KSÜ Tarım ve Doğa Derg 29 (4), 941-954, 2026
KSU J. Agric Nat 29 (4), 941-954, 2026
https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1763764

Yer Bademi (*Cyperus esculentus* L.) Ununun Şeker ve Shortening İkamesi Olarak Kullanımının Kek Kalitesine Etkisi

Nebahat İNYAYLA[1], Nezahat OLCAY[2]✍, Mustafa Kürşat DEMİR[3]
[1]Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram, Konya, Türkiye, [2]Beyşehir Ali Akkanat Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Selçuk Üniversitesi, Beyşehir, Konya, Türkiye, [3]Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram, Konya, Türkiye
[1]https://orcid.org/0009-0000-0571-0800, [2]https://orcid.org/0000-0003-3302-8969, [3]https://orcid.org/0000-0002-4706-4170
✉: nezahat.olcay@selcuk.edu.tr

ÖZET

Yer bademi, yüksek besin değeri ve sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle dikkat çeken tarımsal bir üründür. Son yıllarda trend olan beslenme tiplerinde sıklıkla yer almaya başlayan yer bademinin endüstriyel gıda formülasyonlarında kullanımını artırmak, toplumsal sağlığa ve ekonomik kalkınmaya katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada yer bademi ununun kek formülasyonlarında şeker ve shortening yerine ikamesinin ürünün fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Yer bademi unu kullanımı, kek hamurlarının pH ve ağırlığını artırmıştır. Özgül ağırlık değerleri ise shortening ikamesi ile değişim göstermezken, şeker ikamesi ile artmıştır. Yer bademi unu ikamesi, keklerin kabuk renk değerlerinde belirgin değişimlere yol açmazken, iç dokularına ait *a** ve *b** renk değerlerini önemli şekilde artırıcı etkide bulunmuştur. İkame oranı arttıkça keklerin hacmi ve elastikiyeti azalmış, sıkılık değerleri artmıştır. Bununla birlikte, yer bademi unu ikamesi keklerin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesini anlamlı düzeyde yükseltmiştir. Yer bademinin, shorteningin en fazla %30'unun ve şekerin en fazla %40'ının yerine ikame edilmesi durumunda, ürünün kabul edilebilir fiziksel özelliklerini koruduğu belirlenmiştir. Artan fonksiyonel gıda talebi bağlamında, yer bademinin hem besinsel değeri artırma potansiyeli hem de endüstriyel uygulamalara uygunluğu dikkate alınarak gelecekteki çalışmalar için umut vadettiği sonucuna varılmıştır.

Gıda Bilimi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi
Geliş Tarihi : 13.08.2025
Kabul Tarihi : 14.11.2025

Anahtar Kelimeler
Yer bademi
Cyperus esculentus
Şeker ikamesi
Shortening ikamesi
Fonksiyonel gıda

Effect of Using Tiger Nut (*Cyperus esculentus* L.) Flour as a Sugar and Shortening Substitute on Cake Quality

ABSTRACT

Tiger nuts are agricultural products that attract attention due to their high nutritional value and positive health effects. Increasing the use of tiger nut, which has become a frequent feature of recent dietary trends, in industrial food formulations will contribute to public health and economic development. This study evaluated the effects of substituting tiger nut flour for sugar and shortening in cake formulations on the product's physical, chemical, and functional properties. The use of tiger nut flour increased the pH and weight of cake doughs. Specific gravity values remained unchanged with the shortening substitution, but increased with the sugar substitution. While tiger nut flour substitution did not cause significant changes in the color values of the cake crusts, it significantly increased the *a** and *b** color values of the crumbs. As the substitution ratio increased, cake volume and elasticity decreased, while firmness values increased. However, the substitution of tiger nut flour significantly increased the total phenolic content and antioxidant activity of the cakes. It was determined that replacing up to 30% of shortening and up to 40% of sugar with tiger nut resulted in products with acceptable physical properties. In the context of increasing demand for functional foods, tiger nuts were identified as promising for future studies, given their potential to enhance nutritional value and suitability for industrial applications.

Food Science

Research Article

Article History
Received : 13.08.2025
Accepted : 14.011.2025

Keywords
Tiger nur
Cyperus esculentus
Sugar substitute
Shortening substitute
Functional food

Atıf Şekli: İnyayla, N., Olcay, N. & Demir, M.K. (2026). Yer Bademi (*Cyperus esculentus* L.) Ununun Şeker ve Shortening İkamesi Olarak Kullanımının Kek Kalitesine Etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg 29* (4), 941-954. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1763764

To Cite : İnyayla, N., Olcay, N. & Demir, M.K. (2026). Effect of Using Tiger Nut (*Cyperus esculentus* L.) Flour as a Sugar and Shortening Substitute on Cake Quality. *KSU J. Agric Nat 29*(4), 941-954. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1763764

GİRİŞ

Son yıllarda beslenme tercihlerinin değişmesiyle birlikte; ekmek, kek, bisküvi gibi gıdalar yaygın olarak tercih edilen ürünler haline gelmiştir (Kaur & Kaur, 2018). Tüketiciler tarafından kolayca kabul edilen tahıl ürünlerinin ayrıca besin maddeleri için taşıyıcı görev üstlendiklerinden, günümüz beslenme alışkanlıklarındaki önemleri de artış göstermektedir (Alpaslan & Hayta, 2006). Çeşitli formülasyonlarla üretim imkânlarına sahip olan kek; protein, yağ ve yüksek miktarda karbonhidrat ihtiva eden bir üründür. Fakat metabolizma faaliyetleri için gerekli olan vitamin, mineral ve diyet lifleri bakımından fakir bir gıda olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle kek üzerine yapılan çalışmalar genellikle, son ürünün besin değerini artırmaya odaklanmıştır (Gökçe ve ark., 2023).

Kek üretiminde tatlandırıcı olarak kullanılan şekerin temel işlevleri; ürünün dokusunu iyileştirmek, kalori değerini artırmak ve raf ömrünü uzatmak olarak sayılabilir (Dizlek ve ark., 2008). Bir diğer hammadde olan yağın temel işlevleri ise kek hamurunun özgül ağırlığını azaltmak, hamur viskozitesini düşürmek, köpük yapısının stabilitesini korumak, hamurda parlaklık ve homojenlik sağlamak, son ürünün yeme kalitesi ve özgül hacmini artırmak, üründe yapısal özellikleri geliştirmek ve raf ömrünü uzatmak olarak sıralanabilir (Bırnbaum, 1978; Ebeler & Walker, 1984; Baker ve ark., 1990). Birçok fırın ürününün üretiminde halihazırda shortening kullanımı mevcut olup, kalori değeri ve sağlık endişeleri shortening yerine farklı ikame maddelerinin tercih edilmesine neden olmaktadır (Zhou ve ark., 2011; Wilderjans ve ark., 2013; Mert & Demirkesen, 2016). Bunun yanı sıra, gıda endüstrisi son yıllarda tüketicilere daha sağlıklı, doğal, besleyici ve düşük kalorili tatlandırıcılar sunma yönelimindedir (Gökçe ve ark., 2023).

Cyperaceae familyasına ait bir tür olan yer bademi (*Cyperus esculentus* L.), kök tabanından küresel şekilli rizomlar üreten bir bitkidir (De Vries, 1991). Yenilebilir, pürüzsüz, sarımsı ve tatlı yumrular şeklindeki yer bademi, sağlam, hızlı büyüyen ve oldukça üretken, çok yıllık bir bitkidir. Toprak bademi olarak da bilinen yer bademi yumrularında vejetatif üreme oldukça fazla olup, tek bir yumru bile oldukça fazla çoğalabilme kapasitesindedir (Mitchell & Martin, 1986; Onuoha ve ark., 2017). Yer bademi çoğunlukla Nijerya, Senegal ve Gana gibi Batı Afrika ülkelerinde yetiştirilmekte, chufa ismiyle İspanya'da da oldukça popüler bir bitki olduğu bilinmektedir. Ayrıca Akdeniz Bölgesi, Hindistan, Kuzey Amerika, Meksika ve Peru da yer bademinin oldukça sık yetiştirildiği bölgeler ve ülkelerdir (Ezeh ve ark., 2014). Ülkemizde ise yer bademinin üretimi daha kısıtlı olup Adana'da Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde ekimi yapılmaktadır (Ayaşan ve ark., 2021).

Yer bademinin yağ içeriği, çeşit ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte, yağ asidi profili zeytin yağına oldukça benzerlik göstermektedir. Tekli doymamış yağ asitleri açısından oldukça zengin olan yer bademi yağında en çok bulunan yağ asidi oleik asittir ve yer bademi yağ asidi profilinin yaklaşık %59-76'sını oluşturmaktadır. Oleik asitten sonra en çok bulunan yağ asitleri ise palmitik, linoleik ve stearik asitler olarak sayılabilir (Roselló-Soto ve ark., 2018). Yaklaşık 100 g yer bademi tüketimi, 4-9 yaş aralığındaki çocukların günlük enerji gereksiniminin yaklaşık olarak %15-22 kadarını karşılayabilmektedir. Ayrıca ergenlik çağındaki bireyler, yetişkinler ve hamileler için günlük enerji gereksiniminin %8-16 kadarını karşılayabilir olduğu da bildirilmiştir (FAO, 2002). Yer bademi ayrıca E vitamini ve antioksidan özellikteki α-tokoferol açısından da zengin bir ürün olup, bu özelliğiyle yenilenebilir bir enerji kaynağı olmasının yanı sıra beslenme-ilaç kompleksi olarak da görülebilmektedir (Yeboah ve ark., 2012; Valero-Vello ve ark., 2021).

