

# Fuyu (*Diospyros kaki* L.) Çeşidi Trabzon Hurmasının Glutensiz Kek Üretiminde Şeker İkamesi Olarak Kullanımı

**Nazlıcan YEŞİLKANAT<sup>1</sup>**, **Bilge TAŞKIN<sup>2\*</sup>**, **Nazlı SAVLAK<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 45140, Muradiye, Manisa, Türkiye,

<sup>2</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Rektörlük, Teknoloji Transfer Ofisi, Uluyazı Kampüsü, 18100, Merkez, Çankırı, Türkiye

**Öz:** Glutensiz ürünlerin besleyici nitelikleri, çölyak hastalarının diyet çeşitliliği için kritik öneme sahiptir. Bu çalışma, glutensiz kek formülasyonunda şekerin Fuyu çeşidi Trabzon hurması tozu ile kısmi ikamesinin (%0-%80) keklerin fiziksel, kimyasal, dokusal ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerini araştırmaktadır. Çekirdekleri çıkarılıp temizlenen hurmaların kurutulması ve öğütülmesiyle hurma tozu elde edilmiştir. Formülasyonundaki şekerin farklı oranlarda hurma tozu (%0, %20, %40, %60 ve %80) ile ikame edilmesiyle üretilen glutensiz keklerin fiziksel özellikleri, kimyasal özellikleri, doku profilleri ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. %20 ve %40 ikame oranlarında spesifik hacim ve yoğunluk bakımından kontrol kekine benzer kekler elde edilmiştir. Trabzon hurması ikame oranı arttıkça örneklerin kül, diyet lifi, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite miktarı artış göstermiştir. %20 ve %40 oranlarında ikame edilen kekler duyuşal özellikler (koku, renk, sertlik, lezzet, genel beğeni) bakımından kontrolden farklılık göstermezken %60 ve %80 ikame oranlarında genel beğeni ve diğer duyuşal özelliklerine ait puanlar azalmıştır. Rafine şekerin %40 oranına kadar Trabzon hurması ile ikame edilmesi duyuşal açıdan kabul edilebilir ve biyoaktif bileşenlerce zenginleştirilmiş pirinç unlu kekler elde edilmesini sağlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan, Trabzon hurması, fonksiyonel gıda, glutensiz

**Use of Fuyu (*Diospyros kaki* L.) Persimmon as a Sugar Substitute in Gluten-Free Cake Production**

**Abstract:** Nutritional qualities of gluten-free products are critical for dietary diversity in individuals with celiac disease. This study aims to investigate the effects of partial substitution of sugar with Fuyu variety persimmon powder (0-80%) on the physical, chemical, textural and sensory properties of cakes in gluten-free cake formulation. Persimmon powder was obtained after drying and grinding the persimmon whose seeds were removed and cleaned. Physical, chemical, texture profile, and sensorial properties of gluten-free cakes produced by replacing sugar with persimmon powder in different amounts (0%, 20%, 40%, 60%, and 80%) were determined. At 20% and 40% persimmon substitution rates, cakes similar to the control cake were obtained in terms of specific volume and density. As the substitution rate increased, the amount of ash, dietary fiber, total phenolic substance and antioxidant activity of the samples increased. While cakes substituted at 20% and 40% did not differ from the control in terms of sensory properties (odor, color, hardness, taste, overall acceptance), overall acceptance and other sensorial properties scores decreased at 60% and 80% substitution rates. This study revealed that substituting up to 40% of refined sugar with persimmon yielded rice flour cakes that were sensorially acceptable and enriched with bioactive components.

**Keywords:** Antioxidant, persimmon, functional food, gluten-free

## GİRİŞ

Trabzon hurması ya da Japon hurması olarak bilinen meyve iyi bir antioksidan, karotenoid ve polifenol kaynağıdır (Giordani ve ark., 2011). Meyve içerdiği askorbik asit, vitamin A, vitamin E, fenolik, flavonoid ve antioksidan bileşiklere ilave olarak, yüksek karbonhidrat, tanen ve diyet lifi içermesi nedeniyle fonksiyonel ürünler arasında önemli bir yere sahiptir (Doymaz, 2012, Aksu Uslu, 2023). Türkiye'de Trabzon hurmasının uzun bir geçmişe sahip olmasına rağmen, yerel olarak yetiştirilen bu meyvenin besinsel potansiyelinin ortaya çıkarılmasına ve kullanım alternatiflerinin artırılmasına ihtiyaç vardır (Özkan, 2013).

Trabzon hurmasının yüksek şeker içeriğinin yanı sıra biyoaktif bileşenlere de sahip olduğu bilinmektedir. Şeker içeriği (9.5-21.0 g/100 g) türe, iklim koşullarına ve olgunluğa bağlı olarak değişmektedir ve genel olarak elma, şeftali, armut ve portakal gibi yaygın olarak tüketilen diğer meyvelere göre

daha yüksektir (Piretti, 1991; Giordani ve ark., 2011). Literatürde Trabzon hurmasının gıdaların zenginleştirilmesinde kullanımına yönelik çalışmalar sınırlıdır. Dipti ve ark. (2023) yağ ikame maddesi olarak Trabzon Hurması sosunu kullanarak az yağlı kek geliştirmişlerdir. Hosseinejad ve ark. (2022) mısır ununu hurma meyvesi unu ile ikame ederek (%10-30) karoten içeriği ve antioksidan aktivitesi artırılmış glutensiz kek elde etmişlerdir. Abdallah ve ark. (2017), şeker çözeltisini %33.3 - %83.3 arasında hurma püresi ile ikame etmiş ve %33.3 ikame oranında duyuşal olarak kabul edilebilir kekler elde edildiğini bildirmiştir. Hong ve Kim (2005), hurma ezmesi ikamesinin

