



Gluten-Free Biscuit Production with Leblebi Powder Addition: TOPSIS Application

Ali Cingöz^{1,a,*}, Mehmet Güldane^{2,b}

¹Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Food Engineering, Tokat, Türkiye

²Sakarya University of Applied Sciences, Pamukova Vocational School, Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies, Sakarya, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<i>Research Article</i> Received : 09-12-2022 Accepted : 04-06-2023 Keywords: Celiac Gluten Free Product Leblebi Chickpea TOPSIS	Chickpeas (Leblebi), one of our traditional snacks, stand out for their high nutritional value. Broken leblebi and leblebi powder are by-products of chickpea production. The use of these by-products, which have a low commercial value, in alternative foods increases their added value. In this study, leblebi powder/flour was replaced by gluten-free flour in five different ratios (0, 10, 20, 30, and 50%) and gluten-free biscuits were produced from the obtained mixtures. The physical (diameter, height, spread ratio color, etc.), chemical (protein, fat, ash, etc.), functional (total phenolic substance, total antioxidant capacity), textural and sensory properties of the biscuits were determined. In addition, the results of the sensory analysis of the samples were also evaluated using the multiple decision making method (TOPSIS). The analysis showed that the addition of leblebi powder/flour to gluten-free flour increased the protein, ash, total phenolic content and antioxidant capacity values of the samples. The degree of bloating of the biscuit samples decreased and the degree of spreading increased. In addition, the addition of leblebi powder/flour made the samples harder and the physical properties of the samples with 30% or more chickpea powder/flour were negatively affected. In the sensory evaluation, it was determined that the samples with the addition of 20% leblebi powder/flour had the closest general appreciation score to the control sample, and the sensory analysis data evaluated by multiple decision making method (TOPSIS) gave similar results. This study shows that leblebi powder/flour can be used as an alternative product in the production of gluten-free biscuits rich in protein and functional ingredients.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11(7): 1200-1209, 2023

Leblebi Tozu İlaveli Glütensiz Bisküvi Üretimi: TOPSIS Uygulaması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<i>Araştırma Makalesi</i> Geliş : 09-12-2022 Kabul : 04-06-2023 Anahtar Kelimeler: Çölyak Glütensiz Ürün Leblebi Nohut TOPSIS	Geleneksel atırtırmalıklarımızdan biri olan leblebi yüksek besleyicilik özellikleri ile ön plana çıkmaktadır. Leblebi üretiminde yan ürün olarak kırık leblebi ve leblebi tozu açığa çıkmaktadır. Ticari değeri düşük olan bu yan ürünlerin alternatif gıdalarda kullanılması katma değerini yükseltecektir. Bu çalışmada, leblebi tozu/unu beş farklı oranda (%0, 10, 20, 30 ve 50) glütensiz un ile ikame edilmiş ve elde edilen karışımlardan glütensiz bisküvi üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen bisküvilerin fiziksel (çap, yükseklik, yayılma oranı, renk vb), kimyasal (protein, yağ, kül vb), fonksiyonel (toplam fenolik madde, toplam antioksidan kapasite), tekstürel ve duyuşal özellikleri tespit edilmiştir. Ayrıca örneklerin duyuşal analiz sonuçları çoklu karar verme yöntemi (TOPSIS) ile de değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda glütensiz una leblebi tozu/unu ilave edilmesi örneklerin protein, kül, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerini yükseltmiştir. Bisküvi örneklerinin kabarma dereceleri düşmüş, yayılma dereceleri ise artış göstermiştir. Ayrıca leblebi tozu/unu ilavesi örnekleri daha sert bir yapıya dönüştürmüş, %30 ve üzerinde leblebi tozu/unu ilave edilen örneklerin fiziksel özelliklerinin olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Yapılan duyuşal değerlendirme de %20 leblebi tozu/unu ilaveli örneklerin kontrol örneğine en yakın genel beğeni puanı aldığı, çoklu karar verme yöntemi (TOPSIS) ile değerlendirilen duyuşal analiz verilerinin de benzer sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu çalışma protein ve fonksiyonel bileşenlerce zengin glütensiz bisküvi üretiminde leblebi tozu/ununun alternatif ürün olarak kullanılabilirliği göstermektedir.

^a ali.cingoz@gop.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0003-0958-2679>

^c mehmetgulthane@subu.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0001-7321-0496>



Giriş

Nohut (*Cicer arietinum* L.) toprak istekleri az, kurak ve yarı kurak bölgelerde yetişebilen, önemli bir baklagildir. Nohut taneleri protein, mineraller, vitaminler, yağ asitleri ve yüksek moleküllü karbonhidratlar bakımından zengin bir kaynaktır. Nohutun protein, diyet lif ve mineral içeriğinin yüksek olması beslenmede ve vücut fonksiyonlarının çalışmasında önemli katkı sağlamaktadır (Ataman ve Gül, 2020). Nohut dünyanın pek çok ülkesinde taze ve kavrulmuş şekilde tüketilen geleneksel bir atıştırma ürünüdür. Uygulanan işlemler nedeniyle bileşimlerinde önemli farklılıklar olsa da yüksek protein ve lif içeriği ile kavrulmuş nohutlar önemli besin maddelerinden biri durumundadır (Kuzumoglu, 2020). Ülkemizde daha çok günlük tüketimde kullanım alanı olan nohutun yaklaşık %20'si leblebi üretiminde kullanılmaktadır (Sağlam ve Aseydim, 2017).

Farklı yiyeceklerin hazırlanmasında kullanılan baklagiller çeşitli işlemlerden geçirilerek alternatif ürünlere dönüştürülmektedir (Ataman ve Gül, 2020). Nohutun kavrulması ile üretilen leblebi yaklaşık 1000 yıllık bir tarihi ile önemli atıştırma ürünlerinden biri durumundadır (Çoşkun ve Karababa, 2004). Nohutun bir takım işlemlerden (eleme, temizleme, kavurma, tavlama, dinlendirme, 2. kavurma ve dinlendirme) geçmesi sonucu elde edilen leblebi üretiminde kabuk ayırma aşamasından sonra elek altı olarak isimlendirilen kırık leblebiler oluşmaktadır. Yüksek besin değeri ve duysal özelliklere sahip olan kırık leblebi ve kırık leblebinin öğütülmesi sonucu elde edilen leblebi tozu (unu) özellikle fonksiyonel tahıl ürünleri üretiminde kullanılmıştır. Leblebi ununun ekmek (Özülkü ve Arıcı, 2017), boza (Çelik ve ark., 2016), glutensiz ekmek (Kahraman, 2016), muffin kek (Ataman ve Gül, 2020) ve glutensiz erişte (Şahin ve ark., 2022) gibi ürünlerde kullanımı ile ilgili literatürde çalışmalar mevcuttur.

Çölyak gibi sindirim sistemi bozuklukların tedavisinde, otizm, nörolojik, romatizmal ve dermatolojik hastalıkların önlenmesinde glutensiz diyetin önemi her geçen gün artmaktadır. Son yıllarda tüm dünyada yaygın olan glutensiz beslenme esaslarına uygun ürünlerin üretimi önem kazanmıştır. Glutensiz ürünlerin formülasyonlarında pirinç, karabuğday, mısır ve nohut gibi tahıl ve baklagiller kullanılmaktadır (Fişek, 2021). Türkiye'de glutensiz ürün formülasyonlarında kullanılabilecek tahıllar arasında en çok yetiştirilen mısır, baklagiller arasında ise en fazla nohuttur (Fişek, 2021).

