



**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**EKŞİ HAMUR KULLANIMININ GLUTENSİZ EKMEKLERİN BAZI
KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

**Hazırlayan
Gamze ÖZUĞUR**

**Danışman
Prof. Dr. Mehmet HAYTA**

Yüksek Lisans Tezi

**Ağustos 2011
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GLUTENSİZ EKMEKLERDE EKŞİ HAMUR KULLANIMININ
KALİTEYE ETKİLERİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Gamze ÖZUĞUR**

**Danışman
Prof. Dr. Mehmet HAYTA**

**Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından FBY-11-3535 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Ağustos 2011
KAYSERİ**

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.


Arş. Gör. Gamze ZUGUR

“Glutensiz Ekmeklerde Ekşi Hamur Kullanımının Kaliteye Etkileri” adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.



Tezi Hazırlayan

Arş. Gör. Gamze ÖZUĞUR



Danışman

Prof. Dr. Mehmet HAYTA

Prof. Dr. Mehmet HAYTA danışmanlığında **Gamze ÖZUĞUR** tarafından hazırlanan "**Glutensiz Ekmeklerde Ekşi Hamur Kullanımının Kaliteye Etkileri**" adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

22 /08 / 2011

JÜRİ:

Danışman : Prof. Dr. Mehmet HAYTA
Üye : Doç. Dr. Mahmut DOĞAN
Üye : Yrd. Doç. Dr. Zülal KESMEN



ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 06/09/2011 tarih ve ..2011/30-12 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...06./09./2011.




Prof. Dr. Necmettin MARAŞLI

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezimin planlanması ve yürütülmesinde bana büyük destek olan ve deneyimlerini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Mehmet HAYTA'ya içtenlikle teşekkür ederim.

Büyük bir özveri göstererek karşılaştığım her türlü sorunda bana yardım eden, öneri ve katkılarıyla yönlendiren saygı değer hocalarım Doç. Dr. Osman SAĞDIÇ ve Doç. Dr. Ahmed KAYACIER'e, çalışmamın mikrobiyoloji kısmında maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Zülal KESMEN'e ve Uzman Ahmet Evren YETİMAN'a çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, bizlere her türlü laboratuvar olanaklarını sunan Doç. Dr. Mahmut DOĞAN'a, ayrıca Arş. Gör. Safa KARAMAN'a, Arş. Gör. İsmet ÖZTÜRK'e, Arş. Gör. Ömer Said TOKER'e, Arş. Gör. Hakiye ETGÜ'ye ve Uzman Okan BAYRAM'a yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Yüksek Lisans öğrenimim boyunca çalışmalarımı verimli şekilde sürdürebilmem için gerekli imkanları sağlayan değerli Hitit Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalışmasına maddi destek veren Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje No: FBY-11-3535) teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında arkamda duran, en büyük destekçim olan değerli aileme ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gamze ÖZUĞUR

Kayseri, Ağustos 2011

GLUTENSİZ EKMEKLERDE EKŞİ HAMUR KULLANIMININ KALİTEYE ETKİLERİ

Gamze ÖZUĞUR
Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2011
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet HAYTA

KISA ÖZET

Dünya nüfusunun yaklaşık %1-2'sini oluşturan çölyak hastalarına yönelik yapılan glutensiz ekmekler genellikle düşük kalitededir. Özellikle de ekmeklerin renk, görünüş, tekstür ve lezzet özelliklerindeki sorunlar dikkat çekicidir. Ekşi hamurun ekmeklerin tekstür ve lezzetine katkıda bulunduğu bilinmektedir. Bu araştırmada, pirinç unundan hazırlanan ekşi hamur kullanılarak, glutensiz ekmeklerin kalitesinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ekmek formülasyonu pirinç unu ve mısır nişastası esaslı olup, %10, %20 ve %30 oranlarında ekşi hamur ilave edilerek hazırlanmıştır. Ekmek hamurlarında reolojik ve mikrobiyolojik analizler, ekmek örneklerinde ise fizikokimyasal, tekstürel, renk ve duyu analizler gerçekleştirilmiştir. Tüm hamurların elastik modüllerinin, viskoz modüllerinden yüksek olduğu, kontrol ve %10 oranında ekşi hamur içeren hamurlar ile %20 ve %30 ekşi hamur içeren hamurların reolojik özellikleri birbirine yakın bulunmuştur. Ekmek hacimleri ekşi hamur ilavesinden olumsuz etkilenmiştir. Tekstürel özelliklerinden sertlik depolamaya bağlı olarak artarken ekşi hamur ilavesiyle azalmıştır. Elastikiyet ve yapışkanlık değerlerinde depolamaya bağlı olarak azalma görülürken, çiğnenebilirlik değerlerinde artış olmuştur. Ekşi hamur ilavesi, ekmekler arasında belirgin renk değişikliği yapmamıştır. Depolamanın bir sonucu olarak kabuk renginin açıldığı, kırmızılık ve sarılık özelliklerinin de azaldığı görülmüştür. Ekmek içi kırmızılığı kabuktakinin aksine artarken, b^* değerlerinde kontrol ekmeği hariç belirgin farklılıklar olmadığı saptanmıştır. Glutensiz ekmekler kabuk rengi, iç rengi, gözenek yapısı, çiğnenebilirlik, tat, aroma ve genel beğeni bakımından değerlendirilmiş, tüm özelliklerde ekmekler arasında istatistiksel bir fark olmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

Anahtar kelimeler: Glutensiz ekmek, ekşi hamur, PCR, reoloji, tekstür.

THE EFFECTS OF THE USE OF SOURDOUGH ON GLUTEN-FREE BREAD QUALITY

Gamze ÖZUĞUR

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M. Sc. Thesis, August 2011

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Mehmet HAYTA

ABSTRACT

Gluten-free breads made for people with celiac disease of 1-2% world population, are usually low in quality. In particular, the bread color, appearance, texture and flavor problems are striking. Sourdough is known to contribute to bread texture and flavor. In this study, the aim was to improve the gluten-free bread quality by using sourdough prepared from rice flour. Bread formulation consisted of the sourdough at the level of 10%, 20% and 30% and based on rice flour and corn starch. The rheological and microbiological properties of dough and physicochemical, textural, color and sensory properties of bread samples were investigated. In all the cases, the value of G' was higher than G'' and control and 10% sourdough containing dough samples were showed similar dynamic rheological behaviors and the rheological properties of the samples containing 20% and 30% sourdough were also identical. Bread volumes were negatively affected by the addition of sourdough. While textural hardness value increased as a result of storage, sourdough addition decreased the hardness value. During storage the springiness and cohesiveness values decreased whereas chewiness values increased. Color values of breads were not significantly changed with the addition of sourdough. As a result of the storage, the color of crust was lightened, and the redness and yellowness values decreased. Unlike crust, crumb redness values increased, the differences in b^* values were not significant except for the control bread. There was no statistically significant ($p>0.05$) differences between the breads in terms of sensory properties.

Keywords: Gluten-free bread, sourdough, PCR, rheology, texture.

İÇİNDEKİLER

GLUTENSİZ EKMEKLERDE EKŞİ HAMUR KULLANIMININ KALİTEYE ETKİLERİ

	<u>Sayfa</u>
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK SAYFASI	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI	iii
KABUL VE ONAY SAYFASI	iv
TEŞEKKÜR.....	v
KISA ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMA ve SİMGELER	xi
TABLOLAR LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1 Gluten ve tahıl ürünlerindeki rolü	3
1.3 Glutensiz ekmeklerde kalite problemleri ve iyileştirme çalışmaları.....	6
1.3.1 Renk, görünüş, tekstür ve lezzet	6
1.3.2 Raf Ömrü	8
1.3.3 Besleyicilik	8
1.4 Glutensiz ürün pazarı	10
1.5 Ekşi hamur	11
1.6 Ekşi hamurun ekmek kalitesine olumlu katkıları.....	15

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2. 1. Materyal	20
2.2 Un ve Nişastada Yapılan Kimyasal Analizler.....	20
2.2.1 Rutubet miktarı tayini	20
2.2.2 Protein	21
2.2.3 Kül.....	21
2.3 Ekşi Hamur Üretimi	21
2.4 Ekşi Hamurda Yapılan Analizler	22
2.4.1 pH.....	22
2.4.2 Mikrobiyolojik analiz.....	22
2.4.2.1 Laktik asit bakterileri sayımı	22
2.4.2.1 Maya ve küf sayımı	22
2.5 Glutensiz Ekmek Formülasyonu	23
2.6 Glutensiz Hamurların Reolojik Özellikleri	24
2.7 Glutensiz Ekmek Üretimi.....	24
2.8 Ekmek Analizleri	24
2.8.1 Ekmeklerin kimyasal kalite parametreleri	24
2.8.2 Ekmeklerin fiziksel kalite parametreleri.....	25
2.9. Ekmeklerin Duyusal Kalite Parametreleri	25
2.10 İstatistiksel Analizler.....	26

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Un ve Nişastanın Kimyasal Analiz Sonuçları.....	28
3.2. Ekşi Hamurun Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	28
3.3 Glutensiz Hamurların Reolojik Özellikleri	29
3.4. Glutensiz Ekmeklerin Kimyasal ve Fiziksel özellikleri.....	32
3.4.1. Özgül hacim	32
3.4.2. Rutubet.....	33

3.4.3. Su aktivitesi.....	35
3.4.4 Renk	36
3.4.5 Tekstür profil analizi (TPA).....	39
3.5 Duyusal Değerlendirme	41

4. BÖLÜM

TARTIŞMA – SONUÇ VE ÖNERİLER

EKLER.....	55
KAYNAKÇA	74
ÖZGEÇMİŞ	

KISALTMA ve SİMGELER

LAB: Laktik asit bakterleri

GNPD: Mintel Global New Products Database

AACC: American Association of Cereal Chemists

AOAC: Association of Official Analytical Chemists

A₁: kuru örnek + tartım kabı ağırlığı (g)

A₂: tartım kabı ağırlığı (g)

M: örnek ağırlığı (g)

B₁: porselen kroze ağırlığı (g)

B₂: kül + porselen kroze ağırlığı (g)

*L**: Siyahtan beyaza kadar olan açıklık-koyuluk renk geçiş değeri

*a**: Yeşilden kırmızılığa doğru renk geçiş değeri

*b**: Maviden sarıya doğru renk geçiş değeri

K: Ekşi hamur içermeyen glutensiz ekmek

G10: %10 oranında ekşi hamur ilaveli glutensiz ekmek

G20: %10 oranında ekşi hamur ilaveli glutensiz ekmek

G30: %10 oranında ekşi hamur ilaveli glutensiz ekmek

k.m.: Kuru maddede

TPA: Texture Profile Analysis (Tekstür Profil Analizi)

MRS: Man Rogosa Sharpe

PDA: Potato Dekstroz Agar

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1 2007* yılı glutensiz ürünlerin çeşit bazında dağılımı.....	10
Tablo 1.2 Buğday ürünleri ve glutensiz ürünler arasında fiyat karşılaştırması.....	11
Tablo 1.3 Ekşi hamur sınıflarına karşılık gelen mikroorganizmalar.....	14
Tablo 1.4 Glutensiz ekmeklerin kusurları ve ekşi hamurun pozitif etkileri.....	19
Tablo 2.1 Glutensiz ekmek formülasyonları.....	23
Tablo 3.1 Un ve un karışımının bazı fizikokimyasal özellikleri.....	28
Tablo 3.2 Ekşi hamur örneğinin mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	29
Tablo 3.3 Glutensiz ekmeklerin özgül hacimleri	33
Tablo 3.4 Glutensiz ekmeklerin rutubet miktarları	33
Tablo 3.5 Glutensiz ekmeklerin su aktivitesi değerleri	35
Tablo 3.6 Glutensiz ekmeklerin kabuk renk değerleri	37
Tablo 3.7 Glutensiz ekmeklerin iç renk değerleri	38
Tablo 3.8 Glutensiz ekmeklerin sertlik değerleri	39
Tablo 3.9 Glutensiz ekmeklerin elastikiyet değerleri	39
Tablo 3.10 Glutensiz ekmeklerin yapışkanlık değerleri	40
Tablo 3.11 Glutensiz ekmeklerin çiğnenebilirlik değerleri	40
Tablo 3.12 Glutensiz ekmeklerin duyuşal değerlendirmesi	41
Tablo 4.1 Mekaniksel doku parametrelerinin fiziksel ve duyuşal tanımları.....	49

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1	Sağlıklı ve çölyak hastası birey bağırsak dokusu	5
Şekil 2.1	Duyusal analiz değerlendirme formu.....	27
Şekil 3.1	Ekşi hamur içermeyen (kontrol) glutensiz hamurun elastik elastik (G') ve viskoz modül (G'') değerleri	29
Şekil 3.2	%10 ekşi hamur içeren glutensiz hamurun (G_{10}) elastik (G') ve viskoz modül (G'') değerleri	30
Şekil 3.3	%20 ekşi hamur içeren glutensiz hamurun (G_{20}) elastik (G') ve viskoz modül (G'') değerleri	30
Şekil 3.4	%30 ekşi hamur içeren glutensiz hamurun (G_{30}) elastik (G') ve viskoz modül (G'') değerleri	31
Şekil 3.5	Kontrol ve %10, 20 ve 30 ekşi hamur içeren glutensiz hamurların elastik (G') modül değerleri	31
Şekil 3.6	Kontrol ve %10, 20 ve 30 ekşi hamur içeren glutensiz hamurların viskoz modül (G'') modül değerleri.....	32
Şekil 3.7	Glutensiz ekmeklerin iç görünümü.....	34
Şekil 3.8	Glutensiz ekmeklerin dış görünümü	35
Şekil 4.1	Tekstür profil analiz grafiği	50

GİRİŞ

Gıda alerjisi ve gıda hipersensitivitesi (aşırı duyarlılığı), gıdalara veya gıda içindeki bir bileşene özellikle de proteinlere karşı, bağışıklık sisteminin verdiği tepkidir. Günümüzde gıda alerjilerine bağlı olarak ortaya çıkan birçok kronik sağlık problemleri, giderek artmaktadır. Son yıllarda çölyak hastalığı dünyadaki en yaygın gıda intoleranslarından biri haline gelmiştir. Glutene duyarlı bağırsak hastalığı olarak da bilinen çölyak hastalığı immun, genetik, çevresel faktörler ve gluten proteinleri arasındaki interaksiyonlar sonucu sindirim sisteminde meydana gelen kronik bir hastalıktır. Çölyak hastalığı, bağırsaklardaki sindirimi sağlayan villus denilen yapıların bozulmasına sebep olmakta ve dolayısıyla da yiyeceklerdeki besinin emilmesini engelleyerek ince bağırsakta hasarlar oluşturmaktadır.

Çölyak hastalığında bağışıklık sisteminin verdiği bu tepki gluten olarak anılan prolamine karşıdır ki bunlar, buğdayda gliadin, çavdarda sekalin, arpada hordeindir. Dolayısıyla, çölyak hastalarının buğday, çavdar, arpa yerine mısır, pirinç, sorgum, karabuğday gibi tahılları tüketmesi gerekmektedir. Kusma, ishal, karın şişliği, iştahsızlık, kilo alamama, kansızlık gibi çok çeşitli belirtilerle kendini gösterebilen çölyak hastalığı, yaşamın her hangi bir bölümünde ortaya çıkabilmektedir ve ömür boyu gluten içermeyen gıdaların tüketilmesi, bugüne kadar bilinen tek tedavi yöntemidir.

Başta ekmek olmak üzere çeşitli hububat ürünlerinde glutenin teknolojik önemi oldukça büyüktür. Gluten, hamurun oluşmasından ve hamurun viskoelastik özelliklerinden sorumludur. Viskoelastik yapıyı sağlayan gluten ağ yapısı, fermentasyon sırasında oluşan gazı tutarak ürünün kabarmasını sağlamakta, dolayısıyla son ürünün tekstürünü etkilemektedir. Çoğu glutensiz ekmek düşük hacimli olup, ufalanan ve oldukça kuru bir içyapıya sahiptir. Bu kalite sorunlarını ortadan kaldırmak için glutenin yerini alabilecek çeşitli katkı maddeleri üzerinde çalışılmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda

glutensiz unlara hidrokolloid ve enzim ilavesiyle ve ekşi hamur fermentasyonu ile ürün performanslarında iyileşmeler sağlanmıştır. Bu çalışmalarda genel amaç, protein ağ yapısı oluşumunu iyileştirmek, protein ve nişasta tarafından absorblanan su miktarını arttırmaktır. Hidroksipropil metilselüloz (HPMC), karboksimetilselüloz (CMC), psyllium gum, keçi boynuzu gamı, guar gamı, agarose, β -glukan ve ksantan gam bu amaçla tek ya da kombine kullanılan hidrokolloidler arasındadır. Bitki, hayvan ya da mikrobiyal kaynaklı transglutaminaz, proteaz, glukoz oksidaz ve laktaz gibi enzimlerin ilavesi ile laktik asit bakterilerinin (LAB) kullanımı da, glutensiz tahıl ürünlerini geliştirilmesine yönelik yer alan uygulamalar arasındadır.

Ekşi hamur, laktik asit bakterileri ve mayalar tarafından fermente olmuş un ve su karışımıdır. Geleneksel olarak ekşi hamur fermentasyonu buğday ve çavdar unlarından elde edilen fırın ürünlerinde kullanılmaktadır. Ekşi hamur kullanımı ile fermentasyon sırasında LAB tarafından üretilen metabolitlerin etkisi sonucunda ekmekte besinsel, tekstürel, lezzet ve raf ömrü açısından olumlu etkiler sağlanabilmektedir. Dolayısıyla glutensiz ekmek üretiminde ekşi hamur kullanımının ürün nitelikleri üzerinde olumlu etkiler sağlaması muhtemel gözükmektedir.

Glutensiz ekmeklerde ekşi hamur kullanımı yeni bir uygulama olup bu konuda yeterli miktarda çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada kolay temin edilebilir nispeten pahalı ingrediyepler içermeyen bir glutensiz ekmek formülasyonunda ekşi hamur kullanımının etkilerini belirlemek ve tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de sayıları giderek artan çölyak hastaları için kaliteli ekmek üretimi amaçlanmıştır.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1 Gluten ve tahıl ürünlerindeki rolü

Bir tahıl proteini olan gluten Latince "yapıştırıcı" (glue) anlamındaki bir kelimedenden türemiştir [1]. Gluten proteini, toplam buğday proteininin yaklaşık %80-85'ini oluşturan buğday depo proteini [2]. Gluten proteini olgun buğday tanesinin endospermünde bulunur ve nişasta granüllerinin etrafında sürekli bir faz oluşturur. Genellikle su ve seyreltik tuz çözeltisinde çözünmez [3]. Gluten undan nişasta ve diğer bileşenlerin yıkanarak uzaklaştırılması ile elde edilir. Yaş gluten %65 oranında su içerir ve kuru maddede %75-86 oranında proteinden oluşur. Geri kalan kısımda ise karbonhidrat ve lipid bulunmakta ve gluten-protein matriksi içinde sıkıca tutulmaktadır [4].

Tahıllardaki depo proteinler, etanolde çözünebilen prolaminler ve polimerik gluteninler olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır [5]. Gluten protein kompleksi, glutenin ve gliadin fraksiyonlarından oluşmaktadır [4]. Gliadinler alkolde, gluteninler ise seyreltik asit içerisinde çözünürler [6]. Gluteninler çok zincirli, yüksek polimerik proteinlerdir ve molekül ağırlığı yaklaşık 80.000 ve birkaç milyon arasında değişmektedir. Bu nedenle gluteninler yüksek molekül ağırlıklı (65.000 ve 90.000 arasında) ve düşük molekül ağırlıklı (30.000 ve 60.000 arasında) altbirimlere ayrılır. Hamurun uzamaya karşı direncinin oluşumunda görev alırlar [2,6].

Sadece molekül içi disülfid bağları içeren gliadin ise tek zincirli monomerik bir proteindir [6]. Molekül ağırlığı 30.000 ve 80.000 arasında olan gliadinler, sulu halde son derece yapışkandır. Hamurun önemli reolojik özelliklerinden olan viskoz akış ve uzayabilirliği sağlayan gliadinler, hamur oluşumu sırasında 'plastikleştirici' rol oynar [2].

Gliadinler, elektroforetik olarak moleküler ağırlıklarına göre alfa, beta, gama ve omega gliadinler olmak üzere dört ayrı gruba ayrılırlar. Bunların hepsi çölyak hastalarında toksik etki gösterir [7]. Gliadinin zararlı etkisinin mekanizması tam olarak bilinmemektedir [8].

Gluten proteinleri yüksek oranda prolin içermeleri (toplam proteinin %14'ü) [9] nedeniyle, gastrointestinal sistemde proteolitik yıkıma karşı oldukça dayanıklıdır. Ayrıca, yüksek glutamin içeriği ile gluten, transglutaminaz (TG) enzimi için de iyi bir substrattır [10].

Gluten, hamurun viskoelastik özelliklerinden sorumludur [4]. Mayalı fırın ürünlerinde şekerlerin fermentasyonu sonucu oluşan gaz hücrelerini tutarak, hamurun kabarmasını sağlamaktadır. Fırınlama sırasında gluten proteinlerinin denatüre olmasıyla hamur stabilize olmakta ve ürünün iç yapısı ve hacmi gelişmektedir. [1]. Glutenin hamur reolojisindeki bu işlevsel özelliği büyük moleküllü gliadinleri ve gluteninleri içermesinden kaynaklanmaktadır [9].

Ekmekçilikte gerekli olan reolojik özellikler büyük ölçüde buğday gluteni tarafından belirlense de, diğer un bileşenleri (örneğin, un lipidleri, arabinoksilanlar, gluten dışı proteinler) ile gluten protein matriksi arasındaki etkileşimler de reolojik özellikleri etkileyebilmektedir [11].

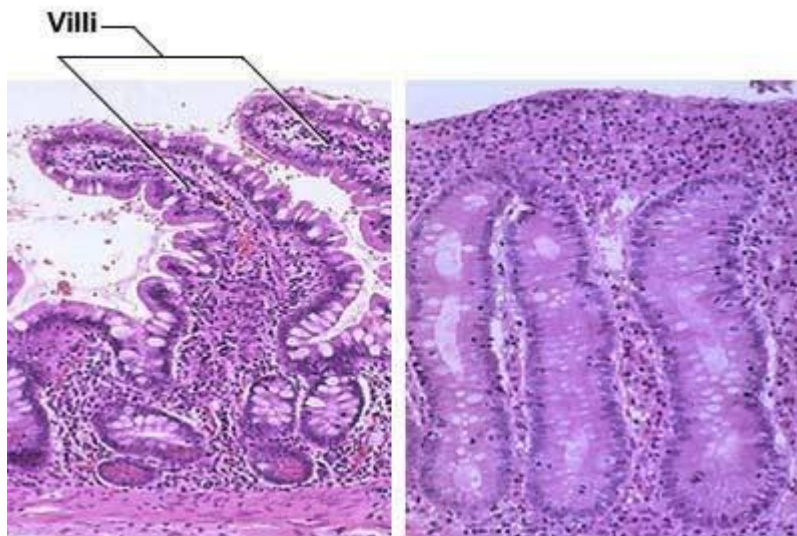
Diğer un bileşenlerinin rolüne rağmen, gluten proteinin işlevselliğinin çok daha önemli olduğu açıktır. Bir takım deneyler sonucunda ekmek performansının gluten proteinleri tarafından belirlendiği açıkça görülmüştür. Buğday ekmeği performansı ile unun protein miktarı arasında doğrusal bir ilişki vardır. Dolayısıyla gluten miktarı ile de bu doğrusal ilişki söz konusudur. Tahıl protein miktarının artmasıyla gluten miktarı, gluten olmayan proteine göre daha fazla artış göstermektedir. Bu nedenle, yüksek miktardaki gluten proteini önemlidir. Ancak, protein içeriği ve ekmekçilik performansı arasındaki bu doğrusal ilişki buğday çeşidine bağlı olduğundan, aynı zamanda gluten protein kalitesiyle de ilgili olabileceği fikrini öne sürmektedir [11].

1.2 Çölyak hastalığı

Glutene duyarlı bağırsak hastalığı olarak da bilinen çölyak hastalığı en yaygın gıda intoleranslarından biridir [12]. Çölyak hastalığı, genetik yatkınlığı olan bireylerde, genellikle prolamin grubu tahıl proteinlerinin tüketimiyle bağışıklık sistemindeki bozukluğa neden olan bir enteropatidir [13].

Gluten kompleksi prolaminler ve gluteninleri içermektedir. Mukozal hasarda prolaminler sorumlu tutulmasına rağmen son yıllarda glutenin de mukozal hasara yol açabileceği belirtilmiştir. Buğday prolaminleri gliadin olarak anılırlar. Diğer tahıllarda gliadinler kaynağına göre çavdarda sekalin, arpada hordein, yulafta avenin ve çölyak hastalarına toksik olmayan mısırdaki ise zein ismini alırlar. Yulafta bulunan avenin genetik olarak sekalin ve hordeinden daha az glutene benzemektedir [5, 7].

Çölyak hastalarında glutenin etkisi ince bağırsak üzerinde olmaktadır. Gluten alımı ile ince bağırsak mukozasındaki absorpsiyonu sağlayan çıkıntılar (villi) kısaltmakta veya tamamen ortadan kalkarak bağırsak iç yüzeyi düzleşmektedir. Villilerin yüzeyindeki tek sıra "kripta" hücreleri ise kalınlaşmaktadır. Böylece absorpsiyonun yapıldığı yüzey azaldığından besin alımı zorlaşmaktadır [14].



Şekil 1.1 Sağlıklı (solda) ve çölyak hastası (sağda) bireylerin bağırsak dokusu [15].

