan) değerlerinin %10 ÇÇU ikemeli örnekte, en iyi tat (4.15 puan), gevreklik (4.48 puan) ve genel beğeni (4.38 puan) değerlerinin %20 ÇÇU ikemeli örnekte, en iyi koku (4.30 puan) değerinin ise %30 ÇÇU ikemeli örnekte olduğu tespit edilmiştir. Tüm kriterler ve örnekler birlikte değerlendirildiğinde; en çok beğeni kazanan örneklerin %10 ve %20 çavdar

unu ikameli örnekler olduğu, en az beğeni kazanan örneğin ise %0 ikame oranına sahip kontrol bisküvi örneği olduğu görülmüştür. Yapılan bir çalışmada, üniversite öğrencileri tarafından en çok tercih edilen bisküvi çeşitlerinin %17.3 oranında kepekli-yulafli ürünler, %17.0 oranında ise sade bisküviler olduğu sonucu elde edilmiştir (Karaağaoğlu ve ark., 1993). Dolayısıyla, duyuşal değerlendirme verileri de göz önüne alınarak, çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu ikamesinin bisküvilerin albenisini artırdığı sonucuna varılabilir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu ikamesiyle bisküvi örneklerinin L* değeri azalırken, a* ve b* değerleri artış göstermiştir. İkame oranındaki artış ile bisküvilerin sertliği, çapları ve yayılma oranları artmış, kalınlıkları ise azalmıştır. Artan oranda çimlendirilmiş çavdar ve yulaf unu ikamesi örneklerin kül, ham yağ, ham protein, enerji, toplam feolik madde ve fitik asit içeriklerini artırıcı bir etki gösterirken, nem içeriğini ise azaltıcı bir etki göstermiştir. Duyusal değerlendirmede ise %10 ve %20 ikame oranına sahip çimlendirilmiş çavdar unu ikameli örnekler, kontrol örneğinden dahi yüksek puanlar elde ederek en çok beğenilen örnekler olmuştur.

Sonuç olarak; bisküvi formülasyonuna çimlendirilmiş çavdar ve kavuzsuz yulaf ununun dahil edilmesi, son ürünün besinsel içeriğini artırmış, teknolojik özelliklerini geliştirmiş ve duyuşal olarak ürünün daha albenili olmasını sağlamıştır. Dolayısıyla, çimlendirilmiş çavdar ve yulafın, bisküvi formülasyonunda kaliteyi artırıcı hammaddeler olarak kullanımı önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma Sümeyye Dursun Şirin'in yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiş ve Necmettin Erbakan Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından 211319001 proje numarası ile desteklenmiştir. Yazar Nezahat Olcay, Yenilikçi Gıda İşleme Teknolojileri ve Gıda Biyoteknolojisi alanında Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK) 100/2000 Doktora Bursiyeridir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Çalışma verileri Sümeyye Dursun Şirin ve Nezahat Olcay tarafından gerçekleştirilen laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilmiştir. İstatistiksel analizler, verilerin yorumlanması ve makalenin yazımı tüm yazarların eşit oranda katkısı ile gerçekleştirilmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- AACC 1990. American association of cereal chemists, Approved methods of the AACC. 8th Edition, Saint Poul, Minnesota, USA.
- Adeola AA, Ohizua ER 2018. Physical, Chemical, and Sensory Properties of Biscuits Prepared from Flour Blends of Unripe Cooking Banana, Pigeon Pea, and Sweet Potato. *Food Science & Nutrition* 6: 532-540.
- Ahlborn GJ, Pike OA, Hendrix SB, Hess WM, Huber CS 2005. Sensory, Mechanical and Microscopic Evaluation of Staling in Low-Protein and Gluten Free Breads. *Cereal Chemistry* 82(3): 328-335.
- Aydın E 2009. Yulaf Katkısının Eriştenin Kalite Kriterlerine Etkisi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- 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 JA, Ayo VA, Igweaka CC 2018. Phytochemical, Physicochemical and Sensory Quality of Acha-Orange Peel Flour Blend Biscuits. *Publication of Nasarawa State University, Keffi* 14(1): 81-90.
- Baumgartner B, Özkaya B, Saka I, Özkaya H 2018. Functional and Physical Properties of Cookies Enriched with Dephosphorylated Oat Bran. *Journal of Cereal Science* 80: 24-30.
- Baytop T 1999. *Therapy with Medicinal Plants in Turkey*. 2nd Edition, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.
- Bei Q, Liu Y, Wang L, Chen G, 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 JE, Sapirstein HD 2005. Phenolic Content and Antioxidant Activity of Pearled Wheat and Roller-Milled Fractions. *Cereal Chemistry* 82(4): 390-393.
- Bewley JD, Black M (Eds.) 1994. *Seeds: Physiology of Development and Germination*. Second Ed., Plenum Press, New York.
- Bhatty RS 1996. Production of Food Malt from Hull-Less Barley. *Cereal Chemistry* 73: 75-80.
- Bibi N, Aurang Z, Amal BK, Mohammad SK 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.
- Bushuk W 2001. Rye Production and Uses Worldwide. *Cereal Foods World* 46(2): 70-73.
- Butt MS, Tahir-Nadeem M, Khan MK, Shabir R, Butt MS 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