Ürünlerin duysal özelliklerinin duyu organları aracılığıyla değerlendirilmesi ürünlerin kabul veya reddedilmesi açısından çok önemlidir. Duysal analizin görünüş, renk, tat ve yapı gibi birçok kriteri içermesinden dolayı sonuçlarının yorumlanması oldukça zor ve karmaşık bir işlemdir. Bir numune renk özellikleri açısından favori iken başka bir örnek tekstürel özelliği ile ön plana çıkabilmektedir. Bu nedenle duysal analiz sonuçlarının yorumlanması, en iyi örneğin seçimi ve tek bir sonuç alınabilmesi için kriterlerin kombinasyonu önem arz etmektedir. Duysal analiz kriterlerinin tamamının kombinasyonunda çok kriterli karar verme teknikleri kullanılmaktadır (Doğan ve ark., 2018). İdeal Çözüm Benzerliğe Göre Tercih Sırası (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS) yöntemi ilk olarak çok kriterli karar verme problemlerini çözmek için

Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında sunulmuştur (El Allaki ve ark., 2019). TOPSIS sınırlı seçeneklerle çok özellikli karar verme problemini çözmek için etkili bir yöntemdir (Wang ve ark., 2021). Bu teknikle "ideal çözüm" ve "ideal çözüme benzerlik" terimleri kullanılmaktadır. Bir problemin en iyi çözümü ideal çözüm olarak adlandırılırken problem çözümünde ideale en yakın çözüm ideal çözüme benzerliği en yüksek çözüm olarak tarif edilmektedir. Bu teknikle göre problem çözüm alternatifleri ideal çözüme yakınlık durumuna göre sıralanmaktadır (Chen ve You, 2022). Literatürde TOPSIS yönteminin gıda ürünlerinin duysal değerlendirmesinde kullanılmasına rağmen glutensiz bisküvilerde panelist tercihlerinin sıralanmasına dair çalışmaya rastlanılmamıştır.

Gelişen hayat şartları ve değişen beslenme stilleri tüketicileri daha sağlıklı ve fonksiyonel ürünlere yönlendirmektedir. Yapılan bilimsel ve sanayi çalışmaları irdelendiğinde ürünlerin fonksiyonelliğinin artırılması ve besin içeriğinin yükseltilmesinde en çok tahıl ve tahıl benzeri ürünler ile bakliyat ürünlerinin kullanıldığı görülmektedir. Tüketicilerin bu talepleri karşısında tahıl ve bakliyat ürünlerinde ürün çeşitliliği de her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmada leblebi üretiminde açığa çıkan ve ekonomik değeri düşük olan, kabuk ayırma aşamasından sonra elek altı olarak sınıflandırılan kırık leblebilerin öğütülmesi sonucu elde edilen leblebi unu glutensiz bisküvi üretiminde kullanılmıştır. Yapılan literatür taramalarında leblebi ununun glutensiz bisküvi üretiminde kullanımı ve duysal özelliklerin çok kriterli karar verme yöntemi ile tespiti ile ilgili çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada yüksek protein, mineral madde ve lif içeriğine sahip leblebi ununun nişasta bazlı glutensiz una ilave edilerek besin içeriği yüksek glutensiz bisküvi üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması, üretilen bisküvilerin fiziksel, kimyasal, fonksiyonel ve duysal özelliklerine etkisinin tespiti ayrıca üretilen bisküvilerin duysal değerlendirme kriterlerine göre en çok tercih edilen örneği belirlemek amacıyla TOPSIS yönteminin uygulanabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca başta çölyak hastaları olmak üzere glutensiz beslenmeye yönelen bireylere alternatif, besin içeriği yüksek ve fonksiyonel ürün geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada ana materyal olarak glutensiz un (Sinangil), leblebi unu (Mçerez A.Ş. Ankara), portakal kabuğu tozu (İngro), shortening (Alba) marka ürünler kullanılmıştır. Tüm hammaddeler üretim gerçekleştirilinceye kadar +4°C'de depolanmıştır. Analizlerde kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıktadır.

Bisküvi Üretimi

Bisküvi üretiminde Çizelge 1'de verilen reçete kullanılmıştır. Bisküvi üretiminde glutensiz unla yer değiştirme esasına göre beş farklı oranda (%0, 10, 20, 30 ve 50) leblebi unu ilave edilerek üretimler gerçekleştirilmiştir. Bütün bileşenler yoğurma haznesine alınarak hamur yoğurma makinesinde (KitchenAid, ABD) 3. kademede 10 dk yoğurulmuştur. Yoğrulmuş hamur kitesi

30 dk dinlendirilmiş ve 75'er gramlık parçalara bölünerek hamur açma makinesinde (Öztiryakiler HA40, Türkiye) 5 mm kalınlığında açılmıştır. Açılan hamurlara 50 mm çapında metal kalıplar ile yuvarlak şekiller verilmiş ve tepsilere dizilmiştir. Konveksiyonel fırında (Kromlûx, KKF-E/10, Türkiye) 180°C'de 20 dk pişirilmiş ardından oda koşullarında 30 dk soğutulularak analizlerde kullanılmaya kadar polietilen kaplarda kapalı olarak depolanmıştır.

Çizelge 1. Bisküvi üretiminde kullanılan reçete
Table 1. Recipe used in biscuit production

Bileşenler	Miktar
Glütensiz un	100 g
Şorthening	50 g
Pudra şekeri	25 g
Süt tozu	1,5 g
Kabartma tozu	1,5 g
Yumurta	25 g
Vanilya	% 0,06
Portakal kabuğu tozu	% 3,0
Leblebi unu	Unla yer değiştirme prensibine göre %10, %20, %30 ve %50 oranlarında ilave edilmiştir. It was added at 10%, 20%, 30% and 50% according to the principle of flour replacement.

Çizelge 2. Tekstür analiz cihazı çalışma koşulları
Table 2. Working conditions of the texture analyzer

Ayarlar	Değerler
Vtest	35,0 mm/dak mm/min
Vreturn	500 mm/dak mm/min
Vpos1	500 mm/dak mm/min
Vpos2	10 mm/dak mm/min
Lmax	8 mm
Fv	0,1 N

Fiziksel Analizler

Pişen bisküvi örnekleri oda koşullarında 30 dk soğuduktan sonra hassas terazide ağırlıkları gram cinsinden tartılmış, yükseklikleri ve çapları kumpas yardımıyla mm cinsinden ölçülmüştür. Yayılma oranı bisküvi çaplarının (mm) kalınlıklarına (mm) oranlanmasıyla elde edilmiştir.

Analitik Yöntemler

Örneklerin azot içeriklerinin belirlenmesinde mikro kjeldahl yöntemi kullanılmıştır (AOAC, 2000). Azot katsayısı (N) 5.70 alınmıştır. Örneklerin toplam yağ içeriği Ankom yağ ekstraksiyon cihazı ile gravimetrik olarak AOAC 920.39 metodu kullanılarak tespit edilmiştir. Örneklerin kül ve kurumadde içerikleri gravimetrik olarak (AOAC, 2000) belirlenmiştir.