Bu hastalık dünya nüfusunun %1-2'sini etkilemektedir [16, 17]. Çölyak hastaları gluten içeren gıdalar tükettiğinde sindirim bozukluğundan kaynaklanan tipik belirtiler sergilerler [18]. Değişkenlik göstermekle birlikte kabızlık veya ishal, kilo kaybı veya kilo alma ve çoğu zaman yorgunluk ve zayıflık öne çıkan belirtiler arasındadır [1]. Bu belirtiler bağışıklık sisteminin gluteni yabancı bir antijen olarak algılamasının sonucunda verdiği bir cevaptır. Küçük çocuklarda kusma, ishal, karın şişliği, iştahsızlık, kilo alamama ve boy uzamasında yavaşlama gibi tipik belirtilerle ortaya çıkan hastalık, ileri yaşlarda kansızlık, boy kısalığı, kemik zayıflığı ve nedeni bilinmeyen karaciğer hastalığı gibi çok değişik belirtilerle kendini göstermektedir [4].

Dünya nüfusunun önemli bir kısmına tesir eden çölyak hastalığı tedavisinde diyet dışı tedavi yöntemleri yaklaşık 40 yıldır araştırılmaktadır. Son yıllarda yaygın olarak gliadinin bakteriyel enzimlerle detoksifiye edilmesine yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Ancak hiç biri şu anda gündelik yaşamda uygulanabilir düzeyde değildir. 2005'in ilk aylarında Amerikan Pediatrik Gastroenteroloji Derneği'nin yayınladığı kılavuzda çölyak hastalığının tedavisi için geçerli tek yönteminin ömür boyu sıkı bir glutensiz diyet uygulaması olduğu bildirilmektedir [19].

Glutensiz gıdalar buğday, arpa, çavdar ve tartışmalı da olsa yulaf içermemelidir [20].

Codex Alimentarius'a göre glutensiz gıdalar aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır [21]:

- (a) buğday, çavdar, arpa veya bunların melezlerinin prolaminlerini içermeyen bileşenlerden üretilen ve gluten seviyesi 20 ppm'i geçmeyen veya
- (b) buğday, çavdar, arpa, yulaf, kılçıksız buğday veya bunların melezlerinden "glutensiz" olarak belirtilen bileşenleri içeren ve gluten seviyesi 200 ppm'i geçmeyen veya
- (c) (a) ve (b) deki bileşenlerden herhangi ikisinin karışımı olup gluten seviyesi 200 ppm'i aşmayan gıdalar

1.3 Glutensiz ekmeklerde kalite problemleri ve iyileştirme çalışmaları

1.3.1 Renk, görünüş, tekstür ve lezzet

Gluten, undaki temel yapısal proteindir. Hamurun elastik yapısından sorumludur ve pek çok fırın ürününün görünümüne ve ekmek içi yapısına katkı sağlamaktadır. Glutenin

yokluğu fırıncılar için önemli bir sorundur. Glutensiz ekmek hamurları, akışkan bir yapıda olup, fırınlama sonrasında ise üründe ufalanan tekstür ve zayıf bir renk oluşmaktadır [22, 23].

Piyasadaki birçok glutensiz üründe tekstür ve lezzet problemleri mevcuttur [24]. Bu durum tamamen glutenin reolojik özelliğinden ve glutensiz ürünlerdeki protein ağıının eksikliğinden kaynaklanmaktadır.

Birçok çalışma sonucu çeşitli hidrokolloidlerin glutensiz ekmeklerin kalitesini iyileştirdiği saptanmıştır. Bu hidrokolloidler, metilselüloz (MC), HPMC, CMC, psyllium gum, keçiyoynuzu gamı, guar gam, ksantan gam, pektin, agaroz ve β -glukandır. Bunların kullanımı ile hamurun reolojik özellikleri düzenlenmekte ve dolayısıyla son ürünün kalitesi artırılmaktadır [25].

Pirinç unu esaslı ekmeklerde de glutenin viskoelastik yapısının taklit edilmesi, yapının oluşması ve gazın tutulmasını sağlamak için polimerik maddelere ihtiyaç vardır. Gamlar ve hidrokolloidler buğday gluteninin sağladığı gaz tutumunu ve su absorpsiyonunu artırmaktadır. Böylece viskozite ve gaz hücre çeperinin dayanıklılığı artırılmakta ve nem kaybı önlenmektedir. Jel yapı soğuduktan sonra bozulmamakta ve son üründe tekstür üzerine olumsuz etki olmamaktadır [26]. Nişasta ve jelleştirici maddelerin kullanımı da glutensiz ekmeğin kabul edilebilirliğini artırmaktadır. Yaygın olarak da glutensiz ürünlerde pirinç nişastası kullanılmaktadır [24].

Farklı seviyelerde pirinç unu, mısır nişastası, yağsız soya unu, nohut unu içeren glutensiz ekmek hamuruna, %3 ksantan ilave edildiğinde belirgin şekilde viskoelastik özelliklerinin güçlendiği ve buğday unu hamuru ile benzer farinogram ve ekstensogram değerleri verdiği belirtilmiştir. Duyusal olarak da kabul edilebilir bulunan bu ekmeklerle, nişastalı unlardan düşük maliyet ve yüksek kalitede glutensiz ekmeğinin imal edilebileceği sonucuna varılmıştır [27].

Araştırmalar glutensiz ekmeklerde enzim uygulamalarının ekmek tekstürünü geliştirdiğini ortaya koymaktadır [28]. Çapraz bağlama gerçekleştiren enzimler (transglutaminaz ve glukoz oksidaz) glutensiz ekmek kalitesini artırmaktadır [29]. Pirinç ekmeklerinde α -amilaz ve siklodekstrin glikozil transferaz (CGTaz) gibi

enzimlerin kullanımı ekmek spesifik hacmini artırmakta ve ekmek içi sertliğini azaltmaktadır [30].

Glutensiz hamurların fermentasyon süresinin uzatılması, özellikle mayalanma sürecinde ekşi hamur basamağının (laktik fermentasyon) olması glutensiz ekmeklerin lezzetini önemli ölçüde artırırken, glutensiz formulasyonlarda var olan diğer bileşenlerin sindirimini ve biyoyararlılığını geliştirmektedir [31].

1.3.2 Raf Ömrü

Ekmeğin raf ömrü genellikle nem kaybı, bayatlama ve mikrobiyal bozulmadan etkilenir. Bunlardan bayatlama, raf ömrünü kısıtlayan temel faktördür. Ekmeğin bayatlamasından sorumlu mekanizmaları açıklayan çok sayıda çalışma olmasına rağmen, bu süreç hala çeşitli yönlerden belirsizliğini korumaktadır [30]. Sertlik ve ufalanma derecesi genellikle ekmeğin bayatlamasını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Ekmeğin bayatlamasından nişasta retrogradasyonu, özellikle de amilopektin kristalizasyonu, sorumludur [32]. Nişasta esaslı olan glutensiz ekmeklerde, bayatlamaya başlaması gluten içeren ekmeklere göre çok daha hızlıdır [26]. Glutenin bayatlamayı önleme rolü de vardır. Pek çok glutensiz üründe bayatlama eğilimi daha fazladır. Bayatlama ve zayıf duyu niteliklerin glutensiz ekmeklerde daha yaygın olduğu bildirilmiştir ve bayatlamayı önlemek için de düzenli protein fazına ihtiyaç olduğu belirtilmiştir [32]. Glutensiz formülasyonlarda protein içeriğinin artırılması ve hidrokolloid, emülgatör, amilolitik enzimlerin kullanımı glutensiz ekmeklerin raf ömrünü uzatmaktadır [31].

1.3.3 Besleyicilik

Glutensiz ürünlerin, genellikle zenginleştirilmemesi ve çoğunlukla rafine un veya nişastadan yapılmalarından dolayı, gluten içeren benzer ürünler ile aynı seviyede besinsel değer taşımadıkları görülmektedir. Bu nedenle, glutensiz bir diyetle bağlı olan çölyak hastalarının, özellikle besinsel lif alımı ile ilgili, dengeli bir şekilde beslenip beslenmedikleri konusunda hala belirsizlikler vardır [33]. Glutensiz diyetle B vitamini, kalsiyum, D vitamini, demir, çinko, magnezyum ve besinsel lif yetersizliği söz konusudur [34]. Yüksek protein ve mineral seviyesine sahip karabuğday ve sorgum gibi besleyici glutensiz unların bulunduğu bildirilmektedir. Ancak bu unlar yaygın olarak

kullanılmamakta, üreticiler düşük seviyede besinsel lif, demir ve folat içeriğine sahip, rafine, zenginleştirilmemiş glutensiz unlar tercih etmektedir. Fakat son çalışmalarda glutensiz tahıllardan lif, B vitamini ve demir kaynağı olabilecek darı, teff, yabani pirinç, sorgum, esmer pirinç, mısır, karabuğday, kinoa (quinoa) ve amaranth kullanımına geniş yer verilmektedir [33].

Besinsel lifler, bağırsak geçiş süresini azaltması, kabızlığı önlemesi, kolon kanseri riskini azaltması, kan kolesterol seviyesini düşürmesi, kısa zincirli yağ asitleri üretimi ve yararlı bağırsak mikroflorasının gelişmesini içeren sağlık faydalarıyla, insan beslenmesindeki önemli bileşenlerdendir. Doğal bir polisakkarit olan β -glukan, fonksiyonel ve besleyici özellikleri nedeniyle önemli lif kaynakları arasında sayılmaktadır. Yulaf β -glukanının glutensiz ekmeklerde kullanımı ile ekmek hacmi ve iç yumuşaklığı artmakta, besinsel değeri gelişmektedir [35].

Çölyak hastalarının genellikle glutensiz diyetleri sebebiyle lif alımlarının düşük olduğu bildirildiğinden beri, diyet lifi ile zenginleştirilmiş glutensiz fırın ürünlerin gerekliliği anlaşılmıştır. Bir çalışmada mısır nişastası, pirinç unu ve HPMC içeren glutensiz ekmek formülasyonunda, farklı tahıl lifleri (buğday, mısır, yulaf ve arpa) farklı seviyelerde eklenmiştir. Mısır ve yulaf diyet liflerinin eklenmesiyle kontrol glutensiz ekmeklerine göre ekmek hacminde ve ekmek içi yumuşaklığında önemli bir artış olmuştur. Buğday lifi eklenen ekmeklerin ise hacmi azalmış ve ekmek içi tekstürü sıkılaştırmıştır. Bu çalışma, diyet lifi ile zenginleştirilmiş glutensiz ekmeklerin, kabul edilebilirlik ve diyet lif alımını arttırmak açısından gelişme potansiyeli olduğunu göstermiştir [36].

Ekmeklerin hem besinsel değerini, hem de kalitesini iyileştirmek için proteinler de glutensiz ekmeklerde kullanılmaktadır. Protein kalitesini arttırmak, mekanik özellikleri iyileştirmek ve raf ömrünü uzatmak için soya proteinleri ilave edilmektedir [27]. Benzer şekilde süt ürünleri de hem besinsel hem de lezzet ve depolama süresini arttırma, tekstürü geliştirme gibi fonksiyonel faydalar sağlamak amacıyla fırıncılık ürünlerinde kullanılmaktadır. Yüksek protein/düşük laktoz içeren tozlar (sodyum kazeinat, süt protein izolatu) şekil ve hacmi geliştirmekte ve ekmek içi sıklığını arttırmaktadır [24].

Çölyak hastalığının mevcut yaygınlığı ve glutensiz ürünlerin üretimindeki son gelişmeler, nişasta, hidrokolloidler, gamlar ve diğer yeni bileşenlerin ve süreçlerin kullanımını ile gerçekleşmektedir [24].

1.4 Glutensiz ürün pazarı

Günümüzde glutensiz gıdalar üreten çok sayıda uluslararası firma bulunmaktadır. Bunların ikisi şu anda ülkemizde de ürünlerini pazarlamaktadır [19]. Glutensiz ürünlerin dünya pazarındaki dağılımı, 2007 yılında, GNPD (Mintel Global New Products Database) tarafından araştırılmıştır. Özellikle son 3 yılda pazar payında %120 artış gözlemlendiği belirtilen glutensiz ürünlerin, kendi içindeki ürün dağılımına bakıldığında ise ilk sırayı çerez tipi ürünler ile fırıncılık ürünlerinin aldığı görülmektedir (Tablo 1.1) [21].

Tablo 1.1 2007* yılı glutensiz ürünlerin çeşit bazında dağılımı.

Kategori	Yeni gıda ve içeceklerin sayısı
Çerez	174
Fırın ürünleri	94
Süt ürünleri	62
Şekerleme	56
Soslar ve baharatlar	51
İşlenmiş balık, et ve yumurta ürünleri	45
İçecekler	43
Yemek ve yemek merkezleri	28
Garnitürler	27
Tatlı ve dondurmalar	24

Kaynak: Mintel Global New Products Database (GNPD)

* Ocak 2007- 28 Aralık 2007 GNPD verileri

Ürün pazarı hakkında elde edilen sonuçlar, çölyak hastalarının hayat standardını yükseltmek için kısa sürede glutensiz ürünlerin sayısının ve niteliğinin artırılması gerektiğini işaret etmektedir. Diğer bir önemli nokta ise bu ürünlerin sayısındaki azlığın

fiyatlarının yüksek olmasını da beraberinde getirmesidir. Glutensiz ürünlerin fiyatları gluten içeren ürünler ile karşılaştırıldığında, glutensiz ürünlerin yaklaşık 5 kat daha pahalı olduğu görülmüştür (Tablo 1.2). Düşük gelirli aileler, yüksek fiyatlı olan bu glutensiz ürünleri temin etmede güçlük çekmektedirler [21].

Tablo 1.2 Buğday ürünleri ve glutensiz ürünler arasında fiyat karşılaştırması.

Buğday ürünleri		Glutensiz Ürünler	
Buğday unu	\$0.34/lb	Esmer pirinç unu	\$1.89/lb
Buğday ekmeği	\$1.09/loaf	Glutensiz ekmek	\$6.00/loaf
Buğday makarnası	\$0.87/lb	Glutensiz makarna	\$3.69/lb
Çikolatalı kurabiye	\$2.69/lb	Glutensiz çikolatalı kurabiye	\$12.83/lb
Buğday krakeri	\$1.63/lb	Pirinç krakeri	\$9.12/lb

Kaynak: ABD Çalışma Bakanlığı, Çalışma Bürosu: tüketici fiyatları indeksi

Ülkemizde 15 Ekim 2010 tarihli ve 27730 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan ‘Sosyal Güvenlik Kurumu Sağlık Uygulama Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ’de çölyak hastalığı için kullanılacak özel formüllü un ve özel formüllü un içeren ürünlerden (makarna, şehriye, bisküvi, çikolata, gofret vb.) çölyak hastalarının faydalanabileceği şekilde glutensiz ürün tutarı yaş gruplarına göre parasal olarak belirlenmiştir. Gastroenteroloji uzman hekimi tarafından düzenlenen uzman hekim raporuna dayanılarak bir aylık;

a) 0-5 yaş için: 52.50 TL

b) 5-15 yaş için: 80 TL

c) 15 yaş üstü için: 72.50 TL tutarında özel formüllü un ve özel formül içeren mamul ürün, devlet tarafından karşılanacak olup en fazla üçer aylık dozlar halinde reçete edilebilecektir [37].

1.5 Ekşi hamur

Ekşi hamur fermentasyonu çoğunlukla buğday ve çavdardan elde edilen fırın ürünlerinde kullanılan geleneksel bir işlemdir [27]. Ekşi hamur, laktik asit bakterileri ve

mayalar tarafından fermente olmuş un ve su karışımıdır. Ekşi hamurun karakteristik özelliği, laktik asit bakterileri ve mayaların ürettiği asit, aroma bileşenleri ve diğer metabolitler ile oluşmaktadır [38, 39].

Ekşi hamurun asidik tat, aroma ve gaz oluşumu gibi nitelikleri, öğütülmüş tahıllara su ilavesiyle oluşan hamurun, dışarıdan gelen doğal mikrobiyal popülasyon ile fermente olması sonucunda oluşmaktadır [38].

Ekşi hamurdaki laktik asit bakterileri tarafından gerçekleşen asidifikasyon, nişastanın mikrobiyal hidrolizi ve proteoliz olayları, ekmeğin depolanması sırasında bir takım fizyokimyasal değişikliklere neden olur ve bayatlamayı geciktirerek olumlu etki sağlar [40].

Yapılan çalışmalarda, ekşi maya ile hazırlanan ekmeklerin avantajları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

- a. Hamur özelliklerinin iyileşmesi
- b. Ekmeklerin şekil ve hacim bakımından iyileşmesi
- c. Tat ve aromanın gelişmesi
- d. Bayatlama ve küflenmenin gecikmesi
- e. Sünme (rop) hastalığını meydana getiren bakteri *Bacillus subtilis*'in gelişiminin engellenmesi
- f. Undaki nişastanın enzimatik olarak parçalanmasının geciktirilmesi sonucu unun su tutma kapasitesinde artış [41]

Ekşi hamurlar, ev veya sanayi tipi üretim teknolojileri göz önüne alındığında 3 tip olarak sınıflandırılmıştır [42]:

1. Tip I veya geleneksel ekşi hamur
2. Tip II veya hızlandırılmış ekşi hamur
3. Tip III veya kurutulmuş ekşi hamur

Tip I ekşi hamur: Ekşi hamur geleneksel yöntemle üretilir ve mikroorganizmaların aktivitesini korumak için sürekli günlük canlandırma yapılır. Bu işlem 20–30°C’de oda sıcaklığında gerçekleştirilir ve ekşi hamurun final pH’sı 4.0 oluncaya kadar devam edilir.

Geleneksel Tip I ekşi hamur da kendi içinde üç sınıfa ayrılmaktadır:

Tip Ia: Farklı orijinlerden starterlerle hazırlanan saf kültür ekşi hamuru

Tip Ib: Buğday, çavdar veya bunların karışımlarından çok aşamalı fermentasyon işlemi ile hazırlanan, kendiliğinden gelişen ekşi hamur

Tip Ic: Tropikal bölgelerde yüksek sıcaklıklarda yapılan ekşi hamurlar

Tip II ekşi hamur: Çavdar ekmeğinin endüstriyel olarak üretiminde, daha hızlı, etkili, kontrollü ve geniş ölçeklerdeki endüstriyel taleplere yönelik kullanılan bir metottur. Tip II ekşi hamur yarı akışkandır ve hamura asitlik verici olarak kullanılır. Pek çok hızlandırılmış ekşi hamur prosesi mevcuttur. Yaygın olarak sürekli çoğaltma ile uzun süreli tek aşamalı fermentasyon uygulanmaktadır. Fermentasyon 30°C'den yüksek sıcaklıklarda 2–5 gün içerisinde sona erer. 24 saatlik fermentasyon sonunda pH 3.5'un altına düşmüştür. Bu noktada mikroorganizmaların gelişimi sabit fazın ilerisindedir ve sınırlı metabolik aktivite gösterirler.

Tip III ekşi hamur: Tanımlı starter kültürler tarafından fermente edilen ekşi hamur kurutularak toz forma getirilir. Ekmek yapımında asitlik verici ve aroma taşıyıcı olarak kullanılır.

Tablo 1.3'de ekşi hamur sınıflarına karşılık gelen mikroorganizmalar verilmiştir [42]:

Tablo 1.3 Ekşi hamur sınıflarına karşılık gelen mikroorganizmalar.

Tip I a	Tip I b	Tip I c	Tip II	Tip III
<u>Zorunlu heterofermentatif</u> <i>L. sanfranciscensis</i>	<u>Zorunlu heterofermentatif</u> <i>Lactobacillus</i> spp. ^a <i>L. brevis</i> <i>L. buchneri</i> <i>L. fermentum</i> <i>L. fructivorans</i> <i>L. pontis</i> <i>L. reuteri</i> <i>L. sanfranciscensis</i> <i>W. cibaria</i>	<u>Zorunlu heterofermentatif</u> <i>Lactobacillus</i> spp. ^b <i>L. fermentum</i> <i>L. reuteri</i>	<u>Zorunlu heterofermentatif</u> <i>L. brevis</i> <i>L. fermentum</i> <i>L. frumenti</i> <i>L. pontis</i> <i>L. panis</i> <i>L. reuteri</i> <i>L. sanfranciscensis</i> <i>W. confusa</i>	<u>Zorunlu heterofermentatif</u> <i>L. brevis</i>
	<u>Fakültatif heterofermentatif</u> <i>L. alimentarius</i> <i>L. casei</i> <i>L. paralimentarius</i> <i>L. plantarum</i>			<u>Fakültatif heterofermentatif</u> <i>L. plantarum</i> <i>P. pentosaceus</i>
	<u>Zorunlu homofermentatif</u> <i>L. acidophilus</i> <i>L. delbrueckii</i> <i>L. farciminis</i> <i>L. mindensis</i>	<u>Zorunlu homofermentatif</u> <i>L. amylovorus</i>		<u>Zorunlu homofermentatif</u> <i>L. acidophilus</i> <i>L. delbrueckii</i> <i>L. amylovorus (rye)</i> <i>L. farciminis</i> <i>L. johnsonii</i>
<u>Mayalar</u> <i>Candida humilis</i> (<i>T. holmii</i> , <i>C. milleri</i>) <i>S. exiguus</i>	<u>Mayalar</u> <i>Candida humilis</i>	<u>Mayalar</u> <i>Issatchenkia orientalis</i> (<i>Candida krusei</i>)	<u>Mayalar</u> No yeasts <i>S. cerevisiae</i> eklenebilir.	

^a Filogenez olarak *L. brevis*'e bağlıdır.

^b Filogenez olarak *L. pontis*'e bağlıdır.

1.6 Ekşi hamurun ekmekek kalitesine olumlu katkıları

Ekşi hamur buğday ve çavdar ekmekeklerinin tekstür, lezzet, aroma, raf ömrü ve besinsel değerini geliştirmektedir [43].

Ekşi hamur fermentasyonu ve mikrobiyolojisi üzerine yapılan pek çok çalışma, organik asit ve CO₂'nin yanı sıra bakteriyosinler, antifungal maddeler veya ekso-polisakkaritler (EPS) gibi bileşenlerin de üretildiğini göstermektedir. Ayrıca birçok yıkım işlemi meydana gelmektedir. Örneğin gluten fraksiyonu olan gliadin mikrobiyal aktivite sonucu zarar görmektedir [44].

LAB ekmeğin hacmini, kabuk özelliklerini, iç rengini, lezzetini ve tekstürünü geliştirmekte ve mikroorganizma gelişimini önleyerek raf ömrünü uzatmaktadır [45].

Ekmekeklerle ekşi hamur ilavesinin ekmekek spesifik hacmini arttırdığı bildirilmiştir [45, 46]. LAB ve mayalar tarafından üretilen karbondioksit ile hacim artışı olmaktadır ve ekmekek içyapısı olumlu şekilde gelişmektedir [28].

Ekşi hamur fermentasyonu sırasında LAB tarafından üretilen organik asit, EPS ve enzim gibi birçok metabolitin ekmeğin tekstürü ve bayatlama süresi üzerine olumlu etkileri vardır. LAB'nin ürettiği EPS'ler pahalı hidrokolloidlerin yerini almaktadır. Organik asitler ise undaki protein ve nişasta fraksiyonlarına etki etmektedir. Ayrıca asit üretimi ile pH'nın düşmesi, undaki proteaz ve amilaz aktivitesini artırmakta, bu da bayatlama oranını düşürmektedir [28].

Ekşi hamur ve maya fermentasyonu biyoaktif bileşenlerin seviyesini artırabilmektedir. Aynı zamanda asit üretimi ile mineral biyoyararlılığının da arttığı ifade edilmektedir. Ekşi hamur kullanımının nişasta sindirimini yavaşlattığı dolayısıyla da düşük glisemik indeks oluşturduğu görülmüştür. Yine fermentasyon sırasındaki enzim aktivitesi protein ve hücre duvarı polisakkaritleri gibi makromoleküllerin hidrolizine ve çözünmesine sebep olmaktadır. Bu değişim ile besin olan ve olmayan maddelerin absorpsiyonu kolaylaşmaktadır. Ayrıca tahıl fermentasyonu ile prebiyotik oligosakkaritler gibi biyoaktif bileşenler de oluşabilmektedir [47].

Ekşi hamur fermentasyonu sırasında LAB tarafından üretilen birçok lezzet bileşeni vardır. Bu bileşenler uçucu olmayanlar (organik asitler) ve uçucu olanlar (alkoller,

aldehitler, ketonlar, esterler ve sülfür) olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Bu lezzet bileşenleri müşteri memnuniyetini sağlama ve ürünün farkını ortaya koymada önemlidirler [48].

Kepekli buğday tava ekmeğinin spesifik hacmi, bayatlaması ve mikroyapısı üzerine ekşi hamur ve enzim karışımının (α -amilaz, ksilanaz ve lipaz) etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, fermente olmuş buğday kepeğinin ve enzim karışımının ekmek hacmini, tekstürünü ve raf ömrünü geliştirdiği görülmüştür. Buğday kepeğinin kullanımı ile gluten ağ yapısı gelişmiş ve depolama süresince nişasta, protein ve kepek partikülleri arasındaki su migrasyonunu değiştirmiştir. Enzimlerin etkisiyle hacim artmış ve depolama sırasındaki nişasta kristalizasyonu azalmıştır. Böylece bayatlama süresi uzamıştır [49].

Lactobacillus bulgaricus' un *Saccharomyces cerevisiae* mayası ile kombinasyonu sonucu fermente edilen buğday ekmeğinin farklı depolama sürelerindeki raf ömrü ve duyu özelliklerinin belirlendiği çalışmada, LAB'nin ekmeğin hacim, kabuk karakteri, ekmek içi rengi, lezzet ve tekstür özelliklerini geliştirdiği, mikroorganizma gelişimini önlediği için de raf ömrünü uzattığı görülmüştür [45].