- İncelenmesi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Malatya.
- Chen D, Shi J, Hu X, 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.
- 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 sy.
- Dal B 2012. Tam Tahıl Ürünleri ve Bulgurun Türkiye’de Yeri, Önemi, Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Antalya.
- Demir MK 2015. Bisküvi Üretiminde Tam Buğday Unu ve Paçallarının Kullanımı. *Journal of Agricultural Sciences* 21(1): 100-107.
- Dilber A, Türker S, Elgün A 2003. Çimlendirilmiş Bir Buğday Ürünü Olan Azık Üzerine Araştırmalar. *Gıda Dergisi* 28(4): 409-414.
- Domínguez-Arispuro DM, Cuevas-Rodríguez EO, Milán-Carrillo J, León-López L, Gutiérrez-Dorado R, 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.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No 295, Ankara.
- Francis FJ 1998. Food Analysis, Colour Analysis. Nielsen SS (Eds.), An Aspen Publishers, Maryland, Gaithersburg, USA, 599-612 sy.
- Gamez-Meza N, Noriega-Rodríguez JA, Medina-Juarez LA, Ortega Garcia J, Cazarez-Casanova R, 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.
- Gökgöl M 1969. Serin İklim Hububatı. Ziraati ve İslahı, Özaydın Matbaası, İstanbul.
- Graf E, Empson KL, Eaton JW 1987. Phytic Acid: A Natural Antioxidant. *The Journal of Biological Chemistry* 262(24): 11647-11650.
- Güvendi Ö 2011. Besinsel Lif ve Antioksidanca Zengin Tahıllardan Geleneksel Yöntem ile Erişte Üretimi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bolu.
- Haug W, Lantzsich HJ 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, 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.
- Holland JB, Frey KJ, Hammond EG 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.
- Kahraman Ö 2011. Süt ve Süt Ürünlerinin Çinko ile Zenginleştirilmesine İlişkin Yaklaşımlar. *Gıda* 36(4): 241-248.
- Karaağaoğlu N, Başoğlu S, Mercanlıgil SM, Karakaynak N, Yalçın G, Seçkiner S, 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.
- Karaağaoğlu N, Karabudak E, Yavuz S, Yüksek O, Dinçer D, Tosunbayraktar G, Eren HF 2008. Çeşitli Ekmeklerin Protein, Yağ, Nem, Kül, Karbonhidrat ve Enerji Değerleri. *Gıda* 33(1): 19-25.
- Kariluoto S 2008. Foliates in Rye: Determination and Enhancement by Food Processing. Helsinki Üniversitesi Uygulamalı Kimya ve Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, İsveç.
- Katina K, Liukkonen, KH, Kaukovirta-Norja A, Adlercreutz H, Heinonen SM, Lampi AM, 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, Wilhelmson A, Poutanen K 2004. Germination: A Means to Improve the Functionality of Oat. *Agricultural and Food Science* 13: 100-112.
- Kaur H, Gill BS 2020. Comparative Evaluation of Physicochemical, Nutritional and Molecular Interactions of Flours from Different Cereals as Affected by Germination Duration. *Journal of Food Measurement and Characterization* 14(3): 1147-1157.
- Khattak AB, Zeb A, Bibi N, Khalil SA, Khattak MA 2007. Influence of Germination Techniques on Phytic Acid and Polyphenols Content of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Sprouts. *Food Chemistry* 104(3): 1074-1079.
- Kılınçer FN, Demir MK 2019. Çimlendirilmiş Bazı Tahıl ve Baklagillerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Gıda/The Journal Of Food* 44(3): 419-429.
- Kim MJ, Kwak HS, Kim SS 2018. Effects of Germination on Protein, γ -Aminobutyric Acid, Phenolic Acids, and Antioxidant Capacity in Wheat. *Molecules* 9(23): 2244-2257.
- Kissell LT, Pomeranz Y, Yamazaki WT 1971. Effects of Flour Lipids on Cookie Quality. *Cereal Chemistry* 48: 655-662.

- Liu J 2010. Beta-Glucan Effects on Pasting Properties and Potential Health Benefits on Flours from Different Oat Lines. Iowa State Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, ABD.
- Mankan E 2008. Hamurun Fiziksel Özelliklerinin Çavdar Ekmeğinin Kalitesi Üzerine Etkisi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
- Márton M, Mándoki Z, Csap-Kiss ZS, Csapo J 2010. The Role of Sprouts in Human Nutrition, A Review. *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria* 3: 81-117.
- Nandeesh K, Jyotsna R, Venkateswara Rao G 2011. Effect of Differently Treated Wheat Bran on Rheology, Microstructure and Quality Characteristics of Soft Dough Biscuits. *Journal of Food Processing and Preservation* 35(2): 179-200.
- Okur B, Madenci AB 2019. Çiğ Beslenme (Raw Food) Akımında Çimlendirilmiş Hububat ve Baklagillerin Önemi. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies* Konya 7(1): 664-675.
- Özkaya B 2004. Ekmeğin Fitik Asit Miktarına Çeşit ve Ekstraksiyonun Etkisi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje No: 2002-07-11-064, Ankara.
- Peterson DM 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 sy.
- Slinkard K, Singelton VL 1977. Total Phenolic Analysis, Automation and Comparison with Manual Methods. *American Journal of Enology and Viticulture* 28(1): 49-55.
- Tian B, Xie B, Shi J, Wu J, Cai Y, Xu T, Xue S, 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. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- TSE: Türk Standartları 1991. Bisküvi, TS 2383, Şubat.
- Turan Ş 2014. Ülkemizde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Tıbbi Bitkilerin Yapraklarında Ağır Metal ve Mineral Besin Element İçeriklerinin Tayini. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Wu YV 1983. Effect of Germination on Oats and Oat Protein. *USDA* 60(6): 418.
- Xu MJ, Dong JF, Zhu MY 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.
- Yang TK, Basu B, Oraikul F 2001. Studies on Germination Conditions and Antioxidant Contents of Wheat Grain. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 52(4): 319-330.