



Ekşi hamur ve buğday, çavdar, yulaf tam unu katkılı ekmeklerin kalitatif özellikleri
Qualitative properties of breads with sourdough, wheat, rye, oat whole flour additive

Halis Gürbüz KOTANCILAR¹, Timuçin YAKAR, Mehmet Murat KARAOĞLU

¹ Gıda Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ/INFO

Geliş/Received 18.11.2021
Kabul/Accepted 29.12.2021
Yayın/Published 31.01.2022



Copyright ©

ATA-Gıda Dergisi/ATA-Food
Journal by Atatürk University

ÖZET/ABSTRACT

Bu çalışmanın amacı, lifçe zengin olan tam tahıl unları (buğday, çavdar ve yulaf) ve ekşi mayanın ekmek formülasyonunda kullanım imkanını araştırmaktır. Ekmek üretimi hamur formülasyonuna %0, 10, 20 ve 30 oranında tam buğday, çavdar ve yulaf unu; %0, 10 ve 20 oranında ekşi hamur ilave edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Un çeşidi ve tam un seviyesi değişkenlerinin; ekmeğin spesifik hacmi, sertlik, esneklik ve yapışkanlık değerleri üzerine çok önemli seviyede ($p<0.01$) etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca; ekşi hamur seviyesinin, ekmeğin yumuşaklık değeri üzerine çok önemli seviyede ($p<0.01$) etkili olduğu gözlemlenmiştir. Lif bakımından zengin olan çavdar ve yulaf tam unları ekmek hacimlerinin azalmasına ve raf ömrünün kısılmasına neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ekşi hamur, Çavdar, Buğday unu, Yulaf, Tekstürel analiz

The aim of this study is to investigate the possibility of using fiber-rich whole grain flours (wheat, rye and oat) and sourdough in bread formulation. Bread production was carried out by adding in ratio 0, 10, 20 and 30% whole wheat, rye and oat flour and in ratio 0, 10 and 20% sourdough to the dough formulation. It was determined that variables of flour type and whole flour level had a very significant ($p<0.01$) effect on the specific volume, hardness, flexibility and stickiness values of the bread. Also; It was observed that the sourdough level had a very significant ($p<0.01$) effect on the softness value of the bread. Rye and oat whole flours, which are rich in fiber, caused a decrease in bread volume and shortened shelf life.

Keywords: Sourdough, Rye, Wheat flour, Oat, Textural analysis

” **Atf için/To cite:** Kotancılar, H.G., Yakar, T., & Karaoğlu, M.M. (2022). Ekşi hamur ve buğday, çavdar, yulaf tam unu katkılı ekmeklerin kalitatif özellikleri. *ATA-Gıda Dergisi*, 1(1), 0004.

✉ **Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** gurbuz@atauni.edu.tr

1. Giriş

Yüksek lif içeriğine sahip kepekli ekmekler, günümüzde yaygın bir biçimde tüketilmektedir (Miller, 1981; Lai vd., 1989) Öğütme işleminin önemli bir yan ürünü olan kepek; perikarp, testa ve aleron tabakaları bakımından zengindir. Embriyo isteğe bağlı olarak undan ayrılrsa da çoğu zaman kepekten ayrılmayıp, bildikte tüketilebilir (Hoseney, 1983; Lai, 1986).

Hatalı beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak insanlarda kalp-damar hastalıkları, sindirim sistemi vb. hastalıklar her geçen gün artmaktadır. Besinsel lifinin metabolik önemi ve sağlık açısından faydaları bilindiğinden, bu konularla ilgili yapılan çalışmalara ağırlık verilmekte, besinsel lifince fakir olan gıdaların lif içeriği arttırılmaktadır. Besinsel lif, insan bağırsağında sindirilemeyen, lignin ve polisakkarit gibi kompleks bileşenlerden oluşmaktadır. Suda çözünen lif ve pektin, mide boşalmasını geciktirdiğinden gıdaların midede daha uzun süre kalmasını sağlamaktadır. Guar gam pektin gibi bazı bitkisel liflerin, kandaki kolesterol seviyesini düşürdüğü, kalp hastalığı riskini düşürdüğü ve tahıl liflerinin de kronik kalp rahatsızlıklarına yakalanma ihtimalini düşürdüğü ifade edilmektedir (Değirmencioglu, 1996).

Buğday kepeği mineral maddeler bakımından zengin olup (Ercan ve Velioğlu, 1990), 100 gram buğday kepeği, insan vücudunun günlük ihtiyacı olan bakır, çinko, fosfor, potasyum, magnezyum ve kükürt gibi mineral maddelerinin tamamına yakınına karşılık gelmektedir (Kurucu, 1987). Esansiyel amino asitler bakımından embriyo ve kepek una göre daha zengindir. Özellikle lizin kepekte daha fazladır (Pomeranz, 1987).

