

## GLUTENSİZ EKMEK KARIŞIMLARIN KALİTE VE BİLEŞENLER YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yusuf Yılmaz, İsmail Sait Doğan\*

Hakkâri Üniversitesi, Yüksekova Meslek Yüksek Okulu, Hakkâri  
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van

Geliş tarihi / Received: 22.02.2015

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 03.05.2015

Kabul tarihi / Accepted: 05.05.2015

### Özet

Bu çalışmada çölyak hastalarının tüketebileceği glutensiz karışımların ekmek kalitesi ekmeklik un şahitliğinde değerlendirilmiştir. Çalışmada karışımların protein miktarlarının şahit una göre düşük, kül değerlerinin ise daha yüksek bulunmuştur. Fazla miktarda mısır unu içeren Karışım-1'de sarılık değeri (b\*) şahide göre daha yüksek bulunurken, diğer karışımların renk değerleri ise yakın bulunmuştur. Viskozite değerleri şahit una göre yüksek bulunmuş, pirinç unu kullanılan karışımlarda bu değer diğer karışımlardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Glutensiz karışımlarla üretilen ekmekler daha hızlı bayatlamıştır. Karışım-7 ekmeği başlangıçta çok sert, diğerleri ise 24 ve 72 s sonunda şahide göre daha yüksek sertlik değerine ulaşmışlardır. Ekmekler duyu özellikler -özellikle tat ve koku- açısından şahit ekmekten daha az tercih edilmiştir. Tat ve koku dâhil olmak üzere duyu değerlendirilmede tercih edilen ekmek Karışım-1 den üretilmiştir. Glutensiz karışımların ekmekçilik kalitesini artırmak için pirinç unu mutlaka karışımda yer almalıdır. Ayrıca ilave edilecek hidrokolloidlerin miktar ve özellikleri de istenen ekmek içi özellikleri için oldukça önemli bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Çölyak, Ekmek, Gam, Glutensiz, Pirinç Unu

## QUALITY AND COMPONENT EVALUATION OF GLUTEN-FREE BREAD MIXTURES

### Abstract

In this study, gluten-free bread mixtures, suitable for patients with celiac disease, have been compared for bread-making performance with wheat flour as a control. Ash contents of the mixtures are higher, but protein contents are lower with respect to control flour. Color values were found to be close to those of the control flour, but differed significantly in terms of yellowness (b\*) because of the high corn flour presence in the Mixture-1. The viscosity values of all the mixtures have been detected higher than the control flour; which was more significant in the mixture containing rice flour. All the bread made with gluten-free combinations has got stale quickly. The bread made with the Mixture-7 has got stale faster than the control, and the others at the end of 24 and 72 h. All the gluten-free bread has lower scores than the control in terms of sensory attributes, especially taste and smell. The bread of the Mixture-1 has the highest scores in respect of sensory attributes. Rice flour must absolutely be present in the formulation in order to improve the gluten-free bread quality. The study also showed that the amount and compositions of hydrocolloids are also critical to obtain desired crumb attributes.

**Keywords:** Celiac disease, Bread, Gum, Gluten-free, Rice flour

\*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ isdogan@yyu.edu.tr,

☎ (+90) 432 225 1734,

☎ (+90) 432 225 1730

## GİRİŞ

Dünyada insan gıdası olarak tüketilen en önemli üç tahıl buğday, mısır ve çeltiktir. Sağlıklı bireyler açısından buğday ve ürünlerinin tüketilmesinin herhangi bir sakıncası bulunmamaktadır. Ancak toplumların yaklaşık % 0.3-0.5'inin çölyak hastası olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu kişilerin beslenme diyetlerinde buğday, arpa, çavdar ve yulaf ürünleri yer almamalıdır.

Çölyak hastalığı dünyanın en yaygın gıda intoleranslarından biridir (1) ve hastalığın gerçek sıklığı tam olarak bilinmemekte ve toplumdan topluma değişmektedir. Önceki yıllara kıyasla hastalığın daha sık rapor edilmesinin, teşhis için kullanılan testlerin yaygınlaşmasıyla bağlantısının olduğu düşünülmektedir. Batı Avrupa ve Kuzey Amerika'da yaşayan her 300 bireyden birinin çölyak hastası olduğu belirtilmektedir (2).

İnce bağırsak mukozası ve emiliminin zarar görmesi sonucu meydana gelen bir hastalık olan çölyak, buğday, çavdar, arpa ve yulaf prolamin fraksiyonlarının tolere edilememesi sonucu ortaya çıkar (1). Gluten intoleransı olan bireyler için tüketilen gıdada çok az da olsa gluten varlığı bir risk unsurudur.

Bu çalışmada ülkemizde piyasaya çölyak hastalarına özellikle ekmek yapmak için sunulan ve kullanımı yaygın olan glutensiz un karışımlarının gluten içerip içermediği araştırılmış ve ekmek yapımına uygunluğu ise ekmekçilik kalitesi açısından değerlendirilmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Bu çalışmada Türkiye piyasasında satılan 8 farklı tahıl tabanlı glutensiz ekmeklik un karışımı temin edilmiştir. Bu karışımlardan ikisi Polonya, biri İtalya menşeli, kalan beş tanesi ise Türkiye'de üretilmiştir. Şahit un olarak normal ekmeklik un (Selva Gıda Sanayi A.Ş., Konya) kullanılmıştır. Glutensiz karışımların ve şahit unun bileşimleri firmaların beyanına göre Çizelge 1'de verilmiştir.