Renk Analizi

Bisküvi örneklerinin renk değerleri (L*, a* ve b*) Hunter kolorimetresi (Minolta, CR-300, NJ, ABD) kullanılarak ölçülmüştür (Singh ve ark., 2005).

Su Aktivitesi

Örneklerin su aktivitesi değerleri su aktivitesi ölçme cihazı (Testo 650, Almanya) ile tespit edilmiştir.

Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Kapasite Analizleri

Örnek hazırlama amacıyla 1 g örnek üzerine 20 ml asitlendirilmiş metanol ((HCl (12.1N)/metanol (%99'luk)/su, 1:80:10, h/h) ilave edilmiş ve 25°C'lik su banyosunda 2 saat bekletilmiştir. Ardından 3000 rpm'de de 10 dak santrifüj edilmiştir. Berrak kısım alınarak analiz edilmeye kadar -18°C de depolanmıştır (Beta ve ark., 2005).

Toplam fenolik madde tayini: Analiz 2 N Folin-Ciocalteu fenol ayracı kullanılarak Singleton ve ark. (1969) tarafından tanımlanan yöntemle göre belirlenmiştir. Sonuçlar "gallik asit eş değeri" olarak hesaplanmıştır.

FRAP yöntemiyle antioksidan kapasite tayini: Benzie ve Strain (1996) tarafından tanımlanan yöntemle göre yapılmıştır ve sonuçlar "trolox eş değeri" cinsinden hesaplanmıştır (Benzie ve Strain, 1996).

DPPH Radikal Süpürme Aktivitesi: DPPH (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl) yöntemiyle antioksidan kapasite tayini Brand-Williams ve ark. (1995) tarafından açıklanan yöntemle göre yapılmıştır. Sonuçlar "trolox eş değeri" cinsinden hesaplanmıştır.

Tekstür Analizi

Tekstür analiz cihazı çalışma koşulları Çizelge 2'de gösterilmiştir. Sertlik ölçümünde tekstür analiz cihazı (Zwick Z0.5, Almanya) kullanılarak, 8 mm'lik baskı derinliğinde 2 cm çapında yuvarlak başlık kullanılarak Aydın ve Ögüt (1991)'e göre sertlik değeri (Newton/cm²) belirlenmiştir. Fırın çıkışından 30 dk sonra soğuyan örnekler polietilen torbalarda paketlenmiştir. 0, 3, 7, 14, 21, 30, 60 ve 90. gün sonunda bisküvi paralellerinden 3 tanesi polietilen torbalarından çıkarılarak sertlik değeri tespit edilmiştir.

Duyusal Analiz

Bisküvi örneklerinde duyusal değerlendirme 20-60 yaş aralığında 15 panelist ile gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme de renk, koku, gevreklik, ağızda dağılma hissi ve genel beğeni özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Değerlendirme beşli hedonik skala (1: çok kötü; 2: yeterli değil; 3: kabul edilebilir; 4: iyi; 5: çok iyi) üzerinden yapılmıştır (Bakırcı, 2014).

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi-TOPSIS

Leblebi unu ilaveli glütensiz bisküvi örneklerinin duyusal özelliklerine (renk, koku, gevreklik, ağızda dağılma hissi ve genel kabul edilebilirlik) ait panelist tercihlerinin değerlendirilmesinde çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan TOPSIS yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntemin temel algoritma aşamaları ve uygulaması aşağıdaki gibidir (Güldane, 2021):

1. Karar matrisi Eşitlik 1 ile normalize edilir.

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}}, i=1, \dots, m; j=1, \dots, n \quad (1)$$

x_{ij} normalleştirilmiş değer, a_{ij} kriterlerin gerçek değeri.

2. Normalleştirilmiş karar matrisi duyu analizi sonuçlarının önem derecesine göre belirlenen ağırlık değerleriyle çarpılır (Eşitlik 2).

$$v_{ij} = x_{ij} \times w_{ij} \quad (2)$$

v_{ij} ağırlıklı normalleştirilmiş değer, w_{ij} her bir kriterin ağırlığı

3. Pozitif ve negatif ideal çözümler belirlenir.
 $A^+ = V_1^+, V_2^+, \dots, V_j^+$ (maksimum değerler)

$$A^- = V_1^-, V_2^-, \dots, V_j^- \text{ (minimum değerler)}$$

4. Her alternatifin pozitif ve negatif ideal çözüm mesafesi Eşitlik 3 ve 4'e göre hesaplanmıştır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (3)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (4)$$

5. Her alternatifin yakınlık katsayısı (YK) Eşitlik 5'e göre hesaplanmıştır.

$$YK_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (5)$$

6. Alternatifler, YK değerlerine göre sıralanmış en iyi alternatif en yüksek YK değerine göre seçilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Glütensiz bisküvi üretiminde elde edilen veriler "SPSS" paket programı (SPSS, version 20.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, ABD) kullanılarak tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş ve önemli bulunan değerlere Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak istatistiksel farklılıkları ($P < 0,05$) belirlenmiştir. Sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çölyak hastalığında meydana gelen artış ve glütensiz diyetle olan yönelim glütensiz ürünlere olan talebi arttırmakta ve glütensiz ürün çeşitliliğinin artmasını zaruri kılmaktadır. Bu çalışmada leblebi üretiminde atık bir ürün olan kırık leblebilerden üretilen leblebi unu 5 farklı oranda glütensiz una ilave edilmiş ve elde edilen karışımlar ile fonksiyonel glütensiz bisküvi üretimi gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada kullanılan leblebi ununa ait kimyasal ve fonksiyonel bileşim Çizelge 3'de verilmiştir. Yapılan literatür taramalarında leblebi ununun %2,29-2,87 kül, %20,60-26,02 protein ve %4,2 yağ içerdiği tespit edilmiştir (Çelik ve ark., 2016; Sayaslan ve ark., 2016; Özülcü ve Arıcı, 2017; Ataman ve Gül, 2020). Çalışmamızda elde edilen kimyasal analiz sonuçları literatür ile benzerlik göstermektedir. Leblebi unun fonksiyonel içeriğinin belirlendiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızda kullandığımız leblebi unu 268,22 mg GE/100 g toplam fenolik madde içeriğine ve 192,67 μ mol TE/100 g (ABTS), 12,73 μ mol TE/100 g (DPPH) toplam antioksidan kapasitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Glütensiz una beş farklı oranda leblebi unu ilave edilerek üretilen bisküvi hamurları 5 mm kalınlığında ve 50 mm çapında standart şekilde pişirme aşamasına verilmiştir. Fırın çıkışı soğuyan örneklerin fiziksel özellikleri tespit edilmiş ve Çizelge 4'de gösterilmiştir. Barışık ve Tavman (2018) yaptıkları çalışmada nohut unu ilave edilen ekmeklerin yükseklik ve hacim değerlerinin düştüğünü bildirmektedir. Glütensiz una leblebi unu ilavesi hamurun kabarmasını olumsuz yönde etkilemiş ve bisküvi yüksekliğini 14,58 mm'den 9,86 mm'ye kadar düşürmüştür. Kabarması azalan bisküvi örneklerinin yayılma oranları artmış ve kontrol örneğinde 3,44 olan yayılma oranı %50 leblebi unu ilavesi ile 5,27'ye kadar yükselmiştir.

