

FARKLI ANTIÖKSİDAN KAYNAKLARININ GLUTENSİZ KRAKERİN BAZI FİZİKSEL, FONKSİYONEL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Hilal ARSLAN BAYRAKCI*

Selçuk Üniversitesi, Karapınar Aydoğanlar Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Konya, Türkiye

Geliş / Received 21.10.2024; Kabul / Accepted: 04.02.2025; Online baskı / Published online: 06.02.2025

Arslan Bayrakçı, H. (2025). Farklı antioksidan kaynaklarının glutensiz krakerin bazı fiziksel, fonksiyonel ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi. GIDA (2025) 50 (1) 102-115 doi: 10.15237/ gida.GD24110

Arslan Bayrakçı, H. (2025). (2025). Effect of different antioxidant sources on some physical, functional and sensory properties of gluten-free crackers. GIDA (2025) 50 (1) 102-115 doi: 10.15237/ gida.GD24110

ÖZ

Bu çalışmada, glutensiz krakerlerin fonksiyonel özelliklerini geliştirmek amacıyla çörek otu, nar çekirdeği, yeşil çay ve keten tohumu gibi antioksidan kaynakları kullanılmıştır. Kontrol krakerler, 40:40:20 oranında pirinç, mısır ve nohut unundan üretilmiştir. Diğer krakerlerde bu karışım, %2, 4 ve 6 oranlarında farklı antioksidan kaynakları ile değiştirilmiştir. Fiziksel (renk, çap, kalınlık, yayılma oranı), fonksiyonel (antioksidan aktivite, serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarı) ve duyuşal özellikler belirlenmiştir. Yeşil çay ikameli krakerler, tüm analiz yöntemlerinde (DPPH, FRAP, CUPRAC) en yüksek antioksidan aktivite değerini göstermiştir. %4 ve 6 oranında antioksidan kaynağı kullanımı, krakerlerin antioksidan aktivite miktarlarını artırmıştır. Tüm antioksidan kaynakları krakerlerin fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerlerinin artmasını sağlarken, yeşil çay fonksiyonel özelliklerin geliştirilmesinde en etkili antioksidan kaynağı olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Antioksidan aktivite, glutensiz-kraker, fenolik madde, çörek otu, nar çekirdeği, yeşil çay, keten tohumu

EFFECT OF DIFFERENT ANTIOXIDANT SOURCES ON SOME PHYSICAL, FUNCTIONAL AND SENSORY PROPERTIES OF GLUTEN-FREE CRACKERS

ABSTRACT

In this study, antioxidant sources such as black cumin, pomegranate seed, green tea, and flaxseed were used to enhance the functional properties of gluten-free crackers. The control crackers were produced from a mixture of rice flour, corn flour, and chickpea flour in a ratio of 40:40:20. In other cracker samples, this mixture was replaced with different antioxidant sources at levels of 2%, 4%, and 6%. Physical (color, diameter, thickness, and spread ratio), functional (antioxidant activity, free, bound, and total phenolic content), and sensory properties were determined. The green tea-substituted cracker samples exhibited the highest antioxidant activity values across all analytical methods (DPPH, FRAP, and CUPRAC). The use of antioxidants at 4% and 6% levels significantly increased the antioxidant activity of the crackers. While all antioxidant sources contributed to the increase in phenolic content and antioxidant activity values, green tea was identified as the most effective antioxidant source for enhancing functional properties.

Keywords: Antioxidant activity, gluten-free-cracker, phenolic substance, black cumin, pomegranate seed, green tea, flaxseed

* Sorumlu yazar / Corresponding author

✉: hbayrakci@selcuk.edu.tr

☎: (+90) 332 755 6896

☎: (+90) 332 755 6033

Hilal Arslan Bayrakçı; ORCID no: 0000-0003-0069-4164

GİRİŞ

Glutene duyarlı enteropati olarak da bilinen Çölyak hastalığı, glutensiz bir diyetle ömür boyu sıkı bir bağlılıkla tedavi edilir (Murray vd., 2004; Alvarez-Jubete vd., 2009; Göncü ve Çelik, 2020). Glutensiz bir diyetle hastalar, tipik ishal, yağlı dışkı ve kilo kaybından başka diğer semptomlar da dahil olmak üzere semptomlarda önemli ve hızlı bir iyileşme yaşarlar (Murray vd., 2004). Çölyak hastalığı olan kişilerin ev dışında "güvenli" gıdaya ulaşması oldukça zordur. Bu nedenle, bisküvi, kraker, kek vb. glutensiz paketli atıştırmalıklardan, yeterli miktarlarda besin almayı talep ederler (Caponio, Summo, Clodoveo, ve Pasqualone, 2008). Küresel glutensiz gıda pazarı büyüklüğü 2023'te 12.3 milyar ABD doları olarak değerlendirildi ve 2024'ten 2032'ye kadar %10.1 bileşik yıllık büyüme oranıyla genişlemesi tahmin ediliyor (Ahuja, 2023). Tüm bunlar gözönüne alındığında glutensiz ürün pazarında farklı formülasyonlara sahip ürün çeşitliliğine ihtiyaç duyulmaktadır (Turk Aslan ve Işık, 2022). Kraker, genellikle şekersiz ve mayasız hamurdan yapılan ince, çıtır gofret veya bisküvi olarak tanımlanır (Han vd., 2010). Tahıl bazlı ürünler ticari olarak büyük ölçekte kullanılmakta, önemli bir besin kaynağı ve küresel olarak birçok insanın günlük diyetinin ayrılmaz bir parçasını oluşturmaktadır. Bunlar arasında krakerler, gıda pazarında en hızlı büyüyen popüler atıştırmalık ürünlerden biridir ve günlük yaşam için uygun gıdalar olarak kabul edilir (Mousavi Khaneghah vd., 2023).

Nar (*Punica granatum* L.), bilinen en eski yenilebilir meyvelerden biridir ve üzerinde çalışılan diğer meyvelerle karşılaştırıldığında en yüksek toplam polifenol konsantrasyonunu içermektedir. Nar, toplam meyvenin %50 ila %70'ini oluşturan taneler açısından zengin olup, %78'i meyve suyu ve %22'si tohumlardan oluşmaktadır (Mohagheghi vd., 2011). Eikani ve arkadaşlarına göre (2012), nar tohumlarının ortalama içeriği yaklaşık 37-143 g/kg meyvedir. Kuru ağırlık bazında tohumun yağ içeriği %12 ile %20 arasında değişmektedir (Al-Maiman ve Ahmad, 2002). Nar çekirdeği yağının antioksidan ve eikosanoid enzim inhibitör özellikleri (Qu, Pan ve Ma, 2010), bağışıklık fonksiyonu ve lipid metabolizması (Yamasaki vd., 2006), östrojen içeriği (Tong,

Kasuga, ve Khoo, 2006), cilt üzerinde yaşlanma karşıtı etkisi (Park vd., 2010), lipoperoksidasyon ve antioksidan enzim aktivitesi (de Melo, de Carvalho, Silva, ve Mancini-Filho, 2010), toksikolojik değerlendirme (Meerts vd., 2009) ve gentamisin kaynaklı nefrotoksisteye karşı koruma (Asadpour, Boroushaki, ve Sadeghnia, 2010) gibi biyolojik özelliklere (Eikani vd., 2012) sahip olduğu bildirilmiştir.