**\*Sorumlu Yazar:** bilgetaskin@karatekin.edu.tr

**Geliş Tarihi:** 16 Nisan 2024

**Kabul Tarihi:** 31 Temmuz 2024

*Bu çalışma yüksek lisans tez ürünüdür.*

(%0-20) pirinç unu kullanılarak üretilen keklerinin kalite özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmış ve duyuşsal olarak kabul edilebilir kekler elde etmiştir. Diğer çalışmalar arasında Trabzon hurmasının dondurma (Karaman ve ark., 2014) ve yoğurtta (Arslan ve Bayrakçı, 2016) kullanımı yer almaktadır. Meyve günlük beslenmeyle alınan şeker miktarının azaltılmasına yardımcı olabilecek bir bileşen olma potansiyeline sahiptir. Yapılan literatür araştırmasında Trabzon hurmasının gerek glutensiz ürünlerde gerekse şeker ikamesi olarak kullanıldığı çalışmaların oldukça sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle planlanan çalışmanın fonksiyonel ürünler alanında literatüre yeni veriler sağlayacağı düşünülmektedir. Yazarların önceki çalışmasında (Yeşilkanat ve Savlak, 2021), Hachiya çeşidi Trabzon hurması tozunun glutensiz kek üretiminde kullanımı değerlendirilmiş olup mevcut çalışmada ilk kez Fuyu çeşidi (*Diospyros kaki L.*) Trabzon hurması tozunun glutensiz keklerde şeker ikamesi olarak kullanımı incelenmiştir. Çalışmada, besin değeri ve antioksidan içeriği yüksek Fuyu çeşidi (*Diospyros kaki L.*) Trabzon hurması şeker ikamesi olarak farklı oranlarda kullanılmış ve geliştirilen pirinç unlu glutensiz keklerin fiziksel, kimyasal, dokusal ve duyuşsal özellikleri belirlenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

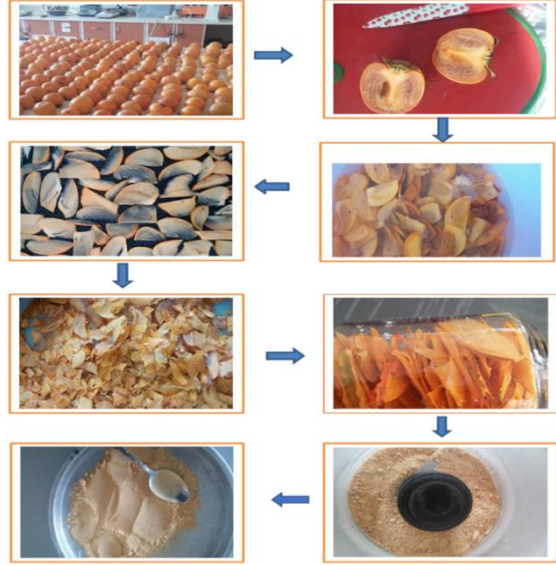
### Materyal

Fuyu çeşidi Trabzon hurması 2018 yılı Ekim - Kasım aylarında Manisa'nın Saruhanlı ilçesinden temin edilmiştir. Kek üretiminde kullanılan hammaddeler Çölyakla Yaşam Derneği'ne ait www.colyak.org.tr sitesinde glutensiz olduğu belirtilen markalar arasından yerel bir marketten satın alınmıştır. Ksantan gum, guar gum, hidroksiopropil metil selüloz (HPMC), polidekstroz Smart Kimya'dan (İzmir, Türkiye) temin edilmiştir.

### Trabzon Hurması Tozu Üretimi

Yıkandıktan sonra çekirdekleri çıkarılarak dilimlenen Trabzon hurmaları sitrik asit çözeltisinde (1 g/L) 1 dk bekletildikten sonra tepsili kurutucuda (Eksis, Türkiye) 65 °C'da kurutulularak nem içeriğinin %7-9 aralığına düşmesi sağlanmıştır (Doymaz, 2012). Kurutulmuş dilimlerin bıçaklı öğütücüde (Retsch

Grindomix GM 200, Almanya) 6500 rpm'de 1 dk boyunca öğütülmesiyle elde edilen Trabzon hurması tozu (THT) (%8.51 nem, %0.74 kül, %0.43 protein, %11.6 şeker, ve %3.83 diyet lif içeriğine sahip) ağız kapalı plastik kaplarda +4 °C'de depolanmıştır. Şekil 1.'de Trabzon hurmasının toza işleme prosesi verilmiştir.



Şekil 1. Trabzon hurmasının toza işleme prosesi

### Kek Üretimi

Kek üretimi Gularte ve ark. (2012)'de belirtilen yöntemin modifiye edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Kek formülasyonunda kullanılan şeker miktarı %0 ile %80 arasında değişen oranlarda hurma tozu ile ikame edilmiştir. Yumurta ve şeker yoğurucunun (Kitchenaid Artisan, Model 5KSM150), 6. devrinde 4 dk, 8. devrinde 6 dk çırıldıktan sonra tüm malzemeler ilave edilerek 1. devirde 2 dakika daha çırılmıştır. Kekler 170 °C'de 40 dk pişirildikten (İnoksan, FKE010, Türkiye) sonra kalıplarda soğutulmuş, fiziksel analizlere kadar (24 saat) hava almayacak şekilde saklanmıştır. Bir kısım kek kimyasal analizler için -18 °C'da depolanmıştır. Çizelge 1'de kek üretiminde kullanılan hammaddeler ve miktarları verilmiştir.

