



## Farklı Kepek Fraksiyonlarının Fonksiyonel Özellikleri ve Hamur Reolojik Özelliklerine Etkisi

Ali CİNGÖZ<sup>1\*</sup> Özlem AKPINAR<sup>1</sup> Abdulvahit SAYASLAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tokat

<sup>2</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karaman

\*e-mail: ali.cingoz@gop.edu.tr

Alındığı tarih (Received): 15.02.2017

Kabul tarihi (Accepted): 18.07.2017

Online Baskı tarihi (Printed Online): 06.12.2017

Yazılı baskı tarihi (Printed): 29.12.2017

**Öz:** Kepek, buğday tanesinin öğütülmesi sırasında undan ayrılan değerli yan üründür. Genellikle insan tüketiminde çok kullanılmayan bu değerli kısım son yıllarda insanların bilinçlenmesi ve sağlıklı gıdalara yönelmesi sonucu değerlendirilmeye başlanmıştır. Bu çalışmada %10, %20 ve %30 oranında ilave edilen kaba ve ince kepeğin kimyasal, fonksiyonel ve hamur reolojik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Toplam fenolik ve flavonoid madde ile antioksidan içerikleri bakımından ince kepeğin kaba kepeğe göre daha zengin olduğu, toplam diyet lifi içeriğinin kaba kepekten daha düşük olduğu bulunmuştur. Hamur üzerine reolojik etkileri bakımından kaba kepek ilavesi ince kepeğe göre su tutma kapasitesini ve nişasta retrogradasyonunu artırmıştır. Hamurun gelişme süresi ve stabilitesi bakımından ince kepek ilavesinin kaba kepek ilavesine göre daha pozitif etki sağladığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Buğday kepeği, diyet lifi, fenolik madde, miksolab

### Functional Properties of Different Wheat Bran Fractions and Their Effect On Dough Rheological Properties

**Abstract:** Bran is produced as a byproduct of milling process of grain. In recent years, people have become more conscious towards the healthy foods. As a result, this valuable part of grains, not generally consumed by humans, has been started to be used. In this study rheological, chemical and functional properties of fine and coarse bran added 10%, 20% and 30% on dough were studied. It was found that fine bran was richer in terms of total phenolic and flavonoid materials as well as the antioxidant activities but its total dietary fiber content was lower than coarse bran. Coarse bran addition increased water absorption and starch retrogradation of dough. Fine bran provided more positive effects on the development time and stability of dough compared to coarse bran.

**Keywords:** Wheat bran, dietary fiber, phenolic substance, mixolab

#### 1. Giriş

Ülkemizde artan sağlık problemleri insanların daha sağlıklı ürünlere olan talebini artırdığından, çeşitli tahıl kepeklerinin ilavesi ile yapılan gıda ürünleri hakkında araştırmalar da artmıştır. Özellikle, ekmek tüketiminin diğer ürünlere göre daha fazla olması, araştırmaların daha çok ekmeğe odaklanmasına neden olmuştur (Özboy ve Köksel 1997). Son yıllarda tüketicilerin bilinçlenmesi ile diyet lifi açısından zengin olan kepek içeriği fazla ekmeklere olan ilgi artış göstermiştir. Gıda endüstrisinde yan ürün olarak açığa çıkan, çoğunlukla hayvan yemi olarak kullanılan ve

önemli bir ekonomik değeri olmayan tahıl kepeklerinin yüksek oranda lif içermesi nedeniyle, insan beslenmesinde kullanılabilme potansiyeli ile ilgili çalışmalar hız kazanmış ve bu bağlamda başta ekmek olmak üzere kek, bisküvi, makarna vb kepekli ürünler üretilmeye başlanmıştır (Özkaya ve Özkaya 1993a,b; Adams ve Engstrom 2000; Hamid ve Luan 2000; Marconi ve ark. 2000; Marquart 2000; Gordon 2001; Kadan ve ark. 2001; Wang ve ark. 2003).

Buğday, ekmek hammaddesi olarak büyük önem taşımakta ve ülkemizde ekim alanı ve yıllık üretim miktarı bakımından tahıllar içerisinde ilk

sırada yer almaktadır (Gül 2007). Kepek, buğday öğütme işleminin önemli bir yan ürünü olup meyve kabuğu, tohum kabuğu ve aleuron tabakası ile endospermin dış katmanlarından oluşmaktadır (Lai 1986; Hosoney 1986; Akbaş 2010). Kepek %41-60 oranında nişasta olmayan polisakkaritler ile %17 oranında protein ve %20 oranında ise nişasta içermektedir (Brillouet ve Mercier 1991; Schooneveld-Bergmans ve ark. 1999). Diyet lifi olarak nitelendirilen bu kısım, nişasta olmayan polisakkaritler (hemiselüloz ve selüloz) ve fenilpropan ünitelerinden oluşan heterojenik bir polimer olan ligninden oluşmaktadır (Özer 1998; Hasyierah ve ark. 2008; Zhang ve ark. 2012). Selüloz,  $\beta$ -1,4 bağıyla bağlı D-glikozlardan oluşmuş düz zincir yapısına sahip bir polimerdir (Hasyierah ve ark. 2008). Hemiselüloz genellikle  $\beta$ -1,4 bağılı ksiloz birimlerinden oluşmuş, dallanmış ve dallanma noktalarında D-ksiloz ve L-arabinoz gibi pentozlar; D-mannoz, D-glikoz, D-galaktoz gibi heksozlar ve üronik asit içeren polimerlerdir (Saha 2003; Hasyierah ve ark. 2008). Diyet lifi, insanların ince bağırsağında sindirime ve emilime dirençli, kalın bağırsakta ise tamamen veya kısmi fermentasyona uğrayan yenilebilir bitki kısımlarıdır (Harris ve Ferguson 1999). Sindirilmediğinden ve emilmediğinden enerji değeri düşüktür, su çekici özelliğinden dolayı mide içeriğinin viskozitesini artırarak midenin boşalmasını geciktirmekte ve tokluk hissi yaratmaktadır (Thompson ve Manore 2005). Lif tüketimi ile fekal hacim artmakta, bağırsaktan geçiş süresi kısalmakta, kabızlık engellenmekte (Kahlon ve ark. 2001; Logan 2006) ve kolon kanseri, obezite, kalp-damar hastalıkları vb önlenmektedir (Fernandez-Gines ve ark. 2004). Aynı zamanda ekmeklere, kepek ilavesi gıdanın raf ömrünün uzatılmasında da yardımcı etki göstermekte (Sarıçoban ve ark. 2008) ve bayatlamayı da geciktirmektedir (He ve Hosoney 1990; Katina ve ark. 2006). Son yıllarda yapılan çalışmalar, buğday tanesinin kepek kısmının fenolik asitler bakımından zengin olduğunu ve iyi bir antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermiştir; ancak buğdayın öğütülmesi sırasında antioksidanlarca zengin kepek tabakası, endospermden uzaklaştırılmaktadır (Yılmaz

