

## Farklı Düzeylerde Kullanılan L-Askorbik Asidin Buğday Kepekli Ekmeklerin Bazı Nitelikleri Üzerindeki Etkileri

Halef DİZLEK<sup>1</sup> Hülya GÜL<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta  
\*hulyagul@mmf.sdu.edu.tr

**Özet:** Bu çalışmada; mekanik hamur olgunlaştırma yöntemiyle farklı oranlarda (% 0, 10 ve 20) buğday kepeği katılmış un-kepek karışımlarıyla ekmeğin yapımında değişik düzeylerde (0, 50, 75, 100, 125 ve 150 mg/kg) L-Askorbik Asit (L-AA) kullanımının ekmeğin hacim verimi, gözenek değeri, yumuşaklığı ve nem içeriği üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; kepekli ekmeğin üretiminde L-AA'nın 100 mg/kg düzeyine kadar kullanılmasının ekmeğin hacmini arttırdığı, daha yüksek düzeylerde kullanılması durumunda ise ekmeğin hacmini azalttığı, kepeksiz ekmeklerde 100 mg/kg, %10 kepek içeren ekmeklerde ise 75 ve 100 mg/kg L-AA kullanımının hiç L-AA kullanılmamasına göre ekmeklerin gözenek yapılarını iyileştirdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, L-AA'nın 50 mg/kg düzeyinden itibaren ekmeklerin yumuşaklık değerlerini arttırdığı, kullanılan L-AA miktarının ekmeklerin nem içeriklerini etkilemediği ve olumsuz etkileri nedeniyle aşırı L-AA kullanılmasından kaçınılmasına özen gösterilmesi gerektiği sonuçlarına varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** L-Askorbik Asit, Ekmeğin, Kepekli Ekmeğin, Buğday Kepeği.

### Effects of L-Ascorbic Acid on Wheat Bran Bread Quality

**Abstract:** In this research, effects of different levels (0, 50, 75, 100, 125, and 150 mg/kg) of L-Ascorbic Acid (L-AA) on the some wheat bran bread quality characteristics such as loaf volume, grain structure, bread firmness and bread moisture were investigated. Mechanical dough development method was used during bread making and wheat bran was added to wheat flour at 0, 10, and 20% levels. L-AA was increased loaf volumes when it was used up to 100 mg/kg, however further increasing of L-AA level was lead to decrease at loaf volumes. Improvement at grain structure was obtained when L-AA was used at 100 mg/kg in the control breads while at 10% wheat bran breads this improvement was detected at both usage levels 75 and 100 mg/kg of L-AA. Beside these, increase at bread softness was determined as from the 50 mg/kg level of L-AA but there is no significant effect ( $p>0.01$ ) of different L-AA levels was found on bread moisture content. When L-AA was used at over dosage it was effect wheat bran bread quality characteristics negatively. So, it should be used carefully and bakeries should be avoid to its over dosage addition.

**Key words:** L-Ascorbic Acid, Bread, Bran Bread, Wheat Bran.

### Giriş

Ekmeğin değişik toplumların beslenmesinde birinci derecede öneme sahip, temel bir gıda maddesidir. Ülkemizde günlük kalori ihtiyacının %56'sı ile günlük protein tüketiminin %50'si yalnız başına ekmeğin karşılanmakta olup, kişi başına günlük ekmeğin tüketimi yaklaşık 400 gramdır (Göçmen, 1996; Elgün ve Ertugay, 1997).

Son yıllarda tüketicilerin bilinçlenmesi ile başta buğday ve yulaf kepeği olmak üzere diğer tahılların kepekleri ve tam tane unlarının da kullanıldığı değişik tip ve nitelikteki ekmeklere olan ilgi artış göstermiştir. Çok sayıda araştırmacı tarafından; diyet lifinin eksikliğinden kaynaklanan hastalıklara karşı önlem olarak; diyetlerin dikkatle seçilip düzenlenmesi ve günlük

diyetlerde lif içeriği yüksek gıdaların bulundurulması önerilmektedir (Anderson, 1985; Sullivan, 1998; Adams ve Engstrom, 2000; Marquart, 2000; Malkki, 2001; Ma ve ark., 2006; Gül, 2007).

Ekmeğe ilave edilecek maddeler içerisinde, kolay temin edilebilen ucuz bir değirmencilik yan ürünü olması, tat üzerinde olumsuz bir etkisi bulunmaması, besin değerinin yüksek olması (protein, lipid, mineral madde ve B grubu vitaminleri bakımından zengin olması), buğdayın doğal bir bileşeni olması nedeniyle tüketiciler tarafından yadırganmaması ve yüksek oranda diyet lif içermesi nedenleriyle buğday kepeği diğer lif içeren maddelere göre daha fazla kabul görmüştür. Ancak gerek besin değeri açısından kepekli ekmeğe ve gerekse sağlık açısından insanlara yukarıda belirtilen kazanımları sağlayan buğday kepeğinin hamur bileşimindeki artışına koştur olarak, hamurun bazı teknolojik özellikleri ve ekmeğin bazı kalitatif özellikleri gerilemektedir. Kepek ilavesi, hamurun viskoelastik özelliğini (uzama yeteneğini ve elastikiyetini) zayıflatmakta (Lai, 1986; Sievert ve ark., 1990; Gül 2007), unun gluten içeriğini seyreltmekte ve gluten ağını kesintiye uğratarak hamurun gaz tutma kapasitesini azaltmaktadır. Bu nedenle ekmek hacmi azalmakta ve ekmek içi gözenek yapısı bozulmaktadır (Özboy, 1992; Özer 1998; Gül, 2007). Kepekli ekmeklerin kabuk yapıları genellikle kusurlu olmaktadır. Düşük randımanlı beyaz undan yapılan ekmeklere göre daha sert yapıya sahip olan kepekli ekmekler bıçakla kesilirken kolayca kırılmaktadır (Sievert ve ark., 1990; Özer, 1998). Bu ve kepeğin neden olduğu diğer bir takım olumsuz etkilerden dolayı kepekli ekmek üretiminde katkı maddesi (vital gluten, oksidan maddeler vs.) kullanılması yaygın bir uygulamadır.