Çizelge 1. Kek üretiminde kullanılan hammaddeler (FK: Fuyu çeşidi THT ikameli kek, K: Kontrol kek)

Bileşen	K	%20 FK	%40 FK	%60 FK	%80 FK
Pirinç Unu (g)	150	150	150	150	150
Trabzon Hurması (g)	0	30	60	90	120
Şeker (g)	150	120	90	60	30
Yumurta (g)	93.75	93.75	93.75	93.75	93.75
Süt (g)	112.50	112.50	112.50	112.50	112.50
Yağ (g)	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25
Kabartma Tozu (g)	5.62	5.62	5.62	5.62	5.62
Ksantan Gam (g)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Guar Gam (g)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
HPMC (g)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Polidekstroz (g)	0	50	50	50	50

### Kimyasal Analizler

Hammaddelerin (pirinç unu ve THT) ve keklerin kül (AACC, 1999), yağ (AOAC, 2005), nem (AACC, 2010) oranları belirtilen yöntemlere göre belirlenmiştir. THT ikameli keklerin şeker içeriği Lane Eynon yöntemi (AOAC, 2000a) ile belirlenmiştir. Hammaddelerin ve keklerin diyet lif içerikleri (AOAC, 2000b) yöntemi kullanılarak hizmet alımı ile belirlenmiştir. Kek üretiminde kullanılacak tüm hammaddelerde gliadin miktarı Gliadin kiti (Ridascreen® Gliadin, R7001, Germany) ve Elisa Okuyucusu (BioTek, ELx800 Absorbance Microplate Reader, USA) ile tespit edilmiştir (AACC, 2000).

### Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini

Öğütülen kek örneklerinde ekstrakt hazırlama Yeşilkanat ve Savlak (2021)'a göre gerçekleştirilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı Singleton ve Rossi (1965) tarafından geliştirilen metoda göre ve Yeşilkanat ve Savlak (2021)'da belirtildiği gibi belirlenmiştir. Fenolik madde miktarı mg galik asit eşdeğeri (GAE)/g yağsız kuru madde cinsinden ifade edilmiştir.

### Antioksidan Aktivite Tayini

#### DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) Serbest Radikali Giderme Aktivitesi Tayini

Analiz Brand-Williams ve ark. (1995) tarafından tanımlanan yöntemle göre ve Yeşilkanat ve Savlak (2021)'da belirtildiği gibi tespit edilmiştir. Bu yöntemde örnek ekstraktı içindeki örnek miktarının Troloks eşdeğeri olarak belirlenmesi amacıyla örnek ve Troloks standart (%) inhibisyon grafiklerinden iki farklı lineer regresyon denklemi elde edilmiş ve bu iki denklemin eğimlerinin birbirine bölünmesi ile sonuç hesaplanmıştır. Sonuçlar mg Trolox eşdeğeri (TEAK) /g yağsız kuru madde cinsinden ifade edilmiştir.

#### Demir İyonu-İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) tayini

Analiz Liu ve ark. (2008) ve Wang ve ark. (2012) tarafından açıklanan yöntemle göre ve Yeşilkanat ve Savlak (2021)'da belirtildiği gibi tespit edilmiştir. Sonuçlar mmol Fe (II)/g yağsız kuru madde olarak belirtilmiştir.

### Keklerin Fiziksel Analizleri

Glutensiz keklerin yükseklik (tepe noktasında), spesifik hacim, yoğunluk ve pişme kaybı belirlenmiştir. Keklerin fiziksel özellikleri üretimden bir gün sonra lazerle tarama prensibi kullanılarak Volscan Profiler (Stable Micro Systems, Godalming, England) ile belirlenmiştir. Glutensiz keklerin pişme kaybı, hamur ağırlıkları ve kek ağırlıkları tartıldıktan sonra hamur ağırlığının kek ağırlığından çıkarılması ve farkın hamur ağırlığına bölünerek 100 ile çarpılması suretiyle bulunmuştur (Ho ve ark., 2013).

### Doku Profili Analizi

Keklerin doku profili analizi 5 kg yük hücresi ve 36 mm çaplı silindirik prob kullanılarak tekstür analiz cihazı (TA- XT Plus

Texture Analyzer, Godalming, England) ile tespit edilmiştir. Homojen örnek boyutu için kekler örnek alma silindiri ile 2.5 cm çap ve 2.5 cm yüksekliğinde kesilmiştir. 0.8 mm/s test hızında, %30 sıkıştırma oranında ve ardışık iki sıkıştırma ile kek örneklerinin sertlik, esneklik, iç yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve elastikiyetleri saptanmıştır (Fajardo ve Ross, 2015). En az 6 paralel ölçüm sonucunun ortalaması alınmıştır.

### Duyusal Değerlendirme

Keklerin duyuusal değerlendirmesi Manisa Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği öğrenci ve akademisyenlerinin (25 kişi) katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Kek örnekleri rastgele numaralandırılarak panelistlere sunulmuştur. Hedonik skala kullanılarak (Watts ve ark., 1989) yapılan değerlendirmede panelistlerden duyuusal analiz kriterleri olan kek kabuk rengi, iç rengi, koku, lezzet, sertlik, genel beğeni parametrelerini 1-7 puan arasında (1: hiç beğenmedim, 4: ne beğendim ne beğenmedim, 7: çok beğendim) değerlendirmeleri istenmiştir.