2011). Mikrobelerin öğesi olarak kabul edilen fenolik bileşiklerin serbest radikalleri temizleme yeteneğinden dolayı sağlık açısından önemi gün geçtikçe artmış (Cemeroğlu 2009); bu nedenle antioksidan zengin gıdaların tüketimine ilgi de son yıllarda artmıştır. Kepeğin sağlık üzerine bütün bu olumlu etkilerine rağmen; kepek ilavesinin kepek parçacıklarının boyutlarına ve miktarına bağlı olarak hamur oluşumu esnasında gluten ağının oluşumunu sınırlama (Katina 2003), elastikiyeti azaltma (Özboy 1992; Özer 1998; Martilla ve ark. 2001; Gül 2007), hamurun fermentasyon toleransını azaltma gibi (Laurikainen ve ark. 1998; Wang ve ark. 2002) olumsuz etkileri bulunmaktadır. Sonuç olarak hacimde azalma, iç yapıda sertleşme (Salmenkallio-Martilla ve ark. 2000; Wang ve ark. 2002; Katina ve ark. 2006), koyu kabuk rengi (Wang ve ark. 2002), acımsı tat gibi ekmek kalitesinde olumsuzluklara neden olabilmektedir (Salmenkallio-Martilla ve ark. 2000; Katina ve ark. 2006). Kepek kullanımı ile ilgili teknolojik sorunları azaltmak amacıyla buğday kepeğinin farklı oranlarda ve boyutlarda ekmek üretimine katılması ile ilgili araştırmalar yapılmaktadır. Özellikle, büyük boyutlu kepek parçalarının hamurun reolojik özelliklerine ve ekmeğin nitelikleri üzerindeki etkileri bakımından küçük boyutlu kepek parçalarına oranla daha fazla olumsuz etki gösterdiği rapor edilmiştir (Özer 1998; Kılıç 2003).

Bu çalışmanın amacı endüstriyel olarak, buğday tanesinin farklı tabakalarını temsil eden, kaba ve ince kepeğin hem kimyasal ve fonksiyonel özelliklerini hem de hamur üzerinde ki etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemektir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle kaba ve ince kepekler kimyasal ve fonksiyonel (lif ve fenolik bileşikleri) özellikleri bakımından incelenmiş, daha sonra farklı oranlarda kaba ve ince kepek ile elde edilen hamurların reolojik özellikleri Miksolab cihazı ile incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Ekmeklik un ile kaba (>850 mikron) ve ince (200 mikron) buğday kepeği Tokat ilindeki Birsan un fabrikasından temin edilmiştir. Kaba kepekler

20 nolu (850 $\mu$ ) eleklerin elek üstünden, ince kepekler ise 7 nolu (200 $\mu$ ) eleklerin elek altından elde edilmiştir.

### **Analitik Yöntem**

Kepeklerin rutubet ve kül içerikleri gravimetrik olarak (AACC 2004), lignin miktarı iki aşamalı asit hidrolizasyonundan sonra gravimetrik olarak (ASTM 1993), üronik asit içeriği m-fenilfenol metodu ile D-glukoronik asit standardı kullanarak belirlenmiştir (Melton ve Smith 2001). Kaba ve ince kepek (0,3 g) iki aşamalı asit hidrolizasyona tabi tutulduktan sonra (30°C 2 saat %72 sülfürik asit ve 100°C 4 saat %4 sülfürik asit) aşağıda belirtilen yöntemle HPLC ile monosakkarit kompozisyonu analiz edilmiştir (Templeton ve Ehrman 1995). Hidrolizatta bulunan monosakkaritlerden; glukoz 0,90, ksiloz ve arabinoz 0,88 ile çarpılarak örnekte bulunan polisakkaritlerin oranı hesaplanmıştır (glukoz: glukoz, ksiloz: ksilan, arabinoz: arabinan). Hidrolizatta bulunan asetil gruplarının miktarı ise hidrolizatın asetik asit içeriğinin 0,7 ile çarpılması sonucu bulunmuştur (Canettieri ve ark. 2007). Hidrolizasyonla elde edilen ksiloz, glukoz, arabinoz ve asetik asit miktarları refraktometrik dedektöre (Perkin Elmer Model 200) ve kolon fırınına (Perkin Elmer) sahip Perkin Elmer yüksek basınç sıvı kromatografisi (HPLC) sisteminde analiz edilmiştir. Kolon olarak Aminex HPX87H (Biorad) kullanılmıştır. Örnekler enjeksiyon öncesi 0,20  $\mu$ m boyutlu filtreden geçirilerek, hareketli faz olarak 5 mM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kullanılmıştır ve 45°C’de ve 0,5 ml/dk akış hızı ile 45 dakikalık bir süre zarfında kolondan elüt edilmiştir (Canettieri ve ark. 2007).

### **Ekstraksiyon**

2 g kepek örneği üzerine 20 ml %50’lik aseton ilave edilmiş ve çalkalamalı inkübatörde 200 rpm’de 15 saat fenolik bileşikler ekstrakte edilmiştir. Süre sonunda sıvı kısım filtrasyon ve santrifüjle ayrılmış ve sıvı kısım analiz için kullanılmıştır.

### **Toplam Fenolik Madde Tayini**

Ekstrakte edilen örneklerin toplam fenolik madde içerikleri 2 N Folin-Ciocalteu fenol ayracı kullanılarak Singleton ve Rossi (1965) tarafından tanımlanan yöntemle göre belirlenmiş ve “gallik asit eşdeğeri” olarak ifade edilmiştir.

### **Toplam Flavonoid Miktarları**

Ekstrakte edilen örneklerin toplam flavonoid miktarlarının belirlenmesi Eghdami ve Sadeghi (2010)’a göre yapılmıştır. Quercetin standart olarak kullanılmış, ekstraktlar ve standart çözeltiler %5 NaNO<sub>2</sub>, %10 AlCl<sub>3</sub> ve 1 mM NaOH ile reaksiyona sokulmuştur. Karışımlar 510 nm’de spektrofotometrede okuması yapılarak toplam flavonoid miktarları “quercetin eşdeğeri” olarak ifade edilmiştir.

### **Antioksidan Aktivite Tayini**

Ekstrakte edilen örneklerin antioksidan tayini aşağıdaki 3 yöntemle belirlenmiştir.

**1. DPPH Radikal Süpürme Aktivitesi (DPPH):** Ekstrakte edilen örneklerin, DPPH (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikal süpürme antioksidan kapasite tayini Brand-Williams ve ark. (1995) tarafından açıklanan yöntemle göre yapılmış ve örneklerin DPPH değerleri “trolloks eşdeğeri” olarak ifade edilmiştir.