Kavuzsuz yulaf tanesi morfolojik olarak diğer hububatlarla benzerlik göstermektedir. Trichomes adı verilen çok sayıda tüyle kaplıdır. Yulafta glüten olmadığı için ekmeçlik olarak kullanılmaz, ancak buğday ununa değişik oranlarda yulaf unu, yulaf ezmesi, yulaf kırmısı ve yulaf kepeği ilave edilerek ekmeç üretiminde kullanılmaktadır (Fulcher, 1986).

Yulaf kepeğinin dışkı miktarını arttırdığı belirtilmiştir. Tam unların vitamin ve mineral madde bakımından zengin olduğu, lifli kısımda bulunan kavuz ve kepeğinin insan sağlığı açısından özellikle sindirim ve boşaltım sistemleri üzerinde son derece etkili olduğu bilinmektedir (Değirmencioglu, 1996).

Çavdar ekmeğinin kan şekeri seviyesini, trigliserid ve tansiyonu düşürdüğü, kalp riskini azalttığı ifade edilmiştir. Çavdar, tam un olarak kullanıldığı için B vitaminleri ve mineral madde yönünden zengindir. Kepek miktarının fazla olması; hamurun kabarma özelliğini azalmasına, ekmeç içinin tam pişmemesine ve nem oranının fazla olmasına, dolayısıyla ekmeçte hızlı bir küflenmeye neden olmaktadır. Kepekte fitik asitin fazla olmasından dolayı sağlığımız için önemli olan demir (Fe), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve çinkonun (Zn) kullanım oranını azalttığı bilinmektedir (Katina ve ark., 2006). Bu olumsuzluk maya, malt unu kullanımı ve fermentasyonla giderilmektedir (Elgün ve Ertugay, 2011). Çavdarın besin değeri yönüyle buğdayla çok benzerlik göstermektedir. Bu bakımdan katkısız ekmeçlerde çavdar veya buğday ekmeçleri birbirine yakın besin değeri içermektedir (Katina vd., 2006).

Ekşi hamurunun çavdar ekmeğinde kullanılması, dokuyu olumlu yönde etkilemektedir. Avrupa ülkelerinde çavdar ekşi hamurları genellikle kullanılmaktadır (Hansen ve Schieber, 2005).

Ekmeğın tarihi ve ekşi hamur yöntemi insanlık tarihi kadar eskidir. Ekşi hamur yöntemi mayalama metodu olarak kullanılmaktadır. Esası ise; normal kültür mayalarıyla beraber, havadan ve katkı maddelerinde kaynaklanan yabancı mayaların, laktik asit ve asetik asit ve sitrik asit bakterilerinin faaliyet gösterdiği hamur kitlesini, bir sonraki hamurda maya olarak kullanmaktır (Ertugay vd.,1988; Elgün ve Ertugay, 2011, Kotancılar vd., 2008; Kotancılar vd., 2009).

Ekşi hamur yöntemi, mayalanmış hamurla ekmeç üretimde en eski metottur. Ekşi hamurda, fermentasyon sırasında undan kaynaklanan laktik asit bakterilerinin metabolik aktivitesi sonucunda laktik asit fermentasyonu oluşmaktadır (Hansen ve Schieberle, 2005; Kotancılar vd., 2006a).

Laktik asit ekşi hamurda bulunan mikroorganizmaların ana metabolik ürünüdür. Serbest amino asit ya da şeker gibi ilk olarak lezzet veren unsurların üretimi aroma gelişimi için ekşi hamurlarda çok önemlidir (Collar vd., 1991; Gobbetti vd.,1994; Wehrle ve Arendt, 1998). Ekşi hamurun bir başka avantajı da ürünlerin geliştirilmiş raf ömürleridir (Armero ve Collar, 1996; Wehrle ve Arendt, 1998). Hamurun pH seviyesindeki değişiklikler laktik asit üretiminden kaynaklanır ve pH seviyesindeki bu düşüş hamurun reolojik özelliklerini de belirler (Wehrle vd.,1997; Wehrle ve Arendt, 1998).

Maya ve heterofermantatif laktik asit bakterileri; hamurun kabarması üzerine etkide bulunmakta, ekmeğın kolay pişmesine ve daha yumuşak daha lezzetli ekmeç oluşumuna katkıda bulunmaktadır (Kotancılar vd., 2006a; 2006b). Fermentasyon sırasında üretilen laktik asit ve asetik asit; pH'nın düşürmesine ve ekmeğın küflenerek bozulmasının geciktirilmesine, rop hastalığına neden olan *Basillus subtilis*'in gelişiminin engellenmesine, aroma bileşenlerinin meydana gelmesine ve kendine özgü karakterler kazanmasına, oluşan asitliğin fitat yıkımını sağlaması sonucunda demir (Fe), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve çinkonun (Zn) biyo yararlanılabilirliğini artırılmasına neden olmaktadır (Hancıoğlu ve Karapınar, 2002).