Çizelge 3. Leblebi unu kimyasal ve fonksiyonel bileşimi
 Table 3. Chemical and functional composition of Leblebi powder

Parametre	Miktar
Kurumadde (%)	96,12 $\pm$ 0,02
Kül (%)	2,08 $\pm$ 0,03
Protein (%)	18,64 $\pm$ 0,12
Yağ (%)	3,80 $\pm$ 0,08
Toplam Fenolik Madde (mg GE/100 g)	268,22 $\pm$ 2,86
Toplam Antioksidan Kapasite (FRAP) (μ mol TE/100 g)	192,67 $\pm$ 4,69
Toplam Antioksidan Kapasite (DPPH) (μ mol TE/100 g)	12,73 $\pm$ 1,16

Çizelge 4. Leblebi unu ilaveli glütensiz bisküvilerin fiziksel özellikleri
 Table 4. Physical properties of gluten-free biscuits with Leblebi powder addition

	a_w	Pişmiş Ağırlık (g)	Yükseklik (mm)	Çap (mm)	Yayılma Oranı
Kontrol	0,271 ^a	15,23 $\pm$ 1,14 ^a	14,58 $\pm$ 1,11 ^a	50,16 $\pm$ 1,28 ^b	3,44
K-10	0,268 ^a	15,77 $\pm$ 1,24 ^a	13,66 $\pm$ 1,02 ^{ab}	50,50 $\pm$ 1,50 ^b	3,70
K-20	0,271 ^a	15,00 $\pm$ 0,90 ^a	12,25 $\pm$ 0,59 ^c	50,00 $\pm$ 0,71 ^b	4,08
K-30	0,270 ^a	14,84 $\pm$ 0,89 ^a	10,25 $\pm$ 0,72 ^d	51,75 $\pm$ 0,72 ^a	5,05
K-50	0,274 ^a	15,12 $\pm$ 0,76 ^a	9,86 $\pm$ 0,68 ^d	51,92 $\pm$ 1,03 ^a	5,27

a,b,c... harfleri aynı sütundaki örneklere ait $P < 0,05$ seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (K-10; %10 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-20; %20 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-30; %30 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-50; %50 leblebi unu ilaveli bisküvi).

Çizelge 5. Leblebi unu ilaveli glutensiz renk değerleri

Table 5. Gluten-free color values with Leblebi powder addition

	L*	a*	b*
Kontrol Control	76,47±1,55 ^a	2,03±0,92 ^e	30,96±1,11 ^e
K-10	74,61±1,21 ^a	3,24±0,70 ^d	32,33±1,51 ^d
K-20	66,82±1,74 ^b	5,87±0,89 ^c	36,42±0,81 ^c
K-30	66,68±1,18 ^b	5,52±1,09 ^b	36,83±1,41 ^b
K-50	61,17±0,91 ^c	7,55±1,21 ^a	39,26±0,81 ^a

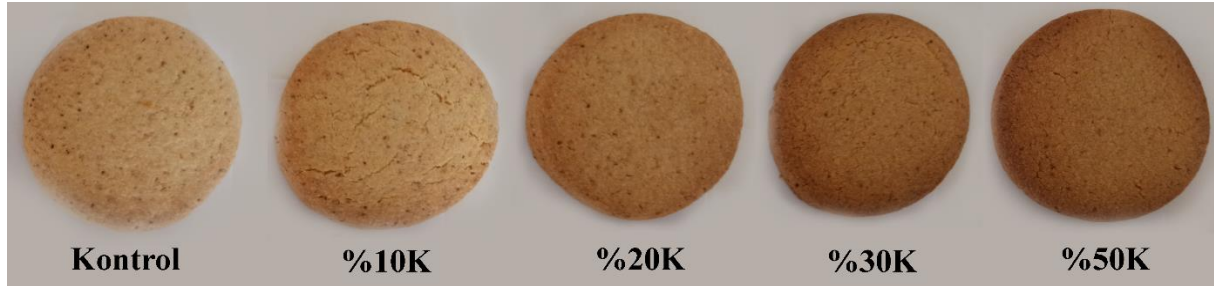
a,b,c... harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0,05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (K-10; %10 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-20; %20 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-30; %30 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-50; %50 leblebi unu ilaveli bisküvi).

Çizelge 6. Leblebi unu ilaveli glutensiz bisküvilerin kimyasal bileşimi

Table 6. Chemical composition of gluten-free biscuits with Leblebi powder addition

	Kurumadde	Kül	Protein	Yağ
Kontrol Control	94,41±0,02 ^b	0,84±0,01 ^e	3,97±0,24 ^e	25,00±0,11 ^d
K-10	94,65±0,34 ^b	0,87±0,01 ^d	4,65±0,08 ^d	25,36±0,06 ^c
K-20	96,40±0,05 ^a	0,95±0,01 ^c	6,08±0,12 ^c	25,80±0,08 ^b
K-30	96,10±0,03 ^a	1,03±0,01 ^b	6,67±0,18 ^b	26,12±0,12 ^a
K-50	95,71±0,71 ^{ab}	1,17±0,01 ^a	8,07±0,09 ^a	26,76±0,05 ^a

a,b,c... harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0,05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (K-10; %10 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-20; %20 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-30; %30 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-50; %50 leblebi unu ilaveli bisküvi).



Şekil 1. Leblebi unu ilaveli glutensiz bisküvilerin dış görüntüleri (%10K; %10 leblebi unu ilaveli bisküvi, %20K; %20 leblebi unu ilaveli bisküvi, %30K; %30 leblebi unu ilaveli bisküvi, %50K; %50 leblebi unu ilaveli bisküvi).

Figure 1. External images of gluten-free biscuits with the addition of Leblebi powder (%10K; biscuit with 10% leblebi powder, %20K; biscuit with 20% leblebi powder, %30K; biscuit with 30% leblebi powder, %50K; biscuit with 50% leblebi powder).

Yayıma oranında ki artış bisküvilerin yüksekliklerinde meydana gelen azalmadan kaynaklanmaktadır. İlave edilen leblebi ununun miktarı yükseldikçe fiziksel özelliklerde meydana gelen olumsuzluklar artış göstermiştir. İlave edilen leblebi unu bisküvi yapısının bozarak kabarmayı engellemektedir. Leblebi unu ilavesinin örneklerin su aktivitesi değerlerinde istatistiki olarak önemli düzeyde bir değişime neden olmadığı belirlenmiştir (P<0,05).

