

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

**PATATES UNU VE GAM İLAVESİNİN GLUTENSİZ EKMEK
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEÇİL HATIPOĞLU

DENİZLİ, TEMMUZ - 2016

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



**PATATES UNU VE GAM İLAVESİNİN GLUTENSİZ EKMEK
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEÇİL HATİPOĞLU

DENİZLİ, TEMMUZ - 2016

KABUL VE ONAY SAYFASI

Seçil HATİPOĞLU tarafından hazırlanan “Patates Unu ve Gam İlavesinin Glutensiz Ekmek Kalitesi Üzerine Etkileri” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 04.08.2016 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı olarak kabul edilmiştir.

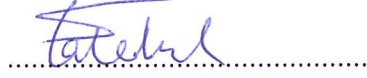
Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Doç. Dr. Emine Nur HERKEN



Üye
Yrd. Doç. Dr. Fatma IŞIK
Pamukkale Üniversitesi



Üye
Yrd. Doç. Dr. Barçın KARAKAŞ BUDAK
Akdeniz Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ~~30.09.2016~~ tarih ve ~~25/31~~ sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Uğur YÜCEL
Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması PAÜ BAP tarafından 2015FBE15 nolu proje ile desteklenmiştir.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

SEÇİL HATIPOĞLU



ÖZET

**PATATES UNU VE GAM İLAVESİNİN GLUTENSİZ EKMEK KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİLERİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SEÇİL HATIPOĞLU
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. EMİNE NUR HERKEN)

DENİZLİ, TEMMUZ - 2016

Bu çalışmada glutensiz ekmek yapımında patates unu ve gam ilavesinin ekmek kalitesine etkisi araştırılmış; formülasyonlarda pirinç unu, mısır unu, patates unu, nohut unu, mısır nişastası farklı oranlarda kullanılarak ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, çalışma kapsamında formüle edilen ekmekler kalite özellikleri bakımından, hazır glutensiz un karışımı ve normal ekmeklik buğday unu kullanılarak üretilen ekmeklerle de karşılaştırılmıştır. Çalışmada üretilen glutensiz ekmeklerde %0-30 aralığında patates unu ve %1-3 aralığında guar gamı kullanılmıştır. Glutensiz hamurların üretiminde en büyük sıkıntılardan biri olan hamur işlemeyi kolaylaştırmak, aynı zamanda glutensiz ekmeklerin duysal kalitesini de kendine has ve arzu edilen koku ve lezzeti artırmak amacıyla shortening olarak tereyağı tercih edilmiştir.

Ekmek formüllerinde kullanılan hammaddelerin kimyasal özelliklerini belirlemek için kül analizi, nem analizi, protein analizi ve selüloz analizi yapılmıştır. Hammadde analizlerinde nohutunun en yüksek protein ve lif değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. Patatesunun diğer hammaddelerle kıyaslandığında daha yüksek oranda kül içerdiği görülmüştür. Glutensiz hazır karışım ve hazırlanan glutensiz un karışımları normal una kıyasla çok daha az protein miktarları içerdiği bulunmuştur. Gam ilavesi hamurun reolojik ve duysal özelliklerini önemli düzeyde etkilemiştir. Ekmek hamurlarının reolojik özelliklerinin belirlenebilmesi için farinograf analizi, ekstensograf analizi, S/Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik testi analizleri yapılmıştır. Ekmeklerde yapılan son ürün analizlerinde ekmek ağırlığı, hacmi, spesifik hacim, ekmekte protein, yağ, nem ve kül analizleri, Dallman gözenek skalası değerleri, ekmeklerde 5 günlük saklama süresi boyunca TPA analizi, renk analizi ve duysal analizler yapılmıştır.

Araştırma sonucunda gam ilavesi ve patates unu ilavesi ekmeklerde 5 günlük raf ömrü süresince sertlik değerlerinin azalmasına neden olduğu ve depolama süresinde normal ekmeğe yakın ve hazır karışım ekmeğinden daha yumuşak ekmek tekstürü gözlenmiştir. Dolayısıyla patatesunun glutensiz ekmeklerde bayatlamayı geciktirdiği söylenebilmektedir. Glutensiz ekmek hamurlarının reolojik özelliklerinin ekmeklik buğday unundan yapılan normal ekmek hamuruna kıyasla anlamlı derecede farklı olduğu görülmüş, ancak hazır karışımdan yapılan hamura kıyasla bazı özellikler bakımından daha olumlu değerler tespit edilmiştir. Glutensiz ekmek hamurlarının su tutma kapasiteleri patates unu ve gam ilavesiyle genel olarak artmış, patates unu spesifik hacmi azaltırken gam ilavesi artırmıştır. Duysal açıdan değerlendirildiğinde glutensiz ekmek formülasyonları genel olarak kabul edilebilir bulunmuş patatesunun %2 veya 3 oranında gam ilavesiyle birlikte kullanımının lezzet ve genel beğeni dikkate alındığında daha uygun olduğu görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELELER : ekmek, glutensiz ekmek, patates unu, guar gam

ABSTRACT

EFFECT OF POTATO FLOUR AND GUM ON GLUTEN-FREE BREAD QUALITY

MSC THESIS

SEÇİL HATIPOĞLU

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR:DOÇ. DR. EMİNE NUR HERKEN)

DENİZLİ, JULY 2016

In this study, the effect of potato flour and gum addition on the quality of gluten-free bread was investigated; bread production was performed by using different proportions of rice flour, corn flour, potato flour, chickpea flour and corn starch in formulations. Additionally, quality characteristics of the gluten-free breads formulated in the study were compared with normal bread made of wheat flour and the bread made of ready mix flour. Potato flour was used in the range of 0-30% and guar gum was used in the range of 1-3% in the gluten-free breads produced. Butter was preferred as shortening for two reasons; to facilitate dough processing which is one of the biggest problems in gluten-free dough, preparation and to improve the sensory quality of gluten-free bread with its unique and desirable smell and flavor.

Ash, moisture, protein and cellulose analyses were performed to determine the chemical properties of raw materials used in the bread formulation. It was determined that chickpea flour contained the highest protein and fiber content among the raw materials. Potato flour was found to contain a higher proportion of ash compared to other raw materials. The prepared gluten-free flour mixes and the gluten-free ready-mix flour had lower protein amounts compared to normal wheat flour, and addition of gum affected the rheological and sensory properties of dough significantly. Farinograph analysis, extensograph analysis, S / Kieffer dough and gluten extensibility test analysis were performed to determine the rheological properties of bread dough. Bread weight, bread volume, specific volume, protein, fat, moisture and ash content of bread, Dallman pore scale value, TPA analysis during 5 days of storage, color analysis and sensory analysis were performed in the final product it was observed that.

As a result of the study, the addition of bread produced using potato flour and gum caused a decrease in hardness during 5-day storage of bread; and the rheology of bread samples was closer to normal bread and softer bread rheology than bread produced using gluten-free ready-mix were observed following storage. Thus it can be said that potato flour delays the staling of gluten-free breads. Compared to normal bread dough made from wheat flour, it was found that rheological properties of gluten-free bread dough is significantly different, but more positive values of some characteristics were determined compared with the dough made from gluten-free ready- mix. Water holding capacity of gluten-free bread doughs increased generally by adding potato flour, while potato flour was decreasing the specific volume, it increased by gum addition. Sensory evaluation showed that gluten-free bread formulations were acceptable in general; use of 2 or 3% of potato flour was found to be more appropriate considering the flavor and overall liking.

KEY WORDS: bread, gluten-free bread, potato flour, guar gum

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı.....	2
1.2 Literatür Özeti	2
1.2.1 Çölyak Hastalığı.....	8
1.2.2 Glutensiz Ekmek Üzerine Yapılan Çalışmalar	10
2. YÖNTEM	16
2.1 Materyal	16
2.2 Metod.....	16
2.2.1 Ekmek Üretimi.....	16
2.2.2 Kimyasal Analizler	19
2.2.2.1 Kül Miktarı Tayini	19
2.2.2.2 Nem Tayini.....	19
2.2.2.3 Protein Miktarı Tayini.....	19
2.2.2.4 Yağ Tayini.....	20
2.2.2.5 Selüloz Miktarı Tayini	20
2.2.3 Reolojik Analizler.....	21
2.2.3.1 Farinograf Analizi.....	21
2.2.3.2 Ekstensograf Analizi.....	22
2.2.3.3 SMS/Kieffer Hamur ve Gluten Uzayabilirlik Testi.....	22
2.2.4 Ekmek Analizleri	24
2.2.4.1 Ekmek Ağırlığının Belirlenmesi.....	24
2.2.4.2 Ekmek Hacminin Belirlenmesi.....	24

2.2.4.3 Spesifik Hacim	24
3.2.4.4 Ekmek İçi Doku (TPA) Özelliklerinin Belirlenmesi	24
3.2.4.5 Ekmek İçi ve Ekmek Kabuk Renginin Belirlenmesi	25
2.2.5 Duyusal Analizler	26
2.2.6 İstatistiksel Değerlendirme	26
3. BULGULAR.....	27
3.1 Kimyasal Analizler	27
3.1.1 Hammadde Kül ve Nem Değerleri.....	27
3.1.2 Hammadde Protein Değerleri	28
3.1.3 Hammadde Selüloz Miktarı Değerleri	29
3.2 Reolojik Analizler	31
3.2.1 Farinograf Değerleri.....	31
3.2.2 Ekstensograf Değerleri.....	33
3.2.3 SMS/Kieffer Hamur ve Gluten Uzayabilirlik Testi Sonuçları	35
3.3 Ekmek Analizleri.....	36
3.3.1 Ekmek Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri.....	36
3.3.2 Ekmek Nem, Kül, Protein ve Yağ Değerleri	39
3.3.3 Ekmek İçi Doku (TPA) Özellikleri	41
3.3.3.1 Sertlik Değeri	42
3.3.3.2 Yaylanabilirlik Değeri	44
3.3.3.3 Yapışıklık Değeri.....	44
3.3.3.4 Sakızimsılık Değeri.....	45
3.3.3.5 Çiğnenebilirlik Değeri	46
3.3.3.6 Yapışkanlık Değeri	47
3.3.4 Ekmek İçi ve Kabuk Renk Değerleri.....	48
3.3.5 Ekmek İçi Gözenek Yapısı	54
3.3.6 Duyusal Analiz Sonuçları.....	57
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	64
5. KAYNAKLAR	67
6. EKLER.....	73
7. ÖZGEÇMİŞ	82