Ekşi hamurda dekstran kullanımı, yeni bir fermentasyon teknolojisidir. Buna yönelik belirli LAB suşları kullanılarak geliştirilen ekşi hamurda, LAB'nin yeterli miktarda yüksek molekül ağırlıklı dekstran üretmesi sağlanarak ekmek hacminde ve ekmek içi yumuşaklığında bir artış elde edildiği belirtilmiştir [44].

Ekşi hamur fermentasyonu sırasında LAB tarafından ekmeğin tekstürüne ve bayatlama süresine pozitif katkı sağlayan, organik asit, EPS ve enzim gibi birçok metabolit üretilmektedir. Organik asitler undaki nişasta ve protein fraksiyonlarına etki etmektedir. Asit üretimiyle pH'da meydana gelen düşüşün proteaz ve amilaz aktivitesini artırdığı ve bu sayede de bayatlamamanın azaldığı bildirilmiştir [28].

Gluten içeren ekmek üretiminde ekşi hamur kullanımının, ekmek hacmini ve iç yapısını, lezzetini, besinsel değerini ve raf ömrünü geliştirdiği konusunda önemli bir görüş birliği mevcuttur [26].

Ekşi hamur ile glutensiz ekmeklerin kalitesini artırmak ve bayatlamasını geciktirmek amacıyla yapılan bir çalışmada laktik asit bakterilerinden üç suş (*L. sanfranciscensis* TMW 1.52, *Lactobacillus plantarum* FST 1.11 ve *L. Plantarum* 2115KW) kullanılmıştır. Glutensiz karışımdan ekşi hamur üretiminin mümkün olduğu ve seçilmiş LAB'nin fizikokimyasal ve reolojik karakteristikler üzerine önemli etkilerinin olduğu belirtilmiştir. Ancak suşların glutensiz ekmeklerin bayatlamasını geciktirmiş olmasına rağmen, bu pozitif etkilerinin buğday ekmeğindeki göre daha az olduğu bildirilmiştir [40].

Son yıllarda *Lactobacillus plantarum* FST 1.7'nin buğday ekmeklerinin raf ömrünü artıran antifungal maddeler ürettiği görülmüştür. Bir çalışmada, bu suşun glutensiz ekmeklerde kaliteyi ve raf ömrünü geliştirme yeteneği araştırılmıştır. Glutensiz ekmek karışımına ilave edilen FST 1.7 suşuyla fermente edilen ekşi hamur ile antifungal etkisi olmayan *Lactobacillus sanfranciscensis* TMW 1.52 suşunun eklendiği ekşi hamur karşılaştırılmıştır. Küf gelişiminin *Lactobacillus plantarum* FST 1.7 kullanımı ile geciktiği belirlenmiştir. Sonuçlar glutensiz ekmek üretiminde *Lactobacillus plantarum* FST 1.7 kullanımının kalite ve raf ömrünü artırdığına işaret etmektedir [26].

Glutensiz sorgum ekmeklerinde kaliteyi artırmak amacıyla yapılan çalışmalarda ekşi hamur kullanımının sorgum unundaki sorunları elemine ettiği bildirilmiştir. Ekşi hamur fermentasyonu olmadan ekmek içindeki proteinlerin kümeleştiği, ekşi hamur varlığında ise protein matriksinde gömülü bulunan proteinin küçük parçacıklar halinde olduğu lazer taramalı konfokal mikroskop ile belirlenmiştir. Ekşi hamur fermentasyonunun, ekşi hamursuz hamurlara göre jelatinizasyondan sonra deformasyona karşı daha yüksek dayanıklılık gösterdiği görülmüştür. Çalışmada, proteinlerin kümeleşme etkileşimi olmadan oluşan güçlü nişasta jelinin, bu tip ekmekler için tercih edildiği sonucuna varılmıştır [50].

Çölyak hastaları tarafından tolere edilebilmesi amaçlanan buğday unundan fermente edilen ekşi hamur ekmeğinin yapımı ile ilgili bir çalışmada belirli *Lactobacillus* türleri seçilmiştir. Gliadin fraksiyonunu hidroliz etmesi amacıyla seçilen bu bakteriler *Lactobacillus alimentarius* 15M, *L. brevis* 14G, *L. sanfranciscensis* 7A, and *L. hilgardii* 51B'dir. Çalışma sonucunda seçili LAB ile toksik olmayan un kullanımının ve uzun

fermentasyon süresinin insanlarda gluten intolerans seviyesini azaltan bir araç olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir [51].

Yine ekşi hamurda bulunan LAB'nin proteolitik etkilerinin araştırıldığı bir tez çalışmasında farklı moleküler ağırlıklı gluten fraksiyonları üzerine bakteriyel proteolitik etkinin olduğu bulunmuştur. Daha önce yapılmış olan çalışmalarda da LAB'nin bazı süşlarının protolitik etkilerinin olduğu belirtilmiş ve glutendeki gliadin fraksiyonunu parçaladıkları öne sürülmüştür [52].

Çavdar ununun seçilmiş LAB ile fermente edildiği bir çalışmada, çavdar unu süspansiyonunda *Lactobacillus alimentarius* 15M, *Lactobacillus brevis* 14G, *Lactobacillus sanfranciscensis* 7A ve *Lactobacillus hilgardii* 51B laktik asit bakterileri kullanılmıştır. 48 saat süren fermentasyon süresi sonunda prolamin polipeptitlerine rastlanmamıştır. Gluten polimerlerinin HPLC analizleri, bakteriyel proteolizin çok düşük olduğunu fakat çavdar enzimlerinin aktivasyonu ile, pH'ya bağlı hidrolizin gerçekleştiğini göstermiştir. Yapılan bir dizi analiz sonucunda seçilmiş laktik asit bakterileri ile hamurun uzun süre fermentasyonu, çölyak hastaları için üretilen glutensiz ürünlere çavdar bulaşması riskini azaltmada potansiyel bir araç olarak görülebileceği sonucuna varılmıştır [13].

1.7 Ekşi Hamurun Glutensiz Ekmek Üzerine Olası Katkıları

Proteoliz üzerine yapılan son çalışmalarda, ekşi hamur fermentasyonu sırasında amino asit düzeyinde doğrusal bir artış olduğu dikkat çekmektedir. Mikrobiyal asidifikasyon sonucunda pH 3.5-4.0'e düştüğünde tahıl proteinazları aktif hale gelmektedir. LAB'nin kendilerine özgü proteolitik özellikleri de proteolize katkı sağlayabilmektedir. Ekşi hamur ve kimyasal yolla asitlendirilmiş hamurlar kıyaslandığında, buğday ve çavdar ekşi hamurlarındaki birincil proteolizin (proteinlerden peptidlere) endojen tahıl proteazlarından kaynaklandığı belirtilmiştir. Kimyasal asitlendirme ile pH'nın buğdaydaki aspartik proteinazların optimum çalışma düzeyine düşmesi, amino asit salınımını artırmaktadır. Mayaların hamurdaki amino asit miktarını azaltma etkisi olmasına rağmen, ekşi hamurdaki laktobasiller tarafından gerçekleştirilen peptid hidrolizi (ikincil proteoliz) ile de, hamurda büyük miktarlarda amino asit birikir. Mikrobiyal asitlendirme ve heterofermentatif laktobasillerin gluten proteinindeki

disülfid bağlarını indirgemesiyle glutenin çözünürlüğü artmakta ve protein degradasyonuna daha duyarlı hale gelmektedir. Böylece ekşi hamur fermentasyonunun kullanımı, gluten intoleranslı hastalar için yeni ürünlerin geliştirilmesinde önemli yere sahiptir [6].

Glutensiz bir tarifte, gluten kontaminasyonu başlangıçta 400 ppm'ken ekşi hamur kültürü kullanılmasıyla 20 ppm'in altına düşmektedir. Seçilen laktik asit bakterileri tarafından hamurun uzun süreli fermentasyonu, glutensiz ürünlere gluten bulaşma riskini azaltmak için potansiyel bir araç olduğu bildirilmiştir [47].

Glutensiz ekmeklerin kusurları ve ekşi hamur ile sağlanabilecek olası pozitif etkiler Tablo 1.4'de özetlenmiştir [43].

Tablo 1.4. Glutensiz ekmeklerin kusurları ve ekşi hamurun pozitif etkileri.

Glutensiz Ekmek: Kusurlar	Ekşi hamur: Pozitif etkiler
Kuru ve ufalanan tekstür	Hamur yumuşaklığını geliştirir.
Düşük ekmek hacmi	Ekmek hacmini geliştirir. Gaz tutma kapasitesini geliştirir.
Ağızda bıraktığı his: zayıf	Yenilebilirliği artırır.
Zayıf lezzet	Lezzet bileşenlerinin salınımı artar.
Kısa raf ömrü	Bayatlamayı azaltır. Küf ve rop oluşumunu önler.
Düşük besinsel değer	Mineral varlığını artırır. Glisemik indeksi azaltır. Prebiyotik EPS üretimi olur.
Yüksek maliyet- pahalı bileşenler	Pahalı bileşenlerin kullanımını azaltır. Örn: hidrokolloidler, enzimler...

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2. 1. Materyal

Çalışmada kullanılan pirinç unu (Tat Kat, Kayseri), mısır nişastası (Ülker Bizim, İstanbul), yaş maya (Pakmaya, İstanbul), kabartıcı, hidrojene nebati yağ (Ülker Bizim, İstanbul), tuz ve şeker Kayseri'deki marketlerden temin edilmiştir. Ksantan gam, Tekkim Kimya San. ve Tic. Ltd. Şti. (Bursa), pektin, Berk Kimya Sanayi ve Ticaret A.Ş. (Ankara), α -amilaz ve hemiselülaz ise Ataer Gıda Üretim ve Pazarlama San. ve Tic. Ltd. Şti. (İstanbul) firmalarından satın alınmıştır.

2.2 Un ve Nişastada Yapılan Kimyasal Analizler

2.2.1 Rutubet miktarı tayini

Pirinç unu, mısır nişastası ve her ikisinin formülasyondaki (Tablo 2.1) orana göre karışımlarının rutubet miktarı, AACC'ye (Metod No: 44-19.01) [53] göre belirlenmiştir. Bu amaçla sabit tartıma getirilen tartım kaplarının daraları alınmış ve yaklaşık 2 g örnek tartılmıştır. Örnekler 135°C'deki etüve (Nüve FN 300, Türkiye) yerleştirilerek 2 saat kurutulmuşlardır. İşlem sonrasında desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğuması beklenen örneklerin ağırlıkları hassas terazi (Sartorius, BP221S, Almanya) ile ölçülmüştür. Örneklerin % rutubet miktarları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

Yukarıdaki eşitlikte A_2 tartım kabının darasını, A_1 kurutma işlemi sonrasındaki kuru örnek + tartım kabının ağırlığını, M ise kurutmadan önce tartılan örnek ağırlığını ifade etmektedir.

2.2.2 Protein

Örneklerin protein miktarları otomatik azot tayin cihazı (Leco, FP 528, ABD) kullanılarak AOAC'de [54] belirtildiği şekilde Dumas yöntemine göre belirlenmiştir. Bu amaçla aletin önce kör, sonra EDTA ile kalibrasyonu yapılmış ve yaklaşık 0.20-0.25 g örnek tartılıp toplam azot miktarı belirlenmiş ve bu değer pirinç unu için 5.95 [55, 56], mısır nişastası için 6.25 [57] ve karışımları için de 5.95 faktörü ile çarpılarak protein miktarı hesaplanmıştır.

2.2.3 Kül

Örneklerin kül miktarı, AACC'ye (Metod No: 08-01.01) [53] göre hesaplanmıştır. Porselen krozeler 550°C ' de 1 saat tutularak sabit tartıma getirilerek desikatöre alınmış ve daraları alındıktan sonra yaklaşık 3-5 g kadar örnek tartılarak kül fırınında (Protherm, PLF, 12015, Türkiye) beyaz kül oluşuncaya kadar 550°C ' de yakılmıştır. Soğuması amacıyla desikatörde bekletilen krozeler tartılmış ve örneklerin kül içeriği aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir:

Formülde B_1 porselen kroze darasını, B_2 yakma işlemi sonrasındaki kül + porselen kroze ağırlığını, M yakma işlemi öncesinde tartılan örnek ağırlığını, R ise örneğin kuru madde miktarını ifade etmektedir.

2.3 Ekşi Hamur Üretimi

Ekşi hamurun hazırlanması aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir:

1. Gün: 100 g pirinç unu, 150 g içme suyu ve 3 g nohut cam bir kaseinin içinde tahta kaşıkla karıştırılarak üstü temiz bir bezle örtülmüş ve 2 gün 30°C 'de bekletilmiştir.

3. Gün: Hamurun üzerine 100 g pirinç unu, 100 g içme suyu eklenerek tekrar karıştırılmış ve üstü örtülerek 1 gün 30°C'de dinlendirilmiştir.
4. Gün: Yine hamurun üzerine 100 g pirinç unu, 100 g içme suyu eklenerek tekrar karıştırılmış ve üstü örtülerek 1 gün 30°C'de dinlendirilmiştir.
5. Gün: Ekşi hamur pH değeri 3.8-4.0 arasındayken kullanıma hazır hale gelmiştir. Bir kısmı ayrılarak diğer kullanımlar için +4°C'de saklanmış ve 3 günde bir 100 g pirinç unu ve 100 g içme suyu ile besleme yapılmıştır.

2.4 Ekşi Hamurda Yapılan Analizler

2.4.1 pH

Ekşi hamurun pH değeri, pH metre (WTW, pH 720, Almanya) ile belirlenmiştir. Bu amaçla pH metre probu ekşi hamura doğrudan daldırılmıştır ve belli süre beklenerek değer sabitlendikten sonra okuma yapılmıştır.

2.4.2 Mikrobiyolojik analiz

2.4.2.1 Laktik asit bakterileri sayımı

Ekşi hamur örneği (1 kısım) serum fizyolojik (9 kısım, %0.85 NaCl) ile karıştırılarak laboratuvar kurallarına uygun olarak stomacher (Masticator IUL Instruments, İspanya) ile homojenize edilmiş ve 10^{-1} 'den 10^{-6} 'e kadar dilüsyonları hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan MRS agar (Merck, Almanya) besiyerine yüzeye yayma yöntemiyle paralelli olarak 0,1 mL ekim yapılmıştır. Ekimi yapılan plaklar aneorobik kavanoza yerleştirilmiş ve içerisine bir adet Anerocult A (Merck, Almanya) konarak oluşturulan aneorobik ortamda 35°C'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda petri kutularındaki koloniler sayısı Halkman [58]'a göre hesaplanmıştır.

2.4.2.2 Maya ve Küf Sayımı

Maya ve küf sayımı için, hazırlanan dilüsyonlardan %10'luk tartarik asit çözeltisiyle asitlendirilmiş Potato Dekstroz Agar (PDA)'a yüzeye yayma yöntemiyle 0,1 ml pipetlenmiştir. Ekilen petriler 25°C'de 3-5 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır.

İnkübasyon sonunda 15-300 koloni içeren petri kutuları sayılarak maya- küf sayısı hesaplanmıştır.

2.5 Glutensiz Ekmek Formülasyonu

Kontrol ekmeği ile %10, %20 ve %30 oranlarında ekşi hamur ilaveli ekmekler hazırlanmıştır. Ekşi hamurun pH'sı 3.8-4.0 arasında iken ekmek üretiminde kullanılmıştır. Sırasıyla G10, G20 ve G30 olarak kodlandırılan ekmeklerin formülasyonları Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Glutensiz ekmek formülasyonları.

Bileşenler	Miktar			
	K	G10	G20	G30
Pirinç unu	165g	165g	165g	165g
Mısır nişastası	71g	71g	71g	71g
Yaş maya	10g	10g	10g	10g
Pirinç unundan yapılmış ekşi hamur	-	25g	50g	75g
Ksantan gam	1g	1g	1g	1g
Pektin	1g	1g	1g	1g
α -amilaz	0,05g	0,05g	0,05g	0,05g
Hemiselülaz	0,05g	0,05g	0,05g	0,05g
Kabartıcı	5g	5g	5g	5g
Hidrojene nebati yağ	10g	10g	10g	10g
Tuz	4,5g	4,5g	4,5g	4,5g
Şeker	3 g	3 g	3 g	3 g
Su	250 mL	250 mL	250 mL	250 mL

2.6 Glutensiz Hamurların Reolojik Özellikleri

Glutensiz hamurların reolojik özellikleri, su banyosu (Thermo-Haake, K15, Almanya) bağlantılı kesme kontrollü reometrede (Thermo-Haake Rheostress 1, Almanya) cone and plate konfigürasyonu kullanılarak belirlenmiştir. Formülasyonda verilen yaş maya haricindeki bileşenler, yoğurucuda (Kitchen Aid, ABD) seviye 2 hızında 10 dk yoğrulmuş ve 10 dk dinlendirmeden sonra analize tabi tutulmuştur. 1.1 mL örnek 35 mm çapındaki alt plakaya konmuş ve üst plaka 1mm mesafeye kadar indirilmiştir. Plakalar arasına tamamen yayılan örneğin kurummasını önlemek için plakaların kenarına silikon yağı sürülmüştür. Örneklere uygulanacak en uygun stressi belirlemek için yapılan stress tarama testi, 1 Hz frekansta 30°C’de 0.1-10 Pa aralığında gerçekleştirilmiştir. Test sonucunda viskoelastikliğin doğrusal olduğu bölge belirlenmiştir. Buna göre frekans tarama ölçümleri 0.3 Pa’da, 30°C’de ve 0,1-10 Hz arasında gerçekleştirilerek glutensiz hamur örneklerinin dinamik reolojik özelliklerinden elastik modülü, viskoz modülü değerleri belirlenmiştir.

2.7 Glutensiz Ekmek Üretimi

Tablo 2.1’de belirtilen tüm bileşenler hamur yoğurucusunda (Kitchen Aid, ABD) seviye 2 hızında 10 dk yoğrulmuştur. Oluşan hamur pişirme kabına alınarak 40°C’de 40 dk fermentasyona bırakılmıştır. Fermantasyon tamamlandığında 230°C’ye ısıtılmış fırında 15 dk süreyle fırınlanmıştır. Fırınlama sonrasında, soğuması için 2 saat oda sıcaklığında bekletilen ekmeklerin 0. gün analizleri yapılmıştır. Aynı şekilde üretilen ekmekler, polietilen poşetlerde oda sıcaklığında 1 ve 3 gün depolanarak analizleri yapılmıştır.

2.8 Ekmek Analizleri

2.8.1 Ekmeklerin kimyasal kalite parametreleri

2.8.1.1 Rutubet miktarı tayini

Ekmeklerin rutubet miktarları 0., 1. ve 3. günlerinde, 2.1.1’de anlatıldığı gibi AACC’ye (Metod No: 44-19.01) [54] göre belirlenmiştir.

2.8.1.2 Su aktivitesi

0., 1. ve 3. gündeki ekmek içi örneklerin su aktiviteleri değerleri, otomatik su aktivite tayin cihazı (Aqua Lab 2.0, USA) kullanılarak belirlenmiştir.

2.8.2 Ekmeklerin fiziksel kalite parametreleri

2.8.2.1 Ekmek özgül hacmi

Ekmeklerin hacmi göre kolza tohumu yer değiştirme yöntemiyle [59] belirlenmiş ve ekmeğim ağırlığına oranlanarak özgül hacim elde edilmiştir.

2.8.2.2 Renk

Ekmek kabuğu ve ekmek içi renk değerleri otomatik renk tayin cihazı (Konica-Minolta, CR-400, Japonya) ile belirlenmiştir. Ekmeklerin 0., 1. ve 3. günlerdeki L^* , a^* ve b^* renk değerleri, cihaz standart kalibrasyon plağı ile kalibre edildikten sonra doğrudan ölçüm aparatı kullanılarak kaydedilmiştir.

2.8.2.3 Tekstür profil analizi (TPA)

Ekmek içi sertliği tekstür analiz cihazı (Stable Micro System, TA-XT.Plus Surrey, UK) ile belirlenmiştir. 0., 1. ve 3.günlerinde analiz edilen ekmeklerin sertlik, elastikiyet, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerleri saptanmıştır. 1.25 cm kalınlığında üst üste konan iki dilim ekmek, orta noktalarından kalınlıklarının %40'ı kadar iki defa sıkıştırılmıştır. Analizde 50 mm çapında silindirik prob, 5 kg yükleme ağırlıkla kullanılmıştır ve iki sıkıştırma arasında 5 saniye beklenmiştir. Test öncesi hız 1.0 mm/s, test hızı 1.7 mm/s ve test sonrası hız ise 10.0 mm/s olarak AACC standart metoduna göre [53] belirlenmiştir.

2.9. Ekmeklerin Duyusal Kalite Parametreleri

Ekmek örneklerinin duyusal değerlendirmesi, 10'u bayan, 8'i erkek olmak üzere 18 kişilik bir panelist grup tarafından gerçekleştirilmiştir. Ekmekler üretildikten yaklaşık 4 saat sonra dilimlenerek üç rakamlı rastgele sayılarla kodlanarak eğitilmemiş panelistlere

sunulmuştur. 7 ölçekli hedonik skala ile ekmeklerin kabuk rengi, iç rengi, gözenek yapısı, çiğnenebilirliği, tadı, aroması ve genel beğeni bakımından değerlendirmeleri istenmiştir [60]. Bu skalada 7 “çok iyi” ve 1 “çok kötü” olarak kabul edilmiştir. Duyusal değerlendirmelerde kullanılan form Şekil 2.1’de verilmiştir.

2.10 İstatistiksel Analizler

Deneylerde elde edilen analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi SPSS 17.0.1 paket programı (SPSS Inc., Chicago, Illinois, US) kullanılarak yapılmıştır [61]. Tekli ve çoklu varyans analizine tabi tutulan veri ortalamaları arasındaki fark $p < 0.05$ anlamlılık düzeyinde Tukey çoklu karşılaştırma testi yapılarak belirlenmiştir.

Panelistin adı soyadı:					Tarih:	
Örnek No:						
1. Ekmeğin kabuk rengi hakkında düşüncenizi işaretleyiniz.						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7
Çok Kötü					Çok İyi	
2. Ekmek içinin rengi hakkında düşüncenizi işaretleyiniz.						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7
Çok Kötü					Çok İyi	
3. Ekmeğin gözenek yapısını inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7
Çok Kötü					Çok İyi	
4. Ekmeğin ağızda çiğnenebilirliği hakkında düşüncenizi işaretleyiniz.						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7
Çok Kötü					Çok İyi	
5. Ekmeğin tadı hakkındaki düşüncelerinizi işaretleyiniz.						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7
Çok Kötü					Çok İyi	
6. Ekmeğin aroması hakkında düşüncenizi işaretleyiniz.						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7
Çok Kötü					Çok İyi	
7. Ekmek hakkındaki genel beğeninizi işaretleyiniz.						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7
Çok Kötü					Çok İyi	

Şekil 2.1 Duyusal analiz değerlendirme formu

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1 Un ve Nişastanın Kimyasal Analiz Sonuçları

Yapılan analizler sonucunda pirinç unu, mısır nişastası ve bunların ekmek üretiminde kullanılan oranlardaki karışımının rutubet, kül ve protein içerikleri Tablo 3.1’de verilmiştir. Buna göre; pirinç ununun nem, kül ve protein içeriğinin mısır nişastasından oldukça fazla olduğu görülmüştür.

Tablo 3.1 Un ve un karışımının bazı fizikokimyasal özellikleri.*

	Rutubet (%)	Kül (%) **	Protein (%)**
Pirinç unu	12.17 ^c ± 0.10	0.587 ^c ± 0.011	6.84 ^c ± 0.12
Mısır nişastası	9.80 ^a ± 0.50	0.226 ^a ± 0.011	0.58 ^a ± 0.12
Karışım***	11.23 ^b ± 0.20	0.509 ^b ± 0.020	5.53 ^b ± 0.24

* Ortalama ± standart sapma

** Kuru maddede

*** Pirinç unu ve mısır nişastasının glutensiz ekmek formülasyonundaki karışımı

a-c: Aynı sütundaki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir (p<0.05).

3.2 Ekşi Hamurun Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

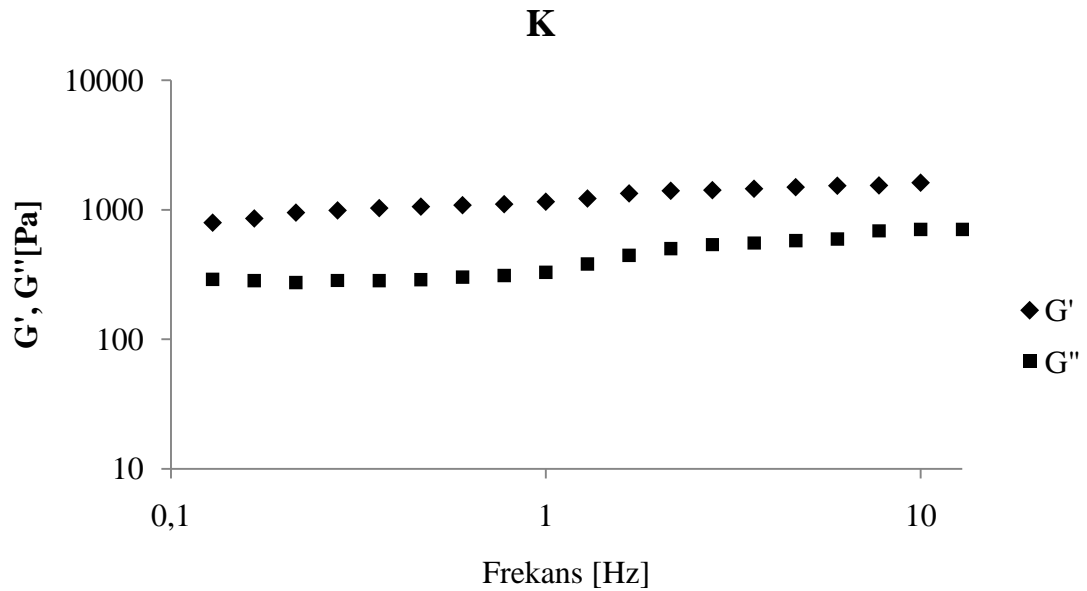
Ekşi hamur örneğindeki LAB ve maya-küf sayım sonuçları Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 Ekşi hamur örneğinin mikrobiyolojik analiz sonuçları.