Leblebi ununun doğal yapısı sarı/koyu sarı renk tonlarındadır. İlave edildikleri ürünlerde renk değişimleri meydana getirmektedir. Meydana gelen renk değişimleri duyusal ve kalitatif yöntemlerle tespit edilmektedir. Çalışmamızda üretilen bisküvi örneklerinin Hunter kolorimetresi kullanılarak L*, a* ve b* değerleri tespit edilmiş ve sonuçlar Çizelge 5’de gösterilmiştir. Ayrıca üretilen bisküvi örneklerinin fotoğrafları standart koşullar altında DSLR fotoğraf makinesi (Canon 80D, Japonya) ile çekilmiş, renkte ve dış görünüşte meydana gelen değişimleri göstermek amacıyla birleştirilmiştir (Şekil 1). Leblebi unu ilavesi bisküvileri daha koyu renkli bir yapıya dönüştürmekte, %50 düzeyinde leblebi tozu ilavesi L* değerinde bir azalmaya neden olmaktadır. Bisküvilerin a* değerlerinin 2,03-7,55 arasında b* değerlerinin ise 30,96-39,26 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Leblebi unu ilavesi ile örneklerin daha koyu ve koyu sarı/kahverengi bir

renge sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Yapılan literatür taramalarında nohut/leblebi unu ilave edilen tırnak ekmeklerde (Çelebi, 2015), glutensiz ekmeklerde (Barışık ve Tavman, 2018), bozada (Çelik ve ark., 2016), muffin kekte (Ataman ve Gül, 2020) ve glutensiz eriştede (Şahin ve ark., 2022) benzer renk değişimleri olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalar una nohut/leblebi unu ilavesinin protein, kül ve yağ içeriklerini arttırdığını göstermektedir (Çelebi, 2015; Çelik ve ark., 2016; Barışık ve Tavman, 2018; Şahin ve ark., 2022). Çizelge 6’da leblebi unu ilaveli glutensiz bisküvilerin kimyasal özellikleri gösterilmektedir. %2,08 kül içeriğine sahip leblebi ununun glutensiz una ilave edilmesi bisküvi örneklerinin kül içeriğini %0,84’den %1,17 seviyesine kadar yükseltmiştir. Yüksek protein içeriği ile ön plana çıkan nohut ve ürünleri fonksiyonel ürün geliştirme çalışmalarında önemli bir yere sahiptir. Kontrol bisküvisinde %3,97 olan protein içeriğinin leblebi unu ilavesi ile %8,07 seviyelerine kadar çıktığı tespit edilmiştir.

Sağlıklı beslenme kavramı gün geçtikçe önemini arttırmakta ve tüketicileri daha fonksiyonel ve besleyici ürünlere yönlendirmektedir. Günlük beslenmesinde sınırlı ürün çeşitliliğine sahip olan çölyak hastaları protein içeriği yüksek, fonksiyonel bileşence zengin gıda ürünlerine ihtiyaç duymaktadır. Glutensiz una leblebi unu ilave

edilerek üretilen bisküvilerin fonksiyonel bileşimleri Çizelge 7’de gösterilmektedir. Kontrol bisküvi örneğinde 524,45 mg GE/100 g olan toplam fenolik madde içeriği leblebi unu ilavesi ile 960,66 mg GE/100 g düzeyine kadar yükselerek bisküviler fonksiyonel bileşenler bakımından zenginleştirilmiştir. Antioksidan kapasitesi birçok faktörden etkilendiğinden değerlendirilmesinde birden fazla yöntem kullanılması gerekmektedir (Song ve ark., 2010). DPPH (serbest radikalleri süpürme kapasitesi), antioksidan kapasitesini ölçmede kullanılan ve menekşe rengindeki 2-2-difenil-1-pikrihidrazil radikalının 2-2-difenil-1-pikrihidrazine dönüşmesi esnasında kaybolan rengin spektrofotometrede ölçülmesi esasına dayanmaktadır (Suresh Kumar ve ark., 2013). Üretilen bisküvi örneklerinin DPPH ve FRAP yöntemleri ile ölçülen antioksidan kapasite değerleri Çizelge 7’de sunulmuştur. Her iki yöntemde de en yüksek antioksidan kapasite %50 leblebi unu ilave edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Leblebi unu ilave edilen örneklerde antioksidan kapasite (FRAP) 775,24-1415,54 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ arasında, (DPPH) ise 94,93-137,39 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ arasında tespit edilmiştir. Literatür araştırmasında leblebi ununun fonksiyonel özellikleri ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Leblebi tozu ilavesiyle bisküvilerin biyoaktif bileşenlerce de zenginleştiği belirlenmiştir.

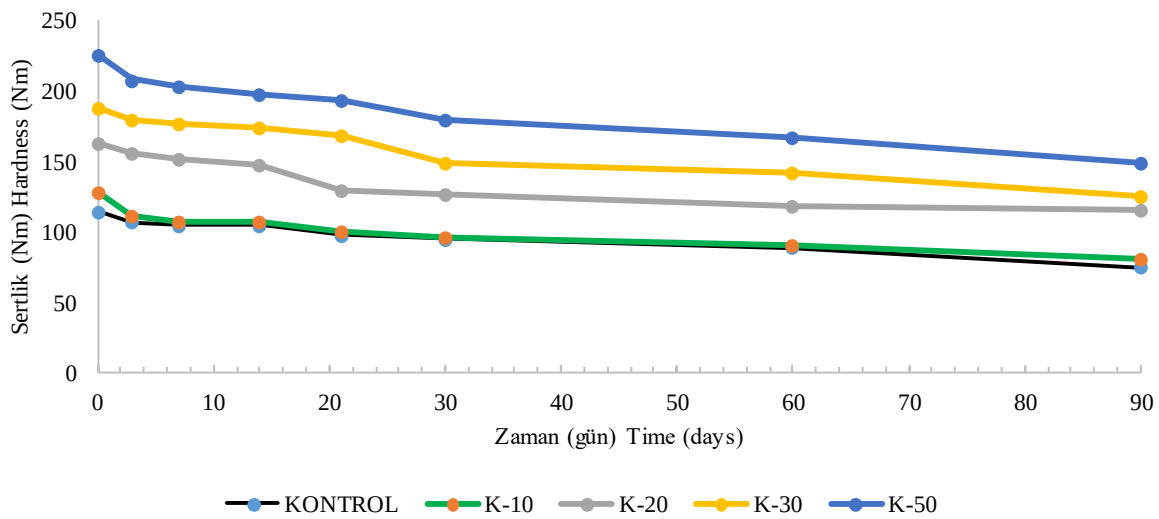
Tüketiciler satın aldıkları bisküvi tipi ürünlerin gevrekliğinin sabit kalmasını ve ürünün yumuşamamasını talep ederken, üretici firmalar da ürünlerinin raf ömrü süresince stabil tekstürel özellikler göstermesini istemektedir. Bisküvi ve kurabiye gibi ürünlerde önemli kalite kriterlerinden biri olan sertlik değeri 90 gün süresince belirli zaman aralıklarında (0, 3, 7, 14, 21, 30, 60 ve 90) takip edilmiştir. Bisküvi örneklerinin zamana bağlı sertlik değerlerindeki değişim Şekil 2’de gösterilmektedir. Fırın çıkışından sonra 30 dk oda koşullarında soğutulan örneklerin sertlik değerleri kontrol örneğinde 114,20 N m iken K50 (%50 leblebi unu ilave edilmiş bisküvi) örneğinde 225,37 N m’ye kadar kademeli olarak yükselmiştir. Leblebi unu glutensiz bisküvi örneklerinin başlangıç sertlik değerlerini yükseltmiştir. 30. gün sonuna kadar sertlik değerleri düşmeye devam etmiş ve üründe yumuşama meydana gelmiştir. 30. günden sonra sertlik değerleri sabit kalmış 90. günde ise üründe ufalanma meydana geldiği belirlenmiştir. Kontrol örneğinde 114,20 N m olan sertlik değeri 90. gün sonunda 74,15 N m’ye düşmüştür. Sertlik değerlerindeki değişimler K10 (%10 leblebi unu ilave edilmiş bisküvi) ’dan K50’ye sırasıyla 126,96-79,96, 162,90-115,75, 186,80-124,70 ve 225,37-149,03 N m’ye düşmüştür.