Çörek otu (*Nigella sativa*), *Ranunculaceae* üyesinden, Ortadoğu başta olmak üzere dünyanın birçok yerinde yetiştiriciliği yapılan tek yıllık otsu bir bitkidir (X. Liu, M. Abd El-Aty, ve Shim, 2011; Alu'datt vd., 2017). Ortalama %38.20 yağ, %20-85 protein, %7-94 ham lif, %31.94 karbohidrat, %4 kül ve %5 nemden oluşan bir bileşime sahiptir (Amin ve Hosseinzadeh, 2015; Yimer, Tuem, Karim, Ur-Rehman, ve Anwar, 2019). Son yıllarda çörek otu insanlar üzerindeki gerçek etkileri nedeniyle ciddi sağlık sorunlarını tedavi etmek amacıyla tıbbi bir bitki olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda, çörek otu ile antioksidan, antikarsinogenik, antiinflamatuvar, antialerjik, antimikrobiyel ve antifungal özellikler gibi çeşitli nutrasötik özellikler ilişkilendirilmiştir (Xue Liu vd., 2013; Adegbeye vd., 2020; Kesen, 2021).

Lineaceae üyesi olan keten (*Linum usitatissimum*), renkleri altın sarısından kırmızımsı kahverengiye kadar değişen, gevrek bir dokuya ve ceviz aromasına sahip küçük, yassı tohumlar üreten, mavi çiçekli, yıllık bir bitkidir (Morris Diane H. ve Flax Council of Canada, 2007; Rubilar, Gutiérrez, Verdugo, Shene, ve Sineiro, 2010). Son derece yüksek seviyelerde alfa-linolenik asit (ALA), diyet lifi, yüksek kaliteli protein ve fitoöstrojenler içermesi onu cazip bir besin haline getirmiştir. Keten tohumu yaklaşık %55 ALA, %28-30 protein ve %35 lif içermektedir (Carter, 1993; Rubilar vd., 2010; Rabetafika, Van Remoortel, Danthine, Paquot, ve Blecker, 2011). Günümüzde keten tohumu, üstün sağlık yararları olan gıdalara artan tüketici ilgisi nedeniyle fonksiyonel bir gıda olarak yeni beklentilere sahiptir. Mükemmel beslenme profili ve potansiyel sağlık faydaları, keten tohumunu özellikle sağlık yararları için tasarlanmış diyetlerin çekici bir bileşeni haline getirmiştir (Oomah, 2001). Keten tohumu yüksek

düzye de fenolik bileşikler içerir. Bu fenolik bileşikler anti-kanser ve anti-oksidan özellikleriyle bilinir (Kajla, Sharma, ve Sood, 2015).

Yeşil çay, flavanoller, flavandioller, flavonoidler ve fenolik asitleri içeren polifenoller içerir; bu bileşikler kuru ağırlığın %30'una kadarını oluşturabilir. Yeşil çay polifenollerinin çoğu, genellikle kateşinler olarak bilinen flavonoidlerdir (Vinson, 2000). Hayvan modelleri kullanılarak yapılan çalışmalar, yeşil çay kateşinlerinin dejeneratif hastalıklara karşı bir miktar koruma sağladığını göstermektedir (Crespy ve Williamson, 2004). Yeşil çay tüketimi akciğer, kolon, yemek borusu, ağız, mide, ince bağırsak, böbrek, pankreas ve meme bezleri dahil olmak üzere birçok kanser türünün önlenmesiyle de ilişkilendirilmiştir (Koo ve Cho, 2004). Çeşitli epidemiyolojik çalışmalar ve klinik araştırmalar, yeşil çayın (ve daha az ölçüde siyah ve Oolong çaylarının) birçok kronik hastalık riskini azaltabileceğini göstermiştir (Zaveri, 2006). Bu yararlı etki, güçlü antioksidanlar olan yüksek miktardaki polifenollerin varlığına bağlanmıştır. Özellikle yeşil çay kan basıncını düşürebilir ve böylece felç ve koroner kalp hastalığı riskini azaltabilir. Bazı hayvan çalışmaları, yeşil çayın kan şekeri düzeylerini ve vücut ağırlığını azaltarak koroner kalp hastalığının gelişimine karşı koruma sağlayabileceğini öne sürmüştür (Tsuneki vd., 2004).

Bu çalışmada; toz haline getirilmiş farklı antioksidan kaynaklarının (çörek otu, nar çekirdeği, yeşil çay ve keten tohumu) farklı oranlarının (%0, 2, 4, 6) glutensiz krakerlerin bazı fiziksel, fonksiyonel ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çörek otu, nar çekirdeği, yeşil çay, keten tohumu, pirinç unu, mısır unu, nohut unu, yağ, tuz, pudra şekeri, kabartma tozu ve maya Konya (Türkiye) piyasasından temin edilmiştir. Çörek otu, nar çekirdeği, yeşil çay ve keten tohumu laboratuvar tipi bir öğütücüde (Arçelik K3104, İstanbul, Türkiye) öğütülerek un haline getirilmiştir.

Kraker Üretimi

Kraker örnekleri (Davidson, 2023)'in belirttiği metotta bazı modifikasyonlar yapılarak hazırlanmıştır. Kontrol glutensiz krakerler 200 g glutensiz un karışımına (pirinç unu:mısır unu:nohut unu, 40:40:20) 40 g şortening, 3.2 g tuz, 3 g pudra şekeri, 3 g kabartma tozu ve 0.4 g yaş maya ilave edilerek hazırlanmıştır. Diğer krakerler için glutensiz un karışımı % 2, 4 ve 6 oranlarında çörek otu, nar çekirdeği, yeşil çay ve keten tohumu ile yer değiştirmiştir (herbir antioksidan kaynağı için ayrı ayrı örnekler hazırlanmıştır). Hazırlanan karışımlar su ile 5 dk boyunca yoğurucuda (Hobart N50, Ontario, Kanada) yoğurulmuştur. Elde edilen hamurlar 30 °C sıcaklıkta %80 bağıl nemde 120 dk fermente edilmiştir. Daha sonra fermente edilmiş hamurlar 1 mm kalınlığında açılmış ardından daire şekillerinde kesilmiş ve 170 °C sıcaklıktaki fırında (Vestel SF8401, Manisa, Türkiye) pişirilmiştir.

Yöntem

Renk Analizi

Hazırlanan glutensiz kraker örneklerinin renk değerleri Minolta CR-400 (Konica Minolta, Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Hue (renk özü) değeri ve SI (doyunluk indeksi) değeri (Francis, 1994)'de belirtilen formüle göre hesaplanmıştır.

Fiziksel Analizler

Kraker örneklerinin 5 farklı noktasından kumpas Mitutoyo 500-180-30 (Dijital kumpas 150 mm-Japonya) yardımı ile çap (mm) ve kalınlık (mm) değerleri ölçülmüştür. Yayılma oranı çap değerlerinin kalınlık değerlerine bölünmesi ile hesaplanmıştır.

Fenolik Bileşenlerin Ekstraksiyonu

Vitali vd. (2009) tarafından belirlenen yöntem kısmen modifiye edilerek örnekler serbest ve bağı fenolik madde içeriği tespiti için ekstrakte edilmiştir. Bu amaçla serbest bileşiklerin ekstraksiyonunda 1 g numune üzerine %1 asitlendirilmiş 10 ml (HCl) metanol:su çözeltisi ilave edilmiş, numuneler oda sıcaklığında çalkalamalı su banyosunda (Daihan Wisebath WSB-30, Gangwon, Güney Kore) 2 saat çalkalanmıştır. Ekstrakte edilen bu karışım

santrifüjlenmiş (3000 rpm, Hermle Z 326 K, Wehingen, Almanya) ve ayrılan süpernatantlar -20°C'de muhafaza edilmiştir. Bağlı fenolik maddelerin ekstraksiyonunda ise serbest fenoliklerin ekstraksiyonundan kalan retentantlar üzerine metanol/H₂SO₄ (10:1) çözeltisinden 20 ml eklenmiş ve bu karışım 20 saat süre ile 80°C'de çalkalamalı su banyosunda inkübe edilmiştir. Elde edilen süpernatantlar soğuduktan sonra santrifüjlenip yine -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Serbest, Bağlı ve Toplam Fenolik Madde Analizi

Ekstraktların serbest, bağlı ve toplam fenolik madde içerikleri Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemine göre belirlenmiştir (Naczki ve Shahidi, 2004). Fenolik madde miktarı, galik asit eşdeğerleri (mg GAE/kg) cinsinden ifade edilmiştir.