Yer bademi, önemli miktarda suda çözünür flavonoidler, glikozitler ve antioksidan maddeler içermektedir (Othman ve ark., 2019). Yer bademindeki yüksek oleik asit konsantrasyonu, kolesterol üzerinde faydalı bir etkiye sahip olup, tromboz ve kalp krizlerini inhibe edici bir etki göstermektedir (Onyibe ve ark., 2021). Ayrıca, günlük yer bademi tüketiminin, düşük yoğunluklu lipoprotein içeriğini azaltıcı, yüksek yoğunluklu lipoprotein içeriğini ise artırıcı etki göstererek, kardiyovasküler sağlığa olumlu katkıda bulunduğu belirlenmiştir (Hernández-Olivas ve ark., 2022). Literatürde yer bademinin kabızlığı önlediği ve kolon kanseri tehdidini azalttığı da bildirilmiştir (Benavides ve ark., 2016). Çin'de yer bademi sütünün; kalp uyarıcı, karaciğer toniği, şiddetli mide ağrısını azaltıcı, adet düzenleyici, diş eti ve ağız ülserlerini iyileştirici olarak kullanıldığı bilinmektedir (Wagner ve ark., 2002). Tüm bu terapötik etkileri nedeniyle, yer bademine olan ilgi her geçen yıl artmaktadır (Yeboah ve ark., 2012).

Bu çalışmada, kek üretiminde yer bademi (*Cyperus esculentus* L.) ununun kullanımı ile besin değeri ve fonksiyonel özellikleri artırılmış yeni bir ürün formülasyonunun geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla yer bademi unu kek üretiminde altı farklı oranda (%0, 10, 20, 30, 40, 50) yağ ve şeker ikamesi olarak kullanılmıştır. Yer bademi ununun, kek hamurlarının ve üretilen son ürünlerin bazı fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel özellikleri üzerindeki

etkileri incelenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırmada materyal olarak kullanılan yer bademi (*Cyperus esculentus*) TheLifeCo (İstanbul, Türkiye) firmasından tedarik edilmiştir. Kek üretimlerinde kullanılan buğday unu, şeker, yumurta, mısır nişastası, shortening, kabartma tozu, vanilya, tuz ve süt Konya yerel pazarından temin edilmiştir. SSL (sodyum stearoil-2-laktilat) ve DATEM (mono ve digliseridlerin diasetil tartarik asit esteri) ise Saray Bisküvi ve Gıda San. A.Ş.'den (Konya, Türkiye) tedarik edilmiştir.

Yer Bademi Unu Üretimi

İlk olarak yer bademlerinin kabukları soyulmuş ve yumrular yıkama suyu berraklaşıp üzerinde yabancı madde kalmayana kadar çeşme suyu ile yıkanmıştır. Daha sonra yıkanan yumrular oluşabilecek muhtemel mikrobiyal risklere karşı %2.5'lik NaOCl çözeltisinde 10 dk bekletilerek dezenfekte edilmiştir. Ardından saf su ile tekrar yıkanmış, yıkama işlemi 3 kez tekrar edilmiştir. Dezenfeksiyondan sonra oda koşullarında (24 °C) 24 saat kurumaya bırakılan yer bademleri, 500 µm elekten geçebilecek şekilde öğütülmüş (Alveo, Türkiye) ve yer bademi unu elde edilmiştir. Elde edilen yer bademi unu, üretim ve analizlere kadar polietilen torbalar içerisinde buzdolabında (+4 °C) muhafaza edilmiştir.

Kek Üretimi

Kek örneklerinin üretimi Alp (2006)'in üretim metodu modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Kontrol örneğinin formülasyonunda 100 g buğday unu, 88 g şeker, 80 g yumurta, 72 g shortening, 1.6'şar g kabartma tozu, tuz ve vanilya, 8 g mısır nişastası, 11 ml süt, 0.24'er g SSL (sodyum stearol laktilat) ve DATEM (mono ve digliseridlerin diasetil tartarik asit esteri) kullanılmıştır. Shortening ve şeker esasına göre yer bademi unu, kek formülasyonunda ayrı ayrı ikame maddesi olarak kullanılmıştır. İkame oranları, yapılan ön deneme çalışmaları sonucunda %0, 10, 20, 30, 40 ve 50 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). İlk olarak yumurta ile şeker mikserde (Kenwood KMX, Kenwood Ltd., İngiltere) çırpılıp krema görüntüsü aldıktan sonra, shortening ilave edilmiş, homojen bir karışım elde edilene kadar hamur çırpılmaya devam edilmiştir. Ardından, diğer tüm hammaddeler karışıma eklenerek hamur tekrar çırpılmıştır. Kek hamuru (130 g) eşit boyuttaki kalıplara döküldükten sonra 160°C sıcaklıkta 50 dk süreyle mini fırında (BEKO MF6, Türkiye) pişirilmiştir.

Çizelge 1. Yer bademi unu ikameli kek formülasyonları
Table 1. Cake formulations with tiger nut flour substitute

Yer bademi unu *Tiger nut flour* (%)	Yağ ikamesi *Fat substitution*		Şeker ikamesi *Sugar substitution*	
	Shortening (g) *Shortening*	Şeker (g) *Sugar*	Shortening (g) *Shortening*	Şeker (g) *Sugar*
0	72	88	72	88
10	64.8	88	72	79.2
20	57.6	88	72	70.4
30	50.4	88	72	61.6
40	43.2	88	72	52.8
50	36	88	72	44

Kek Hamuru Analizleri

10 g kek hamuru 90 ml saf suyla 1 dk boyunca karıştırılmış, elde edilen süspansiyonda, dijital bir pH metre (S220 SevenCompact pH/Ion Benchtop Meter, Mettler Toledo, ABD) kullanılarak pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Hazırlanan kek hamurları 130'ar g olacak şekilde eşit boyuttaki kalıplara tartılmıştır. Pişirme sonrasında keklerin 1 saat soğuması beklenerek, örneklerin ağırlığı ölçülmüştür.

Hamurların özgül ağırlıkları, standart ölçüdeki hamur ağırlığının eşit hacimdeki suyun ağırlığına bölünmesiyle hesaplanmıştır (Jyotsna ve ark., 2007).

Renk Analizi

Yer bademi unu ve kek örneklerinin renk değerleri, Hunter Lab Color Quest II Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak, L^*, a^* ve b^* değeri cinsinden ölçülmüştür (Francis, 1998).

Fiziksel Analizler

Keklerin hacim ve simetri indeksleri AACC Metot 10-91'e göre milimetrik şablon kullanılarak ölçülmüştür. Kekler soğutulduktan sonra dikey olarak merkezlerinden kesilmiş, milimetrik kağıt ile hazırlanan şablonun üzerine kesilmiş yüzeyleri gelecek şekilde yerleştirilmiş ve B, C, D yükseklikleri milimetrik şablondan okunmuştur. Hacim indeksi (mm) B+C+D ve simetri indeksi (mm) 2C-B-D formülleri ile hesaplanmıştır (AACC, 2010).

Kek örneklerinin sıkılık ve esneklik değerleri, tekstür analiz cihazı (TA-XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, İngiltere) kullanılarak, AACC (74-09) standart metoduna göre, 1.7 mm/sn ölçüm hızı ve %40 gerilme ile uygulanmıştır (AACC, 2010).

Kimyasal Analizler

Denemelerde kullanılan yer bademi unu ve kek örneklerinin; nem (AACC 44–19.01), ham kül (AACC 08-01.01), ham yağ (AACC 30-25.01) ve ham protein (AACC 46–12.01) içeriklerinin tayininde AACC standart metotları kullanılmıştır (AACC, 2010).

Kek örneklerin karbonhidrat ve enerji değerleri aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır (Eş. 1 ve 2) (Schakel ve ark., 1997):

$$Karbonhidrat\ (\%) = 100 - (\%nem + \%protein + \%yağ + \%kül) \quad \text{(Eş. 1)}$$

$$Enerji\ (\text{kcal } 100\ g^{-1}) = 4*(\%karbonhidrat) + 4*(\%protein) + 9*(\%yağ) \quad \text{(Eş. 2)}$$

Yer bademi unu ve kek örneklerinin fitik asit değerleri, Haug ve Lantzsch (1983)'e göre kolorimetrik metot kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerdeki fitik asit, hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edilmiş, ardından demir III çözeltisi ile çöktürme işlemi yapılmıştır. Serum kısmında kalan demir miktarı, 519 nm dalga boyundaki spektrofotometrede okunarak, absorbans değerlerinden fitik asit miktarı (mg 100 g^{-1}) hesaplanmıştır.

Yer bademi unu ve kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarı analizi ise Folin-Ciocalteu kolorimetrik metodu ile gerçekleştirilmiştir (Vitali ve ark., 2009; Aydın, 2012). Fenolik madde miktarı 100 g örnekteki gallik asit eşdeğeri (GAE) cinsinden mg fenolik madde içeriği (mg GAE 100 g^{-1}) olarak hesaplanmıştır.

Antioksidan aktivite analizi, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) yöntemi ile Brand-Williams ve ark. (1995)'a göre gerçekleştirilmiştir. 517 nm dalga boyunda okunan absorbans değerlerinden DPPH radikal yakalama aktivitesi değerleri hesaplanarak, sonuçlar 100 g örnekteki trolox eşdeğeri (TE) cinsinden mg antioksidan kapasite (mg TE 100 g^{-1}) olarak ifade edilmiştir.