### İstatistiksel Analiz

Kek üretimleri üç tekrarlı olarak yapılmış, analizler 3 paralel gerçekleştirilmiştir. SPSS 20.0 istatistik programı ve ANOVA analizi kullanılarak tüm analizler için uygulama ortalamaları  $\alpha=0.05$  önem düzeyinde değerlendirilmiştir. Örnekler arası farklılıklar Duncan Testi ile belirlenmiştir.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 2'de kontrol ve THT ilave edilen keklerin fiziksel analizleri yer almaktadır. THT ikameli keklerde ikame oranının yüksekliğe etkisi önemli bulunup ( $p<0.05$ ) tüm ikame seviyelerinde kek yüksekliğinin azaldığı görülmüştür. Keklerin spesifik hacimleri incelendiğinde, %80 THT ikameli kek dışındaki diğer tüm kekler kontrol ile benzer değerler sergilemiştir. Birim ağırlığın hacmi olarak ifade edilen spesifik hacim en yüksek THT ikame oranında (%80) en düşük değeri almıştır. Genel olarak, fırın ürünlerine herhangi bir tür lif eklenmesi, nihai ürünün hem hacminde hem de yüksekliğinde azalmaya neden olduğu bilinmektedir (Nath, 2018). Keklerin yoğunluklarına bakıldığında ise yine yüksek ikame oranlarında (%60 ve %80) yoğunlukların artarak kontrol kekinden farklılık gösterdikleri gözlenmiştir. Kontrol keklerin ve düşük ikame oranlarındaki keklerin spesifik hacimleri yüksek, buna karşın yoğunlukları düşük bulunmuştur. Hosseininejad ve ark. (2022) çalışmasında Trabzon hurması unu eklenen glutensiz keklerin yapısında kontrol keklerine oranla daha fazla sayıda, ancak daha küçük boyutlarda hava kabarcıklarının bulunduğunu rapor etmiştir. Ayrıca hurma unu ilave edilen keklerin yüksekliğinin kontrol kekinden daha düşük olduğu da tespit edilmiştir. Çalışmamızda %80 THT ikamesinin kek spesifik hacmi ve yoğunluğu üzerindeki etkisi ise olumsuzdur. Bunun nedeni olarak THT'nin yüksek oranda şekerle değiştirilmesi ile kek hacminin azalması yoğunluğunun ise artması gösterilebilir.

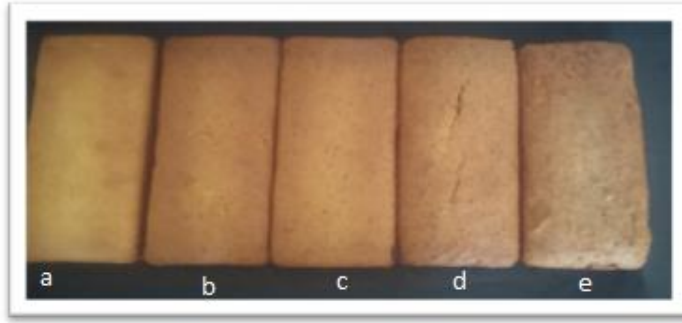
Şeker nişastanın jelatinizasyonunu düzenleyerek fırıncılık ürünlerinin fiziksel yapısını etkilemektedir. Pişirme sırasında nişasta jelatinizasyonundaki gecikme, kek sertleşmeden önce karbondioksit ve su buharının oluşturduğu buhar basıncı nedeniyle hava kabarcıklarının düzgün bir şekilde genişlemesine izin verir (Kim ve Setser, 1992; Kim ve Walker, 1992). Ek olarak, kek formülasyonundaki şeker, daha viskoz ve stabil bir köpüğe yol açacak şekilde iyi hava girişini teşvik eder (Paton ve ark., 1981).

Son olarak keklerin pişme kaybı ikame oranı arttıkça azalmıştır. Örneklerin tamamı istatistiksel olarak kontrolden farklıdır ( $p<0.05$ ). Pişme kayıplarındaki azalma yüksek lif içeren THT ikamesinin kek hamurunun su tutma kapasitesinde artış sağlaması ile açıklanabilmektedir. Şekil 2 ve Şekil 3'te kontrol ve THT ikameli keklerin sırası ile üstten görünüşleri ve kesit görünüşleri verilmiştir.

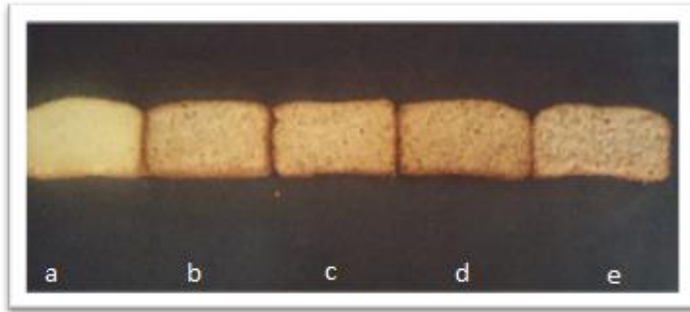
Çizelge 2. Keklerin fiziksel özellikleri

Kek Örneği	Yükseklik (mm)	Spesifik hacim (mL/g)	Yoğunluk (g/mL)	Pişme kaybı (%)
Kontrol	54.57±2.478 <sup>a</sup>	1.76±0.225 <sup>a</sup>	5.25±0.101 <sup>c</sup>	14.80±0.247 <sup>a</sup>
%20 FK	51.87±0.967 <sup>b</sup>	1.93±0.093 <sup>a</sup>	5.16±0.167 <sup>c</sup>	10.75±0.648 <sup>b</sup>
%40 FK	52.02±1.304 <sup>b</sup>	1.86±0.040 <sup>a</sup>	5.39±0.098 <sup>c</sup>	9.34±0.222 <sup>c</sup>
%60 FK	50.63±1.061 <sup>b</sup>	1.74±0.050 <sup>a</sup>	5.75±0.158 <sup>b</sup>	9.34±0.222 <sup>c</sup>
%80 FK	47.93±2.035 <sup>c</sup>	1.51±0.017 <sup>b</sup>	6.62±0.069 <sup>a</sup>	6.88±0.589 <sup>d</sup>