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1: Guar gamın yapısı	6
Şekil 1.2: Guar gam.....	7
Şekil 2.1: Lif tobarının karusel içine yerleştirilmesi.....	21
Şekil 2.2: Selüloz tayin cihazı.....	21
Şekil 2.3: Hamurun dinlendirilmesi.....	23
Şekil 2.4: Hamurun Kieffer düzeneğinde uzatılması.....	23
Şekil 2.5: Hamurun Kieffer düzeneğinde kopması.....	23
Şekil 2.6: Hamur uzayabilirlik test sonucunun grafik halinde elde edilmesi.....	23
Şekil 2.7: Buğday unundan yapılan ekmek hamurunun Kieffer düzeneğinde kopması.....	23
Şekil 3.1: Ekmek alt kabuk renk değerleri.....	50
Şekil 3.2: Ekmek üst kabuk renk değerleri.....	51
Şekil 3.3: Ekmek içi renk değerleri.....	51
Şekil 3.4: Ekmek gözenek numarası değerleri.....	55
Şekil 3.5: Ekmek kesit görüntüleri.....	56
Şekil 3.6: Duyusal renk değerlendirmesi.....	58
Şekil 3.7: Duyusal koku değerlendirmesi.....	58
Şekil 3.8: Duyusal lezzet değerlendirmesi.....	59
Şekil 3.9: Duyusal yapısal özellik değerlendirmesi.....	60
Şekil 3.10: Duyusal beğenirlik değerlendirmesi.....	60
Ekler	
Şekil A.1: Ekmek formülasyonları ile hazırlanan hamurların farinograf grafikleri...	73
Şekil A.2: Ekmek formülasyonları ile hazırlanan hamurların ekstensograf grafikleri.....	74
Şekil A.3: Ekmek formülasyonları ile hazırlanan hamurların SMS/Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik testi sonucunda elde edilen grafikler.....	75

Şekil A.4: 1. gün ekmek içi doku (TPA) grafikleri.....	76
Şekil A.5: 2. gün ekmek içi doku (TPA) grafikleri.....	77
Şekil A.6: 3. gün ekmek içi doku (TPA) grafikleri.....	78
Şekil A.7: 4. gün ekmek içi doku (TPA) grafikleri.....	79
Şekil A.8: 5. gün ekmek içi doku (TPA) grafikleri.....	80
Şekil A.9: Dallman gözenek skalası.....	81

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1: Çalışmada hazırlanan ekmek fomülasyonları.....	18
Çizelge 3.1: Hammadde kül ve nem değerleri.....	27
Çizelge 3.2: Hammadde protein değerleri.....	29
Çizelge 3.3: Hammadde selüloz değerleri.....	30
Çizelge 3.4: Farinograf değerleri.....	31
Çizelge 3.5: Ekstensograf değerleri.....	34
Çizelge 3.6: Ekmek formülasyonları ile hazırlanan hamur uzayabilirlik değerleri...35	35
Çizelge 3.7: Ekmek ağırlığı, hacmi ve spesifik hacim değerleri.....	37
Çizelge 3.8: Ekmeklerin nem, kül, protein ve yağ içerikleri.....	40
Çizelge 3.9: Ekmeklerin 5 gün boyunca izlenen sertlik değerleri.....	42
Çizelge 3.10: Ekmeklerin 5 gün boyunca izlenen yaylanabilirlik değerleri	44
Çizelge 3.11: Ekmeklerin 5 gün boyunca izlenen yapışıklık değerleri	45
Çizelge 3.12: Ekmeklerin 5 gün boyunca izlenen sakızimsılık değerleri	46
Çizelge 3.13: Ekmeklerin 5 gün boyunca izlenen çiğnenebilirlik değerleri	47
Çizelge 3.14: Ekmeklerin 5 gün boyunca izlenen yapışkanlık değerleri	48
Çizelge 3.15: Ekmek içinin ve kabuğun renk değerleri.....	49
Çizelge 3.16: Ekmeklerin Dallman gözenek skalası değerleri.....	54
Çizelge 3.17: Duyusal analiz sonuçları (1-7).....	57

SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AACC	American Association of Cereal Chemists
ANOVA	Varyans analizi
a	Kırmızılık değeri
aw	Su aktivitesi
b	Sarılık değeri
BU	Brabender Ünitesi
C	Santigrat
CGTase	Siklodekstrin glikoziltransferaz
cm	Santimetre
cm ²	Santimetrekare
cm ³	Santimetreküp
CMC	Karboksimetil selüloz
d	Devir
DATEM	Diasetil tartarik asit ester
dk	Dakika
Ext	Uzayabilirlik
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
g	Gram
HCl	Hidroklorik asit
HPMC	Hidroksipropilmetilselüloz
H ₂ SO ₄	Sülfirik asit
KOH	Potasyum hidroksit
kg	Kilogram
L	Hamurun uzama değeri
l	Litre
L	Parlaklık değeri
m	Metre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mj	Milijoule
MTI	Mixing Tolerance Index (Yoğurma toleransı sayısı)
N	Newton
NaOH	Sodyumhidroksit
pps	Saniyedeki darbe (Pulse per second)
Rmax	Hamurun Uzamaya Karşı Gösterdiği Maksimum Direnç
s	Saniye
TPA	Doku Profil Analizi
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
v	Hacim
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

ÖNSÖZ

Bu araştırma için bilgi ve düşünceleriyle bana yol gösteren, her daim yardımcı olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Emine Nur HERKEN'e,

Deneyimleriyle ve bilgileriyle bana her daim yardımcı olan Öğr. Gör. Sinem TÜRK ASLAN ve Arş. Gör. Aysun YURDUNUSEVEN YILDIZ'a,

Tez aşamasında bütün olanakları kullanmama izin veren ve benden desteğini esirgemeyen Denizli Ata Ekmek Fabrikası ve personeline,

Laboratuvar olanaklarından yararlanmamıza yardımcı olan İnceoğlu Un Fabrikası ve personeline,

Laboratuvar olanaklarından yararlanmamıza yardımcı olan Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü ve Doç. Dr. Hülya GÜL'e,

Karşılaştığım zorluklarda benden desteğini esirgemeyen ve beni motive eden dostlarım Fulya GEYLAN AK'a ve Ceren CABBAR'a,

Maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen beni bugünlere getirmede sonsuz çaba harcayan kıymetli annem Ulviye HATIPOĞLU'na, babam Hamza HATIPOĞLU'na ve aileme,

Sonsuz teşekkür eder, sevgi ve saygılarımı sunarım.

1. GİRİŞ

İnsanlar tarafından yaklaşık 6000 yıldan beri bilinen ve tüketilen ekmek, tahıla dayalı beslenme alışkanlığı olan toplumlarda olduğu gibi Türkiye’de de, ucuz ve doyurucu olması nedeniyle günlük diyetinde temel bir besin kaynağıdır (Karağaoğlu ve diğ. 2008).

Ekmek geçmişten günümüze dünyanın her yerinde eşsiz bir statüye sahiptir. Nötr tat ve aromaya sahip olduğu için diğer aromatik gıda maddelerinin tüketilmesinde ideal bir taşıyıcı rolü üstlenir. Doyurucudur ve kesif bir enerji kaynağıdır. Her ne kadar içerdiği proteinlerin biyolojik değeri et, süt ve yumurta gibi hayvansal gıdalara nazaran eksiklik gösterse de protein içeriği azımsanamaz. Normal beyaz ekmeğin kabaca bileşimi %37 su, %8,7 protein, %50,5 karbonhidrat, %3,2 yağ, %2,0 kül olup; 100 gram ekmek yaklaşık 270 kalori sağlamaktadır (Gerçekaslan ve diğ. 2007).

Bugün dünyada çok çeşitli gıda maddeleri üretiliyor olmasına rağmen, ekmeğin dünya ülkelerinin %53’ünde toplam kalorisinin %50’sini, dünya ülkelerinin %87’sinde ise alınan kalorisinin %30’dan fazlasını sağlamakta olup, az tüketildiği söylenen batı Avrupa ülkelerinde bile alınan proteinin %30’unu, karbonhidratların %50’sini ve B grubu vitaminlerinin %50’sini sağladığı belirtilmektedir. Türkiye’de ekmeğin insanların günlük gıda ihtiyaçlarının karşılanmasında çok önemli bir yeri vardır. Bugün ülkemizdeki ekmek tüketiminin ekonomik şartlar da göz önünde bulundurularak 400 grama yakın olduğu belirtilmektedir (Çelik 2008). Ayrıca, kişi başına tüketilen enerjinin %66’sını tahıllar sağlarken, bu enerjinin %56’sı, proteinin ise %50’si ekmekten karşılanmaktadır (Karaoğlu ve Kotancılar 2001).

Dünyada insan gıdası olarak tüketilen en önemli üç tahıl buğday, mısır ve çeltiktir. Sağlıklı bireyler açısından buğday ve ürünlerinin tüketilmesinin herhangi bir sakıncası bulunmamaktadır. Ancak toplumların yaklaşık % 0,3-0,5’inin çölyak

hastası olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu kişilerin aldığı besinlerde buğday, arpa, çavdar ve yulaf ürünleri yer almamalıdır. Çölyak hastalığı dünyanın en yaygın gıda intöleranslarından biridir ve hastalığın gerçek sıklığı tam olarak bilinmemekte ve toplumdan topluma değişmektedir. Önceki yıllara kıyasla hastalığın daha sık rapor edilmesinin, teşhis için kullanılan testlerin yaygınlaşmasıyla bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Batı Avrupa ve Kuzey Amerika'da yaşayan her 300 bireyden birinin çölyak hastası olduğu belirtilmektedir (Yılmaz ve diğ. 2015).

