



FARKLI KEPEK FRAKSİYONLARININ EKMEK KALİTESİNE ETKİSİ

Ali Cingöz^{1*}, Özlem Akpınar¹, Abdulvahit Sayaslan²

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tokat, Türkiye

²Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karaman, Türkiye

Geliş / Received: 01.02.2022; Kabul / Accepted: 23.03.2022; Online baskı / Published online: 30.03.2022

Cingöz, A., Akpınar, Ö., Sayaslan, A. (2021). Farklı kepek fraksiyonlarının ekmek kalitesine etkisi. *GIDA* (2022) 47 (2) 372-386 doi: 10.15237/gida.GD22019

Cingöz, A., Akpınar, Ö., Sayaslan, A. (2021). Effect of different wheat bran fractions on bread quality. *GIDA* (2022) 47 (2) 372-386 doi: 10.15237/gida.GD22019

ÖZ

Atık olarak değerlendirilen ve insan beslenmesinde kullanılmayan buğday kepeği, diyet lifi ve fonksiyonel bileşenlerce zengin bir üründür. Bu çalışmada >850 µm ve 200 µm boyutlarında buğday kepeği ilavesi ile yüksek lifli ve fonksiyonel özellikleri iyileştirilmiş ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında 3 farklı oranda (%10, 20 ve 30) kaba ve ince kepek ile ikame edilmiş buğday unu ile ekmek üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel (toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve antioksidan aktivite) özellikleri incelenmiştir. Ayrıca ekmeklerin önemli nişasta fraksiyonları belirlenmiştir. Kaba kepek ilavesi ince kepek ilavesine göre ekmeklerde daha fazla hacim azalmasına ve koyu kabuk rengine neden olmuştur. Kaba kepek ilavesi çözünmez diyet lifi içeriğinde artışa neden olmuştur. İnce kepek ilavesi çözünür diyet lif içeriğinde daha fazla artışa neden olmaktadır. İnce kepek ilavesi kaba kepek ilavesine göre ekmeklerin fonksiyonel özelliklerini daha fazla arttırmıştır. Ayrıca kepek ilavesinin ekmeğin besinsel özelliklerinde iyileşmeye neden olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Ekmek, buğday kepeği, nişasta, diyet lifi

EFFECT OF DIFFERENT WHEAT BRAN FRACTIONS ON BREAD QUALITY

ABSTRACT

Wheat bran, which is considered waste and not used in human nutrition, is a product rich in dietary fiber and functional components. In this study, the production of high-fiber bread with improved functional properties was produced with the addition of >850 µm and 200 µm sizes of wheat bran. In the scope of the study, bread was produced with wheat flour substituted with 3 different ratios (10, 20 and 30%) of coarse and fine bran. The physical, chemical and functional (total phenolic substance, total flavonoid substance and antioxidant activity) properties of the produced bread were examined. In addition, the important starch fraction properties of the breads were investigated. The addition of coarse bran causes more volume reduction and a darker crust color in the bread compared to the addition of fine bran. The addition of coarse bran caused an increase in the insoluble dietary fiber content, while the addition of fine bran caused a greater increase in the soluble dietary fiber content. The addition of fine bran increased the functional properties of the bread more than the addition of coarse bran. In addition, it was determined that the bran addition caused an improvement in the nutritional properties of the bread.

Keywords: Bread, wheat bran, starch, dietary fiber

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: ali.cingoz@gop.edu.tr

☎: (+90) 356 252 1616

☎: (+90) 356 252 1729

Ali Cingöz; ORCID no: 0000-0003-0958-2679

Özlem Akpınar; ORCID no: 0000-0001-6593-8495

Abdulvahit Sayaslan; ORCID no: 0000-0001-7161-1552

GİRİŞ

Ekmek belirli oranlarda buğday unu, maya, tuz ve suyun karıştırılıp yoğrulması, belirli bir süre fermantasyonu sonucu pişirilmesi ile elde edilen önemli bir gıda maddesidir. Beslenmede önemli bir paya sahip olan ekmek; kendine has nötr karakterde bir aromaya sahip oluşu dolayısıyla diğer gıdalar içinde iyi bir taşıyıcı özellik arz etmesi, daha kolay bulunabilir ve ucuz olması nedeni ile insan tüketiminde önemli bir yere sahiptir (Elgün ve Ertugay, 1995).

Günümüzde artan sağlık problemleri insanları tahıl kepekleri ilave edilerek üretilmiş ekmek, bisküvi ve kek gibi ürünleri tüketmeye yönlendirmiştir. Fırıncılık ürünlerinde önemli bir ekonomik değeri olmayan kepek ürünleri, ilave edildikleri gıdaların raf ömrünü uzatırken (Prakongpan vd., 2002), alınan kalorinin azalmasına ayrıca gıdanın fonksiyonel özelliklerin artmasına neden olmaktadır (Sarıçoban vd., 2008).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, buğday tanesinin kepek kısmının fenolik asitler bakımından zengin olduğunu ve iyi bir antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Cingöz vd., 2017). Aleuron tabakasının zengin ince kepek fraksiyonlarının fenolik ve antioksidan madde bakımından daha zengin olduğu bildirilmektedir (Liu vd., 2021). Antioksidanlarca zengin buğdayın kepek tabakası öğütme işlemi ile endospermden uzaklaştırılmaktadır (Yılmaz, 2011). Mikrobesein ögesi olarak kabul edilen fenolik bileşiklerin serbest radikalleri temizleme yeteneğinden dolayı sağlık açısından önemi gün geçtikçe artmaktadır (Cemeroğlu 2009). Dolayısıyla antioksidanca zengin gıdaların tüketimine ilgi de son yıllarda artmıştır (Cingöz vd., 2017).

Ülkemizde ekmek tüketiminin dünya ortalamalarının oldukça üzerinde olması, ekmek ile ilgili çalışmaların yoğunlaşmasına neden olmuştur (Hemdane vd., 2016; Meral ve Karaoğlu, 2019). Buğday kepeğinin ekmek üretiminde kullanılması ile ilgili farklı araştırmalarda; kaba ve ince kepekler farklı seviyelerinde una ilave edildiğinde unun reolojik özelliklerinde (gelişme süresi, stabilite) olumsuz değişimlere neden olduğu ve ekmek hacminde de düşüşlerin

meydana geldiği (Özboy ve Köksel, 1997) bildirilmiştir. Özellikle yüksek oranda kepek ilavesinin ekmek hacmini önemli ölçüde düşürdüğü, ekmeğin görsel ve yapısal özelliklerini bozduğu rapor edilmiştir. Kepek ilavesinin yapıda daha fazla su tutulmasına neden olması ekmek içi yumuşaklığını arttırmakta ve ekmeğin duysal özelliklerini kabul edilebilirlik sınırlarının dışına çıkarmaktadır (Kömürücü, 2005; Akbaş, 2010; Rezaei vd., 2019).

Majzoobi vd., (2013) farklı kepek boyutları ve oranları üzerinde yaptıkları çalışmada kepek boyutunun küçültülmesiyle kabuk rengi ve ekmek dokusu üzerinde daha az olumsuz etki gösterdiğini ve düz ekmek üretiminde 280 µm'den küçük partikül boyutuna sahip %15'den fazla kepek kullanılmaması gerektiğini bildirmişlerdir. Coda vd., (2014) ortalama parçacık boyutu 160 µm olan buğday kepeğinin diğer kepek parçacık boyutlarına (750, 400 ve 50 µm) kıyasla daha yüksek özgül hacme neden olduğunu ve kepek kullanımında optimum kepek boyutunun önemli olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bazı çalışmalarda belirli buğday türlerinden elde edilen kepeklerin ekmek hacmi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı belirtilmiştir (Penella vd., 2008; Cai vd., 2014). Noort vd., (2010) kepek boyutunun azaltılması ile arabinoksilan zincirlerine erişilebilirliğinin arttığını bununda daha fazla ferulik asit ve gluten proteinleri etkileşimine yol açarak gluten ağ yapısı üzerinde olumsuz etki bıraktığını ayrıca hücrelerin kırılması nedeniyle konjuge ferulik asit monomerleri veya glutasyon gibi reaktif bileşenlerin serbest kalabileceğini öne sürmüşlerdir. Majzoobi vd., (2013) kepek ilavesinin ekmek iç renginde koyulaşmaya ve duysal özelliklerinde olumsuzluğa neden olduğunu ancak kepek partikül boyutunun lezzeti etkilemediğini rapor etmiştir. Bugün her ne kadar ekmek nötr gıda olarak kabul edilse de ekmeğin fazla tüketiminde içerisinde bulunan nişastadan dolayı çeşitli sağlık sorunları (obezite, diyabet, kalp damar rahatsızlıkları gibi) ile karşılaşmaktadır. İnsan diyetinde önemli bir yeri olan tahıl ve baklagil ürünleri nişasta bakımından zengin ürün gruplarıdır. Bu bakımdan yavaş sindirilebilir ve dirençli nişasta içeriği yüksek, hızlı sindirilebilir