<sup>a,b,c</sup> Aynı sütunda aynı harfler ile gösterilen değerler  $p<0.05$  güven sınırına göre istatistiksel açıdan farklı değildir. FK: Fuyu çeşidi THT ikameli kek



Şekil 2. Keklerin üstten görünüşleri (a) Kontrol (b) %20 FK (c) %40 FK (d) %60 FK (e) %80 FK, FK: Fuyu çeşidi THT ikameli kek



Şekil 3. Keklerin kesit görünüşleri (a) Kontrol (b) %20 FK (c) %40 FK (d) %60 FK (e) %80 FK, FK: Fuyu çeşidi THT ikameli kek

### Kimyasal Analizler

Rastgele seçilen kek örneklerinde gliadin testi yapılmış ve yürürlükteki Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğine göre 'glutensiz' (<20 mg/kg) olduğu doğrulanmıştır (Tebliğ No: 2012/4, Türk Gıda Kodeksi, 2012). Çizelge 3'te kontrol ve THT ikameli keklerin kimyasal özellikleri verilmiştir. Nem içeriğinin THT ikame oranından etkilenmediği görülürken ( $p>0.05$ ), THT'nin artan ikame oranıyla meyveden gelen inorganik maddelerin bir sonucu olarak keklerin kül içeriği artmıştır ( $p<0.05$ ). %80 THT ikameli keklerin kül içeriğinde

%18.9'a kadar artış gerçekleşmiştir. Keklerin yağ içeriği THT ikamesi ile azalırken diyet lif içerikleri artış göstermiştir ( $p<0.05$ ). Kontrol kekinde diyet lifi tespit edilemezken THT ikame edilen keklerde diyet lifi içeriği %0.51 - 0.81 arasında değişiklik göstermiştir. Bu durum hurma meyvesi ilavesinin keklerin lif bakımından zenginleşmesine katkıda bulunduğunu göstermektedir. %40 ve %60 THT ikameli kekler lif miktarı bakımından istatistiksel olarak benzer iken ( $p>0.05$ ), %80 THT ikameli kekin en yüksek miktarı içerdiği belirlenmiştir. Dipti ve ark. (2023), yağ ikame maddesi olarak

Trabzon Hurması sosu kullanılarak üretilen keklerde lif içeriğinin, yağ ikame seviyesi arttıkça önemli ölçüde arttığını ve yağın %100'ünün Trabzon Hurması sosu ile ikame edildiği

keklerde en yüksek lif içeriğinin (0.41g ± 0.03) tespit edildiğini rapor etmişlerdir.

Çizelge 3. Keklerin kimyasal özellikleri

Kek Örneği	Nem (%)	Kül (% KM)	Yağ (% KM)	Diyet Lifi (%)	TFM (mg GAE/g yağsız kuru madde)	DPPH (mg TEAK/g yağsız kuru madde)	FRAP (mmol Fe (II)/g yağsız kuru madde)
Kontrol	25.37±1.964 <sup>a</sup>	1.06±0.026 <sup>b</sup>	12.83±0.057 <sup>a</sup>	nd*	0.24±0.010 <sup>e</sup>	0.28±0.087 <sup>e</sup>	0.47±0.025 <sup>e</sup>
%20 FK	23.85±0.751 <sup>a</sup>	1.04±0.015 <sup>b</sup>	12.04±0.00 <sup>d</sup>	0.512±0.017 <sup>c</sup>	0.43±0.006 <sup>d</sup>	0.40±0.035 <sup>d</sup>	1.23±0.021 <sup>d</sup>
%40 FK	24.68±0.803 <sup>a</sup>	1.09±0.021 <sup>b</sup>	12.28±0.000 <sup>c</sup>	0.643±0.036 <sup>b</sup>	0.48±0.006 <sup>c</sup>	0.52±0.042 <sup>c</sup>	1.49±0.006 <sup>c</sup>
%60 FK	24.23±1.304 <sup>a</sup>	1.19±0.067 <sup>a</sup>	12.58±0.007 <sup>b</sup>	0.660±0.015 <sup>b</sup>	0.55±0.010 <sup>b</sup>	0.75±0.055 <sup>b</sup>	1.69±0.021 <sup>b</sup>
%80 FK	27.47±2.588 <sup>a</sup>	1.26±0.031 <sup>a</sup>	12.27±0.120 <sup>c</sup>	0.817±0.022 <sup>a</sup>	0.62±0.010 <sup>a</sup>	0.92±0.032 <sup>a</sup>	1.82±0.012 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> Aynı sütunda aynı harfler ile gösterilen değerler  $p < 0.05$  güven sınırına göre istatistiksel açıdan farklı değildir. FK: Fuyu çeşidi THT ikameli kek; TFM: Toplam Fenolik Madde, GAE:Gallik Asit Eşdeğeri, TEAK: Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite

Trabzon hurması biyoaktif bileşenler açısından önemli bir meyve olup iyi bir antioksidan kaynağıdır. Pu ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada hurmanın gıda ve farmasötik ürünlerde antioksidan potansiyeli olduğunu rapor etmişlerdir. Bununla birlikte, Trabzon hurması, çeşidine, meyvenin bileşenlerine, hasat bölgesine, çevresel etmenlere, kullanılan çözücü ve ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak toplam fenolik bileşik içeriğinde değişiklik gösterebilir (Suzuki ve ark., 2005; Abdallah ve ark., 2017).