İstatistik Analiz

Bu çalışma $(2 \times 6) \times 2$ faktöriyel deneme desenine göre yürütülmüştür. Örneklerin istatistiksel analizi JMP istatistik programı, 5.0.1 versiyonu (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) ile gerçekleştirilmiştir. Veriler tek yönlü varyans (ANOVA) analizine tabi tutulmuş, ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Tukey HSD testi ile karşılaştırılmıştır. $p<.05$ değeri anlamlı olarak kabul edilmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yer Bademi Ununa Ait Analiz Sonuçları

Denemelerde kullanılan yer bademi ununa ait analiz sonuçları Çizelge 2'de özetlenmiştir. Yer bademi ununun L^* değeri 79.66, a^* değeri -3,32 ve b^* değeri 25.7 olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Bayılmaz (2022) bir çalışmasında yer bademi ununun L^*, a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 80.72, 0.02 ve 23.19 olarak tespit etmiştir. Tanrıseven (2023) ise bir çalışmasında, yer bademinin L^* değerinin 67.18, a^* değerinin 5.63 ve b^* değerinin 21.50 olarak bulunduğunu bildirmiştir. Zhang ve ark. (2022) dört farklı metotla kurutulan yer bademi örneklerinin L^* değerlerinin 69.81 ile 76.18, a^* değerlerinin 4.47 ile 9.64, b^* değerlerinin ise 14.99 ile 21.28 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Tüm bu çalışmalardan elde edilen renk değerleri arasındaki farklılığın muhtemelen, kullanılan yer bademinin yetiştirme, depolama ve işleme koşulları arasındaki farklılıktan kaynaklandığı söylenebilir.

Kimyasal analiz sonuçlarına göre, denemelerde kullanılan yer bademi ununun kuru madde içeriği %95.53, kül içeriği %1.19, ham yağ içeriği %27.05 ve protein içeriği %4.38 olarak tespit edilmiştir. Gökçe (2023), yaptığı bir çalışmada, yer bademinin protein içeriğinin %5.0, ham yağ içeriğinin %32.8 ve kül içeriğinin %4.3 olarak bulunduğunu bildirmiştir. Nina ve ark. (2019) siyah, kahverengi ve sarı olmak üzere üç farklı yer bademi çeşiti üzerine yaptıkları bir çalışmada, örneklerin nem içeriklerinin %4.47 ile %4.99 arasında, kül içeriklerinin %1.95 ile %2.05 arasında, yağ içeriklerinin %19.03 ile %22.06 arasında, protein içeriklerinin ise %5.62 ile %6.23 arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Çizelge 2. Yer bademi ununa ait analiz sonuçları[1]
Table 2. Analysis results of tiger nut flour[1]

Özellik *Characteristic*		Yer bademi unu *Tiger nut flour*
Renk özellikleri[2] *Color properties*	*L**	79.66±0.23
	*a**	-3.32±0.10
	*b**	25.7±0.36
Kimyasal özellikler *Chemical properties*	Kuru madde (%) *Dry matter*	95.53±0.07
	Kül (%) *Ash*	1.19±0.03
	Ham protein (%) *Crude protein*	4.38±0.25
	Ham yağ (%) *Crude fat*	27.05±2.85
	Fitik asit (mg 100 g^{-1}) *Phytic acid*	638.37±13.70
	TFM (mg GAE 100 g^{-1})	29.14±0.36
	DPPH(mg TE 100 g^{-1})	198.04±0.56

[1]Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Değerler ortalama ± standart sapma (SD) olarak verilmiştir.; [2] *L**: Parlaklık, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri

Bu çalışmada yer bademi ununun fitik asit içeriği 638.37 mg 100 g^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 2). Adebowale ve ark. (2017) bir çalışmasında yer bademi ununun fitat içeriğini %0.32 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Ijarotimi ve ark. (2018) ise çalışmalarında yer alan bademinin 7.01 mg g^{-1} fitat içerdiğini, fitat içeriğinin ise fermantasyonla azaldığını tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada yer bademinin fitat içeriği 3.3 mg g^{-1} olarak bildirilmiştir (Ijarotimi ve ark., 2019). Oyedara ve ark. (2022) üç farklı marketten temin ettikleri yer bademi örneklerinin fitik asit içeriklerini %0.56, %1.45 ve %1.64 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların literatür ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Sonuçlar arasındaki deskriptif farklılıkların ise yer bademi çeşidi ve işleme koşulları arasındaki farklılıktan kaynaklandığı söylenebilir.

Yer bademi ununun toplam fenolik madde miktarı 29.14 mg GAE 100 g^{-1} ve DPPH radikal yakalama aktivitesi 198.04 mg TE 100 g^{-1} olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Literatürde, sarı ve kahverengi yer bademi çeşitlerinin toplam fenolik asit içeriklerinin sırasıyla 114.96 ve 114.94 mg GAE 100 g^{-1} olarak bulunduğu bildirilmiştir (Oladele ve ark., 2017). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer şekilde, Özcan ve ark. (2021) iki farklı yer bademi çeşidinin biyoaktif özelliklerini araştırdıkları bir çalışmada, Sarışeker ve Balyumru çeşitlerinin toplam fenolik madde içeriklerini sırasıyla 21.54 ve 34.58 mg GAE 100 g^{-1} olarak tespit etmişlerdir. Djikeng ve ark. (2022) yer bademinde farklı işleme metotlarının etkisini araştırdıkları bir çalışmada, yer bademi örneklerinin toplam fenolik madde içeriklerinin 18.31-300.44 mg 100 g^{-1} arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Literatürde bildirilen bazı çalışmalarda, yer bademinin DPPH antioksidan aktivite değerlerinin %38.00 (sarı yer bademi) ve %42.80 (kahverengi yer bademi) (Oladele ve ark., 2017), %54.9 (Ijarotimi ve ark., 2018), %16.36 (Sarışeker) ve %17.56 (Balyumru) (Özcan ve ark., 2021) olarak tespit edildiği bilgisi yer almaktadır. Çeşit, işleme ve analiz koşulları arasındaki farklılıklara karşın, bu çalışmadan elde edilen sonuçların literatürle uyumlu olduğu söylenebilir.

Kek Hamurlarına Ait Analiz Sonuçları

Yer bademi unu ikameli kek örneklerinin hamurlarına ait analiz sonuçları Çizelge 3'te gösterilmektedir. Yer bademi ununun shortening ikamesi olarak kullanıldığı kek hamurlarının pH değerleri 6.18-6.55 arasında değişirken, şekere ikamesi olarak kullanıldığı kek hamurlarının pH değerleri 6.18-6.55 arasında değişim göstermiştir. Sonuçlarda, yer bademi unu ikameli kek örneklerinin pH değerlerinin kontrol örneğinden istatistiksel olarak önemli şekilde yüksek bulunması dikkat çekmiştir ($p<.05$). Ocloo ve ark. (2014) bir çalışmalarında siyah ve sarı tip yer bademi örneklerinin pH değerlerini sırasıyla 7.42 ve 7.05 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, yer bademi unu ikameli kek hamurlarının pH değerlerinin yüksek bulunması muhtemelen, yer bademinin pH değerinin nötre yakın olmasından kaynaklanmaktadır.

Yer bademi unu ikamesi, kek örneklerinin ağırlığının 114.54 gramdan 117.03 grama yükselmesine neden olmuştur ($p<.05$) (Çizelge 3). İkame oranının artmasıyla birlikte ağırlık değerlerinde gözlenen bu artış, yer bademi ununun diyet lif içeriği ve su tutma kapasitesine atfedilebilir. Gökçe (2023), yaptığı çalışmasında yer bademinin diyet lif

içeriğinin %6.5 bulunduğunu bildirmiştir. Bir başka çalışmada üç farklı yer bademi çeşidinin diyet lif içeriklerinin %5.62 ile %8.16 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Nina ve ark., 2019). Yine aynı çalışmada, örneklerin su absorpsiyon kapasitelerinin 1.39-1.74 g ml^{-1} arasında değişim gösterdiği tespit edilirken, su absorpsiyon kapasitesi yüksek gıdaların daha kohezif özellikte ve ağız hislerinin daha iyi olmasına dikkat çekilmiştir.

Çizelge 3. Kek hamurlarına ait analiz sonuçları[1]
Table 3. Analysis results of cake dough

Oran *Ratio*	n	pH		Ağırlık (g) *Weight*		Özgül ağırlık (g cm^{-3}) *Specific gravity*	
		Shortening ikameli *Shortening substituted*	Şeker ikameli *Sugar substituted*	Shortening ikameli *Shortening substituted*	Şeker İkameli *Sugar substituted*	Shortening ikameli *Shortening substituted*	Şeker İkameli *Sugar substituted*
0	4	6.18±0.03^{b}	6.18±0.03^{b}	114.54±0.09^{b}	114.54±0.09^{b}	15.88±0.01^{a}	15.88±0.01^{b}
10	4	6.52±0.01^{a}	6.55±0.01^{a}	114.50±0.07^{b}	115.44±0.26^{ab}	16.17±0.08^{a}	15.50±0.01^{b}
20	4	6.54±0.22^{a}	6.54±0.01^{a}	115.10±0.06^{b}	115.95±0.03^{ab}	15.58±0.04^{a}	15.78±0.05^{b}
30	4	6.55±0.01^{a}	6.51±0.01^{a}	116.47±0.01^{a}	115.48±0.02^{ab}	16.12±0.21^{a}	15.72±0.07^{b}
40	4	6.53±0.01^{a}	6.52±0.01^{a}	117.45±0.44^{a}	116.60±0.06^{a}	15.76±0.05^{a}	16.19±0.13^{ab}
50	4	6.45±0.01^{ab}	6.52±0.01^{a}	117.03±0.18^{a}	117.03±0.56^{a}	15.92±0.04^{a}	16.64±0.25^{a}

[1]Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında anlamlı bir fark yoktur (p<.05). Değerler ortalama ± standart sapma (SD) olarak verilmiştir.