Ekmeçilikte kullanılan başlıca katkı maddelerinden olan oksidan maddelerin uygun miktarlarda kullanılması ile elde edilecek ürünün kalitesinin iyileştirilmesinin yanında ürün çeşitliliği de sağlanır. Unda ve hamur

yapımında kullanılan başlıca oksidan maddeler; L-Askorbik Asit (L-AA,  $C_6H_8O_6$ ), potasyum bromat ( $KBrO_3$ ), kalsiyum bromat ( $CaBrO_3$ ), potasyum iyodat ( $KIO_3$ ), kalsiyum iyodat ( $CaIO_3$ ), kalsiyum peroksit ( $CaO_2$ ) ve azodikarbonamid ( $C_2H_4N_4O_2$ )'dir (Bahar, 2001).

Günümüzde, birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de un ve ekmek katkı maddelerinde kullanılan oksidanlardan sadece L-AA'ya izin verilmektedir (Bahar, 2001). L-AA'nın özellikleri ve ekmeçilikteki işlevleri Dizlek ve Gül (2007) tarafından yapılan derlemede ayrıntılı olarak verilmiştir.

L-AA'nın, ekmek yapımında gereğinden fazla kullanılması glutenin aşırı kuvvetlenmesine neden olmaktadır. Bu durum; hamur (viskoelastik yapının bozulması, gaz tutma kapasitesinin azalması) ve ekmek niteliklerinin (hacmin ve yumuşaklığın azalması, gözenek yapısının bozulması) gerilemesine yol açar (Wikström ve Eliasson, 1998). Bunun için ekmek üretiminde L-AA'nın uygun düzeyde kullanılması gerekir.

Bu çalışmada; farklı oranlarda buğday kepeği katılmış un-kepek karışımlarıyla ekmek yapımında değişik düzeylerde L-AA kullanılmasının ekmek nitelikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

## Materyal ve Metod

Çalışmalar, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Pilot Fırın Ünitesinde ve Tahıl İşleme Teknolojisi Laboratuvarında aşağıda açıklanan materyal ve metotlar uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

### Materyal

Araştırmada Güney Un San. ve Tic. A.Ş. (Adana)'den temin edilen Tip 650 ekmeçlik buğday unu ve yine aynı fabrikanın kırma valslerinde ayrılan kaba kepek kullanılmıştır. Kaba kepek laboratuvara getirildikten sonra öncelikle çok kalın ve çok ince materyalin uzaklaştırılması amacı ile 2 mm ve 125 µm delik çaplı eleklerden elenmiş ve homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Daha sonra Adana'da bulunan ticari taşlı değirmende (Altınöz Değirmeni) öğütüldükten sonra belirli bir delik çapına

sahip elekler kullanılarak elenmiş ve denemelerde 125 µm ile 200 µm delik çaplı elekler arasında kalan fraksiyon kullanılmıştır. Araştırmada ayrıca, Roche firması tarafından üretilen gıda saflığında L-Askorbik Asit, vital gluten (Mühlchemie), Quest International firması tarafından üretilen “Admul 1982” marka mono ve digliseridlerin diasetil tartarik asit esterleri (DATEM), Özmaya firması tarafından üretilen pres yaş maya (TS 3522; TSE, 1992), rafine kristal tuz (TS 933; TSE, 1986), Çukurova Üniversitesi kampüsü içme suyu, kristal toz şeker (TS 861; TSE, 1998), yaklaşık 160 d/d hızındaki spiral milli (diosna tipi) yoğurma makinesi (Günsa Makine San. A.Ş.), ısıtma donanımlı ve buhar üniteli fermantasyon kabini, Wiesheu marka, “EBO 1-64R” model taş tabanlı fırın ve AACC Metod 10-10B (2000)’ye uygun pişirme tavaları kullanılmıştır.

#### *Teknolojik İşlemler*

Çalışmada, farklı düzeylerde (0, 50, 75, 100, 125 ve 150 mg/kg un) L-AA kullanılmasının kepekli ekmeklerin bazı nitelikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Ayrıca un-kepek karışımlarındaki kepek miktarına bağlı olarak değişen miktarlarda (1.96 g ile 3.92 g/100 g un-kepek karışımı) “Seyrelen Gluten Proteinlerini Telafi edecek miktarın” (SGPT) 2 katı kadar (SGPT x 2) ticari vital gluten ilavesi yapılmıştır.