Çalışmamızda tüm hurma ikameli keklerin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite değerleri kontrol grubu keklerinkinden daha yüksek olarak belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 3). THT ikameli keklerde ikame oranının TFM miktarına etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Artan ikame oranıyla keklerin TFM miktarı ve antioksidan kapasitelerinin de arttığı görülmüştür. Kontrol kekine kıyasla, Fuyu çeşidi THT ilave edilmiş keklerde TFM içeriğinde %158.3, DPPH ve FRAP antioksidan aktivite değerlerinde sırayla %228.6 ve %287.2 artış gözlenmiştir. Abdallah ve ark. (2017), %33.3 hurma püresi ikameli keklerin toplam fenolik madde içeriğinde (%220.53) ve DPPH radikali inhibisyonunda (%53.81) artış olduğunu bildirmiştir. Bazı bitki ve meyvelerin antioksidan aktivitesi ile içerdikleri fenolik bileşikler arasında güçlü bir ilişki olduğu (Çalışkan ve Polat, 2012) bilinmektedir. Trabzon hurmasının fenolik bileşikler (esas olarak p-kumarik asit, kateşin, epikateşin, epigallo kateşin ve kondanse proantosiyanidinler) ve karotenoid bakımından zengin olduğu göz önüne alındığında (Giordani ve ark., 2011; Hosseinejad ve ark., 2022) böyle bir artış beklenebilir. Çalışma verilerimizle uyumlu olarak, Hosseinejad ve ark. (2022) glutensiz keklerdeki mısır ununun Trabzon hurması unu ile değiştirilmesinin (özellikle %30 ikame oranında) DPPH ve FRAP antioksidan aktivite kapasitesinde artışa neden olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, yağ ikame maddesi olarak Trabzon Hurması sosu kullanılarak üretilen keklerde toplam fenolik madde miktarı ve DPPH antioksidan aktivite değerlerinin önemli oranda yükseldiği bildirilmiştir (Dipti ve ark., 2023). Ayrıca, Trabzon hurmasının dondurma üretiminde kullanımı üzerine yapılan bir başka araştırma da

(Karaman ve ark., 2014) zenginleştirilmiş ürünlerin biyoaktivitesinde önemli bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak çalışmamızda THT'nin glutensiz keklerde kullanımı ile TFM içeriğinin ve antioksidan kapasitenin arttırıldığı fonksiyonel bir ürün elde edilmiştir.

#### Doku Profili Analizi (TPA)

Doku profili, fırıncılık ürünlerinin kalite ve tüketici kabulünü etkileyen önemli bir özelliktir. THT ilavesinin keklerin dokusal özellikleri üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ), (Çizelge 4). Sertlik değerleri bakımından %60 ve %80 THT ikameli kekler diğer keklerden istatistiksel açıdan farklı olup %80 THT ikameli kekin en yüksek sertlik değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Hosseinejad ve ark. (2022) %20 ve %30 oranında hurma unu ikamesinin glutensiz keklerin sertliğini, esnekliğini ve çiğnenebilirliğini etkilemediğini rapor etmişlerdir. Öte yandan Hong ve Kim (2005), artan oranlarda hurma ezmesi eklenmesinin, kontrol keki ile karşılaştırıldığında sertliğin azalmasına ve yapışkanlığın artmasına yol açtığını gözlemlemiştir. Bu durumun toz yerine hurma ezmesi eklenmesi sonucunda keklerin nem içeriğinin artması (%42.43-44.70) ile ilişkili olduğu düşünülmüştür. Çizelge 4' de görüldüğü üzere ikame oranı arttıkça, keklerin esnekliği (%20 ikameli kek hariç), iç yapışkanlık, ve elastiklik değeri azalmıştır. Çiğnenebilirlik açısından kontrol ile %60 THT ikameli keklerin, ve yine %20 ile %40 THT ikameli keklerin benzer olduğu tespit edilmiştir ( $p > 0.05$ ). Çiğnenebilirliğin sertlik ve iç yapışkanlıktan türeyen bir dokusal özellik olduğu düşünüldüğünde iç yapışkanlığı yüksek olan kontrol örneği ile sertliği yüksek olan %60 THT ikameli keklerin benzer çiğnenebilirlik özellikleri göstermesi, buna karşılık iç yapışkanlık ve sertlikleri nispeten yakın olan %20 ile %40 THT ikameli keklerin benzer çiğnenebilirlik özellikleri göstermesi beklenen bir sonuçtur. Öte yandan, %20 ile %40 THT ikameli keklerin benzer çiğnenebilirliğe sahip olmaları sertlik ve iç yapışkanlıklarını etkileyen spesifik hacim ve yoğunluk verileri (Çizelge 2) ile de desteklenmektedir. %80 THT ikameli kek ise diğerlerinden farklı olarak en yüksek çiğnenebilirliğe sahiptir. Genel olarak THT ikameli keklerin kontrol keklerle göre daha dağılgan bir

yapıda olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum ikame oranı arttıkça azalan iç yapışkanlık verileri ile de desteklenmektedir.