**2. Trolloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesi (TEAC/ABTS):** Ekstrakte edilen örneklerin, ABTS<sup>•+</sup> radikali süpürme kapasitesi (Re ve ark. 1999) yöntemine göre yapılmış ve örneklerin TEAC değerleri “trolloks eşdeğeri” olarak ifade edilmiştir.

**3. Demir (III) İndirgeme Antioksidan Gücü (FRAP):** Ekstrakte edilen örneklerin, Fe(III)-TPTZ kompleksini, Fe(II) formuna indirgeme gücü FRAP antioksidan kapasite tayini ile Benzie ve Strain (1996) tarafından tanımlanan yöntemle göre yapılmıştır ve sonuçlar “trolloks eşdeğeri” olarak ifade edilmiştir.

### **Toplam Diyet Lifi Tayini**

Kepek örneklerinin çözünür, çözünmez ve toplam diyet lifi içeriklerini belirlemek için Megazyme (Megazyme International Ireland Ltd, Wicklow, Ireland) toplam diyet lifi analiz kiti

kullanılmıştır ve analizler AOAC 991.43 (2000) ve AACC 32.07.01 (2004) metotlarına göre yapılmıştır. Öncelikle örnekler nişasta hidrolizasyonu için ısıya dirençli  $\alpha$ -amilaz enzimi ile 98-100°C'de 30 dk muamele edilmiş, daha sonra örnekler 60°C'de sırasıyla önce proteinleri uzaklaştırmak için proteaz enzimi ile 30 dakika, sonra nişasta bileşenlerini glikoza hidrolize edebilmek için de amiloglikozidaz enzimi ile 30 dakika muamele edilmiştir. Elde edilen karışım filtre edilmiştir. Kalıntı önce saf su daha sonra %95'lik etanol ve asetonla tekrar yıkanmış ve kurutulmuştur. Sabit ağırlığa getirilen kurutulan kalıntıda kül ve protein analizleri yapılarak, örneklerdeki çözünmeyen diyet lifi miktarı bulunmuştur. Filtrasyon sonucu elde edilen filtrat ise hacmin dört katı kadar etanol ile muamele edilmiş ve bir saat oda koşullarında bekletilerek çözünür diyet lifleri çöktürülmüş ve çökelti filtrasyonla ayrıldıktan sonra, kalıntı %78 ve %95'lik etanol ve aseton ile yıkanmış ve kurutulmuştur. Sabit ağırlığa getirilen kurutulan kalıntıda kül ve protein analizleri yapılarak, örneklerdeki çözünen diyet lifi miktarı bulunmuştur.

#### **Reolojik Analizler**

Kaba ve ince kepek; buğday ununa yer değiştirme esasına göre %10, %20 ve %30 oranında ilave edilmiş ve su ile beraber toplam örnek ağırlığı 75 g olacak şekilde hamur hazırlanmıştır. Reolojik analizlerin ölçümleri Miksolab (Chopin Technologies Villeneuve La Garenne, France) cihazı kullanılarak Chopin+ ICC Method 173'e (ICC 2011) göre yapılmıştır. Öncelikle, örnekler 30°C'de 8 dakika ilk karıştırıldıktan sonra, 15 dakika içinde 4°C/dakika olacak şekilde 90°C'ye kadar ısıtılmış, 90°C'de 7 dakika bekletilmiş, 50°C'ye kadar soğutularak bu sıcaklıkta 5 dakika bekletilmiştir ve bu şartlarda hamurun yoğurma kollarına gösterdiği tork miksolab yazılımı tarafından kaydedilmiştir. Bütün ölçümlerde karıştırma hız 80 rpm'de sabit tutulmuş ve toplam analiz süresi 45 dakikadan oluşmuştur.

Kaba ve ince kepek; buğday ununa yer değiştirme esasına göre %10, %20 ve %30 oranda ilave edilmiş ve örneklerin normal sedimentasyon değerleri AACC Metot 56-60'a göre yapılmıştır (AACC 2004).

### **3. Araştırma Bulguları ve Tartışma**

#### **Kaba ve İnce Kepeğin Kimyasal Kompozisyonu**

Çalışmada incelenen buğday kaba ve ince kepeklerin kimyasal kompozisyonu Çizelge 1'de verilmiştir. Kaba kepek, kırma sistemi sonunda elde edilen kaba materyal, ince kepek ise redüksiyon sisteminin son kademelerindeki elek üstü materyaldir (Özkaya ve Özkaya 2005). Her ikisi de temel olarak selüloz ve kısmen nişasta hidrolizinden ileri gelen glukoz ve ksilandan oluşmakta bunu lignin takip etmektedir. İnce ve kaba kepek karşılaştırıldığında, kaba kepekte hemisellüloz miktarının ince kepekten daha fazla olduğu görülmektedir. Kaba kepeğin, toplam lignin içeriği %13,7 (%7,51 klason, %6,14 asit çözünür lignin) olup ve hem asitte çözünür hem de asitte çözünmez lignin (klason) içeriği ince kepekten yüksektir. Kaba kepeğin asetik asit içeriği, ince kepekten fazla iken, üronik asit içeriği ise daha düşük bulunmuştur. Kül içeriği %6,7 olarak literatürde yapılan çalışmalara benzer bulunmuştur (Noort ve ark. 2010; Jacobs ve ark. 2015).

#### **Kaba ve İnce Kepeğin Fonksiyonel Özellikleri**

Kaba kepeğin, ince kepeğin ve unun toplam fenolik, flavonoid ve antioksidan madde içeriği Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'den görüleceği üzere ince kepeğin toplam fenolik madde içeriği kaba kepeğe göre daha fazladır. Standart un ekstraktının fenolik madde içeriği her iki kepek örneğinden de çok düşüktür. Toplam flavonoid içeriği ise kepek ekstraktlarının polifenol içeriğini yansıtmakta olup (Abozed ve ark. 2014) ince kepekte en yüksek oranda bulunmuştur. Standart ekmeklik unda ise toplam flavonoid içeriği ince kepek örneklerinin onda birinden daha düşük olarak saptanmıştır.