Antioksidan Aktivite Analizi

Kraker örneklerinin ekstraksiyonu için serbest fenolik madde ekstraksiyonundaki prosedür uygulanmıştır (1 g numune 10 mL metanol-su karışımı (metanol/su, 80:10, v/v) ile karıştırılmıştır) (Yılmaz ve Koca, 2017). Örneklerin antioksidan aktiviteleri 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radikalinin inhibisyonu (DPPH) (Gyamfi, Yonamine, ve Aniya, 1999; Beta, Nam, Dexter, ve Sapirstein, 2005), ferrik iyonlarını indirgeme kuvveti (FRAP) (Yılmaz, 2019) ve bakır iyonlarını indirgeme kuvveti (CUPRAC) (Apak, Güçlü, Özyürek, ve Çelik, 2008) metodları kullanılarak belirlenmiştir.

Duyusal Analiz

Glutensiz krakerlerin tat, koku, dış görünüş, tekstür ve genel kabul edilebilirlik özellikleri Selçuk Üniversitesi Karapınar Meslek Yüksekokulu'ndan 12 panelist tarafından gerçekleştirildi. Duyusal özellikler 1'den 9'a kadar olan bir ölçek kullanılarak değerlendirildi (1: Hiç beğenmedim, 5: Ne beğendim ne beğenmedim, 9: Çok beğendim).

İstatistiksel Analizler

Veriler istatistiksel yazılım SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılarak analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki anlamlı fark $P < 0,05$ düzeyinde analiz edilmiştir. Kraker denemeleri

antioksidan kaynağı çeşidi (4), antioksidan kaynağı ilave oranı (4) deneme desenine göre iki tekerrürlü olarak (4x4)x2 yürütülmüştür.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Glutensiz krakerlerin renk değerleri

Farklı antioksidan kaynakları kullanılarak elde edilen glutensiz kraker örneklerine ait renk ölçüm değerleri Çizelge 1'de bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Örneklere ait L*, a*, b*, SI ve Hue° değerleri sırasıyla çörek otu ilaveli glutensiz krakerlerde 76.10 ile 53.59, -3.83 ile -2.02, 38.19 ile 23.56, 95.73 ile 94.90 ve 38.38 ile 23.65 arasında; nar çekirdeği ilaveli glutensiz krakerlerde 76.10 ile 71.00, -3.83 ile 0.38, 38.19 ile 34.82, 95.73 ile 89.37 ve 38.38 ile 34.82 arasında; yeşil çay ilaveli glutensiz krakerlerde 76.10 ile 55.97, -3.83 ile -4.02, 38.19 ile 27.31, 95.73 ile 98.38 ve 38.38 ile 27.60 arasında; keten tohumu ilaveli glutensiz krakerlerde 76.10 ile 68.46, -3.83 ile -1.05, 38.19 ile 33.98, 95.73 ile 91.77 ve 38.38 ile 34.00 arasında değişmiştir (Çizelge 1).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre örneklerin renk değerleri antioksidan kaynağı açısından değerlendirildiğinde; en yüksek ortalama L* ve b* değerleri nar çekirdeği (sırasıyla 73.41 ile 37.94) ve keten tohumu (sırasıyla 72.78 ile 36.10) kullanılarak elde edilen glutensiz kraker örneklerinde görülmüş, çörek otu ve yeşil çay kullanılan kraker örneklerinin ortalama L* ve b* değerleri azalmış ve (sırasıyla 63.13 ile 30.49 ve 65.29 ile 31.47) aynı grupta yer almıştır (Çizelge 2). Örneklerde en yüksek a* değeri nar çekirdeği kullanılarak elde edilen krakerlerde (-1.01), en düşük a* değeri ise yeşil çay kullanılarak elde edilen krakerlerde (-4.21) tespit edilmiştir (Çizelge 2). Glutensiz kraker örneklerinin hue° değerleri yeşil çay ilave edilen krakerlerde en yüksek (97.79), nar çekirdeği ilave edilen krakerlerde en düşük (91.49) tespit edilmiş; SI değerleri ise nar çekirdeği ve yeşil çay kullanılarak hazırlanan krakerlerde (sırasıyla 37.99 ve 36.19), çörek otu ve keten tohumu kullanılarak hazırlanan krakerlere göre (sırasıyla 30.61 ve 31.77) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 1. Glutensiz krakerlere ait renk ölçüm değerleri
Table 1. Colour measurement values of gluten-free crackers

Antioksidan kaynağı (Antioxidant source)	Oran (%) Ratio(%)	L*	a*	b*	Hue	SI
Çörek otu <i>Black cummin</i>	0	76,10	-3,83	38,19	95,73	38,38
	2	65,57	-3,05	33,29	95,23	33,43
	4	57,27	-1,63	26,93	93,46	26,98
	6	53,59	-2,02	23,56	94,90	23,65
Nar Çekirdeği <i>Pomegranate seed</i>	0	76,12	-3,80	38,23	95,68	38,42
	2	73,86	-1,15	39,50	91,67	39,51
	4	72,66	0,51	39,19	89,25	39,20
	6	71,00	0,38	34,82	89,37	34,82
Yeşil çay <i>Green tea</i>	0	76,10	-3,83	38,19	95,73	38,38
	2	70,67	-4,35	32,78	97,57	33,07
	4	58,43	-4,62	27,64	99,49	28,02
	6	55,97	-4,02	27,31	98,38	27,60
Keten tohumu <i>Linseed</i>	0	76,18	-3,83	38,19	95,73	38,38
	2	74,82	-2,37	37,60	93,60	37,68
	4	71,67	-2,24	34,64	93,70	34,71
	6	68,46	-1,05	33,98	91,77	34,00

Çizelge 2. Glutensiz krakerlerin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları
Table 2. Results of Duncan multiple comparison test on color values of gluten-free crackers

Antioksidan kaynağı (Antioxidant source)	L*	a*	b*	Hue	SI
Çörek otu- <i>black cummin</i>	63.13±9.25 ^b	-2.63±0.93 ^b	30.49±6.04 ^b	94.83±0.92 ^b	30.61±6.06 ^b
Nar çekirdeği- <i>pomegranate seed</i>	73.41±2.00 ^a	-1.01±1.86 ^a	37.94±2.01 ^a	91.49±2.78 ^c	37.99±2.02 ^a
Yeşil çay- <i>green tea</i>	65.29±8.94 ^b	-4.21±0.33 ^c	31.47±4.75 ^b	97.79±1.47 ^a	31.77±4.69 ^b
Keten tohumu- <i>linseed</i>	72.78±3.19 ^a	-2.37±1.06 ^b	36.10±1.96 ^a	93.70±1.51 ^b	36.19±2.02 ^a
Oran (%) <i>Ratio</i>					
0	76.13±0.07 ^a	-3.82±0.05 ^c	38.19±0.21 ^a	95.71±0.11 ^a	38.39±0.20 ^a
2	71.23±3.87 ^b	-2.72±1.24 ^b	35.79±3.04 ^a	94.52±2.32 ^{ab}	35.92±2.95 ^b
4	65.01±7.67 ^c	-1.99±1.95 ^{ab}	32.10±5.44 ^b	93.97±3.90 ^{ab}	32.23±5.35 ^c
6	62.26±8.10 ^c	-1.68±1.71 ^a	29.92±5.01 ^b	93.60±3.62 ^b	30.01±4.94 ^c

Farklı harflerle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P < 0.05).

Means with the different letter within a column are significantly different (P < 0.05).