### Yöntem

Karışımlar ve şahit unun nem değerleri AACC (44-15.02) metoduna, kül miktarları AACC (08-01.01) metoduna, toplam azot miktarları

AACC (46-12.01) metoduna (tüm karışımlarda 6.25 faktörü kullanılarak toplam protein miktarı belirlenmiştir), viskozite değerleri ise AACC (76-21.01) metoduna göre belirlenmiştir (3). Karışımlar ve şahit unun renk değerleri "L\*" [(0 siyah, (100) beyaz], "a\*" [(+) kırmızı, (-) yeşil] ve "b\*" [(+) sarı, (-) mavi] olarak Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) cihazı ile iyice karıştırılan glutensiz ekmek karışımlarının 5 ayrı noktasında gerçekleştirilmiştir (4). Karışımların gluten içeriği AOAC (991.19) analiz metodu ile belirlenmiştir (5).

### Ekmek Denemeleri

Karışımlardan ekmek pişirilirken 200 g karışım esasına göre; %3 yaş maya, %1.5 tuz, %6 şeker, %2 kabartma tozu ve 5 ml sıvı yağ kullanılarak deneme yapılmıştır. Hamur bileşenlerinin tamamı tek seferde eklenerek akıcı kek hamuru kıvamı elde edene kadar karıştırılmış ve elde edilen hamurlar 30 °C'de %85 nispi nemde 30 dak fermentasyona tabi tutulmuştur. Daha sonra 255 °C'de (Arçelik ARMD-580, İstanbul, Türkiye) 30 dak süreyle pişirilmiştir (6). Şahit ekmek yapımında AACC (10-10) metodu modifiye edilerek kullanılmıştır (3).

Ekmeklerin bayatlama dereceleri tekstür analiz cihazı ile (TA.TX2 Stable Micro Systems Ltd., Godalming Surrey, İngiltere) 2, 24, 72 sa sonra AACC 74-09.01 metoduna göre (3), ekmek hacimleri kolza tohumu kullanılarak yer değiştirme metodu ile belirlenmiştir (7). Ekmeklerin duysal değerlendirilmesi ekmekle ilgili terimlere hâkim olan 25 ile 35 yaş arasındaki 10 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Ekmekler kabuk rengi, iç renk, koku, gözenek homojenliği, gözenekler arası duvar kalınlığı, ayrılma oranı, tat, çiğneme özelliği, şekil simetrisi, tekstür ve genel beğeni açısından değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler 9 puanlık hedonik skalaya göre yapılmıştır (8).

Çalışma tam şansa bağlı deneme planına göre üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerler StatGraphics Centrium 15.1 (StatGraphics, 2006) istatistik programı kullanılarak veri seti analizine tabi tutulmuştur. Farklı glutensiz unlardan elde edilen ekmekler serbest tipte üretilen şahit ekmekleri ile karşılaştırılmış aralarındaki farkın önemli olup olmadığı LSD çoklu karşılaştırma testi ile  $P<0.05$  seviyesinde belirlenmiştir (9).

Çizelge 1. Karışımlar ve şahit unun içerikleri  
Table 1. Contents of mixtures and control flour

Örnek Samples	Ana Bileşen Main Ingredient	Emülgatör/Kıvam Artırıcı Emulsifier/Thickener	Diğer Bileşenler Other constituents
Şahit Control	Buğday unu Wheat flour		L- Askorbik asit L-ascorbic acid
Karışım-1 Mixture-1	Patates nişastası, mısır unu ve nişastası, pirinç unu, karabuğday unu Potato starch, corn flour and starch, rice flour, buckwheat flour	Guar gamı, hidroksi propil metil selüloz Guar gum, hydroxypropyl methyl cellulose	Şeker, tuz, ayçiçek yağı, silisyum dioksit (topaklanmayı önleyici) Sugar, salt, sunflower oil, silicon dioxide (anticaking agent)
Karışım-2 Mixture-2	Mısır nişastası, patates nişastası, pirinç unu, glutensiz buğday nişastası Corn starch, potato starch, rice flour, gluten-free wheat starch	Guar gamı, hidroksi propil metil selüloz Guar gum, hydroxypropyl methyl cellulose	Glikoz, diyet lifi, kabartma tozu, glukano delta laktan (asitlik düzenleyici) Glucose, dietary fiber, baking powder, glucono delta lactone (acidulant)
Karışım-3 Mixture-3	Glutensiz buğday nişastası, mısır nişastası Gluten-free wheat starch, corn starch	Guar gamı, limon pektini Guar gum, lemon pectin	Glukano delta laktan, sodyum bikarbonat Glucono delta lactone, sodium bicarbonate
Karışım-4 Mixture-4	Glutensiz buğday nişastası, mısır nişastası Gluten-free wheat starch, corn starch	Guar gamı, hidroksi propil metil selüloz Guar gum, hydroxypropyl methyl cellulose	Glikoz, diyet lifi, kabartma tozu, glukano delta laktan Glucose, dietary fiber, baking powder, glucono delta lactone
Karışım-5 Mixture-5	Mısır nişastası, pirinç unu Corn starch, rice flour	Hidroksi propil metil selüloz Hydroxypropyl methyl cellulose	Dekstroz, bitkisel protein, bitkisel lif, tuz Dextrose, vegetable protein, dietary fiber, salt
Karışım-6 Mixture-6	Mısır nişastası, pirinç unu Corn starch, rice flour	Ksantan gamı, pektin Xanthan gum, pectin	Toz şeker, sodyum bikarbonat, sodyum asit pirofosfat Sugar, sodium bicarbonate, sodium acid pyrophosphate
Karışım-7 Mixture-7	Pirinç unu, mısır unu ve nişastası, patates unu ve nişastası Rice flour, corn flour and starch, potato flour and starch	Kıvam artırıcı Thickener	Tuz, kabartıcı Salt, baking powder
Karışım-8 Mixture-8	Modifiye mısır nişastası Modified corn starch	Ksantan gamı, pektin, DATEM (Monogliseridlerin diasetil tartarik asit esterleri) Xanthan gum, pectin, DATEM (Diacyetyl tartaric acids esters of monoglycerides)	Sakkaroz, yemeklik tuz, kabartma tozu, CaCl <sub>2</sub> , askorbik asit Sugar, salt, baking powder, CaCl <sub>2</sub> , ascorbic acid

## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### Glutensiz Un Karışımları ile Şahit Unun Bileşimi ve Kimyasal Özellikleri

Glutensiz karışımlar (GK) içinde yer alan bileşenlerin kaynaklarının farklı olduğu ve karışımlar içerisinde pirinç unu, mısır ve patates nişastasının ağırlıklı olarak bulunduğu görülmektedir (Çizelge 1). Bununla birlikte çok tavsiye edilemese de iki karışımda glutensiz buğday nişastası kullanılmıştır. Hamur kıvamının artırılması ve fermantasyon sırasında bu kıvamın korunması için hidrokolloid olarak guar gamı, modifiye selüloz ve bir numunede ise emülgatör olarak DATEM kullanılmıştır.

GK ve şahit un (ŞU)'un nem, kül, protein ve renk değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Karışım-1'in kül içeriğinin yüksek çıkmasının muhtemel nedeni,

karışımındaki yüksek kül içerikli tam karabuğday unudur. Karabuğday ununun kül miktarının %1.64 olduğu ifade edilmektedir (10). Karışım-5 bitkisel protein içerdiğinden, protein oranı nispeten yüksek, ŞU ile karşılaştırıldığında ise düşük bulunmuştur (%2.32±0.07). Tüm karışımlarda tahıl unu yerine yüksek oranlarda nişasta kullanılması protein oranını azaltmıştır (Çizelge 2). Glutensiz un karışımlarının gluten içerikleri Karışım-1, 2, 4, 5, 6 ve 8'de 3 mg/kg'ın altında, Karışım-3'te 5.7 mg/kg ve son olarak Karışım-7'de 109.33 mg/kg olarak belirlenmiştir. Karışım-7 hariç diğer karışımların gluten içerikleri "Gluten intoleransı olan bireylere uygun gıdalar" tebliğine (TS 13143) uygun olduğu belirlenmiştir. Tebliğe göre "çok düşük glutenli" olarak adlandırılan bir gıdada

gluten miktarı 100 mg/kg, "glutensiz" gıdalarda ise gluten miktarı 20 mg/kg'ı geçmemelidir (11).

Karışımların L\* ve a\* değerleri birbirine çok yakın olduğundan bu fark ürün kalitesine çok fazla yansımamış, ancak Karışım-1 de bulunan mısır unu b\* değerini artırmış ve ürünün rengi daha sarımtırak bulunmuştur. Mısır ununun yüksek karoten içeriği, ürüne sarı renk vermektedir (12).

### Pik Viskozitesi (PV)

Nişasta tabanlı GK pik viskozitesi değerleri 1719 Hızlı Viskozite Ünitesi (HVÜ) ile 3613 HVÜ değerleri arasında değişmiş, ŞU'na ait değer 1356 HVÜ bulunmuştur (Çizelge 3). ŞU'a en yakın değer Karışım-6'da tespit edilmiştir. Genel olarak karışımların PV değerlerinin ŞU'na ait değerden yüksek bulunmasında içerdikleri nişasta seviyesinin

Çizelge 2. Karışımlara ait renk değerleri ve kimyasal analiz sonuçları  
Table 2. Color values and chemical analysis of the mixtures

Örnek Samples	Nem Moisture (%)	Kül Ash (%)	Protein (%) <sup>2</sup>	Renk Değerleri Color values		
				L*	a*	b*
Şahit Control	14.27±0.05 <sup>a</sup>	0.57±0.01 <sup>e</sup>	12.64±0.08 <sup>aa</sup>	93.95±0.01 <sup>h</sup>	-0.76±0.01 <sup>e</sup>	9.73±0.02 <sup>b</sup>
Karışım-1 Mixture-1	8.05±0.05 <sup>f</sup>	1.93±0.02 <sup>a</sup>	1.99±0.09 <sup>bc</sup>	94.08±0.03 <sup>g</sup>	-2.59±0.02 <sup>a</sup>	18.94±0.03 <sup>c</sup>
Karışım-2 Mixture-2	12.94±0.02 <sup>b</sup>	1.38±0.04 <sup>f</sup>	1.58±0.05 <sup>cd</sup>	97.22±0.02 <sup>e</sup>	-0.69±0.01 <sup>f</sup>	3.85±0.03 <sup>f</sup>
Karışım-3 Mixture-3	10.52±0.03 <sup>d</sup>	0.67±0.01 <sup>e</sup>	0.99±0.03 <sup>de</sup>	97.94±0.02 <sup>c</sup>	-0.62±0.01 <sup>g</sup>	3.24±0.01 <sup>g</sup>
Karışım-4 Mixture-4	11.77±0.01 <sup>c</sup>	0.44±0.05 <sup>f</sup>	0.67±0.06 <sup>de</sup>	98.35±0.01 <sup>a</sup>	-0.31±0.01 <sup>h</sup>	1.69±0.01 <sup>i</sup>
Karışım-5 Mixture-5	10.81±0.04 <sup>d</sup>	1.29±0.03 <sup>c</sup>	2.32±0.07 <sup>bb</sup>	96.46±0.02 <sup>f</sup>	1.59±0.02 <sup>b</sup>	8.86±0.02 <sup>c</sup>
Karışım-6 Mixture-6	10.53±0.20 <sup>d</sup>	1.06±0.03 <sup>d</sup>	1.84±0.09 <sup>bc</sup>	97.57±0.01 <sup>d</sup>	1.00±0.01 <sup>d</sup>	5.14±0.01 <sup>e</sup>
Karışım-7 Mixture-7	11.49±0.20 <sup>c</sup>	1.71±0.01 <sup>b</sup>	1.79±0.09 <sup>bc</sup>	97.59±0.02 <sup>d</sup>	-0.11±0.01 <sup>i</sup>	2.91±0.02 <sup>h</sup>
Karışım-8 Mixture-8	9.25±0.12 <sup>e</sup>	1.71±0.02 <sup>b</sup>	1.71±0.02 <sup>bb</sup>	98.14±0.03 <sup>b</sup>	1.16±0.02 <sup>c</sup>	5.89±0.02 <sup>d</sup>