Yer bademinin shorteninge ikame edilmesi ile kek hamurlarının özgül ağırlık değerleri 15.58 ile 16.17 g cm^{-3} arasında değişim göstermiştir. Yer bademinin şekere ikame edilmesiyle ise örneklerin özgül ağırlık değerleri 15.50 ile 16.64 g cm^{-3} arasında değişmiş olup, %40 ve %50 ikame oranına sahip örneklerin özgül ağırlık değerleri diğer örneklerden yüksek bulunmuştur (p<.05) (Çizelge 3). Yüksek ikame oranlarında özgül ağırlık değerlerinin yüksek bulunmasının, diyet lif içeriğine bağlı olarak örneklerin su tutma kapasitelerinin de yüksek olmasından kaynaklandığı söylenebilir (Olcay ve ark., 2021). Chinma ve ark. (2010), yer bademi ununun buğday ununa ikame edilmesinin, kek hamurlarının gaz tutma kapasitesini azalttığını, bunun da kek hamurlarının özgül ağırlık değerlerinin düşük bulunmasına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Bahsedilen bu çalışmada, tüketicilerin keklerde hacim ve ağırlık değerleri yüksek ürünleri tercih ettiği belirtilmiştir. Bu bilgiler ışığında, yer bademi ununun kek formülasyonunda şekere ikame edilmesi ile tüketiciler tarafından daha arzu edilebilir özellikte son ürün üretilebileceği söylenebilir.

Renk Analiz Sonuçları

Yer bademinin shortening ve şekere ikamesi ile üretilen kek örneklerinin kabuklarına ait renk analiz sonuçları Çizelge 4'te, iç dokularına ait renk analiz sonuçları ise Çizelge 5'te özetlenmiştir. Yer bademi ununun shorteninge ikamesi, kek örneklerinin kabuk L^* renk değerlerinde önemli değişime neden olmazken (p>.5), şekere ikamesi kabuk L^* değerlerini önemli şekilde artırmıştır (p<.05). Farklı oranlardaki shortening ve şeker ikamesiyle birlikte, kek kabuklarının a^* ve b^* renk değerlerinde ise önemli bir farklılık tespit edilmemiştir (p>.05) (Çizelge 4).

Çizelge 4. Kek örneklerinin kabuk kısımlarına ait renk analizi sonuçları[1]
Table 4. Color values of the cake crusts

Oran *Ratio*	n	L^*		a^*		b^*	
		Shortening ikameli *Shortening substituted*	Şeker ikameli *Sugar substituted*	Shortening ikameli *Shortening substituted*	Şeker İkameli *Sugar substituted*	Shortening ikameli *Shortening substituted*	Şeker İkameli *Sugar substituted*
0	4	49.83±0.53^{a}	49.83±0.53^{b}	11.22±1.21^{a}	11.22±1.21^{a}	27.32±2.23^{a}	27.32± 2.23^{a}
10	4	48.84±0.26^{a}	49.90±0.76^{b}	10.96±0.08^{a}	11.28±0.28^{a}	24.90±0.39^{a}	27.47± 0.01^{a}
20	4	50.06±1.39^{a}	52.70±0.67^{ab}	10.66±0.36^{a}	10.46±0.22^{a}	26.78±0.41^{a}	28.53± 0.23^{a}
30	4	49.74±0.90^{a}	53.55±0.35^{a}	10.76±0.01^{a}	10.50±0.01^{a}	26.80±0.95^{a}	29.48± 0.15^{a}
40	4	51.84±0.02^{a}	54.80±0.15^{a}	10.44±0.04^{a}	10.54±0.17^{a}	27.96±0.37^{a}	30.66± 0.08^{a}
50	4	49.90±0.55^{a}	53.55±0.44^{a}	10.17±0.04^{a}	10.84±0.33^{a}	26.44±0.69^{a}	31.62± 0.22^{a}

[1]Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında anlamlı bir fark yoktur (p<.05). Değerler ortalama ± standart sapma (SD) olarak verilmiştir.

Kek, bisküvi, kurabiye gibi tahıl ürünlerinde esmerleşme ve renk oluşumu, eş zamanlı olarak gerçekleşen karamelizasyon ve Maillard reaksiyonu sonucunda meydana gelmektedir. Maillard reaksiyonunda şekerler amino asitlerle etkileşime girerken, karamelizasyonda doğrudan parçalanmaktadırlar (Ahmed & Hussein, 2014). Yer bademi ununun şekere ikamesiyle örneklerin *L** renk değerlerinin artması, kek formülasyonunda azalan şeker oranıyla birlikte Maillard ve karamelizasyon reaksiyonlarının etkilerinin de azalmasından kaynaklanıyor olabilir. Benzer şekilde Ahmed ve Hussein (2014) bir çalışmasında, yer bademi unu ikamesinin glutensiz bisküvi örneklerinde gerçekleşen Maillard reaksiyonunun azalmasına katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 5. Kek örneklerinin iç dokularına ait renk analizi sonuçları[1]
Table 5. Color values of the cake crumbs

Oran *Ratio*	n	*L**		*a**		*b**	
		Shortening ikameli *Shortening substituted*	Şeker ikameli *Sugar substituted*	Shortening ikameli *Shortening substituted*	Şeker İkameli *Sugar substituted*	Shortening ikameli *Shortening substituted*	Şeker İkameli *Sugar substituted*
0	4	73.86±0.38^{a}	73.86±0.38^{a}	-6.54±0.10^{c}	-6.54±0.10^{d}	28.52±0.11^{b}	28.52±0.11^{c}
10	4	72.92±0.43^{a}	73.01±0.25^{a}	-6.24±0.06^{bc}	-6.19±0.01^{c}	28.66±0.11^{ab}	28.52±0.49^{c}
20	4	72.72±0.22^{a}	72.18±0.55^{ab}	-6.39±0.01^{bc}	-5.84±0.13^{b}	29.22±0.46^{ab}	29.08±0.07^{c}
30	4	72.55±0.18^{a}	71.16±0.11^{bc}	-5.92±0.07^{ab}	-5.70±0.10^{b}	29.30±0.28^{ab}	29.52±0.01^{bc}
40	4	72.31±0.28^{a}	70.98±0.26^{bc}	-5.52±0.04^{a}	-5.53±0.04^{b}	29.34±0.35^{ab}	30.50±0.02^{ab}
50	4	72.56±0.22^{a}	69.62±0.20^{c}	-5.54±0.13^{a}	-5.00±0.05^{a}	30.32±0.09^{a}	30.58±0.23^{a}

[1]Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında anlamlı bir fark yoktur (p<.05). Değerler ortalama ± standart sapma (SD) olarak verilmiştir.

Kabuk renk değerlerine benzer şekilde, kek örneklerinin iç dokularına ait *L** değerleri de yer bademi ununun shorteninge ikamesiyle önemli bir değişim göstermemiştir (p>.05) (Çizelge 5). Aksine, şeker ikamesiyle birlikte iç doku *L** renk değerlerinde bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, artan oranlarda shortening ve şeker ikamesi, keklerin iç dokularının *a** ve *b** renk değerlerini artırıcı bir etki göstermiştir (p<.05). Sánchez Zapata ve ark. (2012) bir çalışmasında yer bademi yağının altın sarı renge sahip olduğunu bildirmişlerdir. Hammadde olarak kullanılan buğday unu ve yer bademi kıyaslandığında, yer bademi unu sarımsı rengiyle dikkat çekmektedir. Kek örneklerinin iç dokularında gözlenen renk değişiklikleri de muhtemelen yer bademi ununun kendi renginden kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde literatürde, %30 yer bademi unu ikamesinin glutensiz bisküvi örneklerinin *a** renk değerlerini 2.74'ten 10.65'e, *b** renk değerlerini ise 25.51'den 39.54'e artırdığı bildirilmiştir (Ahmed & Hussein, 2014).

Fiziksel Analiz Sonuçları

Shortening ve şekere yer bademi unu ikamesiyle üretilen kek örneklerine ait bazı fiziksel analiz sonuçları Çizelge 6 ve Çizelge 7'de özetlenmiştir. Yer bademi ununun shorteninge ikamesiyle örneklerin hacim indeksi değerleri 135.50'den 128.00'a, şekere ikamesiyle ise 113.00'a azalmıştır (p<.05). Shorteninge olan ikame örneklerin simetri indeksi değerlerinde önemli bir değişime neden olmazken (p>.05), şekere olan ikame simetri indekslerinin 24.75'ten 11.50'ye düşmesine neden olmuştur (p<.05). Tekdüzelik indeksi değerleri shortening ikameli örneklerde -3.38 ile 1.38 arasında, şeker ikameli örneklerde ise 0.01 ile 2.50 arasında değişim gösterirken, değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>.05).