1.1 Tezin Amacı

Bu tez çalışmasında glutensiz ekmeklere patates unu ve gam ilavesinin ekmeğin kalitesi ve duyuşsal özelliklerine etkileri araştırılacaktır. Glutensiz ekmeklerde hamur oluşumunu sağlayacak ve hamurun yapısını koruyacak gluten proteini olmadığı için, ekmeğin kusurlarını azaltması amacıyla gam ilavesi yapılacaktır. Çeşitli oranlarda ilave edilecek olan gamın tekstür yapısına ve hacme katkısı incelenecektir. Patates unu; ekmeğin bayatlamasını geciktirmekte, su absorpsiyonunu arttırmakta ve ekmeğin rengine katkıda bulunmaktadır. Buna ek olarak patates unu tekstür üzerinde de olumlu etkiler sergilemektedir. Hangi oranın ne derecede katkısı olacağı incelenip daha önce normal ekmeklerde yapılan çalışmalar da göz önüne alınarak değerlendirilecektir. Sonrasında ise farklı oranlarda patates unu ve gam ilave edilerek yapılan ekmekler besin bileşimi, hamur reolojisi, ekmeğin yapısı ve duyuşsal özellikleri gibi önemli kalite kriterleri bakımından incelenip analiz edilecektir.

1.2 Literatür Özeti

Çölyak hastalığı hububat tüketiminin başlaması kadar eski bir hastalık olmasına karşılık ancak 1950'lerde, glutenin çölyak hastalarında klinik belirtilerin görülmesinden sorumlu olduğu belirlenebilmiştir. Buğdayın gliadin, çavdar ve arpanın prolamin fraksiyonlarının tolere edilememesi neticesinde ortaya çıkan çölyak hastalığı, klinik olarak ince bağırsak mukozasının ve emilimin zarar görmesi sonucu meydana gelen bir hastalık olarak tanımlanmaktadır (İşleroğlu ve diğ. 2009). Çölyak hastalığı, gluten içeren gıdaların alınmasıyla bağırsaklardaki doğal yapının bozulması sonucu ortaya çıkan bir emilim bozukluğu sendromudur (Aydoğdu ve Tümgör 2005).

Çölyak hastalığı nedeniyle hayat boyu glutensiz diyet uygulanması zorunluluğu, bu alanda hem yeni ürün formülasyonlarının hem de yeni üretim teknolojilerinin gelişmesinin kaynağı olmuştur (İşleroğlu ve diğ. 2009). Çölyak hastalarının dünya ortalaması sayısının iki yıl sonra 10 kat artacağı tahmin edilmekte ve yüksek kaliteli glutensiz tahıl ürünleri için büyüyen bir pazar oluşmaktadır (Ergin ve Herken 2012). Çölyak hastaları birçok yerde görülebildiği gibi hazır glutensiz unları kullanarak kendileri evde glutensiz ürünler yapabildiği gibi ülkemizde glutensiz gıda üreten üreticiler de bulunmaktadır. Glutensiz ekmek ülkemizde genellikle büyük şehirlerde ve bazı işletmeler tarafından üretilmektedir.

FAO ve WHO tarafından kabul edilen ve gluten içermeyen gıdalar için geliştirilen Kodeks Standardı ve Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği (Tebliğ No: 2012/4) gluten intoleransı olan bireylerin özel beslenme ihtiyaçlarının sağlanması için özel olarak formüle edilen, işlenen veya hazırlanan özel beslenme amaçlı gıdaların tekniğine uygun ve hijyenik şekilde üretim, hazırlama, işleme, muhafaza, depolama, taşıma ve pazarlamasını sağlamak üzere özelliklerini düzenlemek üzere hazırlanmıştır. Tebliğe göre:

a) Gluten intoleransı olan bireyler için üretilen, gluten seviyesini düşürmek için özel olarak işlenmiş buğday, arpa, yulaf, çavdar veya bunların melez çeşitlerinden elde edilmiş bir veya daha fazla bileşen içeren veya bunlardan oluşan, son tüketiciye sunulacak gıdada gluten miktarı 100 mg/kg'yi aşamaz.

b) (a) bendinde belirtilen ürünlerin etiketlenmesi, reklamı ve tanıtımında “çok düşük glutenli” ibaresi kullanılır. Son tüketiciye sunulacak gıdadaki gluten seviyesinin 20 mg/kg'yi aşmaması koşuluyla “glutensiz” ibaresi kullanılabilir.

c) Gluten intoleransı olan bireyler için üretilen gıdaların içeriğinde bulunan yulafın; buğday, arpa, çavdar veya bunların melez çeşitlerinin bulaşması önlenecek şekilde özel olarak üretilmesi, hazırlanması veya işlenmesi gerekir. Bu yulafın gluten içeriği 20 mg/kg'yi aşamaz.

ç) Son tüketiciye sunulmak üzere gluten intoleransı olan bireyler için üretilen, melez çeşitleri de dahil olmak üzere buğday, arpa, yulaf veya çavdarın yerini tutan bir veya

daha fazla bileşen içeren veya bunlardan oluşan gıdada gluten miktarı 20 mg/kg'yi aşamaz. Bu ürünlerin etiketlenmesinde, reklamında ve tanıtımında “glutensiz” ibaresi kullanılır.

Glutensiz ekmek hamurları akışkan bir yapıda olup, fırınlama sonrası ise ufalanan tekstür ve zayıf bir renk oluşumu görülmektedir. 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 beraber, dengeli bir şekilde beslenip beslenmedikleri konusunda açıklamalar vardır. Glutensiz diyetle B vitamini, kalsiyum, D vitamini, demir, çinko, magnezyum ve besinsel lif yetersizliği söz konusudur. Glutensiz ekmekler düşük kaliteli, gözenek yapısı ve tekstür özellikleri kötü ve tat olarak da ağza hoş gelmeyen bir tat bıraktığı düşünülmektedir (Moroni ve diğ. 2009).

Ekmeğin raf ömrü genellikle nem kaybı, bayatlama ve mikrobiyal bozulmalardan etkilenmektedir. Bunlardan en başta bayatlama raf ömrünü kısıtlayan temel faktördür. Ekmeğin bayatlamasından sorumlu mekanizmaları açıklayan çok sayıda çalışma olmasına rağmen, bu süreç hala çeşitli yönlerden belirsizliğini korumaktadır. Sertlik ve ufalanma derecesi genellikle ekmeğin bayatlamasını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Ekmeğin bayatlamasından nişasta retrogradasyonu, özellikle de amilopektin kristalizasyonu sorumludur. Nişasta esaslı olan glutensiz ekmeklerde, bayatlamamın başlaması gluten içeren ekmeklere göre çok daha hızlıdır. Glutenin bayatlamayı önleme rolü de vardır. Pek çok glutensiz üründe bayatlama eğilimi daha fazladır. Bayatlama ve zayıf duyuşsal niteliklerin glutensiz ekmeklerde daha yaygın olduğu bildirilmiştir ve bayatlamayı önlemek için de düzenli protein fazına ihtiyaç olduğu belirtilmiştir. Glutensiz formülasyonların protein içeriğinin artırılması ve hidrokolloid, emülgatör, amilolitik enzimlerin kullanımı glutensiz ekmeklerin raf ömrünü uzatmaktadır (Özüğür ve Hayta 2011).

Undan nişasta ve küçük bileşenlerin yıkanarak uzaklaştırılmasının ardından ayrılabilen gluten proteini, hamurun yapışkan, viskoelastik özelliklerinin yanı sıra fermantasyon süresince gaz tutabilme yeteneğinden de sorumlu olmakta ve çoğu

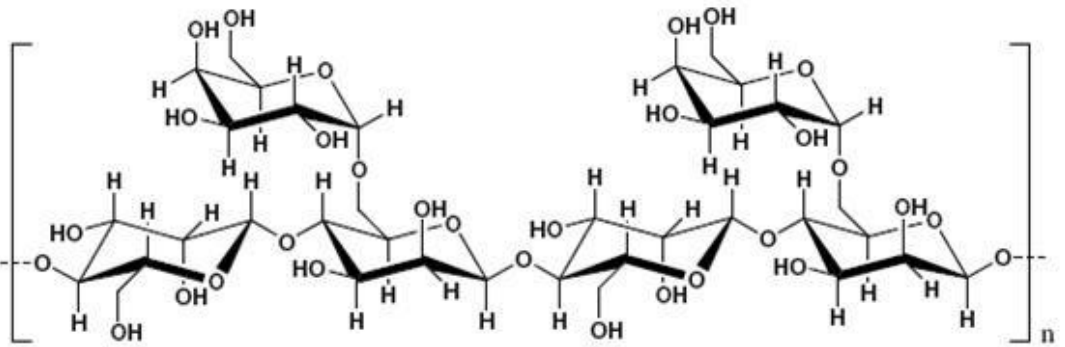
fırıncılık ürününde görünüş ve ekmek içi yapısına katkıda bulunmakta olduğundan bu sayede ekmek yapısının stabilizasyonu sağlanmakta ve hamurun pişme ve reolojik özelliklerinde önemli bir rol oynamaktadır. Unun temel protein yapısını oluşturan gluten, kaliteli bir ekmek üretimi için gerekli elastik hamur yapısını oluşturmaktadır (Gallagher ve diğ. 2003). Glutenin uzaklaştırılması, ekmek pişirilmeden önce normal bir hamurdan ziyade sıvı bir hamurun oluşması, pişirilmiş üründe kolayca ufalanan bir tekstür, zayıf renk ve pişmeden sonraki dönemde ise diğer kalite kusurlarına sebep olmaktadır (Demirkesen ve diğ. 2010). Gluten eksikliğinin fırıncılık ürünlerinde sebep olduğu hamurun elastikiyet ve gaz tutabilme özelliklerinin azalmasına bağlı kalite kusurlarının ortadan kaldırılması amacıyla, özellikle ekmekçilik açısından yapılan çalışmalarda, gluten içermeyen ekmeklerde hamurun gaz tutabilme özelliğinin ancak başka bir jelin gluten ile yer değiştirdiği takdirde korunabildiği belirtilmiştir. Bunun için de gamlar tercih edilmektedir (Özüğür ve Hayta 2011).