nişasta içeriği düşük gıdaların tercih edilmesi diyabet gibi hastalıkların önlenmesinde önemlidir (Englyst vd., 2003; Dona vd., 2010). Ayrıca çözünebilir diyet liflerinin tokluk kan şekeri ve insülin düzeyini azalttığı rapor edilmiştir (Ou vd., 2001). Yapılan bir çalışmada ülkemizde buğday kepekli ekmeklerde %76.6 toplam nişasta, %68.0 hızlı sindirilebilir nişasta, %2.0 yavaş sindirilebilir nişasta ve %6.6 dirençli nişasta fraksiyonları tespit etmiş olup, pirinç ve mısır katkılı unlardan elde edilen ekmeklere kıyasla bu değerlerin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Taş ve El, 2000).

Yapılan birçok çalışma, buğday kepeğinin hem işlevsel hem de duyuşal özellikler açısından ekmek yapımı ve ekmek kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerini göstermektedir (Majzobi vd., 2013; Rezaei vd., 2019). Ayrıca kepeklerin mevcut besinsel özelliklerinin beslenme potansiyelini en iyi şekilde kullanmak ve ekmek üretiminde kepek kullanımının besin özellikleri üzerindeki etkilerini tespit etmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada farklı kepek fraksiyonlarının ekmeğin teknolojik ve duyuşal özellikleri ile besinsel özelliklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda farklı oranlarda ilave edilen buğday kepeklerinden ekmek üretilmiş ve üretilen ekmeklerin fiziksel, kimyasal ve tekstürel özellikleri ile birlikte diyet lifi ve önemli nişasta fraksiyonları gibi besinsel özellikleri de incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Ekmeklik un ile kaba (>850 mikron) ve ince (200 mikron) buğday kepeği Birsan Birlik Gıda San. ve Tic. A.Ş.'den (Tokat) temin edilmiştir. Maya ve tuz yerel marketten temin edilmiştir. Un ve kepekler kullanılıncaya kadar serin ve kuru bir ortamda kapalı olarak muhafaza edilmiştir.

Ekmek Üretimi

Direkt ekmek pişirme metodu modifiye edilerek ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir (Anonymous, 1990). 100 gram un esasına göre; %3 maya, %1.5 tuz ve su kaldırma değerinin 2 puan üzeri su ve 3 farklı oranda (%10, %20 ve %30) buğday ununa yer değiştirme esasına göre kaba ve ince kepek

kullanılarak ekmek üretimi ve kontrol ekmeği (%0) üretimi gerçekleştirilmiştir. Hamur bileşenleri yoğrularak, 30°C'de %85 nispi nemde 30 dak kitle fermantasyonuna tabi tutulmuştur. Ekmek hamuru havalandırılıp 4 eşit parçaya bölüdüktan sonra 30°C'de %85 nispi nemde 20 dak ara fermantasyona ardından şekil verilerek özel yapılmış ekmek kalıplarına (13×8×5 cm) dizilerek 42°C'de 45 dak %85 nispi nemde son fermantasyona tabi tutulmuştur. Süre sonunda ekmekler 230°C'de konveksiyonlu buharlı fırında (Kromlüks KKF-E/10, Türkiye) 15 dak süreyle pişirilmiş ve analizlere alınmak üzere 5 s bekletilerek oda sıcaklığında soğutulmuştur.

Kimyasal Bileşim

Ekmeklerin nem ve kül içerikleri AACC (2004) metotlarına göre, protein içerikleri mikro kjeldahl yöntemi ile (AOAC, 2000), toplam yağ içeriği Ankom yağ ekstraksiyon cihazı ile belirlenmiştir (AOAC, 2000).

Ağırlık ve Hacim Analizi

Üretilen ekmek örnekleri fırından çıkarıldıktan sonra 60 dak oda koşullarında soğutulmuş ve ağırlıkları tartılarak hacimleri ölçülmüştür. Hacim ölçümü kolza tohumu ile yer değiştirme esasına göre AACC 10-05 metoduna göre yapılmıştır (Anonymous, 1990). Ekmek hacminin ekmek ağırlığına bölünmesi ile spesifik hacimler hesaplanmıştır (Elgün vd., 2005).

Bayatlama Hızının Tespiti

Ekmek içi sertlik ölçümü için, üretilen ekmekler 0, 24, 48 ve 72 s sonra 20 mm kalınlığında testere ağızlı bir bıçak ile kesilmiştir. Orta dilimin iki yanında kalan dilimlerin dışa bakan yüzeylerinden, Tekstür analiz cihazı (Zwick Z0.5) ile 10 mm'lik baskı derinliğinde sertlik değeri (Newton/cm²) belirlenmiştir (Aydın ve Ögüt, 1991).

Renk Analizi

Ekmeklerde renk tayini; Konica Minolta Colorimeter (CR-300) ile yapılmıştır. Numunelerde üç farklı bölgeden ölçüm yapılmış ve renk bileşenleri L*, a* ve b* değerleri tespit edilmiştir (Singh vd., 2005).

Fenolik Bileşiklerin Ekstraksiyonu

Ekmek örneklerinin (2 g) üzerine %50'lik aseton (20 ml) eklenmiş ve 200 rpm'de 15 s ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Ekstraksiyon bitiminde ekstraktlar filtre edilerek santrifüjlenmiş (6000 rpm, 10 dak) ve elde edilen süpernatant -18°C'de depolanmıştır (Eberhardt vd., 2000)

Toplam fenolik ve flavonoid madde tayini:

Ekstraktların toplam fenolik madde içerikleri Singleton vd., (1965) tarafından geliştirilen yöntemle göre belirlenmiştir. Sonuçlar "gallik asit eşdeğeri" olarak ifade edilmiştir. Toplam flavonoid miktarları Eghdami ve Sadeghi (2010)'a göre tespit edilmiştir. Sonuçlar "kuersetin eşdeğeri" olarak ifade edilmiştir.

Antioksidan aktivite tayini: Ekstraktların antioksidan tayini 3 farklı yöntemle belirlenmiştir. DPPH radikal süpürme antioksidan kapasite tayini Williams vd., (1995)'na göre, ABTS⁺ radikali süpürme kapasitesi Re vd., (1999)'na göre ve Demir (III) indirgeme antioksidan gücü (FRAP) antioksidan kapasite analizi, Benzie ve Strain (1996) göre yapılmıştır. Sonuçlar "troloks eşdeğeri" olarak ifade edilmiştir.

Toplam Diyet Lifi Tayini

Ekmek örneklerinin diyet lifi içerikleri AOAC 991.43 (2000) ve AACC 32.07.01 (2004) metodlarına göre yapılmış ve Megazyme analiz kiti kullanılmıştır. Örnekler sırasıyla α -amilaz (30 dak, 100°C), proteaz (30 dak, 60°C) ve amiloglukozidaz (30 dak, 60°C) enzimleri ile muamele edilmiş, nişasta ve protein molekülleri yapıdan uzaklaştırılmıştır. Elde edilen karışım gooch krozesi ile filtre edilmiştir. Krozenin üst kısmında kalan katı kısım sırasıyla saf su, etanol (%95) ve asetonla (%99) yıkanmış ve 105°C'de 3 sa kurutulmuştur. Kuruyan örneklerde kül ve protein içerikleri tespit edilerek çözünmeyen diyet lifi hesaplanmıştır. Filtrasyon sonucu elde edilen filtrata hacmin dört katı kadar etanol (%95) ilave edilerek çözünür diyet lifleri çöktürülmüş ve filtre edilmiştir. Çökelti sırasıyla %78 ve %95'lik etanol ve aseton ile yıkanmış, sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve kalıntıda kül ve protein analizleri yapılarak, çözünen diyet lifi miktarı bulunmuştur.

