

Atf İçin: Cankurtaran Kömürcü, T. ve Bilgiçli, N. (2023). Glutenli ve Glutensiz Bisküvilerin Kestane, Lüpen ve Balkabağı Unlarından Hazırlanan Kompozit Un ile Zenginleştirilmesi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(3), 1724-1737.

To Cite: Cankurtaran Kömürcü, T. & Bilgiçli, N. (2023). Enrichment of regular and gluten-free cookies with composite flour produced chestnut, lupin and pumpkin flours. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(3), 1724-1737.

Glutenli ve Glutensiz Bisküvilerin Kestane, Lüpen ve Balkabağı Unlarından Hazırlanan Kompozit Un ile Zenginleştirilmesi

Tekmile CANKURTARAN KÖMÜRCÜ, Nermin BİLGİÇLİ*

Öne Çıkanlar:

- Kompozit un kestane, lüpen ve balkabağı unlarının eşit oranda karıştırılması ile hazırlanmıştır
- Kompozit un kullanımı toplam fenolikleri ve antioksidan aktiviteyi geliştirmiştir
- Kompozit unlardan elde edilen bisküviler, üstün besleyici nitelikler sergilemiştir

Anahtar Kelimeler:

- Kompozit un
- Bisküvi
- Glutensiz
- Atıştırmalık

ÖZET:

Bu çalışmada, kestane (*Castanea sativa*), lüpen (*Lupinus albus*) ve balkabağı (*Cucurbita moschata*) unlarının eşit oranda birleştirilmesiyle elde edilen kompozit un atıştırmalık ürünleri çeşitlendirmek ve geliştirmek için glutenli ve glutensiz bisküvi formülasyonunda kullanılmıştır. Kompozit un glutenli bisküvilerde buğday unu ile, glutensiz bisküvilerde ise mısır nişastası:pirinç unu karışımı ile %12, 24, 36 ve 48 oranlarında yer değiştirilerek kullanılmış ve bisküviler fiziksel, kimyasal ve duyu özellikler açısından değerlendirilmiştir. Artan oranda kompozit un kullanımı ile her iki bisküvi çeşidinde de L^* değeri azalırken, a^* ve b^* değerleri artış göstermiştir. Glutenli bisküvilerin yayılma oranı %36-48 kompozit un kullanımı ile düşmüştür. %12 ve üzeri kompozit un kullanım oranlarında glutenli ve glutensiz bisküvilerin sertlikleri artmıştır. Kontrol bisküvi örnekleri ile karşılaştırıldığında, bisküvi formülasyonlarında %48 oranında kompozit un kullanımı ile protein ve antioksidan aktivite değerleri glutensiz örneklerde sırasıyla 2.4 ve 2.5 kat artış sağlarken, glutenli bisküvi örneklerinde sırasıyla 1.4 ve 2.6 kat artış göstermiştir. Kompozit unun en düşük kullanım oranı bile hem glutenli hem de glutensiz bisküvilerin Ca, K, Mg, Mn ve P miktarında artış sağlamıştır. Kompozit unun %12 kullanım oranı ile her iki bisküvi çeşidinde de en yüksek genel kabul edilebilirlik değerleri elde edilmiştir.

Enrichment of regular and gluten-free cookies with composite flour produced chestnut, lupin and pumpkin flours

Highlights:

- Composite flour was prepared by mixing chestnut, lupine and pumpkin flours in equal proportions
- The use of composite flour improved total phenolics and antioxidant activity
- The cookies from the composite flours exhibited superior nutritional qualities

Keywords:

- Composite flour
- Cookie
- Gluten-free
- Snack

ABSTRACT:

In this study, the composite flour obtained by mixing chestnut, lupine and pumpkin flours in equal proportions was used in gluten-free and regular cookie formulations to increase diversify and improve snack products. Composite flour was used as replaced with wheat flour in regular cookie and replaced with corn starch: rice flour mixture in gluten-free cookie at 12, 24, 36 and 48 ratios. Physical, chemical and sensory properties of cookies were evaluated. With increasing ratio of composite flour, L^* value of cookies decreased, but a^* and b^* values increased in both cookie varieties. Spread ratio of regular cookie decreased with the use of 36-48% composite flour. The hardness of regular and gluten-free cookies increased at 12% and above composite flour usage ratios. With utilization of 48% composite flour in the cookie formulations, protein and antioxidant activity values increased 2.4 and 2.5 times for gluten-free samples, and increased 1.4 and 2.6 times for regular cookie samples compared to their controls. Ca, K, Mg, Mn and P content of both gluten-free and regular cookies increased at even the lowest usage ratio of composite flour. The highest general acceptability values were obtained in both cookie types with 12% usage ratio of composite flour.

Tekmile CANKURTARAN-KÖMÜRCÜ (Orcid ID: 0000-0001-7281-209X), Nermin BİLGİÇLİ (Orcid ID: 0000-0001-5490-9824), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Nermin BİLGİÇLİ, e-mail: nerminbil2003@hotmail.com

Makalenin bir kısmı 18-26 Nisan 2016 tarihlerinde İstanbul'da düzenlenen "15th International Cereal and Bread Congress" poster olarak sunulmuştur.

GİRİŞ

Dünya çapında her yaş grubu tarafından yaygın olarak tüketilen bisküvi; un, şeker ve yağ ana bileşenlerini içeren fırınlanmış bir gıda ürünüdür. Bisküviler, nem içeriği %5'in altında, uzun raf ömürlü, düşük maliyetli, farklı şekil ve tatları ile yemeye hazır atıştırmalıkların başında gelmektedir (Wesley ve ark., 2021). Uzmanların, düşük protein ve yüksek şeker içeriğine sahip bu ürünlerin toplum içinde yaygınlaşan obezite ve diyabet gibi çeşitli sağlık sorunlarına neden olabileceğini bildirmelerine rağmen, dünya çapında tüketim miktarları oldukça yüksektir (Pareyt ve ark., 2009). Bu nedenle, atıştırmalık ürünlerin besin değerini iyileştirmeye ve farklı sağlık problemleri (çölyak, laktoz intoleransı vb.) yaşayan bireyler için ürün formülasyonları geliştirmeye yönelik çalışmalar artış göstermiştir. Çölyak, genetik faktörlerden kaynaklı glutene duyarlı bireylerde görülen, dünya çapında en yaygın kronik hastalıklar arasındadır. Bağışıklık sisteminin, diyet ile buğday, arpa, yulaf ve çavdardan alınan gluten proteinlerine gösterdiği reaksiyon sonucunda ortaya çıkan bir ince bağırsak bozukluğu olup, tedavisi için ömür boyu glutensiz beslenme önerilmektedir (Di Cairano ve ark., 2018). Bu kapsamda gluten içermeyen farklı un kaynaklarının kullanılması son derece önemlidir. Son zamanlarda daha işlevsel ve yüksek kaliteye sahip glutenli (normal) ve glutensiz bisküviler üretmek için çeşitli tahıl, baklagil, sebze ve meyvelerden elde edilen unlar yaygın olarak kullanılmaktadır (Xu ve ark., 2020a). Glutensiz bisküvi üretimi için pirinç ve mısır unları/nişastaları, buğday ununun yerine tercih edilen en popüler alternatifler olarak kabul edilmektedir (Xu ve ark., 2020b). Bununla birlikte; baklagil unları, yüksek miktarda protein, lif ve dirençli nişasta içerikleri, daha sağlıklı yağ asidi bileşimleri ve düşük yağ miktarları dolayısıyla, nihai ürünlerin besleyici kalitesini iyileştirmek amacıyla, sebze ve meyve unları ise renk özelliklerini, fitokimyasal ve lif içeriklerini artırmak amacıyla yaygın olarak kullanılabilir (Giuberti ve ark., 2018; Cappa ve ark., 2020).

Kestane; nişasta, esansiyel amino asitler, diyet lifleri, E vitamini, B grubu vitaminleri, fenolik bileşikler, potasyum, fosfor ve magnezyum için iyi bir kaynak olup, ağırlıklı olarak doymamış yağ asitlerinden oluşan düşük yağ içeriğine sahiptir (Borges ve ark., 2008).