Çizelge 4. Keklerin doku profili analizi

Kek Örneği	Sertlik (g kuvvet)	Esneklik	İç yapışkanlık	Çiğnenebilirlik (g kuvvet)	Elastiklik
Kontrol	207.9±9.06 <sup>d</sup>	0.91 ±0.010 <sup>a</sup>	0.66±0.010 <sup>a</sup>	127.6±1.27 <sup>b</sup>	0.35±0.006 <sup>a</sup>
%20 FK	241.4±11.86 <sup>c</sup>	0.90±0.006 <sup>a</sup>	0.58±0.021 <sup>b</sup>	87.9±2.89 <sup>c</sup>	0.24±0.006 <sup>b</sup>
%40 FK	232.9±11.79 <sup>cd</sup>	0.81±0.006 <sup>b</sup>	0.51±0.006 <sup>c</sup>	94.2±3.28 <sup>c</sup>	0.23±0.006 <sup>bc</sup>
%60 FK	356.1±10.75 <sup>b</sup>	0.79±0.010 <sup>bc</sup>	0.45±0.010 <sup>d</sup>	135.5±9.48 <sup>b</sup>	0.22±0.012 <sup>c</sup>
%80 FK	571.2±17.66 <sup>a</sup>	0.78±0.031 <sup>c</sup>	0.47±0.025 <sup>d</sup>	209.2±4.12 <sup>a</sup>	0.19±0.006 <sup>d</sup>

<sup>a,b,c</sup> Aynı sütunda aynı harfler ile gösterilen değerler  $p<0.05$  güven sınırına göre istatistiksel açıdan farklı değildir. FK: Fuyu çeşidi THT ikameli kek.

### Duyusal Değerlendirme

Çizelge 5'de örneklerin duyuşsal değerlendirme sonuçları verilmiştir. THT ikameli keklerde, ikame oranının tüm duyuşsal parametreleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Kontrol, %20 ve %40 THT ikameli kekler kabuk ve iç rengi, koku, lezzet, sertlik ve genel beğeni bakımından birbirine benzerdir. Kek kabuk ve iç rengi dikkate alındığında, beğeni %40 THT ikame oranından sonra azalmıştır. %60 ve %80 oranında THT ikame edilmiş kekler kabuk ve iç renk parametreleri bakımından benzer bulunurken, ikame oranının %60'dan %80'e çıkması ile koku, lezzet, sertlik ve genel beğeni parametrelerinin puanlarında istatistiksel olarak anlamlı seviyede azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Souza ve ark. (2018) %50 üzerindeki şeker ikame oranının kekin yumuşak ve kolay parçalanabilen (dağılabilen) bir yapıya sahip olmasına yol açtığını, %25 altındaki şeker ikame oranının ise sert ve kuru yapıda kek oluşumuna neden olduğunu ifade etmektedir. Çalışmamızda %60 ve %80 ikame oranlarında sertlik artmıştır. Benzer şekilde Abdallah ve ark.

(2017), buğday unu kek formülasyonuna %50.0-83.3 oranında hurma püresi eklenmesinin, %100 oranında buğday unu kullanılarak üretilmiş kontrol örneğine kıyasla duyuşsal puanlarda azalmaya yol açtığını, %33.3 oranında hurma püresi ilavesinin ise tat, lezzet, renk, doku ve genel kabul edilebilirlik puanlarında artışa yol açtığını bildirmiştir. Hong ve Kim (2005), hurma ezmesiyle zenginleştirilmiş pirinç keklerinde kontrole kıyasla daha yüksek genel kabul edilebilirlik puanları bildirmiştir. Başka bir çalışmada, hamur formülasyonundaki 100 gram tereyağının 50 grama kadar Trabzon hurması sosu ile ikame edilmesiyle elde edilen keklerde istenilen renk değişimi ve genel beğenin sağlandığı, ancak daha yüksek ikame oranlarında beğenin azaldığı belirtilmiştir (Dipti ve ark., 2023). Çalışmamızda duyuşsal değerlendirme göz önünde bulundurularak rafine şekerin %40'a kadar THT ile ikame edildiği glutensiz keklerin tamamen rafine şekerli keklerle alternatif olabileceği önerilmektedir.

Çizelge 5. Keklerin duyuşsal özellikleri

Kek Örneği	Kabuk Rengi	İç Rengi	Koku	Lezzet	Sertlik	Genel Beğeni
Kontrol	5.83±0.257 <sup>a</sup>	5.92±0.302 <sup>a</sup>	5.67±0.289 <sup>a</sup>	5.72±0.183 <sup>a</sup>	5.80±0.183 <sup>a</sup>	5.73±0.162 <sup>a</sup>
%20 FK	6.01±0.167 <sup>a</sup>	5.89±0.311 <sup>a</sup>	5.67±0.234 <sup>a</sup>	5.95±0.101 <sup>a</sup>	5.88±0.223 <sup>a</sup>	5.87±0.201 <sup>a</sup>
%40 FK	6.05±0.151 <sup>a</sup>	6.05±0.220 <sup>a</sup>	5.71±0.284 <sup>a</sup>	6.07±0.061 <sup>a</sup>	5.79±0.122 <sup>a</sup>	5.99±0.227 <sup>a</sup>
%60 FK	5.04±0.416 <sup>b</sup>	4.93±0.345 <sup>b</sup>	4.85±0.260 <sup>b</sup>	4.97±0.201 <sup>b</sup>	4.93±0.306 <sup>b</sup>	4.92±0.250 <sup>b</sup>
%80 FK	4.49±0.411 <sup>b</sup>	4.35±0.460 <sup>b</sup>	4.07±0.543 <sup>c</sup>	3.93±0.363 <sup>c</sup>	3.67±0.023 <sup>c</sup>	3.89±0.340 <sup>c</sup>

<sup>a,b,c</sup> Aynı sütunda aynı harfler ile gösterilen değerler  $p<0.05$  güven sınırına göre istatistiksel açıdan farklı değildir. FK: Fuyu çeşidi THT ikameli kek

### SONUÇ

Trabzon hurması tozu ile zenginleştirilen glutensiz kekler, çölyak hastalarının günlük yaşamlarına ve sosyal etkileşimlerine katkı sağlayabilecek önemli bir alternatif olarak önerilmektedir. Aynı zamanda, bu keklerin glutensiz gıda pazarındaki talebi karşılamak için potansiyel bir çözüm sunabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada rafine şekerin %40 oranına kadar THT ile ikame edilmesi duyuşsal açıdan kabul edilebilir ve biyoaktif bileşenlerce zenginleştirilmiş pirinç unlu kekler elde edilmesini sağlamıştır. Sonraki çalışmalarda bu meyve veya atıkları ile zenginleştirilmiş glutensiz ürünlerin besin öğelerinin biyoerişilebilirliğinin belirlenmesi üzerine odaklanılabilir.