Çizelge 6. Shortening ikameli kek örneklerinde gerçekleştirilen fiziksel analiz sonuçları[1]
Table 6. Physical analysis results of cake samples with shortening substitute

Oran *Ratio*	HI[2]	SI[3]	TI[4]	Sıkılık (g) *Firmness*	Esneklik (%) *Elascitiy*
0	135.50±0.50^{a}	24.75±1.25^{a}	1.00±1.00^{a}	2899.16±132.29^{e}	33.38±0.24^{a}
10	134.25±0.25^{a}	24.50±2.50^{a}	1.25±1.75^{a}	3166.43±35.52^{de}	31.42±0.09^{b}
20	132.00±1.25^{ab}	21.75±2.25^{a}	-3.38±2.38^{a}	3450.06±0.01^{cd}	30.87±0.01^{b}
30	130.38±0.63^{bc}	21.75±0.75^{a}	-1.00±0.50^{a}	3797.67±48.77^{bc}	29.32±0.01^{c}
40	129.50±0.50^{bc}	21.00±4.75^{a}	-0.75±0.50^{a}	4173.10±121.91^{b}	29.33±0.05^{c}
50	128.00±0.01^{c}	21.12±2.88^{a}	1.38±0.13^{a}	4641.28±123.29^{a}	29.21±0.11^{c}

[1]Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında anlamlı bir fark yoktur (p<.05). Değerler ortalama ± standart sapma (SD) olarak verilmiştir.; [2]Hacim indeksi, [3]Simetri indeksi, [4]Tekdüzelik indeksi.

Çizelge 7. Şeker ikameli kek örneklerinde gerçekleştirilen fiziksel analiz sonuçları[1]
Table 7. Physical analysis results of cake samples with sugar substitute

Oran *Ratio*	HI[2]	SI[3]	TI[4]	Sıkılık (g) *Firmness*	Esneklik (%) *Elascitiy*
0	138.0±1.00^{a}	24.75±1.25^{a}	1.00±1.00^{a}	2899.16±132.29^{d}	33.38±0.24^{ab}
10	132.0±1.50^{ab}	24.00±2.25^{a}	2.50±0.25^{a}	3827.21±177.23^{c}	35.97±0.37^{a}
20	124.7±2.50^{b}	23.75±0.50^{a}	0.50±1.75^{a}	4459.26±92.45^{bc}	34.14±0.58^{ab}
30	123.6±1.38^{b}	23.00±0.50^{ab}	0.01±0.50^{a}	4359.84±71.57^{bc}	31.30±1.01^{bc}
40	123.2±1.25^{b}	17.38±0.63^{bc}	1.88±1.88^{a}	4646.07±104.94^{ab}	29.95±0.34^{cd}
50	113.0±0.50^{c}	11.50±0.50^{c}	0.75±0.25^{a}	5253.90±112.56^{a}	27.42±0.37^{d}

[1]Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında anlamlı bir fark yoktur (p<.05). Değerler ortalama ± standart sapma (SD) olarak verilmiştir.; [2]Hacim indeksi, [3]Simetri indeksi, [4]Tekdüzelik indeksi.

Hacim indeksi sonuçlarıyla benzer şekilde literatürde, yer bademi unu kullanımının ekmek örneklerinin hacim değerlerinin düşük bulunmasına neden olduğu bildirilmiştir (Aguilar ve ark., 2015a; Aguilar ve ark., 2015b). Başka bir çalışmada, yer bademi ununun %10, %15 ve %20 oranlarında kek formülasyonunda kullanılması ile örneklerin hacim değerlerinin 212.16 cm^{3}'ten sırasıyla 152.50, 117.00 ve 198.90 cm^{3}'e düştüğü tespit edilmiştir. Artan ikame oranıyla birlikte hacim değerlerinde görülen azalmanın, formülasyondaki gluten içeriğinin seyrelmesiyle birlikte hamurun viskoelastik yapısını ve gaz tutma özelliğini kaybetmesinden kaynaklandığı söylenebilir (Olatunde ve ark., 2024).

Shortening ikameli keklerde, ikame oranının artmasıyla örneklerin sıkılık değerlerinin 2899.16 g'dan 4641.28 g'a arttığı görülmüştür. Benzer şekilde, şeker ikameli örneklerde ise sıkılık değeri 5253.90 g'a artış göstermiştir (p<.05). Sıkılık değerlerinin aksine, yer bademi unu ikame oranı arttıkça keklerin elastikiyet değerlerinin önemli şekilde azaldığı tespit edilmiştir (p<.05). Bu azalmanın shortening ya da şeker ikamesinden bağımsız olarak gerçekleşmesi ise dikkat çekmiştir.

Olatunde ve ark. (2024), keklerde buğday ununun %20'si yer bademi unu ile yer değiştirilmesi sonucu örneklerin elastikiyet değerlerinin 2.10'dan 1.93'e, koheziflik değerlerinin ise 5.00'den 4.00'e düştüğünü tespit etmişlerdir. Aguilar ve ark. (2015a) bir çalışmasında, ekmeklerde shortening miktarının azaltılmasının örneklerin ortalama gözenek büyüklüğünde de bir azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Bahsedilen bu çalışmada, ekmek formülasyonunda emülsifiyer miktarının azaltılması ve yer bademi ununun kullanılması ise son ürünün gözenekliliğini azaltırken, gözenek büyüklüğünü artırıcı etki göstermiştir. Yer bademinin shortening ve şeker ikamesi olarak kullanımıyla, keklerin sıkılık değerlerinde gözlenen artış ve elastikiyet değerlerinde görülen azalma, son ürünlerde hacim ve gözenekliliğin azalmasına ve gözenek büyüklüğünün artmasına atfedilebilir. Benzer şekilde, Oladunjoye ve Alade (2024) bir çalışmasında, glutensiz bisküvilerde %20 oranında yer bademi posası ikamesinin örneklerin sertlik değerlerini 5.12 N'dan 10.23 N'a yükselttiğini tespit etmişlerdir.

Kimyasal Analiz Sonuçları

Shortening ve şeker ikameli kek örneklerinde gerçekleştirilen kimyasal analizlere ait analiz sonuçları Çizelge 8 ve Çizelge 9'da gösterilmiştir. Örnekler arasındaki en düşük nem içeriği (%12.98) kontrol örneğinde tespit edimiş ve yer bademi ununun shortening ve şekere ikame edilmesi genel olarak örneklerin nem içeriklerinin artmasına neden olmuştur (p<.05). Yer bademi ununun shorteninge ikamesi, örneklerin kül içeriklerinin %1.14'ten %1.26'ya, şekere ikamesi ise %1.32'ye yükselmesiyle sonuçlanmıştır (p<.05). Kontrol örneğinin %23.84 oranındaki yağ içeriğine kıyasla, shortening ikamesiyle üretilen örneklerin yağ içeriklerinde önemli ve radikal bir düşüş gözlenmiştir (p<.05). Yer bademi ununun shorteninge %50 oranında ikamesiyle üretilen kek örneğinin yağ içeriği %18.40 olarak bulunmuştur. Şeker ikamesiyle ise örneklerin yağ içeriklerinin arttığı dikkat çekmiş, %50 şeker ikamesine sahip örneğin yağ içeriği %28.10 olarak tespit edilmiştir (p<.05). Yer bademi ununun shorteninge ikamesi örneklerin protein içeriklerinde önemli bir değişime neden olmazken (p>.05), şekere ikamesi protein içeriğini %8.10'dan %8.88'e artırmıştır. Bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<.05).

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer şekilde Eke-Ejiofor ve Deedam (2015), yer bademi posasının %20 oranına kadar buğday ununa ikame edilmesiyle üretilen kek örneklerinin nem değerlerinin %21.95-24.82, kül değerlerinin %0.82-1.06, yağ değerlerinin %17.03-24.62 ve protein değerlerinin ise %8.69-10.44 arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Oladunjoye ve Alade (2024) ise bir çalışmasında, yer bademinin %20 oranına kadar sorgum ununa ikame edilmesiyle, glutensiz kurabiye örneklerinin kül içeriklerinin %3.27'den %5.02'ye, yağ içeriklerinin %19.72'den %31.87'ye ve protein içeriklerinin %0.91'den %3.02'ye arttığını tespit etmişlerdir. Çalışmalar arasındaki farklılıkların yer bademi türü, ürün formülasyonu ve ürün işleme koşulları arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 8. Shortening ikameli kek örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları[1]
Table 8. Chemical analysis results of cake samples with shortening substitute

Oran *Ratio*	%0	%10	%20	%30	%40	%50
Nem (%) *Moisture*	12.98±0.04^{c}	13.60±0.01^{ab}	13.52±0.04^{ab}	13.38±0.01^{b}	13.48±0.01^{b}	13.76±0.09^{a}
Kül (%) *Ash*	1.14±0.01^{b}	1.18±0.01^{ab}	1.22±0.02^{a}	1.22±0.01^{a}	1.26±0.01^{a}	1.26±0.01^{a}
Ham yağ (%) *Crude fat*	23.84±0.34^{a}	22.54±0.02^{ab}	21.45±0.01^{bc}	20.83±0.01^{cd}	19.71±0.03^{de}	18.40±0.53^{e}
Ham protein (%) *Crude protein*	8.10±0.09^{a}	8.25±0.06^{a}	8.28±0.03^{a}	8.25±0.13^{a}	8.28±0.09^{a}	8.32±0.06^{a}
Karbonhidrat (%) *Carbohydrate*	53.94±0.01^{c}	54.44±12.60^{c}	55.54±0.01^{bc}	56.92±0.01^{ab}	57.26±0.01^{ab}	58.28±0.01^{a}
Enerji(kcal 100 g^{-1}) *Energy*	462.74±0.41^{a}	453.57±0.02^{b}	448.29±0.02^{b}	448.16±0.25^{b}	439.54±0.13^{c}	431.98±0.67^{d}
Fitik Asit (mg 100 g^{-1}) *Phytic acid*	436.80±1.81^{d}	470.40±0.03^{c}	499.80±0.06^{c}	536.80±0.48^{b}	550.20±0.10^{b}	596.40±2.30^{a}

[1]Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında anlamlı bir fark yoktur (p<.05). Değerler ortalama ± standart sapma (SD) olarak verilmiştir.