Glutenin viskoelastik özelliklerinin taklit edilmesi amacıyla glutensiz unlara, süt proteinleri ve hidrokolloidler katılarak, bu ürünlerin yapısının, damak tadının, kabul edilebilirliğinin ve raf ömrünün geliştirilmesine yönelik artan bir ilgi söz konusudur. Birçok çalışma sonucunda, çeşitli hidrokolloidlerin glutensiz ekmeklerin kalitesini iyileştirdiği saptanmıştır. Bu hidrokolloidler; hidrokspilmetilselüloz, metilselüloz, karboksimetilselüloz, psyllium gam, keçiyoynuzu gamı, guar gam, ksantan gam, pektin, agaroz ve β -glukandır. Bunların kullanımı ile hamurun reolojik özellikleri düzenlenmekte, dolayısıyla son ürünün kalitesi artırılmaktadır. Gamlar ve hidrokolloidler, buğday gluteninin sağladığı gaz tutumunu ve su absorpsiyonunu arttırmaktadır. 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 (Özüğür ve Hayta 2011).

Gluten içermeyen unlar, buğday unu yerine unlu mamüllerde özellikle de ekmek formülasyonlarında kullanıldığında, başta ürünün hacmi, tekstürü ve duyu özellikleri olmak üzere kalite üzerinde olumsuz etkiye sahip olabilmektedir. Oluşan bu olumsuz etkileri giderebilmek için çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır (Özer 1998).

Gıda endüstrisinde gamlar; jelleştirici, kıvam arttırıcı, stabilize edici ve süspansiyon oluşturuju ajanlar olarak geniş bir şekilde kullanılmaktadır. En çok kullanılan guar gam, guar bitkisinden ekstrakte edilmektedir. D-mannoz ve D-galaktoz birimlerinden oluşmaktadır (Şekil 1.1). Mannoz birimleri birbirlerine düz bir zincir şeklinde α -1,6 bağı ile bağlanmaktadır. Toz haldeki guar gam, soğuk su içerisinde çok iyi hidratlanabilmekte ve gıda endüstrisinde birçok uygulama alanı bulabilen kolloidal çözeltiler verebilmektedir (Şekil 2.1). Guar gamın %0,5'e kadar olan seyreltik çözeltileri Newton tipi akış özelliği gösterirken, %0,5'den yukarı konsantrasyonlarda psödoplastik tipte akışkanlık kazanmaktadır (Altuğ ve diğ. 2009).

Gamlar ve kalınlaştırıcılar glutensiz hububat ürün formülasyonlarında jelleşme ve kalınlaştırma, su tutma ve tekstürü geliştirme amaçları için kullanılmaktadır. Daha önceki denemelerde çoğunlukla ksantan gam, guar gam, keçi boynuzu gamı, hidroksi propil metil selüloz (HPMC) ve bunların karışımları kullanılmıştır. Keçi boynuzu ve guar gam kombinasyonlarının ekmek yapımında kullanıldığı bir çalışmada, guar gam kullanımının daha düzgün hücre boyutu dağılımı veren ekmek içi yapısı sağladığı, keçi boynuzu gamının ise ekmek somunu yüksekliğini artırdığı, optimum oranın ise %2 keçi boynuzu gamı ve %4 guar gam olduğu belirtilmiştir (İşleroğlu ve diğ. 2009). Bir başka çalışmada ise ksantan gam ve guar gam arasında sinerjistik bir etki olduğu diğler gamlarla kıyaslandığında daha yüksek hacim ve viskozite bulgulanmıştır (Turabi ve diğ. 2008).



Şekil 1.1: Guar gamın yapısı (Ergin 2011)



Şekil 1.2: Guar gam

Patates dünya üretiminde buğday, pirinç ve mısırdan sonra en çok üretilen 4. ürün olarak yer almaktadır. Patates, protein ve diyet lifi bakımından zengindir, pek çok mineral, iz elementler ve hayati öneme sahip vitaminler içerir. Yağ açısından bakıldığında ise çok az ya da önemsenmeyecek kadar düşük düzeyde yağ içeriğine sahiptir (Sandoval ve diğ. 2012). Patates %75,5 su, %19,4 karbonhidrat, %2 protein, %1 kül ve %0,1 yağ içerir. Patates protein bakımından diğer tahıllarla kıyaslandığında lisin proteinince zengindir. Patates unu soyulmuş bütün patatesin tüm özelliklerini kapsamaktadır. (Knorr 1979). Patates unu fırıncılık ürünlerinde önemli bir hamur geliştiricisi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Patates unu su kaldırma kapasitesini önemli düzeyde etkilemektedir (Kotoki ve Deka 2010). Patates unu katkısının nem kaybı açısından bayatlamayı oda koşullarında iki gün, buzdolabı koşullarında üç gün geciktirdiği bulunmuştur (Bilici 2001).

Patates unu ve nişastası ekmek ve bisküvi hazırlamada çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Patates ununun besin değeri ihtiva ettiği kalori, azot ve yüksek değerli proteinden kaynaklanmaktadır. Patates unu ihmal edilebilir oranda yağ içeriği, yüksek lif içeriği, yüksek oranda vitamin içeriği, iyi kabul edilebilir oranda mineral içeriği ve %6-12'ye kadar değişen oranlardaki protein içeriğinden dolayı bazı durumlarda buğday unu yerine buğday ununa katkı olarak da kullanılabilir. Ekmeğe katkı olarak kullanılan patates unu ve nişastası görünüm, renk, aroma, tekstür, tat ve ekmeğin tüm kabul edilebilirliği gibi duyu özelliklerini geliştirmek ve daha ekonomik ekmek elde edebilmek için de katılmaktadır (Çelik 2008).

Yapılan çalışmalarda patates ununun su absorpsiyonunu arttırdığı, pişirme kaybını azalttığı, ekmek hacmini geliştirdiği, bayatlamayı geciktirdiği ve bu şekilde ekmeğin raf ömrünü uzattığı tespit edilmiştir. Ayrıca çalışılan örneklerde ekmek rengi ve tekstürünü iyileştirdiği ortaya konmuştur. Hamurlarda daha stabil ve daha yumuşak bir yapı oluşmasını sağlamıştır. Normal ekmeklerde yapılan bir çalışmada patates unu ilave edilmemiş örnek için su absorpsiyonu %61,7 olarak kaydedilmiştir. %2 patates unu ilaveli örnekte bu değer %71,7'ye yükselirken, %4 patates unu ilaveli örnekte ise %76,3'e yükselmiştir. Bu çalışmada patates ununun su absorpsiyonunu arttırdığı görülmektedir (Kotoki ve Deka 2010).

%25 patates unu kullanılan bir başka çalışmada %50 çavdar unu ve %25 mısır unu kullanılmıştır. Yapılan ekmekler hem duyuşal özellikler hem de fiziksel özellikleri bakımından olumlu sonuçlar vermiştir (Knorr 1979).

Kotoki ve Deka (2010) yaptıkları çalışmada patatesin ve patates ununun asetillenmiş enzim özelliklerinin tekstürel özelliklerini araştırmış ve fırın ürünleri için uygun olduğunu tespit etmişlerdir. Pişme kaybı açısından değerlendirildiğinde ise patates unu ilave edilmemiş ekmekte pişme kaybı %11,8 iken, patates unu ilaveli ekmekte pişme kaybı %4,7-7,9 olarak bulgulanmıştır. Çalışmalarda patates unu %2 ve %3 oranlarında kullanılmış olup kontrol örneği ile kıyaslandığında anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır.

Sandoval ve diğ. (2012)'nin yaptığı çalışmada patates unu buğday ununa %10 ve %20 oranlarında eklenmiş ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bizim yapacağımız çalışmada da patates unu glutensiz formülasyona %10, %20 ve %30 oranlarında eklenip sonuçlar gözlenecektir.

1.2.1 Çölyak Hastalığı

Buğdayın gliadin, çavdar, arpa ve yulafın prolamin fraksiyonlarının tolere edilememesi neticesinde ortaya çıkan çölyak hastalığı, klinik olarak ince bağırsak mukozasının ve emilimin zarar görmesi sonucu meydana gelen bir hastalık olarak tanımlanır (Uz ve Türkay 2006).

Tahıl kaynaklı hastalıklardan biri olan çölyak; buğday, çavdar, arpa ve bazen de yulaf ürünlerinin tüketimi sonucu bağırsakta ortaya çıkan bir hastalıktır. Hastalığın nedenini oluşturan temel etken gluten proteininin gliadin adlı alt fraksiyonu olup, gluten içeren gıdaların tüketilmesi sonucunda başta vitaminler ve mineraller olmak üzere vücudun gereksinim duyduğu çeşitli besin maddelerinin emilimi azalmaktadır. Çölyak hastaları sadece buğday değil, gliadinlerin homoloğu olan prolaminleri de içeren tritikale, çavdar ve arpa ürünlerinin tüketiminden de sakınmak zorundadır. Çölyak hastalarında glutenin etkisi ince bağırsak üzerinde olmaktadır. Gluten alımı ile ince bağırsak iç yüzeyindeki absorpsiyonu sağlayan çıkıntılar (villi) kısalmakta, hatta tamamen ortadan kalkarak bağırsak iç yüzeyi düzleşmektedir. Villilerin yüzeyindeki tek sıra "kripta" hücreleri ise kalınlaşmaktadır. Böylece absorpsiyonun yapıldığı yüzey azalır besin alımı zorlaşmaktadır. Genetik ve çevresel faktörlerin etkileşimi sonucu ortaya çıkan hastalıkta; beslenme alışkanlıkları, bebeklik döneminde anne sütü alımı, glutenli gıdalar ile beslenme yaşı ve günlük tüketim miktarı etkili olabilen başlıca çevresel faktörleri oluşturmaktadır. Erken çocukluk döneminde (ilk 2 yaş) hastalığın klasik belirtileri ishal, kusma, istahsızlık, karın şişliği, kilo kaybı, kabızlık ve büyüme geriliğidir. Büyük çocuklarda ve yetişkinlerde ise tedavi edilemeyen veya nedeni bulunamayan kansızlık, kemik zayıflığı gibi durumlar da çölyak hastalığının belirtileri arasındadır (Türksoy ve Özkaya 2006). Bu belirtiler bağışıklık sisteminin gluteni yabancı bir antijen olarak algılamasının sonucu olarak verdiği bir cevaptır (Uz ve Türkay 2006). Çölyak hastalığı hayatın herhangi bir döneminde tipik belirtilerle ortaya çıkabileceği gibi bazı hastalarda yıllarca hiç belirti vermeden çok hafif seyredebilmektedir. Bu da hastalığın teşhisini zorlaştırmaktadır (Türksoy ve Özkaya 2006).