Lüpen; farklı topraklarda ve iklimlerde yetişen değerli bir antik baklagil bitkisidir. Yüzyıllarca Akdeniz bölgesindeki insanlar ve And dağlarında yaşayanlar tarafından gıda olarak kullanılmıştır. Lüpen yüksek lizin, düşük metiyonin içeriği ile lizin bakımından fakir ve kükürt içeren amino asitlerce nispeten daha zengin olan buğday unu proteinlerini tamamlayıcı özellik göstermektedir (Blokksma ve Bushuk, 1988). Bununla birlikte yapılan çalışmalar; besinsel açıdan zengin olan lüpen ununun makarna ve ekmek gibi gıda formülasyonlarına renk, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik özelliklerini geliştirmek açısından %20'ye kadar dahil edilebileceğini göstermiştir (Yaver ve Bilgiçli, 2021; Krawecka ve ark., 2022).

Balkabağı; mineraller, vitaminler ve yüksek oranda antioksidan içeren, β -karoten açısından zengin, düşük kalorili besleyici bir gıda maddesidir (Fathonah ve ark., 2020). Balkabağı ununun lif içeriği %14-21 arasında değişmekte olup, yüksek lifli gıdalar grubunda yer almaktadır (Foschia ve ark., 2013). Rismaya ve ark. (2022), balkabağının mineraller, β -karoten, lif ve vitaminler açısından değerli olduğunu ve balkabağı ununa dönüştürülerek buğday unu yerine kurabiye ve kek gibi unlu mamullerin üretiminde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada; kestane, lüpen ve balkabağı unlarının eşit oranda karıştırılması ile elde edilen kompozit un ile glutenli ve glutensiz bisküvi üretimi amaçlanmıştır. Bu alanda bazı çalışmalar olmakla birlikte, kestane, lüpen ve balkabağı gibi farklı üstünlükleri olan hammaddelerin bir araya getirildiği un paçalı ile daha işlevsel ve yüksek besinsel kaliteye sahip hem glutenli hem de glutensiz bisküvi üretilmemiş olması nedeniyle bu çalışma farklılık göstermektedir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bisküvi üretiminde kullanılmak üzere rafine *Triticum compactum* buğday unu, bitkisel katı yağ, sodyum bikarbonat ve amonyum bikarbonat Karaman'da faaliyet gösteren bir bisküvi fabrikasından, mısır nişastası (Bağdat, Ankara, Turkey), pirinç unu (Bağdat, Ankara, Turkey), pudra şekeri (Pakmaya, İzmit, Türkiye), yağsız süt tozu (Bağdat, Ankara, Türkiye), tuz (Salina, Konya, Türkiye), vanilya (Dr. Oetker, İzmir, Türkiye) Konya'da faaliyet gösteren yerel bir marketten temin edilmiştir. Geleneksel olarak acılığı giderilmiş lüpen, kestane ve balkabağı Konya'da yerel pazardan satın alınmıştır.

Metot

Lüpen unu üretimi: Acılığı giderilmiş olarak temin edilen yaş lüpen tohumları 60 °C'de etüvde (Nüve KD-200, Ankara, Türkiye) %12 nem içeriğine gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulduktan sonra, tohumlar bir çekiçli değirmende (FN-3100 Laboratory Mill; Perten Instruments AB, Huddinge, İsveç) öğütülerek 212 µm gözenek aralığına sahip elekten elenmiş ve elde edilen örnekler kullanılıncaya kadar -18 °C'de buzdolabında (Vestel, CD6001-E, Manisa, Türkiye) polietilen ambalajlarda muhafaza edilmiştir.

Balkabağı unu üretimi: Dış kabuğu soyulan balkabağının çekirdekleri uzaklaştırılmış ve kurutulmak üzere ince dilimler halinde kesilmiştir. Kabak dilimleri, nem içeriği %12'ye gelinceye kadar 60 °C'de etüvde (Nüve KD-200, Ankara, Türkiye) kurutulmuştur. Kurutulmuş kabak dilimleri laboratuvar tipi bir öğütücüde (Arçelik K3104, İstanbul, Türkiye) öğütülerek 212 µm gözenek aralığına sahip elekten elenmiş ve elde edilen örnekler kullanılıncaya kadar -18 °C'de buzdolabında (Vestel, CD6001-E, Manisa, Türkiye) polietilen ambalajlarda muhafaza edilmiştir.

Kestane unu üretimi: Kaynayan su içerisinde 10 dk bekletilen kestanelerin dış ve iç kabukları soyulmuş ve boyut küçültme işlemi yapıldıktan sonra nem içeriği %12'ye ulaşıncaya kadar 60 °C'de bir etüvde kurutulmuştur. Kurutulmuş kestaneler, kestane unu üretmek amacıyla laboratuvar tipi bir öğütücüde (Arçelik K3104, İstanbul, Türkiye) öğütülerek 212 µm gözenek aralığına sahip elekten elenmiş ve elde edilen örnekler kullanılıncaya kadar -18 °C'de buzdolabında (Vestel, CD6001-E, Manisa, Türkiye) polietilen ambalajlarda muhafaza edilmiştir.

Bisküvi üretimi

Standart glutenli kontrol bisküvi formülasyonunun bileşenleri rafine buğday unu (100 g), pudra şekeri (40 g), sofr tuzu (1.25 g), sodyum bikarbonat ve amonyum bikarbonat (1.5 g), yağsız süt tozu (1 g), vanilya (0.5 g) ve istenilen kıvamı elde etmek için yeterli miktarda sudan (16 ml) oluşmaktadır. Glutensiz kontrol bisküvi formülasyonu ise; mısır nişastası: pirinç unu (50:50 g), pudra şekeri (40 g), sofr tuzu (1.25 g), sodyum bikarbonat ve amonyum bikarbonat (1.5 g), yağsız süt tozu (1 g), vanilya (0.5 g) ve istenilen kıvamı elde etmek için yeterli miktarda sudan (14 ml) oluşmaktadır. Bisküvi formülasyonunda yer alan bileşenler laboratuvar tipi bir mikserde (Hobart N50, Canada Inc., North York, Ontario, Kanada) karıştırıldıktan sonra düşük hızda (1. seviye - 136 rpm) 5 dk ve yüksek hızda (2. seviye - 281 rpm) 2 dk yoğrulmuştur. Elde edilen hamur yaklaşık 5 mm kalınlığa inceltip, yuvarlak şekil verildikten sonra bir fırında (Vestel SF8401, Manisa, Türkiye) 180 °C'de 18 dk pişirilmiştir. Pişirilen bisküviler 2 saat oda sıcaklığında (24±1 °C) soğumaya bırakılmış ve ardından paketlenerek analizlere kadar oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Eşit oranda kestane, lüpen ve balkabağı unundan oluşan un paçalı kullanılarak formüle edilen bisküvi örnekleri; %12, 24, 36 ve 48 oranında buğday unu ve/veya mısır nişastası:pirinç unu paçalı ile yer değiştirilerek üretilmiştir.

Renk analizi

Hammaddelerin ve bisküvi örneklerinin renk özellikleri Minolta CR-400 (Konica Minolta, Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak ölçülmüş, L^* (parlaklık), a^* (kırmızı-yeşil) ve b^* (sarı- mavi) değerleri belirlenmiştir. Hue (renk özü) değeri $a^*>0$ ve $b^*>0$ için $\arctan(b^*/a^*)$; $a < 0$ and $b > 0$ için $\text{Hue} = \arctan[b^*/a^*] + 180^\circ$ formülü ile, SI (doygunluk indeksi) değeri ise $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır (Francis, 1998).

Fiziksel analizler

Örneklerin çap ve kalınlık değerleri bir mikrometre (Mitutoyo, Minoto-Ku, Tokyo, Japan) ile belirlenmiştir. Bisküvilerin yayılma oranı; çap değerlerinin kalınlık değerlerine bölünmesiyle hesaplanmıştır (AACC, 2002).

Glutenli ve glutensiz bisküvi örneklerinin tekstürel özelliklerinden sertlik TA-XT plus (Stable Microsystems, Surrey, Birleşik Krallık) tekstür analiz cihazında ve 3 nokta kırılma testi (three point bend rig) metoduna göre yükleme hücresi: 5 kg, ön-test hızı: 1.0 mm/sn, test hızı: 3.0 mm/sn, son-test hızı: 10.0 mm/sn, uzaklık: 5 mm, tetikleyici güç: 50 g parametreleri kullanılarak “g” olarak ölçülmüştür (Singh ve ark., 2015).