Çizelge 9. Şeker ikameli kek örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları[1]
Table 9. Chemical analysis results of cake samples with sugar substitute

Oran *Ratio*	%0	%10	%20	%30	%40	%50
Nem (%) *Moisture*	12.98±0.04^{d}	15.00±0.09^{c}	16.06±0.05^{b}	15.60±0.03^{bc}	16.24±0.08^{ab}	16.72±0.21^{a}
Kül (%) *Ash*	1.14±0.01^{d}	1.18±0.01^{d}	1.24±0.01^{c}	1.26±0.01^{bc}	1.30±0.01^{ab}	1.32±0.01^{a}
Ham yağ (%) *Crude fat*	23.84±0.34^{c}	25.36±0.03^{b}	25.81±0.02^{b}	27.38±0.07^{a}	28.26±0.09^{a}	28.10±0.10^{a}
Ham protein (%) *Crude protein*	8.10±0.09^{c}	8.22±0.03^{bc}	8.47±0.09^{abc}	8.56±0.01^{abc}	8.78±0.16^{ab}	8.88±0.13^{a}
Karbonhidrat (%) *Carbohydrate*	53.94±0.01^{a}	50.24±0.01^{b}	48.44±37.80^{c}	47.20±2.70^{d}	45.44±0.01^{e}	44.99±4.20^{e}
Enerji(kcal 100 g^{-1}) *Energy*	462.74±0.41^{b}	462.06±0.09^{b}	459.88±0.07^{b}	469.48±0.05^{a}	471.16±0.01^{a}	468.40±0.18^{a}
Fitik Asit (mg 100 g^{-1}) *Phytic acid*	436.80±1.81^{b}	478.80±0.23^{ab}	508.20±0.28^{ab}	535.10±0.47^{a}	554.00±0.15^{a}	571.20±0.34^{a}

[1]Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında anlamlı bir fark yoktur (p<.05). Değerler ortalama ± standart sapma (SD) olarak verilmiştir.

İkame oranının artmasıyla kek örneklerinin kül, protein ve yağ içeriklerinin artması, yer bademinin kimyasal içeriği doğrultusunda beklenen bir sonuçtur. Kek formülasyonundan shorteningin çıkartılması ve yer bademinin eklenmesiyle son ürünün yağ içeriğinin azalması ise yine yer bademinin yağ içeriğinin shorteningden az olması doğrultusunda beklenen bir sonuçtur. Yer bademinin yüksek mineral, yağ ve protein içeriği sayesinde, gıdaların kimyasal içeriğini geliştirdiği literatürde yer alan diğer bazı çalışmalarda da bildirilmiştir (Ahmed & Hussein, 2014; Aguilar ve ark., 2015a; Kehinde ve ark., 2024).

Yer bademi ununun keklerde shortening ikamesi olarak kullanımı örneklerin karbonhidrat içeriklerini önemli şekilde artırmış, enerji değerlerini ise önemli şekilde azaltmıştır (p<.05) (Çizelge 8). Aksine, yer bademi ununun şeker ikamesi olarak kullanımı kek örneklerinin karbonhidrat içeriklerini azaltıcı ve enerji değerlerini artıcı bir etki göstermiştir (p<.05) (Çizelge 9). Kontrol örneğinde 436.80 mg 100 g^{-1} olan fitik asit içeriği, yer bademi ununun %50 oranında shorteninge ikamesiyle 596.40 mg 100 g^{-1}'e, şekere ikamesiyle ise 571.20 596.40 mg 100 g^{-1}'e artış göstermiştir (p<.05).

Literatürde yer alan çalışmalar genellikle yer bademinin una ikamesi üzerine yoğunlaşmış olup, bildirilen pek çok çalışmanın sonucunda yer bademi ikamesiyle örneklerin karbonhidrat içeriklerinin azaldığı görülmüştür (Ahmed & Hussein, 2014; Eke-Ejiofor & Deedam, 2015; Oladunjoye & Alade, 2024; Olatunde ve ark., 2024). Bu çalışmada da benzer şekilde, yer bademinin şekere ikame edilmesiyle kek örneklerinin karbonhidrat içerikleri azalma göstermiştir. Fakat shortening yapılan ikameyle birlikte, örneklerin karbonhidrat içeriklerinde bir artış olduğu

tespit edilmiştir. Shortening gibi karbonhidrat içermeyen bir bileşenin örnek formülasyonundan çıkarılması ve yer bademi gibi karbonhidrat içeren bir bileşenin eklenmesiyle son ürünlerin karbonhidrat içeriklerinde görülen artışın beklenen bir sonuç olduğu söylenebilir. Örneklerin enerji değerlerinin ise karbonhidrat içerikleri doğrultusunda beklenen değişimler gösterdiği yorumu yapılabilir.

Fitik asit içeriğine sahip olmayan şeker ve shorteninge, fitik asit içeriği yüksek olan yer bademinin ikame edilmesiyle, fitik asit değerlerinin artması beklenen bir sonuçtur. Literatürde yer alan çalışmalarda da benzer değişimler gözlenmiş olup, yer bademinin fitik asit içeriği daha yüksek bir hammaddeye ikamesiyle son ürünlerin fitik asit içeriği azalmış, daha düşük içerikli bir hammaddeye ikamesiyle ise fitik asit değerleri artış göstermiştir (Chinma ve ark., 2011; Adebowale ve ark., 2017; Ijarotimi ve ark., 2019; Dada ve ark., 2023).

Kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri Çizelge 10'da özetlenmektedir. Shortening ikameli keklerin toplam fenolik madde miktarları 20.64 ile 33.07 mg GAE 100 g^{-1} arasında ve DPPH değerleri 70.81 ile 83.48 mg TE 100 g^{-1} arasında değişim göstermiştir ($p<.05$). Şeker ikamesine sahip örneklerin ise TFM ve DPPH değerlerinin sırasıyla 20.64-35.93 mg GAE 100 g^{-1} ile 70.81-87.09 mg TE 100 g^{-1} arasında değiştiği tespit edilmiştir ($p<.05$).

Çizelge 10. Kek örneklerine ait fonksiyonel analiz sonuçları[1]
Table 10. Functional analysis results of cake samples

Oran *Ratio*	n	TFM (mg GAE 100 g^{-1})		DPPH (mg TE 100 g^{-1})	
		Shortening ikameli *Shortening substituted*	Şeker ikameli *Sugar substituted*	Shortening ikameli *Shortening substituted*	Şeker ikameli *Sugar substituted*
0	4	20.64±0.01^{c}	20.64±0.01^{f}	70.81±0.01^{f}	70.81±0.01^{f}
10	4	22.36±0.71^{c}	23.79±0.01^{e}	73.04±0.01^{e}	73.60±0.56^{e}
20	4	24.50±0.01^{bc}	27.36±0.01^{d}	76.37±0.01^{d}	77.48±0.01^{d}
30	4	28.42±1.79^{ab}	30.07±1.00^{c}	79.14±0.56^{c}	80.26±0.56^{c}
40	4	30.57±0.36^{a}	33.21±0.01^{b}	81.37±0.56^{b}	83.04±0.01^{b}
50	4	33.07±0.01^{a}	35.93±0.01^{a}	83.48±0.01^{a}	87.09±0.50^{a}

[1]Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında anlamlı bir fark yoktur ($p<.05$). Değerler ortalama ± standart sapma (SD) olarak verilmiştir.