Ekmek yapma denemeleri, mekanik hamur olgunlaştırma yöntemi esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Yoğrulması tamamlanan hamurun sıcaklığı 21±1 °C olacak şekilde ayarlanmıştır. 15 dakika süreyle yoğrulan hamurlar, 20 dakikalık ara dinlendirmeye bırakılmıştır. Formüle bağlı olarak yaklaşık 165 g parçalara bölünüp pişirme tavaasına uygun olacak biçimde şekil verilen hamur parçaları 90 dakika parça fermantasyonuna tabi tutulmuştur. Ara dinlendirme ve parça fermantasyonu işlemleri 25±1 °C’ye ve %65-70 görelî neme ayarlanmış fermantasyon kabininde gerçekleştirilmiştir. Fermantasyonunu tamamlayan hamurlar 260±2 °C sıcaklıktaki fırında 22 dakika süreyle

pişirme işlemine tabi tutulmuştur. Ekmekler, sıcaklıkları oda sıcaklığına düşene değin soğutulmuş ve amaca uygun tahta dolaplar içerisinde analiz edilene değin tavlansmıştır.

Yukarıda verilen yoğurma süresi, kitle ve fermantasyon süreleri ile pişirme sıcaklığı ve süresi ön denemeler sonucunda belirlenmiştir. Ekmek denemelerinin her biri beşer tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

#### *Analiz Metodları*

Denemelerde kullanılan unun özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla; nem miktarı, pH değeri, yaş ve kuru gluten içerikleri, gluten indeks değeri, sedimantasyon değeri, düşme sayısı değeri, farinogram ve ekstensogram değerleri (sırasıyla; AACC Metod 44-19, 02-52, 38-10, 38-12, 56-60, 56-81B, 54-21, 54-10, 2000), gecikmeli sedimantasyon değeri (Greenaway ve ark., 1965) belirlenmiştir. Ayrıca, denemelerde kullanılan kepek örneğinin nem miktarı (AACC Metod 44-19, 2000) belirlenmiştir.

Un-kepek karışımlarının farinografik ve ekstensografik özellikleri (sırasıyla; AACC Metod 54-21, 54-10, 2000) belirlenmiştir.

Denemelerde değişik formüller kullanılarak üretilen ekmeklerin hacim verimleri, 6. ve 48. saatlerdeki nem içerikleri (Uluöz, 1965), gözenek değerleri (TSE, 1987), 6. ve 48. saatlerdeki ekmek içi yumuşaklık (penetrometre) değerleri (Özer ve Altan, 1995) belirlenmiştir. Her analiz için 3’er ölçüm yapılarak bunların ortalamaları alınmıştır.

Analizlerde elde edilen bulgular; “SAS” istatistik enstitüsünce geliştirilen ve aynı adı taşıyan istatistik paket programı ile (The SAS System for Windows v6.12; SAS Institute, 1982) Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuşlardır.

#### **Bulgular ve Tartışma**

##### *Denemelerde kullanılan unun ve un-kepek karışımlarının bazı özellikleri*

Denemelerde kullanılan un örneğinin bazı özellikleri Çizelge 1’de, farinografik ve ekstensografik özellikleri Çizelge 2’de; un-kepek karışımlarının farinogram ve ekstensogram değerleri ise Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelge 1 ve 2’nin incelenmesiyle

de görülebileceği gibi, çalışmada kullanılan un örneği orta kuvvetli yapıya sahip ekmeklik un niteliğindedir. Denemelerde kullanılan kepek örneğinin nem içeriğinin  $8.76 \pm 0.04$  olduğu belirlenmiştir. Çizelge 3'ün incelenmesiyle; un-kepek karışımına %10 oranında kepek katılması hiç kepek

katılmamasına göre hamurun su absorpsiyonunu ve gelişme süresini arttırdığı, stabilite süresini etkilemediği, yoğurma tolerans sayısı ve yumuşama derecesi değerlerini büyüttüğü belirlenmiştir. Karışıma %20 oranında kepek katılması durumunda ise; hiç kepek katılmamasına göre,

Çizelge 1. Denemelerde kullanılan un örneğinin bazı özellikleri

Un Örneği	Özellikler							
	Nem İçeriği (%)	pH Değeri	Sedimentasyon Değeri (ml)	Gecikmeli Sedimentasyon Değeri (ml)	Yaş Gluten Miktarı (%)	Kuru Gluten Miktarı (%)	Gluten İndeks Değeri (%)	Düşme Sayısı Değeri (sn)
Tip 650	$14.0 \pm 0.1$	$6.50 \pm 0.02$	$33.4 \pm 0.9$	$34.8 \pm 0.8$		$9.8 \pm 0.3$	$95 \pm 2$	$642 \pm 13$
					$29.9 \pm 1.1$			

Çizelge 2. Denemelerde kullanılan un örneğinin farinogram ve ekstensogram değerleri

Un Örneği	Farinogram Değerleri				
	Su Absorpsiyonu (%)	Gelişme Süresi (d)	Stabilite Süresi (d)	Yoğurma Tolerans Sayısı (B.U.) <sup>(1)</sup>	Yumuşama Derecesi (B.U.) <sup>(1)</sup>
Tip 650	$57.4 \pm 0.6$	$1.9 \pm 0.2$	$9.9 \pm 0.9$	$43 \pm 14$	$47 \pm 6$
Tip 650	Ekstensogram Değerleri				
	R <sub>5</sub> (B.U.) <sup>(1)</sup>	R <sub>maksimum</sub> (Hamur Direnci) (B.U.) <sup>(1)</sup>	Uzama Yeteneği (mm)	Oran (B.U./mm)	Enerji Değeri (cm <sup>2</sup> )
	$460 \pm 24$	$610 \pm 16$	$169 \pm 8$	$3.62 \pm 0.26$	$147 \pm 5$

<sup>(1)</sup>Brabander Ünitesi.