Antioksidan kaynağı ilave oranı açısından Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları değerlendirildiğinde; en düşük L* değeri %4 ve %6 ilave oranlarında tespit edilmiştir (Çizelge 2). İlave oranı arttıkça; krakerlerin a* değerinde de artış gözlemlenmiştir. %0 ve 2 ilave oranında b* örneklerin değerlerinde bir değişim gözlemlenmezken % 4 ve 6 ilave oranında antioksidan kaynağı kullanımı b* değerinde azalmaya neden olmuştur. SI değerleri %2 ilave oranında itibaren; hue° değerleri ise %6 ilave

oranında kontrol gruba göre daha düşük belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çörek otu ve yeşil çayın, yerini aldığı glutensiz unlara (pirinç ve mısır unu) göre daha koyu renge sahip olmasının bu duruma neden olduğu düşünülmektedir. Farklı antioksidan kaynaklarının kullanıldığı çalışmalarda benzer sonuçlara rastlanmıştır. Çörek otunun ekmekte (Ghadarloo, Mansouripour, ve Saremnezhad, 2023) ve bisküvide (AL-Ansi vd., 2019), çörek otu, keten tohumu ve nar çekirdeğinin makarnada (Madenci,

2017), keten tohumunun ekmekte (Wirkijowska vd., 2020) kullanıldığı çalışmalarda örneklerin renk değerlerinde benzer sonuçlara rastlanmıştır.

Glutensiz krakerlerin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri

Kraker örneklerine ait çap, kalınlık ve yayılma oranı değerleri Çizelge 3'de ve bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Örneklerin çap (mm), kalınlık (mm) ve yayılma oranı değerleri sırasıyla çörek otu

ilaveli örneklerde 53.34 ile 52.40, 3.71 ile 3.77 ve 14.37 ile 13.89 aralığında; nar çekirdeği ilaveli örneklerde 53.34 ile 51.26, 3.71 ile 2.41 ve 14.37 ile 21.30 aralığında; yeşil çay ilaveli örneklerde 53.34 ile 52.52, 3.71 ile 3.10 ve 14.37 ile 16.94 aralığında; keten tohumu ilaveli örneklerde ise 53.34 ile 52.31, 3.71 ile 2.29 ve 14.37 ile 22.82 aralığında belirlenmiştir (Çizelge 3). Baljeet ve ark. (2010), bisküvilerin çapı ve kalınlığının her zaman zıt yönlerde hareket eden iki parametre olduğunu belirtmiştir (Baljeet, Ritika, ve Roshan, 2010).

Çizelge 3. Glutensiz krakerlerin teknolojik özelliklerine ait değerler

Table 3. Values of technological properties of gluten-free crackers

Antioksidan kaynağı (Antioxidant source)	Oran (%) Ratio (%)	Çap (cm) Diameter	Kalınlık (cm) Thickness	Yayılma Spread
Çörek otu <i>Black cummin</i>	0	53.34±0.11	3.71±0.01	14.37±0.09
	2	51.32±0.72	3.27±0.07	15.69±0.57
	4	51.64±0.47	3.48±0.09	14.83±0.27
	6	52.40±0.56	3.77±0.14	13.89±0.38
Nar çekirdeği <i>Pomegranate seed</i>	0	53.34±0.10	3.71±0.01	14.37±0.09
	2	51.07±0.08	2.59±0.03	19.72±0.18
	4	49.99±0.03	2.67±0.07	18.75±0.51
	6	51.26±0.07	2.41±0.03	21.30±0.31
Yeşil çay <i>Green tea</i>	0	53.34±0.10	3.71±0.02	14.37±0.09
	2	53.15±0.78	3.45±0.19	15.43±1.09
	4	51.27±0.07	3.44±0.00	14.88±0.00
	6	52.52±0.09	3.10±0.13	16.94±0.68
Keten tohumu <i>Linseed</i>	0	53.34±0.10	3.71±0.01	14.37±0.09
	2	51.63±0.34	2.52±0.02	20.49±0.03
	4	51.98±0.26	2.29±0.00	22.67±0.14
	6	52.31±0.04	2.29±0.03	22.82±0.29

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çap değerleri açısından incelendiğinde; en düşük değer (51.42) nar çekirdeği ile hazırlanan kraker örneklerinde tespit edilmiştir. Kalınlık değeri çörek otu ve yeşil çay ile hazırlanan örneklerde (sırasıyla 3.56 ve 3.43), nar çekirdeği ve keten tohumu ile hazırlanan örneklere göre (sırasıyla 2.84 ve 2.70) daha yüksek bulunmuştur. En yüksek yayılma oranı nar çekirdeği ve keten tohumu ile hazırlanan kraker örneklerinde tespit edilmiş, çörek otu ve yeşil çay ile hazırlanan örneklerin yayılma oranı değerleri arasında istatistiksel bir fark gözlemlenmemiştir (Çizelge 4).

değerlendirildiğinde; tüm ilave oranlarına göre kontrol grubu örneklerin çap ve kalınlık değerleri daha yüksek, yayılma oranı değerleri daha düşük olarak tespit edilmiştir. Antioksidan kaynağı ilave oranlarındaki artış (%2, 4 ve 6) kalınlık ve yayılma değerlerinde istatistiksel olarak bir fark yaratmamıştır (Çizelge 4). Enginar yaprağı tozunun (%10, 20 ve 30 oranında) fonksiyonel kraker üretiminde kullanıldığı bir çalışmada da tozun tüm ikame oranlarında krakerlerin yayılma faktörü açısından istatistiksel olarak fark gözlemlenmemiştir (Savlak, Taşkın, Çelik, Kumru, ve Kiyak, 2020)

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları antioksidan kaynağı ilave oranı açısından

Çizelge 4. Glutensiz krakerlerin teknolojik özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları
 Table 4. Results of Duncan multiple comparison test on technological properties of gluten-free crackers

Antioksidan kaynağı (Antioxidant source)	N	Çap (cm) Diameter	Kalınlık (cm) Thickness	Yayıma Spread
Çörek otu- <i>black cummin</i>	8	52.17 ^a	3.56 ^a	14.70 ^b
Nar çekirdeği- <i>pomegranate seed</i>	8	51.42 ^b	2.84 ^b	18.53 ^a
Yeşil çay- <i>green tea</i>	8	52.57 ^a	3.43 ^a	15.41 ^b
Keten tohumu- <i>Linseed</i>	8	52.32 ^a	2.70 ^b	20.09 ^a
Oran (%) Ratio				
0	8	53.34 ^a	3.71 ^a	14.37 ^b
2	8	51.79 ^{bc}	2.96 ^b	17.83 ^a
4	8	51.22 ^c	2.97 ^b	17.78 ^a
6	8	52.12 ^b	2.89 ^b	18.74 ^a

Farklı harflerle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P <0.05).
 Means with the different letter within a column are significantly different (P <0.05).

Glutensiz krakerlerin antioksidan aktivite değerleri

Glutensiz krakerlere ait antioksidan aktivite değerleri Çizelge 5'de bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. DPPH, FRAP ve CUPRAC yöntemleri ile ölçülen antioksidan aktivite değerleri çörek otu ilaveli glutensiz krakerlerde 418.60-601.82 mg TE/kg, 2.30-4.11 µmol TE/g

ve 8.33-16.31 µmol TE/g, nar çekirdeği ilaveli örneklerde 418.60-667.09 mg TE/kg, 2.30-4.82 µmol TE/g ve 8.33-18.65 µmol TE/g, yeşil çay ilaveli örneklerde 418.60-8036.24 mg TE/kg, 2.30-9.08 µmol TE/g ve 8.33-82.71 µmol TE/g ve keten tohumu ilaveli örneklerde 418.60-1150.05 mg TE/kg, 2.30-5.24 µmol TE/g ve 8.33-23.55 µmol TE/g aralığında belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Glutensiz krakerlerin antioksidan aktivite değerleri