Benzer şekilde, Dada ve ark. (2023) bisküvi formülasyonunda yer bademi ve Afrika yam fasulyesi kompozit ununun kullanımıyla, örneklerin fenolik madde içeriklerinin ve antioksidan aktivite değerlerinin arttığını tespit etmişlerdir. Oladunjoye ve Alade (2024), glutensiz kurabiyelerde yer bademi yan ürünlerinin ikamesiyle örneklerin TFM ve antioksidan aktivite değerlerinin artış gösterdiğini, bu sonucun yer bademi ve yer bademi yan ürünlerinin gıda formülasyonlarında fonksiyonel ve nutrasötik özellikte bir bileşen olarak kullanımındaki önemine işaret ettiğini bildirmişlerdir. Kamda ve ark. (2025) farklı ön işlemlere tabi tutulan yer bademi örneklerinden üretilen yoğurtların bazı özelliklerini araştırdıkları bir çalışmada, kaynatılmış yer bademinden üretilen bitkisel yoğurtların toplam fenolik madde içeriklerinin ham yer bademinden üretilenlere kıyasla daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bahsedilen bu çalışmada, yer bademinden üretilen bitkisel yoğurtların besinsel özelliklerine dikkat çekilmiş olup, özellikle hayvansal süte karşı intoleransı olan tüketiciler için yüksek biyoaktif içeriğe sahip önemli bir alternatif sunulduğuna dikkat çekilmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Yer bademi unu ikamesi kek hamurlarının pH ve ağırlık değerlerini artırıcı etki göstermiştir. Benzer şekilde örneklerin özgül ağırlık değerleri de yer bademinin şekere ikamesiyle artmıştır. Kek örneklerine ait iç doku a^* ve b^* renk değerlerinin yer bademi ikamesiyle arttığı tespit edilmiştir. İkame oranının artmasıyla, şeker ikameli örneklerin kabuk L^* değerlerinin arttığı, iç doku L^* değerlerinin ise azaldığı görülmüştür. Yer bademi unu ikamesi, örneklerin hacminin ve elastiklik değerlerinin azalması, sıkılık değerlerinin ise artmasıyla sonuçlanmıştır. Yer bademi ikamesiyle besinsel özellikleri iyileşen örneklerin, toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktivite değerlerinin ise oldukça geliştiği dikkat çekmiştir. Shortening ikamesi olarak kullanımında örneklerin karbonhidrat değerlerini önemli oranda artırıp enerji değerlerini azaltan yer bademi, şeker ikamesi olarak kullanımında tam tersi bir etki göstermiştir. %50 oranına kadar yer bademi ikamesi keklerde kimyasal ve fonksiyonel özellikleri geliştirici etki gösterirken, fiziksel özellikler açısından kalite kaybını önlemek adına yer bademinin shorteninge en fazla %30, şekere ise en fazla %40 oranında ikame edilmesi uygun görülmektedir.

Beslenme alışkanlıklarının değişmesiyle hazır gıdalara olan talep günden güne artmaktadır. Kek ara öğünlerde ve atıştırmalık olarak oldukça tercih edilen gıdalardan birisidir. Buna bağlı olarak bu ürünlerin besinsel değerinin

artırılması ve fonksiyonel özellik kazandırılarak tüketiminin daha faydalı hale getirilmesi mümkündür. Bu noktada yer bademi önemli potansiyele sahip değerli bir bitki olarak görülmektedir. Yer bademinin üretiminin ve fonksiyonel gıda formülasyonlarında kullanımının artırılması, geliştirilen ürünlerin endüstriyel üretime taşınması ve bu ürünlerin tüketici sağlığı üzerindeki rollerinin klinik çalışmalarla desteklenmesi gelecek çalışmaların konusunu oluşturabilir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma TÜBİTAK 2209/A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destek Programı kapsamında 1919B012204406 proje numarası ile desteklenmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

AACC. (1990). American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC. St. Paul, MN: AACC.

Adebowale, A. A., Kareem, S. T., Sobukola, O. P., Adebisi, M. A., Obadina, A. O., Kajihausa, O. E., Adegunwa, M.O., Sanni, L.O., & Keith, T. (2017). Mineral and Antinutrient Content of High Quality Cassava-Tigernut Composite Flour Extruded Snack. *Journal of Food Processing and Preservation*, *41*(5), e13125. https://doi.org/10.1111/jfpp.13125

Aguilar, N., Albanell, E., Miñarro, B., Guamis, B., & Capellas, M. (2015a). Effect of Tiger Nut-Derived Products in Gluten-Free Batter and Bread. *Food Science and Technology International*, *21*(5), 323-331. https://doi.org/10.1177/1082013214535615

Aguilar, N., Albanell, E., Minarro, B., & Capellas, M. (2015b). Chickpea and Tiger Nut Flours as Alternatives to Emulsifier and Shortening in Gluten-Free Bread. *LWT-Food Science and Technology*, *62*(1), 225-232. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.12.045

Ahmed, Z. S., & Hussein, A. M. (2014). Exploring the Suitability of Incorporating Tiger Nut Flour as Novel Ingredient in Gluten-Free Biscuit. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, *64*(1), 27-33.

Alp, H. (2006). Yağsız Süt Tozu ve Soya Ürünleri ile Zenginleştirilmiş Kek Özelliklerine Transglutaminaz Enziminin Etkisi Üzerine Bir Araştırma (Tez no 183119). [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Alpaslan, M., & Hayta, M. (2006). Keten Tohumu, Soya ve Mısır Unlarının Unlu Mamullerin Tekstürel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkileri. *Gıda Kalitesi Dergisi*, *29*(6), 617-627.

Ayaşan, T., Sucu, E., Ulger, İ., İnci, H., Hızlı, H., & İnan, S. (2021). İn Vitro Gaz Üretim Tekniği Kullanılarak Yer bademi (Cyperus esculentus) Çeşitlerinin Besin Değerinin Saptanması. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(2), 1653-1663.

Aydın, N. (2012). Keçiboynuzu Unu İlavesinin Bisküvinin Bazı Kalite Kriterlerine Etkisi (Tez no 325781). [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Baker, B. A., Davıs, E. A., & Gordon, J. (1990). The Influence of Sugar and Emulsifier Type During Microwave and Conventional Heating of a Lean Formula Cake Batter. *Cereal Chemistry*. *67*(5), 451-457.

Bayılmaz, S. (2022). Yağ ve Şeker İkamesi Olarak Yer Bademi (*Cyperus Esculentus* L.) Unu Kullanımının Bisküvi Kalitesine Etkisi (Tez no 730121). [Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Benavides, A. B., Ulcuango, M., Yépez, L., & Tenea, G. N. (2016). Assessment of the *in vitro* Bioactive Properties of Lactic Acid Bacteria Isolated from Native Ecological Niches of Ecuador. *Revista Argentina de Microbiologia*, *48*(3), 236-244. https://doi.org/10.1016/j.ram.2016.05.003

Birnbaum, H. (1978). Surfactants and Shortenings in Cake Making. *The Bakers Digest*. *2*, 28-38.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT-Food science and Technology*, *28*(1), 25-30. https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5

Chinma, C. E., Abu, J. O., & Abubakar, Y. A. (2010). Effect of Tigernut (*Cyperus esculentus*) Flour Addition on the Quality of Wheat-Based Cake. *International Journal of Food Science & Technology*, *45*(8), 1746-1752. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02334.x

Chinma, C. E., James, S., Imam, H., Ocheme, O. B., Anuonye, J. C., & Yakubu, C. M. (2011). Physicochemical and Sensory Property, and *in-vitro* Digestibility of Biscuit made from Blends of Tiger nut (*Cyerus esculentus*) and Pigeon Pea (*Cajus cajan*). *Nigerian Journal of Nutritional Sciences*, *32*(1), 55-62.

Dada, M. A., Bello, F. A., Omobulejo, F. O., & Olukunle, F. E. (2023). Nutritional Quality and Physicochemical Properties of Biscuit From Composite Flour of Wheat, African Yam Bean and Tigernut. *Heliyon*, *9*(11), e22477.

De Vries, F. T. (1991). Chufa (*Cyperus esculentus*, Cyperaceae). *Economic Botany*, *45*, 27-37. https://doi.org/10.1007/BF02860047

Dizlek, H., Özer, M. S., & Gül, H. (2008). Keklerin Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Ölçütler. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum, Türkiye, 21-23 Mayıs, ss. 21-23.

Djikeng, F. T., Djikeng, C. F. T., Womeni, H. M., Ndefo, D. K. K., Pougoué, A. A. N., Tambo, S. T., & Esatbeyoglu, T. (2022). Effect of Different Processing Methods on the Chemical Composition, Antioxidant Activity and Lipid Quality of Tiger Nuts (*Cyperus esculentus*). *Applied Food Research*, *2*(2), 100124. https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100124

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., & Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve deneme metotları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 295 sy.

Ebeler, S. E., & Walker, C. E. (1984). Effects of Various Sucrose Fatty Acid Ester Emulsifiers on High-Ratio White Layer Cakes. *Journal of Food Science*. *49*, 380-383, 388. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1984.tb12427.x

Eke-Ejiofor, J., & Deedam, J. N. (2015). Effect of Tiger Nut Residue Flour Inclusion on the Baking Quality of Confectionaries. *Journal of Food Research*, *4*(5), 172.

Ezeh, O., Gordon, M. H., & Niranjan, K. (2014). Tiger nut oil (Cyperus esculentus L.): A review of its composition and physico-chemical properties. European journal of lipid science and technology, 116(7), 783-794.

FAO. (2002). Human Vitamin and Mineral Requirements (Recommended Dietary Intakes): Report of a Joint Food and Agricultural Organization, World Health Organization and United Nations University.

Francis, F. J. (1998). Food analysis, colour analysis. In S. S. Nielsen (Eds.), An Aspen Publishers, Maryland, Gaithersnurg, 599-612 sy.