Çizelge 3. Değişik düzeylerde kepek içeren un-kepek karışımlarının farinogram ve ekstensogram değerleri

Kepek Oranı (%)	Farinogram Değerleri				
	Su Absorpsiyonu (%)	Gelişme Süresi (d)	Stabilite Süresi (d)	Yoğurma Tolerans Sayısı (B.U.) <sup>(1)</sup>	Yumuşama Derecesi (B.U.) <sup>(1)</sup>
0	$57.4^c$ <sup>(2)</sup>	$1.9^b$	$9.9^a$	$40^b$	$50^c$
10	$62.0^b$	$7.8^a$	$9.8^a$	$70^a$	$120^a$
20	$65.7^a$	$8.0^a$	$6.2^b$	$60^{ab}$	$110^b$
Kepek Oranı (%)	Ekstensogram Değerleri				
	R <sub>5</sub> (B.U.) <sup>(1)</sup>	R <sub>maksimum</sub> (Hamur Direnci) (B.U.) <sup>(1)</sup>	Uzama Yeteneği (mm)	Oran (B.U./mm)	Enerji Değeri (cm <sup>2</sup> )
0	$460^b$ <sup>(2)</sup>	$610^a$	$169^a$	$3.62^c$	$147^a$
10	$490^b$	$570^b$	$120^b$	$4.80^b$	$92^b$
20	$540^a$	$560^b$	$90^c$	$6.18^a$	$69^c$

<sup>(1)</sup>Brabander Ünitesi.

<sup>(2)</sup>Çizelgede aynı özellik için aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

%10 oranında kepek katılmasından farklı olarak stabilite süresini belirgin düzeyde azalttığı, %10 oranında kepek içeren hamurlara göre %20 oranında kepek içeren hamurların yoğurma tolerans sayısı ve yumuşama derecesi değerlerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da (Pomeranz ve ark., 1977; Shogren ve ark., 1981; Rao ve Rao, 1991; Özboy, 1992; Özer, 1998; Gül, 2007); una kepek ilavesi ile ve ilave edilen kepek oranının artışına paralel olarak su absorpsiyon ve gelişme süresi değerlerinin arttığı, stabilite süresinin azaldığı, yoğurma tolerans sayısı ve yumuşama derecesi değerlerinin de kepek katılmasından olumsuz olarak etkilendiği bildirilmiştir.

Katılan kepek miktarına bağlı olarak hamurun sabit deformasyondaki direnci ( $R_5$  değeri) ve oran değerinin arttığı, buna karşılık hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç ( $R_{maksimum}$ ), uzama yeteneği ve enerji değerlerinin ise azaldığı belirlenmiştir ( $p<0.01$ ).

Hamura kepek katılmasıyla, hamurdaki gluten proteinlerinin oransal olarak seyrelmesi ve kepek parçacıklarının boyutlarına ve miktarına bağlı olarak gluten ağının oluşumunun engellenmesi ve/ya da sınırlandırılmasının bir sonucu olarak gluten ağı zayıflar ve hamurun maksimum direnç değerleri azalır, una ilave edilen kepek hamurun uzayabilirliğini sınırlandırıp elastikiyeti ve enerji değerini düşürür.

Farklı araştırmacılar (Rao ve Rao, 1991; Gül, 2007) tarafından yapılan çalışmalarda da buğday ununa %0, 10, 20 ve 30 oranlarında buğday kepeği ilave edilmesi ile hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direncin, uzama yeteneğinin ve enerji değerinin azaldığı, oran değerinin ise arttığı belirlenmiştir.

Özboy (1992), una ilave edilen kepek miktarı arttıkça hamurun  $R_5$ ,  $R_{maksimum}$ , uzama yeteneği ve enerji değerlerinin düştüğünü, una farklı oranlarda kuru gluten ilave edilmesi ile bu olumsuz etkilerin bir miktar önüne geçilebildiğini bildirmiştir.

*Farklı düzeylerde l-askorbik asit kullanılmasının kepekli ekmeklerin bazı nitelikleri üzerine etkileri*

Değişik düzeylerde kepek ve L-AA içeren ekmeklerin hacim verimleri, gözenek değerleri, ekmek içi yumuşaklık değerleri ve nem içerikleri Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesiyle de görülebileceği gibi, una kepek katılmasıyla ekmeklerin hacim verimleri azalmakta ve hamur bileşimine giren kepek miktarı arttıkça ekmekler daha fazla küçülmektedir ( $p<0.01$ ).

Buğday ununa kepek ilave edilmesi ile ekmek hacminde gerileme meydana geldiği çok sayıda araştırmacı (Pomeranz ve ark., 1977; Shogren ve ark., 1981; Lai, 1986; Sosulski ve Wu, 1988; Sievert ve ark., 1990; Rao ve Rao, 1991; Özboy, 1992; Czuchajowska ve Pomeranz, 1993; Özer, 1998; Gül 2007) tarafından da ortaya konmuştur.

Hamur formülüne L-AA'nın belirli bir düzeye (100 mg/kg) kadar girmesiyle, gerek kepeksiz kontrol ekmeğinde ve gerekse kepekli ekmeklerde belirgin bir hacim artışı olduğu görülmüştür. Una ilave edilen L-AA, yoğurma sırasında molekül içi ve moleküller arası disülfid (S-S) bağlarının sayısını arttırarak hamurun; gluten yapısını kuvvetlendirir, viskozitesini ve elastikiyetini arttırır, gaz tutma yeteneğini geliştirir ve ekmekte belirgin bir hacim artışı sağlar (Miller ve Hosney, 1999). Fermente olan hamurdaki karbondioksit ( $CO_2$ ) oluşumunu arttırmaz ama gluteni kuvvetlendirerek ve hamuru daha elastik hale getirerek hamurun gaz tutma yeteneğini arttırır. Bu da ekmek hacminin artmasını sağlar. Ayrıca, ekmek içinin homojen bir gözenek yapısına sahip olmasına ve daha beyaz bir görünüm kazanmasına yardımcı olur (Bahar, 2001; Altan, 2004).