<sup>1</sup>Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (P<0.05). <sup>2</sup>Same letters indicate no significant difference (P<0.05).  
<sup>2</sup>Tüm karışımlarda 6.25 faktörü kullanılmıştır. <sup>3</sup>The factor of 6.25 has been used in all mixtures

### Glutensiz Karışımlar (GK) ve Şahit Unun Viskozite Değerleri

Hamur viskozitesinin sağlanması ve fırınlama esnasında yapı sabitleninceye kadar korunması mayalı ürünlerde önemlidir. Özellikle viskoelastik yapının oluşmadığı glutensiz karışımlarda kullanılan un ve nişasta çeşidinin oluşturduğu viskozite son ürün hacmi açısından kritiktir. İstenen viskozitenin sağlanmasında farklı kaynaklı nişasta ile hidrokolloid karışımının kullanımı yaygındır. Nişastanın kaynağı bu ürünlerde belirleyici rol üstlenir. Bu çalışmada hamur kıvamının karakterize edilmesi için karışımların viskoziteleri belirlenmiştir.

fazlalığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada unların şişme gücünün nişasta ve protein içeriği ile alakalı olduğu, düşük proteinli ve yüksek nişastalı karışımların daha fazla şiştiğinden yüksek PV değerleri elde edilmiştir (13). En yüksek PV değerleri Karışım-7 ve Karışım-1 'de tespit edilmiştir. Karışımlarda pirinç unlarının daha fazla olduğunu düşündürmektedir. Pirinç unu, karabuğday unu ve buğday nişastası kullanılarak yapılan bir çalışmada pirinç ununun PV değerlerini yükseltici yönde etkide bulunduğu belirtilmiştir (14). Mısır nişastasının pik viskozitesini yükseltici etkisi ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada

Çizelge 3. Karışımlara ve şahit una ait viskozite değerleri  
Table 3. Viscosities of the mixtures and control flour

Örnek Samples	PV	OV	BV	FV	SV	PZ
Şahit Control	1356±15.00 <sup>f</sup>	847±15.00 <sup>a</sup>	509±8.00 <sup>f</sup>	1896±10.00 <sup>b</sup>	1049±6.00 <sup>d</sup>	5.66±0.03 <sup>d</sup>
Karışım-1 Mixture-1	3350±8.00 <sup>b</sup>	2050±6.00 <sup>b</sup>	1300±10.00 <sup>c</sup>	3435±15.00 <sup>b</sup>	1385±5.00 <sup>c</sup>	5.00±0.00 <sup>f</sup>
Karışım-2 Mixture-2	3082±10.00 <sup>c</sup>	2312±15.00 <sup>a</sup>	770±8.00 <sup>e</sup>	3745±11.00 <sup>a</sup>	1433±10.00 <sup>b</sup>	6.07±0.00 <sup>c</sup>
Karışım-3 Mixture-3	2641±10.00 <sup>e</sup>	785±15.00 <sup>b</sup>	1856±15.00 <sup>b</sup>	1422±7.00 <sup>f</sup>	637±5.00 <sup>b</sup>	5.45±0.01 <sup>e</sup>
Karışım-4 Mixture-4	2808±15.00 <sup>d</sup>	1665±16.00 <sup>c</sup>	1143±13.00 <sup>d</sup>	2570±8.00 <sup>e</sup>	905±6.00 <sup>e</sup>	6.13±0.00 <sup>c</sup>
Karışım-5 Mixture-5	2128±15.00 <sup>f</sup>	1652±10.00 <sup>c</sup>	476±6.00 <sup>gh</sup>	3361±4.00 <sup>e</sup>	1709±10.00 <sup>a</sup>	5.39±0.05 <sup>e</sup>
Karışım-6 Mixture-6	1719±10.00 <sup>h</sup>	1529±10.00 <sup>e</sup>	190±4.00 <sup>f</sup>	2022±12.00 <sup>f</sup>	493±5.00 <sup>f</sup>	6.51±0.03 <sup>a</sup>
Karışım-7 Mixture-7	3613±11.00 <sup>a</sup>	1366±5.00 <sup>f</sup>	2247±8.00 <sup>a</sup>	2834±10.00 <sup>d</sup>	1468±10.00 <sup>b</sup>	4.62±0.02 <sup>g</sup>
Karışım-8 Mixture-8	2028±15.00 <sup>g</sup>	1576±12.00 <sup>d</sup>	452±15.00 <sup>b</sup>	2418±6.00 <sup>f</sup>	842±10.00 <sup>f</sup>	6.35±0.02 <sup>b</sup>

PV: Pik Viskozitesi (Peak viscosity), OV: Oluk Viskozitesi (Through viscosity), BV: Breakdown Viskozitesi (Breakdown viscosity) (PV-OV), FV: Final Viskozitesi (Final viscosity), SV: Setback Viskozitesi (Setback viscosity) (FV-BV), PZ: Pik Zamanı (Peak time) , ÇZ: Çirşlenme Zamanı (Gelatinization temperature) Tüm viskozite birimleri HVÜ olup, 1HVÜ 12 Centipoise'dur (All viscosities are RVU unit, which is equal 12 Centipoise)

dokuz farklı mısır nişastasının PV değerleri 804 ile 1252 HVÜ arasında değiştiği belirlenmiştir (15).