Table 5. Antioxidant activity values of gluten-free crackers

Antioksidan kaynağı (Antioxidant source)	Oran (%) Ratio (%)	DPPH ² (mg TE/kg)	FRAP ³ (µmol TE/g)	CUPRAC ³ (µmol TE/g)
Çörek otu <i>Black cummin</i>	0	418.60±1.34	2.30±0.10	8.33±0.04
	2	454.00±17.97	2.72±0.14	12.02±0.12
	4	562.64±4.75	3.82±0.12	14.84±0.05
	6	601.82±3.16	4.11±0.04	16.31±0.52
Nar çekirdeği <i>Pomegranate seed</i>	0	418.60±1.34	2.30±0.10	8.33±0.04
	2	486.43±21.58	2.90±0.12	13.63±0.44
	4	603.13±12.06	4.07±0.01	16.79±0.32
	6	667.09±4.25	4.82±0.27	18.65±0.76
Yeşil çay <i>Green tea</i>	0	418.60±1.34	2.30±0.10	8.33±0.04
	2	2753.97±73.67	7.53±0.04	37.40±0.40
	4	6922.74±90.48	8.55±0.00	74.93±0.05
	6	8036.24±345.27	9.08±0.07	82.71±.67
Keten tohumu <i>Linseed</i>	0	418.60±1.34	2.30±0.10	8.33±0.04
	2	730.10±6.13	4.02±0.20	15.51±0.42
	4	960.32±5.83	4.68±0.35	19.71±0.33
	6	1150.05±38.76	5.24±0.01	23.55±0.28

Farklı antioksidan kaynaklarının glutensiz kraker üzerindeki etkileri

Çizelge 6. Glutensiz krakerlerin antioksidan aktivite değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Table 6. Results of Duncan multiple comparison test for antioxidant activity values of gluten-free crackers

Antioksidan kaynağı (Antioxidant source)	N	DPPH ² (mg TE/kg)	FRAP ³ (µmol TE/g)	CUPRAC ³ (µmol TE/g)
Çörek otu- <i>black cummin</i>	8	509.27 ^c	3.24 ^b	12.87 ^b
Nar çekirdeği- <i>pomegranate seed</i>	8	543.81 ^c	3.52 ^b	14.35 ^b
Yeşil çay- <i>green tea</i>	8	4532.89 ^a	6.86 ^a	50.84 ^a
Keten tohumu- <i>Linseed</i>	8	814.76 ^b	4.06 ^b	16.78 ^b
Oran (%) <i>Ratio</i>				
0	8	418.60 ^c	2.30 ^c	8.34 ^c
2	8	1106.12 ^{bc}	4.29 ^b	19.64 ^{bc}
4	8	2262.21 ^{ab}	5.28 ^a	31.57 ^{ab}
6	8	2613.80 ^a	5.81 ^a	35.30 ^a

Farklı harflerle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P <0.05).

Means with the different letter within a column are significantly different (P <0.05).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları antioksidan kaynağı açısından değerlendirildiğinde, DPPH metoduna göre en yüksek değer yeşil çay ilaveli kraker örneklerinde belirlenmiş, bunu keten tohumu ilaveli örnekler takip etmiştir. En düşük değerler çörekotu ve nar çekirdeği ilaveli krakerlerde belirlenmiştir. FRAP ve CUPRAC metodlarına göre yeşil çay ilaveli kraker örneğinin antioksidan aktivite değeri diğer antioksidan kaynaklarının ilave edildiği kraker örneklerinden yüksek bulunmuştur. Keten tohumu, çörek otu ve nar çekirdeği ilaveli kraker örneklerinin FRAP ve CUPRAC antioksidan aktivite değerleri aynı grupta yer almıştır. Yeşil çay tozunun %0, 1, 2, 3 ve 4 oranlarında eklemek yapımında kullanıldığı bir çalışmada; yeşil çay tozu oranı arttıkça örneklerin antioksidan aktivitesi değerlerinde de kontrole göre önemli artışlar gözlemlenmiştir (Ning, Hou, Sun, Wan, ve Dubat, 2017). Yine (Nasiri, Mohtarami, Esmaili, ve Pirs, 2023); keten tohumu kullanarak hazırladıkları glutensiz bisküvi örneklerinde keten tohumu kullanım oranı arttıkça örneklerin antioksidan aktivite değerlerinde de önemli artışlar tespit etmişlerdir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları antioksidan kaynağı ilave oranı açısından değerlendirildiğinde; %4-6 oranında antioksidan kaynağı kullanımı DPPH, FRAP ve CUPRAC metodlarına göre ölçülen antioksidan aktivite

miktarlarında en yüksek değerlerin elde edilmesini sağlamıştır. %2 antioksidan aktivite kaynağı kullanımı DPPH ve CUPRAC yöntemlerine göre ölçülen antioksidan aktivite değerlerinde kontrole eşdeğer antioksidan aktivite değerleri vermiştir.

Glutensiz krakerlerin fenolik madde miktarları

Çeşitli antioksidan kaynakları ile hazırlanan glutensiz krakerlere ait serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarı değerleri Çizelge 7'de ve bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 8'de verilmiştir. Kraker örneklerinin serbest bağlı ve toplam fenolik madde miktarı değerleri mg GAE/kg cinsinden sırasıyla; çörek otu ilaveli örneklerde 993.70 ile 1337.35, 3002.50 ile 4034.41, 3996.20 ile 5376.77 aralığında; nar çekirdeği ilaveli örneklerde 993.70 ile 1387.29, 3002.50 ile 4682.46, 3996.20 ile 6069.75 aralığında; yeşil çay ilaveli örneklerde 993.70 ile 2569.25, 3002.50 ile 3796.71, 3996.20 ile 6365.96 aralığında ve keten tohumu ilaveli örneklerde 993.70 ile 1466.72, 3002.50 ile 5459.86, 3996.20 ile 6926.58 aralığında belirlenmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Glutensiz krakerlerin fenolik madde değerleri
Table 7. Phenolic substance values of gluten-free crackers

Antioksidan kaynağı (Antioxidant source)	Oran (%) Ratio (%)	FPC ⁴ (mg GAE/kg)	BPC ⁵ (mg GAE/kg)	TPC ⁶ (mg GAE/kg)
	0	993.70±9.00	3002.50±87.84	3996.20±4.00
Çörek otu <i>Black cummin</i>	2	1061.00±5.94	3262.77±115.86	4323.78±109.92
	4	1160.91±11.91	3821.52±10.97	4982.43±97.76
	6	1337.35±18.80	4034.41±29.86	5371.77±76.86
	0	993.70±9.00	3002.50±87.84	3996.20±4.00
Nar çekirdeği <i>Pomegranate seed</i>	2	1111.00±12.89	3470.08±30.75	4581.08±287.86
	4	1279.69±22.40	3949.27±3.47	5228.96±25.87
	6	1387.29±26.89	4682.46±12.94	6069.75±184.90
	0	993.70±9.00	3002.50±87.84	3996.20±4.00
Yeşil çay <i>Green tea</i>	2	1464.88±22.19	3970.30±48.70	5435.19±25.89
	4	1867.54±19.62	4145.00±190.77	6012.54±84.48
	6	2569.25±83.29	3796.71±50.53	6365.96±12.77
	0	993.70±9.00	3002.50±87.84	3996.20±4.00
Keten tohumu <i>Linseed</i>	2	1157.92±2.61	3582.78±41.55	4740.69±44.16
	4	1307.62±2.81	4223.66±78.62	5531.28±75.81
	6	1466.72±15.75	5459.86±25.72	6926.58±32.02