L-AA'nın 100 mg/kg'dan daha fazla kullanılması (125 ve 150 mg/kg) durumunda ise denemede üretilen tüm ekmeklerin hacimlerinde azalma saptanmıştır ( $p<0.01$ ). L-AA'nın ekmek hacmi üzerindeki etkisinin olumludan olumsuza döndüğü düzey üzerinde kepek miktarının etkili olmadığı saptanmıştır. L-AA'nın ekmeklerin hacim verimi üzerindeki geliştirici etkisi, kontrol ekmeklerinde yaklaşık %8 ( $53 \text{ cm}^3$ ), %10 kepek içeren ekmeklerde %10 ( $64 \text{ cm}^3$ ) ve

%20 kepek içeren ekmeklerde ise %11 (61 cm<sup>3</sup>) olarak tespit edilmiştir.

%10 oranında kepek içeren ekmeklerde en yüksek hacim verimine (676 cm<sup>3</sup>) sahip olan 100 mg/kg L-AA düzeyinin kontrol ekmeği formüllerinin en düşük hacim verimine dahi ulaşamadığı (0 mg/kg L-AA; 684 cm<sup>3</sup> / 100 g un), bu nedenle kepekli ekmek üretiminde L-AA ve SGPT x 2 düzeyinde vital gluten kullanılmasının kepeğin neden olduğu hacim üzerindeki azaltıcı etkiyi gideremediği belirlenmiştir. L-AA'nın 100 mg/kg düzeyinden daha fazla kullanılması durumunda ekmek hacminde meydana gelen azalmanın; gluten yapısının aşırı kuvvetlenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Farklı düzeylerde kepek ilavesinin ekmek nitelikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Pomeranz ve ark., 1977), kepek ilavesi ile ekmek hacmindeki azalmanın hamurun gaz tutma kapasitesindeki azalma ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ancak yapay olarak olgunlaştırmak üzere unlara L-AA gibi oksidan maddelerin ilave edilmesiyle hamurun kuvvetlendiği ve gaz tutma kapasitesinin arttığı bildirilmiştir (Dubois, 1978; Özer, 1998).

L-AA'nın yavaş etkili bir oksidan madde olduğunu belirten Weak ve ark. (1977), bu oksidanın hamurun mekanik olarak işlenmeye karşı toleransını ve uzamaya karşı gösterdiği direnci artırarak ekmek hacmini yükselttiğini bildirmişlerdir.

Elkassabany ve Hosoney (1980), L-AA'nın çok düşük konsantrasyonlarda (15 mg/kg) bile hamurun reolojik özelliklerini etkileyip değiştirdiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4'ten de görülebileceği gibi, hamur formülüne %10 oranında kepek ilave edilmesi kontrole göre ekmeklerin gözenek yapısını olumsuz etkilememiş (p>0.01), buna karşılık %20 oranında kepek ilavesi 50, 75 ve 100 mg/kg L-AA kullanılma düzeylerinde ekmeklerin gözenek yapılarını olumsuz etkilemiştir (p<0.01).

Kepeksiz (%0 kepek içeren) ekmeklerde 75 ve 100 mg/kg L-AA

(sırasıyla; 6.40 ve 6.68), %10 kepek içeren ekmeklerde 75, 100 ve 125 mg/kg L-AA (sırasıyla; 6.24, 6.54 ve 6.08) kullanılmasının aynı kepek kullanım oranı içerisinde yer alan diğer L-AA kullanılma düzeylerine göre ekmeklerin gözenek yapılarını iyileştirdiği belirlenmiştir (p<0.01). Ancak %20 oranında kepek içeren ekmek örneklerinde kullanılan L-AA miktarının ekmeklerin gözenek yapılarını etkilemediği belirlenmiştir (p>0.01). Hiç kepek içermeyen ekmeklerin gözenek yapılarının L-AA'nın 125 mg/kg, %10 kepek içeren ekmeklerin gözenek yapılarının ise L-AA'nın 150 mg/kg kullanıldığı düzeyde bozulduğu saptanmıştır.

Penetrometre değerlerine ait 6. saat ölçüm sonuçlarının incelenmesiyle (Çizelge 4), kepeğin ekmek içi yumuşaklığını azalttığı, artan kepek düzeyine bağlı olarak örneklerin ekmek içi sertliklerinin arttığı (p<0.01) belirlenmiştir. Denemelerde üretilen kepek içeren ve içermeyen ekmeklerde L-AA'nın 50 mg/kg düzeyinden itibaren hacim artışına koşut olarak ekmek içi yumuşaklık değerlerinin de arttığı görülmüştür. Hiç kepek içermeyen, %10 ve %20 oranlarında kepek içeren ekmek formüllerinde L-AA'nın yumuşaklık üzerine olumsuz etkileri, sırasıyla, 125 ve 150 mg/kg L-AA düzeylerinden itibaren görülmeye başlanmıştır. Ekmeklerin 48 saatlik beklemeyle belirgin bir şekilde sertleştikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte, ekmeklerin sertleşme hızlarının kepek oranına bağlı olarak yavaşladığı, %20 oranında kepek içeren ekmeklerin kepek içermeyen ve %10 oranında kepek içerenlere göre daha yavaş sertleştikleri görülmüştür. 48. saate ait ölçüm sonuçlarının incelenmesiyle, kepeğin ve L-AA'nın ekmek içi yumuşaklık değerleri üzerine etkilerinin 6. saat ölçümlerine göre azaldığı, hatta %10 ve %20 oranlarında kepek kullanılan ekmeklerde L-AA'nın yumuşaklık üzerine etkisinin önemsiz (p>0.01) olduğu belirlenmiştir.