Ekşi hamurdaki laktik asit bakterilerinin hamurdaki asitliğin arttırılması, nişastanın mikrobiyal hidrolizi ve proteolitik aktivitesi, ekmeğın raf ömrünü uzatmakta ve daha fazla sertleşmesinin önüne geçmektedir (Kotancılar vd.,1998; Corsetti vd., 2000).

Bu çalışmada; ekmeç formülasyonuna %0, 10, 20, 30 seviyelerinde buğday, çavdar ve yulaf tam unları ve %0, 10, 20 oranlarında ekşi hamur ilave edilerek ekmeğın kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

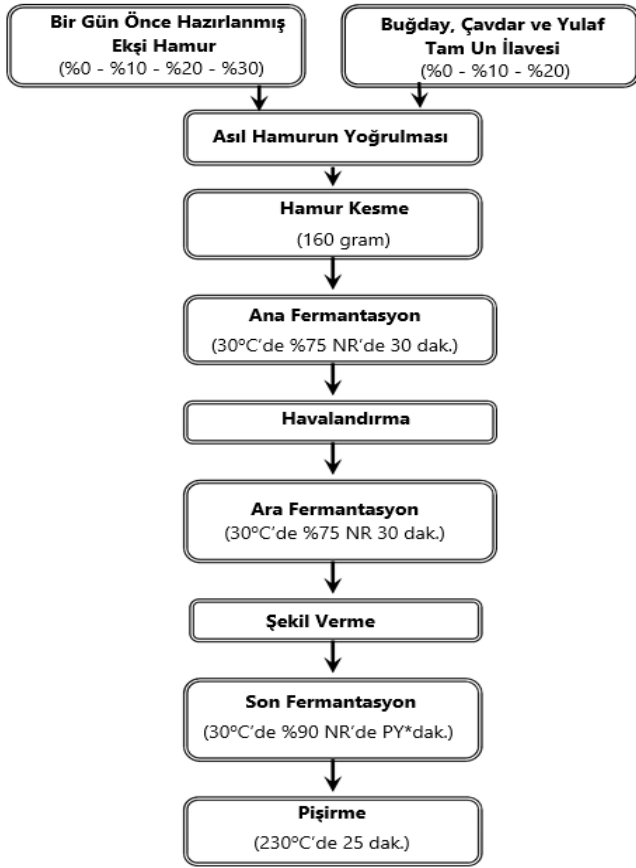
2. Materyal Metot

Araştırmada; piyasadan temin edilen ekmeçlik un kullanılmıştır. Buğday, çavdar ve yulaf Atatürk Üniversitesi Bitkisel Ürünler Araştırma Müdürlüğü'nden temin edilmiş ve Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl Ürünleri Araştırma Laboratuvarı'ndaki Bühler tipi değirmende öğütülmüştür. Araştırmada; taze olarak temin edilen "Pakmaya" firmasınca üretilen pres yaş maya, marketten temin edilen rafine mutfak tuzu, su olarak da şebeke suyu kullanılmıştır. Ekşi Hamur da Trabzon İli'nin Vakfıkebir ilçesinden temin edilmiştir.

2.1. Deneme Planı

Araştırmada ekmeçlik una %0, 10, 20 ve 30 oranlarında tam buğday, yulaf ve çavdar unu ve %0, 10 ve 20 olmak üzere 3 farklı ekşi hamur katkı seviyesi faktör olarak seçilmiştir.

Ekmekler Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl Ürünleri Araştırma Laboratuvarında Şekil 1'deki prosese göre pişirilmiştir.



Şekil 1. Ekmek yapım prosesi (PY*: Proff yüksekliğine ulaşana kadar beklendi)

2.2. Ekmekte Yapılan Analizler

Ekmeklerin kütle ve hacimleri bir saat soğuduktan sonra ölçülmüştür. Ekmek hacmi kolza tohumuyla yer değiştirme esasına göre belirlenmiş, spesifik hacim ise ölçülen hacim değerleri ağırlığa bölünmek suretiyle bulunmuştur. Pişirildikten sonra 1 saat soğutulmuş olan ekmekler çift katlı polietilen torbalar içine yerleştirilip, ağızları sıkıca bağlandıktan sonra ekmek içinin TPA ile tekstürel özelliklerinin belirlenmesi için oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir (Elgün vd., 2015).