### ÇIKAR ÇATIŞMASI

Bu çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma Manisa Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (BAP, Proje No; 2018-188). Yazarlar finansal destek için teşekkür eder.

### KAYNAKLAR

AACC (1999) American Association of Cereal Chemists Approved methods of analysis (11th Ed.). Method 08-

- 01.01. Ash – basic method. Approved November 3, 1999. AACC International, St. Paul, MN, USA.
- AACC (2000) AACC Approved methods of analysis, 11th Ed. Method 38-50.01. Gluten in corn flour and corn-based products by sandwich ELISA. AACCI, St. Paul, MN, USA.
- AACC (2010) American Association of Cereal Chemists Approved Methods of Analysis, 11th Ed., Method 44-40.01. Moisture, vacuum oven method, AACC International, St. Paul, MN.
- AOAC (2000a) 968.28: Total sugars in molasses as invert sugar. Lane-eynon constant volume volumetric method, Official Methods of Analysis AOAC International, Washington DC, the USA.
- AOAC (2000b). 991.43: Total, Soluble and Insoluble dietary fiber in foods. Enzymatic gravimetric method, MES-TRIS buffer, Official Methods of Analysis AOAC International, Washington DC, the USA.
- AOAC (2005) Official Methods of Analysis of AOAC International, Official Method 954.02 18th Ed., AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Abdallah DA, El-Mageed A, Siliha HA, Rabie MA (2017) Physicochemical characteristics of persimmon puree and its utilization in cupcake. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 44(6): 2629-2640.
- Aksu Uslu, N (2023) Evaluation of quality traits and phytochemical compounds of persimmon (*Diospyros kaki* L.) cultivars grown in Samsun, Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 65(4), 889-897.
- Arslan S, Bayrakci S (2016) Physicochemical, functional, and sensory properties of yogurts containing persimmon. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(1): 68-74.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, 28(1): 25-30.
- Çalışkan O, Polat AA (2012) Bazı incir çeşitlerinin fitokimyasal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(2): 201-208.
- Dipti S, Kumari A, Kaur N, Tripathi AD, Garwal AA (2023) Development of cake by using persimmon fruit (*Diospyros kaki*) as a fat replacer and its chemical and structural profile analysis. *LWT*, 178, 114601.
- Doymaz İ (2012) Evaluation of some thin-layer drying models of persimmon slices (*Diospyros kaki* L.). *Energy Conversion and Management*, 56: 199-205.
- Fajardo, CA, Ross AS (2015) Exploring relationships between pancake quality and grain and flour functionality in soft wheats. *Cermistry*, 92: 378-383.
- Giordani E, Doumett S, Nin S, Del Bubba M (2011) Selected primary and secondary metabolites in fresh persimmon (*Diospyros kaki thunb.*): a review of analytical methods and current knowledge of fruit composition and health benefits. *Food Research International*, 44(7):1752-1767.
- Gularte MA, de la Hera E, Gómez M, Rosell CM (2012) Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, 48(2): 209-214.
- Ho LH, Abdul Aziz NA, Azahari B (2013) Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with banana (*Musa acuminata* x *Balbisiana* cv. awak) pseudo-stem flour. *Food Chemistry*, 139(1-4): 532-539.
- Hong JS, Kim M (2005) Quality characteristics of Sulgiduck by the addition of astringency persimmon paste. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 21(3): 360-370.
- Hosseinejad S, Larrea V, Moraga G, Hernando I (2022) Evaluation of the Bioactive Compounds, and Physicochemical and Sensory Properties of Gluten-Free Muffins Enriched with Persimmon 'Rojo Brillante' Flour. *Foods*, 11(21): 3357.
- Karaman, S, Toker ÖS, Yüksel F, Çam M, Kayacier A, Dogan M (2014) Physicochemical, bioactive, and sensory properties of persimmon-based ice cream: Technique for order preference by similarity to ideal solution to determine optimum concentration. *Journal of dairy Science*, 97(1): 97-110.
- Kim, CS, Walker CE (1992) Interactions between starches, sugars and emulsifiers in high-ratio cake model systems. *Cereal Chemistry*, 69(2): 206-212.
- Kim, SS, Setser CS (1992) Wheat starch gelatinization in the presence of polydextrose or hydrolyzed barley  $\beta$ -glucan. *Cereal Chemistry*, 69(4): 447-451.
- Liu, HY, Qiu NX, Ding HH, Yao RQ (2008) Polyphenols contents and antioxidant capacity of Chinese herbals suitable for medical or food uses. *Food Research International*, 41(4): 363-370.
- Nath, P, Kale, S J, Kaur, C, Chauhan, O P (2018) Phytonutrient composition, antioxidant activity and acceptability of muffins incorporated with red capsicum pomace powder. *Journal of Food Science and Technology*, 55, 2208-2219.
- Özkan, H, Can H (2013) Farklı Dönemlerde Hasat Edilen Trabzon Hurması (*Diospyros kaki* L.) Meyvelerinin Kalite Özelliklerinin Araştırılması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50 (2): 137-144.