Kimyasal analizler

Bisküvilerin üretiminde kullanılan hammaddelerin ve bisküvi örneklerinin nem, kül, protein ve yağ miktarlarının belirlenmesinde sırasıyla AACC 44-19, AACC 08-01, AACC 46-30 ve AACC 30-25 metotları kullanılmıştır (AACC, 2000).

Toplam fenolik madde ekstraksiyonu

Fenolik maddelerin örneklerden ekstraksiyonu için Beta ve ark. (2005) tarafından belirtilen metot modifiye edilerek kullanılmıştır. Öğütülerek 500 µm altına elenmiş 1 gr örnek 10 ml asitleştirilmiş metanol (HCl / metanol / su, 1:80:10, v/v) ile karıştırılmış ve karışım 2 saat oda sıcaklığında (24 ± 1 °C) çalkalamalı su banyosunda (Daihan Wisebath WSB-30, Gangwon, Güney Kore) çalkalanmış ardından 3000 rpm’ de 10 dk santrifüj (Hermle Z 326 K, Wehingen, Almanya) edilmiştir. Elde edilen süpernatantlar filtreden geçirilerek analizde kullanılmıştır.

Toplam fenolik madde analizi

Örneklerinin toplam fenolik madde (TFM) miktarları Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak kolorimetrik olarak belirlenmiştir. Elde edilen süpernatanttan alınan 100 µl örnek 500 µl Folin-Ciocalteu reaktifi (%10’luk, h/h, suda) ile muamele edilmiş ve 5 dakika sonra 1.5 ml sodyum karbonat çözeltisi (%20’lik, h/h, suda) eklenmiş ve son hacim saf su ile 10 ml’ye tamamlanmıştır. Örnekler vortekslendikten (WiseMix, VM-10, WITEG Labortechnik, Almanya) sonra karanlık koşullarda oda sıcaklığında 2 saat inkübe edilmiş ve örneklerin absorbansı spektrofotometrede (Biochrom Libra S22, Cambridge, Birleşik Krallık) 760 nm dalga boyunda okunmuştur. TFM miktarı g gallik asit eşdeğeri (GAE)/kg olarak hesaplanmıştır (Slinkard ve Singelton, 1977).

Antioksidan aktivite analizi

Örneklerin antioksidan aktivite değeri, 2-2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) metoduna göre belirlenmiştir (Gyamfi ve ark., 1999). Analiz için; 100 µl süpernatant üzerine sırasıyla 900 µl Tris-HCl tampon çözeltisi ve 2 ml DPPH çözeltisi eklenmiş ve vortekslendikten sonra ışık görmeyen bir ortamda (24 ± 1 °C) 30 dk inkübe edilmiştir. İnkübe edilen örneklerin absorbansı spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda okunmuş ve antioksidan aktivite mg trolox equivalent (TE)/kg olarak verilmiştir.

Mineral madde analizi

Hammadde ve bisküvi örneklerinin Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, P ve Zn içeriğini belirlemek için indüktif eşlenmiş plazma - atomik emisyon spektrofotometresi (ICP-AES, Vista serisi, Varian International AG, Zug, İsviçre) kullanılmıştır. Belli miktardaki (0.3 g) örnek üzerine sülfürik asit + nitrik asit (Merck, Almanya) karışımı (10 ml) ilave edilmiş ve elde edilen karışım mikrodalga (Cem 41 Mars 5, North Carolina, ABD) içeren bir yakma ünitesinde yakılarak filtreden geçirilen süzüntülerin ICP-AES cihazı kullanılarak mineral madde miktarları belirlenmiştir (Skujins, 1998).

Duyusal analizler

Bisküvilerin renk, görünüş, tat, koku, gevreklik ve genel kabuledilebilirlik özelliklerini içeren duyusal analizleri, Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarında 6 kadın ve 6 erkekten oluşan 12 panelist (23-52 yaş) tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistler örneklerin duyusal parametrelerini, 1-7 hedonik skala (1: aşırı kötü, 7: aşırı iyi) kullanılarak değerlendirilmiştir (Okpala ve Chinyelu, 2011; Maghaydah ve ark., 2013).

İstatistiksel analizler

İstatistiksel analiz, JMP istatistik programı, sürüm 10.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ortalamalar Tukey HSD testi kullanılarak karşılaştırılmıştır ($p < 0.05$).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bisküvi Örneklerinin Renk Özellikleri

Bisküvi örneklerine ait L^* , a^* , b^* , Hue ve SI değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Glutenli ve glutensiz bisküvi üretiminde kullanılan buğday, mısır, pirinç, kestane, lüpen ve balkabağı unlarının L^* , a^* ve b^* renk değerleri sırasıyla 93.52, -1.19, 11.06; 98.53, -1.68, 5.57; 94.75, -1.32, 7.70; 84.03, 1.07, 16.62; 84.28, -0.14, 32.36; 61.48, 27.24, 65.04 olarak belirlenmiştir. Çizelge 1 de görülebileceği gibi, bisküvilerin renk değeri sonuçları, bisküvilerde kullanılan "kompozit un oranı" açısından glutenli ve glutensiz bisküviler için ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Ayrıca "bisküvi çeşidi" açısından (glutenli ve glutensiz) bisküvilerin renk değeri ortalamaları birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Glutensiz bisküvi örneklerinin L^* , a^* , b^* , Hue ve SI renk değerleri sırasıyla 58.61-83.25, -0.14-13.11, 21.66-61.23, 79.00-90.38 ve 21.66-62.93 arasında, glutenli bisküvi örneklerinin ise aynı renk değerleri sırasıyla 57.45-79.10, 0.08-14.57, 27.29-67.44, 76.61-89.84 ve 27.29-68.70 arasında değişmiştir (Çizelge 1). Elde edilen sonuçlara göre glutenli ve glutensiz olmak üzere her iki bisküvi formülasyonunda da kompozit un kullanımı bisküvi örneklerinin parlaklık değerini (L^*) azaltırken, a^* ve b^* renk değerlerini artırmıştır. Sonuçlar bisküvi çeşidi açısından değerlendirildiğinde; ortalama L^* ve b^* renk değerleri glutensiz bisküvi örneklerinde, ortalama a^* değeri ise glutenli bisküvi örneklerinde istatistiki olarak ($p < 0.05$) yüksek bulunmuştur. Renk, tüketici tarafından ürünün kabul edilebilirliğini yansıtan kalite özelliklerinden biridir. Renk özellikleri, ürünün pişirilmesiyle indüklenen karamelizasyon ve Maillard reaksiyonları ile formülasyonda kullanılan hammaddelerin renk özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Sibian ve Riar, 2020). Bisküvi hamurunun pH'sı Maillard reaksiyonunun oluşumu için oldukça uygundur. Martins ve ark. (2000) tarafından, esmerleşme reaksiyonunun optimum pH'sının 6.1-8.2 olduğu bildirilmiştir. Bisküvinin pişirildiği sıcaklık (180 °C'de 18 dk) ve hamurunun pH'sı (6.12-6.40) bu reaksiyonlar için oldukça elverişlidir. Farklı kompozit unlar ile hazırlanan bisküvi örneklerinin renk değerleri için benzer sonuçlar Turksoy ve Özkaya (2011), Bala ve ark. (2015) ve El-Maasoud ve Ghaly (2018) tarafından da bildirilmiştir. Araştırmacılar, tahıl ürünlerinde balkabağı posası, kestane unu ve lüpen unu kullanımı ile a^* ve b^* değerlerinin arttığını ancak L^* değerinin azaldığını belirtmişlerdir. Elde edilen sonuçlar Hue ve SI değerleri açısından değerlendirildiğinde;

artan kompozit un ilave oranı ile bisküvi örneklerinin Hue değerleri düşerken, SI değerleri artış göstermiş ve glutensiz bisküvi örneklerinde (sırasıyla 85.07 ve 55.13) glutenli bisküvi örneklerine göre (sırasıyla 82.41 ve 50.86) daha yüksek ortalama Hue ve SI değerleri elde edilmiştir.