Denemelerde üretilen ekmeklerin 6 ve 48 saat sonra ölçülen nem içeriklerine ilişkin değerlerin incelenmesiyle (Çizelge 4); her iki ölçüm zamanında da, beklenildiği gibi, hamur formülünde artan kepek düzeyine bağlı olarak ekmeklerin nem içeriklerinin yükseldiği (p<0.01), buna karşılık L-AA katılıp katılmamasının ya da farklı düzeylerde L-AA

katılmasının ekmeklerin nem içeriklerini etkilemediği ( $p>0.01$ ) belirlenmiştir. Kepekli ekmeklerin nem içeriklerinin (%36.6-38.4), kontrol ekmeklerinden (%34.7-34.8) yaklaşık % 2-4 kadar daha yüksek olduğu saptanmıştır. Hamur formülüne her %10'luk kepek katılmasının ekmeklerin nem içeriklerinde yaklaşık %2'lik bir artışa neden olduğu, ekmeklerin nem içerikleri arasındaki farkın 48. saat ölçümlerinde de aynı derecede olduğu (yaklaşık %2 düzeyinde) görülmüştür. Ekmeklerin fırından çıkmasını takiben geçen süreye bağlı olarak su kaybetme hızları açısından, kepek ve L-AA içeriklerinin önemli bir etkisi belirlenememiştir. Kontrol ekmeği ve kepekli ekmeklerin nem içeriklerinin Anon. (2002)'a uygun oldukları belirlenmiştir.

Elde edilen bulguların (Çizelge 4) diğer araştırmacıların (Nakamura ve Kurata, 1997a,b; Özer, 1998; Gül, 2007) çalışmalarında elde edilen bulgularla birlikte değerlendirilmesiyle; ölçülen değerlerin genellikle aynı yönde artma/azalma eğilimi gösterdiği, ancak, çalışmalarda kullanılan unların ve kepeklerin nitelikleri, kullanılan katkı kombinasyonları ve/ya da kullanılan oksidan maddelerin miktarlarına bağlı olarak ekmek özelliklerinde meydana gelen değişme ve iyileşme dereceleri arasında farklılık bulunduğu görülmüştür.

## Sonuç

Denemede kullanılan özelliklere sahip unun ve kepeğin materyal ve metot kısmında belirtilen katkı maddeleri ile birlikte kullanılarak ekmek yapılması durumunda :

- Una kepek katılmasına koşut olarak ekmek hacimlerinin azaldığı, gözenek yapılarının bozulduğu, ekmek içi sertliklerinin arttığı ve nem içeriklerinin yükseldiği ( $p<0.01$ ),
- Kepekli ekmek üretiminde L-AA'nın 100 mg/kg düzeyine kadar kullanılmasının ekmek hacmini artırıcı yönde etkide bulunduğu, L-AA'nın 100 mg/kg'dan daha yüksek düzeylerde kullanılması

durumunda ise ekmek hacmini azaltıcı yönde etki yaptığı,

- Kepeksiz ekmeklerde 100 mg/kg, %10 kepek içeren ekmeklerde ise 75 ve 100 mg/kg L-AA kullanılmasının hiç L-AA kullanılmamasına göre ekmeklerin gözenek yapılarını iyileştirdiği, ancak %20 oranında kepek içeren ekmek örneklerinde kullanılan L-AA miktarının ekmeklerin gözenek yapılarını etkilemediği,
- Hem kepekli hem de kepeksiz ekmeklerde L-AA'nın 50 mg/kg düzeyinden itibaren penetrometre değerlerini arttırdığı,
- Kepekli ekmek üretiminde kullanılan L-AA miktarının ekmeklerin nem içeriklerini etkilemediği ( $p>0.01$ ),
- "Vital gluten + DATEM + Şeker" ile birlikte uygun miktarda L-AA kullanılmasının, bu kombinasyonda L-AA bulunmadığı duruma göre sağladığı ek iyileştirmenin; yaklaşık olarak: ekmek hacminde %10, ekmek içi yumuşaklığında %7-8 ve gözenek değerinde 0.4-1.0 puan olduğu,
- Un-kepek karışımının gluten içeriğinin, unun başlangıçtaki gluten içeriğine göre daha yüksek düzeylere çıkarılmasının; una başlangıçta sahip olduğu değerleri kazandıramadığı, ancak, ekmek niteliklerinin gerilemesini belirli ölçülerde durdurabildiği ve
- Aşırı L-AA kullanılmasından (olumsuz etkileri nedeniyle) kaçınılmasına özen gösterilmesi gerektiği sonuçlarına varılmıştır.

## Kaynaklar

- AACC, 2000. Method 02-52, Method 10-10B, Method 38-10, Method 38-12, Method 44-19, Method 54-10, Method 54-21, Method 56-60, Method 56-81B. The Association: St. Paul, MN, U.S.A.
- Adams, J.F., and Engstrom, A., 2000. Dietary Intake of Whole Grain vs. Recommendations. Cereal Foods World, 45(2):75-79.
- Altan, A., 2004. Tahıl İşleme Teknolojisi (Yayınlanmamış Ders Notları). Adana.