Çölyak hastalığında tek tedavi yöntemi ömür boyu sürdürülmesi gereken glutensiz diyet uygulamasıdır. Glutensiz diyetle buğday, arpa ve çavdar unu içeren her türlü besin maddesinin yenilmesi sakıncalıdır. Bununla beraber çölyak hastalarının gıdalardaki glutene hassasiyet düzeyleri de farklılık göstermektedir. Bazı hastalar iz miktardaki gluteni tolere edemezken, diğerleri daha büyük miktarlarda gluteni tolere edebilmektedirler. Mısır ve pirinç ise toksik olmayıp diğerlerinin yerine kullanılabilir (Türksoy ve Özkaya 2006).

Hasta olan kişilerde gluten içeren gıdaların tüketilmesi, başta vitaminler ve mineraller olmak üzere vücudun gereksinim duyduğu çeşitli besin maddelerinin yetersiz emilimine neden olmaktadır. Çölyak hastalığı için tek tedavi yöntemi, yaşam boyu sürdürülmesi gereken glutensiz diyet uygulamasıdır. Genel belirtileri kronik ishal, karın bölgesinde şişlik ve yetersiz beslenmedir. Küçük çocuklarda kusma, ishal, karın şişliği, iştahsızlık, kilo alamama ve boy uzamasında yavaşlama gibi tipik belirtilerle ortaya çıkabileceği gibi daha ileri yaşlarda sadece kansızlık, boy kısalığı, kemik zayıflığı ve nedeni bilinmeyen karaciğer hastalığı gibi çok değişik belirtilerle de kendini gösterir. Bu belirtiler bağışıklık sisteminin gluteni yabancı bir antijen olarak algılamasının sonucu olarak verdiği bir cevaptır (Türksoy ve Özkaya 2006).

1.2.2 Glutensiz Ekmek Üzerine Yapılan Çalışmalar

Gallagher ve diğ. (2003) buğday nişastası, glutensiz un, yaş maya, bitkisel yağ, DATEM karışımına pirinç nişastası ve süt protein izolatu ekleyerek glutensiz ekmek yapmışlardır. Elde edilen sonuçlar; ekmek hacminde artış, kontrol örneğine göre daha iyi görünüş ve kabul edilebilirlik, daha yumuşak kabuk ve daha iyi gözenek yapısı olmuştur.

Pirinç unundan glutensiz ekmek üretiminde nişastayı hidrolize eden enzimlerden α -amilaz ve CGTase (siklodekstrin glikozil transferaz) in ekmek bayatlamasını geciktirmedeki etkisi araştırılmıştır. Pirinç unu, ekmeğin hızlı bayatlamasına neden olmaktadır. Pirinç nişastası buğday nişastasına nazaran retrogradasyona daha eğilimlidir. α -amilaz ilavesi ekmek hacmini arttırmakta ve kabuk sertlik değerini iyileştirmekte fakat yapışkan bir tekstüre neden olmaktadır. CGTase işavesi ise α -amilaza nazaran daha yüksek hacim artışı ile benzer kabuk sertlik değerine ve daha iyi tekstüre neden olmaktadır. Her iki enzim de ekmeğin muhafazası sırasında amilopektinin neden olduğu retrogradasyonu azaltmaktadır. α -amilaz ile nişasta hidrolizi bayatlamayı geciktirmede yeterli değildir. CGTase enziminin ise bayatlamayı geciktirmede daha iyi olduğu düşünülmektedir (Yalçın 2005).

Prejelatinize mısır nişastası, mısır unu, prejelatinize pirinç unu, gam arabik, yumurta albümini, metil selüloz kullanılarak ekmekler yapılmıştır. Elde edilen

sonuçlar; gam arabiğin son üründe duyusal özellikler üzerine etkisi çok düşük olmuştur ve hamura kuvvet kazandırmış, toleransını geliştirmiştir. Metilselüloz ve yumurta albümini ürünün duyusal özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olarak belirlenmiştir. 3 g gam arabik içeren karışım sertlik, yapışkanlık gibi kalite kriterleri bakımından en çok buğday ekmeğine benzer bulunmuştur. Gam arabik ilavesinin artışı ürünlerin yapışkanlığını arttırmıştır (Toufeili ve diğ. 1994).

Olatunji ve diğ. (1992), %70 sorgum unu, %30 mısır nişastası, su, tuz, şeker ve maya kullanarak ürettikleri glutensiz ekmekte istenilen hacim, tekstür ve ağırlığı elde etmişlerdir.

Pirinç unu ve HPMC kullanılarak yapılan gulutensiz ekmekler geliştirilmeye çalışılmıştır. Ekmek kalitesini geliştirmek için asidik gıda katkıları(asetik asit, laktik asit, sitrik asit ve monosodyum fosfat) denenmiştir. Hamura bileşiklerin etkisi ve monosodyum fosfat ilavesi glutensiz ekmeğin hacmini arttırmış, görünüş, koku, tat ve tekstür özelliklerini geliştirmiştir (Blanco ve diğ. 2011).

Yapılan başka bir çalışmada glutensiz ekmek formülasyonlarında buğday nişastası yerine %3 ve %9 oranında pirinç nişastası kullanıldığında ekmek içi renginin daha az sarı, kabuğun ise daha koyu renk aldığı belirlenmiştir. Çalışma neticesinde kabuk sertliğinin etkilenmediği, fakat ekmek içi sertliğinin azaldığı rapor edilmiştir (Gallagher ve diğ. 2002).

Farklı oranlarda pirinç ve kestane unu glutensiz ekmek formülasyonuna eklenmiştir.(0/100, 10/90, 20/80, 30/70, 40/60, 50/50, 60/40, 70/30, 80/20, 90/10, 100/0). Formüle hidrokolloid karışımları (ksantan-guar, ksantan-keçi boynuzu) ve emlgar DATEM ilave edilmiştir. Reolojik pişirme duyusal özellikler bakımından değerlendirilmiştir. Kestane/pirinç unu oranı 30/70 olan formülasyon elastik ve kalite parametreleri oldukça yüksek bulunmuştur. Pişme testine göre 30/70 oranı ksantan-guar gam ve emlgar karışımı en iyi kalite parametresine sahiptir (Demirkesen ve diğ. 2010).

Pirinç unundan yapılmış ekmeklere gam ilavesi yapılmış emlgar kullanılmamış ve reolojik özellikler incelenmiştir. Kullanılan gamlar; ksantan gam,

guar gam, keçi boynuzu gamı, HPMC, pektin, ksantan-guar, ksantan- keçi boynuzu gamı karışımlarıdır. Hamur yapısını geliştiren en etkili gamlar ksantan, ksantan-keçi boynuzu ve ksantan-guar gam karışımıdır. Pişirme testinde emülgatörlerin spesik hacmi ve sıklığı geliştirdiği görülmüştür. En iyi sıklık ve spesifik hacim ksantan-guar ve ksantan-keçi boynuzu gamlarında olmuştur (Demirkesen ve diğ. 2010).

Pirinç unu, mısır nişastası, sodyum kazainat, pektin, karboksimetilselülaz, agaroz, ksantan gam, yulaf beta glukani kullanılarak ekmek örnekleri yapılmıştır. Yapılan çalışmada ksantan gam ilave edilen örnek en yüksek viskoelastik yapıyı göstermiş ve farinografta yaptığı kurve buğday ununa benzer olmuştur. Hidrokolloid eklenmiş ürünler arasında elastikiyet ve hamur direnci şöyle sıralanmıştır: ksantan>CMC>pektin>agaroz>beta glukani. Ksantan gam hariç hidrokolloid ilavesi ekmek hacmini arttırmış, ilave oranı %1den %2 ye çıkarıldığında pektin hariç hacimde azalma meydana gelmiştir. CMC ve beta glukani %1 eklenmesi gözenekliliği arttırmış, %1 glukani ilavesi kabuk rengini açmıştır. Duyusal analizler sonunda tüm özellikler değerlendirildiğinde en yüksek puanı %2 CMC ilaveli formülasyon almıştır. Hidrokolloid ilavesi su tutma kapasitesini önemli derecede etkilememiştir. Depolama süresince aw değerinde düşüş sertlikte artış gözlenmiştir (Lazaridou ve diğ. 2007).

Glutensiz ekmekler daha soluk bir kabuk rengi ve daha zayıf bir gözenek yapısına sahip olduğu için glutensiz unlara buğday nişastasıyla birlikte süt tozları (%3,%6,%9) eklenmiştir. Artan tozlar ekmek hacminde azalmaya neden olmuştur. Yüksek protein içeren tozlar daha düşük hacme neden olmuştur. Kabuk renginde artış ve gözenek yapısında sıklık meydana gelmiştir. Duyusal analizlerde kabul edilebilir bulunmuştur. Tatlı peyniraltı suyu, taze süt, protein izolatu eklenmiş glutensiz ekmekler (%6) su ilavesiyle hacmi arttırmış ve daha yumuşak gözenek yapısına sahip olmuştur (Gallagher ve diğ. 2003).