### Oluk Viskozitesi (OV)

ŞU'un OV değeri 847 HVÜ olarak tespit edilmiştir. GK'nın OV değerleri ise 785 ile 2312 HVÜ arasında değişmiştir (Çizelge 3). ŞU'a en yakın değer Karışım-3'de tespit edilmiş, genel olarak tüm karışımların OV değerleri ŞU'dan yüksek bulunmuştur. Karışım viskozitelerinin pik değerine ulaşmasının ardından sıcaklığın (95 °C) bir süre sabit tutulmasına bağlı olarak nişastanın parçalanması, çözünen amilozun ortama karışması ve karıştırma yönünde oryantasyonu neticesinde viskozite azalmıştır (13, 16). Karışım-4, 5, 6 ve 8'in OV değerlerinin birbirine yakın olmasında karışımlarda mısır nişastası oranının yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü Karışım-8, ana bileşen olarak yalnızca modifiye mısır nişastası içermektedir. Karışım-1 ve 2'nin OV değerlerinin diğer karışımlardan yüksek olarak bulunmasının ise pirinç unu içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Pirinç ununun OV, BV, SV ve FV değerlerini artırıcı yönde etki gösterdiği daha önce belirtilmiştir (14).

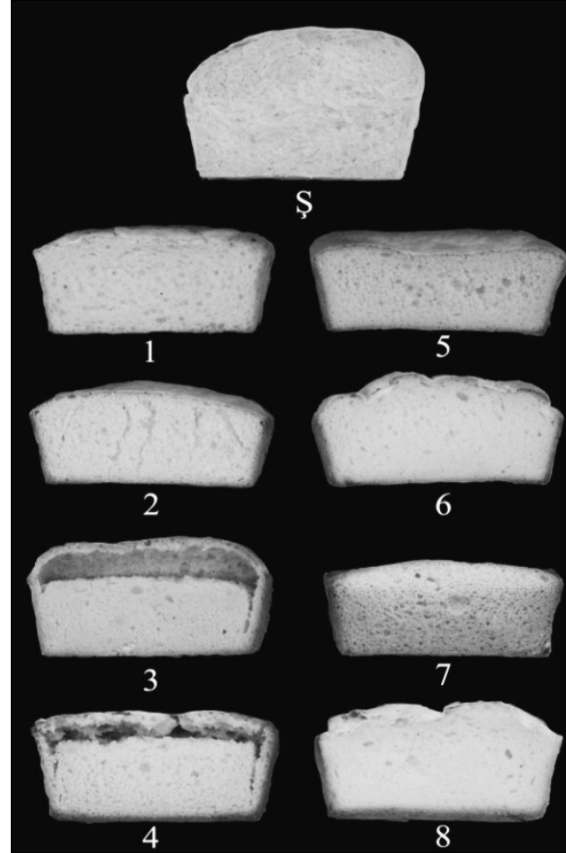
### Final Viskozitesi (FV)

ŞU'un FV değeri 1896 HVÜ olarak tespit edilirken, GK'nın FV değerleri 1422 ile 3745 HVÜ arasında değişmiştir. Karışım-6'nın, ŞU'a en yakın FV değerine sahip olduğu tespit edilmiş, en fazla fark ise Karışım-2'de tespit edilmiştir (Çizelge 3). Özellikle Karışım 1 ve 2'de FV değeri diğer karışımlara kıyasla yüksek olarak bulunmuştur. Bir çalışmada pirinç unu, karabuğday unu ve buğday nişastası karşılaştırıldığında, en yüksek FV değerleri pirinç ununda elde edilmiştir (14).

### Üretilen Ekmeklerin Hacim, Sertlik ve Renk Değerleri

Karışım-3 ve 4'deki ekmek içi ve ekmek kabuğu arasında oluşan boşluk dikkat çekicidir (Şekil 1). Karışım-3, 4 ve 8'de tahıl unları hiç kullanılmamış, yalnızca nişasta kullanılmıştır. Karışım-3'te kıvam artırıcı olarak pektin ilave edilmiştir. Pektinin su tutma özelliği sonucu yapı ağırlaşmış, kabaran hamur bir süre sonra arzu edilen viskozite sağlanamadığından çökmüştür (Şekil 1). Karışım-4'e de ekmek içeriğini zenginleştirmek için katılan diyet lif yoğunluğu artırdığından yapının çökmesine neden olmuştur. Karışım-8'de ise Karışım-3'te

oluşan olumsuzluk bileşime DATEM eklenmesiyle nispeten ortadan kaldırılmıştır. DATEM düzgün homojen bir hamur elde edilmesine yardımcı olduğu gibi, ekmek içi yumuşaklığı, kabuk gevrekliği ve ekmek hacmini artırmakta ve son olarak ekmekte arzu edilen gözenek yapısının



Şekil 1. Ekmek görüntüleri

Figure 1. Bread images

Ş: Şahit (Control); 1-8: Bknz Çizelge 1 (See Table 1)

teşekkül etmesine katkı sağlamaktadır (8).