2.2.1. Ekmek İçinin Doku Özelliklerinin Belirlenmesi

Carr ve Tadini (2003)'nin yöntemi modifiye edilerek, ekmek içinin doku analizlerinde kullanılmıştır. SMS tekstür analiz cihazı (model TA.XTplus, Stable Micro System, England) 36 mm'lik probu (P/36) ile birlikte kullanılarak analiz yürütülmüştür. 3. gün sonunda her bir ekmek 8 cm kalınlığında dilimlenerek, aşağıda belirtilen koşullar altında ekmek içi merkezinin tekstür özelliklerinden sertlik, yapışkanlık ve esneklik iki paralelli olarak ölçülmüştür (Karim ve ark., 2000). TPA (Tekstür Profil Analizi) metodu şu koşullar altında yürütülmüştür. Ön test hızı: 2.0 mm/s, test hızı: 5.0 mm/s, test sonrası hız: 5.0 mm/s, mesafe: 20 mm, tetikleme tipi: otomatik- 20 g, zaman: 5 s.

2.3. İstatistiksel Analiz

Araştırmamız 3x4x3 faktöriyel düzenleme ile tam şansa bağlı deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak

yürütülmüştür. Denemeden alınan ham değerler SPSS programında (SPSS, 1999) varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları, 0,05 güven sınırları içerisinde Duncan çoklu karşılaştırma testiyle karşılaştırılmıştır (Yıldız ve Bircan, 2003).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Ekmeğin Spesifik Hacim, Sertlik, Esneklik ve Yapışkanlık Değerler

Buğday, çavdar ve yulaftan elde edilen tam unlarının, farklı seviyelerde ilave edildiği ekşi hamur katkılı ekmeklerin spesifik hacim, ekmek içi sertlik ve esneklik değerleri üzerine; un çeşidi, tam un seviyesi ve un çeşidi x tam un seviyesi interaksyonu istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0.01$), yumuşaklık değerleri üzerine ise un çeşidi ve tam un seviyesi istatistiki olarak yine çok önemli seviyede ($p<0.01$) etkili olmuş, ekşi hamur seviyesi ise istatistiki olarak önemli çıkmamıştır.

Spesifik hacim, ekmek içinin TPA değerlerinden sertlik, esneklik ve yapışkanlık değerleri ortalamalarının; un çeşidi değişkenine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 1'de, un seviyesi değişkenine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 2'de, ekşi hamur seviyesi değişkenine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 3'de, ekmeğin spesifik hacmi üzerine etkili olan un çeşidi x un seviyesi interaksyonu Şekil 2'de, ekmeğin sertlik üzerine etkili olan tahıl çeşidi x un seviyesi interaksyonu Şekil 3'de verilmiştir.

Hansen ve Hansen (1996), ekşi hamur ilavesinin, ekmek üzerine etkisi araştırdıkları bir çalışmada %5-20 ekşi hamur ilavesi ile üretilen ekmeklerin, kontrole göre önemli derecede hacim artışı sağladığını gözlemlemiştir.

Every vd. (1998) yaptıkları bir araştırmada; Laktik asit bakterileri tarafından oluşturulan asitleşme, nişastanın mikrobiyal hidrolizi ve proteolitik etkinin ekmeğin raf ömrünü artırdığı ve sertliğin azalmasına neden olduğunu ifade etmişlerdir (Corsetti vd., 2000).

Tablo 1'e göre; en yüksek spesifik hacim, esneklik ve yapışkanlık değerini buğday unu vermiş, buğday unundaki glütenden dolayı en yüksek ekmek hacmini buğday unu vermiş, en düşük ekmek içi sertlik değerleri de buğday ve çavdar unundan yapılan ekmeklerden elde edilmiştir. En sert ekmek içi değerini yulaf ekmeği vermiştir.

Tam un seviyelerindeki artışa bağlı olarak ekmeğin spesifik hacimde azalmalar olmuştur. En yüksek spesifik hacim değerlerini kontrol grubu ekmekler verirken, en düşük değerleri ise %30 tam un katkılı ekmekler göstermiştir.

Ekmek yapımında kullanılan kepek düzeyinin artışına bağlı olarak ekmek hacmi önemli düzeylerde azalmaktadır. Kepek, ekmeğin gözenek yapısının bozulmasına yol açmaktadır. Daha sert yapıya sahip kepekli ekmeklerin tüketimi, düşük randımanlı beyaz undan yapılan ekmeklere kıyasla düşük düzeylerde kalmaktadır (Sievert vd.,1990; Rasco ve Dong, 1992).