- Anderson, J. W., 1985, Health Implications of Wheat Fiber. *American Journal of Clinical Nutrition*, 41:1103-1112.
- Anonymous, 2002. Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği (Tebliğ No:2002/13).
- Bahar, B., 2001. Un İşleme Ajanları. Bölüm:13. "Gıda Katkı Maddeleri" Kitabı (Editör T. ALTUĞ), Meta Basım, İzmir, sayfa 241-259.
- Czuchajowska, Z., and Pomeranz, Y., 1993. Gas Formation and Retention II. Role of Vital Gluten During Baking of Bread from Low-Protein or Fiber-Enriched Flour. *Cereal Foods World*, 38(7): 504-511.
- Dizlek, H., ve Gül, H., 2007. L-Ascorbik Asit ve Ekmekçilikteki İşlevleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(1):26-34.
- Dubois, K. D., 1978. The Practical Application of Fiber Materials in Bread Production. *Baker's Digest*, 52(2):30-33.
- Elgün, A., ve Ertugay, Z., 1997. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:718, Ziraat Fakültesi No:297, Ders Kitapları Serisi No:52, Erzurum, 376s.
- Elkassabany, M., and Hosney, R. C., 1980. Ascorbic Acid as an Oxidant in Wheat Flour Dough. II. Rheological Effects. *Cereal Chemistry*, 57(2):88-91.
- Göçmen, D., 1996. Hamur Hazırlanmasında Şerbetçi Otu ve Laktik Starter Kullanımının Hamur ve Ekmeğin Özellikleri Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Bursa, 87s.
- Greenaway W.T., Neustadt M.H., Zeleny L., 1965. Communication to the Editor : A Test for Stink Bug Damage in Wheat. *Cereal Chemistry*, 42(6):577-579.
- Gül, H., 2007. Mısır ve Buğday Kepeğinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana, 232s.
- Lai, C. S., 1986. Effect of Wheat Bran, Short and Germ on Bread Making. Kansas State University PhD Thesis, U.S.A.
- Ma, Y., Griffith, J. A., Chasan-Taber, L., Olendzki, B. C., Jackson, E., Stanek, E. J., LI, W., Pagoto, S. L., Hafner, A. R., and Ockene, I. S., 2006. Association Between Dietary Fiber and Serum C-Reactive Protein. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 83(4):760-766.
- Malkki, Y., 2001. Physical Properties of Dietary Fiber as Keys to Physiological Functions. *Cereal Foods World*, 46(5): 196-199.
- Marquart, L., 2000. An Introduction to Whole Grains and Their Health Benefits. *Cereal Foods World*, 45(2):50-51.
- Miller, K.A., and Hosney R.C., 1999. Effect of Oxidation on the Dynamic Rheological Properties of Wheat Flour-Water Doughs. *Cereal Chemistry*, 76(1):100-104.
- Nakamura, M., and Kurata, T., 1997a. Effect of L-Ascorbic Acid on the Rheological Properties of Wheat Flour-Water Dough. *Cereal Chemistry*, 74(5):647-650.
- Nakamura, M., and Kurata, T., 1997b. Effect of L-Ascorbic Acid and Superoxide Anion Radical on the Rheological Properties of Wheat Flour-Water Dough. *Cereal Chemistry*, 74(5):651-655.
- Özboy, Ö., 1992. Değişik Oranlarda Buğday Kepeği İçeren Unların Ekmek Verimi ve Kalitesini Düzeltme İmkanları. Hacettepe Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 84 sayfa.
- Özer, M. S., ve Altan, A., 1995. Küçük Ekmek Yapımında Bazı Katkı Maddelerinin Kullanılmasının Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkileri. *Gıda Dergisi*, 20(6):357-363.
- Özer, M. S., 1998. Kepekli Ekmeklerin Bazı Niteliklerinin İncelenmesi ve Kalitelerinin İyileştirilmesi Olanakları.



- Çukurova Üniversitesi Doktora Tezi, Adana, 152 sayfa.
- Pomeranz, Y., Shogren, M. D., Finney, K. F., and Bechtel, U. S., 1977. Fiber in Breadmaking-Effects on Functional Properties. *Cereal Chemistry*, 54(1):25-41.
- Rao, H., and Rao, M., 1991. Effect of Incorporating Wheat Bran on the Rheological Characteristics and Bread Making Quality of Flour. *Indian Journal of Food Science and Technology*, 28: 92-97.
- SAS Institute, 1982. SAS User's Guide to Statistical Analyses. SAS Institute, Inc. Raleigh, NC
- Shogren, M.D., Pomeranz, Y., and Finney, U.S., 1981. Counteracting the Deleterious Effects of Fiber in Bread Making. *Cereal Chemistry*, 58 (2): 142-144.
- Sievert, D., Pomeranz, Y., and Abdelrahman, A., 1990. Functional Properties of Soy Polysaccharides and Wheat Bran in Soft Wheat Products. *Cereal Chemistry*, 67(1):10-13.
- Sosulski, F. W., and Wu, K. K., 1988. High-Fiber Breads Containing Field Pea Hulls, Wheat, Corn and Wild Oat Brans. *Cereal Chemistry*, 65(3): 186-191.
- Sullivan, K.R.O., 1998. Fiber and Its Role in Health and Disease. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 49: 9-12.
- TSE, 1986. Yemeklik Tuz. TS 933, Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- TSE, 1992. Ekmek Mayası. TS 3522, Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- TSE, 1998. Beyaz şeker ( Sakaroz) TS 861, Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- TSE, 1987. Ekmek. TS 5000, Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- Uluöz, M., 1965. Buğday, Un ve Ekmek Analiz Metodları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, İzmir, 91 sayfa.
- Weak, E. D., Hosney, R. C., Seib, P. A., and Biag, M., 1977. Mixograph Studies. I. Effect of Certain Compounds on Mixing Properties. *Cereal Chemistry*, 54:794-802.
- Wikström, K., and Eliasson, A. C., 1998. Effects of Enzymes and Oxidizing Agents on Shear Stress Relaxation of Wheat Flour Dough: Addition of Protease, Glucose Oxidase, Ascorbic Acid, and Potassium Bromate. *Cereal Chemistry*, 75(3):331-337