Çizelge 1. Bisküvi örneklerinin renk değerleri¹

Bisküvi çeşidi	KUO ² (%)	L*	a*	b*	Hue	SI
Glutensiz	0	83.25±0.11 ^a	-0.14±0.02 ^c	21.66±0.70 ^e	90.38±0.06 ^a	21.66±0.64 ^e
	12	74.72±0.16 ^b	1.84±0.04 ^d	49.31±0.38 ^d	88.17±0.35 ^b	49.45±0.35 ^d
	24	67.57±0.02 ^c	4.50±0.09 ^c	54.57±0.12 ^c	85.88±0.49 ^c	55.28±0.14 ^c
	36	64.18±0.18 ^d	9.20±0.04 ^b	58.29±0.05 ^b	81.90±0.24 ^d	59.36±0.14 ^b
	48	58.61±0.17 ^e	13.11±0.08 ^a	61.23±0.12 ^a	79.00±0.12 ^e	62.93±0.11 ^a
Glutenli	0	79.10±0.10 ^a	0.08±0.09 ^e	27.29±0.21 ^e	89.84±.20 ^a	27.29±0.21 ^e
	12	73.80±0.10 ^b	3.72±0.07 ^d	57.37±0.00 ^d	85.69±0.49 ^b	57.40±0.00 ^d
	24	65.45±0.04 ^c	8.86±0.18 ^c	62.51±0.25 ^c	80.78±0.17 ^c	62.67±0.24 ^c
	36	62.73±0.17 ^d	11.20±0.07 ^b	64.58±0.44 ^b	79.12±0.17 ^d	65.23±0.44 ^b
	48	57.45±0.21 ^e	14.57±0.03 ^a	67.44±0.24 ^a	76.61±0.19 ^e	68.70±0.22 ^a
Bisküvi çeşidi	n	L*	a*	b*	Hue	SI
Glutensiz	10	69.67±9.03 ^a	5.70±5.11 ^b	54.71±17.76 ^a	85.07±4.35 ^a	55.13±18.07 ^a
Glutenli	10	67.70±8.19 ^b	7.69±5.47 ^a	50.14±12.75 ^b	82.41±5.01 ^b	50.86±13.29 ^b

¹Aynı sütundaki farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

²KUO: Kompozit un oranı (kestane, lüpen ve balkabağı).

Bisküvi Örneklerinin Çap, Kalınlık, Yayılma Oranı ve Sertlik Değerleri

Glutensiz ve glutenli olarak, artan oranda kompozit un kullanılmasıyla üretilen bisküvi örneklerinin bazı fiziksel özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir. Glutensiz bisküvilerde çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri sırası sırasıyla 49.41 ile 51.44 mm; 7.44 ile 9.16 mm ve 5.62 ile 6.64 arasında değişmiştir (Çizelge 2) %36-48 oranlarında kompozit un kullanımı ile glutensiz bisküvilerin çap ve kalınlık değerleri kontrol örneklerine göre azalırken, yayılma oranı değerleri artış göstermiştir. Glutenli bisküvilerde ise çap değeri 46.0 mm ile 49.40 mm arasında değişmiş olup, en düşük çap değerleri glutensiz örneklerde olduğu gibi %36-48 oranlarında kompozit un kullanımı ile elde edilmiştir. Glutenli bisküvilerde %24’ün üzerinde kompozit un kullanımı bisküvilerin kalınlığının artmasına neden olmuştur. %12-24 oranlarında kompozit un kullanımı glutenli bisküvilerde kontrole eşdeğer yayılma oranı değeri verirken, %48 kompozit un kullanımı ile en düşük yayılma oranı değerine ulaşılmıştır. Benzer sonuçlar Turksoy ve Özkaya (2011) tarafından da bildirilmiş olup, araştırmacılar balkabağı posasının glutenli bisküvi örneklerinin çap değerlerinde azalma, kalınlık değerlerinde de artışa neden olduğunu rapor etmişlerdir. Glutenli bisküvilerde artan lif ilavesinin yüksek lifli bisküvilerin yayılma oranını azalttığı Seker ve ark. (2010) tarafından da rapor edilmiştir. Glutenli bisküvilerde, gluten içermeyen unlar ile katkılama sonucu un paçalında gluten oranının seyrelmesi bisküvinin yayılma oranının değişmesinde etkili diğer önemli faktördür. Ayrıca kompozit unda yer alan kestane, lüpen ve balkabağı unlarının glutenli bisküvilerde kullanılan buğday unu ve glutensiz bisküvilerde kullanılan mısır nişastası: pirinç unu paçalından, farklı miktar, kompozisyon (amiloz/amilopektin oranı) ve özellikte nişasta içeriğine sahip olmaları bisküvilerin fiziksel özelliklerini (çap, kalınlık ve yayılma) önemli ölçüde etkilemiştir. Elde edilen sonuçlar bisküvi çeşidi açısından (glutenli ya da glutensiz) karşılaştırıldığında; glutensiz bisküvilerin çap ve yayılma oranı değerlerinin (50.33 mm ve 6.10) glutenli bisküvilerin aynı değerinden (47.38 mm ve 5.61) daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Hoojjat ve Zabik (1984), buğday proteinlerinden glutenin, buğday dışındaki proteinlerin su absorpsiyonundan daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum glutenli bisküvilerin pişme sırasında yayılmasını etkilemiş olabilir. Glutensiz ve glutenli bisküvi örneklerinin kalınlık değerleri sırasıyla 8.30 ve 8.48 mm olarak ölçülmüş ve örnekler arasında istatistik açıdan önemli ($p > 0.05$) bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 2. Bisküvi örneklerinin çap, kalınlık, yayılma oranı ve tekstür özellikleri¹

Bisküvi çeşidi	KUO ² (%)	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma oranı	Sertlik (g)
Glutensiz	0	51.44±0.66 ^a	9.16 ±0.81 ^a	5.62±0.41 ^b	760.78±17.40 ^d
	12	51.16±0.23 ^{ab}	8.99±0.60 ^a	5.69±0.08 ^b	656.92±16.46 ^e
	24	50.02±0.54 ^b	8.33±0.09 ^{ab}	6.01±0.13 ^{ab}	894.52±21.31 ^c
	36	49.60±0.44 ^c	7.60±0.10 ^b	6.53±0.53 ^a	1279.15±85.00 ^b
	48	49.41±0.71 ^c	7.44±0.11 ^b	6.64±0.38 ^a	1875.15±17.06 ^a
Glutenli	0	49.40±0.57 ^a	7.73±0.29 ^d	6.39±0.14 ^a	704.05±18.78 ^e
	12	48.00±0.54 ^b	8.13±0.25 ^{cd}	5.90±0.08 ^a	1155.03±45.37 ^d
	24	47.00±0.40 ^{bc}	8.56±0.06 ^{bc}	5.49±0.03 ^a	1444.27±20.52 ^c
	36	46.50±0.14 ^c	8.90±0.14 ^{ab}	5.23±0.08 ^b	1917.12±61.13 ^b
	48	46.00±0.51 ^c	9.10±0.07 ^a	5.06±0.04 ^c	2380.95±71.47 ^a
Bisküvi çeşidi	n	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma oranı	Sertlik (g)
Glutensiz	10	50.33±2.79 ^a	8.30±0.81 ^a	6.10±0.34 ^a	1093.30±469.19 ^b
Glutenli	10	47.38±1.32 ^b	8.48±0.56 ^a	5.61±0.24 ^b	1520.28±616.35 ^a

¹Aynı sütundaki farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

²KUO: Kompozit un oranı (kestane, lüpen ve balkabağı).

Tekstürel özellikler, bisküvilerin yeme kalitesine katkıda bulunan en önemli faktörlerden biridir. Bisküviler için en önemli tekstürel özelliklerden biri olan sertlik, bisküviyi ısırma için gerekli en yüksek kuvvet olarak tanımlanmaktadır. Farklı hammaddelerin (kestane, lüpen ve balkabağı) bir araya getirilmesi ile elde edilen kompozit unun, artan oranlarda glutenli ve glutensiz bisküvi formülasyonunda kullanılmasıyla üretilen örneklerin tekstürel özelliklerinden sertlik Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde; sertlik değerinin glutensiz bisküvilerde 656.92-1875.15 g ve glutenli bisküvilerde 704.05- 2380.95 g arasında değiştiği belirlenmiştir. Sertlik değeri sayısal olarak en yüksek %48 oranında kompozit un içeren glutenli bisküvi örneğinde (2380.95 g), sayısal olarak en düşük %12 kompozit un ile hazırlanan glutensiz kontrol bisküvi örneğinde (656.92 g) belirlenmiştir. Artan oranda kompozit un kullanımı ile glutensiz ve glutenli bisküvi örneklerinin sertlik değerinin genel olarak artması protein açısından zengin lüpen unundan (%34.70) kaynaklanmış olabilir. Elde edilen sonuçlar bisküvi çeşidi açısından karşılaştırıldığında; glutensiz bisküvi örneklerinin ortalama sertlik değeri (1093.30 g) glutenli bisküvi örneklerinin aynı değerinden (1520.28 g) daha yüksek bulunmuştur. Mancebo ve ark. (2015) karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) ve teff (*Eragrostis tef*) unlarından yapılan glutensiz bisküvi örneklerinin tekstürel özelliklerini inceledikleri çalışmalarında; bisküvilerin sertlik değerlerinin protein içeriği ile artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bisküvilerin Kimyasal Özellikleri