Alfa amilaz aktivitesince zengin bir madde olan buğday kepeği, hamurun amilolitik aktivitesinin arttırmasına (Kruger, 1972; Meredith ve Jenkins, 1973; Finney vd.,1985), dolayısıyla bu durum ekmek hacminin artışına neden olmaktadır.

Tablo 1. Un çeşidi değişkenine ait spesifik hacim, ekmeğin sertlik, esneklik ve yapışkanlık TPA değerleri

Un Çeşidi	n	Spesifik Hacim (cc/g)	Ekmeğin İçin TPA Özellikleri		
			Ekmeğin İçin Sertlik (N)	Esneklik (mm)	Yapışkanlık
Buğday	24	3,11±0,02a	36,23±1,09b	14,10±0,16a	0,29±0,01a
Çavdar	24	3,01±0,02b	38,90±1,09b	13,30±0,16b	0,27±0,01b
Yulaf	24	2,65±0,02c	44,18±1,09a	12,95±0,16b	0,24±0,01c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$)

Tablo 2'ye göre; tam un seviyesi arttıkça spesifik hacim, esneklik ve yapışkanlık değeri azalmış, sertlik değerinde bir artış olmuştur. En düşük spesifik hacim, esneklik ve yapışkanlık değerini % 30 tam un seviyeleri verirken, en düşük değerleri de kontrol örnekleri vermiştir. Buna ilave olarak yulafın lifli yapısı, ekmeğin gün geçtikçe daha sert bir yapıya sokmuş olabilir. En yapışkan ekmeğin içini buğday tam unu katkı ekmeğin, en az yapışkan ekmeğin değeri de

yulaf katkı ekmeğin vermiştir. Her üç un çeşidinde tam un seviye artışına bağlı olarak ekmeğin içi yapışkanlık değerinde bir azalma olmuştur.

Yapılan bu çalışmalarda, ekşi hamur metodu ile üretilen ekmeğin daha aromatik, daha geç bayatlayan, yüksek hacimli ve kabul edilebilirliği yüksek olan ekmeğin olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2000).

Tablo 2. Un seviyesi değişkenine ait spesifik hacim, ekmeğin sertlik, esneklik ve yapışkanlık TPA değerleri

Tam Un Seviyesi (%)	n	Spesifik Hacim (cc/g)	Ekmeğin İçin TPA Özellikleri		
			Ekmeğin İçin Sertlik (N)	Esneklik (mm)	Yapışkanlık
0	18	3,21±0,28a	34,42±1,26c	15,47±0,19a	0,33±0,01a
10	18	2,99±0,28b	38,86±1,26b	13,31±0,19b	0,29±0,01b
20	18	2,88±0,28c	40,98±1,26b	12,66±0,19c	0,27±0,01c
30	18	2,59±0,28d	44,82±1,26a	12,38±0,19c	0,27±0,01c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$)

Tablo 3'e göre; ekşi hamur seviyesindeki artış; spesifik hacim, sertlik, esneklik ve yapışkanlık değeri üzerinde istatistiki olarak önemli olmamış, ancak ekşi maya seviyesindeki artış; spesifik hacim, esneklik ve yapışkanlık

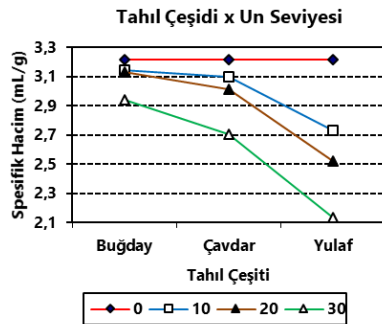
değerleri üzerinde deskriptif olarak istatistiksel olmayan bir artışa neden olmuş, sertlik değeri üzerinde deskriptif olarak istatistiksel olmayan bir azalmaya neden olmuştur.

Tablo 3. Maya seviyesi değişkenine ait spesifik hacim, ekmeğin sertlik, esneklik ve yapışkanlık TPA değerleri

Maya Seviyesi (%)	n	Spesifik Hacim (cc/g)	Ekmeğin İçin TPA Özellikleri		
			Ekmeğin İçin Sertlik (N)	Esneklik (mm)	Yapışkanlık
0	24	2,88±0,02a	41,13±1,09a	13,30±0,16a	0,287±0,01a
10	24	2,94±0,02a	39,47±1,09a	13,51±0,16a	0,289±0,01a
20	24	2,94±0,02a	38,72±1,09a	13,54±0,16a	0,291±0,01a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$)

Şekil 2'de görüldüğü gibi; ekmeğin spesifik hacmi en yüksek tam buğday unundan yapılan ekmeğin izlenmiş, tahıl çeşidine ve seviyelerdeki artışa bağlı olarak spesifik hacimdeki azalma buğday ununda çok az olmasına karşın, yulafta çok daha fazla olmuştur. Yulaf unu katkı ekmeğin %30 seviyesi oldukça düşük spesifik hacim değeri göstermiştir.