**Çizelge 1.** Kaba ve ince kepeğin kompozisyonları  
**Table 1.** Compositions of coarse and fine bran

| Bileşen                    | Oran (g/100 g kuru ağırlık) |             |
|----------------------------|-----------------------------|-------------|
|                            | Kaba Kepek                  | İnce Kepek  |
| <b>Glukan</b>              | 25,6±0,3                    | 29,6±2,5    |
| <b>Ksilan</b>              | 24,0±0,1                    | 16,6±4,4    |
| <b>Arabinan</b>            | 12,1±0,1                    | 7,52±2,68   |
| <b>Asetik asit</b>         | 0,01±0,00                   | 0,001±0,000 |
| <b>Üronik asit</b>         | 3,16±0,11                   | 5,33±0,00   |
| <b>Klason lignin</b>       | 7,51±0,15                   | 2,23±0,03   |
| <b>Asit çözümlü lignin</b> | 6,14±0,17                   | 5,53±0,07   |
| <b>Protein</b>             | 14,6±0,3                    | 12,5±0,4    |
| <b>Yağ</b>                 | 2,57±0,06                   | 3,52±0,05   |
| <b>Kül</b>                 | 6,69±0,03                   | 4,04±0,03   |
| <b>Diğerleri</b>           | 14,94                       | 19,66       |

**Çizelge 2.** Kaba kepeğin, ince kepeğin ve unun toplam fenolik, flavonoid ve antioksidan içerikleri /  
**Table 2.** Total phenolic, flavonoid and antioxidant contents of coarse and fine bran

|                                    | Kaba Kepek  | İnce Kepek  | Un         |
|------------------------------------|-------------|-------------|------------|
| Toplam Fenolik Madde (mg GE/100 g) | 124,55±2,23 | 151,83±3,76 | 59,14±1,76 |
| Toplam Flavonoid (mg QE/100 g)     | 52,36±1,50  | 69,55±2,32  | 6,27±0,04  |
| DPPH (µmol TE/100 g)               | 3,09±0,07   | 4,05±0,31   | 1,14±0,05  |
| FRAP (µmol TE/100 g)               | 7,37±0,14   | 10,15±0,32  | 2,21±0,11  |
| TEAC(µmol TE/100 g)                | 9,32±0,07   | 12,51±0,05  | 2,39±0,34  |

Antioksidan kapasitesi birçok faktörden etkilendiğinden, değerlendirilmesinde birden fazla yöntem kullanılması gerekmektedir (Song ve ark. 2010). DPPH serbest radikallerini süpürme kapasitesi, antioksidan kapasitesini ölçmede kullanılan ve menekşe rengindeki 2-2-difenil-1-pikrihidrazil radikalinin 2-2-difenil-1-pikrihidrazine dönüşmesi esnasında kaybolan rengin spektrofotometrede ölçülmesi esasına dayanmaktadır (Suresh Kumar ve ark. 2013).

Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi, ABTS<sup>+</sup> radikali süpürme kapasitesi, hem lipofilik hem de hidrofilik özellikte olan bileşenlere uygulanabilen mavi-yeşil renkli ABTS<sup>+</sup> radikal katyonunun renk kaybı esasına dayanmaktadır (Re ve ark. 1999; Prior ve ark. 2005; Okan ve ark. 2013). Demir indirgeme yöntemi ile antioksidan kapasitesi, ferik iyonlarını(III) ferrous(II) iyonlarına indirgenmesi esnasındaki renk değişimi esasına dayanır (Song ve ark. 2010).

Ekstrakte edilen örneklerin DPPH, TEAC/ABTS ve FRAP yöntemleri ile ölçülen antioksidan aktivite değerleri Çizelge 2’de sunulmuştur. Antioksidan kapasiteleri kullanılan yöntemle bağımlı olsa da, sonuçlar her üç yöntemde de ölçülen en yüksek antioksidan aktivitenin ince kepeğe ait olduğunu göstermektedir. Standart un ise en düşük antioksidan aktiviteye sahiptir. Antioksidan aktivite analizlerinin ve fenolik/flavonoid madde analizlerinin sonuçları paralellik göstermektedir. Sonuçlar, fenolik ve flavonoid madde bakımından zengin olan ince kepeğin, aynı zamanda diğer örneklerle göre de antioksidan aktivitesinin en fazla olduğunu göstermektedir. İnce kepeğin parçacık boyutu—daha küçük olup ekstraksiyon esnasında daha fazla yüzey alanına sahip olduğundan daha fazla antioksidan aktiviteye sahip fenolik bileşiklerin ekstrakta geçmesine neden olmaktadır (Brewer ve ark. 2014). Daha önce yapılan çalışmalarda da özellikle parçacık büyüklüğünün fitokimyasal maddelerin ekstraksiyonunu etkilediği gösterilmiştir (Hemery ve ark. 2010; Rosa ve ark. 2013; Brewer ve ark. 2014).

Kaba ve ince kepek ile ekmeçlik unda bulunan çözünür, çözünmez, toplam diyet lifi oranları Çizelge 3’de sunulmuştur. Çözünür diyet lifi oranları kaba ve ince kepeklerde sırasıyla %5,01 ve %4,29 iken, çözünmez diyet lifi içerikleri ise %59,0 ile %29,5’dir. Çözünür diyet lifinin çözünmez diyet lifine oranı 0,085 ile 0,15’dür. Özellikle bu orana kepek özelliklerinin doğrudan etkisi bulunmakta olup, ince kepekte bu oranın daha fazla olduğu görülmektedir. Çözünmez diyet lifleri daha çok kabızlık ve kolon kanserine karşı korurken, çözünür diyet lifi hem kolon kanserine karşı koruyucu görev yapmakta hem de lipit ve kolesterol metabolizmasını iyileştirici rol oynamaktadır. Ayrıca çözünür diyet lifinin prebiyotik özelliği çözünmez liften daha yüksektir (Tungland ve Meyer 2002). Kaba kepek daha çok perikarptan ileri geldiğinden çözünmez diyet lifi ve toplam diyet lifi miktarı oldukça fazladır. İnce kepek ise daha çok buğday tanesinin iç kısımlarından oluştuğu için çözünmez diyet lifi ve toplam diyet lifi miktarının düşük olmasına rağmen, çözünür diyet lifi oranı daha fazladır. Her ikisinin hem çözünür, hem de çözünmez diyet lifi içerikleri standart ekmeçlik undan daha fazla bulunmuştur.