Glutenli bisküvi formülasyonu için buğday ununun ve glutensiz bisküvi formülasyonu için mısır nişastası: pirinç unu karışımının, kestane, lüpen ve balkabağı unlarından oluşan kompozit un ile takviye edilmesinden üretilen bisküvilerin kimyasal bileşimi Çizelge 3’de verilmiştir. Bisküvi örneklerinin hazırlanmasında kullanılan bazı hammaddelerin nem, kül, yağ, protein, TFM miktarları ve antioksidan aktivite değerleri sırasıyla buğday unu için; %9.66, %0.62, %0.78, %10.55, 0.69 g GAE/kg ve 47.72 mg TE/kg, mısır nişastası için; %10.65, %0.09, %0.29, %1.85, 0.41 g GAE/kg ve 45.78 mg TE/kg, pirinç unu için; %10.76, %0.47, %0.78, %7.86, 0.59 g GAE/kg ve 38.98 mg TE/kg, kestane unu için; %5.17, %2.29, %2.82, %6.91, 1.53 g GAE/kg ve 209.26 mg TE/kg, lüpen unu için; %5.26, %1.98, %8.20, %34.70, 0.90 g GAE/kg ve 86.61 mg TE/kg ve balkabağı unu için %8.07, %6.13, %3.31, %7.19, 1.05 g GAE/kg ve 91.48 mg TE/kg olarak belirlenmiştir. Kompozit un içeren glutensiz ve glutenli bisküvi örneklerinin nem içeriği sırasıyla %2.90- 3.82 ve %3.56-4.73 arasında değişmiş olup, glutenli bisküvi örneklerinin ortalama nem içeriği (%4.75) glutensiz bisküvi örneklerinin ortalama nem içeriğinden (%3.40) daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). %14’ü aşan nem

içeriği, mikroorganizma gelişimini kolaylaştırarak, gıdaların beslenme kalitesinin düşmesine ve bozulmasına neden olur (Nanyen ve ark., 2016), bu nedenle bir numunenin nem içeriği ne kadar düşükse depolanabilirliği o kadar kolaydır. Bisküvi örneklerinin nem içeriği %5'in altında olup, uzun süre muhafaza edilmesine imkân vermektedir.

Çizelge 3. Bisküvi örneklerinin kimyasal özellikleri¹

Bisküvi çeşidi	KUO (%) ²	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	TFM (g GAE/kg)	Antioksidan aktivite (mg TE/kg)
Glutensiz	0	2.90±0.13 ^b	0.98±0.05 ^c	3.52±0.06 ^c	22.74±0.56 ^d	0.64±0.06 ^d	47.46±0.99 ^c
	12	3.01±0.16 ^b	1.32±0.09 ^d	4.56±0.05 ^d	23.34±0.31 ^{cd}	0.88±0.04 ^c	65.93±0.23 ^d
	24	3.53±0.17 ^a	1.79±0.06 ^c	7.13±0.07 ^c	23.65±0.20 ^{bc}	1.04±0.08 ^{bc}	72.69±0.37 ^c
	36	3.78±0.11 ^a	2.02±0.03 ^b	7.59±0.04 ^b	24.47±0.21 ^{ab}	1.19±0.02 ^{ab}	91.42±0.53 ^b
	48	3.82±0.10 ^a	2.25±0.10 ^a	8.47±0.10 ^a	25.01±0.16 ^a	1.35±0.13 ^a	117.41±0.16 ^a
Glutenli	0	3.56±0.02 ^b	1.19±0.04 ^e	7.28±0.05 ^d	23.30±0.42 ^c	0.71±0.03 ^d	49.15±0.64 ^e
	12	3.89±0.16 ^b	1.49±0.12 ^d	7.66±0.24 ^d	23.65±0.23 ^{bc}	0.86±0.02 ^c	62.94±0.24 ^d
	24	4.09±0.13 ^a	1.81±0.10 ^c	8.41±0.15 ^c	24.02±0.11 ^b	1.01±0.03 ^b	78.60±0.88 ^c
	36	4.47±0.42 ^a	2.19±0.11 ^b	9.12±0.23 ^b	24.68±0.11 ^a	1.11±0.06 ^b	97.72±0.63 ^b
	48	4.73±0.37 ^a	2.59±0.11 ^a	9.97±0.16 ^a	25.12±0.17 ^a	1.39±0.05 ^a	129.71±1.14 ^a
Bisküvi çeşidi	n	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	TFM (g GAE/kg)	Antioksidan aktivite (mg TE/kg)
Glutensiz	10	3.40±0.42 ^b	1.67±0.49 ^b	5.58±1.58 ^b	23.84±0.88 ^b	1.01±0.26 ^a	80.24±25.93 ^b
Glutenli	10	4.75±0.93 ^a	1.85±0.53 ^a	8.49±1.04 ^a	24.15±0.72 ^a	1.02±0.25 ^a	82.36±29.13 ^a

¹Aynı sütundaki farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

²KUO: Kompozit un oranı (kestane, lüpen ve balkabağı).

³TFM: Toplam fenolik madde (GAE, gallik asit eşdeğeri).

Bisküvi formülasyonunda kompozit un miktarının artmasına bağlı olarak glutensiz ve glutenli bisküvi örneklerinin kül içeriği artmıştır. %48 oranında kompozit un içeren glutensiz ve glutenli bisküvilerin kül içeriği; kontrollerine göre yaklaşık 2 kat artış göstermiştir. Bisküvi çeşidi açısından yapılan karşılaştırmaya göre; glutenli bisküvi örneklerinin ortalama kül içeriği (%1.85) glutensiz örneklerin ortalama kül içeriğinden (%1.67) daha yüksek ($p<0.05$) bulunmuştur. Buğday unun kül içeriğinin mısır nişastası ve pirinç unundan daha yüksek olması glutenli bisküvi örneklerinin kül içeriğinin daha yüksek olmasına katkı sağlamıştır. Kompozit un karışımındaki hammaddelerin kül içeriklerinin de glutenli bisküvilerde kullanılan buğday unu ve glutensiz bisküvilerde kullanılan mısır nişastası ve pirinç unundan yüksek olması, kompozit un kullanımına bağlı olarak, son ürün olan bisküvi örneklerinin kül miktarının artmasında etkili olmuştur. Alshehry, (2020); Bilgiçli ve Levent (2014) bisküvi formülasyonunda sırasıyla artan oranda balkabağı posası ve lüpen unu ikame ettikleri çalışmalarında bisküvi örneklerinin kontrol grubuna göre, daha yüksek miktarda kül içerdiğini bildirmişlerdir. Glutensiz kontrol bisküvi örneğinde %3.52 olan protein miktarı, %48 kompozit un kullanımı ile 2.4 kat artarak %8.47'ye yükselirken, glutenli bisküvi örneklerinde ise kontrolde %7.28 olan protein miktarı 1.4 kat artış ile %9.97'ye ulaşmıştır. Buğday unu, mısır nişastası ve pirinç ununun protein içeriği ile karşılaştırıldığında; kompozit un bileşiminde bulunan lüpen ununun yüksek protein içeriği bu artışta etkili olmuş olabilir. Hegazy ve ark. (1990) tarafından buğday, soya, lüpen ve nohut unları ile hazırlanan bisküvi örnekleri için benzer sonuçlar bildirilmiştir. Glutensiz ve glutenli bisküvi örneklerinin yağ içeriği %24 kompozit un kullanım oranı ve üzerinde kontrol örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Yağ, gıdaların raf ömrünü belirlemede önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle balkabağı ve lüpen unlarının yüksek yağ içeriklerine (%3.31 ve %8.20) sahip olması bisküvi örneklerinin yağ içeriğinin artması ile ilişkilendirilebilir. Kompozit un konsantrasyonlarındaki artışa bağlı olarak hazırlanan glutensiz ve glutenli bisküvi örneklerinin TFM miktarları sırasıyla 0.64-1.35 ve 0.71- 1.39 g GAE/kg arasında değişmiştir (Çizelge 3). Artan oranda kestane, lüpen ve balkabağı