Çizelge 7. Leblebi unu ilaveli glutensiz bisküvilerin fonksiyonel bileşimleri

Table 7. Functional compositions of gluten-free biscuits with Leblebi powder addition

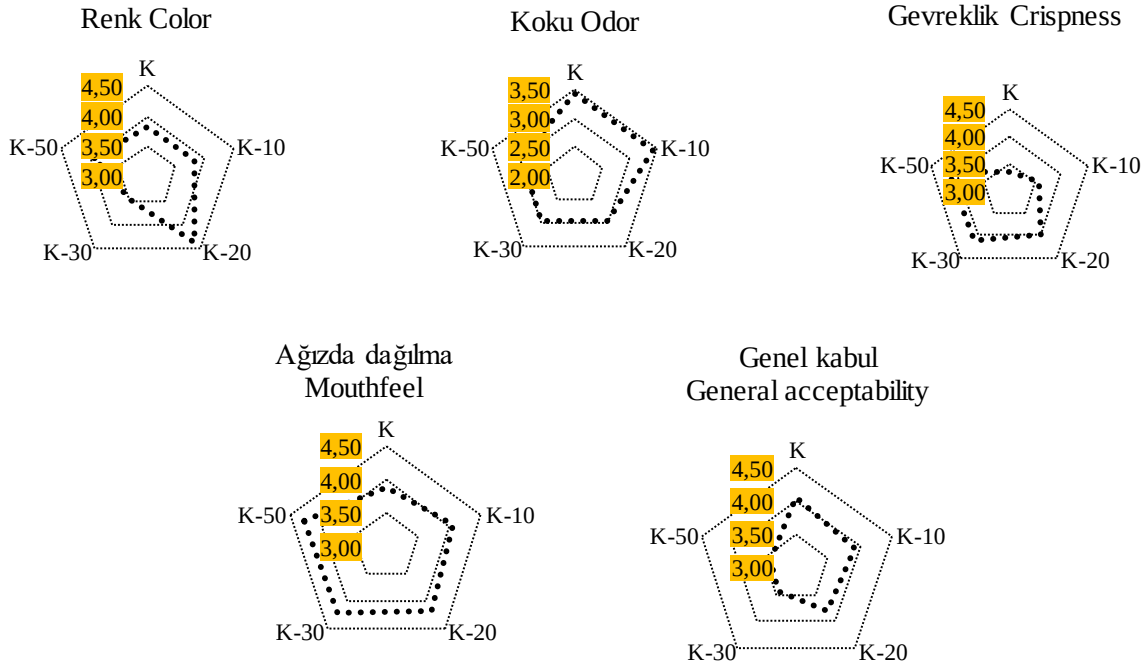
	Toplam Fenolik Madde mg GE/100 g	Toplam Antioksidan Kapasite (ABTS) $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$	Toplam Antioksidan Kapasite (DPPH) $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$
Kontrol	524,45 $\pm$ 9,46 ^e	548,67 $\pm$ 10,78 ^e	81,12 $\pm$ 5,79 ^e
K-10	646,47 $\pm$ 8,14 ^d	775,24 $\pm$ 14,56 ^d	94,93 $\pm$ 3,67 ^d
K-20	776,37 $\pm$ 10,87 ^c	801,01 $\pm$ 21,13 ^c	112,94 $\pm$ 7,52 ^c
K-30	912,89 $\pm$ 12,26 ^b	1155,62 $\pm$ 16,84 ^b	123,89 $\pm$ 6,80 ^b
K-50	960,66 $\pm$ 14,64 ^a	1415,54 $\pm$ 42,12 ^a	137,39 $\pm$ 8,74 ^a

a,b,c... harfleri aynı sütundaki örneklere ait $P < 0,05$ seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (K-10; %10 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-20; %20 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-30; %30 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-50; %50 leblebi unu ilaveli bisküvi).



Şekil 2. Leblebi unu katkılı bisküvilerde sertliğin zamana bağlı değişimi (K-10; %10 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-20; %20 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-30; %30 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-50; %50 leblebi unu ilaveli bisküvi).

Figure 2. Time dependent change of hardness in biscuits with Leblebi powder additives (K-10; biscuit with 10% leblebi powder, K-20; biscuit with 20% leblebi powder, K-30; biscuit with 30% leblebi powder, K-50; biscuit with 50% leblebi powder).



Şekil 3. Bisküvi örneklerinin duysal puanları (K-10; %10 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-20; %20 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-30; %30 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-50; %50 leblebi unu ilaveli bisküvi).
Figure 3. Sensory scores of biscuit samples (K-10; biscuit with 10% leblebi powder, K-20; biscuit with 20% leblebi powder, K-30; biscuit with 30% leblebi powder, K-50; biscuit with 50% leblebi powder).

Duyusal analizde glutensiz bisküvi formülasyonunda glutensiz un yerine ikame edilen leblebi ununun duysal nitelikler üzerine herhangi bir etkisinin olup olmadığı belirlenmiştir. Bisküvi örneklerinin duysal analiz puanları Şekil 3’de gösterilmektedir. Bisküvi örneklerinin renk puanları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır ($P<0,05$). Renk değerlerinin puanı 3,82 ile 4,35 arasında değişmekte olup, en yüksek puan %20 leblebi tozu ikame edilen örneğe verilmiştir. En düşük renk değerleri ise kontrol ve %10 leblebi tozu ilaveli bisküvilerde gözlenmiştir. Bisküvilerde leblebi tozu ilavesiyle birlikte koku skorlarının düştüğü görülmüştür (Şekil 3). Örneklerin koku özelliklerinde önemli farklılıklar belirlenmiştir ($P<0,05$). Bu durumun leblebi tozunun yapıdaki sülfür bileşenleriyle alakalı olabileceği düşünülmektedir. Leblebi tozu ilaveli bisküvilerin gevreklik ve ağızda dağılma hissi özelliklerinde önemli farklılıklar belirlenmiştir ($P<0,05$). Örneklerin gevreklik ve ağızda dağılma hissi puanları leblebi tozu ilavesine bağlı olarak artış göstermiştir. En düşük ve en yüksek renk skorları sırasıyla kontrol ve %50 leblebi tozu içeren örneklerde gözlenmiştir. Bisküvi örneklerinin genel kabul edilebilirlikleri de duysal test ile belirlenmiştir. Leblebi tozu ilavesi bisküvilerin genel kabul edilebilirlik puanlarında azalmaya neden olmuştur ($P<0,05$). Bisküvi örneklerinde leblebi tozu ilavesi arttıkça genel kabul edilebilirlik puanları düşmüştür. En yüksek genel kabul edilebilirlik puanları, 4,07 puan ile leblebi tozu içermeyen örneklerden elde edilirken en düşük genel kabul edilebilirlik puanları 3,40 puan ile %50 leblebi tozu ilaveli örneklerde tespit edilmiştir.