Beslenme Açısından Önemli Nişasta Fraksiyonlarının Belirlenmesi

Ekmek örneklerinin önemli nişasta fraksiyonları (toplam ve hızlıca kullanılabilir glikoz, hızlı ve yavaş sindirilebilir nişasta ve toplam nişasta) ve nişasta hidroliz indeksi (NHI) in vitro sindirim metodu ile tespit edilmiştir (Englyst vd., 1992).

Örnekler tartılmadan önce kahve değirmeninde öğütülmüştür. Toz haline getirilen örnekler bir deney tüpüne alınmış (0.7-0.8 g) üzerine guar gam (50 mg), cam boncuk (4 mm, 15 adet), sodyum asetat tamponu (pH 5.2, 5 ml) ve invertaz, pankreatin ve amiloglikozidaz enzim karışımı ilave edilmiştir. Karışım 120 dak boyunca yatay konumda 37°C'de su banyosunda çalkalanmıştır. 20. (G20) ve 120. (G120) dakikalarda tüplerden örnek alınmış ve enzimatik aktivite etil alkol ilavesi ile durdurulmuş ardından glukoz oksidaz peroksidaz (GOPOD) metodu ile toplam glikoz içerikleri tespit edilmiştir. Daha sonra kaynar su banyosunda ekmek örneklerinde bulunan nişastanın tamamı çirşlendirilmiş ve buzlu su ortamında 7 M KOH ile muamele edilmiştir (30 dak). Tüplere daha sonra amiloglikozidaz enzimi ilave edilerek nişastanın tamamen hidrolizi sağlanmış ve enzimatik aktivite tüpler kaynar suda tutularak durdurulmuş, ekstraktlar santrifüjlenerek berraklaştırılmış ve örneklerin toplam glikoz (TG) içerikleri G20 ve G120'de olduğu gibi glukoz oksidaz peroksidaz (GOPOD) metodu kullanılarak belirlenmiştir.

Ayrıca örnekler yukarıda açıklanan yöntemle invertaz enzimi ile muamele edilerek serbest glikoz (SG) miktarları belirlenmiştir. Ekmeklerin farklı glikoz ve nişasta fraksiyonları Englyst vd., (1992) tarafından önerilen yaklaşımla SG, G20, G120 ve TG değerleri kullanılarak aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır.

$$TN = (TG - SG) \times 0.9;$$

$$HKG = G20;$$

$$HSN = (G20 - SG) \times 0.9;$$

$$YSN = (G120 - G20) \times 0.9;$$

$$NHI = (HSN / TN) \times 100$$

(TN: toplam nişasta, TG: toplam glukoz, SG: serbest glukoz, HKG: hızlı kullanılabilir glukoz, HSN: hızlı sindirilebilir nişasta, YSN: yavaş sindirilebilir nişasta, NHI: nişasta hidroliz indeksi)

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz için SPSS programı kullanılmış (IBM SPSS Statistics 22, Inc., Chicago, IL, USA), sonuçların varyans analizleri yapılmış (ANOVA) ve Duncan testi ile ortalamalar arasındaki farklılıklar %95 güven aralığında değerlendirilmiştir. Sonuçlar üç tekrar ortalaması \pm standart sapma olarak verilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA**Kimyasal Kompozisyon**

Çalışmada kullanılan kaba ve ince kepeklerin sırasıyla protein içerikleri 14.6 ± 0.3 ve 12.5 ± 0.4 , yağ içerikleri 2.57 ± 0.06 ve 3.52 ± 0.05 , kül içerikleri ise 6.69 ± 0.03 ve 4.04 ± 0.03 olarak tespit edilmiştir (Cingöz vd., 2017). Çalışmada incelenen ekmeklerin kimyasal kompozisyonu Çizelge 1'de verilmiştir. Ekmeklik una kepek ilavesinin toplam yağ içeriğini arttırdığı görülmektedir. Bu artışın ince kepek ilavesinde daha fazla olduğu

bulunmuştur. Ayrıca toplam protein içeriğinin kepek boyutunun artmasına paralel olarak arttığı belirlenmiştir. İnce kepeklerde toplam yağ oranının kaba kepekler göre daha fazla olduğu, protein oranının ise boyut büyüdükçe artış gösterdiği bildirilmektedir (Cingöz vd., 2017). Kaba kepeklerin su tutma kapasitenin daha fazla olması sebebiyle ekmeklerin nem içeriklerinde belirgin bir artış olduğu tespit edilmiştir. Kaba kepeğin kül içeriğinin %6.7–7.1 aralığında değiştiği bildirilmiştir (Noort vd., 2010; Jacobs vd., 2008). Kül içeriğinde kaba kepek ilavesi ince kepek ilavesine göre daha yüksek bir artışa neden olmuştur. Kaba ve ince kepek ilavesinin kontrol örneğine göre kimyasal bileşimde önemli değişimlere neden olduğu ve kepek ilavesinin kontrol ekmeğine göre yağ, protein ve kül miktarlarında istatistiksel açıdan önemli düzeylerde ($p < 0.05$) artışa neden olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Ekmek örneklerinin kimyasal bileşimi

Table 1. Chemical composition of bread samples

	Yağ % Fat %	Protein % Protein %	Nem % Moisture %	Kül % Ash %
KONTROL CONTROL	0.63 ± 0.03^g	11.36 ± 0.15^d	34.09 ± 0.14^c	1.58 ± 0.00^g
%10 KEPEK %10 BRAN	1.00 ± 0.05^f	11.60 ± 0.10^{bc}	35.80 ± 0.07^b	2.63 ± 0.02^c
%20 KEPEK %20 BRAN	1.22 ± 0.03^e	11.83 ± 0.10^b	37.42 ± 0.05^a	3.25 ± 0.01^b
%30 KEPEK %30 BRAN	1.42 ± 0.03^c	12.18 ± 0.06^a	36.54 ± 0.68^{ab}	3.85 ± 0.00^a
%10 İNCE KEPEK 10% FINE BRAN	1.37 ± 0.05^d	11.52 ± 0.04^c	34.03 ± 0.04^c	1.92 ± 0.00^f
%20 İNCE KEPEK 20% FINE BRAN	1.52 ± 0.04^b	11.62 ± 0.14^{bc}	34.13 ± 0.02^c	2.32 ± 0.01^e
%30 İNCE KEPEK 30% FINE BRAN	1.69 ± 0.01^a	11.86 ± 0.02^b	34.37 ± 0.01^c	2.57 ± 0.01^d

*a,b,... harfleri aynı sütundaki örneklere ait $P < 0.05$ seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. The letters *a, b, indicate statistical differences at the $P < 0.05$ level of the samples in the same column.

Fiziksel Özellikler

Ekmek örneklerine ait fiziksel analiz sonuçları Çizelge 2'de sunulmuştur. Kontrol ekmeği 455 cm^3 hacme sahipken kepek ilave edilmiş ekmeklerde hacim $203\text{-}248.6 \text{ cm}^3$ 'e kadar düşmüştür. Fırın ürünlerine farklı lif kaynaklarının ilave edilmesinin belirli oranlara kadar ekmeklerin fiziksel özelliklerini iyileştirdiği, lif oranının artması ile fiziksel özelliklerde istenmeyen durumların meydana geldiği tespit edilmiştir (Kaack vd., 2006; Hoye ve Ross, 2011; Altunkaya vd., 2013; Guevara-Arauz vd., 2015; Chang vd., 2015). Ayrıca daha önceki çalışmalarda ekmeklere

ilave edilen kepek boyutunun hacim üzerinde etkileri olduğu bildirilmiştir (Zhang ve Moore, 1999; Kim vd., 2013). Çalışmamızda elde edilen veriler literatür ile benzerlik göstermektedir.

Spesifik hacim değeri; ekmek hacminin ağırlığa bölünmesi ile elde edilmektedir. Spesifik hacim değerleri 1.96 ile $4.61 \text{ cm}^3/\text{g}$ arasında değişmekte olup, kepek ilave oranının artışına paralel olarak düşme eğilimi göstermiştir. Bu azalma kaba kepek ilavesinde daha yüksek seviyededir. Buğday ununa 3 farklı oranda darı unu katılarak üretilen ekmeklerin spesifik hacim değerlerinin $2.16\text{-}3.55$

cm³/g arasında değiştiği (Patil vd., 2016), farklı kepek boyutları ile yapılan başka bir çalışmada bu değerin 1.95-5.09 cm³/g arasında olduğu (Curti vd., 2013), %20 oranında ilave edilen kepeğin ekmeğin spesifik hacmini 2.60 cm³'den 2.03 cm³'e düşürdüğü bildirilmiştir (Messia vd., 2016).