unundan oluşan kompozit un kullanımı ile bisküvi örneklerinin TFM miktarı artış göstermiştir. Buğday, pirinç ve mısır gibi tahıllarda bulunan polifenoller esas olarak tanenin dış katmanlarında kepek fraksiyonunda yoğunlaşmıştır ve öğütme işlemi tahıl tanelerinin kepek fraksiyonlarının dolayısıyla da polifenolik bileşiklerin uzaklaşmasına yol açarak elde edilen rafine unların fenolik içeriklerinin azalmasına neden olmaktadır (Luthria ve ark., 2015). Formülasyonda düşük fenolik içeriğe sahip buğday unu, mısır nişastası ve pirinç ununun, yüksek fenolik içeriğe sahip kestane, balkabağı ve lüpen unları ile yer değiştirilmesi bisküvi örneklerinin fenolik içeriğinin artmasına katkı sağlamış olabilir. Glutensiz ve glutenli bisküvi örneklerinin ortalama TFM miktarları sırasıyla 1.01 ve 1.02 g GAE/kg olarak ölçülmüş ve örnekler arasında istatistiki açıdan önemli ($p>0.05$) bir fark bulunmamıştır. Bisküvi örneklerinin antioksidan aktivite değerleri DPPH metoduna göre belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. Artan oranda kompozit un kullanımıyla birlikte hem glutensiz hem de glutenli bisküvi örneklerinin antioksidan aktivite değeri artış göstermiştir. Gıdalarda bulunan polifenolik bileşikler, karotenoidler, tokoferoller ve C vitamini gibi bileşenler gıdanın antioksidan aktivitesine katkıda bulunan bileşenlerdir. Artan oranda kompozit un kullanımı ile bisküvi örneklerinin antioksidan aktivitelerinin artmasına kestane ununun yüksek sıcaklıklarda dahi antioksidan aktivite gösteren kuersetin içeriği (Elhamirad ve Zamanipoor, 2012) ve polifenolik bileşikleri (Shafi ve ark. 2016), lüpen ununda bulunan polifenoller (Ahmed, 2014) ve balkabağı ununda bulunan karotenoidler (Promsakha na Sakon Nakhon ve ark., 2017) katkı sağlamış olabilir. Ayrıca bisküvilerin pişirilmesi sırasında oluşan melanoidinlerinde bisküvilerin antioksidan aktivitesine katkı sağladığı rapor edilmiştir (Nisar ve ark., 2015). Sonuçlar bisküvi çeşidi açısından karşılaştırıldığında; glutenli bisküvi örneklerinin ortalama antioksidan aktivite değeri (82.36 mg TE/kg), glutensiz bisküvi örneklerinin ortalama antioksidan aktivite değerinden (80.24 mg TE/kg) istatistiksel olarak ($p < 0.05$) daha yüksek bulunmuştur.

Bisküvilerin Mineral Madde Miktarları

Glutensiz ve glutenli bisküvi örneklerinin mineral madde miktarlarına ait sonuçlar Çizelge 4'de gösterilmiştir. Bisküvi örneklerinin hazırlanmasında kullanılan bazı hammaddelerin Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, P ve Zn miktarı sırasıyla buğday unu için; 22.95, 0.16, 1.17, 154.50, 54.21, 0.63, 177.42 ve 0.82 mg/100 g, mısır nişastası için; 2.16, 0.02, 0.69, 5.97, 63.21, 0.02, 200.86 ve 0.23 mg/100 g, pirinç unu için; 7.64, 0.13, 0.47, 110.42, 32.25, 0.75, 163.63 ve 1.31 mg/100 g, kestane unu için; 38.81, 0.37, 1.87, 815.86, 117, 50, 3.01, 181.90 ve 1.01 mg/100 g, balkabağı unu için; 197.53, 0.46, 2.00, 2400.71, 219.67, 0.35, 349.78 ve 1.52 mg/100 g ve lüpen unu için; 355.50, 0.62, 4.55, 13.83, 156.28, 94.24, 430.28 ve 3.65 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Glutenli ve glutensiz bisküvi üretiminde kestane, lüpen ve balkabağı unundan hazırlanan kompozit un kullanım oranının artması Ca, K, Mg, Mn ve P değerlerini artırmıştır. Cu, Fe ve Zn miktarları ise kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında, %36-48 kompozit un kullanım oranlarında yükselmiştir. Kompozit un hazırlanmasında kullanılan kestane, lüpen ve balkabağı unlarının buğday unu, mısır nişastası ve pirinç unundan daha yüksek mineral içeriğine sahip olması bu sonuçlar üzerinde etkili olmuş olabilir. Kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında, glutensiz ve glutenli bisküvilerde %48 kompozit un kullanımı ile, Ca, K, Mg ve Mn içeriklerinde sırasıyla 4.49 ve 2.88, 6.66 ve 4.49, 3.14 ve 1.90 ve 74.38 ve 39.20 kat artış belirlenmiştir. Bu durum üzerinde lüpenin zengin Ca (355.55 mg/100 g) ve Mn (94.24 mg/100 g) içeriği, balkabağının zengin K (2400.71 mg/100 g) ve Mg (219.67 mg/100 g) içerikleri özellikle etkili olmuş olabilir. Mineral analizi sonuçları bisküvi çeşidi açısından değerlendirildiğinde; glutenli bisküvi örneklerinin ortalama Cu, Fe, K, Mg, P ve Zn değerleri glutensiz formülasyonlardan daha yüksek

bulunmuştur. Bu durum rafine buğday unun; glutensiz bisküvi formülasyonunda kullanılan mısır nişastası: pirinç unu karışımından daha zengin mineral bileşimine olması ile ilgili olabilir.