Mısır nişastası, pirinç unu, HPMC, buğday lifi, mısır lifi, yulaf lifi, arpa lifi kullanılarak ekmek denemeleri yapılmıştır. Mısır ve yulaf lifi ilavesi hacimde önemli bir artış ve yumuşaklık sağlamıştır. 9 g/100 g lif ilavesi lif içeriğini %218 arttırmıştır. Arpa lifi içeren formülasyon ekmeği daha yoğun renk almıştır. Ekmeklerin depolama süresi boyunca nem içeriğinde azalma, sertliklerinde artma gözlenmiştir. Nişasta ve

mısır veya yulaf lifi arasında daha gözenekli bir yapı oluşmuştur. Tüm örnekler değerlendirildiğinde en kabul edilebilir 3g/100g mısır lifi kabul görmüştür. Buğday lifi eklenen formülasyonlarda hacimde azalma ve bu lifin yüksek su bağlama kapasitesi olduğu için daha sıkı bir yapı oluşmuştur (Sabanis ve Tzia 2009).

Pirinç unu ve karabuğday unu karışımları kullanılarak ekmekler yapılmıştır. Kavuzsuz ve kavuzlu karabuğdayın yüzdesi arttırıldığında; hamurun gelişme süresi artmış protein ağ yapısı güçlenmiştir. Ekmek sertliğinde artış meydana gelmiştir. Kavuzlu karabuğday unu oranının artmasıyla; nişasta retrogradasyon derecesinde azalma, yüksek su tutma kapasitesi düşük stabilite görülmüştür. Kavuzsuz karabuğday koyulduğunda ise; bayatlama süresinde artış meydana gelmiştir. Duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde beğenilirlik yüksek olmuştur (Torbica ve diğ. 2010).

Glutensiz ekmek hamurlarına dirençli nişastanın etkisini göstermek için yapılan çalışmada; dirençli nişasta depolama ömrünü arttırmış, elastik yapıyı kuvvetlendirmiş, vizkoziteyi azaltmış, ekmekteki sertlik azalmış, ekmekler diyet lifi bakımından çok daha zengin bulunmuştur (Korus ve diğ. 2009).

Mısır nişastası, kassava nişastası, pirinç unu karışımına %0,5 soya unu ilave edilmiştir. %74,2 mısır nişastası, %17,2 pirinç unu ve %8,6 kassava nişastası karışımı içeren glutensiz ekmek en yüksek beğenirliği almıştır. %0,5 soya unu ilavesi ekmek tekstürünü geliştirmiştir (Sanchez ve diğ. 2002).

İşleroğlu ve diğ. (2010) başka bir çalışmada, hidroksipropilmetilselüloz (HPMC), keçi boynuzu gamı, guar gam, karregen, ksantan gam, agar pirinç ekmeklerinde başarılı sonuç vermiştir. Beyaz ve iyi öğütülmüş pirinç ununun %3,3 HPMC ile kullanıldığında yüksek kaliteli, glutensiz ekmekler verdiği bulgulanmıştır.

Kassava nişastası, keçi boynuzu gamı, guar gam kombinasyonlarının ekmek yapımında kullanıldığı bir çalışmada, guar gam kullanımının daha düzgün hücre boyutu dağılımı veren ekmek içi yapısı sağladığı, keçi boynuzu gamının ekmek somunu yüksekliğini arttırdığı, optimum oranın ise %2 keçi boynuzu gamı ve %4 guar gam olduğu bulgulanmıştır (İşleroğlu ve diğ. 2010).

İşleroğlu ve diğ. (2010), yaptıkları çalışmada glutensiz ekmek formülasyonlarında buğday nişastası yerine %3-9 oranında pirinç nişastası kullanıldığında; ekmek içi renginin daha az sarı, kabuğun daha koyu renk aldığı, kabuk sertliği etkilenmemiş fakat ekmek içi sertliği azaldığı gözlemlenmiştir. Optimum pirinç nişastası miktarı ise %6 olarak bulunmuştur.

Sakac ve diğ. (2000), pirinç ve karabuğday unundan yapılan glutensiz ekmeklerin antioksidan kapasitesine etkisini araştırmışlardır. Pirinç ve kepeğinden ayrılmış karabuğday unu (90:10) pirinç ve tam karabuğday unu (80:20) kullanılarak çalışmalar yapılmıştır. Kepeğinden ayrılmış karabuğday unu ya da tam karabuğday ununun hamur formülasyonunda artırılması ile son üründeki antioksidan kapasitesinde artış gözlenmiştir. %30 tam karabuğday unu içeren örneklerdeki toplam fenolik madde değeri %17 azalma göstermiştir. Her iki karabuğday unu ayrı ayrı %10 ve %20 oranlarında katıldığında ekmekteki antioksidatif ve indirgeyici aktivitelerde azalma meydana gelmiştir.

Çölyak hastalarına yönelik glutensiz fırın ürünlerinin yapısal özelliklerini geliştirmek için yapılan bir çalışmada, mısır nişastası, amarant unu, bezelye protein izolatı ve lif kullanılmıştır. Formüle lifin dahil edilmesiyle hamurun duysal ve fiziksel özellikleri gelişmiş, son ürün tekstüründe olumlu sonuçlar tespit edilmiştir (Mariotti ve diğ. 2009).

Schober ve diğ. (2003), glutensiz ekmek üretimi üzerine yaptığı çalışmalarında, mısır nişastasının yanında 10 farklı sorgum unu, su, tuz, şeker, farklı oranlarda ksantan gam (%0,3-1,2), süt tozu (%1,2-4,8) ve kuru maya kullanmışlardır. Formülasyondaki su miktarının artmasıyla ekmek spesifik hacmi artmış, gam miktarının artmasıyla hacim olumsuz etkilenmiştir. Ayrıca süt tozu miktarı arttıka ekmek ağırlığında azalma gözlenmiştir.

Hart ve diğ. (1970), mısır nişastası, farklı gamlar, enzimler, emlsifiyerler ve shortening ilave ederek sorgum ekmeği üretmişlerdir. CMC ile birlikte hidroksipropil metilselilozun (HPMC) kullanıldığı ekmek formülasyonunda optimum gaz tutma ile minimum ekmek çökmelerinin belirlendiği rapor edilmiştir. Formülasyonda nişasta ve CMC'nin birlikte kullanılmasıyla buğday ekmeğine benzer yapı oluşturulmuştur.

amilaz, proteaz ve emilsüfyer katkı maddelerinin eklenmesiyle daha zayıf ekmek yapısı oluşurken, shortening ve metilselüloz türevlerinin eklenmesiyle daha yumuşak tekstür elde edilmiştir.

HPMC, guar gam, ksantan gam, keçi boynuzu gamı ve α -amilaz kullanılarak üretilen glutensiz pirinç ekmeklerinde, amilopektin retrogradasyonunun daha geç gerçekleştiği, raf ömrü süresince; tekstür özelliklerini ve tazeliğini koruduğu belirtilmiştir (Gujral ve Rosell 2004; Schober ve diğ. 2008).

Demirkese ve diğ. (2010), glutensiz ekmek üretiminde pirinç unu, farklı gamlar (guar, ksantan, lokust bean gum, HPMC, pektin, ksantan-guar, ksantan-lokust bean gam karışımı) ve emilgator (DATEM ve purawave) kullanmıştır. DATEM ile birlikte ksantan-guar gam içeren ekmekler ideal elastikiyete sahip bulunmuştur. Ayrıca DATEM ilavesi tüm ekmeklerin spesifik hacmini ve ekmek iç yapısını olumlu etkileyerek kaliteyi arttırmıştır.

2. YÖNTEM

2.1 Materyal

Çalışmada kullanılan hammaddelerden patates unu ve ekmeklik buğday unu Ata Ekmek Gıda ve Unlu Mamüller Limited Şirketi'nden temin edilmiştir. Mısır unu, nohut unu, pirinç unu MNF Un'dan temin edilmiştir. Mısır nişastası, hazır glutensiz un karışımı (Sinangil marka; mısır nişastası, pirinç unu, şeker, sodyumbikarbonat, sodyum asit pyrofosfat, pektin, ksantan gam), tereyağı (minimum %80 süt yağı içerir), tuz, şeker, yaş maya (Öz maya) Ata Alışveriş Merkezi'nden tedarik edilmiştir. Guar gam Pamukkale Üniversitesi Araştırma Laboratuvarı'ndan kullanılmıştır.

2.2 Metod

2.2.1 Ekmek Üretimi

Ekmek üretiminde un olarak; pirinç unu, patates unu, nohut unu, mısır unu, ekmeklik buğday unu, hazır glutensiz un karışımı; nişasta olarak da; mısır nişastası farklı miktarlarda kullanılmıştır. Ayrıca şeker, tuz, yaş maya, guar gam, tereyağı ve su temel bileşenlerdir. Çizelge 2.1'de verildiği gibi on dört farklı formülasyon uygulanarak on dört çeşit ekmek hazırlanmıştır. Formülasyonlarda patates unu %0-30 arasında kullanılmış olup un yerine kullanılan hammaddeler 100 g un ikamesini oluşturacak şekilde formülde kullanılacak miktarları hesaplanmıştır. Guar gam formülasyonlarda %1-3 arası kullanılmıştır.

Su hariç tüm hammaddeler formüllerdeki gramajlara göre tartıldıktan sonra yoğurma kabında karıştırılmıştır ve su ilave edilmiştir. 1 dakika yavaş, 6 dakika hızlı devirde yoğrulduktan sonra hamurlar 450 g tartılmıştır. Tartılan hamurlara elle şekil

verilip ekmek kalıplarına yerleştirilmiştir ve fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon odası sıcaklık 25–30°C ve nispi nem oranı %75-80 arasındadır. Fermantasyon süresi 1 saattir. Fermantasyondan çıkan hamurlar taş tabanlı katlı elektrikli fırında 210°C’de 50 dakika pişirilmiştir.