Aydogdu vd., (2018) yaptıkları çalışmada kekin yapısına farklı lif kaynakları ilave etmiş ve lif miktarındaki artış ile spesifik hacim değerlerinin düştüğünü rapor etmişlerdir. Kepek ilavesi ile spesifik hacim değerlerinde meydana gelen azalma yapılan çalışmalara benzerlik göstermektedir.

Çizelge 2. Ekmek örneklerinin fiziksel özellikleri
Table 2. Physical properties of bread samples

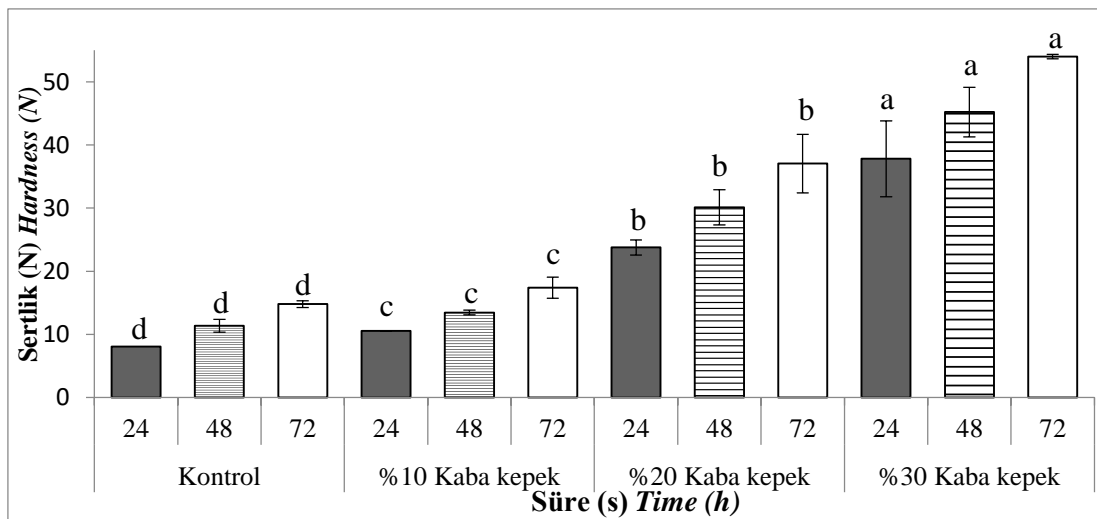
	Hacim (cm ³) Volume (cm ³)	Ağırlık (gr) Weight (gr)	Yükseklik (cm) Height (cm)	Spesifik Hacim (cm ³ /g) Specific Volume (cm ³ /g)
KONTROL CONTROL	455±12.12 ^a	98.6±0.57 ^e	7.74±0.01 ^a	4.61
%10 KEPEK %10 BRAN	371±12.12 ^c	101.3±0.57 ^{bc}	6.29±0.01 ^b	3.66
%20 KEPEK %20 BRAN	336±0.94 ^e	102.3±0.23 ^{ab}	5.21±0.05 ^e	3.28
%30 KEPEK %30 BRAN	203±12.12 ^g	103.3±0.23 ^a	4.77±0.01 ^f	1.96
%10 İNCE KEPEK 10% FINE BRAN	409±10.50 ^b	101.3±0.23 ^{bc}	6.21±0.03 ^c	4.03
%20 İNCE KEPEK 20% FINE BRAN	353.6±5.77 ^d	102.3±0.23 ^{ab}	5.44±0.02 ^d	3.45
%30 İNCE KEPEK 30% FINE BRAN	248.6±5.77 ^f	100.3±0.35 ^d	4.78±0.03 ^f	2.47

*a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. The letters *a, b.. indicate statistical differences at the P<0.05 level of the samples in the same column.

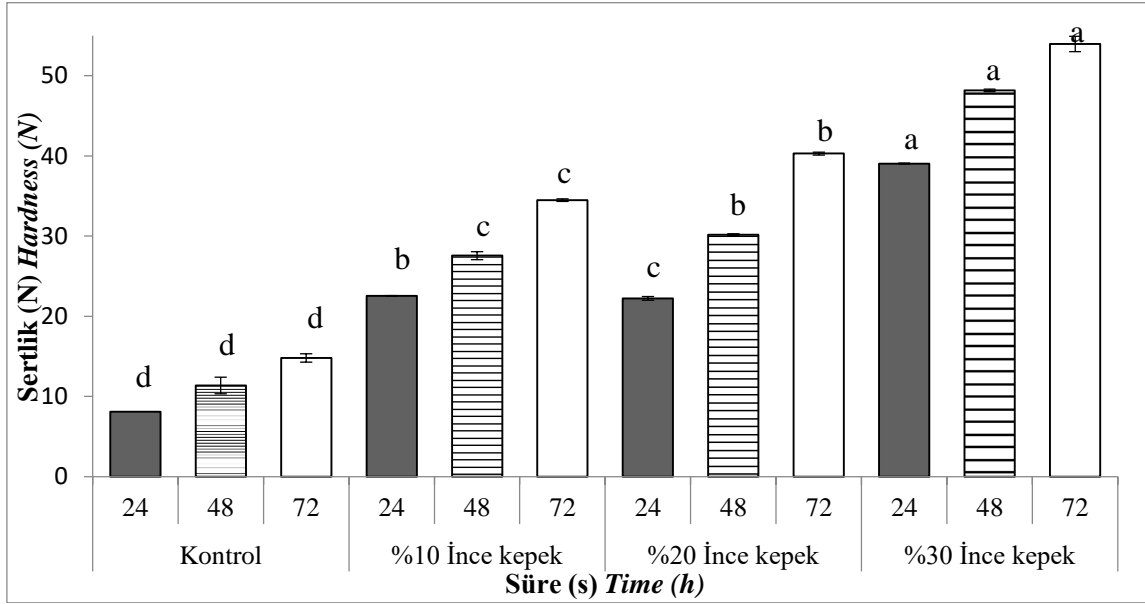
Bayatlama Hızı

Ekmeklerin 0, 24, 48 ve 72. saatlerde sertlik durumlarındaki artış tekstür cihazı ile tespit edilmiş ve sonuçlar Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir. Ülkemizde yılda 1,7 milyar ekmekek bayatlama ve diğer sebeplerden dolayı israf edilmektedir (Anonymous, 2020). Ekmeğin bayatlamasının da temel faktörün nişastanın

retrogradasyonu olduğu ayrıca yüzeysel kuruma, nişasta ve gluten molekülleri arasında meydana gelen bağlanmaların da bayatlama üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Martın vd., 1991). Ekmeğin bayatlamasının tespitinde farklı uygulamalar vardır. Tekstür ölçümü de bayatlama sürecinin tespitinde kullanılan yöntemlerden birisidir (Lassoued vd., 2008).



Şekil 1. Kaba kepek ilaveli ekmekek örneklerinin sertlik (N) değerleri
Figure 1. Hardness (N) values (%) of coarse bran added bread samples



Şekil 2. İnce kepek ilaveli ekmek örneklerinin sertlik (N) değerleri
 Figure 2. Hardness (N) values of fine bran added bread samples

Kepek ilave edilerek üretilen ekmekler daha düşük bir hacim ve daha sıkı bir iç yapıya sahiptir. Bundan dolayı ekmeklerin sertlik değerinde de bir artış görülmektedir. Fırın çıkışından 5 s sonra yapılan 0. s ölçümlerine göre kontrol ekmeğinde 3.58 N olan sertlik değeri, ilave edilen kaba kepek oranının artışına paralel olarak 6.94 N'dan 54.00 N düzeyine kadar çıkmaktadır. Benzer durum ince kepek ilave edildiğinde de görülmektedir (Şekil 1 ve Şekil 2). Ekmekler soğuduktan sonra oda sıcaklığında 72 s boyunca kapalı polietilen ambalajlar içerisinde bekletilmiştir. Her 24 saatte bir örnek alınmış ve sertlik değerleri tespit edilerek bayatlama hızı hakkında fikir edinilmiştir. Una kaba kepek ilavesinin ince kepek ilavesine göre bayatlama hızını düşürdüğü tespit edilmiştir. Kaba kepeklerin yapılarında daha fazla selüloz içermesi ve selülozun yüksek su tutma kapasitesinin buna neden olduğu düşünülmektedir. Una artan oranlarda diyet lifi (Feili vd., 2013; Jensen vd., 2015) ile kaba ve ince kepek ilavesinin (Gomez vd., 2011; Curti vd., 2013; Le Bleis vd., 2015) ekmeklerin başlangıç sertlik değerini yükselttiği (Ghoshal vd., 2013) rapor edilmiştir.