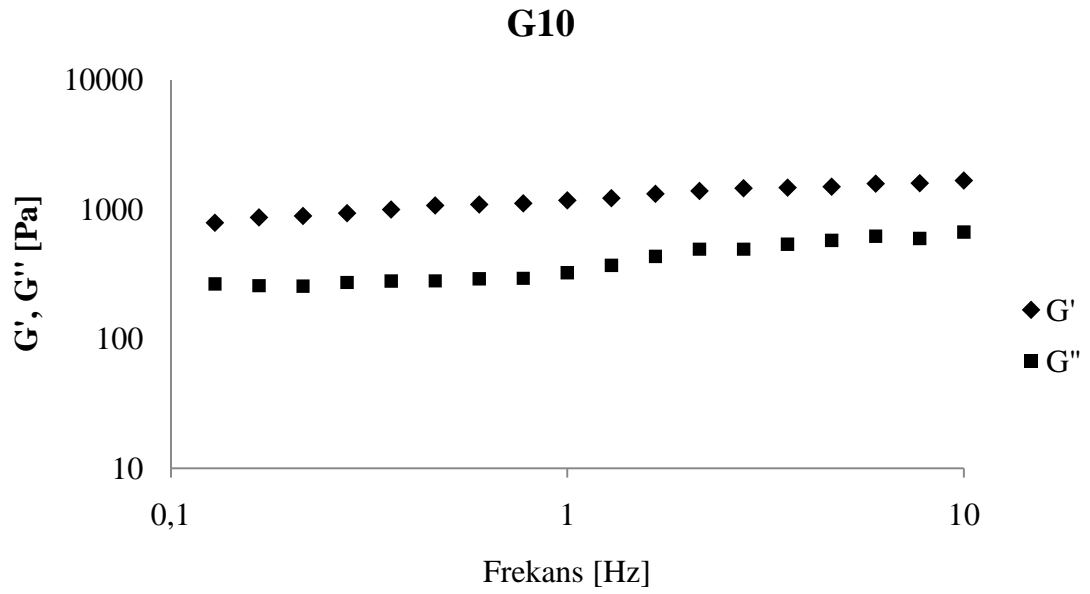
Mikroorganizma türü	Mikroorganizma sayısı (log kob/g)
LAB	6.11
Maya	5.47
Küf	-

3.3 Glutensiz Hamurların Reolojik Özellikleri

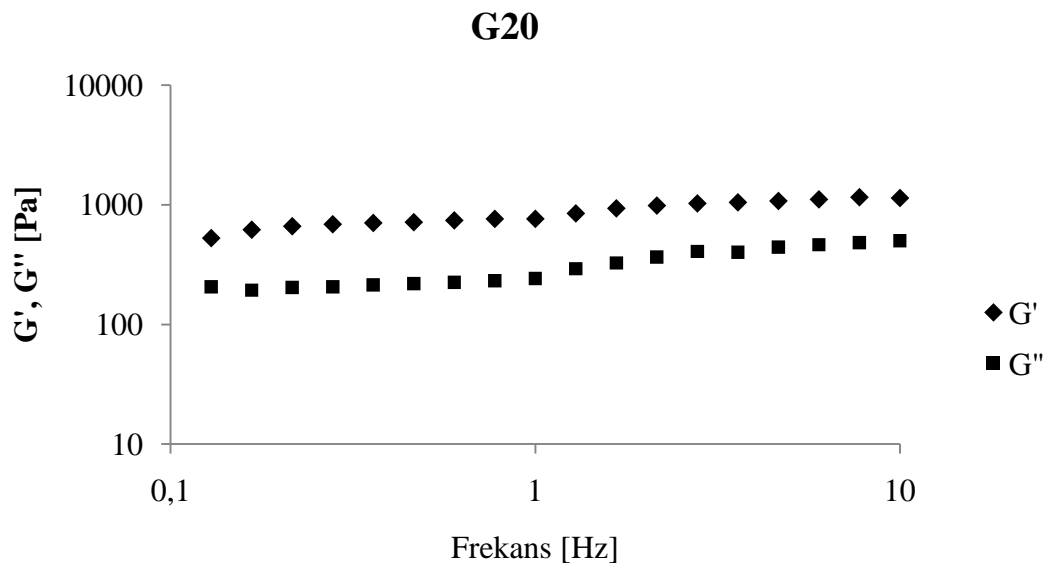
Çalışmamızda 30°C’de stress tarama testi ile belirlenen lineer viskoelastik aralığa göre glutensiz hamurların elastik (G') ve viskoz modül (G'') değerleri 0.3 Pa’da ölçülmüştür. 0.2-10 Hz frekans aralığında tüm örneklerde elastiklik modülü viskoz modülünden daha yüksek bulunmuş ve frekansın artmasıyla da her iki modülün değerleri yükselmiştir. Glutensiz hamurların viskoz ve elastik modülleri Şekil 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 ve 3.6’de verilmiştir.



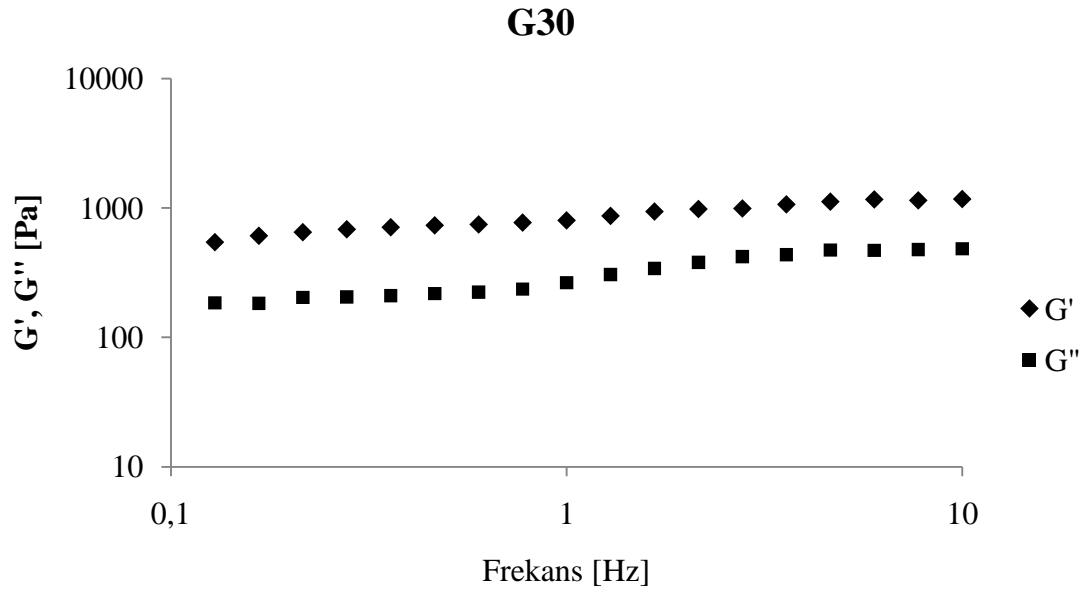
Şekil 3.1. Ekşi hamur içermeyen (kontrol) glutensiz hamurun elastik (G') ve viskoz modül (G'') değerleri.



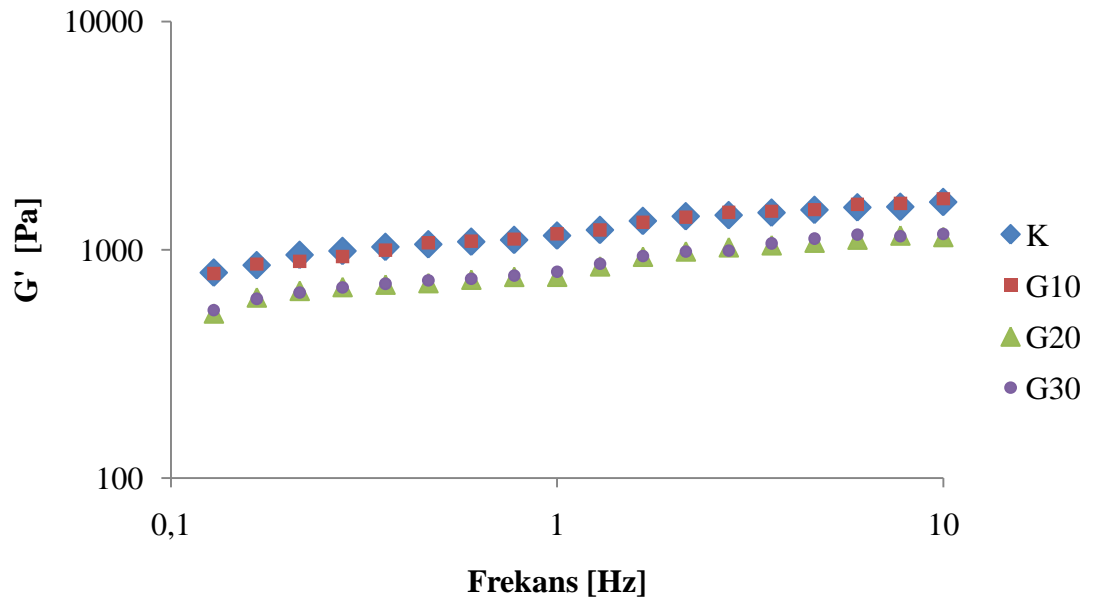
Şekil 3.2. %10 ekşi hamur içeren glutensiz hamurun (G10) elastik (G') ve viskoz modül (G'') değerleri.



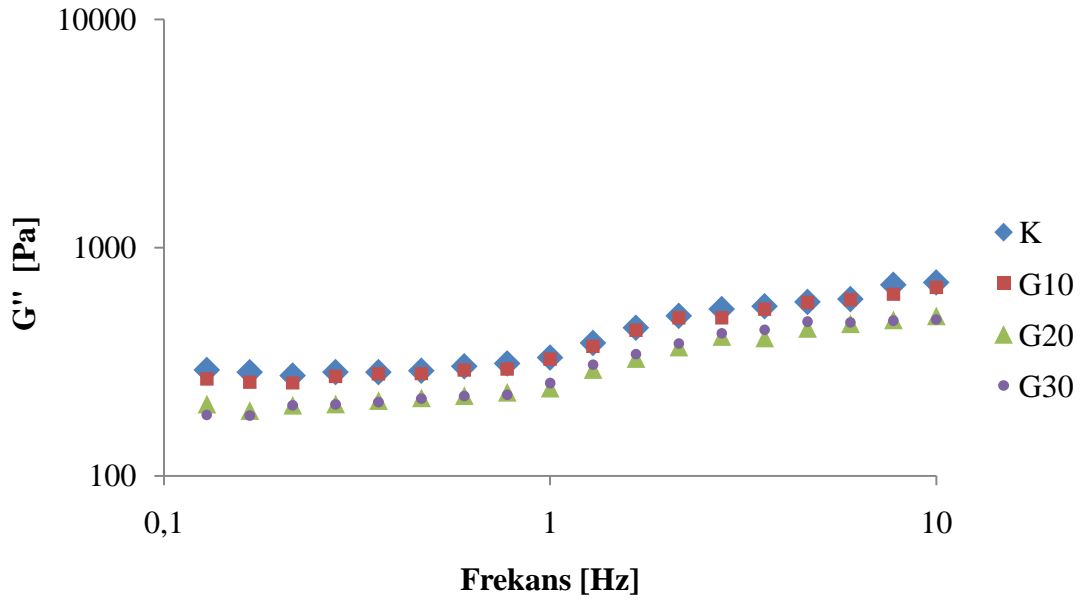
Şekil 3.3. %20 ekşi hamur içeren glutensiz hamurun (G20) elastik (G') ve viskoz modül (G'') değerleri.



Şekil 3.4. %30 ekşi hamur içeren glutensiz hamurun (G30) elastik (G') ve viskoz modül (G'') değerleri.



Şekil 3.5. Kontrol ve %10, 20 ve 30 ekşi hamur içeren glutensiz hamurların elastik (G') modül değerleri.



Şekil 3.6 Kontrol ve %10, 20 ve 30 ekşi hamur içeren glutensiz hamurların viskoz modül (G'') modül değerleri.

Kontrol ve G10 hamurlarının reolojik özellikleri ile G20 ve G30 hamurlarının reolojik özelliklerinin birbirine benzediği görülmüştür. Örneklerin G' değerleri frekansın artmasıyla doğrusal bir artış sergilemiştir. G'' değerlerinde ise 1 Hz'den sonra daha belirgin bir artış olduğu görülmüştür.

3.4 Glutensiz Ekmeklerin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

3.4.1 Özgül hacim

Ekşi hamur içermeyen kontrol ekmeği ile farklı oranlarda ekşi hamur ile hazırlanan glutensiz ekmeklerin iç ve dış görünüşlerine ait resimler Şekil 3.7 ve 3.8'de verilmiştir. Ekmeklerin özgül hacimleri Tablo 3.3'te gösterilmiştir. Buna göre, en yüksek hacimli olan kontrol ekmeğidir ve ekşi hamur miktarının artışıyla da ekmek hacimlerinde istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bir azalma olmuştur.

Tablo 3.3. Glutensiz ekmeklerin özgül hacimleri.*

Örnek	Özgül hacim (mL/g)
K	1.98 ^a ±0.08
G10	1.86 ^b ±0.02
G20	1.77 ^c ±0.01
G30	1.68 ^d ±0.02

K: Kontrol ekmeği, G10: %10 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmeği, G20: %20 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmeği, G30:%30 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmeği

*Ortalama ± standart sapma

a-d: Aynı sütundaki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir (p<0.05).

3.4.2 Rutubet

Kontrol ve ekşi hamur ilaveli glutensiz ekmeklerin 0., 1. ve 3 gün rutubet değerleri Tablo 3.4'de verilmiştir. Depolamaya bağlı olarak ekmeklerin rutubet miktarlarında azalma görülmektedir. En fazla rutubet kaybı kontrol ekmeğinde görülmüştür. G30 ekmeğinin nem miktarı 1. gün ve 3. gün değişmezken, 0. güne göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bir azalma göstermiştir. G10 ve G20 ekmeklerinin nem miktarındaki önemli azalma ise 3. günde görülmüştür.

Depolama boyunca en düşük nem içeriğine kontrol ekmeğinin sahip olduğu görülmüştür. 0. gün G20 ile kontrol ekmeğinin nem içerikleri benzerlik gösterirken, diğer ekmeklerden daha düşük nem miktarına sahiptirler. 3. gün kontrol ve G30 ekmeği arasında önemli (p<0.05) bir farkın olduğu gözlemlenmiştir. Ekşi hamur ilavesi, depolama sırasında ekmeklerin daha az su kaybetmelerine yol açmıştır.

Tablo 3.4. Glutensiz ekmeklerin rutubet (%) miktarları.*

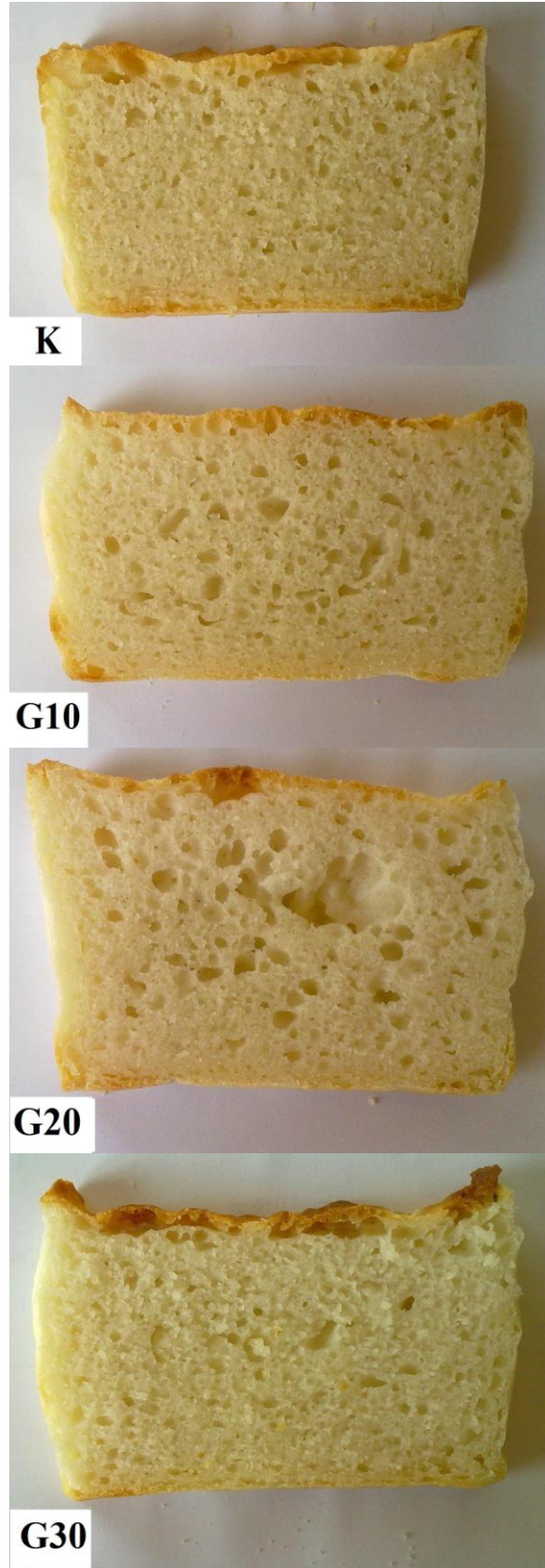
Örnek	0.gün	1.gün	3.gün
K	55.1 ^{aA} ± 0.5	54.4 ^{aB} ±0.3	53.4 ^{aC} ± 0.2
G10	55.7 ^{bA} ± 0,3	55.4 ^{bA} ± 0.4	54.0 ^{abB} ± 1.0
G20	55.1 ^{aA} ± 0.1	55.1 ^{bA} ± 0.4	54.0 ^{abB} ± 0.8
G30	55.6 ^{bA} ± 0.4	55.0 ^{bB} ± 0.4	54.4 ^{bB} ± 0.7

K: Kontrol ekmeği, G10: %10 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmeği, G20: %20 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmeği, G30:%30 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmeği

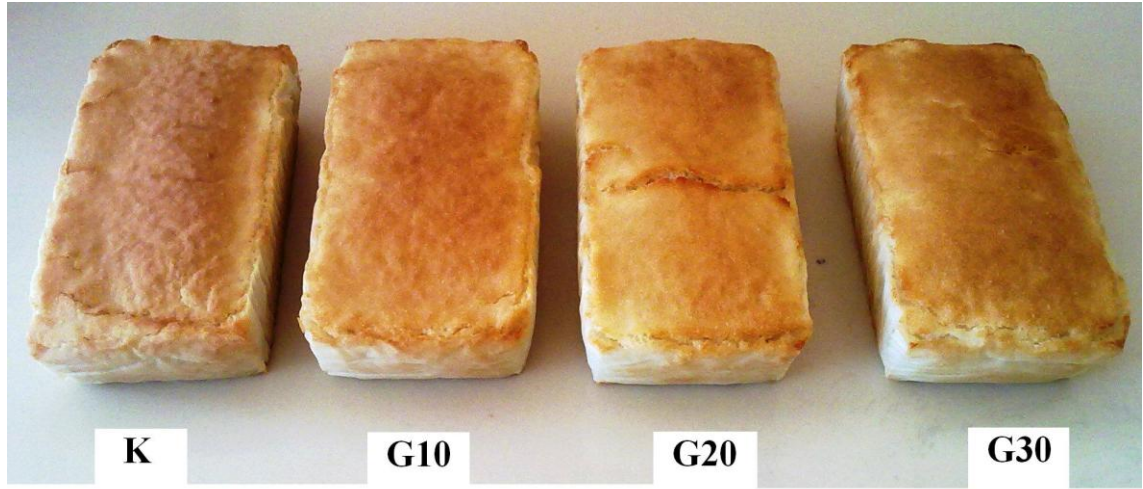
*Ortalama ± standart sapma

a-b: Aynı sütundaki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir (p<0.05).

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir (p<0.05).



Şekil 3.7 Glutensiz ekmeklerin iç görünümü.



Şekil 3.8 Glutensiz ekmeklerin dış görünümü.

3.4.3 Su aktivitesi

Ekmek içi örneklerin 0., 1. ve 3. günlerdeki su aktiviteleri değerleri, Tablo 3.5’de verilmiştir. Ekmekler kendi içlerinde su aktivite değerlerinde farklılık göstermezken, 3 günlük depolama sonunda, tüm ekmeklerin su aktivite değerlerinde istatistiksel ($p<0.05$) bir azalma belirlenmiştir. Ekşi hamur ilaveli ekmeklerin su aktivitelerindeki azalma 3. gün dikkat çekerken, kontrol ekmeğinde hem 1. hem de 3. günlerde önemli bir azalma olmuştur.

Tablo 3.5. Glutensiz ekmeklerin su aktivitesi değerleri.*

Örnek	0.gün	1.gün	3.gün
K	0.981 ^{aA} ±0.001	0.979 ^{aB} ±0.001	0.977 ^{aB} ±0.001
G10	0.980 ^{aA} ±0.002	0.979 ^{aA} ±0.002	0.977 ^{aB} ±0.001
G20	0.981 ^{aA} ±0.002	0.979 ^{aAB} ±0.000	0.978 ^{aB} ±0.001
G30	0.980 ^{aA} ±0.002	0.979 ^{aAB} ±0.002	0.977 ^{aB} ±0.001

K: Kontrol ekmeği, G10: %10 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmek, G20: %20 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmek, G30:%30 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmek

*Ortalama ± standart sapma

a: Aynı sütundaki aynı harfler veriler arasında istatistiksel fark olmadığını göstermektedir ($p>0.05$).

A-B: Aynı satırdaki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

3.4.4 Renk

Ekmek kabuğuna ve içine ait L^* , a^* ve b^* değerleri Tablo 3.6 ve 3.7’de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, kontrol ekmeğinin kabuk L^* değerlerinde depolamayla birlikte sürekli bir artış mevcuttur. G10, G20 ve G30 ekmeklerinin ise 0. gün L^* değerlerinin, diğer günlerden daha düşük olduğu, yani koyu olduğu gözlenmiştir. Bu durum ekmek içinde biraz farklılık göstermektedir. Kontrol, G20 ve G30 ekmeklerinde ekmek içi L^* değeri 1. gün, 0. güne göre artmakta fakat 3. gün en düşük değerini almaktadır. G10 ekmeğinde de bu durum kısmen geçerli olmakla birlikte istatistiksel anlamda birbirinden farksızdır ($p>0.05$). Kabuk renginin tüm günlerde en açık değeri G30 ekmeğinin aldığı görülmüştür.

Ekmek kabuğunun kırmızılık özelliğinin taze ekmeklerde en yüksek olduğu ve 1 günlük depolama sonucunda önemli bir azalma gösterdiği görülmektedir. Kabuk a^* değerinde depolamayla birlikte en belirgin azalma G30 ekmeğinde saptanmıştır. 0. gün ve depolama süresince en düşük a^* değerlerini G10 ekmeği alırken, diğer ekmekler arasında önemli bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Ekmek içi a^* değerlerinde ise 0. ve 1. günlerde ekmekler arasında bir fark görülmezken 3. gün farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) hale gelmiştir. Kabuktakinin aksine depolama boyunca ekmek içinin kırmızılık özelliği tedrici olarak artmıştır.

Renk parametrelerinden b^* değerinin ekmek kabuğunda depolama ile birlikte giderek azaldığı görülmüştür. Ekmek için de ise G10, G20 ve G30 ekmeklerinde depolamanın etkisi görülmezken kontrol grubunda değişimler gözlenmiştir. G30 ekmek içi tüm günlerde en düşük b^* değerini almıştır.

Tablo 3.6 Glutensiz ekmeklerin kabuk renk değerleri.**

Örnek	<i>L</i> *			<i>a</i> *			<i>b</i> *		
	0. gün	1. gün	3.gün	0. gün	1. gün	3.gün	0. gün	1. gün	3.gün
K	57.62 ^{aA}	59.56 ^{abB}	61.34 ^{bcC}	11.06 ^{bb}	9.56 ^{abA}	9.18 ^{ba}	34.44 ^{abC}	31.51 ^{ab}	30.07 ^{ca}
	±0.62	±0.78	±0.85	±0.62	±0.59	±0.52	±0.86	±0.76	±1.34
G10	58.97 ^{ba}	60.78 ^{bcB}	61.88 ^{bb}	10.04 ^{ab}	8.75 ^{aA}	7.91 ^{aA}	34.89 ^{bcC}	31.81 ^{ab}	30.36 ^{ca}
	±1.32	±1.03	±1.51	±0.89	±0.93	±0.45	±1.24	±1.37	±1.11
G20	59.16 ^{ba}	60.99 ^{cb}	60.74 ^{bb}	11.41 ^{bb}	9.96 ^{ba}	9.52 ^{ba}	33.13 ^{ac}	30.68 ^{ab}	27.86 ^{ba}
	±0.77	±1.45	±1.23	±0.30	±0.93	±0.47	±1.91	±0.71	±0.66
G30	56.57 ^{aA}	58.62 ^{ab}	59.12 ^{ab}	11.69 ^{bc}	9.83 ^{bb}	9.06 ^{ba}	36.17 ^{cc}	30.64 ^{ab}	24.60 ^{aA}
	±1.12	±0.64	±1.58	±0.55	±0.55	±0.73	±0.65	±2.51	±1.01

K: Kontrol ekmeği, G10, %10 oranında ekşi hamur içeren; G20, %20 oranında ekşi hamur içeren; G30, %30 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmek

** Ortalama ± standart sapma

a-c: Aynı sütundaki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir. (p<0.05).