Piştirilen ekmekler oda sıcaklığında 1 saat soğutulduktan sonra analizler yapılmaya başlanmıştır, daha uzun sürecek analizler için polietilen kilitli poşetlerde bekletilmiştir.

Çizelge 2.1: Çalışmada hazırlanan ekmek fomülasyonları

Örnek Numarası	Nohut Unu (g)	Pirinç Unu (g)	Mısır Unu (g)	Mısır Nişastası (g)	Patates Unu (g)	Hazır Karışım (g)	Ekmeklik Buğday Unu (g)	Şeker (g)	Tuz (g)	Tereyağı (g)	Guar Gam (g)	Maya (g)	Su (g)
1	5	25	30	40				3	1,5	10	1	2	75
2	4,5	23	27	36,5	9			3	1,5	10	1	2	83
3	4	21	25	33	17			3	1,5	10	1	2	100
4	4	19	23	31	23			3	1,5	10	1	2	116
5	5	25	30	40				3	1,5	10	2	2	83
6	4,5	23	27	36,5	9			3	1,5	10	2	2	91
7	4	21	25	33	17			3	1,5	10	2	2	108
8	4	19	23	31	23			3	1,5	10	2	2	120
9	5	25	30	40				3	1,5	10	3	2	86
10	4,5	23	27	36,5	9			3	1,5	10	3	2	108
11	4	21	25	33	17			3	1,5	10	3	2	123
12	4	19	23	31	23			3	1,5	10	3	2	140
13						100			1,5	10		2	66
14							100		1,5			2	58

*: Değerler 100 g un karışımına göre verilmiştir.

2.2.2 Kimyasal Analizler

2.2.2.1 Kül Miktarı Tayini

Kül miktarı, AACC Method No: 08-01.01 (AACC, 2000)'a göre ve 2 değerin ortalaması olarak belirlenmiştir. Mısır unu, pirinç unu, mısır nişastası, nohut unu, patates unu, hazır glutensiz un karışımı ve ekmeklik buğday unu 2'şer gram daraları alınmış krozelere tartılmıştır. Örnekler 550°C'de kül fırınında 8 saat boyunca yakılmıştır. 8 saat sonunda fırından çıkan krozeler desikatörde soğutulurak sabit tartıma gelene kadar beklenmiştir. Örnekler tartılıp sonuçlar not edilmiş, krozelerde kalan örnek kütlesi başlangıçtaki örnek kütlesine oranlanarak örneklerin kül miktarı kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

2.2.2.2 Nem Tayini

Nem miktarı, AACC Method No: 44-15.02 (AACC, 2000)'a göre ve 2 değerin ortalaması olarak belirlenmiştir. Mısır unu, pirinç unu, mısır nişastası, nohut unu, patates unu, hazır glutensiz un karışımı ve ekmeklik buğday unu 5'er g daraları alınmış petri kaplarına tartılmıştır. Örnekler 105°C'de 5 saat boyunca etüvde bekletilmiştir. Sabit tartıma gelen örnekler etüvden çıkartılıp desikatörde soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örnekler tekrar tartılıp tartımlar not alınmıştır. Kurutmayla uzaklaşan nem miktarı, örneğin başlangıçtaki ağırlığına oranlanarak örneklerin nem içerikleri hesaplanmıştır.

2.2.2.3 Protein Miktarı Tayini

Protein miktarı, Kjeldahl metodu kullanılarak AACC Method No: 46-11.02 (AACC, 2000)'a kuru madde esasına göre belirlenmiştir. Protein değerleri 2 değerin ortalaması olarak verilmiş ve tüm örneklerde (buğday unu ve pirinç unu hariç) azot çeviri faktörü 6,25 olarak alınmıştır. Pirinç unu için azot çeviri faktörü 5,95, buğday unu için ise 5,7'dir.

2.2.2.4 Yağ Tayini

Yağ tayini Soxhelet yöntemi kullanılarak AACC Method 30-25.01 (AACC,2000)'a göre yapılmıştır. Sonuçlar 2 değerın ortalaması olarak verilmiştir.

2.2.2.5 Selüloz Miktarı Tayini

Selüloz miktarı, (Fibrebag Systems for Fibre Analysis Gerhardt) cihazı ile 2 değerin ortalaması olarak belirlenmiştir. Selüloz analizi için lif torbaları 105°C'de 1 saat kurutulmuştur. Daha sonra lif torbaları ayrı ayrı tartılarak daraları not edilmiştir (M1). Lif torbalarının içerisine 1 g olmak kaydıyla hammadde örneklerimizin tartımı yapılmış ve tartımlar not edilmiştir (M2). Numunelerin lif torbalarının en alt kısmında olmasına dikkat ederek cam ayırıcılar lif torbalarının içine yerleştirilip sisteme yerleştirilmiştir (Şekil 2.1). 2 defa yıkama yapılacaktır. İlk olarak 360 ml sülfirik asit ($H_2SO_4 = 0.13 \text{ mol/l}$) sisteme ait behere koyulur. Karusel (lif torbalarının takılıp cihaza koyulduğu aparat) içerisindeki örnekler 1 dakika beher içinde bekletilerek numunenin tamamen ıslanması sağlanır. Beher ısıtma düzeneğine yerleştirilir (Şekil 2.2). Öncesinden 90°C'ye getirilmiş ısıtma düzeneği üzerine yerleştirilen beher 30 dakika kaynatılır. 30 dakika sonunda beher ısıtma düzeneği üzerinden alınır ve karusel içerisinde çıkarılır. Beher içerisinde kalan asit boşaltılarak beher temizlenir ve ikinci yıkamaya hazırlanır. İkinci yıkama için 360 ml potasyum hidroksit ($KOH = 0.23 \text{ mol/l}$) behere koyulur. Karusel beherin içine yerleştirilir ve 1 dakika numunelerin ıslanması için bekletilir. Beher ısıtma düzeneği üzerine yerleştirilir ve 30 dakika kaynamaya bırakılır. 30 dakika sonunda beher ısıtma düzeneği üzerinden alınır ve karusel içerisinde çıkarılır. Beher içerisinde kalan alkaliler ve çözülmüş materyaller boşaltılıp beher sıcak su ile yıkanır. Yıkama işlemi bittikten sonra lif torbaları karuselden çıkarılıp teker teker cam ayırıcıdan ayrılır. Cam ayırıcıdan ayrılan lif torbaları fazla suyu sıkılarak rulo haline getirilir ve 550°C'de 2 saat pişirilip desikatörde bekletilmiş krozelerin içine koyulur. Tartımı yapılan krozeler (M3) 550°C kül fırınına yerleştirilerek 5 saat pişirilir. Kül fırınından çıkan numuneler desikatöre alınıp soğuması ve sabit tartıma gelmesi beklenir. Soğuyan krozeler tartılmış ve tartımlar not alınmıştır (M4).

$$\% \text{Selüloz} = (M3 - M1 - M4) * 100 / M2$$



Şekil 2.1: Lif torbalarının karusel içine yerleştirilmesi



Şekil 2.2: Selüloz tayin cihazı

2.2.3 Reolojik Analizler

2.2.3.1 Farinograf Analizi

Ekmek formülasyonunda yer alan karışımımızın farinografik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla farinograf aleti (Brabender) kullanılarak test (AACC Method 54-21.01, 2000) uygulanmıştır ve su absorpsiyon değeri (%), hamurun gelişme (yoğurma) süresi (dk), hamur stabilite değeri (dk), yumuşama derecesi (BU) ve yoğurma toleransı sayısı (MTI) belirlenmiştir.

2.2.3.2 Ekstensograf Analizi

Ekmek formülasyonlarında yer alan karışımımızın ekstensogram özelliklerinin belirlenmesi amacıyla ekstensograf aleti (Brabender) kullanılarak ekstensograf testi (AACC Method 54-10.01, 2000) uygulanmıştır. Ekstensograf analizi hamurun uzama kabiliyetini ve uzamaya karşı gösterdiği direnci ölçmek için yapılan bir analiz yöntemidir. Hamurun fermentasyon toleransı hakkında fikir verir. Enerji (cm²), hamur direnci (BU), uzama kabiliyeti (cm), maksimum direnç (tepe yüksekliği) (BU) belirlenmiştir.

2.2.3.3 SMS/Kieffer Hamur ve Gluten Uzayabilirlik Testi

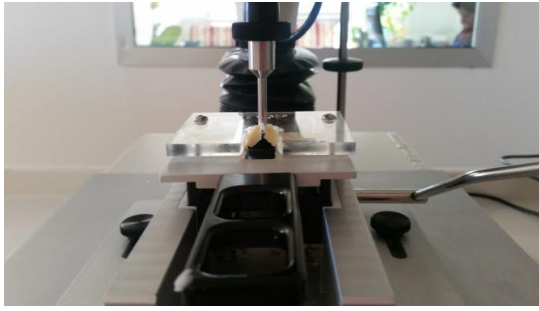
Hamurların uzayabilirlik testi tekstür analiz cihazında (TA.XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, İngiltere) SMS/Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik probu (SMS/Kieffer Dough and Gluten Extensibility Rig) kullanılarak hamurun uzamaya karşı direnç (Rmax), uzayabilirlik (Ext) ve eğri altındaki alan (ARmax/Ext) değerleri ölçülmüştür (Kieffer ve diğ. 1998). Bu analiz için 10 g karışım (maya hariç) hesaplanmış farinograf sonuçlarına göre belirlenen miktar kadar koyulan su ile hazırlanan karışım havanda 2 dk karıştırılarak hamur haline getirilmiştir. Hazırlanan hamur örneği, aspir yağı ile yağlanmış uzayabilirlik sisteminin kalıpları üzerine konulmuş, üzerine kalıbın üst kısmı kapatıldıktan sonra kalıbın alt ve üst parçaları bir araya gelecek şekilde mengene ile sıkıştırılmıştır. Kenarlardan artan hamur parçaları plastik bir spatula ile temizlenmiştir. Nem kaybını önlemek ve hamurun dinlenmesi için kontrollü şartlarda hamur 40 dk dinlendirilmiştir (Şekil 2.3). Dinlenme süresi sonrası üst kalıp geriye doğru yavaşça kaydırılmış, düzenekten spatula ile dikkatlice alınan şerit halindeki hamur parçaları Kieffer düzeneğine yerleştirilmiştir. Düzeneğin çengel şeklindeki ucu hamura ulaşınca hamur belli bir miktar uzamış (Şekil 2.4) ve daha sonra kopmuştur (Şekil 2.5). Bu yöntemle ait parametrelerden ön test hızı 1,0 mm/s, test hızı 3,3 m/s, son test 28 hızı 10,0 mm/s, mesafe 75 mm, trigger kuvvet tipi 5 g ve veri elde etme oranı ise 200 pps şeklinde ayarlanmıştır. Hamur uzayabilirlik testi sonunda sonuçlar grafik halinde elde edilmiştir (Şekil 2.6). Glutensiz hamur ve buğday unundan yapılan hamurun karşılaştırılması için buğday unundan yapılan hamurun da uzama grafiği verilmiştir (Şekil 2.7).