Son dönemlerde çoklu yanıtların tek değere dönüştürülmesi ve performans karakteristiklerinin uygun

düzeylerinin belirlenmesinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden de yararlanılmaktadır. Literatürde çok kriterli karar verme yöntemleri içinde en yaygın olarak TOPSIS, Bulanık TOPSIS ve Taguchi TOPSIS yöntemiyle yapılan çalışmalar bulunmaktadır (Kuvat, 2020). Dedebaş ve Saraç (2021), glutensiz kek üretiminde haşhaş tohumu kullanımının duysal özelliklere etkisinin TOPSIS yöntemi ile belirlemişlerdir. Gürmeriç ve ark. (2013) prebiyotik pudinglerin duysal skorlarının sıralanmasında TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Değerlendirme sonucunda çilek aromalı yoğurdun en çok tercih edilen örnek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, Doğan ve ark. (2016) hazır sıcak çikolatanın yağ içeriğinin duysal optimizasyonunda TOPSIS tekniğinden faydalanmışlardır. Fadıl ve Agustina (2019) kavunların çok kriterli duysal değerlendirmelerinde Bulanık-Eckenrode ve Bulanık-TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Öztürk ve ark. (2014) farklı sebze suları ile zenginleştirilmiş bitkisel yağlı dondurma üretiminde optimum sebze suyunun belirlenmesi amacıyla TOPSIS yönteminden faydalanmışlardır. Mathangi ve Maran (2021), elma çekirdeğinin duysal değerlendirmesinde bulanık TOPSIS yöntemini denemişlerdir. Yılmaz ve Koca (2020), hamsi unu ile zenginleştirilmiş glutensiz mısır ekmeği geliştirilmesinde TOPSIS çok kriterli karar yöntemini kullanmışlardır. Özçil ve ark. (2022), hellim peynirinin duysal değerlendirmesinde TOPSIS yönteminin uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Bu çalışmada kriter kombinasyonu ile duysal analiz sonuçlarının değerlendirilmesi amacıyla TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. Çalışmadaki duysal analiz sonuçları kullanılarak normalize ve ağırlıklı normalize edilmiş matrisler oluşturulmuştur (Çizelge 8).

Çizelge 8. Normalize ve ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

Table 8. Normalized and weighted normalized decision matrix

Örnekler	Renk	Koku	Gevreklik	Ağızda dağılma hissi	Genel kabul edilebilirlik
Normalize					
Kontrol	0,4417	0,4836	0,4153	0,4407	0,4698
K-10	0,4914	0,4201	0,4640	0,4515	0,4542
K-20	0,4012	0,4201	0,4767	0,4580	0,4136
K-30	0,4555	0,4201	0,4837	0,4645	0,4064
K-50	0,4417	0,4864	0,3886	0,4201	0,4865
Ağırlıklandırılmış normalize					
Kontrol	0,0883	0,0973	0,0777	0,0840	0,0973
K-10	0,0883	0,0967	0,0831	0,0881	0,0940
K-20	0,0983	0,0840	0,0928	0,0903	0,0908
K-30	0,0802	0,0840	0,0953	0,0916	0,0827
K-50	0,0911	0,0840	0,0967	0,0929	0,0813

K-10; %10 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-20; %20 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-30; %30 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-50; %50 leblebi unu ilaveli bisküvi.

Çizelge 9. Kriterler için pozitif ideal çözüm (A^+) ve negatif ideal çözüme (A^-) uzaklık değerleriTable 9. Distance values to the positive ideal solution (A^+) and negative ideal solution (A^-) for the criteria

Kriter	A^+	A^-
Renk	0,0983	0,0802
Koku	0,0973	0,0840
Gevreklik	0,0967	0,0777
Ağızda dağılma hissi	0,0929	0,0840
Genel kabul edilebilirlik	0,0973	0,0813

Çizelge 10. Her bir alternatifin pozitif (Si^+) ve negatif (Si^-) uzaklık ve yakınlık katsayısı (YK) değerleriTable 10. Positive (Si^+) and negative (Si^-) distance and proximity coefficient (DC) values for each alternative

Alternatifler	Si^+	Si^-	YK
Kontrol	0,0240	0,0223	0,4821
K-10	0,0189	0,0208	0,5245
K-20	0,0156	0,0262	0,6269
K-30	0,0280	0,0193	0,4078
K-50	0,0226	0,0237	0,5114

K-10; %10 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-20; %20 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-30; %30 leblebi unu ilaveli bisküvi, K-50; %50 leblebi unu ilaveli bisküvi.

Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi kullanılarak her bir kriterin pozitif (A^+) ve negatif (A^-) ideal çözüme uzaklık değerleri belirlenmiştir (Çizelge 9). Her bir alternatifin pozitif (Si^+) ve negatif (Si^-) ideal çözüme uzaklığı Eşitlik 2 ve Eşitlik 3 kullanılarak hesaplanmış ve değerler Çizelge 10'de verilmiştir. Ayrıca alternatifleri sıralamak için Eşitlik 4 kullanılarak yakınlık katsayısı (YK) değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 10).

Alternatiflerin YK değerleri incelendiğinde duysal kriterler açısından K-20 (%20 leblebi unu ilave edilmiş bisküvi) örneği en iyi örnek olarak tercih edilmiştir. Elde edilen sonuca göre, %20 oranında leblebi tozu ikamesiyle kontrol örneğine göre daha fazla tercih edilen gluten içeriği %20 oranında azaltılmış bisküviler üretilebilmektedir.

Sonuç

Leblebi üretiminde kullanılan nohudun iyi bir protein ve mineral kaynağı olduğu bilinmektedir. Zayıf besin içerikleri ile ön plana çıkan nişasta bazlı glutensiz unlar ile beslenen bireylerin çeşitli sağlık sorunları ile karşı karşıya kalması muhtemeldir. Bu çalışmada leblebi üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan ve değerlendirilmeyen leblebi tozu/unu glutensiz bisküvi üretiminde 5 farklı (%0, 10, 20, 30 ve 50) oranda glutensiz una ikame edilerek

kullanılmıştır. Leblebi ununun glutensiz una ilave edilmesi bisküvi örneklerinin protein ve mineral madde içeriklerini yükseltmiştir. Ayrıca toplam fenolik madde ve toplam antioksidan kapasitede artışa neden olmuştur. %30 ve üzerinde ilave edilen leblebi unu bisküvilerin kabarmasını azaltmış ve yayılma derecesini arttırmış ve renklerinin koyu kahverengi renge dönüşmesine neden olarak tüketici beğenisinin düşmesine neden olmuştur. İlave olarak %30'dan fazla ilave edilen leblebi ununun bisküvilerin tekstürel özelliklerinde olumsuz etkiler oluşturduğu tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme kontrol örneğine en yakın genel beğeni puanını %20 leblebi unu ilave edilmiş bisküvi örnekleri almıştır. Duyusal değerlendirme için kullanılan çok kriterli karar verme yöntemi (TOPSIS) de bu sonucu desteklemektedir. Sonuçlar bütün olarak değerlendirildiğinde yan ürün olarak açığa çıkan ve ekonomik değeri düşük olan leblebi ununun glutensiz bisküvi üretiminde kullanılabileceği öngörülmektedir. Leblebi unu ilavesi ile üretilen protein ve fonksiyonel bileşimi daha zengin glutensiz bisküviler, çölyak hastalığı gibi glutensiz beslenme zorunluluğu olan hastalar için alternatif bir ürün olabilecektir. Ayrıca leblebi ununun ekonomik değeri artırarak ülke ekonomisine katma değer sağlayacaktır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Yazar Katkısı

AC; Araştırma fikrini belirledi, geliştirdi, organize etti, analiz yaptı, sonuçları analiz etti, yorumladı ve yazdı. MG; Araştırmayı denetledi, araştırma yöntemlerini önerdi, TOPSIS uygulamasını uyguladı, analiz sonuçlarını kontrol etti, makale düzenlemesini ve kontrolünü yaptı.