**Çizelge 3.** Kaba kepeğin, ince kepeğin ve unun çözünür, çözünmez ve toplam diyet lifi içerikleri  
*Table 3. Soluble, insoluble, and total dietary fiber content of the coarse and fine bran*

|                                     | <b>Kaba Kepek</b> | <b>İnce Kepek</b> | <b>Un</b> |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------|
| <b>Toplam Diyet Lifi (ÇZDL+ÇDL)</b> | 64,01             | 33,79             | 0,89      |
| <b>Çözünmez Diyet Lifi (ÇZDL)</b>   | 59,0±0,6          | 29,5±0,10         | 0,78±0,01 |
| <b>Çözünür Diyet Lifi (ÇDL)</b>     | 5,01±0,04         | 4,29±0,02         | 0,11±0,01 |
| <b>ÇDL/ÇZDL</b>                     | 0,085             | 0,15              | 0,14      |

#### **Kaba ve İnce Kepeğin Reolojik Özellikleri**

Reolojik analizler unların ekmeççilik değerini ortaya koymaktadır (Dikici ve ark. 2006). Kaba ve ince kepek yer değiştirme esasına göre una 3 farklı oranda (%10, 20 ve 30) ilave edilmiştir. Bu karışımlardan yapılacak olan ekmeğin, kalitesi ve yapısı hakkında bir ön bilgi edinmek amacıyla öncelikle sedimantasyon testi yapılmıştır. Standart unda 36 ml olan sedimantasyon değeri farklı oranlarda kaba kepek ilavesi ile sırasıyla 20,5, 15 ve <10 ml olarak belirlenirken ince kepek ilavesi

ile 24, 18,5 ve 13,5 ml olarak tespit edilmiştir. Fazla miktarda gluten ihtiva eden unlarda çökme yavaş olduğundan sedimantasyon değeri de yüksek olmaktadır. Unların bir kısmı kepeklerle yer değiştirildiğinden ve örneklerdeki un miktarı da azaldığından gluten miktarı da azalmış ve standarda göre sedimantasyon değeri düşmüştür. Bu düşüş kaba kepekte ince kepeğe göre daha fazladır.

Miksolab son yıllarda geliştirilmiş, diğer reolojik ölçümler için kullanılan cihazlarda

bulunan eksikliklerden doğan problemlerin çözüldüğü yeni nesil bir cihazdır (Dapcevic ve ark. 2011; Şahin ve ark. 2014). Karıştırma ve ısıtma esnasında protein ve nişastanın hamurun reolojik özelliklerine katkısını tek bir testle belirlenmesine imkan sağlamaktadır (Dapcevic ve ark. 2011). Farklı oranda (%10, 20 ve 30) kaba ve ince kepek ilave edilmiş unların miksolab değerleri Çizelge 5’de gösterilmektedir. İncelenen

örneklerin, su absorpsiyon değerleri %62-75 arasında değişmiştir. Su absorpsiyonu örneklerin yoğurma esnasında 1.1 Nm torca ulaşıncaya kadar aldığı su miktarıdır (Şahin ve ark. 2014) ve kaba kepek ilaveli unlarda su absorpsiyon değerinin ince kepeğe göre daha fazla olduğu gözlenmiştir. Özellikle %30 kepek ilaveli örneklerin su absorpsiyonu %75’e ulaşmıştır.

**Çizelge 5.** Farklı oranlarda kaba ve ince kepek katkıli hamurların miksolab parametreleri

**Table 5.** Mixolab parameters of different amount of coarse and fine bran supplemented dough samples

|            | Gelişme Süresi (Dakika) | Stabilite Süresi (Dakika) | C2 Torque (Nm) | C3 Torque (Nm) | C4 Torque (Nm) | C5 Torque (Nm) | Su Absorpsiyonu (%) | C3-C2      | C4-C3 | C5-C4 |      |
|------------|-------------------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|------------|-------|-------|------|
|            | 0                       | 4,70±0,03                 | 8,97±0,03      | 0,49±0,03      | 1,79±0,01      | 1,80±0,03      | 2,67±0,01           | 58,95±0,07 | 1,30  | 0,01  | 0,87 |
| Kaba Kepek | 10 %                    | 5,78±0,01                 | 8,40±0,03      | 0,52±0,00      | 1,90±0,00      | 1,71±0,00      | 2,59±0,01           | 64,55±0,07 | 1,38  | 0,19  | 0,88 |
|            | 20 %                    | 8,19±0,01                 | 8,61±0,03      | 0,55±0,00      | 1,97±0,00      | 1,49±0,00      | 2,25±0,03           | 70,10±0,14 | 1,42  | 0,48  | 0,76 |
|            | 30 %                    | 8,33±0,01                 | 9,53±0,01      | 0,58±0,00      | 2,03±0,00      | 1,42±0,00      | 2,11±0,02           | 74,70±0,14 | 1,45  | 0,61  | 0,69 |
| İnce Kepek | 10 %                    | 4,81±0,01                 | 8,72±0,02      | 0,45±0,01      | 1,77±0,02      | 1,61±0,01      | 2,28±0,01           | 62,46±0,06 | 1,32  | 0,05  | 0,67 |
|            | 20 %                    | 5,47±0,02                 | 9,17±0,01      | 0,46±0,00      | 1,68±0,03      | 1,39±0,01      | 1,78±0,01           | 65,53±0,04 | 1,22  | 0,29  | 0,39 |
|            | 30 %                    | 6,20±0,03                 | 9,42±0,03      | 0,48±0,00      | 1,67±0,03      | 1,34±0,02      | 1,64±0,01           | 67,16±0,06 | 1,19  | 0,33  | 0,30 |

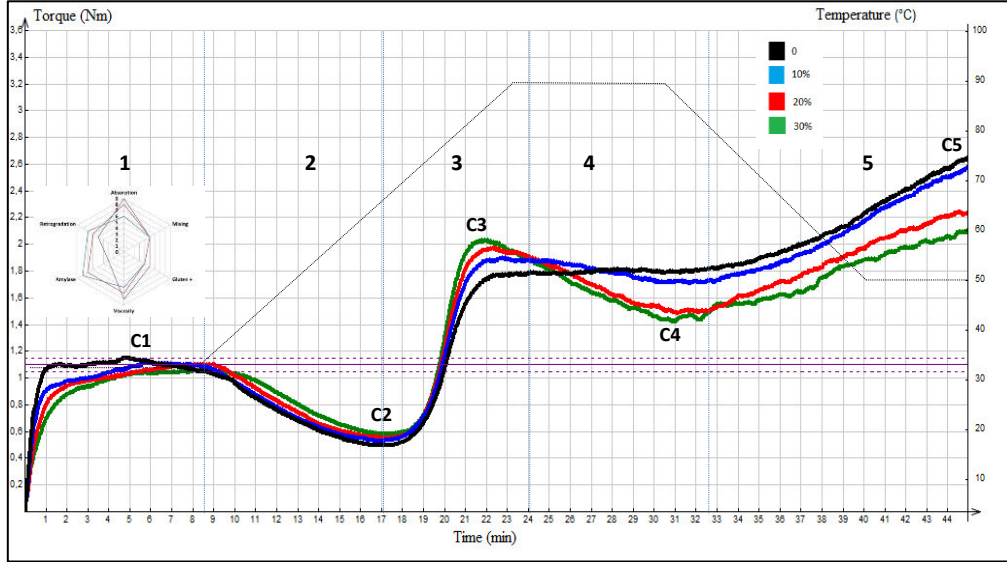
Miksolab grafiğinin ilk kısmı gelişme süresi olarak ifade edilmektedir (Şekil 1 ve 2) ve hamurun ilk oluşmaya başladığı ana kadar geçen süreyi ifade etmektedir. Bu süre, su absorpsiyonu, stabilite ve C2 değerleri ile ifade edilen hamurun protein içeriği ile ilgilidir (Rosell ve ark. 2007). Gelişme süresi kaba ve ince kepek ilavesi ile artmıştır (Çizelge 5). Standart unda gelişme süresi 4,70 dakika iken, ince kepek ilaveli örneklerde ilave edilen orana paralel olarak 4,81 ile 6,20 dakika, kaba kepek ilaveli örneklerde ise 5,78 dakika ile 8,33 dakika arasında değişmiştir. En yüksek gelişme süresi %30 kaba kepek ilaveli örnekte gözlenmiştir. Gelişme süresi ne kadar uzun olursa hamur o kadar geç kabarmakta ve