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları antioksidan kaynağı açısından değerlendirildiğinde, yeşil çay ve keten tohumu ilaveli krakerlerin toplam fenolik madde miktarları diğer antioksidan kaynaklarıyla elde edilen krakerlerin toplam fenolik madde miktarı değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek serbest fenolik madde miktarı değeri yeşil çay ile hazırlanan örneklerde, en düşük bağlı fenolik madde miktarı değeri ise çörek otu ile

hazırlanan örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge 8). Radočaj vd. (2014); %0, 2, 4, 6 ve 8 oranında yeşil çay kullanarak hazırladıkları krakerlerde toplam fenolik madde miktarında yüksek bir artış gözlemlenmiştir. Kontrol grubu glutensiz krakerlerde (%0) toplam fenolik madde miktarı 1.09 mgGAE/g iken %8 oranında yeşil çay yaprağı ilave edilen glutensiz krakerlerde bu miktar 3.45 mgGAE/g olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 8. Glutensiz krakerlerin fenolik madde değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları
Table 8. Duncan multiple comparison test results for phenolic substance values of gluten-free crackers

Antioksidan kaynağı (Antioxidant source)	N	FPC ⁴ (mg GAE/kg)	BPC ⁵ (mg GAE/kg)	TPC ⁶ (mg GAE/kg)
Çörek otu- <i>black cummin</i>	8	1138.24 ^b	3530.30 ^b	4649.13 ^b
Nar çekirdeği- <i>pomegranate seed</i>	8	1192.92 ^b	3776.08 ^{ab}	4949.59 ^b
Yeşil çay- <i>green tea</i>	8	1723.84 ^a	3728.63 ^a	5433.06 ^a
Keten tohumu- <i>Linseed</i>	8	1231.48 ^b	4067.20 ^{ab}	5279.27 ^a
Oran (%) Ratio				
0	8	993.70 ^c	3002.50 ^d	3918.54 ^d
2	8	1198.70 ^{bc}	3571.49 ^c	4770.19 ^c
4	8	1403.94 ^b	4034.86 ^b	5438.81 ^b
6	8	1690.16 ^a	4493.36 ^a	6183.52 ^a

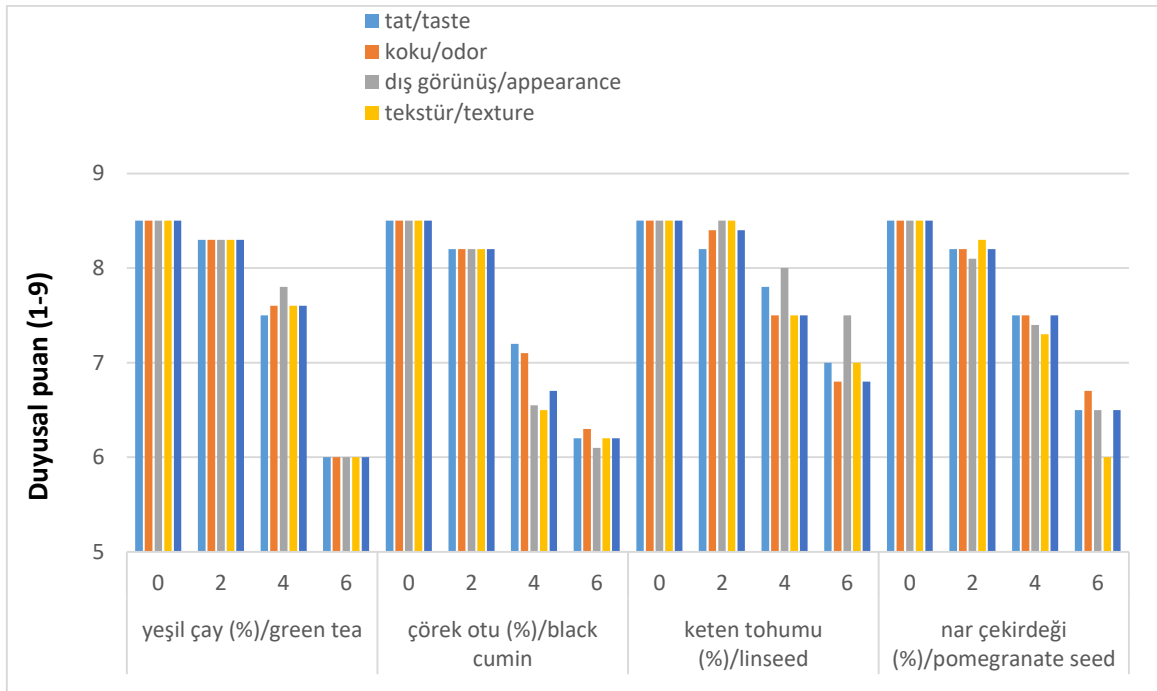
Farklı harflerle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P < 0.05).
Means with the different letter within a column are significantly different (P < 0.05).

Antioksidan kaynağı ilave oranı açısından Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları değerlendirildiğinde; serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarı için en yüksek değeri %6 ilave oranına sahip glutensiz krakerler göstermiştir. İlave oranı arttıkça örneklerin fenolik madde miktarı değerlerinde de artış gözlemlenmiştir (Çizelge 8).

Glutensiz krakerlerin duyu analizi sonuçları

Glutensiz krakerlere ait duyu analizi sonuçları Şekil 1'de gösterilmiştir. Tüm duyu analizi

parametreler için, %2 oranında antioksidan kaynağı (yeşil çay, nar çekirdeği, çörek otu, keten tohumu) kullanılan örneklerin kontrol grubu örneklerle aynı veya yakın değerler aldığı gözlemlenmiştir. Antioksidan kaynağı kullanım oranı %6'ya ulaştığında kraker örneklerinin tat, koku, dış görünüş, tekstür ve genel kabul edilebilirlik skorlarında belirgin bir düşüş gözlemlenmiştir. Sonuç olarak glutensiz kraker üretiminde yeşil çay, nar çekirdeği, çörek otu ve keten tohumunun %4 oranına kadar kullanımının duyu analizi açısından uygun olduğu belirlenmiştir.



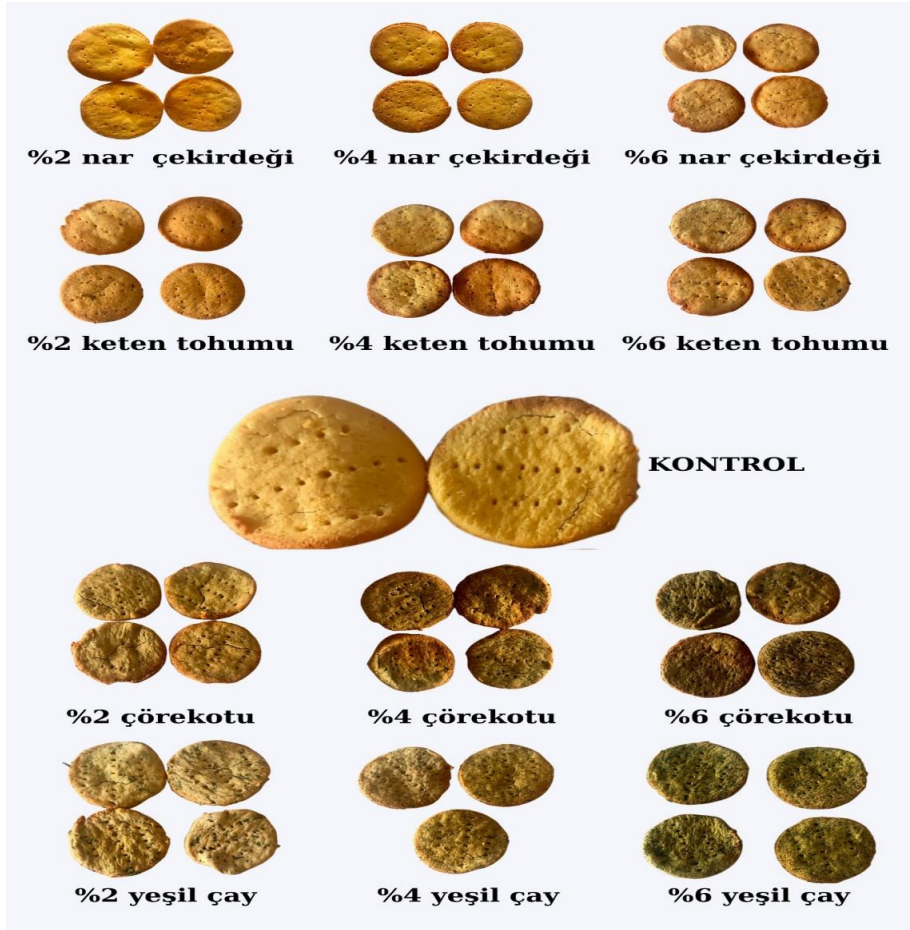
Şekil 1. Glutensiz kraker örneklerine ait duyu analizi sonuçları