Renk Özellikleri

Gıdaların arzu edilen renk özelliklerine sahip olması tüketicilerin tercih nedenlerinden bir tanesidir (Anonymous, 2012). Ekmeğin kendine

has parlak sarı kabuk rengi ve açık sarı iç rengi tüketicilerin aradıkları ilk özelliklerdendir. Ekmek üretiminde kepek kullanımı ise kabuk ve iç rengi koyulaştırmakta ve tüketici tercihlerini negatif yönde etkilemektedir.

Tüm ekmek örneklerinin kabuk ve iç renkleri, uluslararası l'Eclairage komisyonu (CIE) tarafından geliştirilen üç nokta ölçüm yöntemi olarak bilinen yönteme göre L* (karanlık-aydınlık), a* (kırmızılık-yeşillik) ve b* (sarılık mavilik) değerleri tespit edilmiştir (Çizelge 3). Ekmek kabuklarının renk değerleri incelendiğinde kepek ilavesinin L değerini düşürdüğü ve kepek oranı arttıkça meydana gelen düşmenin arttığı tespit edilmiştir. Ekmeklerin kabuk a değerleri kaba kepekte yükselirken, ince kepekte azalmıştır. Bu farklılığa kepek boyutlarının neden olduğu düşünülmektedir. Kabuk b değerleri ise kepek ilavesi ile düşmüş ve kabuğun sarılığı azalmaya başlamıştır. Kabuk renk değerlerine bakıldığında kaba kepeğin ince kepeğe göre ekmeklerin kabuk renginin daha koyu kahverengi olmasına neden olduğu belirlenmiştir. Kaba ve ince kepek ilavesinin ekmeğin iç rengini koyulaştırdığı ayrıca ilave edilen kaba kepek oranının artması ile iç rengin kahverengi bir yapıya dönüştüğü tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Ekmek örneklerinin kabuk ve iç renk özellikleri
 Table 3. Crust and inner color properties of bread samples

	KABUK Crust			İÇ Crumb		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
KONTROL CONTROL	65.30±2.00 ^a	7.96±0.19 ^b	30.81±0.71 ^a	75.45±0.78 ^a	-1.01±0.01 ^f	14.41±0.15 ^f
%10 KEPEK %10 BRAN	60.69±0.27 ^c	8.21±0.37 ^{ab}	27.53±1.00 ^c	63.79±0.15 ^b	3.37±0.06 ^d	17.43±0.31 ^c
%20 KEPEK %20 BRAN	55.64±0.25 ^d	8.38±0.17 ^a	27.94±0.40 ^c	57.24±0.40 ^f	5.22±0.11 ^b	20.09±0.08 ^a
%30 KEPEK %30 BRAN	53.52±0.17 ^e	5.79±0.10 ^c	20.26±0.20 ^e	50.76±0.14	7.65±0.07 ^a	19.67±0.17 ^b
%10 İNCE KEPEK 10% FINE BRAN	61.23±0.41 ^c	7.64±0.12 ^c	30.81±0.14 ^a	67.23±0.06 ^c	1.35±0.09 ^e	18.58±0.28 ^d
%20 İNCE KEPEK 20% FINE BRAN	61.56±0.09 ^c	7.17±0.04 ^d	28.85±0.14 ^b	62.38±0.15 ^d	3.26±0.07 ^d	19.43±0.03 ^c
%30 İNCE KEPEK 30% FINE BRAN	62.49±0.37 ^b	7.62±0.16 ^c	26.72±0.40 ^d	57.82±0.12 ^c	4.47±0.07 ^c	18.86±0.04 ^d

*_{a,b...} harfleri aynı sütündeki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. The letters *_{a, b...} indicate statistical differences at the P<0.05 level of the samples in the same column.

Fonksiyonel Özellikler

Tüketicilerin fonksiyonel ve sağlıklı ürünlere yönelmesi nedeniyle diyet lifi ve antioksidan içeriği yüksek gıdalara talep artışı olmuştur. Ekmek örneklerinin toplam fenolik ve flavonoid madde ile toplam antioksidan içerikleri Çizelge 4'de gösterilmektedir. Buğday kepeği yüksek oranda flavonoid madde ve fenolik asit içermektedir (Adom vd., 2005). Çalışmamızda kullanılan kaba ve ince kepeklerin toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla 124.55±2.23 ve 151.83±3.76 mg GE/100 g, toplam flavonoid madde içerikleri ise sırasıyla 52.36±1.50 ve 69.55±2.32 mg QE/100 g olarak belirlenmiştir (Cingöz vd., 2017). Kepek ilavesi ekmeklerde toplam fenolik madde içeriklerini arttırmış ve bu artış ince kepekte daha yüksek seviyede bulunmuştur. Kepek boyutunun küçültülmesi fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunu kolaylaştırmakta ve daha fazla açığa çıkmasına neden olmaktadır. Örneklerin polifenol içeriğini yansıtan toplam flavonoid madde miktarı (Abozed vd., 2014) ince kepek ilaveli ekmeklerde daha yüksek tespit edilmiştir. Brewer vd., (2014) yaptıkları çalışmada kepek boyutunun küçülmesi

ile flavonoid madde içeriklerinin arttığını bildirmiştir. Benzer bir çalışmada kepekli unların beyaz unlara göre flavonoid madde içeriklerinin daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Li vd., 2015). Çalışmamızda tespit edilen fonksiyonel özellikler yapılan diğer araştırmalar ile uyum göstermektedir.

Ekstrakte edilen örneklerin antioksidan aktivite içerikleri 3 farklı yöntemle (DPPH, ABTS ve FRAP) ölçülmüş ve Çizelge 4'de sunulmuştur. Üretimde kullanılan kaba ve ince kepeğin DPPH değerleri 3.09±0.07 ve 4.05±0.31 µmol TE/100 g, ABTS değerleri 9.32±0.07 ve 12.51±0.05 µmol TE/100 g ayrıca FRAP değerleri 7.37±0.14 ve 10.15±0.32 µmol TE/100 g olarak tespit edilmiştir (Cingöz vd., 2017). Kepek ilavesi ekmeklerde antioksidan madde değerlerini arttırmıştır. Bu artış ince kepek ilavesinde daha yüksek seviyededir. Fitokimyasal maddelerin ekstraksiyonunda parçacık büyüklüğü etkilidir (Brewer vd., 2014; Rosa vd., 2013; Hemery vd., 2010). Fenolik madde ve antioksidan madde içeriklerinin ince kepekte daha yüksek olması bunu doğrulamaktadır.

Çizelge 4. Ekmek örneklerinin toplam fenolik, flavonoid ve antioksidan içerikleri
 Table 4. Total phenolic, flavonoid and antioxidant contents of bread samples

	DPPH	ABTS	FRAP	Toplam Fenolik Madde	Toplam Flavonoid Madde
				Total Phenolic Substance	Total Flavonoid Substance
	µM TE/100gr			mg GAE/100gr	µg QE/100gr
KONTROL CONTROL	1.12±0.09 ^e	4.22±0.11 ^f	2.25±0.02 ^e	21.14±1.70 ^d	10.78±0.52 ^f
%10 KEPEK %10 BRAN	1.30±0.02 ^d	7.04±0.49 ^e	4.23±0.03 ^d	44.68±0.50 ^c	14.43±0.03 ^c
%20 KEPEK %20 BRAN	1.38±0.14 ^d	8.23±0.02 ^d	5.08±0.03 ^e	53.60±1.33 ^b	21.53±0.44 ^d
%30 KEPEK %30 BRAN	1.83±0.10 ^c	9.92±0.08 ^b	5.85±0.02 ^b	55.56±0.79 ^b	25.38±0.52 ^c
%10 İNCE KEPEK 10% FINE BRAN	1.80±0.15 ^c	7.01±0.03 ^e	4.20±0.13 ^d	55.68±0.67 ^b	25.90±0.41 ^c
%20 İNCE KEPEK 20% FINE BRAN	2.29±0.04 ^b	8.65±0.07 ^c	5.19±0.22 ^c	62.68±0.75 ^a	35.24±0.03 ^b
%30 İNCE KEPEK 30% FINE BRAN	2.99±0.10 ^a	11.08±0.04 ^a	6.76±0.07 ^a	61.39±0.13 ^a	38.02±0.46 ^a

*a,b,... harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. The letters *a, b., indicate statistical differences at the P<0.05 level of the samples in the same column.