Gökçe, G. (2023). Yer Bademi Posası Katkılı Erişte Yapma Olanaklarının Araştırılması (Tez no 781618). [Yüksek Lisans Tezi, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Gökçe, C., Bozkurt, H., & Maskan, M. (2023). The Use of Carob Flour and Stevia as Sugar Substitutes in Sponge Cake: Optimization for Reducing Sugar and Wheat Flour in Cake Formulation. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, *32*, 100732. https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100732

Haug, W., & Lantzsch, H. J. (1983). Sensitive Method for the Rapid Determination of Phytate in Cereals and Cereal Products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *34*(12), 1423-1426. https://doi.org/10.1002/jsfa.2740341217

Hernández-Olivas, E., Asensio-Grau, A., Calvo-Lerma, J., García-Hernández, J., Heredia, A., & Andrés, A. (2022). Content and Bioaccessibility of Bioactive Compounds with Potential Benefits for Macular Health in Tiger Nut Products. *Food Bioscience*, *49*, 101879. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101879

Ijarotimi, O. S., Yinusa, M. A., Adegbembo, P. A., & Adeniyi, M. D. (2018). Chemical Compositions, Functional Properties, Antioxidative Activities, and Glycaemic Indices of Raw and Fermented Tigernut Tubers (*Cyperus esculentus* Lativum) Flour. *Journal of Food Biochemistry*, *42*(5), e12591. https://doi.org/10.1111/jfbc.12591

Ijarotimi, O. S., Oluwajuyitan, T. D., & Ogunmola, G. T. (2019). Nutritional, Functional and Sensory Properties of Gluten-Free Composite Flour Produced from Plantain (Musa AAB), Tigernut Tubers (*Cyperus esculentus*) and Defatted Soybean Cake (*Glycine max*). *Croatian Journal of Food Science and Technology*, *11*(1), 1131-1251. https://doi.org/10.17508/CJFST.2019.11.1.16

Jyotsna, R., Sai Manohar, R., Indrani, D., & Venkateswara Rao, G. (2007). Effect of Whey Protein Concentrate on the Rheological and Baking Properties of Eggless Cake. *International Journal of Food Properties*, *10*(3), 599-606. https://doi.org/10.1080/10942910601048986

Kamda, A. G. S., Changam, H. M., Ntsama, I. S. B., Mbassi, G. M., Razinkou, A., Nyangono, C., Ponka, R., BIH ACHU M., & Fokou, E. (2025). Effect of Pretreatment Methods on the Sensory and Nutritional Properties of a Yoghurt-Like Product Made from Tiger Nuts (*Cyperus esculentus* L.). DOI:10.20944/preprints202502.0976.v1

Kaur, R., & Kaur, M. (2018). Microstructural, Physicochemical, Antioxidant, Textural and Quality Characteristics of Wheat Muffins as Influenced by Partial Replacement with Ground Flaxseed. *LWT*, *91*, 278-285. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.059

Kehinde Oke, E., Ayodele Idowu, M., Omobolaji Okanlawon, K., Aderoju Adeola, A., & Omowumi Olorode, O. (2024). Proximate Composition, Cooking and Sensory Properties of Noodles from Wheat-Tigernut Pomace Flour Blends at Optimized Condition Using Response Surface Methodology. *Journal of Culinary Science & Technology*, *22*(3), 547-573. https://doi.org/10.1080/15428052.2022.2067802

Mert, B., & Demirkesen, I. (2016). Reducing Saturated Fat with Oleogel/Shortening Blends in a Baked Product. *Food Chemistry*, *199*, 809-816. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.087

Mitchell, W. A., & Martin, C. O. (1986). Chufa (*Cyperus esculentus*): Section 7.4. 1. US Army Corps of Engineers Wildlife Resources Management Manual, Technical Report EL-86-22. *US Army Corps Eng. Waterways Exp. Stn., Vicksburg, Miss*.

Nina, G. C., Goncharov, A., Batishcheva, N., Vlasov, S., Okuskhanova, E., CÃsarovÃ, M., Hleba, L., Ukeyima, M., Ogori A. F., Shariati, M. A. (2019). Proximate, Mineral and Functional Properties of Tiger Nut Flour Extracted from Different Tiger Nuts Cultivars. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, *9*(3), 653-656. https://doi.org/10.15414/jmbfs.2019/20.9.3.653-656

Ocloo, F. C., Okyere, A. A., & Asare, I. K. (2014). Physicochemical, Functional and Pasting Properties of Flour Produced from Gamma Irradiated Tiger Nut (*Cyperus esculentus* L.). *Radiation Physics and Chemistry*, *103*, 9-15. https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2014.05.010

Oladele, A. K., Adebowale, J. O., & Bamidele, O. P. (2017). Phenolic Profile and Antioxidant Activity of Brown and Yellow Varieties of Tigernut (*Cyperus esculentus* L.). *Nigerian Food Journal*, *35*(1), 51-59.

Oladunjoye, A. O., & Alade, A. E. (2024). The Addition of Tiger Nut By-Product Improved the Physical, Nutritional and Safety Quality of Gluten-Free Cookies. *Food Chemistry Advances*, *4*, 100626. https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100626

Olatunde, S., Adebowale, A., & Ajiboye, S. (2024). Proximate, Physical and Sensory Characteristics of Enriched Cake Produced from Wheat and Tiger Nut Flour Blends. *SSRN*, 4910734.

Olcay, N., Aslan, M., Demir, M. K., & Ertaş, N. (2021). Development of a Functional Cake Formulation with Purple Carrot Powder Dried by Different Methods. *Food and Health*, *7*(4), 242-250.

Onuoha, N. O., Ogbusua, N. O., Okorie, A. N., & Ejike, C. E. (2017). Tigernut (*Cyperus esculentus* L.) "Milk" as a Potent "Nutri-Drink" for the Prevention of Acetaminophen-Induced Hepatotoxicity in a Murine Model. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, *6*(3), 290. 10.5455/jice.20170603094811

Onyibe, P. N., Edo, G. I., Nwosu, L. C., & Ozgor, E. (2021). Effects of Vernonia Amygdalina Fractionate on Glutathione Reductase and Glutathione-S-Transferase on Alloxan Induced Diabetes Wistar Rat. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, *36*, 102118. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102118

Othman, L., Sleiman, A., & Abdel-Massih, R. M. (2019). Antimicrobial Activity of Polyphenols and Alkaloids in Middle Eastern Plants. *Frontiers in Microbiology*, *10*, 911. https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00911

Oyedara, O. O., Rufai, A. B., Okunlola, G. O., & Adeyemi, F. M. (2022). Nutritional and Endophytic Composition of Edible Tubers of Tiger Nut (*Cyperus esculentus* L.). *Biologicals*, *15*(4), 4603.

Özcan, M. M., Ghafoor, K., Al Juhaimi, F., Uslu, N., Babiker, E. E., & Ahmed, I. A. M. (2021). Influence of Germination on Bioactive Properties, Phytochemicals and Mineral Contents of Tigernut (*Cyperus esculentus* L.) Tuber and Oils. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *15*(4), 3580-3589. https://doi.org/10.1007/s11694-021-00929-3

Roselló-Soto, E., Poojary, M. M., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Mañes, J., & Moltó, J. C. (2018). Tiger Nut and Its By-Products Valorization: From Extraction of Oil and Valuable Compounds to Development of New Healthy Products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *45*, 306-312. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.11.016

Sánchez-Zapata, E., Fernández-López, J., & Angel Pérez-Alvarez, J. (2012). Tiger Nut (*Cyperus esculentus*) Commercialization: Health Aspects, Composition, Properties, and Food Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *11*(4), 366-377. https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00190.x

Schakel, S. F., Buzzard, I. M., & Gebhardt, S. E. (1997). Procedures for Estimating Nutrient Values for Food Composition Databases. *Journal of Food Composition and Analysis*, *10*(2), 102-114. https://doi.org/10.1006/jfca.1997.0527

Tanrıseven, Y. (2023). Yer Bademi Katkılı Bisküvi Yapma Olanaklarının Araştırılması (Tez no 783768). [Yüksek Lisans Tezi, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Valero-Vello, M., Peris-Martínez, C., García-Medina, J. J., Sanz-González, S. M., Ramírez, A. I., Fernández-Albarral, J. A., Galarreta-Mira, D., Zanón-Moreno, V., Casaroli-Marano, R. P., & Pinazo-Duran, M. D. (2021). Searching for the Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Neuroprotective Potential of Natural Food and Nutritional Supplements for Ocular Health in the Mediterranean Population. *Foods*, *10*(6), 1231. https://doi.org/10.3390/foods10061231

Vitali, D., Dragojević, I. V., & Šebečić, B. (2009). Effects of Incorporation of Integral Raw Materials and Dietary Fibre on the Selected Nutritional and Functional Properties of Biscuits. *Food Chemistry*, *114*(4), 1462-1469. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.032

Wagner, K. H., Derkits, S., Herr, M., Schuh, W., & Elmadfa, I. (2002). Antioxidative Potential of Melanoidins Isolated from a Roasted Glucose–Glycine Model. *Food Chemistry*, *78*(3), 375-382. https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00200-5

Wilderjans, E., Luyts, A., Brijs, K., & Delcour, J. A. (2013). Ingredient Functionality in Batter Type Cake Making. *Trends in Food Science & Technology*, *30*(1), 6-15. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.01.001

Yeboah, S. O., Mitei, Y. C., Ngila, J. C., Wessjohann, L., & Schmidt, J. (2012). Compositional and Structural Studies of the Oils from Two Edible Seeds: Tiger Nut, *Cyperus esculentum*, and Asiato, *Pachira insignis*, from Ghana. *Food Research International*, *47*(2), 259-266. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.036

Zhang, Z. S., Jia, H. J., Li, X. D., Liu, Y. L., Wei, A. C., & Zhu, W. X. (2022). Effect of Drying Methods on the Quality of Tiger Nuts (*Cyperus esculents* L.) and Its Oil. *LWT*, *167*, 113827. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113827

Zhou, J., Faubion, J. M., & Walker, C. E. (2011). Evaluation of Different Types of Fats for Use in High-Ratio Layer Cakes. *LWT-Food Science and Technology*, *44*(8), 1802-1808. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.03.013