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir. (p<0.05)

Tablo 3.7 Glutensiz ekmeklerin iç renk değerleri.**

Örnek	<i>L</i> *			<i>a</i> *			<i>b</i> *		
	0. gün	1. gün	3.gün	0. gün	1. gün	3.gün	0. gün	1. gün	3.gün
K	75.32 ^{aB}	78.01 ^{bC}	71.38 ^{aA}	-1.81 ^{aA}	-1.58 ^{aB}	-0.88 ^{cC}	11.85 ^{cB}	12.54 ^{cC}	11.02 ^{bcA}
	±1.33	±0.97	±0.60	±0.05	±0.04	±0.06	±0.44	±0.77	±0.55
G10	74.19 ^{aA}	75.80 ^{aA}	74.08 ^{bA}	-1.77 ^{aA}	-1.52 ^{aB}	-1.26 ^{aC}	10.90 ^{bA}	11.25 ^{bA}	11.36 ^{cA}
	±1.13	±2.32	±0.83	±0.02	±0.24	±0.23	±0.44	±0.53	±0.93
G20	75.17 ^{aB}	76.72 ^{abC}	71.76 ^{aA}	-1.81 ^{aA}	-1.51 ^{aB}	-0.95 ^{bcC}	10.84 ^{bA}	10.41 ^{abA}	10.59 ^{abA}
	±1.67	±1.50	±0.45	±0.08	±0.05	±0.10	±0.46	±0.38	±0.48
G30	73.88 ^{aB}	75.54 ^{aC}	71.45 ^{aA}	-1.84 ^{aA}	-1.62 ^{aB}	-1.12 ^{abC}	9.93 ^{aA}	10.33 ^{aA}	10.10 ^{aA}
	±0.97	±1.98	±0.35	±0.09	±0.07	±0.24	±0.41	±0.96	±0.42

K: Kontrol ekmeği, G10, %10 oranında ekşi hamur içeren; G20, %20 oranında ekşi hamur içeren; G30, %30 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmek

** Ortalama ± standart sapma

a-c: Aynı sütundaki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir (p<0.05).

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir. (p<0.05)

3.4.5 Tekstür profil analizi (TPA)

Glutensiz ekmek sertlik değerleri Tablo 3.8’de verilmiştir. En yüksek oranda ekşi hamur içeren G30 ekmeği 0. günde en yüksek sertlik değerine sahipken, G10 ve G20 ekmekleri ise en düşük sertlik değerini almıştır. 1. ve 2. günlerde ise ekşi hamur ilaveli ekmekler arasında önemli fark olmadığı ($p>0.05$) ve kontrol ekmeğiyle kıyaslandıklarında daha yumuşak oldukları gözlemlenmiştir. Depolama ile birlikte tüm ekmeklerin sertlikleri, bayatlamaya bağlı olarak tedrici olarak artış göstermiştir.

Tablo 3.8. Glutensiz ekmeklerin sertlik değerleri (g).*

Örnek	0. gün	1. gün	3. gün
K	1863.5 ^{bA} ± 85.4	3282.1 ^{bB} ± 121.7	4497.6 ^{bC} ± 237.5
G10	1638.0 ^{aA} ± 140.7	2776.5 ^{aB} ± 245.1	3632.1 ^{aC} ± 165.5
G20	1717.0 ^{aA} ± 146.8	2822.9 ^{aB} ± 183.6	3649.8 ^{aC} ± 160.8
G30	2578.3 ^{cA} ± 79.6	2947.8 ^{aB} ± 173.0	3573.6 ^{aC} ± 192.8

K: Kontrol ekmeği, G10: %10 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmek, G20: %20 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmek, G30:%30 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmek

*Ortalama ± standart sapma

a-b: Aynı sütündeki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir. ($p<0.05$)

Tablo 3.9. Glutensiz ekmeklerin elastikiyet değerleri.*

Örnek	0. gün	1. gün	3. gün
K	0.902 ^{aA} ± 0.027	0.858 ^{abB} ± 0.023	0.783 ^{aC} ± 0.049
G10	0.896 ^{aA} ± 0.024	0.852 ^{abA} ± 0.028	0.786 ^{aB} ± 0.075
G20	0.874 ^{aA} ± 0.019	0.874 ^{bA} ± 0.022	0.838 ^{aB} ± 0.026
G30	0.872 ^{aA} ± 0.033	0.836 ^{aB} ± 0.024	0.833 ^{aB} ± 0.036

K: Kontrol ekmeği, G10: %10 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmek, G20: %20 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmek, G30:%30 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmek

*Ortalama ± standart sapma

a-b: Aynı sütündeki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir. ($p<0.05$)

Ekmeklerin elastikiyet değerleri Tablo 3.9’da gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre bayatlama ile elastikiyet değerindeki en önemli azalma kontrol ekmeğinde görülmüştür.

G10 ve G20 ekmeklerinin diğer ekmeklerle kıyaslandığında daha yavaş elastikiyetini kaybettiği belirlenmiştir. Ekmeklerin elastiklikleri kendi içlerinde 0. ve 3. gün değişmezken, 1. gün en düşük değeri 0.836 ile G30 ekmeği, en yüksek değeri ise 0.874 ile G20 ekmeği almıştır. Kontrol ve G10 ekmeği ise benzer elastikiyete sahiptirler.

Tablo 3.10. Glutensiz ekmeklerin yapışkanlık değerleri.*

Örnek	0. gün	1. gün	3. gün
K	0.687 ^{bA} ± 0.021	0.578 ^{aB} ± 0.024	0.498 ^{aC} ± 0.018
G10	0.666 ^{abA} ± 0.019	0.580 ^{aB} ± 0.026	0.546 ^{bC} ± 0.040
G20	0.672 ^{bA} ± 0.026	0.630 ^{bB} ± 0.022	0.540 ^{bC} ± 0.014
G30	0.644 ^{aA} ± 0.026	0.597 ^{aB} ± 0.018	0.536 ^{bC} ± 0.017

K: Kontrol ekmeği, G10: %10 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmeği, G20: %20 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmeği, G30:%30 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmeği

*Ortalama ± standart sapma

a-b: Aynı sütündeki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir (p<0.05).

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir. (p<0.05)

Tablo 3.11. Glutensiz ekmeklerin çiğnenebilirlik (g) değerleri.*

Örnek	0. gün	1. gün	3. gün
K	1154.4 ^{bA} ± 73.1	1628.9 ^{bB} ± 89.3	1755.7 ^{aB} ± 174.1
G10	973.1 ^{aA} ± 93.2	1380.3 ^{aB} ± 215.0	1565.4 ^{aB} ± 255.1
G20	1010.8 ^{aA} ± 118.4	1557.1 ^{aB} ± 147.2	1657.6 ^{aB} ± 96.8
G30	1449.4 ^{cA} ± 112.5	1468.6 ^{abA} ± 84.8	1572.9 ^{aA} ± 145.0

K: Kontrol ekmeği, G10: %10 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmeği, G20: %20 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmeği, G30:%30 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmeği

*Ortalama ± standart sapma

a-b: Aynı sütündeki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir (p<0.05).

A-C: Aynı satırdaki farklı harfler veriler arasında istatistiksel fark olduğunu göstermektedir. (p < 0.05)

Tablo 3.10'da görüldüğü gibi ekmeklerin yapışkanlık değerleri depolamayla birlikte tedrici bir düşüş göstermiştir. Kontrol ekmeğinin yapışkanlık değeri G20 ekmeğiyle birlikte 0. gün en yüksek değeri alırken, 3. gün ise en düşük değeri almıştır, yani en önemli azalma yine kontrol ekmeğinde meydana gelmiştir. Ekşi hamur ilaveli ekmekler arasında G20 ekmeği 0. ve 1. gün en yüksek yapışkanlığa sahipken, 3. gün ekmekler arasında önemli bir fark olmadığı (p>0.05) tespit edilmiştir.

Tablo 3.11’de verilen çignenebilirlik değerleri bakıldığında tüm günlerde en düşük değeri alan G10 ve G20 ekmekleri genel olarak benzerlik göstermiştir. G30 ekmeğinin çignenebilirliği 3 günlük depolama süresinden etkilenmezken, diğer ekmeklerin 1. ve 3. günleri, taze ekmeklere göre daha yüksek değerler almıştır.

3.5 Duyusal Değerlendirme

Ekmek örneklerine ait kabuk rengi, iç rengi, gözenek yapısı, çignenebilirlik, tat, aroma ve genel beğeni skorları Tablo 3.12’de gösterilmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda tüm özelliklerde ekmekler arasında belirgin farkın olmadığı görülmüştür.

Tablo 3.12. Glutensiz ekmeklerin duyusal özellikleri.

	Ekmek örnekleri			
	K	G10	G20	G30
Kabuk rengi	5.17 ^a ± 1.15	5.17 ^a ± 1.20	4.94 ^a ± 1.47	5.67 ^a ± 1.09
İç rengi	5.22 ^a ± 1.22	5.06 ^a ± 1.30	4.67 ^a ± 1.19	5.33 ^a ± 1.28
Gözenek yapısı	5.33 ^a ± 0.84	4.89 ^a ± 1.08	4.44 ^a ± 1.82	4.61 ^a ± 1.15
Çignenebilirlik	4.44 ^a ± 1.65	5.06 ^a ± 1.16	4.50 ^a ± 1.65	4.06 ^a ± 1.47
Tat	4.61 ^a ± 0.98	4.89 ^a ± 1.28	4.39 ^a ± 1.61	4.39 ^a ± 1.42
Aroma	4.33 ^a ± 1.28	4.67 ^a ± 1.37	4.39 ^a ± 1.54	4.33 ^a ± 1.50
Genel beğeni	4.94 ^a ± 1.11	4.78 ^a ± 1.11	4.56 ^a ± 1.34	4.56 ^a ± 1.29

K: Kontrol ekmeği, G10: %10 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmek, G20: %20 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmek, G30:%30 oranında ekşi hamur içeren glutensiz ekmek

*Ortalama ± standart sapma

a: Aynı satırdaki aynı harfler veriler arasında istatistiksel fark olmadığını göstermektedir (p>0.05).

4. BÖLÜM

TARTIŞMA – SONUÇ VE ÖNERİLER

Un ve nişastanın kimyasal analizleri

Çalışmada kullanılan un ve nişasta analizleri sonucunda, pirinç ununun nem, kül ve protein içeriği sırasıyla %12.17, %0.59 ve %6.84, mısır nişastasının ise sırasıyla %9.80, %0.23 ve %0.58 olarak bulunmuştur. Pirinç unu ve mısır nişastasının karışımının analiz sonuçları ise, formülasyondaki oranlarına uygun olarak değişiklik göstermiştir. Sabanis ve ark. [36] pirinç unu nem kül ve protein değerlerini sırasıyla 12.8, 0.68 ve 7.8 g/100g olarak, mısır nişastası değerlerini ise sırasıyla 13.2, 0.4 ve 0.1 g/100g olarak bulmuştur. Lazaridou ve ark. [25] glutensiz ekmeklerde kullandıkları pirinç ununun nemini %15.1, kül miktarını %0.32 (k.m), ve protein içeriğini ise %7.25 (k.m) olarak saptamışlardır. Moore ve ark. [62] pirinç ununun nem miktarını %13.1 ve protein miktarını %8, mısır nişastasındaki miktarları ise sırasıyla %12.8 ve %0.78 olarak bulmuşlardır. Pruska-Kędzior ve ark. [31] glutensiz hamur üretiminde kullandıkları pirinç unu ve mısır nişastasının nem içeriklerini sırasıyla %12.2 ve %9.9, protein miktarlarını ise yine sırasıyla %8.2 ve %0.5 (k.m) olarak vermişlerdir. Diğer çalışmalarla kıyaslandığında bu çalışmada kullanılan pirinç ununun protein miktarının düşük olduğu, diğer özelliklerinin ise benzerlik gösterdiği görülmektedir. Mısır nişastasının kimyasal kompozisyonunun da literatüre uygun olduğu görülmüştür.

Ekşi hamurun mikrobiyolojik analizi

Çalışma kapsamında, doğal fermentasyonla pirinç unundan elde edilen glutensiz ekşi hamur örneğinde LAB sayısı 6.11 log kob/g, maya sayısı ise 5.47 log kob/g olarak bulunmuştur. İyi bir fırın ürünü elde etmek için, hamurun metabolik aktif LAB sayısının 8-9 log kob/g ve maya sayısının da 6-7 log kob/g olması gerektiği bildirilmiştir [48].

Buna göre çalışmada kullanıldığımız ekşi hamurun içerdiği LAB ve maya miktarının düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun bir sonucu olarak, ekşi hamurun ekmek kalitesine olan katkılarının azaldığı düşünülmektedir.

Bir araştırmada spontan olarak geliştirilen çavdar ekşi hamurunda, çalışmamızdaki sonuçlara paralel olarak LAB sayısı 6.06 log kob/mL, maya sayısı ise 5.22 log kob/mL olarak saptanmıştır [63]. Gül ve ark. Isparta yöresinden topladıkları farklı ekşi hamur örneklerindeki LAB sayısını 5.28-9.66 log kob/g, maya sayısını ise 6.33-9.96 log kob/g arasında bulmuşlardır [64]. Meroth ve ark. [65] doğal olarak geliştirilmiş çok yıllık pirinç ekşi hamurunda LAB sayısını $1.2-1.6 \cdot 10^9$ kob/g arasında, ticari starter kültür kullanılarak geliştirilen pirinç ekşi hamurunda ise $1.2-8.2 \cdot 10^8$ kob/g arasında bulmuştur. Aynı çalışmada doğal pirinç ekşi hamurunun maya sayısı $2.7-5.0 \cdot 10^7$ kob/g arasında bulunurken, starter kullanılan ekşi hamurun maya sayısının ise $1.7 \cdot 10^5-5.4 \cdot 10^7$ kob/g arasında olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmadaki pirinç ekşi hamurunun hem LAB, hem de maya sayısının bizim bulgularımıza göre yüksek olduğu görülmektedir.

Glutensiz hamurların reolojik özellikleri

Hamurun reolojik özellikleri, hamurun kalitesi hakkında fikir vermesi ve son ürün kalitesini etkilemesi nedeniyle ekmekçilik teknolojisinde oldukça önem arz eden parametrelerdir [66]. Hamur reolojik özellikleri genellikle farinograf, miksograf, ekstensograf ve alveograf denemeleriyle belirlenmektedir [67]. Bunlardan farinograf ve miksograf karıştırma işlemi eşliğinde hamur oluşması sırasında gereken gücü ölçerken, ekstensograf ve alveograf ise gelişmiş olan hamurun uzama deformasyonunu belirlemektedir [68]. Son yıllarda yapılan çalışmalarda hamur reolojisinin belirlenmesinde reometre kullanımı dikkat çekmektedir. Ancak bu çalışmalar henüz başlangıç aşamasındadır.

Dinamik ölçümlerde, test materyalinin lineer viskoelastik bölgesinde frekansın bir fonksiyonu olarak elastik modülü (G') ve viskoz modülü (G'') belirlenmektedir. Elastik modülü ile depolanan ve her deformasyon döngüsünde yenilenen enerji; viskoz modülü ile dağılan veya kaybolan enerji ölçülmektedir [69].

Bu çalışmada glutensiz hamurların 30°C’de ve 0.3 Pa basınçtaki G' ve G'' değerleri ölçülmüştür. 0.2-10 Hz frekans aralığında tüm örneklerin elastik modülü viskoz modülünden daha yüksek bulunmuş ve frekansın artmasıyla da her iki modülün değerlerinin yükseldiği görülmüştür. Kontrol ve G10 hamurlarının G' ve G'' değerleri birbirine çok yakın çıkarken, aynı şekilde G20 ve G30 hamurlarının verdiği değerler de yakınlık göstermiştir. Bu ikili benzerlikte kontrol ve G10 hamurlarının elastik ve viskoz modüllerinin G20 ve G30 hamurlarından daha yüksek olduğu görülmektedir.

Benzer şekilde glutensiz hamurlarda yapılan diğer çalışmalarda da G' değerlerinin G'' değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Farklı protein izolatu içeren pirinç unu bazlı hamurların 0.01-10 Hz frekans aralığındaki elastik modülleri viskoz modüllerinden daha yüksek bulunmuştur [29]. Nunes ve ark. [70] glutensiz ekmekleri düşük laktozlu süt tozu ile zenginleştirdiği çalışmalarında tüm örnekler için G' değerlerini G'' değerlerinden yüksek bulmuş ve hamurların katı viskoelastik davranış sergilediklerini belirtmişlerdir. Lorenzo ve ark. [71] da hidrokolloidlerin glutensiz hamur reolojisine etkisini araştırdığı çalışmasında elastik modül değerini viskoz modül değerinden daha yüksek bulmuş ve frekansın artmasıyla bu değerlerin birbirine yakınladığını bildirmiştir. Sivaramakrishnan ve ark. [72] pirinç unu bazlı hamurlarla buğday hamurlarını karşılaştırmış, tüm örneklerin daha elastik olduğunu ve pirinç unu hamurlarına %1.5 ve %3 oranında HPMC ilave edildiğinde buğday unu hamurlarıyla benzer özellik gösterdiğini ispatlamışlardır. Pruska-Kędzior ve ark. [31] çalışmalarındaki glutensiz hamurların daha elastik olduğunu, frekansla birlikte her iki modülün yükseldiğini ve birbirlerine yaklaştığını öne sürmüşlerdir. Karabuğday, mısır, sorgum ve darıdan hazırlanan glutensiz hamurların da elastik modülünün viskoz modülünden yüksek olduğu bildirilmektedir [73]. Karabuğday, esmer pirinç, yulaf, sorgum ve mısır unları ile hazırlanan glutensiz hamurlar 30 dk 30°C’de fermente edilip reolojik ölçümleri yapılmıştır. Hamurların katı-elastik davranışın bir göstergesi olarak G' değerlerinin G'' değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür [74]. Dirençli nişastanın glutensiz hamurlar üzerindeki etkilerinin araştırıldığı başka bir çalışmada, açılmal frekansın artışıyla elastik ve viskoz modüllerin arttığı ve elastik özelliklerin viskoz özelliklere göre daha yaygın olduğu ifade edilmiştir [75]. Diğer çalışmalarda olduğu gibi maltodekstrinlerin kullanımı ile de glutensiz hamurlar benzer reolojik özellik göstermiştir ve maltodekstrin seviyesinin artmasıyla, her iki modülün değerinin

azaldığı görülmüştür [76]. Pirinç unu ve karabuğday unlarının farklı oranlarda kullanılarak üretilen glutensiz hamurların da elastik modülleri viskoz modüllerinden yüksek bulunmuştur. Tipik jel benzeri davranışta olduğu gibi, frekansın artmasıyla modüllerde az bir artış olmuştur [22]. Hidrokolloidlerin glutensiz hamur yapısına etkilerinin araştırıldığı başka bir çalışmada ksantan gam, β -glukan ve pektin kullanımının pirinç unu bazlı hamur yapısını güçlendirdiği (yüksek G' değeri) belirtilmiştir [25].

Bu çalışmada glutensiz hamurların reolojik özelliklerinin literatürdeki diğer çalışmalarla benzerlik gösterdiği görülmüştür. Glutensiz hamurların pektin ve ksantan miktarı sabitken ekşi hamur miktarının artması, hidrokolloid oranını azaltmaktadır. Dolayısıyla G2 ve G3 hamurlarının daha düşük G' ve G'' değeri verdiği düşünülmektedir.

Ekmek Analizleri

Özgül hacim

Özgül hacim ekmeğin hacminin ağırlığına oranıdır. Özgül hacim, ekmeklerin kalitesini belirlemede kullanılan önemli bir parametredir. Özgül hacim ile bayatlama oranı arasında nicel bir ilişki vardır. Özgül hacmin azalması, ekmeğin bayatlama oranını artırmaktadır [77]. Ekşi hamur fermentasyonu ile özgül hacmin ve ekmeğin yumuşaklığının geliştirilmesi sonucunda ekmeğin bayatlama oranının azaldığı bildirilmiştir [78].

Ekşi hamur ilavesiyle ekmeğin özgül hacminin azaldığı görülmüştür. Kontrol ekmeğinin özgül hacmi 1.983 mL/g iken en yüksek oranda ekşi hamur içeren G30 ekmeğinin özgül hacmi 1.676 mL/g'dır. López ve ark [79] glutensiz pirinç unu ekmeğinin özgül hacmini 1.92 cm³/g olarak bulmuştur. Alvarez-Jubete ve ark. [80] pirinç unu bazlı glutensiz ekmeklerde belirli oranlarda karabuğday, kinoa, amarant ve patates nişastası kullandıkları çalışmada ekmeklerin özgül hacimleri sırasıyla 1.63, 1.40, 1.31 ve 1.29 mL/g olarak belirlenmiştir. Marco ve Rosell [81] pirinç unu bazlı ekmeklere HPMC, soya protein izolatu ve transglutaminaz etkilerini araştırmıştır. Ekmeğin özgül hacimlerinin en yüksek 2.71 cm³/g, en düşük ise 1.57 cm³/g olduğu bildirilmiştir.

Kimyasal asitlendirme ve ekşi hamur metodu ile üretilen glutensiz sorgum ekmeklerinde, ekşi hamur ve kontrol grubunun en yüksek özgül hacme, kimyasal asitlendirilen ekmeğin ise en düşük özgül hacme sahip olduğu görülmüştür [52]. Yine benzer şekilde Pruska-Kędzior ve ark. [31] iki aşamalı fermentasyon ile üretilen glutensiz ekmeklerin yüksek özgül hacimli olduklarını bildirmişlerdir. Moore ve ark.'nın [40] LAB'nin glutensiz ekmeklerin üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada ekmeklerde gluten ağının eksikliğine bağlı olarak ekşi hamurun ekmek hacmini artırmadığını bildirmişlerdir. LAB'nin glutensiz ekmeklerdeki etkilerinin, buğday ekmeğinde olduğundan daha az görüldüğünü belirtmişlerdir.

Bu çalışmada ekmeklerin hacimleri literatürdeki glutensiz ekmek hacimleriyle paralellik göstermiştir. Ancak ekşi hamurun hacim üzerindeki olumsuz etkisinin olası nedenleri arasında,

- 1) Ekşi hamur miktarının artmasıyla formülasyondaki kabartıcı, yaş maya, pektin, ksantan gam ve enzimlerin oranlarının azalması ve
- 2) Gluten ağının eksikliğine bağlı olarak ekşi hamur mikroflorasında gelişen bakterilerin hacim üzerindeki etkilerinin az olması sayılabilir.

Rutubet miktarı

Rutubet miktarı fazla olan ekmeklerin az olanlardan daha taze oldukları bilinmektedir [82]. Çalışmada 0. gün ekmek nem içerikleri %55.13-%55.68 arasında değiştiği görülmüştür. Buğday ekmeğiyle kıyaslandığında nem miktarlarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bunun başlıca sebebi formülasyonda kullanılan su miktarının fazlalığıdır. Ayrıca hamur bileşiminde kullanılan hidrokolloidlerin suyu bağlama özellikleri de nem miktarının fazla olmasının nedenleri arasında sayılabilir. Literatürde de glutensiz ekmeklerin nem içeriklerinin fazla olduğu görülmektedir. Moore ve ark. [66]'nın transglutaminaz enziminin glutensiz ekmekler üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında glutensiz ekmeklerin nem içeriklerini %57.58-61.67 arasında bulmuşlardır. Bir araştırmada da proteince zenginleştirilmiş pirinç unu bazlı glutensiz ekmeklerin nem içerikleri %41.66-46.13 arasında değişirken, kontrol ekmeğinin nemi ise %45.59 olarak bulunmuştur [81]. Başka bir çalışmada pirinç unu ile hazırlanan ekmeklerin nem miktarı %47.93, mısır nişastasıyla hazırlananları ise %43.36 olduğu görülmüştür [79].

Bu çalışmada depolama sırasında bayatlamamanın etkisiyle ekmeklerin nem miktarlarında bir düşüş gözlemlenmiştir. Ekşi hamur ilavesi, ekmeklerin depolama sırasında daha az su kaybetmelerini sağlamıştır. Böylece ekşi hamur ilavesinin glutensiz ekmeklerde de bayatlama üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Benzer olarak buğday, mısır, yulaf ve arpa lifi ilavesinin mısır nişastası ve pirinç unu bazlı glutensiz ekmeklere etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, ekmeklerin ilk gün ve 3 günlük depolama sonrası nem miktarları belirlenmiştir. Kontrol ekmeklerini nem içeriği ilk gün %47.42 iken 3.gün %45.27 olarak belirlenmiştir. Lifli ekmeklerin nem miktarlarının ise ilk gün %49.53-53.42, 3.gün ise %46.30-50.76 arasında değiştiği bildirilmiştir [36]. Başka bir çalışmada glutensiz pirinç ekmeğinin üretiminden 2, 24, 72 ve 120 saat sonra nem içerikleri belirlenerek buğday ekmeğiyle karşılaştırılmıştır. Nem içerikleri sırasıyla %46.38, 46.84, 45.29 ve 45.12 olarak belirlenen glutensiz ekmekteki nem kaybı %97.3 olarak belirlenmiştir [33].

Su aktivitesi

Su aktivitesi, gıdadaki suyun buhar basıncının, saf suyun buhar basıncına oranıdır [83, 84]. Su aktivitesi ve nem içeriği ekmeğin raf ömrüne, tekstürüne ve lezzetine etki etmektedir [85]. Su aktivitesi ve nem miktarının artması, mikroorganizmaların gelişmesine ve çoğalmasına olanak sağladığından ürün raf ömrünü azaltmaktadır [83]. Ancak su aktivitesinin depolamaya bağlı olarak azalmasıyla da ekmeklerin duyuşal anlamda renk, tekstür ve lezzet skorlarının azaldığı bildirilmiştir [84].