Ürünlere fonksiyonellik katan diyet lifleri çözünür ve çözünmez olmak üzere iki farklı formda bulunmaktadır (Fernandez-Gines vd., 2004). Prebiyotik özelliğe sahip olan çözünür diyet liflerinin sindirim sistemi ve kolesterol metabolizması üzerine olumlu etkileri mevcuttur. Çözünmez diyet liflerinin ise obezite, diyabet ve kalp damar rahatsızlıklarının önlenmesinde yardımcı etkileri bulunmaktadır (Tungland ve Meyer, 2002). Ekmek örneklerinde bulunan çözünür, çözünmez, toplam diyet lifi oranları Çizelge 5’de gösterilmiştir. Kaba kepeğin toplam, çözünmez ve çözünür diyet lifi içerikleri sırasıyla 64.01, 59.0 ve 5.01 iken ince kepeğin 33.79, 29.5 ve 4.29 olarak tespit edilmiştir. Perikarptan elde

edilen kaba kepek çözünmez diyet lifi bakımından zengin iken ince kepek farklı oranlarda endosperm, embriyo ve kepekten meydana gelmektedir ve çözünür diyet lifi miktarı yüksektir (Cingöz vd., 2017). Ekmeklerin çözünmez lif içeriği kaba kepek ilavesi ile %13.52 seviyesine kadar çıkarken ince kepek ilavesinde %7.54 seviyesinde kalmıştır. İnce kepek ilavesi ile çözünür lif içeriği %2.60 düzeyine, kaba kepek ilavesi ile %2.28 düzeyine yükselmiştir. Yapılan bir çalışmada ekmek üretiminde %20 kepek ilavesinin toplam diyet lifi miktarını %3.4’den %9.8’e yükselttiği bildirilmiştir (Messia vd., 2016). Çalışmamızda elde edilen veriler bu literatür verileriyle benzerlik göstermektedir.

Çizelge 5. Ekmek örneklerinin diyet lifi içerikleri
 Table 5. Dietary fiber content of bread samples

	Çözünmez Diyet Lifi	Çözünür Diyet Lifi	Toplam Diyet Lifi
	Insoluble Dietary Fiber	Soluble Dietary Fiber	Total Dietary Fiber
KONTROL CONTROL	3.58±0.11 ^f	0.76±0.02 ^f	4.34±0.10 ^g
%10 KEPEK %10 BRAN	6.47±0.25 ^d	1.71±0.06 ^e	8.18±0.19 ^e
%20 KEPEK %20 BRAN	10.32±0.31 ^b	1.94±0.16 ^d	12.26±0.45 ^b
%30 KEPEK %30 BRAN	13.52±0.05 ^a	2.28±0.06 ^b	15.80±0.11 ^a
%10 İNCE KEPEK 10% FINE BRAN	5.75±0.05 ^e	1.83±0.04 ^d	7.58±0.04 ^f
%20 İNCE KEPEK 20% FINE BRAN	6.75±0.14 ^d	2.11±0.06 ^c	8.86±0.09 ^d
%30 İNCE KEPEK 30% FINE BRAN	7.54±0.07 ^c	2.60±0.03 ^a	10.14±0.10 ^c

*a,b,... harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. The letters *a, b., indicate statistical differences at the P<0.05 level of the samples in the same column.

Nişasta Fraksiyonları

Fazla ekmek tüketimi yapısında bulunduğu nişastadan dolayı farklı sağlık problemlerine neden olabilmektedir. Tahıl ve baklagil ürünlerinin içerdiği nişasta *in vitro* sindirim hızı ve oranı dikkate alınarak hızlı sindirilebilir nişasta (HSN), yavaş sindirilebilir nişasta (YSN) ve dirençli nişasta (DN) olarak sınıflandırılmaktadır (Englyst vd., 1992; Dona vd., 2010). Ekmek örneklerinin beslenme açısından önemli nişasta fraksiyonları *in vitro* olarak belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Hızlı kullanılabilir glikoz (HKG) düzeyi yüksek gıdaların tüketimi, kan şeker düzeyinde ani yükselmelere neden olmakta, bu da metabolizmanın şeker düzenini bozmaktadır. Ekmeklerin içerdiği lif miktarı arttıkça kan şeker düzeyi daha yavaş artmakta, bu da glisemik indeks değerlerini azaltmaktadır (Ergun, 2014). Kontrol ekmeğinde %41.54 olan HKG düzeyi, kaba kepek ilaveli ekmeklerde %28.07'e, ince kepek ilaveli ekmeklerde ise %28.92'ye düşmektedir. Bu durum sağlık açısından istenen bir özellik olup kepek ilavesi ile HKG değerinin düştüğü, kepek oranının artışına bağlı olarak da bu azalmanın arttığı belirlenmiştir.

İnsan sağlığının korunmasında vücuda alınan nişasta miktarı kadar nişasta fraksiyonları da önem arz etmektedir. Gıdaların tüketiminde yavaş sindirilebilir nişasta içeriği yüksek gıdaların tercih edilmesi hastalıkların kontrolünde etkin rol oynamaktadır (Asp 1996; Bravo vd., 1998; Englyst vd., 2003). Kontrol ekmeğinde HSN düzeyi %37.39 düzeyinde iken, direkt kepek ilave edilen ekmeklerde bu oran %25.27 seviyesine kadar düşmektedir. Kaba kepek ilavesi ise ince kepeğe göre HSN oranını daha fazla düşürmektedir. Kaba ve ince kepek ilavesi YSN oranında artışa neden olurken %30 düzeyinde kepek ilavesi YSN oranını kaba kepekte 3.86'dan 7.58'e ince kepekte ise 7.49 seviyesine yükseltmiştir. Yapılan bir çalışmada beyaz undan yapılan ekmeklerde HSN oranının yüksek olduğu ekmeklere kepek ve diyet lifi gibi bileşenlerin girilmesi ile HSN oranın düştüğü ve YSN oranında artışlar meydana geldiği tespit edilmiştir (Ranawana ve Henry, 2013). Nişasta hidroliz endeksi hızlı sindirilebilir nişastanın toplam nişastaya oranı olarak tanımlanmaktadır ve göreceli olarak glisemik indeks değerini göstermektedir (Englyst vd., 2003). Kepek ilavesi NHI değerinde düşmeye neden olmaktadır.

Çizelge 6. Ekmek örneklerinin beslenme açısından önemli nişasta fraksiyonları içeriği (%)
Table 6. Nutritionally important starch fractions content of bread samples (%)

	HKG(%) RAG(%)	HSN(%) RDS(%)	YSN(%) SDS(%)	TN(%) [*] TS(%)	NHI SHI
KONTROL CONTROL	41.54±0.39 ^a	37.39±0.35 ^a	3.86±0.12 ^c	45.51±0.33 ^a	82.17
%10 KEPEK %10 BRAN	36.89±0.14 ^c	33.20±0.13 ^c	5.78±0.29 ^c	40.95±0.30 ^c	81.07
%20 KEPEK %20 BRAN	32.46±0.37 ^e	29.21±0.33 ^e	6.69±0.41 ^b	36.40±0.27 ^e	80.26
%30 KEPEK %30 BRAN	28.07±0.19 ^g	25.27±0.17 ^g	7.58±0.74 ^a	31.85±0.23 ^g	79.32
%10 İNCE KEPEK 10% FINE BRAN	38.89±0.13 ^b	35.00±0.12 ^b	4.47±0.35 ^d	43.23±0.31 ^b	80.96
%20 İNCE KEPEK 20% FINE BRAN	33.84±0.14 ^d	30.45±0.12 ^d	6.61±0.21 ^b	39.35±0.92 ^d	77.43
%30 İNCE KEPEK 30% FINE BRAN	28.92±0.17 ^f	26.03±0.15 ^f	7.49±0.34 ^a	34.13±0.25 ^f	76.26

Hızlı kullanılabilir glikoz (HKG) *Rapidly available glucose (RAG)*, Toplam nişasta (TN), *Total starch (TS)*, Hızlı sindirilebilir nişasta (HSN) *Rapidly digestible starch (RDS)*, Yavaş sindirilebilir nişasta (YSN) *Slowly digestible starch (SDS)*, Nişasta hidroliz endeksi (NHI) *Starch hydrolysis index (SHI)*

*Başlangıçta kullanılan un miktarına göre teorik olarak hesaplanmıştır. *Calculated theoretically according to the amount of flour used at the beginning. ^{a,b,c...} harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. The letters ^{a, b, c...} indicate statistical differences at the P<0.05 level of the samples in the same column.