Glutensiz ekmek (GE) içi sertlik değerleri 2 sa sonunda 177 g ile 783 g arasında, 24 sa sonunda 629 g ile 5523 g arasında, 72 sa sonunda ise 1011 ile 12215 g arasında değişmiştir. Şahit ekmek (ŞE)'in sertlik değerleri ise sırasıyla 239 g, 623 g ve 787 g olarak belirlenmiştir. Karışım-1 ile yapılan ekmeğin sertlik değeri ŞE'ten daha düşük bulunmuştur. Karışım-3 ve 4'ten yapılan ekmeklerin sertlikleri ŞE'e en yakın olarak belirlenmiştir. Karışım-7 ile yapılan ekmek ise tüm ölçümlerde en yüksek sertlik değerine sahiptir. Glutensiz ekmeklerin bayatlaması şahit ekmeğe göre daha hızlı gerçekleşmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Karışımlardan elde edilen ekmeklere ait hacim, pişme kaybı, sertlik ve renk değerleri<sup>1</sup>  
 Table 4. Specific volume, bake loss, firmness and color values of breads produced from the mixtures<sup>1</sup>

Örnek Samples	Spesifik Hacim Specific volume (g/ml)	Pişme Kaybı Bake Loss (%)	2 sa Sertlik 2 h Firmness (g)	24 sa Sertlik 24 h Firmness (g)	72sa Sertlik 72 h Firmness (g)	Kabuk Rengi Crust Color		İç Renk Crumb Color	
						L*	b*	L*	b*
Şahit Control	4.20±0.02 <sup>a</sup>	14.64±0.10 <sup>d</sup>	239 <sup>e</sup>	623 <sup>d</sup>	787 <sup>e</sup>	65.05±0.20 <sup>a</sup>	31.02±0.50 <sup>a</sup>	74.29±0.20 <sup>cd</sup>	13.13±0.10 <sup>f</sup>
1	2.82±0.02 <sup>c</sup>	20.97±0.10 <sup>a</sup>	177 <sup>f</sup>	797 <sup>bcd</sup>	1133 <sup>cd</sup>	45.50±0.90 <sup>cd</sup>	9.17±0.20 <sup>a</sup>	71.31±0.30 <sup>a</sup>	18.66±0.10 <sup>a</sup>
2	2.44±0.01 <sup>e</sup>	18.46±0.20 <sup>c</sup>	731 <sup>b</sup>	1125 <sup>b</sup>	2295 <sup>b</sup>	41.03±0.90 <sup>e</sup>	7.60±0.90 <sup>a</sup>	74.72±0.40 <sup>a</sup>	9.00±0.10 <sup>e</sup>
3	2.89±0.01 <sup>b</sup>	17.92±0.10 <sup>c</sup>	363 <sup>d</sup>	629 <sup>cd</sup>	1011 <sup>de</sup>	54.34±0.90 <sup>b</sup>	13.79±0.20 <sup>cd</sup>	71.32±0.30 <sup>a</sup>	14.42±0.20 <sup>b</sup>
4	2.80±0.02 <sup>c</sup>	20.69±0.10 <sup>a</sup>	403 <sup>d</sup>	679 <sup>cd</sup>	1288 <sup>cd</sup>	47.69±0.09 <sup>cd</sup>	12.33±0.20 <sup>d</sup>	72.65±0.20 <sup>ab</sup>	10.45±0.10 <sup>d</sup>
5	2.34±0.01 <sup>f</sup>	20.73±0.20 <sup>a</sup>	458 <sup>c</sup>	1155 <sup>b</sup>	1384 <sup>c</sup>	54.85±0.10 <sup>b</sup>	18.44±0.20 <sup>b</sup>	72.05±0.40 <sup>a</sup>	14.33±0.10 <sup>d</sup>
6	2.35±0.01 <sup>f</sup>	18.72±0.10 <sup>bc</sup>	260 <sup>e</sup>	956 <sup>bcd</sup>	1393 <sup>c</sup>	43.06±0.40 <sup>de</sup>	8.57±0.30 <sup>a</sup>	79.85±0.50 <sup>a</sup>	10.86±0.10 <sup>d</sup>
7	2.08±0.01 <sup>g</sup>	18.35±0.10 <sup>c</sup>	783 <sup>a</sup>	5523 <sup>a</sup>	12215 <sup>a</sup>	50.31±0.90 <sup>bc</sup>	15.67±0.30 <sup>bc</sup>	64.13±0.30 <sup>f</sup>	14.63±0.20 <sup>b</sup>
8	2.69±0.02 <sup>d</sup>	19.55±0.10 <sup>b</sup>	280 <sup>e</sup>	1013 <sup>bc</sup>	1456 <sup>c</sup>	50.06±0.60 <sup>bc</sup>	8.29±0.30 <sup>a</sup>	76.42±0.40 <sup>a</sup>	6.90±0.10 <sup>f</sup>

<sup>1</sup>Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir ( $P<0.05$ ).

<sup>1</sup>Same letters indicate no significant difference ( $P<0.05$ ).

Karışım-5'te bulunan pirinç unu kabuk parlaklığını artırmış gibi görünmektedir. Pirinç unu kullanımının parlaklığı artırdığı, buna karşılık karabuğday kullanımının parlaklığı azalttığı rapor edilmiştir (17). Ekmek kabuğu sarılığı ( $b^*$ ) ise özellikle Karışım-7 ile yapılan ekmekte, formülde yer alan mısır unu ve patates unu etkisiyle, yüksek olarak tespit edilmiş,  $a^*$  değerleri ŞE'ten çok farklı olmadığı gözlenmiştir. Karabuğday ve pirinç unu kullanılarak yapılan bir çalışmada sarılık değeri glutensiz ekmeklerde normal ekmeğe kıyasla daha düşük bulunmuştur (17).