Su aktiviteleri buğday ekmeğine göre oldukça yüksek olan ve kendi içlerinde farklılık göstermeyen glutensiz ekmeklerin depolama ile değerlerinde bir miktar düşüş olduğu görülmüştür. Su aktivitesinin fazla olmasındaki sebebin, Rosel ve ark. [86] da belirttiği gibi hidrokolloidlerin yüksek oranda su tutabilme yeteneklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Su aktivitesinin fazla olması sebebiyle ekmeklerin mikrobiyolojik bozulma oranının yüksek olduğu, bozulmanın önlenmesi için de çeşitli koruyucu maddelerin kullanımının gerektiği sonucuna varılmaktadır.

Bu çalışmaya benzer şekilde literatürdeki glutensiz ekmeklerin de su aktivitelerinin yüksek olduğu görülmektedir. Schober ve ark. [87] sorgum ekmeklerinde su aktivite

değerlerini 0.986-0.988 aralığında bulmuşlardır. Lif ilave mısır nişastası ve pirinç unu bazlı glutensiz ekmeklerin su aktivitesi değerleri ilk gün 0.974–0.986, 3 gün ise 0.961–0.979 arasında olduğu bildirilmiştir [36]. Glutensiz ticari ekmek formülasyonlarının geliştirildiği bir tez çalışmasında üretilen glutensiz ekmeğin su aktivitesinin 1.gün 0.988 iken 5.gün 0.985 olduğu bildirilmiştir [85]. LAB ilave edilmiş buğday ekmeklerinin su aktivite değerleri üretimden 2 saat sonra 0.986-0.995 arasındayken, 144 saat sonra 0.980-0.985 arasında olduğu, eklenen suşlara göre değerlerin farklılık gösterdiği bildirilmiştir [88].

Renk

Ekmek kabuk rengi Maillard reaksiyonu ve karamelizasyonu içine alan kimyasal reaksiyonlarla oluşmaktadır ve müşteri tercihlerini etkileyen önemli bir niceliktir [89]. Ekmek ve ekmek çeşitleri tebliğinde kabuk renk dağılımının olabildiğince homojen, ekmek içi renginin ise beyaz krem ve homojen olması gerektiği bildirilmektedir [90].

Hunter üç boyutlu renk ölçümüne göre, Y eksenindeki L (lightness); 0=siyahtan, 100=beyaza kadar olan örneğin açıklık-koyuluk, X eksenindeki a; yeşilden (-a) kırmızıya (+a), Z eksenindeki b; sarıdan (+b) maviye (-b) renk geçişini gösterir [91].

0. gün kabuk L^* değerleri 56.57 ile 59.16, a^* değerleri 10.04 ile 11.69 ve b^* değerleri ise 33.13 ile 36.17 arasında bulunmuştur. Aynı gün ekmek içi L^* değerleri 73.88 ile 75.32, a^* değerleri -1.84 ile -1.77 ve b^* değerleri ise 9.93 ile 11.85 arasında bulunmuştur. Literatüre bakıldığında farklı formülasyon, pişme sıcaklığı ve süresi sebebiyle glutensiz ekmeklerin renk değer aralıkları oldukça genişlemektedir.

Belli oranlarda karabuğday, kinoa, amaranth ve patates nişastası kullanılan pirinç unu bazlı glutensiz ekmeklerde kabuk L^* değerleri 51.4 ile 69.7 aralığında bulunmuştur [80]. Sabanis ve ark. [36] mısır nişastası ve pirinç unu bazlı glutensiz kontrol ekmeğinde kabuk L, a ve b değerlerini sırasıyla 71.82, 7.02, 31.02 olarak, ekmek içi L, a ve b değerlerini ise sırasıyla 72.93, -2.38 ve 5.69 olarak bulmuştur.

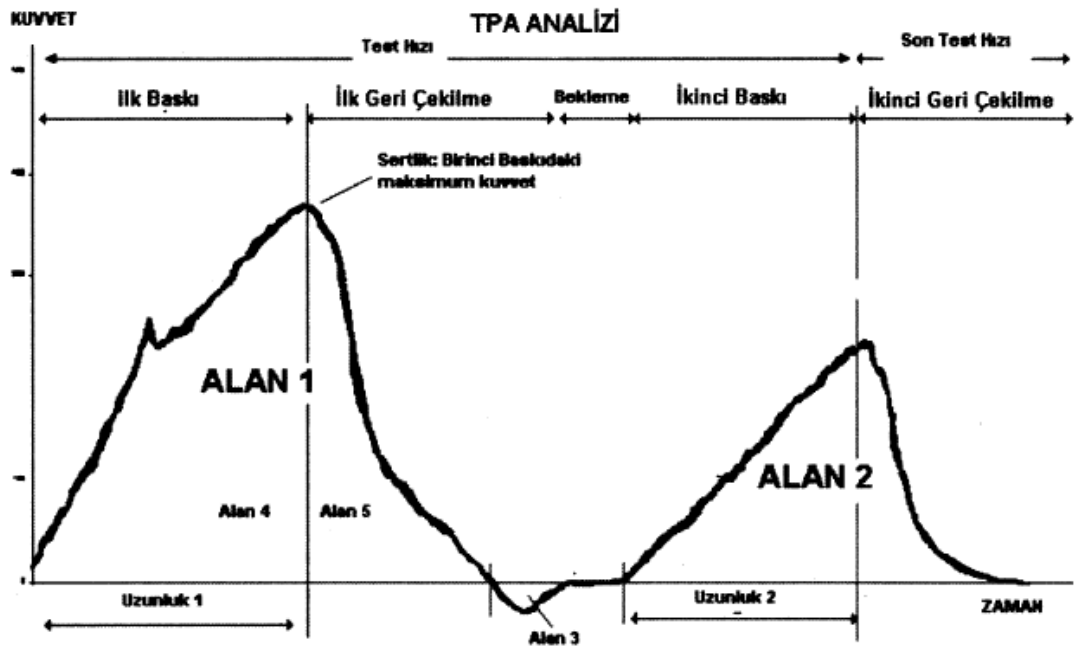
Ekşi hamur ilavesi, ekmekler arasında belirgin renk değişikliği yapmamıştır. Ekmeklerin renk değerleri daha çok depolamadan etkilenmiştir. Depolamanın bir sonucu olarak kabuk renginin açıldığı, kırmızılık ve sarılık özelliklerinin de azaldığı

görülmüştür. Ekmek içinde ise 1. gün koyulaşma görülürken, 3. gün ise beyazlığın 0. günden de fazla olduğu görülmektedir. Ekmek içi kırmızılığı kabuktakinin aksine artarken, b^* değerlerinde kontrol ekmeği hariç belirgin farklılıklar olmadığı saptanmıştır.

Moore ve ark. [40] yaptığı araştırmada LAB ilave edilen glutensiz ekmeklerin renk değerlerinde önemli bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

Tekstürel özellikler

Tekstür profil analizi (TPA) taklitsel metotlardan biridir. Genellikle katı ve yarı-katı gıdalarda kullanılmaktadır. Bu teknikte, doğrudan gıdaların taşıma sırasında uğradıkları zararlar veya ağızda maruz kaldıkları kuvvet ölçülmektedir. TPA yönteminde, dişlerdeki çiğneme hareketini taklit etmesi sebebiyle 2 baskı uygulanır. Çünkü bir ürünün ağızda duyuşal özelliklerinin belirlenmesi için en az iki kere çiğnenmesi gerekmektedir [92].



Şekil 4.1 Tekstür profil analiz grafiği [92].

Tekstür cihazından elde edilen grafik, Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Buna göre, TPA ölçüm parametrelerinden sertlik, birinci sıkıştırma sırasında ölçülen maksimum kuvvet olarak tanımlanırken, kırılma, ilk baskıda görülen en büyük pik notasıdır. Yapışkanlık, ilk baskıda gösterdiği direncin ikinci geri çekilişle olan ilişkisini verir ($\text{Alan}_2/\text{Alan}_1$). Elastikiyet, ilk baskıdan sonra ürünün kendi haline geçmesi için gösterdiği etkidir. Birinci ve ikinci sıkıştırma işlemi sırasında geçen zaman birine oranlanarak hesaplanmaktadır ($\text{Uzunluk}_2/\text{Uzunluk}_1$). Sakızimsılık, sertlik ile yapışkanlık değerlerinin çarpılması ile elde edilen yarı katı gıdalarda kullanılan yapışkanlık terimidir. Çiğnenebilirlik ise, katı gıdalarda kullanılan ve ürünün çiğnemeye karşı gösterdiği dirençtir. Sertlik, yapışkanlık ve esnekliğin çarpımı sonucu elde edilir [92]. Tablo 4.1’de, TPA grafiğinden elde edilen doku parametrelerinin fiziksel ve duyuşsal tanımlamaları verilmiştir.

Tablo 4.1 Mekaniksel doku parametrelerinin fiziksel ve duyuşsal tanımları [93].

Parametre	Fiziksel tanım	Duyuşsal tanım
Sertlik	Deformasyon için gerekli olan güç	Ön dişler arasındaki maddeyi sıkıştırmak için gerekli olan güç
Esneklik	Deforme eden gücün ortadan kalkmasıyla birlikte materyalin deforme olmamış haline dönme oranı	Azı dişleriyle kısmi olarak sıkıştırılan maddenin orijinal yüksekliğine dönme oranı ve hız
Yapışkanlık	İç bağların dayanma gücü	Madde ısırılırken, kopmadan önceki deformasyon miktarı
Çiğneme	Katı yiyeceği parçalara ayırıp yutma durumuna getirmek için gerekli olan enerji	Maddenin yutmaya hazır hale gelinceye kadar gerekli olan çiğneme sayısı ve bir saniyedeki çiğneme sayısı ve gücü

0. gün %10 ve %20 oranında ekşi hamur içeren ekmeklerin iç yumuşaklığının kontrole göre yüksek olduğu, fakat %30 oranındaki ekşi hamur ilavesinin ekmek içini oldukça sertleştirdiği görülmüştür. Depolama sırasında da ekşi hamur ilaveli ekmeklerin sertliklerinin kendi aralarında değişmediği ve kontrolle kıyaslandığında daha yumuşak oldukları görülmektedir. Depolama boyunca bayatlamamanın oluşmasıyla tüm ekmeklerin

sertliklerinde önemli bir artış olmuştur. Elde edilen sertlik sonuçlarının, ekmeklerin rutubet miktarıyla büyük ölçüde ilişkili olduğu görülmektedir.

McCarthy ve ark. [94] pirinç unu ve patates nişastası bazlı glutensiz ekmeklerin sertliğini 179-771 g olarak bulmuştur. Sabanis ve ark. [95] glutensiz un karışımıyla ürettikleri ekmeklerin sertliklerinin 2 ve 4 günlük depolamada önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmalardaki sonuçların, çalışmamızda elde edilen verilerden oldukça düşük olduğu bu durumun ise formülasyon farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Schamne ve ark. [96] pirinç unu, mısır nişastası ve cassava unu kullandıkları glutensiz ekmeğin sertliğini 1285.42 g bulmuşlardır. Farklı hidrokolloidlerin ilave edildiği glutensiz ekmeklerin sertliği de 5°C'de 3 günlük depolama sonucunda ciddi bir artış gösterdiği bildirilmiştir [25]. Nunes ve ark. [97] emülsifiyer ilaveli glutensiz ekmeklerin sertliklerinin 5 günlük depolama süresince önemli derecede arttığını bildirmişlerdir.

Lactobacillus plantarum 2115 KW, *L. plantarum* FST 1.11, *L. sanfranciscensis* TMW 1.52 suşlarının kullanıldığı glutensiz ekmekler kontrolle kıyaslandığında, 0. ve 2. gün sertliklerinde istatistiksel bir fark görülmezken, 5. gün daha düşük sertliğe sahip oldukları görülmüştür [40]. Ekşi hamur sorgum ekmeklerinin sertlikleri kontrol grubuyla paralelken, kimyasal olarak asitlendirilen ekmeklerden oldukça yumuşak olduğu bildirilmiştir [80]. LAB buğday ekmeğinin sertliğine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada 144 saat süren depolama boyunca tüm ekmeklerin sertliğinin arttığı görülmüştür. İlave edilen starterlere göre ekmeklerin sertliğinin de farklılık gösterdiğini, ancak pentozanlar ve endoksilanazlarla birlikte *L. hilgardii* S32'nin bulunduğu ekmeğin en düşük sertlik değeri aldığını bildirmişlerdir [88].

Genel olarak glutensiz ve ekşi hamurlu ekmeklerin elastikiyet değerlerinde farklılık görülmemektedir. Ekmekler arası elastikiyet değerleri sadece 1. günde farklılık göstermiştir. Bunun nedeninin ekmeklerin bayatlama hızlarının farklı olmasından veya deneysel hatadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak depolama süresince özellikle de 3. gün önemli bir düşüşün meydana geldiği görülmektedir.

Yüzey yanıt yöntemi ile optimize edilen glutensiz ekmeklerin elastikiyetlerinin ilk gün 0.80 iken 7.gün 0.75'e düştüğü görülmüştür [88]. Korus ve ark. [75] tarafından mısır nişastası esaslı glutensiz ekmeklerin 48 saatlik depolanmaları sırasında elastikiyet değerlerinin azaldığını ve 0.99–1.02 arasında değişmekte olduğunu bildirilmiştir. Witczak ve ark. [76] maltodekstrinlerin mısır ve patates nişastası içeren glutensiz ekmeklere etkisini araştırdığı çalışmalarında, ekmeklerin elastikiyet değerlerinin kendi içlerinde, aynı zamanda 1 ve 2 günlük depolama süresinden etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Ekmeklerin yapışkanlık değerlerinde en dikkat çeken nokta depolamanın yani bayatlamının etkisiyle tedrici olarak düşmesidir. 0. ve 1. gün ekmekler arasındaki değerler değişiklik gösterirken, 3. gün kontrol ekmeği en düşük yapışkanlık değerine sahiptir.

Yine Korus ve ark. [75] mısır nişastası esaslı glutensiz kontrol ekmeklerin 48 saatlik depolanmaları sırasında yapışkanlıklarının azaldığını, bu azalmanın kontrol ekmeğinde %56 oranında olduğunu ispatlamışlardır. Sorgum ekmeklerinde de 7 günlük depolama sonucunda yapışkanlığın önemli ölçüde azaldığı, en iyi değerlerin ise ekşi hamur metoduyla üretilen ekmekte olduğu bildirilmiştir [52].

Glutensiz ekmeklerde çiğnenebilirlik değerlerinde 0. gün ile 1. gün arasında belirgin bir artış söz konusu iken 3. gün artış olmamıştır. İlk iki gün %10'luk ve %20'lik ekşi hamur ilavesinin kontrole göre çiğnenebilirlik değerlerini düşürdüğü görülmüştür. 3. gün ise ekmekler arasında bir fark görülmemiştir. Çiğnenebilirlik değeri; sertlik, yapışkanlık ve elastikiyet değerlerinin çarpımı ile elde edilmektedir. Dolayısıyla depolamanın bir sonucu olarak sertlik değerleri artarken, elastikiyet ve yapışkanlık değerleri düştüğünden, ekmeklerin çiğnenebilirlik özelliklerinde diğer özelliklere göre daha az farklılık olmuştur. Öyle ki G30 ekmeğinin çiğnenebilirliği depolama süresinden etkilenmemiştir.

Duyusal değerlendirme

Glutensiz ekmekler kabuk rengi, iç rengi, gözenek yapısı, çiğnenebilirlik, tat, aroma ve genel beğeni bakımından değerlendirilmiş, tüm özelliklerde ekmekler arasında

istatistiksel bir fark olmadığı görülmüştür. En yüksek skorun 7, en düşük skorun ise 1 olduğu değerlendirme sonucunda tüm değerler 4.06 ile 5.67 arasında değişmektedir. Buna göre kullanılan ekşi hamurun duyuşal anlamda belirgin farklılıklar yaratmadığı, fakat ekmeklerin değerlendirilen tüm özellikler yönünden kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmektedir.

Ekmekler arasında önemli bir fark görülmemesi nedenleri arasında,

- Ekşi hamur ilavesinin artmasıyla formülasyondaki yağ, tuz, şeker ve maya gibi bileşenlerin oranlarının azalması sonucunda, ekşi hamurun etkisinin belirgin olarak görülememesi,
- Ekşi hamur fermentasyonu sırasında, tat ve aroma maddeleri oluşumunun az olması,
- Ekşi hamur fermentasyonunun ekmek içi gözenek yapısını ve ekmek rengini belirgin şekilde etkilememesi,
- Tüketici tercih ve beğenilerinin farklı olması,
- Duyusal değerlendirme için eğitimsiz panelist kullanılmış olması sayılabilir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, pirinç unu kullanılarak doğal fermentasyonla glutensiz bir ekşi hamur geliştirilerek glutensiz ekmeğe belli oranlarda ilave edilmiştir. Ekşi hamur ilavesinin glutensiz ekmek kalitesine en önemli katkısı, ekmek içi nem miktarı ve tekstürel özellikleri geliştirmesi sonucunda, ekmeklerin bayatlama eğilimlerini azaltması yönünde olmuştur. Kısa sürede bayatlayan glutensiz ekmeklerin daha uzun süre muhafaza edilebilmesi için ekşi maya kullanımının faydalı olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak ekşi hamur miktarının artmasıyla ekmeklerin özgül hacimlerinin azalması ve ekmekler arasında duyuşal olarak farklılık görülmemesi ekşi hamurun katkılarının yetersiz olduğunu göstermektedir. Ekşi hamur mikroflorasında gelişen LAB miktarının düşük olmasının ve gluten ağının eksikliğine bağlı olarak bu bakterilerin ekmek kalitesi üzerine etkilerinin az olmasının bu durumun sebepleri arasında olduğu düşünülmektedir.

Bu doğrultuda yapılabilcek öneriler şöyle özetlenebilir:

- Glutensiz ekmek formülasyonlarının yüksek oranda su içermesi sonucu, ekmeklerin yüksek su aktivitesine sahip olması mikrobiyal bozulmayı hızlandırmaktadır. Bu nedenle çeşitli koruyucu madde kullanımı, uygun ambalajlama veya formülasyon optimizasyonu ile bozulmanın engellenmesi sağlanabilir.
- Ekşi hamur ilavesi yerine ekmek hamurunun tamamının ekşi hamur fermentasyonuna bırakılması ile ekmeklerin hem hacim hem de aroma yönünden gelişebileceği düşünölmektedir.
- Pirinç unundan glutensiz ekşi hamur yapımında spontan gelişme yerine starter kullanımı tercih edilebilir. Böylece seçilecek uygun türlerle, ekmeklerin kalitesi istenilen doğrultuda geliştirilebilir.

EKLER

EK 1. Glutensiz unların rutubet, kül ve protein değerleri.

Örnek	Rutubet (%)	Kül(%)*	Protein (%)*
Pirinç unu	12.1224	0.5984	6.7611
Pirinç unu	12.2319	0.5889	6.7679
Pirinç unu	12.0602	0.5888	6.9779
Pirinç unu	12.2753	0.5716	-
Mısır nişastası	9.5417	0.2168	0.7181
Mısır nişastası	9.2404	0.2403	0.4928
Mısır nişastası	10.3624	0.2194	0.5280
Mısır nişastası	10.0489	0.2275	-
Karışım**	11.1065	0.4891	5.7718
Karışım	11.5152	0.5113	5.5475
Karışım	11.0678	0.5349	5.2837
Karışım	11.2157	0.4989	-

*Kuru maddede

**Pirinç unu ve mısır nişastasının formülasyona göre karışımları

EK 2. Kontrol hamurunun G' ve G'' değerleri.

G' [Pa]					
f [Hz]	1. paralel	2. paralel	3. paralel	4. paralel	5. paralel
0.2	799	866.9	855	720.7	732.8
0.3	848.5	895.4	875.5	845.7	818.9
0.4	914.9	1011	1039	894.1	894.5
0.5	959.5	1047	1073	951.8	912.9
0.6	989.7	1081	1145	992.2	944.2
0.7	1046	1110	1166	1019	946.2
0.8	1079	1138	1197	1043	970.6
0.9	1073	1164	1216	1071	1002
1	1110	1180	1221	1102	1160
2	1199	1263	1243	1234	1172
3	1363	1409	1332	1334	1255
4	1432	1541	1351	1396	1294
5	1489	1447	1452	1382	1323
6	1497	1372	1530	1494	1382
7	1555	1527	1436	1498	1465
8	1522	1550	1582	1536	1484
9	1556	1523	1605	1574	1458
10	1560	1690	1648	1577	1623
G'' [Pa]					
0.2	329	74.7	42.6	226	70.7
0.3	212	281	369	327	265
0.4	288	254	346	287	247
0.5	268	251	291	306	258
0.6	273	281	288	311	270
0.7	281	271	292	310	268
0.8	277	276	307	309	274
0.9	304	289	317	311	288
1	315	305	312	327	294
2	344	312	341	326	325
3	375	338	411	439	347
4	501	394	470	470	394
5	497	471	544	558	443
6	454	604	629	485	507
7	569	503	636	560	502
8	575	561	612	595	551
9	589	590	640	601	558
10	707	591	766	689	561

EK 3. G10 hamurunun G' ve G'' değerleri.

G' [Pa]					
f [Hz]	1. paralel	2. paralel	3. paralel	4. paralel	5. paralel
0.2	748.1	753	794	815.7	824.6
0.3	876.2	807.2	871.3	810.3	964.6
0.4	946.4	856	960.2	841.2	840.1
0.5	984.1	923	1026	833	904.5
0.6	1006	970.5	1047	1021	940
0.7	1034	1004	1090	1053	1179
0.8	1053	1016	1134	1202	1050
0.9	1086	1039	1135	1233	1076
1	1123	1079	1197	1241	1231
2	1223	1163	1352	1112	1256
3	1355	1234	1399	1230	1383
4	1378	1332	1487	1331	1420
5	1457	1470	1520	1345	1501
6	1426	1405	1597	1423	1522
7	1510	1377	1646	1407	1554
8	1520	1482	1700	1553	1660
9	1516	1475	1629	1687	1674
10	1625	1589	1722	1702	1730
G'' [Pa]					
0.2	748.1	753	794	815.7	824.6
0.3	876.2	807.2	871.3	810.3	964.6
0.4	946.4	856	960.2	841.2	840.1
0.5	984.1	923	1026	833	904.5
0.6	1006	970.5	1047	1021	940
0.7	1034	1004	1090	1053	1179
0.8	1053	1016	1134	1202	1050
0.9	1086	1039	1135	1233	1076
1	1123	1079	1197	1241	1231
2	1223	1163	1352	1112	1256
3	1355	1234	1399	1230	1383
4	1378	1332	1487	1331	1420
5	1457	1470	1520	1345	1501
6	1426	1405	1597	1423	1522
7	1510	1377	1646	1407	1554
8	1520	1482	1700	1553	1660
9	1516	1475	1629	1687	1674
10	1625	1589	1722	1702	1730

EK 4. G20 hamurunun G' ve G'' değerleri.

G' [Pa]					
f [Hz]	1. paralel	2. paralel	3. paralel	4. paralel	5. paralel
0.2	517.5	507.2	578.9	467.4	561.9
0.3	590.4	588.4	654.4	596.1	663.1
0.4	643.9	633.6	708.7	610.1	709.3
0.5	682.5	664.1	741.1	606.8	740.3
0.6	697.4	689.8	768.3	591.3	774.1
0.7	717.7	720.9	798.1	674.4	663.7
0.8	732.2	738	804.4	712.2	713.3
0.9	759.1	752.6	820.4	740.7	733.5
1	773.4	766.9	745.1	765.1	759.7
2	862.3	839.3	868.5	846.8	814.7
3	938.7	912.4	934.9	945.6	930.5
4	971.9	996.1	991.1	988.7	969.5
5	1004	1033	1129	1073	886.6
6	1042	1004	1073	1071	1042
7	1063	1105	1117	1040	1048
8	1123	1073	1130	1124	1090
9	1196	1120	1272	1180	1005
10	1108	1104	1122	1185	1167
G'' [Pa]					
0.2	184	183	219	224	222
0.3	184	181	202	191	209
0.4	194	185	205	224	212
0.5	193	194	214	224	208
0.6	197	195	214	238	225
0.7	198	202	222	224	253
0.8	218	216	237	225	228
0.9	222	219	240	250	231
1	231	225	295	231	230
2	276	284	315	301	286
3	321	336	351	343	282
4	357	358	383	376	359
5	370	409	388	479	393
6	403	372	407	454	373
7	443	441	437	446	445
8	451	430	509	483	445
9	527	446	491	524	422
10	515	506	460	556	471

EK 5. G30 hamurunun G' ve G'' değerleri.

G' [Pa]					
f [Hz]	1. paralel	2. paralel	3. paralel	4. paralel	5. paralel
0.2	533.1	555.5	528	566.4	537.6
0.3	577.1	622	636.8	613.4	598.6
0.4	581.5	696.1	662.3	664.6	645
0.5	623.2	739.6	694.7	688.7	675.4
0.6	647.2	760.3	722.7	719.9	698.4
0.7	684.4	787.7	744	737.2	716.6
0.8	687.3	806.5	752.3	759.4	724.3
0.9	723.5	835	763	770.5	764.8
1	796.3	812.6	817.6	789.4	792.7
2	841.8	798.6	889.3	917.1	897.4
3	882.7	933.4	963.8	970.3	944.5
4	942.7	923	1019	1002	1021
5	958.9	1073	1078	1031	935.6
6	1013	1037	1123	1118	1042
7	1035	1097	1191	1143	1131
8	1108	1154	1188	1192	1182
9	1294	1047	1044	1045	1297
10	1129	1287	1107	1214	1128
G'' [Pa]					
0.2	177	188	203	179	177
0.3	164	183	196	191	184
0.4	208	211	198	199	202
0.5	189	214	205	208	212
0.6	193	217	213	212	217
0.7	198	230	212	225	225
0.8	203	226	223	232	235
0.9	211	251	250	236	234
1	247	260	287	285	245
2	289	296	315	308	325
3	311	347	351	324	372
4	347	372	394	408	377
5	318	416	464	411	498
6	402	465	432	443	439
7	457	547	465	458	442
8	459	492	499	416	486
9	418	483	440	494	556
10	481	490	471	489	490

EK 6. Glutensiz ekmeklere ait hacim, ağırlık ve özgül hacim ham verileri.