Kaynaklar

- AOAC 2000. Official methods of analysis (17th ed). Association of official analytical chemist international, Gaithersburg, MA.
- Ataman Ç, Hülya G. 2020. Leblebi üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan kırık leblebi ununun mufin kalitesi üzerine etkisi. Black Sea Journal of Agriculture, 3:4 308-316.
- Aydın C, Ögüt H. 1991. Determination of some biological properties of Amasya apple and hazelnuts. Selcuk University Journal of Agriculture, 1: 45-54.
- Bakırcı S. 2014. Balkabağı lifi kullanımının yarım yağlı yoğurdun kalitesi ve depolama stabilitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye.
- Barışık D, Tavman Ş. 2018. Glütensiz ekmek formülasyonlarında nohut unu kullanımının ekmeğin kalitesi üzerine etkisi. Akademik Gıda, 16:1 33-41. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.415652>
- Benzie IFF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239: 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Beta T, Nam S, Dexter JE, Sapiirstein HD. 2005. Phenolic content and antioxidant activity of pearled heat and roller-milled fractions. Cereal Chemistry, 82: 390-393. <https://doi.org/10.1094/CC-82-0390>
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschaft-und-Technologie/Food Science and Technology, 28: 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Chen TC, Yu SY. 2022. Study on the risk level of food production enterprise based on TOPSIS method. Food Science and Technology, 42. <https://doi.org/10.1590/fst.29721>
- Coşkun Y, Karababa E. 2004. Leblebi: a roasted chickpea product as a traditional Turkish snack food. Food Reviews International, 20:3 257-274. <https://doi.org/10.1081/FRI-200029424>
- Çelebi N. 2015. Nohut unu kullanımının Siverek tırnaklı ekmek kalitesine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimler Enstitüsü, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye.
- Çelik İ, Işık F, Yilmaz Y. 2016. Effect of roasted yellow chickpea (leblebi) flour addition on chemical, rheological and sensory properties of boza. Journal of Food Processing and Preservation, 40:6 1400-1406. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12725>
- Dedebaş T, Göksel Saraç M. 2021. Investigation of Gluten-free Cake Production from Poppy Seed (*Papaver somniferum* L.) Pulp: TOPSIS Application. Selli S, Kelebek H (editörler). International Conference on raw materials to processed foods, Turkey, 03-04 June 2021, pp 235-242.
- Dogan M, Aslan D, Ozgur A. 2018. Bioactive and sensorial characteristics of the milk based herbal (*Rumex crispus* L.) tea: multi-criteria decision making approach. Food Measure, 12: 535-544. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9665-4>
- Dogan M, Aslan D, Aktar T, Goksel Sarac M. 2016. A methodology to evaluate the sensory properties of instant hot chocolate beverage with different fat contents: multi-criteria decision-making techniques approach. European Food Research and Technology, 242:6 953-966. <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2602-z>
- El Allaki F, Christensen J, Vallières A. 2019. A modified TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) applied to choosing appropriate selection methods in ongoing surveillance for Avian Influenza in Canada. Preventive veterinary medicine, 165: 36-43. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.02.006>
- Fadhil R, Agustina R. 2019. A multi-criteria sensory assessment of Cucumis melo (L.) using fuzzy-Eckenrode and fuzzy-TOPSIS methods. Foods and Raw materials, 7:2 339-347. <http://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-2-339-347>
- Fişek D. 2021. Nohut Bileşenlerinin Karakterizasyonu. Yüksek Lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye.
- Gürmeriç VE, Dogan M, Toker OS, Şenyiğit E, Ersoz NB. 2013. Application of different multi-criteria decision techniques to determine optimum flavour of prebiotic pudding based on sensory analyses. Food Bioprocess Technol, 6: 2844-2859. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0972-9>
- Güldane M. 2021. Şekerli ve köpük yapılı modelde süt proteinlerinin köpük özelliklerine etkisi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye.
- Kahraman G. 2016. Development of gluten-free bread formulations based on chickpea flour: optimization of formulation, evaluation of dough properties and bread quality. Doktora Tezi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir, Türkiye
- Kuvat Ö. 2020. Multi response robust optimization of nugget steam cooking process parameters. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 35:3 1171-1185. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.598671>
- Kuzumoğlu Y. 2020. Glütensiz tulumba tatlısı üretimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Pamukkale Üniversitesi, Bursa, Türkiye.
- Mathangi S, Maran JP. 2021. Sensory evaluation of apple ber using fuzzy TOPSIS. Materials Today: Proceedings, 45: 2982-2986. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.962>
- Ozturk G, Dogan M, Toker OS. 2014. Physicochemical, functional and sensory properties of mellorine enriched with different vegetable juices and TOPSIS approach to determine optimum juice concentration. Food Bioscience, 7: 45-55. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2014.05.001>
- Özçil İE, Esenyele İ, İlhan A. 2022. A Fuzzy approach analysis of halloumi cheese in N. Cyprus. Food Analytical Methods, 15:1 10-15. <https://doi.org/10.1007/s12161-021-02075-4>
- Özülkü G, Arıcı M. 2017. Characterization of the reological and technological properties of the frozen sourdough bread with chickpea flour addition. J. Food Meas. Charact., 11:3 1493-1500. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9528-z>
- Sağlam H, Aseydim AC. 2017. Leblebi üretiminde ikinci kavurma koşullarının leblebi'nin fizikokimyasal özellikleri ve duyu kalitesi üzerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 21:3 279-292. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.339334>
- Sayaslan A, Akarçay E, Tokatlı M. 2016. Kavrulmuş mısır, buğday ve nohut leblebi çerezlerinin beslenme açısından önemli karbonhidrat fraksiyonları. Akademik Gıda, 14:3 284-292.
- Singh N, Kaur M, Sandhu KS. 2005. Physicochemical and functional properties of freeze-dried and oven dried corn gluten meals. Drying Technology, 23: 975-988. <https://doi.org/10.1081/DRT-200054253>

- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16: 144-158.
- Song FL, Gan RY, Zhang Y, Xiao Q, Kuang L, Li HB. 2010. Total phenolic contents and antioxidant capacities of selected chinese medicinal plants. International Journal of Molecular Sciences, 11: 2362-2372. <https://doi.org/10.3390/ijms11062362>
- Suresh Kumar GS, Seethalakshmi PG, Bhuvanesh N, Kumaresan S. 2013. Studies on the syntheses, structural characterization, antimicrobial and DPPH radical scavenging activity of cocrystals caffeine:cinamic acid and caffeine:eosin dihydrate. Journal of Molecular Structure, 1050: 88-96. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2013.07.018>
- Şahin M, Odabaş E, Çakmak H. 2022. Kırık leblebiden elde edilen unun glutensiz erişte üretiminde değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26:2 260-267. <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.1053753>
- Wang K, Zhao, X, Li J, Ma C, Sun D, Gantumur MA, Hou J. 2021. Comparison of high pressure homogenization, selective thermal denaturation and glycosylation on textural properties of green soybean (Glycine max) tofu by TOPSIS analysis. Food Control, 129: 108185. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108185>
- Yılmaz VA, Koca İ. 2020. Development of gluten-free corn bread enriched with anchovy flour using TOPSIS multi-criteria decision method. International Journal of Gastronomy and Food Science, 22: 100281. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100281>