Çizelge 4. Bisküvi örneklerinin mineral madde miktarları (mg/100 g)¹

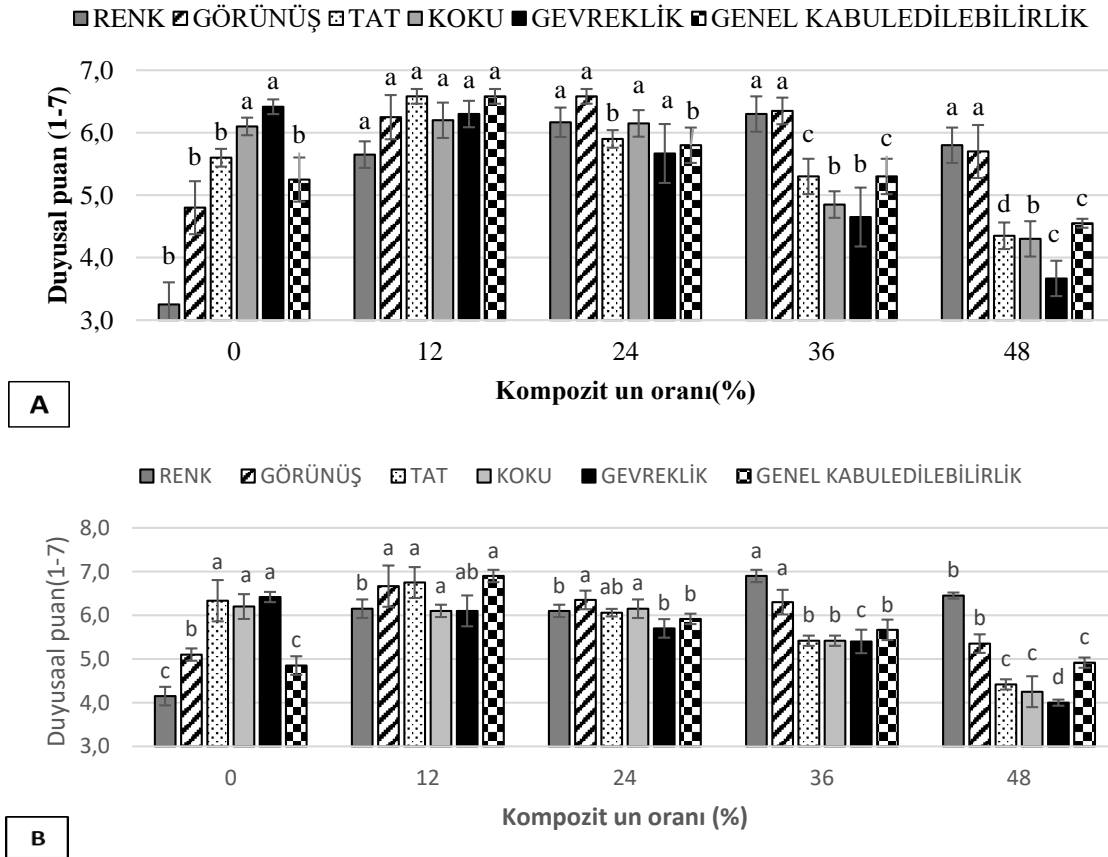
Bisküvi çeşidi	KUO (%) ²	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	P	Zn
Glutensiz	0	11.13±0.06 ^c	0.04±0.01 ^c	0.61±0.20 ^b	57.19±1.25 ^e	13.12±0.24 ^c	0.18±0.03 ^e	211.79±3.32 ^c	0.55±0.11 ^c
	12	21.31±0.44 ^d	0.08±0.01 ^c	0.66±0.03 ^b	200.97±3.51 ^d	20.40±0.27 ^d	3.67±0.04 ^d	262.58±5.43 ^b	0.58±0.04 ^c
	24	29.09±0.35 ^c	0.10±0.04 ^{bc}	0.91±0.11 ^b	240.42±4.19 ^c	26.41±0.41 ^c	7.06±0.22 ^c	276.16±10.78 ^{ab}	0.66±0.21 ^{bc}
	36	42.78±0.16 ^b	0.16±0.07 ^{ab}	1.31±0.10 ^a	331.50±7.03 ^b	30.24±0.35 ^b	10.78±0.32 ^b	280.85±6.10 ^a	0.94±0.09 ^{ab}
	48	50.06±0.44 ^a	0.22±0.03 ^a	1.33±0.08 ^a	380.70±12.41 ^a	41.25±0.44 ^a	13.39±0.38 ^a	286.11±3.72 ^a	1.06±0.15 ^a
Glutenli	0	21.31±0.26 ^e	0.15±0.05 ^b	0.88±0.04 ^c	104.01±4.09 ^e	34.25±0.44 ^e	0.35±0.09 ^e	259.71±6.53 ^c	1.10±0.07 ^c
	12	29.27±0.08 ^d	0.16±0.01 ^b	0.86±0.01 ^c	196.48±2.69 ^d	41.24±0.89 ^d	3.35±0.42 ^d	273.23±5.97 ^{bc}	1.18±0.06 ^c
	24	38.53±0.18 ^c	0.17±0.02 ^b	1.14±0.16 ^{bc}	279.79±13.65 ^c	44.52±0.74 ^c	6.43±0.15 ^c	292.36±7.65 ^b	1.27±0.03 ^{bc}
	36	45.93±0.07 ^b	0.18±0.01 ^{ab}	1.22±0.19 ^b	349.18±5.25 ^b	58.47±0.66 ^b	9.25±0.41 ^b	301.51±12.68 ^a	1.43±0.07 ^{ab}
	48	61.46±0.23 ^a	0.25±0.04 ^a	1.61±0.10 ^a	467.40±9.24 ^a	65.17±0.98 ^a	13.72±0.45 ^a	322.68±8.19 ^a	1.59±0.13 ^a
Bisküvi çeşidi	n	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	P	Zn
Glutensiz	10	30.87±14.87 ^a	0.12±0.07 ^b	0.96±0.33 ^b	242.15±118.5 ^b	26.28±9.98 ^b	7.02±5.01 ^a	263.50±28.87 ^b	0.76±0.24 ^b
Glutenli	10	39.30±14.61 ^a	0.18±0.04 ^a	1.14±0.30 ^a	279.37±131.6 ^a	48.73±12.02 ^a	6.62±4.89 ^b	290.20±39.92 ^a	1.32±0.20 ^a

¹Aynı sütundaki farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

²KUO: Kompozit un oranı (kestane, lüpen ve balkabağı).

Bisküvilerin Duyusal Özellikleri

Glutenli ve glutensiz bisküvi formülasyonunda kompozit un kullanımının örneklerin duyusal özellikleri üzerindeki etkisi Şekil 1'de verilmiştir. Artan oranda kompozit un kullanımı her iki çeşit bisküvide de renk özelliklerini iyileştirmiştir.



Şekil 1. Farklı oranlarda kompozit un ile üretilen glutensiz (A) ve glutenli (B) bisküvi örneklerinin duyusal puanları

*Duyusal bir parametrede sütunlarda aynı harfle isimlendirilmiş ortalamalar önemli ölçüde farklı değildir ($p > 0.05$)

Glutenli örneklerde özellikle %36 oranında kullanılan kompozit unların renk açısından beğenilirliği en yüksek bulunmuştur. Bisküvilerin görünüş özellikleri glutensiz formülasyonlarda tüm kompozit un kullanım oranlarında kontrolden yüksek, glutenli formülasyonlarda kontrole eşdeğer ya da yüksek bulunmuştur. En yüksek kompozit un kullanım oranı (%48) hem glutenli hem de glutensiz bisküvilerin tat özelliklerini olumsuz etkileyerek en düşük puanların elde edilmesine neden olmuştur. Kompozit unun %36-48 kullanım oranları her iki bisküvi çeşidi için de koku puanlarını düşürmüştür. Glutensiz bisküvilerde %24, glutenli bisküvilerde ise %12 kompozit un kullanım oranının üzerinde gevreklik değerleri düşüş göstermiş ve en düşük değerler %48 kompozit un kullanım oranında elde edilmiştir. Glutensiz bisküvilerde en yüksek genel kabuledilebilirlik %12 kompozit un kullanımı ile elde edilmiş, bunu %24 kompozit un kullanılan örnekler takip etmiştir. %36-48 kompozit un kullanılan örnekler tüm glutensiz bisküvi örnekleri içinde en düşük genel kabuledilebilirlik puanları ile değerlendirilmiştir. Glutenli örneklerde, %12-36 oranında kompozit un kullanılan örnekler kontrol bisküviden yüksek, %48 kompozit un kullanılan bisküviler ise kontrol bisküviye eşdeğer genel kabuledilebilirlik puanları ile değerlendirilmiştir. Hem glutenli hem de glutensiz bisküvilerde en yüksek genel kabuledilebilirlik %12 kompozit un kullanımı ile elde edilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada; kestane, lüpen ve balkabağı ununun eşit oranlarda bir araya getirilmesi ile hazırlanan kompozit unun %12, 24, 36 ve 48 oranlarında glutenli ve glutensiz bisküvi formülasyonlarında kullanılması ile bisküvilerin çeşitli fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bisküvi formülasyonunda kompozit un kullanımı bisküvi örneklerinin L^* değerini azaltırken, a^* ve b^* renk değerlerini artırmıştır. Yüksek oranda kompozit un kullanımı glutenli bisküvilerin yayılma oranını düşürmüştür. Artan oranda kompozit un kullanımına bağlı olarak bisküvilerde sertlik değerleri de yükselmiştir. Kompozit un kullanımı ile artan nem, kül, protein, yağ ve antioksidan aktivite değerlerinin glutenli bisküvi örneklerinde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kestane, lüpen ve balkabağı unlarının zengin mineral içeriği bisküvi örneklerine yansımış ve artan oranda kompozit un kullanımı ile örneklerin Ca, K, Mg, Mn ve P içeriği artış göstermiştir. %12 kompozit un kullanılarak hazırlanan glutenli ya da glutensiz bisküvi örnekleri, en yüksek genel kabuledilebilirlik puanları almışlardır. Glutenli bisküvilerde kompozit unun tüm kullanım oranlarında kontrolden yüksek ya da kontrole eşdeğer genel kabuledilebilirlik puanları elde edilirken, glutensiz bisküvilerde yüksek kompozit un kullanım oranları (%36-48) kontrolden daha düşük genel kabuledilebilirlik puanlarının alınmasına neden olmuştur. Elde edilen sonuçlar hem teknolojik hem besinsel anlamda kompozit un kullanımının gıda formülasyonlarının fonksiyonelliğini ve çeşitliliğini artırmak amacıyla kullanılabileceğini göstermiştir.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- AACC (1990). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 8th Ed., The Association, St. Paul, MN, USA
- AACC (2002). Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. Cereals & Grains Association.