**Şekil 2.** Ekmeğin spesifik hacmi üzerine etkili olan un çeşidi x un seviyesi etkileşimini.

Kepeğin hamur formülasyonundaki artışı, ekmeğin hamurunun bazı reolojik ve kalitatif özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir (Pomeranz, 1977; Pomeranz vd., 1977; Satin vd., 1978; Rasco ve Dong, 1992).

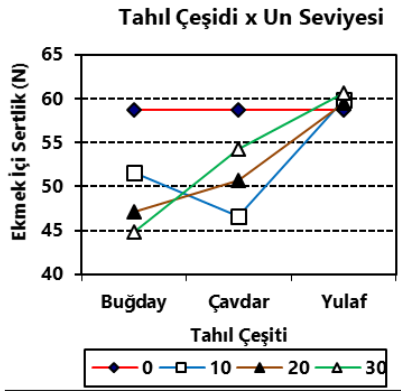
Tam un seviyelerindeki artışa paralel olarak, un karışımındaki buğday ununun dolayısıyla glutenin oranı düşmekte, bu nedenle hacim ve spesifik hacimde de bir azalma olmaktadır, ayrıca tam undaki selüloz materyali daha fazla suyu absorbe ettiği ve ekmeğin iskelet yapısını olumsuz yönde etkilediği için, gözenek yapısı da bozulmakta neticede düşük hacimli, biraz daha ağır ekmeğin elde edilmektedir.

Hamur yapımında kullanılan ekşi maya, undaki nişastanın enzimatik parçalanmasını geciktirmiş ve unun su tutma kapasitesini arttırmıştır (Salovaara ve Katunpaa, 1984; Tamerler, 1986), ancak yapmış olduğumuz çalışmada ekşi hamurun ilavesi bayatlamayı geciktirse de bu istatistiki olarak önemli çıkmamıştır.

Corsetti vd. (2000), tarafından yapılan bir çalışmada, ekmeğin içi sertliği ve bayatlama üzerine farklı ekşi hamur ve katkıların etkileri incelenmiştir. Buna göre Saccharomyces cerevisiae 141 ile fermente edilmiş hamurun kimyasal olarak asitlendirilmesi ya da ekşi hamur kullanımının ekmeğin hacmini artırdığı ve sadece ekşi hamur kullanımının ekmeğin neticede nişasta retrogradasyonunu geciktirdiği belirlenmiştir.

Şekil 3'de görüldüğü gibi; ekmeğin içi sertlikte en düşük değeri %30 tam buğday unu katkı ekmeğin vermiştir. Kontrol ekmeğin buğday ve çavdar katkı ekmeğin

daha sert ekmek içi özellik göstermiştir. Yulaf katkılarında birbirine çok yakın sertlik değeri belirlenmiştir. Çok az da olsa %30 yulaf unu katkı ekmeğin sertlik değeri diğer seviyelerdeki yulaf katkı ekmeğelden yüksek çıkmıştır.



Şekil 3. Ekmeğin sertlik üzerine etkili olan tahıl çeşidi x un seviyesi interaksyonu

Dubois (1978), kepek ilave edilen hamurların farinogramlarında ikinci bir gelişme piki oluştuğunu belirlemiş, yoğurma süresinin ikinci pike göre ayarlanması gerektiğini, bu şekilde yoğurulan hamurların ekmeğelinin niteliklerinin daha iyi olduğunu bildirmiştir. Lai (1986) ve Sievert vd. (1990) bildirdiklerine göre kepek ilave edilen hamurların uzayabilirliği ve elastikiyeti azalmaktadır.

4. Sonuç

Günümüzde ekmek, beslenmede ön sıradaki yerini korumaktadır. Sosyo kültürel ve ekonomik şartlar değişse de ekmeğin gelecekteki önemi devam edecektir. Bu nedenle buğday yerine ikame edilebilecek farklı tahıllarla kaliteli ekmek üretmek için yapılan çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Ekmek üretiminde kullanılan en popüler metot indirekt hamur metodu olan ekşi hamur ekmek yapım yöntemidir. Buna paralel olarak son yıllarda ekşi hamur ekmeği üzerinde birçok çalışma yapılmıştır.

Çalışma sonucunda; buğday unundaki glütenden dolayı ekmeğeldeki en yüksek spesifik hacim, esneklik ve yapışkanlık değeri ile en düşük ekmek içi sertliği buğday unu vermiştir. Bu özellikleri itibariyle buğday ununu sırasıyla çavdar ve yulaf unu takip etmiştir. Ekşi hamur oranındaki artış spesifik hacimde artışa neden olmuş, ancak bu artış istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır.