Örnek	Ağırlık (g)	Hacim (mL)	Özgül hacim (g/mL)
K	455	880	1.934
K	480	905	1.885
K	495	1035	2.091
K	465	920	1.978
K	395	800	2.025
G10	525	980	1.867
G10	535	980	1.832
G10	535	995	1.860
G10	515	970	1.883
G10	535	980	1.852
G20	555	985	1.775
G20	560	990	1.768
G20	465	830	1.785
G20	445	785	1.764
G20	455	805	1.769
G30	475	800	1.684
G30	480	810	1.688
G30	480	800	1.667
G30	485	795	1.639
G30	485	825	1.701

EK 7. Glutensiz ekmeklere ait rutubet miktarı (%) ham verileri (%).

Örnek		0. gün	1. gün	3. gün
K	1.tekerrür	55.3695	54.3218	53.6700
K	1.tekerrür	55.3496	54.9346	53.3710
K	1.tekerrür	53.9764	54.7165	53.6110
K	1.tekerrür	55.5735	54.4821	53.5230
K	1.tekerrür	55.2796	54.2077	53.3790
K	2.tekerrür	55.5170	54.1796	53.5358
K	2.tekerrür	54.8100	54.6961	53.2931
K	2.tekerrür	55.0300	53.7598	52.9384
K	2.tekerrür	55.1300	54.3555	53.1428
K	2.tekerrür	55.2146	54.3536	53.1539
G10	1.tekerrür	55.8029	55.5842	53.2720
G10	1.tekerrür	55.9581	55.7030	55.1253
G10	1.tekerrür	55.7721	55.7419	55.1580
G10	1.tekerrür	55.8777	55.7006	54.9710
G10	1.tekerrür	55.0482	54.6690	55.3820
G10	2.tekerrür	56.0918	55.5683	53.8327
G10	2.tekerrür	55.5144	55.2154	53.2796
G10	2.tekerrür	55.9117	55.6939	53.5711

EK 7'nin devamı.

Örnek		0. gün	1. gün	3. gün
G10	2.tekerrür	55.4031	55.6210	53.2037
G10	2.tekerrür	55.4148	54.5468	52.6288
G20	1.tekerrür	55.2945	54.9622	55.2180
G20	1.tekerrür	55.2826	55.7700	54.4240
G20	1.tekerrür	55.1585	54.8891	54.4760
G20	1.tekerrür	55.0728	55.1329	55.0210
G20	1.tekerrür	55.2768	55.2249	54.6470
G20	2.tekerrür	54.9775	54.4700	53.2964
G20	2.tekerrür	55.1300	54.6200	53.0630
G20	2.tekerrür	54.9288	54.8500	53.3349
G20	2.tekerrür	55.1888	55.5800	52.9341
G20	2.tekerrür	54.9533	55.3800	53.8205
G30	1.tekerrür	55.2429	55.3917	54.7304
G30	1.tekerrür	55.3808	54.8633	54.8910
G30	1.tekerrür	55.4766	55.1518	55.3329
G30	1.tekerrür	55.0584	55.6095	55.4018
G30	1.tekerrür	56.4879	55.4314	54.7765
G30	2.tekerrür	55.3882	54.5238	54.2032
G30	2.tekerrür	55.3427	54.6208	53.6600
G30	2.tekerrür	55.4792	55.1567	54.1180
G30	2.tekerrür	55.8267	54.5294	54.3068
G30	2.tekerrür	56.2611	54.4519	53.1518

EK 8. Glutensiz ekmeklere ait su aktivitesi ham verileri.

Örnek		0. gün	1. gün	3. gün
K	1.tekerrür	0.979	0.978	0.975
K	1.tekerrür	0.980	0.978	0.976
K	1.tekerrür	0.979	0.977	0.977
K	1.tekerrür	0.982	0.979	0.977
K	2.tekerrür	0.981	0.980	0.980
K	2.tekerrür	0.983	0.981	0.979
K	2.tekerrür	0.980	0.979	0.977
K	2.tekerrür	0.984	0.979	0.976
G10	1.tekerrür	0.983	0.979	0.975
G10	1.tekerrür	0.978	0.982	0.977
G10	1.tekerrür	0.982	0.976	0.978
G10	1.tekerrür	0.984	0.979	0.979
G10	2.tekerrür	0.980	0.980	0.975
G10	2.tekerrür	0.978	0.979	0.976
G10	2.tekerrür	0.978	0.982	0.975
G10	2.tekerrür	0.980	0.977	0.977
G20	1.tekerrür	0.980	0.980	0.978
G20	1.tekerrür	0.984	0.980	0.977

EK 8'in devamı.

Örnek		0. gün	1. gün	3. gün
G20	1.tekerrür	0.983	0.979	0.980
G20	1.tekerrür	0.978	0.978	0.979
G20	2.tekerrür	0.982	0.978	0.976
G20	2.tekerrür	0.981	0.978	0.978
G20	2.tekerrür	0.977	0.980	0.978
G20	2.tekerrür	0.979	0.979	0.979
G30	1.tekerrür	0.982	0.976	0.976
G30	1.tekerrür	0.979	0.976	0.976
G30	1.tekerrür	0.977	0.978	0.977
G30	1.tekerrür	0.980	0.980	0.978
G30	2.tekerrür	0.978	0.981	0.976
G30	2.tekerrür	0.981	0.983	0.977
G30	2.tekerrür	0.983	0.980	0.978
G30	2.tekerrür	0.984	0.978	0.979

EK 9. Gluensiz ekmek içine rengine ait ham veriler.

		0. gün			1. gün			3.gün		
		<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>
K	1.tekerrür	74.74	-1.76	11.48	76.43	-1.59	11.67	71.10	-0.99	10.25
K	1.tekerrür	74.59	-1.84	11.92	77.61	-1.57	12.92	70.71	-0.95	10.39
K	1.tekerrür	73.32	-1.84	11.17	77.29	-1.58	11.83	70.87	-0.85	11.07
K	1.tekerrür	74.84	-1.74	11.76	77.78	-1.66	12.63	71.14	-0.85	11.09
K	1.tekerrür	74.62	-1.87	12.09	77.41	-1.53	14.20	71.72	-0.88	10.91
K	2.tekerrür	74.80	-1.78	12.45	79.35	-1.59	12.08	72.72	-0.82	11.46
K	2.tekerrür	78.00	-1.76	11.23	79.76	-1.54	13.18	71.94	-0.82	10.39
K	2.tekerrür	76.92	-1.84	12.08	78.12	-1.59	11.82	71.13	-0.87	11.65
K	2.tekerrür	75.58	-1.87	12.35	78.26	-1.56	12.63	71.37	-0.93	11.85
K	2.tekerrür	75.79	-1.81	11.99	78.12	-1.54	12.43	71.14	-0.85	11.09
G10	1.tekerrür	73.85	-1.75	10.59	73.72	-1.54	11.42	73.20	-1.29	12.64
G10	1.tekerrür	73.39	-1.74	11.06	74.28	-1.60	10.63	75.01	-1.44	12.11
G10	1.tekerrür	73.39	-1.76	11.34	77.24	-1.60	10.92	75.46	-1.35	11.79
G10	1.tekerrür	74.18	-1.77	11.07	72.28	-0.85	11.05	74.55	-1.29	12.84
G10	1.tekerrür	72.14	-1.77	10.00	72.82	-1.49	10.97	74.70	-1.79	11.22
G10	2.tekerrür	73.95	-1.75	10.65	78.23	-1.69	11.10	73.24	-1.13	10.79
G10	2.tekerrür	74.62	-1.79	11.35	78.03	-1.61	11.74	74.34	-1.07	10.22
G10	2.tekerrür	75.39	-1.80	11.20	76.47	-1.61	10.93	73.33	-1.05	10.87
G10	2.tekerrür	74.79	-1.82	11.21	78.36	-1.63	12.47	73.40	-1.11	10.48
G10	2.tekerrür	76.16	-1.77	10.54	76.61	-1.55	11.23	73.56	-1.06	10.66
G20	1.tekerrür	76.58	-1.79	10.95	77.84	-1.43	10.83	72.62	-0.88	10.28
G20	1.tekerrür	75.18	-1.87	9.87	78.38	-1.54	10.85	72.14	-0.89	11.15
G20	1.tekerrür	76.39	-1.73	11.23	76.53	-1.51	10.72	71.79	-0.82	10.44
G20	1.tekerrür	75.90	-1.81	11.17	78.21	-1.48	9.98	71.86	-0.91	11.13
G20	1.tekerrür	78.37	-1.95	11.44	77.81	-1.60	10.38	71.18	-0.88	11.35

EK 9'un devamı.

		0. gün			1. gün			3.gün		
		<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>
G20	2.tekerrür	73.52	-1.76	10.35	75.20	-1.52	9.67	71.32	-1.13	10.56
G20	2.tekerrür	73.35	-1.75	10.86	75.78	-1.46	10.61	71.87	-0.86	10.50
G20	2.tekerrür	73.13	-1.70	11.02	73.98	-1.53	10.27	71.84	-1.05	9.86
G20	2.tekerrür	74.49	-1.91	10.73	75.69	-1.53	10.23	71.81	-1.04	10.11
G20	2.tekerrür	74.82	-1.79	10.77	77.74	-1.49	10.60	71.18	-0.99	10.55
G30	1.tekerrür	72.92	-1.77	10.08	73.72	-1.54	11.42	71.07	-0.89	9.96
G30	1.tekerrür	72.56	-1.80	9.58	74.28	-1.60	10.63	71.16	-0.91	10.21
G30	1.tekerrür	72.62	-1.86	10.40	72.78	-1.65	11.05	71.61	-0.81	10.70
G30	1.tekerrür	73.70	-1.84	9.91	72.82	-1.49	10.97	70.74	-0.90	10.95
G30	1.tekerrür	74.15	-1.84	9.79	75.84	-1.66	8.50	71.66	-0.97	9.78
G30	2.tekerrür	74.30	-1.89	10.29	77.34	-1.69	10.27	71.50	-1.33	9.74
G30	2.tekerrür	75.10	-1.99	9.81	78.14	-1.70	9.68	71.64	-1.31	9.86
G30	2.tekerrür	73.97	-1.88	10.04	77.35	-1.64	10.37	71.58	-1.33	9.94
G30	2.tekerrür	74.06	-1.65	9.04	76.53	-1.65	9.14	71.96	-1.31	10.11
G30	2.tekerrür	75.43	-1.83	10.33	76.61	-1.55	11.23	71.55	-1.39	9.74

EK 10. Glutensiz ekmeklerin kabuk rengine ait ham veriler.

		0. gün			1. gün			3.gün		
		<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>
K	1.tekerrür	58.35	11.47	35.15	59.34	10.28	31.82	61.82	8.34	31.92
K	1.tekerrür	56.96	11.39	34.95	59.91	9.68	32.18	59.83	9.49	32.34
K	1.tekerrür	57.47	11.43	35.10	60.79	9.11	31.38	62.00	8.64	30.49
K	1.tekerrür	57.37	11.41	35.12	59.45	9.97	32.37	59.74	9.92	30.67
K	1.tekerrür	57.98	11.01	35.29	59.68	9.66	31.79	61.90	9.04	30.31
K	2.tekerrür	56.29	11.79	34.90	58.76	10.40	31.33	61.71	9.22	28.40
K	2.tekerrür	57.98	11.20	33.10	59.53	8.67	30.08	61.79	9.33	29.24
K	2.tekerrür	58.04	10.73	33.29	60.77	8.74	32.42	61.33	9.36	28.69
K	2.tekerrür	58.10	10.38	33.93	58.48	9.60	30.79	61.36	9.81	29.84
K	2.tekerrür	57.69	9.74	33.57	58.88	9.48	30.91	61.94	8.60	28.80
G10	1.tekerrür	58.44	10.77	35.52	61.98	8.13	32.16	61.11	7.45	28.53
G10	1.tekerrür	57.99	10.98	36.08	60.77	8.74	32.42	60.20	8.32	32.23
G10	1.tekerrür	57.08	10.54	35.28	60.35	9.67	33.33	59.89	7.68	29.86
G10	1.tekerrür	57.12	11.16	35.87	59.44	9.96	33.62	62.26	8.07	31.51
G10	1.tekerrür	58.88	10.69	36.70	61.61	9.07	33.28	59.73	8.63	31.51
G10	2.tekerrür	59.01	9.62	33.09	61.42	8.02	30.61	62.45	7.93	30.34
G10	2.tekerrür	59.91	9.11	33.24	62.11	6.92	29.83	63.11	7.04	29.77
G10	2.tekerrür	60.50	8.81	33.83	61.10	8.26	30.47	63.24	7.80	30.43
G10	2.tekerrür	60.07	9.81	35.06	59.32	9.12	30.58	63.74	8.12	29.61
G10	2.tekerrür	60.70	8.93	34.20	59.74	9.57	31.78	63.03	8.01	29.77
G20	1.tekerrür	59.72	11.45	34.71	62.03	10.20	31.06	59.36	10.53	27.70
G20	1.tekerrür	59.89	11.22	35.22	62.14	11.03	31.30	59.44	9.76	27.03
G20	1.tekerrür	59.87	11.55	34.66	62.86	9.67	31.46	60.03	9.75	27.52
G20	1.tekerrür	59.59	11.63	34.09	62.97	11.23	31.44	59.48	9.95	26.90
G20	1.tekerrür	60.14	11.46	35.48	61.04	10.54	30.51	60.30	9.17	27.48

EK 10'un devamı.

		0. gün			1. gün			3.gün		
		<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>
G20	2.tekerrür	58.06	11.56	31.68	59.15	9.49	30.14	62.68	9.17	28.87
G20	2.tekerrür	58.28	11.88	32.00	59.38	9.80	30.82	61.23	9.40	28.32
G20	2.tekerrür	58.90	10.96	31.42	60.49	8.56	29.86	62.08	9.28	28.73
G20	2.tekerrür	58.59	11.51	31.95	59.33	10.54	30.85	62.11	9.11	28.07
G20	2.tekerrür	58.52	10.90	30.06	60.55	8.56	29.34	60.65	9.07	27.97
G30	1.tekerrür	56.79	11.96	37.12	59.16	9.72	32.33	59.81	8.33	25.05
G30	1.tekerrür	57.58	11.91	36.98	59.00	10.23	32.89	61.05	8.12	25.24
G30	1.tekerrür	57.61	11.39	36.33	58.20	10.58	33.41	61.10	8.27	24.96
G30	1.tekerrür	56.13	11.95	35.18	59.19	10.23	33.06	60.34	8.85	23.87
G30	1.tekerrür	58.48	11.27	36.63	59.79	9.56	33.16	60.24	8.75	25.53
G30	2.tekerrür	56.38	12.08	36.18	57.73	10.09	29.11	58.03	9.95	24.62
G30	2.tekerrür	55.36	12.29	36.15	57.98	8.95	27.48	58.27	9.82	25.38
G30	2.tekerrür	55.32	12.03	36.12	58.24	8.94	28.33	57.49	8.83	23.24
G30	2.tekerrür	55.11	11.61	35.68	58.36	9.77	28.53	56.65	9.74	22.63
G30	2.tekerrür	56.92	10.40	35.30	58.58	10.23	28.06	58.22	9.90	25.44

EK 11. Glutensiz ekmeklerin TPA ham verileri

Depolama	Örnek		Sertlik (g)	Elastikiyet	Yapışkanlık	Çiğnenebilirlik (g)
0.gün	K	1.tekerrür	1924.433	0.934	0.666	1196.115
0.gün	K	1.tekerrür	2000.753	0.904	0.644	1164.460
0.gün	K	1.tekerrür	1915.877	0.933	0.714	1276.136
0.gün	K	1.tekerrür	1968.308	0.890	0.697	1221.672
0.gün	K	1.tekerrür	1840.583	0.884	0.679	1105.901
0.gün	K	2.tekerrür	1791.300	0.886	0.696	1104.730
0.gün	K	2.tekerrür	1826.209	0.874	0.674	1074.539
0.gün	K	2.tekerrür	1827.167	0.945	0.706	1218.241
0.gün	K	2.tekerrür	1812.314	0.906	0.690	1133.979
0.gün	K	2.tekerrür	1728.464	0.865	0.701	1048.537
0.gün	G10	1.tekerrür	1572.675	0.917	0.689	994.266
0.gün	G10	1.tekerrür	1560.765	0.908	0.677	959.275
0.gün	G10	1.tekerrür	1561.245	0.943	0.670	987.016
0.gün	G10	1.tekerrür	1797.871	0.913	0.680	1116.693
0.gün	G10	1.tekerrür	1496.971	0.875	0.659	863.463
0.gün	G10	2.tekerrür	1812.314	0.859	0.689	1016.135
0.gün	G10	2.tekerrür	1889.387	0.887	0.664	1113.629
0.gün	G10	2.tekerrür	1618.468	0.887	0.658	944.094
0.gün	G10	2.tekerrür	1562.066	0.883	0.636	877.012
0.gün	G10	2.tekerrür	1507.937	0.887	0.640	858.966
0.gün	G20	1.tekerrür	1778.980	0.864	0.687	1056.605
0.gün	G20	1.tekerrür	1607.584	0.842	0.691	935.801
0.gün	G20	1.tekerrür	1512.235	0.892	0.693	934.573
0.gün	G20	1.tekerrür	1931.552	0.885	0.688	1175.789
0.gün	G20	1.tekerrür	1741.196	0.876	0.642	979.483

EK 11 'in devamı

Depolama	Örnek		Sertlik (g)	Elastikiyet	Yapışkanlık	Çıgnenebilirlik (g)
0.gün	G20	2.tekerrür	1587.803	0.848	0.634	852.743
0.gün	G20	2.tekerrür	1765.153	0.902	0.644	1025.473
0.gün	G20	2.tekerrür	1561.381	0.865	0.664	896.564
0.gün	G20	2.tekerrür	1929.156	0.891	0.713	1225.273
0.gün	G20	2.tekerrür	1752.707	0.878	0.664	1025.887
0.gün	G30	1.tekerrür	2559.910	0.818	0.626	1310.874
0.gün	G30	1.tekerrür	2733.222	0.845	0.634	1464.344
0.gün	G30	1.tekerrür	2533.557	0.840	0.618	1316.136
0.gün	G30	1.tekerrür	2554.229	0.886	0.630	1424.541
0.gün	G30	1.tekerrür	2622.677	0.894	0.647	1516.301
0.gün	G30	2.tekerrür	2487.902	0.897	0.640	1427.713
0.gün	G30	2.tekerrür	2525.686	0.840	0.627	1329.373
0.gün	G30	2.tekerrür	2583.251	0.883	0.645	1471.391
0.gün	G30	2.tekerrür	2683.117	0.908	0.668	1626.446
0.gün	G30	2.tekerrür	2500.086	0.912	0.705	1607.063
1.gün	K	1.tekerrür	3184.298	0.870	0.604	1672.675
1.gün	K	1.tekerrür	3169.650	0.860	0.592	1612.667
1.gün	K	1.tekerrür	3217.701	0.832	0.587	1570.997
1.gün	K	1.tekerrür	3226.394	0.829	0.574	1534.599
1.gün	K	1.tekerrür	3142.202	0.896	0.607	1710.221
1.gün	K	2.tekerrür	3450.495	0.838	0.546	1580.277
1.gün	K	2.tekerrür	3260.071	0.887	0.592	1711.573
1.gün	K	2.tekerrür	3283.412	0.847	0.556	1544.942
1.gün	K	2.tekerrür	3402.033	0.850	0.537	1552.586
1.gün	K	2.tekerrür	3484.582	0.875	0.589	1798.201

EK 11 'in devamı

Depolama	Örnek		Sertlik (g)	Elastikiyet	Yapışkanlık	Çıgnenebilirlik (g)
1.gün	G10	1.tekerrür	2667.032	0.824	0.559	1228.918
1.gün	G10	1.tekerrür	2489.887	0.821	0.560	1145.568
1.gün	G10	1.tekerrür	2526.028	0.836	0.554	1169.492
1.gün	G10	1.tekerrür	2605.291	0.819	0.559	1192.757
1.gün	G10	1.tekerrür	2697.560	0.855	0.591	1363.137
1.gün	G10	2.tekerrür	2784.353	0.854	0.617	1467.126
1.gün	G10	2.tekerrür	2787.775	0.880	0.584	1432.448
1.gün	G10	2.tekerrür	2826.517	0.885	0.565	1413.579
1.gün	G10	2.tekerrür	3102.707	0.846	0.587	1539.761
1.gün	G10	2.tekerrür	3278.073	0.899	0.63	1850.708
1.gün	G20	1.tekerrür	2577.159	0.879	0.612	1384.856
1.gün	G20	1.tekerrür	2625.484	0.860	0.617	1391.974
1.gün	G20	1.tekerrür	2628.153	0.877	0.664	1530.421
1.gün	G20	1.tekerrür	2660.529	0.837	0.610	1359.017
1.gün	G20	1.tekerrür	2863.822	0.893	0.612	1564.981
1.gün	G20	2.tekerrür	2873.541	0.898	0.622	1606.487
1.gün	G20	2.tekerrür	2923.030	0.843	0.643	1584.195
1.gün	G20	2.tekerrür	2991.547	0.884	0.616	1630.180
1.gün	G20	2.tekerrür	3033.780	0.900	0.667	1821.267
1.gün	G20	2.tekerrür	3052.398	0.873	0.637	1697.751
1.gün	G30	1.tekerrür	3262.946	0.848	0.585	1620.547
1.gün	G30	1.tekerrür	2988.398	0.795	0.584	1386.446
1.gün	G30	1.tekerrür	3048.428	0.862	0.574	1507.276
1.gün	G30	1.tekerrür	3176.153	0.825	0.590	1545.941
1.gün	G30	1.tekerrür	2780.177	0.876	0.634	1543.850

EK 11 'in devamı

Depolama	Örnek		Sertlik (g)	Elastikiyet	Yapışkanlık	Çıgnenebilirlik (g)
1.gün	G30	2.tekerrür	2899.963	0.839	0.589	1433.247
1.gün	G30	2.tekerrür	2815.771	0.814	0.601	1377.221
1.gün	G30	2.tekerrür	2722.681	0.819	0.612	1365.596
1.gün	G30	2.tekerrür	2918.649	0.830	0.610	1475.693
1.gün	G30	2.tekerrür	2864.848	0.847	0.590	1430.664
3.gün	K	1.tekerrür	4526.986	0.716	0.467	1515.397
3.gün	K	1.tekerrür	4477.840	0.752	0.496	1670.293
3.gün	K	1.tekerrür	4586.810	0.746	0.491	1680.070
3.gün	K	1.tekerrür	4786.475	0.758	0.488	1771.471
3.gün	K	1.tekerrür	4455.526	0.778	0.496	1720.173
3.gün	K	2.tekerrür	4592.149	0.754	0.509	1762.110
3.gün	K	2.tekerrür	4263.870	0.857	0.487	1779.244
3.gün	K	2.tekerrür	4364.489	0.838	0.495	1811.585
3.gün	K	2.tekerrür	4055.033	0.777	0.526	1658.280
3.gün	K	2.tekerrür	4866.354	0.852	0.528	2188.573
3.gün	G10	1.tekerrür	3838.941	0.853	0.591	1933.989
3.gün	G10	1.tekerrür	3483.419	0.864	0.583	1754.038
3.gün	G10	1.tekerrür	3712.858	0.878	0.581	1895.300
3.gün	G10	1.tekerrür	3833.054	0.792	0.519	1575.569
3.gün	G10	1.tekerrür	3401.417	0.825	0.587	1645.818
3.gün	G10	2.tekerrür	3852.220	0.684	0.531	1399.142
3.gün	G10	2.tekerrür	3609.912	0.829	0.531	1588.481
3.gün	G10	2.tekerrür	3526.404	0.731	0.510	1315.710
3.gün	G10	2.tekerrür	3507.170	0.688	0.471	1136.491
3.gün	G10	2.tekerrür	3555.837	0.718	0.552	1409.051

EK 11 'in devamı

Depolama	Örnek		Sertlik (g)	Elastikiyet	Yapışkanlık	Çiğnenebilirlik (g)
3.gün	G20	1.tekerrür	3753.038	0.859	0.528	1702.926
3.gün	G20	1.tekerrür	3695.746	0.804	0.519	1540.031
3.gün	G20	1.tekerrür	3430.029	0.828	0.555	1575.418
3.gün	G20	1.tekerrür	3903.488	0.831	0.523	1697.690
3.gün	G20	1.tekerrür	3726.411	0.819	0.536	1635.028
3.gün	G20	2.tekerrür	3623.464	0.844	0.540	1653.008
3.gün	G20	2.tekerrür	3581.369	0.889	0.555	1718.193
3.gün	G20	2.tekerrür	3383.278	0.803	0.540	1523.318
3.gün	G20	2.tekerrür	3601.219	0.853	0.560	1679.726
3.gün	G20	2.tekerrür	3799.993	0.847	0.547	1850.795
3.gün	G30	1.tekerrür	3538.588	0.854	0.509	1537.234
3.gün	G30	1.tekerrür	3972.210	0.850	0.527	1469.595
3.gün	G30	1.tekerrür	3716.281	0.867	0.555	1787.434
3.gün	G30	1.tekerrür	3792.875	0.850	0.556	1794.460
3.gün	G30	1.tekerrür	3452.206	0.819	0.551	1558.248
3.gün	G30	2.tekerrür	3490.963	0.833	0.536	1624.797
3.gün	G30	2.tekerrür	3517.506	0.855	0.515	1550.292
3.gün	G30	2.tekerrür	3454.739	0.797	0.521	1432.398
3.gün	G30	2.tekerrür	3460.831	0.856	0.552	1636.154
3.gün	G30	2.tekerrür	3339.988	0.749	0.535	1338.383