SONUÇ

Bu araştırmada ekonomik değeri önemli olmayan buğday kepeğinin ekmeğin üretiminde kullanım olanakları incelenmiş bu bağlamda kaba ve ince kepek %10, %20 ve %30 oranlarında una ilave edilerek ekmeğin üretimi gerçekleştirilmiş ve üretilen ekmeğin fiziksel, kimyasal, fonksiyonel ve besinsel özellikleri incelenmiştir. İnce kepek ilaveli ekmeğin fenolik ve flavonoid bileşikler ile çözünür lif içeriği bakımından daha zengindir. İlave edilen ince kepek çözünür lif içeriğinde kaba kepek ilavesi ise çözünmez lif içeriğinde artışa neden olmuştur. Kepek ilavesi ekmeğin kabuk ve iç renginde istenmeyen bir renk oluşmasına neden olmaktadır. Nişasta açısından bakıldığında ise genel olarak kepek ilavesi yavaş sindirilebilir nişasta oranını artırırken hızlı sindirilebilir nişasta, hızlı kullanılabilir glikoz ve toplam nişasta oranlarını düşürmektedir. Ayrıca NHI düzeyini iyileştirmektedir. Bununla beraber, ekmeğin daha sıkı bir yapıya ve daha düşük hacme sahip olmaktadır. %10'dan daha fazla kepek ilavesi ekmeğin sertlik değerini arttırmakta, fiziksel özelliklerinde ise olumsuzluklar meydana getirmektedir; ancak fonksiyonel ve besinsel özelliklerini iyileştirilmesinde daha fazla olumlu etki yapmaktadır. Kepek boyutunun ekmeğin üretiminde etkileri göz önüne alındığında ekmeğin yapımında kullanılan farklı teknikler, kullanılan buğday çeşidi, farklı partikül küçültme teknikleri, kepeğin yapısındaki kimyasal değişimler ve kepek özellikleri ile üretim esnasında meydana gelen çeşitli mekanizmaların karşılıklı etkileşimlerini bütün olarak incelemek gerekmektedir. Ekmeğin fiziksel ve fonksiyonel özelliklerinde değişikliğe neden olmadan daha fazla oranda kepek ilave edilmesi için kepeğe farklı ön işlemlerin uygulanması ile ilgili detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında çıkar çatışması yaşanmamaktadır.

YAZAR KATKILARI

AC; Araştırma fikrini belirledi, geliştirdi, organize etti, analiz yaptı, sonuçları analiz etti, yorumladı ve yazdı. ÖA; Araştırmayı denetledi, araştırma yöntemlerini önerdi, analiz sonuçlarını kontrol

etti, makale düzenlemesini ve kontrolünü yaptı. AS; Araştırma yöntemlerini önerdi, analiz sonuçlarını yorumladı, makaleyi kontrol etti.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2015/80 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Abozed, S.S., El-kalyoubi, M., Abdelrashid, A., Salama M.F. (2014). Total phenolic contents and antioxidant activities of various solvent extracts from whole wheat and bran. *Annals of Agricultural Science*, 59(1), 63–67. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2014.06.009>

Adom, K.K., Sorrells, M.E., Liu R.E. (2005). Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties. *Journal of Agriculture Food Chemical*, 53, 2297-2306. <https://doi.org/10.1021/jf048456d>

Akbaş, Ö. (2010). Farklı kepek fraksiyonlarından hazırlanan un paçalarının değişik depolama koşullarında hamur ve ekmeğin özelliklerine etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya, 123 s.

Altunkaya, A., Hedegaard, R.V., Brimer, L., Gökmen, V., Skibsted L.H. (2013). Antioxidant capacity versus chemical safety of wheat bread enriched with pomegranate peel powder. *Food Functional*, 4 (5), 722-727. <https://doi.org/10.1039/C3FO30296B>

Anonymous (1990). AACC Approved Methods, 8th Edn, Repr. American association of cereal chemist, St. Paul, USA.

Anonymous (2012). Duyusal kontrol yapma. MEB Gıda teknolojisi modülü, Ankara.

Anonymous (2020). Sayılarla israf raporu 2018. Türkiye israfı önleme vakfı, Ankara.

AOAC (2000). Official methods of analysis (17th ed). Association of official analytical chemist international, Gaithersburg, MA.

- Asp, N.G. (1996). Dietary carbohydrates, classification by chemistry and physiology. *Food Chemistry*, 57(1), 9–14. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(96\)00055-6](https://doi.org/10.1016/0308-8146(96)00055-6)
- Aydın, C. Ögüt H. (1991). Determination of some biological properties of Amasya apple and hazelnuts. *Selçuk University Journal of Agriculture*, 1, 45-54.
- Aydogdu, A., Sumnu, G., Sahin S. (2018). Effects of addition of different fibers on rheological characteristics of cake batter and quality of cakes. *Journal Food Science Technology*, 55, 667-677. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2976-y>
- Benzie, I.F.F., Strain J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70–76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Bravo, L., Engllyst, H.N., Hudson G.J. (1998). Nutritional evaluation of carbohydrates in the spanish diet, non-starch polysaccharides and *in vitro* starch digestibility of breads and breakfast products. *Food Research International*, 31(2), 129–135. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(98\)00072-6](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(98)00072-6)
- Brewer, L.R., Kubola, J., Siriamornpun, S., Herald, T.J., Shi Y.C. (2014). Wheat bran particle size influence on phytochemical extractability and antioxidant properties. *Food Chemistry*, 152, 483–490. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.128>
- Cai, L., Choi, I., Hyun, J.N., Jeong, Y.K., Baik B.K. (2014). Influence of bran particle size on bread-baking quality of whole grain wheat flour and starch retrogradation. *Cereal Chemistry*, 91(1), 65-71. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-02-13-0026-R>
- Chang, R.C., Li, C.Y., Shiau S.Y. (2015). Physico-chemical and sensory properties of bread enriched with lemon pomace fiber. *Czech Journal of Food Sciences*, 33. 180-185, doi:10.17221/496/2014-CJFS
- Cingöz, A., Akpınar, Ö., Sayaslan A. (2017). Farklı kepek fraksiyonlarının fonksiyonel özellikleri ve hamur reolojik özelliklerine etkisi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 34 (3), 128-138. <https://doi.org/10.13002/jafag4236>
- Coda, R., Kärki, I., Nordlund, E., Heiniö, R.L., Poutanen, K., Katina K. (2014). Influence of particle size on bioprocess induced changes on technological functionality of wheat bran. *Food microbiology*, 37, 69-77. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.05.011>
- Curti, E., Carini, E., Bonacini, G., Tribuzio, G., Vittadini E. (2013). Effect of the addition of bran fractions on bread properties. *Journal of Cereal Science*, 57, 325-332. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.12.003>
- Dona, C.A., Pages, G., Gilbert, R.G., Kuchel P.W. (2010). Digestion of starch: *In vivo* and *in vitro* kinetic models used to characterize oligosaccharide or glucose release. *Carbohydrate Polymers*, 80, 599-617. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.01.002>
- Eberhardt, M.V., Lee, C.Y., Liu, R.H. (2000). Antioxidant activity of fresh apples. *Nature*, 405, 903-904.
- Eghdami, A., Sadeghi F. (2010). Determination of total phenolic and flavonoids contents in methanolic and aqueous extract of *Achillea millefolium*. *The Journal of Organic Chemistry*, 2, 81-84.
- Elgün, A., Ertugay Z. (1995). Tahıl işleme teknolojisi. Sayfa:201.
- Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli N. (2005). Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü, S.Ü Ziraat Fakültesi Ders Notları, Konya.
- Englyst, H.N., Kingman, S.M., Cummings J.H. (1992). Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *European Journal Of Clinical Nutrition*, 46, 33-50.
- Englyst, K.N., Vinoy, S., Engllyst, H.N., Lang V. (2003). Glycaemic index of cereal products explained by their content of rapidly and slowly available glucose. *British Journal of Nutrition*, 89, 329-40. <https://doi.org/10.1079/BJN2002786>
- Ergun, R. (2014). Türkiye’ye özgü bazı ekmek türlerinin glisemik indeks değerlerinin saptanması.

- Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans tezi, Ankara, 98s.
- Feili, R., Wahidu, Z., Abdullah, W.N.W., Yang T.A. (2013). Physical and sensory analysis of high fiber bread incorporated with jackfruit rind flour. *Food Science and Technology*, 1(2), 30–36. doi.org/10.13189/fst.2013.010203
- Fernandez-Gines, J.M., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Sendra, E., Perez-Alvarez J.A. (2004). Lemon albedo as a new source of dietary fiber: application to bologna sausages. *Meat Science*, 67, 7-13. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2003.08.017
- Ghoshal, G., Shivhare, U.S., Banerjee U.C. (2013). Effect of xylanase on quality attributes of whole-wheat bread. *Journal of Food Quality*, 36(3), 172–180. https://doi.org/10.1111/jfq.12034
- Gomez, M., Jiménez, S., Ruiz, E., Oliete B. (2011). Effect of extruded wheat bran on dough rheology and bread quality. *LWT - Food Science and Technology*, 44, 2231-2237. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.06.006
- Guevara-Arauz JC, Barcenas DG, Ortega-Rivas E, Martinez JD, Hernandez JR, De Jesus Ornelas-Paz, J. (2015). Effect of fiber fractions of prickly pear cactus (nopal) on quality and sensory properties of wheat bread rolls. *Journal of Food Science Technology*, 52, 2990-2997. Doi.org/10.1007/s13197-014-1341-7
- Hemdane, S., Jacobs, P.J., Dornez, E., Verspreet, J., Delcour, J.A., Courtin C.M. (2016). Wheat (*Triticum aestivum* L.) bran in bread making: A Critical Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15, 28-42. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12176
- Hemery, Y.M., Anson, N.M., Havenaar, R., Haenen, G.R.M.M., Noort, M.W.J., Rouau X. (2010). Dry fractionation of wheat bran increases the bioaccessibility of phenolics acids. *Food Research International*, 43, 1429–1438. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.04.013
- Hoye C., Ross C.F. (2011). Total phenolic content, consumer acceptance, and instrumental analysis of bread made with grape seed flour. *Journal of Food Science*, 76, 428-436. https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02324.x
- Jacobs, M.S., Izydorczyk, M.S., Preston, K.R., Dexter J.E. (2008). Evaluation of baking procedures for incorporation of barley roller milling fractions containing high levels of dietary fibre into bread. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 558-568. https://doi.org/10.1002/jsfa.3043
- Jensen, S., Skibsted, L.H., Kidmose, U., Thybo A.K. (2015). Addition of cassava flours in bread-making: Sensory and textural evaluation. *LWT - Food Science and Technology*, 60, 292-299. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.08.037
- Kaack, K., Pedersen, L., Laerke, H.N., Meyer A. (2006). New potato fibre for improvement of texture and colour of wheat bread. *European Food Research and Technology*, 224, 199-207. Doi.org/10.1007/s00217-006-0301-5
- Kim, B.K., Cho, A.R., Chun, Y.G., Park D.J. (2013). Effect of microparticulated wheat bran on the physical properties of bread. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64, 122-129. https://doi.org/10.3109/09637486.2012.710890
- Kömürcü, S. (2005). Farklı hububat kepeklerinin ekmek kalitesine etkileri. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Lassoued, N., Delarue, J., Launay, B., Michon C. (2008). Baked product texture: Correlations between instrumental and sensory characterization using Flash Profile. *Journal of Cereal Science*, 48, 133-143. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.08.014
- Le Bleis, F., Chaunier, L., Chiron, H., Della Valle, G., Saulnier L. (2015). Rheological properties of wheat flour dough and French bread enriched with wheat bran. *Journal of Cereal Science*, 65, 167-174. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.06.014
- Li, Y., Ma, D., Sun, D., Wang, C., Zhang, J., Xie, Y., Guo T. (2015). Total phenolic, flavonoid content, and antioxidant activity of flour, noodles, and steamed bread made from different colored wheat grains by three milling methods. *The Crop*

- Journal*, 3, 328-334. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2015.04.004>
- Liu, J., Zhang, J., Wang, W., Hou, H. (2021). Effects of microwave treatment on the stability and antioxidant capacity of a functional wheat bran. *Food Science & Nutrition*, 9(5), 2713-2721. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2230>
- Martin, M.L., Zeleznak, K.J., Hoseney R.C. (1991). A mechanism of bread firming role of starch swelling. *Cereal Chemical*, 68(5), 498-503.
- Majzoubi, M., Farahnaky, A., Nematollahi, Z., Mohamad, H.M., Taghipour A.M. (2013). Effect of different levels and particle sizes of wheat bran on the quality of flat bread. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15, 115-123.
- Meral, H., Karaoğlu M.M. (2019). Ekmeğin besinsel özelliklerinin iyileştirilmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 50(2), 217-225. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.496393>
- Messia, M.C., Reale, A., Maiuro, L., Candigliota, T., Sorrentino, E., Marconi E. (2016). Effects of pre-fermented wheat bran on dough and bread characteristics. *Journal of Cereal Science*, 69, 138-144. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.03.004>
- Noort, M.W.J., Van Haaster, D., Hemery, Y., Schols, H.A., Hamer R.J. (2010). The effect of particle size of wheat bran fractions on bread quality – Evidence for fibre–protein interactions. *Journal of Cereal Science*, 52, 59-64. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.03.003>
- Ou, B., Hampsch-Woodill, M., Prior R.L. (2001). Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(10), 4619-4626. <https://doi.org/10.1021/jf010586o>
- Özboy, Ö., Köksel H. (1997). Unexpected strengthening effects of a coarse wheat bran on dough rheological properties and baking quality. *Journal of Cereal Science*, 25, 77-82. <https://doi.org/10.1006/jcsc.1996.0076>
- Patil, S.S., Rudra, S.G., Varghese, E., Kaur C. (2016). Effect of extruded finger millet (*Eleusine coracana* L.) on textural properties and sensory acceptability of composite bread. *Food Bioscience*, 14, 62-69. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2016.04.001>
- Penella, J.S., Collar, C., Haros M. (2008). Effect of wheat bran and enzyme addition on dough functional performance and phytic acid levels in bread. *Journal of Cereal Science*, 48(3), 715-721. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.03.006>
- Prakongpan, T., Nitithamyong, A., Luangpituksa P. (2002). Extraction and application of dietary fiber and cellulose from pineapple cores. *Journal of Food Science*, 67, 1308-1313. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10279.x>
- Ranawana, V., Henry C.J. (2013). A comparative evaluation of the glycaemic potential of commercial breads consumed in South East Asia. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64, 223-229. <https://doi.org/10.3109/09637486.2012.713917>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26, 1231-1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Rezaei, S., Najafi, M.A., Haddadi T. (2019). Effect of fermentation process, wheat bran size and replacement level on some characteristics of wheat bran, dough, and high-fiber Tafton bread. *Journal of Cereal Science*, 85, 56-61. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.11.019>
- Rosa, N.N., Barron, C., Gaiani, C., Dufour, C., Micard V. (2013). Ultra-fine grinding increase the antioxidant capacity of wheat bran. *Journal of Cereal Science*, 57, 84-90. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.10.002>
- Sarıçoban, C., Çoksever, E., Karakaya M. (2008). Et ürünlerinde turuncgil yan ürünlerinin kullanımı. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum.
- Singh, N., Kaur, M., Sandhu K.S. (2005). Physicochemical and functional properties of freeze-dried and oven dried corn gluten meals. *Drying Technology*, 23, 975-988. <https://doi.org/10.1081/DRT-200054253>

Singleton, V.L., Rossi J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.

Taş, A.A., El S.N. (2000). Determination of nutritionally important starch fractions of some turkish breads. *Food Chemistry*, 70, 493-497. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00272-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00272-1)

Tungland, B.C., Meyer D. (2002). Nondigestible oligo- and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 3, 90-109. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2002.tb00009.x>

Williams, W.B., Cuvelier, M.E., Berset C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

Zhang, D., Moore W.R. (1999). Effect of wheat bran particle size on dough rheological properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 74 (4), 490-496. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199708\)74:4<490::AID-JSFA822>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199708)74:4<490::AID-JSFA822>3.0.CO;2-0)