dolayısıyla yoğurma süresi de uzun olmaktadır (Göçmen 1991). Daha önce yapılan çalışmalarda da ekmek formülasyonlarında lif içeriğindeki artışa paralel olarak, gelişme süresi de artmıştır (Laurikainen ve ark. 1998).

Maksimum torca eriştikten sonra (gelişme süresi), hamurun uygulanan kuvvete dayanma süresi, hamur stabilitesini göstermektedir (Şekil 1 ve 2) (Rosell ve ark. 2007). Stabilite değeri hamurun yoğrulmaya karşı dayanıklılığının ifadesidir. Standart unda stabilite 8,97 dakika iken, %10 ve %20 kaba kepek ilaveli ve %10 ince kepek ilaveli unda düşmüş, %30 kaba kepek ilavesi ile bu değer maksimuma yükselmiştir. Şekil 1 ve 2’de C2 bölgesi olarak ifade edilen ve

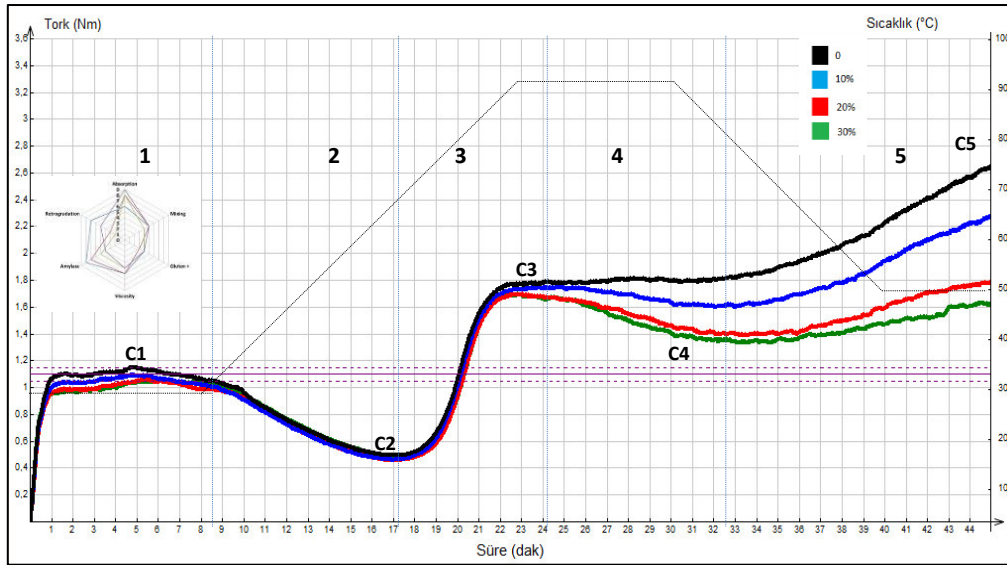
sıcaklığın 30°C'den 90°C'ye çıktığı bu bölümde proteinlerde destabilizasyon ve yapılarında açılmalar nedeniyle zayıflamaktadır (Rosell ve ark. 2007). Şekil 1 ve 2'de görüldüğü üzere, yoğrulma ve ısınma ile tork değerinde düşüşler

gözlemlenmiştir. İnce kepek katkılı tüm örneklerde 0,45-0,48 tork değeri ile standarttan daha düşük, kaba kepek ilaveli tüm örneklerde 0,52-0,58 arasında standarttan daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 1. Farklı oranlarda kaba kepek katkılı hamurların miksolab eğrileri

Figure 1. Mixolab curves of different amount of coarse bran supplemented dough samples



Şekil 2. Farklı oranlarda ince kepek katkılı hamurların miksolab eğrileri

Figure 2. Mixolab curves of different amount of fine bran supplemented dough samples

Nişastanın jelatize olması ile birlikte hamurun yoğurma kollarına gösterdiği direnç arttığından, miksolab grafiklerinde de değişiklikler gözlemlenmiştir. Şekil 1 ve 2'de C3

değeri olarak ifade edilen bu değer, özellikle kaba kepek katkılı örneklerin hepsinde hem standartta hem de ince kepek katkılı örneklere göre daha fazla bulunmuştur. Grafiklerin C4 bölgesinde



sıcaklığın 90°C'de sabit olduğu bölgede, C3-C4 arasındaki fark nişasta jelinin ısıtılma sırasındaki stabilitesi ve amilaz aktivitesi ile ilgilidir (Şahin ve ark. 2014). Farklı oranlarda kepek ilavesi C4 değerini düşürmüştür ve C3-C4 arasındaki fark özellikle %30 ilaveli kaba kepek örneklerinde maksimuma ulaşmıştır. Özellikle kepeklerde fenolik bileşiklerin fazla olması ve bu fenolik bileşiklerin de amilazları inhibe etmesi C4 değerini etkilemiştir (Ikeda ve ark. 1994).

Ekmeğin bayatlama mekanizmasında önemli bir yere sahip olan nişastanın retrogradasyonu C5 değeri ile ilişkilidir (Şahin ve ark. 2014). Sıcaklık 90°C'den 50°C'ye düşürüldüğünden dolayı, sıcaklıktaki düşüşle birlikte hamurun viskozitesi de yükselmiştir. Viskozitenin C4'ten C5'e yükselmesi hamurun soğutulması ile birlikte nişastanın retrogradasyonundan kaynaklanmaktadır. Kepek ilavesi C5-C4 değerini standarda göre düşürmüştür ve en fazla düşüş ince kepek ilaveli örneklerde gözlemlenmiştir ve bu düşüş ince kepek oranı arttıkça artmıştır.