Figure 1. Sensory analysis results of gluten-free cracker samples

SONUÇ

Bu çalışmada pirinç unu, mısır unu ve nohut unu karışımı kullanılarak hazırlanan glutensiz krakerlerde bu karışımın %2, 4 ve 6'sı oranlarında krakerlere ilave edilen farklı antioksidan kaynaklarının (yeşil çay, çörek otu, nar çekirdeği ve keten tohumu) kullanımı incelenmiştir. Üretilen glutensiz krakerlerin (Şekil 2) bazı fiziksel, fonksiyonel ve duyu özelliklerindeki değişimler araştırılmıştır. Sonuç olarak fiziksel, fonksiyonel ve duyu sonuçları bir arada

değerlendirildiğinde tüm antioksidan kaynaklarının %4 oranında kullanımının optimum sonuçlar gösterdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca yeşil çay ilaveli örneklerin diğer antioksidan kaynaklarının kullanıldığı örneklere göre fonksiyonel açıdan üstün özellikler gösterdiği de tespit edilmiştir. (Şekil 2)



Şekil 2. Farklı antioksidan kaynakları kullanılarak hazırlanan glutensiz kraker örnekleri
Figure 2. Examples of gluten-free crackers prepared using different antioxidant sources

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarın makale ile ilgili herhangi bir kişi veya kurum ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Adegbeye, M. J., Elghandour, M. M. M. Y., Faniyi, T. O., Rivero Perez, N., Barbabosa-Pilego, A., Zaragoza-Bastida, A., Salem, A. Z. M. (2020). Antimicrobial and antihelminthic impacts of black cumin, pawpaw and mustard seeds in livestock production and health. *Agroforestry Systems*, 94(4), 1255-1268. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0337-0>
- Ahuja, K., Bayas, S. (2023). *Gluten Free Food Market Size*, By Distribution channel (Conventional stores, Hotels & restaurants, Educational Institutes, E-retailers, Specialty Services, Hospitals & drug stores), Product,

Growth Prospects, Regional Outlook & Global Forecast, 2024 – 2032. Report ID: GMI226. Published Date: December 2023. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/gluten-free-food-market/market-size>

AL-Ansi, W., Mahdi, A. A., Al-Maqtari, Q. A., Fan, M., Wang, L., Li, Y., Qian, H., Zhang, H. (2019). Evaluating the role of microwave-baking and fennel (*Foeniculum vulgare* L.)/nigella (*Nigella sativa* L.) on acrylamide growth and antioxidants potential in biscuits. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(3), 2426-2437. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00163-y>

Al-Maiman, S. A., Ahmad, D. (2002). Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. *Food Chemistry*, 76(4).

- [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00301-6](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00301-6)
- Alu'datt, M. H., Rababah, T., Alhamad, M. N., Alodat, M., Al-Mahasneh, M. A., Gammoh, S., Ereifej, K., Almajwal, A., Kubow, S. (2017). Molecular characterization and bio-functional property determination using SDS-PAGE and RP-HPLC of protein fractions from two *Nigella* species. *Food Chemistry*, 230, 125-134. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.025>
- Alvarez-Jubete, L., Holse, M., Hansen, Å., Arendt, E. K., Gallagher, E. (2009). Impact of Baking on Vitamin E Content of Pseudocereals Amaranth, Quinoa, and Buckwheat. *Cereal Chemistry Journal*, 86(5), 511-515. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-86-5-0511>
- Amin, B., Hosseinzadeh, H. (2015). Black Cumin (*Nigella sativa*) and Its Active Constituent, Thymoquinone: An Overview on the Analgesic and Anti-inflammatory Effects. *Planta Medica*, 82(01/02), 8-16. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1557838>
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Çelik, S. E. (2008). Mechanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay. *Microchimica Acta*, 160(4). <https://doi.org/10.1007/s00604-007-0777-0>
- Asadpour, E., Boroushaki, M. T., Sadeghnia, H. (2010). Protective effect of pomegranate seed oil against gentamicin induced nephrotoxicity in rat. *Toxicology Letters*, 196. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2010.03.777>
- Baljeet, S. Y., Ritika, B. Y., Roshan, L. Y. (2010). Studies on functional properties and incorporation of buckwheat flour for biscuit making. *International Food Research Journal*, 17(4).
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E., Sapirstein, H. D. (2005). Phenolic Content and Antioxidant Activity of Pearled Wheat and Roller-Milled Fractions. *Cereal Chemistry Journal*, 82(4), 390-393. <https://doi.org/10.1094/CC-82-0390>
- Caponio, F., Summo, C., Clodoveo, M. L., Pasqualone, A. (2008). Evaluation of the nutritional quality of the lipid fraction of gluten-free biscuits. *European Food Research and Technology*, 227(1). <https://doi.org/10.1007/s00217-007-0702-0>
- Carter, J. F. (1993). Potential of Flaxseed and Flaxseed Oil in Baked Goods and Other Products in Human Nutrition. *Cereal Foods World*, 38(10), 753-759.
- Crespy, V., Williamson, G. (2004). The effects of green tea catechins in in vivo animal models. *Journal of nutrition*, 134.
- Davidson, I. (2023). Biscuit Baking Technology: Processing and Engineering Manual, Third Edition. In: *Biscuit Baking Technology: Processing and Engineering Manual, Third Edition*. <https://doi.org/10.1016/C2021-0-00784-7>
- de Melo, I. L. P., de Carvalho, E. B. T., Silva, A. M. de O. e, Mancini-Filho, J. (2010). Effects of Pomegranate Seed Oil on Lipoperoxidation and Activity of Antioxidant Enzymes in Liver and Brain of Rats. *Free Radical Biology and Medicine*, 49. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2010.10.542>
- Eikani, M. H., Golmohammad, F., Homami, S. S. (2012). Extraction of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed oil using superheated hexane. *Food and Bioproducts Processing*, 90(1). <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2011.01.002>
- Francis, J. (1994). Food colorants today. *The World Ingredients*, 1, 8-11.
- Ghadarloo, S., Mansouripour, S., Saremnezhad, S. (2023). Effect of the mixture of oleaster (*E. angustifolia* L.) and black cumin (*Nigella sativa*) flours as functional compounds on the quality characteristics of toast bread. *Food Science & Nutrition*, 11(8), 4678-4687. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3430>
- Göncü, A., Çelik, İ. (2020). Investigation of some properties of gluten-free tarhanas produced by red, green and yellow lentil whole flour. *Food Science and Technology*, 40(suppl 2), 574-581. <https://doi.org/10.1590/fst.34919>
- Gyamfi, M. A., Yonamine, M., Aniya, Y. (1999). Free-radical scavenging action of medicinal herbs from Ghana. *General Pharmacology: The Vascular System*, 32(6), 661-667. [https://doi.org/10.1016/S0306-3623\(98\)00238-9](https://doi.org/10.1016/S0306-3623(98)00238-9)