En düşük ekmek içi parlaklığı ( $L^*$ ) değeri Karışım-7'de belirlenmiştir. Diğer karışımlarda parlaklık değerleri şahit ununa yakın değerlerde tespit edilmiştir. Kırmızılık değeri ise ŞE'den çok önemli sapmalar göstermemiştir. En yüksek ekmek içi sarılık değeri ( $b^*$ ) Karışım-1'de tespit edilmiştir. Muhtemelen Karışım-1 içerisinde yüksek oranda mısır unu kullanılmıştır. Mısır ununun içerdiği renk pigmentinden (karoten) dolayı ürün üzerinde sarı renk verici etkisinin olduğunu bilinmektedir (12). Genel olarak ekmek içi sarılık değerleri ŞE'den çok fazla bir sapma göstermemiştir (Çizelge 4).

### Duyusal Değerlendirme

Ekmekler, kabuk ve iç rengi, tat, koku, gözenek homojenliği, gözenekler arası duvar kalınlığı, çigneme, şekil simetrisi, tekstür ve genel beğeni açısından karşılaştırılmıştır. Kabuk rengi açısından ŞE 8.00 puan almış, buna en yakın puanı Karışım-2 ile yapılan ekmek almıştır. Genel olarak Karışım-7 ile yapılan ekmek hariç diğer ekmek içi renk değerleri beğenilmiştir. İç renk açısından ŞE'e en

yakın değer, kabuk renginde olduğu gibi Karışım-2'de belirlenmiştir. GE koku açısından değerlendirildiğinde 2.90 ile 6.70 arasında değişen değerler elde edilmiştir. Şahit ekmeğe en yakın değer Karışım-1'de elde edilmiş olup, ŞE'in koku değeri 8.10 olarak belirlenmiştir. En düşük değer ise Karışım-8'de tespit edilmiştir. Karışım-8 ekmeğinde beğenilmeyen kokuya büyük ihtimalle fermantasyon sırasında oluşan bileşiklerin neden olduğu düşünülmektedir. Aroma oluşumunda karışımda kullanılan bileşenlerin, fermantasyon işleminin, pişirmenin, bayatlamının, fırın yakıt maddesinin, ekmek yapma yönteminin ve ekmek şekil ve büyüklüğünün etkili olduğu vurgulanmıştır (18).

GE'in gözenek homojenlik değerleri genel olarak şahit ekmeğe yakın olup 4.70 ile 7.40 arasında değişmiş; Karışım-1 ile yapılan ekmek ŞE'e en yakın değere sahiptir. Buğday ununda bulunan gluten, hamurunun viskoelastik özelliklerinden ve fermantasyon sonucu oluşan gazı tutarak gözenek oluşumundan sorumludur (19). Ancak gluten içermeyen bileşimlerde gözenek oluşumu, gluteni tam taklit edebilecek bir bileşen oluşturulamadığından yeterli seviyede olamamaktadır. Karışım-1 ile yapılan ekmek, duvar kalınlığı değeri şahit ekmeğin değerine en yakın değeri alması bakımından dikkat çekmektedir.

Genel olarak glutensiz ekmekler tat açısından az beğeni toplamıştır. En düşük beğeni 2.15 puan ile Karışım-7 ile yapılan ekmek almıştır. Karışım-7'de kullanılan kıvam artırıcının cinsi bilinmemekle birlikte, söz konusu istenmeyen tadın nedeni olduğu düşünülmektedir. Karışım-7 çigneme açısından da en düşük puanı almıştır. Karışım-7'den ana

bileşen olarak içerisinde tahıl unları bulundurması nedeniyle daha yüksek puanlar alması beklenmekteyken, muhtemelen karışımdaki oranlar iyi ayarlanmadığından düşük beğeni almıştır. Panelistler Karışım-7'yi çığnedikleri esnada ağızlarında mukozamsı kaygan bir his oluştuğunu ifade etmişlerdir. Şekil simetrisi açısından Karışım-1, 2 ve 3 deskriptif olarak daha üstün şekil simetrisine sahip olmuş, Karışım-5 ve 6 daha yetersiz bulunmuştur. Normal fermantasyon sonrası fırında pişirilen ekmeklerde ani ve yüksek sıcaklık nedeniyle fırın sıçraması meydana gelmektedir. Hamurda fırın ortamına girdikten 5-10 dak sonra 1/3 hacim artışı gözlenir. Bu durum hamur içerisinde çözünmüş gazların genleşmesine neden olmaktadır. Bu esnada hamur simetrisinde bozulmalar meydana gelebilmektedir (20). Tekstür açısından da Karışım-7 ile yapılan ekmek en düşük beğeniyi toplamış, ŞE'e en yakın beğeniyi Karışım-6'dan yapılan ekmek almıştır. Genel olarak tüm ekmekler şahit ekmeğe göre ortalama beğeni alırken, Karışım-1 ve 2'den yapılan ekmekler en yüksek, Karışım-7 ile yapılan ekmek ise en düşük beğeniyi almıştır.

### SONUÇ

ŞU'a göre Karışım-3 ve 4 hariç tüm karışımlar yüksek kül içeriğine sahip olup bu durum Karışım 1'de karabuğdaydan, diğer karışımlarda ise formüllerde bulunan tuz ve diğer mineral tabanlı topraklanmayı önleyici gibi maddelerden kaynaklanmıştır. Protein içerikleri ise tüm karışımlarda oldukça yetersiz durumdadır. GK'a ait PV değerlerinin tümü şahit undan yüksek değerlerde belirlenmiştir. Tüm karışımlarda nişasta oranının yüksek olması bu duruma neden olmuştur; fakat bu istenilmeyen bir durum değildir. Çünkü glutensiz ürünlerde amaç en yüksek oluk ve final viskozitesi değerlerinin elde edilmesidir. Karışım-1 ve 2'de tespit edilen yüksek pik viskozitesi değerinin bileşimlerinde yüksek oranda bulunan pirinç unundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Glutensiz karışımlardan yapılan ekmeklerin spesifik hacim değerleri birbirinden çok farklı olmamakla birlikte, en iyi spesifik hacim değerine Karışım 3 ile yapılan ekmek sahiptir. Ancak yüksek hacmine rağmen bu ekmekte yapıyı taşıyabilecek nitelikte bir karışım oluşturulamamıştır. Karışım-8'de, Karışım-3'te olduğu gibi nişasta ve pektin ile bir yapı kurulmuş, ancak ilave olarak