#### 4. Sonuç

Günümüz tüketicilerinin sağlık açısından daha fazla olumlu etkileri bulunan ürünlere yönelmesi, fonksiyonel ve diyet lifi içeriği bakımından zengin ürünlerin üretimine doğru eğilimi artırmaktadır. Bu bağlamda buğday kepeği en sık kullanılan ürün olmasına rağmen; ilave edildiği ürünlerde bazı teknolojik ve reolojik sorunlar meydana getirmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, kaba ve ince kepeklerin fonksiyonel özellikleri ile hamur üzerine reolojik etkileri incelenmiştir. İnce kepeklerin fenolik ve flavonoid bileşikler ile çözünür lif içeriği açısından kaba kepeğe göre daha zengin olması, ince kepekleri fonksiyonel özellikleri bakımından daha avantajlı kılmaktadır. Genel olarak kepek ilavesi hamurun su tutma kapasitesinin artmasına bağlı olarak nişasta retrogradasyonunu (C5 torqu) düşürmüştür. Bu veri de ekmeğin daha yavaş bayatlayacağına işaret etmektedir. Kaba kepek, hamurun su tutma kapasitesini artmasına rağmen, hamurun gelişme süresi ile stabilitesini, ince kepeğe göre daha olumsuz etkilemektedir. Özellikle %20 düzeyine

kadar ince kepek ilavesi hamur yoğurma özellikleri (yoğurma süresi ve stabilite) üzerinde ciddi bir olumsuzluğa neden olmamıştır, ayrıca su tutma kapasitesini artırdığından dolayı, ekmeğin yapımında hamur verimini artıracığından muhtemelen ekmeğin verimini de yükselteceği tahmin edilmektedir. Sonuç olarak, ince kepek hem fonksiyonel bileşikler bakımından zengin, hem de hamur üzerinde olumsuz reolojik etkilerinin kaba kepeğe göre daha az olduğundan dolayı, günümüzde yaşam tarzından kaynaklanan hastalıkların azaltılması konusunda tüketicinin daha sağlıklı ürünleri tüketme isteğine cevap verebilecek niteliktedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma; Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 2015/58 nolu proje ile desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- AACC (2004). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 11th Edition.
- 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.
- Adams J.F ve Engstrom A (2000). Dietary intake of whole grain vs. recommendations. *Cereal Foods World*, 45(2): 75-79.
- Akbaş Ö (2010). Farklı Kepek Fraksiyonlarından Hazırlanan Un Paçalarının Değişik Depolama Koşullarında Hamur ve Ekmeğin Özelliklerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- AOAC (2000). Official methods of analysis (17<sup>th</sup> ed). Association of official analytical chemist international, Gaithersburg, MA.
- ASTM (1993). Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials (04.09). Philadelphia, PA.
- Benzie I.F.F ve 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.
- Brand-Williams W, Cuvelier M ve Berset C (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28: 25–30.
- Brewer L.R, Kubola J, Siriamornpun S, Herald T.J ve Shi Y.C (2014). Wheat bran particle size influence on phytochemical extractability and antioxidant properties. *Food Chemistry*, 152: 483–490.

- Brillouet J.M ve Mercier C (1991). Fractionation of wheat bran carbohydrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 32: 243-251.
- Canetti E.V, Moraes Rocho G.J, Carvalho J.K.A. ve Almeida e Silva J.B (2007). Optimization of acid hydrolysis from the hemicellulosic fraction of *Eucalyptus grandis* residue using response surface methodology. *Bioresource Technology*, 98: 422-428.
- Cemeroğlu B (2009). Fenolik Bileşikler. *Meyve Sebze İşleme Teknolojisi 1*, Ed. Cemeroğlu B. s. 76-80, Ankara,
- Dapčević T, Hadnadev M ve Pojić M (2011). Evaluation of the possibility to replace conventional rheological wheat flour Quality control Instruments with the New Measurement Tool-Mixolab. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 74: 169-174.
- Dikici N, Bilgiçli N, Elgün A ve Ertaş N (2006). Unun Ekmekçilik Kalitesi ile Farklı Metotlarla Ölçülen Hamurun Reolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Gıda*, (31)5: 285-291.
- Eghdami A ve 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.
- Fernandez-Gines J.M, Fernandez-Lopez J, Sayas-Barbera E, Sendra E ve Perez-Alvarez J.A (2004). Lemon albedo as a new source of dietary fiber: application to bologna sausages. *Meat Science*, 67: 7-13.
- Gordon D.T (2001). Oat Products and Dietary Fiber. *Cereal Foods World*, (46)4: 152-155.
- Göçmen D (1991). Marmara Bölgesinde Üretilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Ekmekçilik Kalitesi Üzerine Araştırmalar. *Uludağ Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.*
- Gül H (2007). Mısır ve buğday kepeğinin hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.*
- Hamid A ve Luan Y.S (2000). Functional properties of dietary fiber prepared from defatted rice bran. *Food Chemistry*, 68: 15-19.
- Harris P.J ve Ferguson L.R (1999). Dietary fibres may protect or enhance carcinogenesis. *Nutrition Research*, 44: 95-110.
- Hasyierah Noor M.S, Zulkali M.M.D, Syahidah Ku K.I (2008). Ferulic acid from lignocellulosic biomass: Review. *Malaysian Universities Conferences on Engineering and Technology*, 8-10 Mart 2008, Malaysia.
- He H ve Hosney R (1990). Changes in bread firmness and moisture during long term storage. *Cereal Chemistry*, 67: 603-605.
- Hemery Y.M, Anson N.M, Havenaar R, Haenen G.R.M.M, Noort M.W.J ve Rouau X (2010). Dry fractionation of wheat bran increases the bioaccessibility of phenolics acids. *Food Research International*, 43: 1429-1438.
- Hosney R.C (1986). Principles of cereal science and technology. American association of cereal chemists (AACC), Inc. St. Paul, 372 s, Minnesota, USA,
- ICC-Standard No 173 (2011). Determination of rheological behavior as a function of mixing and temperature increase.
- Ikeda S, Neyts J, Verma S, Wickramasinghe A, Mohan P ve De Clercq E (1994). In vitro and in vivo inhibition of ortho- and paramyxovirus infections by a new class of sulfonic acid polymers interacting with virus-cell binding and/or fusion. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 38: 256-259.
- Jacobs P.J, Hemdane S, Dornez E, Delcour J.A, Courtin C.M (2015). Study of hydration properties of wheat bran as a function of particle size. *Food Chemistry*, 179: 296-304.
- Joseleau J.P, Comtat J ve Ruel K (1992). Chemical structure of xylans and their interaction in the plant cell walls, Ed. J. Visser, *Xylans and Xylanases*, Elsevier, s. 1-15, Amsterdam,
- Junli L.V, Yu L, Lu Y, Niu Y, Liu L, Costa J, Yu L.L (2012). Phytochemical compositions, antioxidant properties, and antiproliferative activities of wheat flour. *Food Chemical*, 135: 325-331.
- Kadan R.S, Robinson M.G, Thibodeaux D.P ve Pepperman A.B (2001). Texture and other physicochemical properties of whole rice bread. *Journal of Food Science*, 66(7): 940-944.
- Kahlon T.S, Chow F.I, Hofer J.L ve Betschart A.A (2001). Effect of wheat bran fiber and bran particle size on fat and fiber digestibility and gastrointestinal tract measurements in the rat. *Cereal Chemistry*, 78(4): 481-484.
- Katina K (2003). High-fibre baking. Ed. S.P. Cauvain, In bread making improving quality, CRC Press, New York.
- Katina K, Salmenkallio-Martilla M, Partanen R, Forsell P ve Autio K (2006). Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread. *LWT-Food Science and Technology*, 39: 479-491.
- Kılıç E (2003). Farklı tahıl kepeği kombinasyonlarının hamur reolojisi ve ekmek kalitesi üzerine etkileri. *Trakya Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Edirne.*
- Lai C.S (1986). Effect of wheat bran, short and germ on bread making. Kansas State University. Department of Grain Science and Industry, PhD Thesis, U.S.A.
- Laurikainen T, Härkönen H, Autio K ve Poutanen K (1998). Effects of enzymes in fibre-enriched baking. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76: 239-249.
- Logan A.C (2006). Dietary fiber, mood and behavior. *Nutrition*, 22: 213-214.
- Marconi E, Graziano M ve Cubadda R (2000). Composition and utilization of barley pearling by-products for making functional pastas. *Cereal Chemistry*, 77(2):133-139.
- Marquart L (2000). An introduction to whole grains and their health benefits. *Cereal Foods World*, 45(2): 50-51.
- Martilla M.S, Katina K, Autio K (2001). Effects of bran fermentation on quality and microstructure of high-fiber wheat bread. *Cereal Chemistry*, 78(4): 429-435.
- Melton L.D ve Smith B.G (2001). Determination of the uronic acid content of plant cell walls using a colorimetric assay. Ed. Wrolstad, R.E., Acree, T.E.,