Tam un seviyesi arttıkça spesifik hacim, esneklik ve yapışkanlık değeri azalmış, sertlik değerinde bir artış olmuştur. En düşük spesifik hacim, esneklik ve yapışkanlık değerini %30 tam un seviyeleri verirken, en yüksek değerleri de kontrol örnekleri vermiştir, ayrıca ekşi hamur gluten ağını kuvvetlendirmiş ve yapıyı çok daha esnek ve dayanıklı bir hale dönüştürmüştür.

Yazar Katkıları

Tüm yazarlar makalenin oluşumundaki farklı süreçlerde önemli derecede katkı sağlamışlardır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Teşekkür ve Destekleyen Kuruluş

Bu çalışma, Timuçin YAKAR'ın yüksek lisans çalışması olup, Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projesi Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2007/126). Desteklerinden dolayı Atatürk Üniversitesi Rektörlüğüne teşekkür ederiz.

ORCID

H. Gürbüz KOTANCILAR  <https://orcid.org/0000-0001-5833-8230>

M. Murat KARAOĞLU  <https://orcid.org/0000-0002-9919-8824>

KAYNAKLAR

- Anonim, (2000). Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları (II. Baskı). Sim Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 522 s.
- Armero, E., & Collar, C. (1996). Antistaling additives, flour type and sourdough process effects on functionality of wheat doughs. *Journal of Food Science*, 61(2), 299-303.
- Carr, L. G., & Tadini, C. C. (2003). Influence of yeast and vegetable shortening on physical and textural parameters of frozen part baked French bread. *LWT-Food Science and Technology*, 36(6), 609-614.
- Collar, C., Mascaros, A. F., Prieto, J. A., & De Barber, C. B. (1991). Changes in free amino acids during fermentation of wheat doughs started with pure culture of lactic acid bacteria. *Cereal Chemistry*, 68(1), 66-72.
- Corsetti, A., Gobbetti, M., De Marco, B., Balestrieri, F., Paoletti, F., Russi, L., & Rossi, J. (2000). Combined effect of sourdough lactic acid bacteria and additives on bread firmness and staling. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(7), 3044-3051.
- Değirmencioglu, G. Ö. (1996). Türkiye'de yetiştirilen bazı yulaf çeşitlerinin fiziksel, kimyasal özellikleri ve ekmek yapımına uygunluğu. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), 53s., İzmir.
- Dubois, D.K. (1978). The practical application of fiber materials in bread production. *The Bakers Digest*, 5 (2), 30-36.
- Elgün, A., & Ertugay, Z. (2011). Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:718, s:376.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar, H.G., (2015). Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuar Uygulama Kılavuzu. (3.Baskı) Atatürk Üniversitesi Yayın No: 867, Ziraat Fakültesi Yayın No:335, Ders Kitapları Serisi No:82. Erzurum. s:245.
- Ercan, R., & Velioglu, S. (1990). Başlıca buğday çeşitlerinin ve unlarının mineral madde kompozisyonu. *Doğa Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 14 (4), 393-400.
- Ertugay, Z., Elgün, A., Koca, A. F., & Kotancılar, G. (1988). Türk Tipi Francala Ekmek Üretiminde Geleneksel Hamur Sisteminin Etkisi Üzerine Araştırmalar "I. Ulusal Biyoteknoloji Sempozyumu"(5-7 Eylül, Ankara), s, 191.
- Every, D., Gerrard, J.A., Gilpin, M.J., Ross, M. & Newberry, M.P. (1998). Staling in starch bread: the effect of gluten additions on specific loaf volume and firming rate. *Starch/Stärke*, 50(10), 443-446.
- Finney, P.L., Henry, S., & Jeffers, H. (1985). Effect of wheat variety, flour grinding and egg yolk on whole wheat bread quality. *Cereal Chemistry*, 62(3), 170- 173.
- Fulcher, M. (1986). Method for the determination of moisture content of cereals and Cereal products. *Cereal Chemistry*, 36(1), 32-41.
- Gobbetti, M., Simonetti, M. S., Rossi, J., Cossignani, L., Corsetti, A., & Damiani, P. (1994). Free D-and L-amino acid evolution during sourdough fermentation and baking. *Journal of Food Science*, 59(4), 881-884.
- Hancıoğlu S., Ö. & Karapınar, M. (2002). Ekşi maya ekmeğinin mikroflorası ve aromatik karakteristikleri. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi 3-4 Ekim. Sayfa: 165-173 Gaziantep.