- Kajla, P., Sharma, A., Sood, D. R. (2015). Flaxseed—a potential functional food source. *Journal of Food Science and Technology*, 52(4), 1857-1871. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1293-y>
- Kesen, S. (2021). *Composition and Functionality of Nigella sativa Seed Extracts*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48798-0_30
- Koo, M. W. L., Cho, C. H. (2004). Pharmacological effects of green tea on the gastrointestinal system. İçinde *European Journal of Pharmacology* (C. 500, Sayı 1-3 SPEC. ISS.). <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2004.07.023>
- Liu, X., M. Abd El-Aty, A., Shim, J.-H. (2011). Various Extraction and Analytical Techniques for Isolation and Identification of Secondary Metabolites from Nigella sativa Seeds. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 11(11), 947-955. <https://doi.org/10.2174/138955711797068472>
- Liu, X., Park, J.-H., Abd El-Aty, A. M., Assayed, M. E., Shimoda, M., Shim, J.-H. (2013). Isolation of volatiles from Nigella sativa seeds using microwave-assisted extraction: effect of whole extracts on canine and murine CYP1A. *Biomedical Chromatography*, 27(7), 938-945. <https://doi.org/10.1002/bmc.2887>
- Madenci, A. B. (2017). *Besinsel Lif ve Antioksidan Maddece Zengin Bileşenlerin Yaş Makarnanın Bazı Kalite Özellikleri ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi* [Doktora Tezi]. T.C. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Meerts, I. A. T. M., Verspeek-Rip, C. M., Buskens, C. A. F., Keizer, H. G., Bassaganya-Riera, J., Jouni, Z. E., van Huygevoort, A. H. B. M., van Otterdijk, F. M., van de Waart, E. J. (2009). Toxicological evaluation of pomegranate seed oil. *Food and Chemical Toxicology*, 47(6). <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.01.031>
- Mohagheghi, M., Rezaei, K., Labbafi, M., Ebrahimzadeh Mousavi, S. M. (2011). Pomegranate seed oil as a functional ingredient in beverages. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113(6). <https://doi.org/10.1002/ejlt.201000334>
- Morris Diane H., Flax Council of Canada. (2007). *Flax: a health and nutrition primer* (4. bs). Flax Council of Canada, Winnipeg, MB, .
- Mousavi Khaneghah, A., Mostashari, P., Oliveira, C. A. F., Vanin, F. M., Amiri, S., Sant'Ana, A. S. (2023). Assessment of the concentrations of ochratoxin A, zearalenone, and deoxynivalenol during cracker production. *Journal of Food Composition and Analysis*, 115, 104950. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104950>
- Murray, J. A., Watson, T., Clearman, B., Mitros, F. (2004). Effect of a gluten-free diet on gastrointestinal symptoms in celiac disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(4), 669-673. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.4.669>
- Naczki, M., Shahidi, F. (2004). Extraction and analysis of phenolics in food. İçinde *Journal of Chromatography A* (C. 1054, Sayı 1-2). <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.08.059>
- Nasiri, F., Mohtarami, F., Esmaili, M., Pirsai, S. (2023). Production of gluten-free biscuits with inulin and flaxseed powder: investigation of physicochemical properties and formulation optimization. *Biomass Conversion and Biorefinery*. <https://doi.org/10.1007/s13399-023-04297-4>
- Ning, J., Hou, G. G., Sun, J., Wan, X., Dubat, A. (2017). Effect of green tea powder on the quality attributes and antioxidant activity of whole-wheat flour pan bread. *LWT - Food Science and Technology*, 79, 342-348. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.052>
- Oomah, B. D. (2001). Flaxseed as a functional food source. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(9). <https://doi.org/10.1002/jsfa.898>
- Park, H. M., Moon, E., Kim, A. J., Kim, M. H., Lee, S., Lee, J. B., Park, Y. K., Jung, H. S., Kim, Y. B., Kim, S. Y. (2010). Extract of Punica granatum inhibits skin photoaging induced by UVB irradiation. *International Journal of Dermatology*, 49(3). <https://doi.org/10.1111/j.1365-4632.2009.04269.x>
- Qu, W., Pan, Z., Ma, H. (2010). Extraction modeling and activities of antioxidants from pomegranate marc. *Journal of Food Engineering*,

- 99(1). <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.01.020>
- Rabetafika, H. N., Van Remoortel, V., Danthine, S., Paquot, M., Blecker, C. (2011). Flaxseed proteins: Food uses and health benefits. İçinde *International Journal of Food Science and Technology* (C. 46, Sayı 2). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02477.x>
- Radočaj, O., Dimić, E., Tsao, R. (2014). Effects of Hemp (*Cannabis sativa* L.) Seed Oil Press-Cake and Decaffeinated Green Tea Leaves (*Camellia sinensis*) on Functional Characteristics of Gluten-Free Crackers. *Journal of Food Science*, 79(3), C318-C325. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12370>
- Rubilar, M., Gutiérrez, C., Verdugo, M., Shene, C., Sineiro, J. (2010). Flaxseed as a source of functional ingredients. İçinde *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* (C. 10, Sayı 3). <https://doi.org/10.4067/S0718-95162010000100010>
- Savlak, N., Taşkın, B., Çelik, B., Kumru, F., Kıyak, S. (2020). Atık Değerlendirmeye Yeni Bir Bakış; Enginar (*Cynara scolymus* L.) Yapraklarının Fonksiyonel Kraker Üretiminde Kullanımı. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology*, 8(2), 358-364. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i2.358-364.3052>
- Tong, P., Kasuga, Y., Khoo, C. S. (2006). Liquid chromatographic-mass spectrometric method for detection of estrogen in commercial oils and in fruit seed oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(2-3). <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.04.010>
- Tsuneki, H., Ishizuka, M., Terasawa, M., Wu, J. Bin, Sasaoka, T., Kimura, I. (2004). Effect of green tea on blood glucose levels and serum proteomic patterns in diabetic (db/db) mice and on glucose metabolism in healthy humans. *BMC Pharmacology*, 4. <https://doi.org/10.1186/1471-2210-4-18>
- Türk Aslan, S., Isık, F. (2022). Effects of pseudocereal flours addition on chemical and physical properties of gluten-free crackers. *Food Science and Technology*, 42. <https://doi.org/10.1590/fst.52521>
- Vinson, J. A. (2000). Black and green tea and heart disease: A review. *BioFactors*, 13(1-4). <https://doi.org/10.1002/biof.5520130121>
- 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). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.032>
- Wirkijowska, A., Zarzycki, P., Sobota, A., Nawrocka, A., Blicharz-Kania, A., Andrejko, D. (2020). The possibility of using by-products from the flaxseed industry for functional bread production. *LWT*, 118, 108860. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108860>
- Yamasaki, M., Kitagawa, T., Koyanagi, N., Chujo, H., Maeda, H., Kohno-Murase, J., Imamura, J., Tachibana, H., Yamada, K. (2006). Dietary effect of pomegranate seed oil on immune function and lipid metabolism in mice. *Nutrition*, 22(1). <https://doi.org/10.1016/j.nut.2005.03.009>
- Yılmaz, V. A. (2019). Effects of different cooking and drying methods on phenolic acids, carotenoids, and antioxidant activity of emmer (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccum*) bulgur. *Cereal Chemistry*, 96(6), 1093-1102. <https://doi.org/10.1002/cche.10219>
- Yılmaz, V. A., Koca, A. F. (2017). Effect of different production techniques on bioactive compounds and antioxidant capacity of einkorn (*Triticum monococcum* L.) and durum (*Triticum turgidum* subsp. *durum*) bulgur. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(1). <https://doi.org/10.1002/jsfa.7724>
- Yimer, E. M., Tuem, K. B., Karim, A., Ur-Rehman, N., Anwar, F. (2019). *Nigella sativa* L. (Black Cumin): A Promising Natural Remedy for Wide Range of Illnesses. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2019, 1-16. <https://doi.org/10.1155/2019/1528635>
- Zaveri, N. T. (2006). Green tea and its polyphenolic catechins: Medicinal uses in cancer and noncancer applications. *Life Sciences*, 78(18). <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2005.12.006>