- Decker, E.A., Penner, M.H., Reid, D.S., Schwartz, S.J., Shoemaker, C.F., Smith, D. and Sporns, P. John Wiley & Sons, Current Protocols in Food Analytical Chemistry, Inc., New York.
- Noort M.W.J, Haaster D, Hemery Y, Schols H ve 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.
- Okan O.T, Varlıbaş H, Öz M ve Deniz İ (2013). Antioksidan Analiz Yöntemleri ve Doğu Karadeniz Bölgesinde Antioksidan Kaynağı Olarak Kullanılabilecek Odun Dışı Bazı Bitkisel Ürünler. *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi*, 13(1): 48-59.
- Özboy Ö (1992). Değişik oranlarda buğday kepeği içeren unların ekme verimi ve kalitesini düzeltme imkanları. Hacettepe Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Özboy Ö ve 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.
- Özer M.S (1998). Kepekli ekmeklerin bazı niteliklerinin incelenmesi ve kalitelerinin iyileştirilmesi olanakları. Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- Özkaya B ve Özkaya H (1993a). Farklı Isıl İşlem Uygulanarak Stabilize Edilmiş Yulaf Ununun Ekmeklik Unlarının Kalitesine Etkileri. *Standart Dergisi*, 8: 20-25.
- Özkaya B ve Özkaya H (1993b). Değişik yulaf ürünlerinin ekmeğe katılma olanakları üzerinde bir araştırma. *Standart Dergisi*, 4: 38-45.
- Özkaya H ve Özkaya B (2005). Öğütme Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:30*. s. 598. Ankara.
- Prior R.L, Wu X ve Schaich K (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53: 4290-4303.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M ve Rice-Evans C (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26: 1231-1237.
- Rosa N.N, Barron C, Gaiani C, Dufour C ve Micard V (2013). Ultra-fine grinding increase the antioxidant capacity of wheat bran. *Journal of Cereal Science*, 57: 84-90.
- Rosell C.M, Collar C ve Haros M (2007). Assesment of hydrocolloid effects on the thermo-mechanical properties of wheat using the Mixolab®. *Food Hydrocolloids*, 21: 452-462.
- Saha B.C (2003). Hemicellulose bioconversion. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 30: 279-291.
- Salmekallio-Marttila M, Katina K ve Autio K (2000). Enzyme effects on bread quality and microstructure in high-fibre baking, 2nd European Symposium on Enzymes on Grain Processing ESEPG-2, VTT Symposium, 8-10 Kasım 1999, s.201-205. Finland.
- Sarıçoban C, Çöksever E ve Karakaya M (2008). Et ürünlerinde turunçgil yan ürünlerinin kullanımı. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum.
- Schooneveld-Bergmans M.E.F, Beldman G ve Voragen A.G.J (1999). Structural features of (glucurono)arabinoxylans extracted from wheat bran by barium hydroxide. *Journal of Cereal Science*, 29: 63-75.
- Singleton V.L ve Rossi J.A (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158.
- Song F.L, Gan R.Y, Zhang Y, Xiao Q, Kuang L ve Li H.B (2010). Total phenolic contents and antioxidant capacities of selected chinese medicinal plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 11: 2362-2372.
- Suresh Kumar G.S, Seethalakshmi P.G, Bhuvanesh N ve Kumaresan S (2013). Studies on the syntheses, structural characterization, antimicrobial and DPPH radical scavenging activity of cocrystals caffeine:cinnamic acid and caffeine:eosin dihydrate. *Journal of Molecular Structure*, 1050: 88-96.
- Şahin M, Aydoğan S, Akçacık A ve Hamzaoğlu S (2014). Ekmeklik buğday kalite değerlendirmesinde miksolab cihazının kullanımı. *Tarla bitkileri merkez araştırma enstitüsü dergisi*, 23(1): 7-13.
- Templeton David ve Ehrman Tina (1995). NREL CAT Task Laboratory Analytical Procedure LAB-003, Determination of Acid-Insoluble Lignin in Biomass.
- Thompson J ve Manore M (2005). Fiber, nutrition; an apttied approach. Publishing at Benjamin Cummings, 123-139.
- Tungland B.C ve 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.
- Wang J, Rosell C.M ve Barber C.B (2002). Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry*, 79: 221-226.
- Wang M, Oudgenoeg G, Vliet T.V ve Hamer R.J (2003). Interaction of water unextractable solids with gluten protein: effect on dough properties and gluten quality. *Journal of Cereal Science*, 38: 95-104.
- Yılmaz Ö (2011). Türkiye'de Yetiştirilen Başlıca Buğday Çeşitlerinin Antioksidan Aktivitelerinin ve Fenolik Asit Dağılımlarının Belirlenmesi ve Ekmeğin Nar Kabuğu Ekstraktı İle Zenginleştirilmesi. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Zhang R, Xiao X, Tai Q, Huang H, Yang J ve Hu Y (2012). Preparation of ligninsilica hybrids and its application in intumescent flame-retardant poly (lactic acid) system. *High Performance Polymers*, 1-9.