kullanılan emülgatör (DATEM) olumsuzlukları ortadan kaldırıcı etki göstermiştir. Ekmek raf ömrü bakımından değerlendirildiklerinde, glutensiz ekmekler şahit ekmeğe göre çok hızlı bayatlamışlardır. Özellikle Karışım-7 ile yapılan ekmek 24. ve 72. sa saklama sonunda çok yüksek sertlik değerlerine ulaşmıştır. Duyusal özellikler açısından GE, ŞE'e göre düşük puanlar almışlardır. Karabuğday unu içeren Karışım-1 genel beğeni, gözenek yapısı, tat, koku açısından diğer karışımlara göre daha yüksek puan almıştır. Bu olumlu etkisine rağmen karabuğday unu olumlu etkilerine rağmen yalnızca bir karışımda kullanılmıştır.

Arzu edilen ekmek içi özelliklerinin sağlanması için ilave edilecek hidrokolloidlerin miktarının ve özelliklerinin önemli rol oynadığı gözlenmiştir. Nişasta içeriği oldukça yüksek olan pirinç unu ürünün başarısını artırmak için mutlaka glutensiz karışımlarda kullanılmalıdır. Glutensiz karışımların protein içerikleri zenginleştirilmesi de glutensiz ürünlerin besleyici değerini artırma açısından oldukça önemlidir. Bu çalışma ile piyasadaki glutensiz ekmeklik karışımlarda kullanılan bileşenlerle ilgili daha iyi bir AR-GE çalışması yapılması gerekmektedir.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma (2013-FBE-YL054) Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından mali olarak desteklenmiştir.

### KAYNAKLAR

1. İşleroğlu H, Dirim SN, Ertekin FK. 2009. Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri. *GIDA*, 34 (1): 29-36.
2. Anon 2008. Gluten enteropatisi (Çölyak hastalığı). <http://www.doktorsitesi.com> (Erişim tarihi 15 Haziran 2011).
3. AACC. 1999. Approved Methods of Analysis. 11<sup>th</sup> Edition, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, ABD.
4. Oliver JR, Blakeney AB, Allen HM. 1992. Measurement of flour color in color space parameters. *Cereal Chem*, 69 (5): 546-551.
5. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> Edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, ABD.

6. Yarpuz D. 2011. Glutensiz ekmek üzerine araştırmalar. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya, Türkiye, 104 s.
7. Elgün A, Türker S, Bilgiçli N. 2005. *Tabul ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü*. S.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, Konya, 112 s.
8. Elgün A, Ertugay Z. 2002. *Tabul İşleme Teknolojisi*. Atatürk Üniv Ziraat Fak. Yayınları, Erzurum, 217 s.
9. StatGraphics, 2006. *StatGraphics Centrium Release 15.1*. Statpoint Inc., Warrenton, Virginia, ABD.
10. Yıldız N, Yalçın E. 2013. Karabuğdayın kimyasal, besinsel ve teknolojik özellikleri. *GIDA*, 38 (6): 383-390.
11. Anon 2012. Gluteni Azaltılmış ve Glutensiz Hale Getirilmiş Gıdalar (TS 13143), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
12. Kılınççeker O, Hepsağ F. 2010. Kaplama malzemesi olarak mısır unlarının bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda Tekn Elekt Der*, 5 (2): 20-27.
13. Kaushal P, Kumar V, Sharma HK. 2012. Comparative study of physicochemical, functional, antinutritional and pasting properties of taro (*Colocasia esculenta*), rice (*Oryza sativa*) flour, pigeonpea (*Cajanus cajan*) flour and their blends. *LWT-Food Sci Technol*, 48 (1): 59-68.
14. Yılmaz MT, Yıldız Ö, Yurt B, Toker OS, Karaman S, Bařtürk A. 2015. A mixture design study to determine interaction effect of wheat, buckwheat and rice flours in an aqueous model system. *LWT-Food Sci Technol*, 61 (2): 583-589.
15. Sandhu KS, Singh N. 2007. Some properties of corn starches II: Physicochemical, gelatinization, retrogradation, pasting and gel textural properties. *Food Chem*, 101 (2007): 1499-1507.
16. Doğan İS. 2000. Gıda sanayinde "Hızlı Viskozite Test (HVT) Cihazı"nın kullanımı. *GIDA*, 25 (6): 429-434.
17. Torbica A, Hadnadev M, Hadnadev, TD. 2012. Rice and buckwheat flour characterisation and its relation to cookie quality. *Food Res Int*, 48: 277-283.
18. Karaođlu MM, Kotancılar HG. 2003. Tahıl ürünlerinde aroma maddeleri: I. Ekmek. *Ata Üniv Ziraat Fak Derg* 34 (3): 255-261.
19. Hosoney RC. 1994. Yeast-leavened Products. In: Principles of Cereal Science and Technology, 2<sup>nd</sup> Ed. AACC, Inc. Chapter 12, St. Paul, MN, ABD, pp 229-274.
20. Elgün A. 1982. Ekmek yapım teknolojileri ve ekmekçiliđimiz. *Ata Üniv Ziraat Fak, Ziraat Derg*, 13(1-2): 153.