- Ahmed, A. R. (2014). Influence of chemical properties of wheat-lupine flour blends on cake quality. *American Journal of Food Science and Technology*, 2(2), 67-75.
- Alshehry, G. A. (2020). Preparation and nutritional properties of cookies from the partial replacement of wheat flour using pumpkin seeds powder. *World*, 9(2), 48-56.
- Bala, A., Gul, K., & Riar, C. S. (2015). Functional and sensory properties of cookies prepared from wheat flour supplemented with cassava and water chestnut flours. *Cogent Food & Agriculture*, 1(1), 1019815
- 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.
- Bilgiçli, N., & Levent, H. (2014). Utilization of lupin (*Lupinus albus* L.) flour and bran with xylanase enzyme in cookie production. *Legume Research-An International Journal*, 37(3), 264-271.
- Bloksma, A. H., & Bushuk, W. (1988). Rheology and Chemistry of Dough (In Y. Pomeranz (Ed.). *Wheat Chemistry and Technology* (vol. II, pp. 131-217). St. Paul, Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists.
- Borges, O., Gonçalves, B., de Carvalho, J. L. S., Correia, P., & Silva, A. P. (2008). Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars from Portugal. *Food Chemistry*, 106(3), 976-984.
- Cappa, C., Kelly, J. D., & Ng, P. K. (2020). Baking performance of 25 edible dry bean powders: Correlation between cookie quality and rapid test indices. *Food Chemistry*, 302, 125338.
- Di Cairano, M., Galgano, F., Tolve, R., Caruso, M. C., & Condelli, N. (2018). Focus on gluten-free biscuits: Ingredients and issues. *Trends in Food Science & Technology*, 81, 203-212.
- Elhamirad, A. H., & Zamanipoor, M. H. (2012). Thermal stability of some flavonoids and phenolic acids in sheep tallow olein. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114(5), 602-606.
- El-Maasoud, A., & Ghaly, M. (2018). Influence of Addition Sweet Lupine Flour on Quality and Antioxidant Characteristics of Biscuits. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 9(5), 163-170.
- Fathonah, S., Rosidah, D. N. S., Paramita, O., & Istighfarin, N. (2020). The Sensory Quality and Acceptability of Pumpkin Flour Cookies. In Proceedings of the 7th Engineering International Conference on Education, Concept and Application on Green Technology (EIC 2018) (pp. 439-445).
- Foschia, M., Peressini, D., Sensidoni, A., & Brennan, C. S. (2013). The effects of dietary fibre addition on the quality of common cereal products. *Journal of Cereal Science*, 58(2), 216-227.
- Francis, F. J. (1998). Colour analysis, in: S. S. Nielsen (Ed.), *Food Analysis*, An Aspen Publishers, Maryland, Gaithersburg, USA, pp. 599-612.
- Giuberti, G., Rocchetti, G., Sigolo, S., Fortunati, P., Lucini, L., & Gallo, A. (2018). Exploitation of alfalfa seed (*Medicago sativa* L.) flour into gluten-free rice cookies: Nutritional, antioxidant and quality characteristics. *Food Chemistry*, 239, 679-687.
- Gyamfi, M. A., Yonamine, M., & Aniya, Y. (1999). Free radical scavenging action of medical herbs from ghane: *Thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries. *General Pharma*, 32 (6), 661-667.
- Hegazy, N. A., & Faheid, S. M. (1990). Rheological and sensory characteristics of doughs and cookies based on wheat, soybean, chickpea and lupine flour. *Food/Nahrung*, 34(9), 835-841.
- Hoojjat, P., & Zabik, M. E. (1984). Sugar-snap cookies prepared with wheat-navy bean-sesame seed flour blends. *Cereal Chem*, 61(1), 41-44.

- Krawęcka, A., Sobota, A., & Zarzycki, P. (2022). The effect of the addition of low-alkaloid lupine flour on the glycemic index in vivo and the physicochemical properties and cooking quality of durum wheat pasta. *Foods*, 11(20), 3216.
- Luthria, D. L., Lu, Y., & John, K. M. (2015). Bioactive phytochemicals in wheat: Extraction, analysis, processing, and functional properties. *Journal of Functional Foods*, 18, 910-925.
- Maghaydah, S., Abdul-Hussain, S., Ajo, R., Tawalbeh, Y., & Elsahoryi, N. (2013). Effect of lupine flour on baking characteristics of gluten free cookies. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 5(5), 600-605.
- Mancebo, C. M., Picón, J., & Gómez, M. (2015). Effect of flour properties on the quality characteristics of gluten free sugar-snap cookies. *LWT-Food Science and Technology*, 64(1), 264-269.
- Martins, S. I., Jongen, W. M., & Van Boekel, M. A. (2000). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in Food Science & Technology*, 11(9-10), 364-373.
- Nanyen, D., Dooshima, I. B., Julius, A., & Benbella, I. (2016). Nutritional composition, physical and sensory properties of cookies from wheat, acha and mung bean composite flours. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 5(6), 401-406.
- Nisar, R., Baba, W. N., & Masoodi, F. A. (2015). Effect of chemical and thermal treatments on quality parameters and antioxidant activity of apple (pulp) grown in high Himalayan regions. *Cogent Food & Agriculture*, 1(1), 1063797.
- Okpala, L. C., & Chinyelu, V. A. (2011). Physicochemical, nutritional and organoleptic evaluation of cookies from pigeon pea (*Cajanus cajan*) and cocoyam (*Xanthosoma sp*) flour blends. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 11(6).
- Pareyt, B., Talhaoui, F., Kerckhofs, G., Brijs, K., Goesaert, H., Wevers, M., & Delcour, J. A. (2009). The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties. *Journal of Food Engineering*, 90(3), 400-408.
- Promsakha na Sakon Nakhon, P., Jangchud, K., Jangchud, A., & Prinyawiwatkul, W. (2017). Comparisons of physicochemical properties and antioxidant activities among pumpkin (*Cucurbita moschata* L.) flour and isolated starches from fresh pumpkin or flour. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(11), 2436-2444.
- Rismaya, R., Syamsir, E., Nurtama, B., & Tohyeng, N. (2022). The effects of water addition and baking time on process optimization of pumpkin muffins: a pilot plant scale study. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, 183-207.
- Seker, I. T., Ozboy-Ozbas, O., Gokbulut, I., Ozturk, S., & Koksel, H. (2010). Utilization of apricot kernel flour as fat replacer in cookies. *Journal of Food Processing and Preservation*, 34(1), 15-26.
- Shafi, M., Baba, W. N., Masoodi, F. A., & Bazaz, R. (2016). Wheat-water chestnut flour blends: effect of baking on antioxidant properties of cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 53(12), 4278-4288.
- Sibian, M. S., & Riar, C. S. (2020). Formulation and characterization of cookies prepared from the composite flour of germinated kidney bean, chickpea, and wheat. *Legume Science*, 2(3), e42.
- Singh, P., Singh, R., Jha, A., Rasane, P., & Gautam, A. K. (2015). Optimization of a process for high fibre and high protein biscuit. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 1394-1403.
- Skujins, S. (1998). Handbook for ICP-AES (Vartian-Vista). A Short Guide to Vista Series ICP-AES Operation, Variant Int. AG, Zug, Switzerland.

- Slinkard, K., & Singleton, V. L. (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28(1), 49-55.
- Turksoy, S., & Özkaya, B. (2011). Pumpkin and carrot pomace powders as a source of dietary fiber and their effects on the mixing properties of wheat flour dough and cookie quality. *Food Science and Technology Research*, 17(6), 545-553.
- Wesley, S. D., André, B. H. M., & Clerici, M. T. P. S. (2021). Gluten-free rice & bean biscuit: Characterization of a new food product. *Heliyon*, 7(1), e05956.
- Xu, J., Zhang, Y., Wang, W., & Li, Y. (2020a). Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 103, 200-213.
- Xu, D., Zhou, X., Lei, C., Shang, Y., Zhao, Y., Wang, Z., Zeng, F., & Liu, G. (2020b). Development of biscuits and cookies using raw dehydrated potato flour and its nutritional quality and volatile aroma compounds evaluation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(7), e14528.
- Yaver, E., & Bilgiçli, N. (2021). Ultrasound-treated lupin (*Lupinus albus* L.) flour: Protein-and fiber-rich ingredient to improve physical and textural quality of bread with a reduced glycemic index. *LWT-Food Science and Technology*, 148, 111767.