EK 12. Glutensiz ekmeklerin duysal değerlendirme sonuçları ham verileri

Örnek	Kabuk rengi	İç rengi	Gözenek yapısı	Çiğnenebilirlik	Tat	Aroma	Genel beğeni
K	4	7	6	2	4	2	5
K	6	5	5	4	4	4	5
K	6	6	5	6	5	5	5
K	6	6	5	4	5	5	5
K	5	3	5	2	3	3	3
K	4	4	6	5	3	2	3
K	4	4	6	2	6	4	4
K	6	6	4	6	3	6	6
K	3	3	4	3	5	3	3
K	6	6	5	2	5	5	6
K	4	5	5	5	4	6	6
K	5	5	7	4	5	4	4
K	4	5	7	5	6	4	5
K	5	7	5	7	5	6	6
K	5	5	5	6	6	5	6
K	6	5	6	6	5	6	6
K	7	7	5	5	5	4	6
K	7	5	5	6	4	4	5
G10	6	6	7	4	4	3	3
G10	4	4	4	4	3	3	4
G10	6	5	4	5	6	6	5
G10	5	7	4	5	6	6	5
G10	5	3	4	3	3	3	3
G10	5	4	4	6	4	3	4
G10	2	3	5	5	4	4	4
G10	5	7	6	6	6	6	6
G10	3	3	3	4	4	3	4
G10	6	6	5	6	6	5	6
G10	5	4	4	4	4	5	5
G10	6	5	5	5	5	5	5
G10	5	6	6	6	7	6	6
G10	6	5	6	7	6	6	6
G10	6	6	6	7	7	7	7
G10	6	5	4	4	4	5	4
G10	5	6	5	6	5	5	4
G10	7	6	6	4	4	3	5
G20	3	6	6	2	4	3	4
G20	5	5	4	5	6	6	4
G20	6	5	4	4	4	4	6
G20	4	7	6	6	6	7	6
G20	4	3	3	3	2	3	3
G20	4	4	3	6	3	2	3
G20	2	3	1	2	3	5	4
G20	6	5	6	5	5	6	6

EK 12 'nin devamı

Örnek	Kabuk rengi	İç rengi	Gözenek yapısı	Çiğnenebilirlik	Tat	Aroma	Genel beğeni
G20	3	3	2	2	2	3	2
G20	7	6	6	7	7	6	7
G20	5	3	7	5	6	6	6
G20	5	5	3	4	4	4	4
G20	4	4	3	5	5	4	5
G20	6	4	4	6	7	6	5
G20	6	5	7	6	4	3	5
G20	5	5	4	5	5	5	5
G20	7	5	4	6	4	4	3
G20	7	6	7	2	2	2	4
G30	4	3	3	4	5	3	3
G30	7	6	7	6	6	6	6
G30	6	6	5	5	5	5	5
G30	5	7	5	3	4	4	3
G30	6	4	5	3	3	4	3
G30	5	3	4	5	3	2	3
G30	7	5	4	2	2	2	5
G30	6	6	6	5	5	5	6
G30	3	3	3	2	3	3	3
G30	5	6	3	2	4	4	5
G30	7	6	6	6	5	6	6
G30	6	5	4	3	3	3	4
G30	6	6	5	5	5	6	6
G30	6	6	4	6	7	6	6
G30	5	6	6	4	7	7	6
G30	6	5	4	5	5	5	5
G30	5	6	5	5	4	4	4
G30	7	7	4	2	3	3	3

KAYNAKÇA

1. O'Neill, J., 2010. Gluten-free foods: Trends, challenges, and solutions. **Cereal Food World**, **55**: 220–223.
2. Van Der Borgh, A., Goesaert, H., Veraverbeke, W. S., Delcour, J., 2005. Fractionation of wheat and wheat flour into starch and gluten: overview of the main processes and the factors involved. **Journal of Cereal Science**, **41** (3): 221–237.
3. Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W. S., Courtin, C. M., Gebruers, K., Delcour, J. A., 2005. Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. **Trends in Food Science and Technology**, **16**: 12–30.
4. İşleroğlu, H., Dirim, S. N., Ertekin, F. K., 2009. Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri. **GIDA**, **34**: 29–36.
5. Ciclitira, P. J., Ellis, H. J., Lundin, K. E. A., 2005. Gluten-free diet-what is toxic? **Best Practice and Research Clinical Gastroenterology**, **19**: 359–371.
6. Gänzle, M. G., Loponen, J., Gobetti, M., 2008. Proteolysis in sourdough fermentations: mechanisms and potential for improved bread quality. **Trends in Food Science and Technology** **19**: 513–521.
7. Erdil, A., Ateş Y., 2005. Gluten Enteropatisinde Son Gelişmeler. **Güncel Gastroenteroloji**. **9** (1): 18–28.
8. Ulusoy, M., Feyizoglu, H., Turan, M., Yılmaz, M., Yigit, N., Gürkan, Y., Kuyubası, Z., 2002. Gluten sensitif enteropati. **Güncel Gastroenteroloji**, **6** (3): 151–158.
9. Saldamlı, İ, Temiz, A., 2007. Aminoasitler, peptitler ve proteinler, s. 223–286. In: Gıda Kimyası (Ed: İ. Saldamlı). Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.
10. Catassi, C, Fasano, A., 2008. Celiac disease, pp.1–27. In: Gluten-free cereal products and beverages (Eds: E. K. Arendt, F. Dal Bello). Academic Press, UK,.
11. Veraverbeke, W. S., Delcour, J. A., 2002. Wheat protein composition and properties of wheat glutenin in relation to breadmaking functionality. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, **42**: 179–208.

12. Di Cagno, R., De Angelis, M., Auricchio, S., Greco, L., Clarke, C., De Vincenzi, M., Giovannini, C., D'Archivio, M., Landolfo, F., Parrilli, G., Minervini, F., Arendt, E., Gobbetti, M., 2004. Sourdough bread made from wheat and nontoxic flours and started with selected lactobacilli is tolerated in celiac sprue patients. **Applied and Environmental Microbiology**, **70**: 1088–1096.
13. De Angelis, M., Coda, R., Silano, M., Minervini, F., Rizzello, C. G., Di Cagno, R., Vicentini, O., De Vincenzi, M., Gobbetti, M., 2006. Fermentation by selected sourdough lactic acid bacteria to decrease celiac intolerance to rye flour. **Journal of Cereal Science**, **43**: 301–331.
14. Türksöy, S., Özkaya, B., 2006. Gluten ve Çölyak Hastalığı, s. 807–810. *Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu*.
15. MayoClinic.com Health Library.Celiac disease and the small intestine. (Web page: http://www.riversideonline.com/health_reference/Articles/DG00023.cfm) (Date accessed: May 2011).
16. Cabrera-Chávez, F., Calderón de la Barca, A. M., 2010. Trends in wheat technology and modification of gluten proteins for dietary treatment of coeliac disease patients. **Journal of Cereal Science**, **52**: 1–5.
17. Elsurer, R., Tatar, G., Şimşek, H., Balaban, Y. H., Aydınli, M., Sokmensuer, C., 2005. Celiac disease in the Turkish population. **Digestive Diseases and Sciences**, **50** (1): 136–142.
18. Holtmeier, W., Caspary, W. F., 2006. Celiac disease. **Orphanet Journal of Rare Diseases**, **1**: 3.
19. Aydoğdu, S., Tümgör, G., 2005. Çölyak Hastalığı. **Güncel Pediatri**, **2**: 47–53
20. Moroni, A. V., Dal Bello, F., Arendt, E. K., 2009. Sourdough in gluten-free bread-making: An ancient technology to solve a novel issue? **Food Microbiology**, **26**: 676–684.
21. Cureton, P., Fasano, A., 2009. The increasing incidence of celiac disease and the range of gluten-free products in the marketplace, pp. 1–15. In: *Gluten-free food science and technology* (Ed: E. Gallagher). Blackwell Publishing, UK.
22. Torbica, A., Hadnađev, M., Dapčević, T., 2010. Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. **Food Hydrocolloids**, **24**: 626–632.

23. Turabi, E., Şumnu, G., Şahin, S., 2010. Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. **Food Hydrocolloids**, **24**: 755–762.
24. Gallagher, E., Gormley, T. R., Arendt, E. K. 2004. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends in Food Science and Technology**, **15**: 143–152.
25. Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., Biliaderis, C. G., 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. **Journal of Food Engineering**, **79**: 1033–1047.
26. Moore, M. M., Dal Bello, F., Arendt, E. K., 2008. Sourdough fermented by *Lactobacillus plantarum* FST 1.7 improves the quality and shelf life of gluten-free bread. **European Food Research and Technology**, **226**: 1309–1316.
27. Hegazy, A. I., Ammar M. S. Ibrahim M. I. 2009. Production of Egyptian gluten-free bread. **World Journal of Dairy and Food Sciences**, **4**: 123–128.
28. Arendt, E. K., Ryan, L. A. M., Dal Bello, F. D., 2007. Impact of sourdough on the texture of bread. **Food Microbiology**, **24**: 165–174.
29. Marco, C., Rosell, C. M., 2008. Functional and rheological properties of protein enriched gluten free composite flours. **Journal of Food Engineering**, **88**: 94–103.
30. Gujral, H. S., Haros, M., Rosell, C. M., 2003. Starch hydrolysing enzymes for retarding the staling for rice bread. **Cereal Chemistry**, **80**: 750–754.
31. Pruska-Kędzior, A., Kędzior, Z., Gorący, M., Pietrowska, K., Przybylska, A., Spychalska, K., 2008. Comparison of rheological, fermentative and baking properties of gluten-free dough formulations. **European Food Research and Technology**, **227**: 1523–1536.
32. Ahlborn, G. J., Pike, O. A., Hendrix, S. B., Hess, W. M., Huber, C. S., 2005. Sensory, mechanical, and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads. **Cereal Chemistry**, **82**: 328–335.
33. Thompson, T., 2009. The nutritional quality of gluten-free foods, pp. 42–51. In: *Gluten-free food science and technology* (Ed: E. Gallagher). Blackwell Publishing, UK.

34. Arendt, E. K., Morrissey, A., Moore, M. M., Dal Bello, F., 2008. Gluten-free breads, pp 289–319 In: *Gluten-free cereal products and beverages* (Eds: E. K. Arendt, F. Dal Bello). Academic Press, UK.
35. Hager, A. S., Ryan, L. A. M., Schwab, C., Gänzle, M. G., O’Doherty, J. V., Arendt, E. K., 2010. Influence of the soluble fibres inulin and oat β -glucan on quality of dough and bread **European Food Research and Technology**, **232**: 405–413.
36. Sabanis, D., Lebesi, D., Tzia, C., 2009. Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. **LWT - Food Science and Technology**, **42**: 1380–1389.
37. Sosyal Güvenlik Kurumu Sağlık Uygulama Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ, 2010. Resmî Gazete, Sayı: 27730.
38. Hammes, W. P., Gänzle, M., 1998. Sourdough breads and related products, pp. 199–216 In: *Microbiology of Fermented Foods* (Ed: B. J. B. Woods), Blackie Academic and Professional, UK.
39. Vogel, R. F., Knorr, R., Müller, M. R. A., Steudel, U., Gänzle, M. G., Ehrmann, M. A., 1999. Non-dairy lactic fermentations: the cereal world. **Antonie van Leeuwenhoek**, **76**: 403–411.
40. Moore, M. M., Juga, B., Schober, T. J., Arendt, E. K., 2007. Effect of lactic acid bacteria on properties of gluten-free sourdoughs, batters, and quality and ultrastructure of gluten-free bread. **Cereal Chemistry**, **84**: 357–364.
41. Aksoy, Z., 2009. Kahramanmaraş Ve Yöresinde Geleneksel Olarak Üretilen Ekşi Hamur Örneklerinden Laktik Asit Bakteri İzolasyonu, Antibiyotik Dirençliliği, Plasmid İçeriklerinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 45s.
42. De Vuyst, L., Neysens, P., 2005. The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions. **Trends in Food Science and Technology**, **16**: 43–56.
43. Moroni, A. V., Dal Bello, F., Arendt, E. K., 2009. Sourdough in gluten-free bread-making: An ancient technology to solve a novel issue? **Food Microbiology**, **26**: 676–684.
44. Lacaze, G., Wick, M., Cappelle, S., 2007. Emerging fermentation technologies: Development of novel sourdoughs. **Food Microbiology**, **24**: 155–160.

45. Rehman, S., Nawaz, H., Hussain, S., Ahmad, M. M., Murtaza, M. A., Ahmad M. S., 2007. Effect of sourdough bacteria on the quality and shelf life of bread. **Pakistan Journal of Nutrition**, **6**: 562–565.
46. Clarke, C. I., Schober, T. J., Arendt E. K., 2002. Effect of single strain and traditional mixed strain starter cultures on rheological properties of wheat dough and on bread quality. **Cereal Chemistry**, **79**: 640–647.
47. Poutanen, K., Flander, L., Katina, K., 2009. Sourdough and cereal fermentation in a nutritional perspective. **Food Microbiology**, **26**: 693–699.
48. Rehman, S., Paterson, A., Piggott, J. R., 2006. Flavour in sourdough breads: a review. **Trends in Food Science and Technology**, **17**: 557–566.
49. Katina, K., Salmenkallio-Marttila, M., Partanen, R., Forssell, P., Autio, K., 2006. Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread. **LWT**, **39**: 479–491.
50. Schober, T. J., Bean, S. R., Boyle, D. L., 2007. Gluten-free sorghum bread improved by sourdough fermentation: biochemical, rheological, and microstructural background. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **55**: 5137–5146.
51. Di Cagno, R., De Angelis, M., Auricchio, S., Greco, L., Clarke, C., De Vincenzi, M., Giovannini, C., D'Archivio, M., Landolfo, F., Parrilli, G., Minervini, F., Arendt, E., Gobbetti, M., 2004. Sourdough bread made from wheat and nontoxic flours and started with selected lactobacilli is tolerated in celiac sprue patients. **Applied and Environmental Microbiology**, **70**: 1088–1096.
52. Güre, S., 2009. Ekşi hamurlardan izole edilen laktik asit bakterilerinin gluten üzerine proteolitik etkilerinin incelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 64 s.
53. AACC, 1999. Metod 44-19.01, Metod 08-01.01. 11th edition. American Association of Cereal Chemists, Inc, St. Paul, Minnesota, USA.
54. AOAC, 2000. Analyses code 990.03. Association of Official Analytical Chemists. 17th edition. Washington DC:
55. Charoenthaikij, P., Jangchud, K., Jangchud, A., Piyachomkwan, K., Tungtrakul, P., Prinyawiwatkul, A., 2009. germination conditions affect physicochemical properties of germinated brown rice flour. **Journal of Food Science**, **74** (9): 658–665.

56. Traore, K., McClung, A. M., Chen, M. H., Fjellstrom, R., 2011. Inheritance of flour paste viscosity is associated with a rice waxy gene exon 10 SNP marker. **Journal of Cereal Science**, **53**: 37–44.
57. Bernardi, C., Sánchez, H., Freyre, M., Osella, C., 2010. Gluten-free bread formulated with *Prosopis ruscifolia* (vinal) seed and corn flours. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, **61** (3): 245–255.
58. Halkman, A. K., Ayhan, K., 2000. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını. Sim Matbaası, Ankara, 522 s.
59. AACC, 2001. Metod 10-05.01. 11th edition. American Association of Cereal Chemists, Inc, St. Paul, Minnesota, USA.
60. Akgün, F. B., 2007. Ekşi Hamur Tozu Eldesi vbe Ekmek Üretiminde Kullanılabilme Olanakları. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 57 s.
61. Altunışık, R., 2005. Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri SPSS Uygulamalı, Sakarya Kitabevi, Sakarya, 360 s.
62. Moore, M. M., Heinbockel, M., Dockery, P., Ulmer, H.M., Arendt, E.K., 2006. Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase. **Cereal Chemistry**, **83**: 28–36.
63. Kozlinskis, E., Skudra, L., Klava, D., Kunkulberga, D. 2008. Characterization of rye sourdough microflora. **Foodbalt**, 89-93.
64. Gül, H., Özçelik, S., Sagdıç, O., Certel, M., 2005. Sourdough bread production with lactobacilli and *S. cerevisiae* isolated from sourdoughs. **Process Biochemistry**, **40**: 691-697.
65. Meroth, C. B., Hammes, W. P., Hertel, C., 2004. Characterisation of the Microbiota of Rice Sourdoughs and Description of *Lactobacillus spicheri* sp. nov. **Systematic and Applied Microbiology**, **27**:151–159.
66. Dursun, S., Yapar, A., Çelik, İ., 2009. Kadife balığı (*Tinca tinca L.*, 1758) etiyle zenginleştirmenin hamurun reolojik özellikleri ve ekmeğin duyuşal özellikleri üzerine etkisi. **Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi**, **4** (3): 44–58.
67. Ünal, S., Boyacıoğlu, M. H., 1984. Hamurun Reolojik Özellikleri. **GIDA**, **9**(1): 13–20.

68. Steffe, J. F., 1996. Rheological Methods In Food Process Engineering. Freeman Press, USA, p 418.
69. Çiftçi, D., 2008. Colloidal Stability And Some Rheological Properties Of Tahin And Pekmez-Tahin Blend. Gaziantep University Graduate School of Natural and Applied Sciences M. Sc. Thesis In Food Engineering, Gaziantep, pp. 79.
70. Nunes, M., Ryan, L., Arendt, E., 2009. Effect of low lactose dairy powder addition on the properties of gluten-free batters and bread quality. **European Food Research and Technology**, **229**: 31–41.
71. Lorenzo, G., Zaritzky, N. E., Califano, A. N., 2009. Rheological characterization of refrigerated and frozen non-fermented gluten-free dough: Effect of hydrocolloids and lipid phase. **Journal of Cereal Science**, **50**: 255–261.
72. Sivaramakrishnan, H. P., Senge, B., Chattopadhyay, P. K., 2004. Rheological properties of rice dough for making rice bread. **Journal of Food Engineering**, **62**: 37–45.
73. Renzetti, S., Arendt, E. K., 2009. Effects of oxidase and protease treatments on the breadmaking functionality of a range of gluten-free flours. **European Food Research and Technology**. **229** (2): 307-317.
74. Renzetti, S., Dal Bello, F., Arendt, E. K., 2008. Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase. **Journal of Cereal Science**, **48**: 33–45.
75. Korus, J., Witczak, M., Ziobro, R., Juszczak, L., 2009. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. **Food Hydrocolloids**, **23**: 988–995.
76. Witczak, M., Korus, J., Ziobro, R., Juszczak, L., 2010. The effects of maltodextrins on gluten-free dough and quality of bread. **Journal of Food Engineering**, **96**: 258–265.
77. Sahi, S. S., Little, K., 2006. Quality Control, pp. 319–336. In: Bakery Products: Science and Technology (Ed: Y. H. Hui). Blackwell Publishing, UK.
78. Gobbetti, M., De Angelis, M., Di Cagno, R., Rizzello, C. G., 2008. Sourdough/lactic acid bacteria, pp. 267–288. In: Gluten-free cereal products and beverages (Eds: E. K. Arendt, F. Dal Bello). Academic Press, UK,.

79. Lopez, A. C. B., Pereira, A. J. G., Junqueira, R. G., 2004. Flour mixtures of rice flour, corn and cassava starch in the production of gluten-free white bread. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, **47**: 63–70.
80. Alvarez-Jubete, L., Auty, M., Arendt, E. K., Gallagher, E., 2010. Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations. **European Food Research and Technology**, **230**: 437–445.
81. Marco, C., Rosell, C., 2008. Breadmaking performance of protein enriched, glutenfree breads. **European Food Research and Technology**, **227**: 1205–1213.
82. Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K., 2003. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. **Journal of Food Engineering**, **56**: 153–161.
83. Chieh, C., 2006. Water, pp. 211–232. In: *Bakery Products: Science and Technology* (Ed: Y. H. Hui) Blackwell Publishing, UK.
84. Ayub, M., Wahab, S., Durrani, Y., 2003. Effect of water activity (a_w) moisture content and total microbial count on the overall quality of bread. **International Journal of Agriculture and Biology**, **5** (3): 274–278.
85. Rakkar, P. S., 2007. Development of a Gluten-free Commercial Bread. Auckland University of Technology, Master of Applied Science (Food Science), Auckland, p 79.
86. Rosell, C. M., Rojas, J. A., Benedito de Barber, C., 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. **Food Hydrocolloids**, **15**: 75–81.
87. Schober, T. J., Messerschmidt, M., Bean, S. R., Park, S. H., Arendt, E. K., 2005. Glutenfree bread from sorghum: quality differences among hybrids. **Cereal Chemistry**, **82**: 394–404.
88. 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**: 3044–3051.
89. Therdthai, N., Zhou, W., Adamczak, T., 2002. Optimisation of the temperature profile in bread baking. **Journal of Food Engineering**, **55**: 41–48.
90. Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği (*Tebliğ No: 2002/13*), 2002. Resmî Gazete, Sayı: 24672.

91. Gómez, P. L., Alzamora, S. M., Castro M. A., Salvatori D. M., 2010. Effect of ultraviolet-C light dose on quality of cut-apple: Microorganism, color and compression behavior. **Journal of Food Engineering**, **98**: 60–70.
92. Caner, C., Aday, M. S., 2008. Gıdalarda tekstür ve enstrümental tekstür analizi. **Akademik Gıda**, **6** (5): 26–35.
93. Gerçekaslan, K. E., Kotancılar, H. G., Karaoğlu, M. M., 2007. Ekmek bayatlaması ve bayatlama derecesini ölçmede kullanılan yöntemler – I. **GIDA**, **32** (6): 305–315.
94. McCarthy, D. F., Gallagher, E., Gormley, T. R., Schober, T. J., Arendt, E.K., 2005. Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. **Cereal Chemistry**, **82**: 609–615.
95. Sabanis, D., Tzia, C., Papadakis, S., 2008. Effect of different raisin juice preparations on selected properties of gluten-free bread. **Food Bioprocess Technology**, **1**: 374–383.
96. Schamne, C., Dutcosky, S. D., Demiate, I. M., 2010. Obtention and characterization of gluten-free baked products. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, **30** (3): 741–750.
97. Nunes, M. H. B., Moore, M. M., Ryan, L. A. M, Arendt, E. K., 2009. Impact of emulsifiers on the quality and rheological properties of gluten-free breads and batters. **European Food Research and Technology**, **228**: 633–642.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Gamze ÖZUĞUR

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 21 Mart 1987, Konya

Medeni Durumu: Bekâr

Tel: +90 535 373 01 95

email: gamzeozugur@hitit.edu.tr

Yazışma Adresi: Hitit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
19030 ÇORUM

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü	2011
Lisans	EÜ M.F. Gıda Mühendisliği	2009
Lise	Baldöktü Anadolu Lisesi, Kayseri	2005

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2009- Halen	Hitit Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü	Arş. Gör.

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

- Hayta M., Özüğür, G. "Phytochemical fortification of flour and bread" In V. R. Preedy, R. R. Watson, & V. B. Patel, (Eds.), Flour and breads and their fortification in health and disease prevention (pp. 293-300). London, Burlington, San Diego: Academic Press, Elsevier, (2011)
- Göncü A., Etgü H., Özüğür G., Uçar B. ve Hayta M. "The effect of baking conditions on quality parameters of wheat chips". The International Food Congress "Novel Approaches in Food Industry". 26-29 May, Çeşme, İzmir, TURKEY (2011)
- Uçar B., Özüğür G., Etgü H. ve Hayta M. "Effect of soymilk and okara on total phenolic content and antioxidant activity and quality of cup cakes". The International Food Congress "Novel Approaches in Food Industry". 26-29 May, Çeşme, İzmir, TURKEY (2011)

4. Hayta M., Özüğür G., Etgü H. ve Şeker İ.T. "Quality assessment of bread enriched with grape pomace obtained from cv. "Kalecik Karası". The International Food Congress "Novel Approaches in Food Industry". 26-29 May, Çeşme, İzmir, TURKEY (2011)
5. Özüğür G., Uçar B., Etgü H. ve Hayta M. "Enrichment of gluten-free bread with lupin flour" The International Food Congress "Novel Approaches in Food Industry". 26-29 May, Çeşme, İzmir, TURKEY (2011)
6. Etgü H., Uçar B., Özüğür G., Sivrioğlu S. ve Hayta M. "Effect of lupin flour addition on physical, chemical and sensory properties of gluten-free tarhana" The International Food Congress "Novel Approaches in Food Industry". 26-29 May, Çeşme, İzmir, TURKEY (2011)
7. Etgü H., Sivrioğlu S., Uçar B., Özüğür G. ve Hayta M. "Effect of drying methods on color, antioxidant and textural properties of soymilk enriched bulgur" The International Food Congress "Novel Approaches in Food Industry". 26-29 May, Çeşme, İzmir, TURKEY (2011)
8. 2011, Özüğür, G., Hayta, M. Tahıl esaslı glutensiz ürünlerin besinsel ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi. GIDA (Baskıda)
9. Özüğür G., Hayta M. "Effects of sourdough fermentation on cereal starch and proteins. 1st International Congress on Food Technolog" Antalya, Turkey, November 3-6, (2010)
10. Özüğür, G., Hayta, M.. Fonksiyonel tahıl ürünleri. 6. Gıda Mühendisliği Kongresi, 6-8 Kasım, Antalya (2009)