- Hansen, A., & Hansen, B. (1996). Flavour of sourdough wheat bread crumb. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 202 (3), 244-249.
- Hansen, A., & Schieberle, P. (2005). Generation of aroma compounds during sourdough fermentation: applied and fundamental aspects. *Trends in Food Science and Technology*, 1-10.
- Hoseney, R.C. (1983). *Principles of Cereal Science and Technology*. A.A.C.C., USA, 327s.
- Karim, A.A., Norziah, M.H., & Seow, C.C. (2000). Methods for the study of starch retrogradation. *Food Chemistry*, 71, 9-36.
- Katina, K., Salmenkallio-Martilla, M., Partanen, R., Forssell, P., & Autio, K. (2006). Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread. *LWT*, 39, 479-491.
- Kotancılar, H.G., Çelik, İ., & Karaoğlu, M.M. (1998). Trabzon Vakfıkebir Ekmeği. *Un Mamülleri Dünyası Dergisi*, 7(1), 4-14.
- Kotancılar, H.G., Karaoğlu, M.M., Gerçekaslan, K.E., & Uysal, P. (2006a). Ekşi hamur sisteminin beyaz tava ekmeğinin bayatlaması üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(1), 103-110.
- Kotancılar, H.G., Karaoğlu, M.M., & Uysal, P. (2006b) ekşi hamur sisteminin beyaz tava ekmeğinin kalitesi üzerine etkisi. *Hasad Gıda*, 21 (252), 39-48.
- Kotancılar, H.G., Gerçekaslan, K.E., & Karaoğlu, M.M. (2008). Effects of loaf weight and storage time on the qualitative properties of white and traditional vakfıkebir breads, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32(5) 459-467.
- Kotancılar, H.G., Gerçekaslan, K.E., & Karaoğlu, M.M. (2009). Crumb pasting and staling properties of white and traditional vakfıkebir breads. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33, 435-443.
- Kruger, J.E. (1972). Changes in the amylase of hard red spring wheat during growth and maturation. *Cereal Chemistry*, 49(4), 379-380.
- Kurucu, M., (1987). *Beslenme*. Milli Eğitim Basımevi. No: 102. Ankara, 421s.
- Lai, C.S. (1986). Effect of wheat bran, short and gem on bread making (Ph. D. Thesis). Department of Grain Science and Industry Kansas State University, USA.
- Lai, C.S., Hoseney, R.C., & Davis, A.B. (1989). Effects of wheat bran making. *Cereal Chemistry*, 66(3), 217-219.
- Meredith, P., & Jenkins, L.D. (1973). Amylases of developing wheat, barley and oat grains. *Cereal Chemistry*, 50(3), 243-248.
- Miller, B.S. (1981). *Wariety Breads in USA*. AACCC PRESS. 81-65794. 158s.
- Pomeranz, Y., 1977. Fiber in bread making. *The Bakers Digest*, 94-97.
- Pomeranz, Y., Shogren, M.D., Finney, K.F., & Bechtel, U.S. (1977). Fiber in breadmaking-effects on functional properties. *Cereal Chemistry*, 54(1), 25-41.
- Pomeranz, Y. (1987). *Modern Cereal Science and Technology*. VCH Publishers Inc. USA, 485s.
- Rasco, B.A. & Dong, F. (1992). Baking and storage stability properties of high fiber breads containing comparable levels of different fiber ingredients. *Journal of Food Processing and Preservation*, 15, 433-442.
- Salovaara, H., & Katunpaa, H. (1984). An approach to the classification of Lactobacilli isolated from finish sour rye dough ferments. *Acta Aliment Polonica*, 10(3-4), 231-239.
- Satin, M., Mckeown, B., & Findlay, C. (1978). Design of a commercial natural fiber white fiber. *Cereal Foods World*, 23(11), 680-687.
- Sievert, D., Pomeranz, Y., & Abdelrahman, A. (1990). Functional properties of soy polysaccharides and wheat bran in soft wheat products. *Cereal Chemistry*, 67(1), 10-13.
- SPSS, (1999). *SPSS for Windows*. Release 10.0 SpSS Inc. Chicago.
- Tamerler, T. (1986). Ekşi maya ile buğday ekmeğinin hazırlanması ve ekşi maya mikroorganizmaları. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri B*, 4(1), 99-110.
- Wehrle, K., Grau, H., & Arendt, E.K. (1997). Effects of lactic acid, acetic acid and table salt on fundamental rheological properties of wheat dough. *Cereal Chemistry*, 74, 739-744.
- Wehrle, K., & Arendt, E.K., (1998). Rheological changes in wheat sourdough during controlled and spontaneous fermentation. *Cereal Chemistry*, 75(6), 882-886.
- Yıldız, N., & Bircan, H., (2003). *Araştırma ve Deneme Metotları*. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. Yayın No:305. Erzurum. S: 266.