Çizelge 4. Değişik düzeylerde kepek ve L-AA katılmış ekmeklerin bazı özelliklerine ilişkin ortalama değerler

Kepek Miktarı (%)	L-AA Miktarı (mg/kg)	Hacim Verimi (cm <sup>3</sup> /100g un ya da un-kepek karışımı)	Gözenek Değeri (0-8 Puan)	Penetrometre Değerleri (1/10mm)		Nem İçerikleri (%)	
				6. Saat	48. Saat	6. Saat	48. Saat
0 (Kontrol)	0	684 <sup>d(1)</sup>	5.94 <sup>cdefg</sup>	139 <sup>b</sup>	51 <sup>lm</sup>	34.7 <sup>c</sup>	32.7 <sup>d</sup>
	50	708 <sup>c</sup>	6.12 <sup>bcde</sup>	153 <sup>a</sup>	55 <sup>jkl</sup>	34.8 <sup>c</sup>	32.7 <sup>d</sup>
	75	725 <sup>b</sup>	6.40 <sup>abc</sup>	154 <sup>a</sup>	56 <sup>jk</sup>	34.7 <sup>c</sup>	32.5 <sup>d</sup>
	100	737 <sup>a</sup>	6.68 <sup>a</sup>	157 <sup>a</sup>	59 <sup>j</sup>	34.8 <sup>c</sup>	32.5 <sup>d</sup>
	125	707 <sup>c</sup>	6.00 <sup>cdefg</sup>	153 <sup>a</sup>	60 <sup>j</sup>	34.7 <sup>c</sup>	32.6 <sup>d</sup>
	150	689 <sup>d</sup>	5.76 <sup>defg</sup>	143 <sup>b</sup>	56 <sup>jk</sup>	34.8 <sup>c</sup>	32.5 <sup>d</sup>
10 <sup>(2)</sup>	0	612 <sup>1</sup>	5.68 <sup>efg</sup>	121 <sup>d</sup>	50 <sup>m</sup>	36.7 <sup>b</sup>	34.9 <sup>c</sup>
	50	640 <sup>gh</sup>	6.00 <sup>cdefg</sup>	127 <sup>c</sup>	51 <sup>lm</sup>	36.6 <sup>b</sup>	34.9 <sup>c</sup>
	75	662 <sup>f</sup>	6.24 <sup>abcd</sup>	129 <sup>c</sup>	49 <sup>m</sup>	36.6 <sup>b</sup>	35.0 <sup>c</sup>
	100	676 <sup>e</sup>	6.54 <sup>ab</sup>	127 <sup>c</sup>	49 <sup>m</sup>	36.6 <sup>b</sup>	34.8 <sup>c</sup>
	125	646 <sup>g</sup>	6.08 <sup>bcdef</sup>	116 <sup>e</sup>	47 <sup>mno</sup>	36.6 <sup>b</sup>	34.9 <sup>c</sup>
	150	613 <sup>1</sup>	5.54 <sup>g</sup>	106 <sup>f</sup>	48 <sup>mn</sup>	36.7 <sup>b</sup>	34.8 <sup>c</sup>
20 <sup>(3)</sup>	0	571 <sup>k</sup>	5.62 <sup>efg</sup>	90 <sup>h</sup>	43 <sup>nop</sup>	38.4 <sup>a</sup>	36.7 <sup>b</sup>
	50	589 <sup>j</sup>	5.60 <sup>fg</sup>	97 <sup>g</sup>	43 <sup>nop</sup>	38.3 <sup>a</sup>	36.6 <sup>b</sup>
	75	616 <sup>1</sup>	5.60 <sup>fg</sup>	97 <sup>g</sup>	43 <sup>nop</sup>	38.3 <sup>a</sup>	36.6 <sup>b</sup>
	100	632 <sup>h</sup>	5.96 <sup>cdefg</sup>	97 <sup>g</sup>	43 <sup>nop</sup>	38.4 <sup>a</sup>	36.6 <sup>b</sup>
	125	611 <sup>1</sup>	5.66 <sup>efg</sup>	92 <sup>gh</sup>	42 <sup>op</sup>	38.2 <sup>a</sup>	36.5 <sup>b</sup>
	150	584 <sup>j</sup>	5.54 <sup>g</sup>	84 <sup>1</sup>	40 <sup>p</sup>	38.3 <sup>a</sup>	36.6 <sup>b</sup>

<sup>(1)</sup> Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

<sup>(2)</sup> %10 oranında kepek içeren 100 g un-kepek karışımı için (90 g un-10 g kepek) 1.96 g vital gluten kullanılmıştır.

<sup>(3)</sup> %20 oranında kepek içeren 100 g un-kepek karışımı için (80 g un-20 g kepek) 3.92 g vital gluten kullanılmıştır.