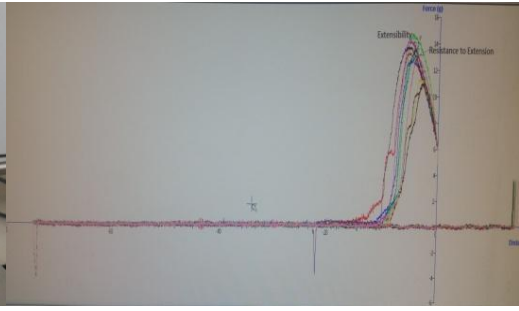
Şekil 2.3: Hamurun dinlendirilmesi



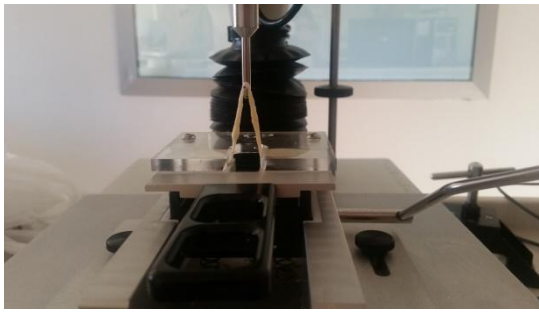
Şekil 2.4: Hamurun Kieffer düzeneğinde uzatılması



Şekil 2.5: Hamurun Kieffer düzeneğinde kopması



Şekil 2.6: Hamur uzayabilirlik test sonucunun grafik halinde elde edilmesi



Şekil 2.7: Buğday unundan yapılan ekmek hamurunun Kieffer düzeneğinde kopması

2.2.4 Ekmek Analizleri

2.2.4.1 Ekmek Ağırlığının Belirlenmesi

On dört adet farklı formüle sahip ekmek olmak üzere toplamda 28 adet ekmek 450 g hamur olarak fırına girmiştir. Aynı formüle sahip ekmeklerden 2'şer adet kalıplar içinde fırına koyulmuştur. Ekmekler fırından çıktıktan sonra soğumaya bırakılmış ve fırından çıktıktan 1 saat sonra tartım yapılmıştır. 2 değerinin ortalaması olarak hesaplar yapılmıştır.

2.2.4.2 Ekmek Hacminin Belirlenmesi

Ekmek hacmi ekmeğin işgal ettiği boşluktur ve ekmek için önemli bir kalite kriteridir. Ekmeklerin hacimleri kuş yemi ile yer değiştirme prensibine göre yapılmıştır. On dört adet farklı formüle sahip ekmek olmak üzere toplamda 28 adet ekmek tartıldıktan sonra hacmi ölçülmüştür. 2 değerinin ortalaması olarak hesaplar yapılmıştır.

2.2.4.3 Spesifik Hacim

Bir maddenin spesifik hacmi (v), birim kütlenin kapladığı hacimdir. g/cm^3 birimi ile ifade edilir. Ekmek ağırlığı ve hacmi bulunduktan sonra ağırlığın hacme oranı olarak hesaplanmıştır.

3.2.4.4 Ekmek İçi Doku (TPA) Özelliklerinin Belirlenmesi

Ekmek içi doku (TPA, Doku Profil Analizi) özelliklerin belirlenmesinde tekstür analiz cihazında silindir prob kullanılmıştır. TPA analizi 2 cm eninde kesilen ekmek dilimlerinin üzerine silindir probun iki defa baskı uygulaması sonucu elde edilen grafiğin değerlendirilmesi şeklinde yapılmıştır. Elde edilen grafikten aşağıda verilen parametreler AACC Method 74-09.01'a göre hesaplanmıştır (AACC, 2000). Ekmeğin yapıldığı günle birlikte birbirini takip eden 5 gün boyunca oda koşullarında saklanan örneklerde ölçümler yapılmıştır.

Sertlik (hardness): İlk sıkıştırma çevrimi esnasında pik gücü (birinci eğrinin yüksekliği), sertlik değerini vermektedir.

Yapışkanlık (adhesiveness): Ekmeğin yapışkanlık değerini vermektedir.

Yaylanabilirlik (springiness): Ekmeğin sıkıştırması esnasında yaylanma değerlerini vermektedir.

Yapışıklık (cohesiveness): Her iki çevrim için de sıkıştırmanın olmadığı alanlar hariç, ikinci sıkıştırma anındaki pozitif güç alanının birinci sıkıştırmadaki alana oranıdır ($\text{Alan 2}/\text{Alan 1}$), yapışıklık değerlerini vermektedir.

Sakızımsılık (gumminess) : Ekmeğin sakızımsı özelliğinin değerlerini vermektedir.

Çiğnenebilirlik (chewiness): Ekmeğin çiğnenebilirlik değerlerini göstermektedir.

3.2.4.5 Ekmek İçi ve Ekmek Kabuk Renginin Belirlenmesi

Ekmek içi ve ekmek kabuğu (alt kabuk ve üst kabuk) renk (L, a, b) yoğunlukları Hunter Lab Color Miniscan XE kullanılarak belirlenmiştir. Ekmekler 2 cm kalınlığında dilimlenerek ekmek içi rengi belirlenmiştir. Bütün ekmeğin kabuk kısmı da ekmek kabuğu renginin belirlenmesinde kullanılmıştır ve tüm ölçümler üç farklı noktadan yapılmıştır.

Renk yoğunluğunun ölçülmesi ve sonuçların değerlendirilmesi, uluslararası aydınlatma komisyonunun belirttiği formüle göre yapılmıştır. Bu formül üç boyutlu renk ölçümü esasına göre Y eksenindeki L; siyahtan (=0), beyaza (=100) kadar olan örneğin açıklık-koyuluk, X eksenindeki a; yeşil-kırmızı, Z eksenindeki b; sarı-mavi renk boyutunu veya rengini göstermektedir. L değeri numunenin renginin açıklık veya koyuluğu hakkında fikir verirken, +a değeri kırmızı, -a değeri yeşil, +b değeri sarı, -b değeri ise mavi renk yoğunluğunu göstermektedir (Elgün ve diğ. 2002).

2.2.5 Duyusal Analizler

Ata Ekmek Gıda ve Unlu Mamüller Ltd. Şti.'de çalışan personel tarafından oluşan yirmi sekiz tadımcı tarafından, tadımcıların özel bölmelerle birbirinden ayrıldığı; koşulları (ısı, ışık, koku, ses) sabitlenmiş panel odasında, objektif metotla yapılmıştır. Panelistler ekmeklerin; renk, koku, lezzet, yapısal özellik ve genel beğenilirlilik değerlerini hazırlanan formlar üzerinde 1-7 arası olarak belirlenen hedonik skalaya göre (**1:** Aşırı kötü, **2:** Çok kötü, **3:** Kötü, **4:** Orta, **5:** İyi, **6:** Çok iyi, **7:** Mükemmel) puanlayarak belirtmişlerdir.

2.2.6 İstatistiksel Değerlendirme

Veriler SPSS programı kullanılarak analiz edilmiştir. Karşılaştırma için varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Örnekler arası farkın önemli olduğu durumlarda ortalamalar arası farkı belirlemek için Duncan testi kullanılmıştır. İstatistiksel olarak örnekler arası farklılıklar $P=0,05$ alınarak hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

3.1 Kimyasal Analizler

3.1.1 Hammadde Kül ve Nem Değerleri

Hammadde kül ve nem içeriklerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde kül değerlerinin %0,11 (mısır nişastası) ile %3,17 (patates unu) arasında, nem değerlerinin %7,90 (patates unu) ile %11,25 (pirinç unu) arasında değiştiği belirlenmiştir. Kül değerleri incelendiğinde nişastanın en düşük kül değerine sahip olması yakma sonucu en düşük inorganik madde miktarının nişasta da olduğunu göstermektedir. Ayrıca yapılan çalışmalarda kül miktarı ile mineral madde miktarı arasında pozitif bir ilişki olduğu belirtilmiştir. En yüksek kül içeriğine sahip patates ununun mineral madde bakımından zengin olduğu söylenebilir. Patates unu nem değeri en düşük olan un olarak bulunmuştur. Düşük nem içeriği sebebiyle bu katkının hamurun su kaldırma kapasitesini en fazla etkileyen hammadde olduğu görülmüştür. Sonuçlar değerlendirildiğinde nem ve kül değerleri bakımından buğday ununa en çok benzeyen unun pirinç unu olduğu görülmektedir. Kullanılan diğer unların buğday unundan fazla kül içermesi mineral madde bakımından daha zengin olduğunu gösterir. Hammaddelerin son ürünlerdeki etkisi göz önüne alındığında bu unlar kullanılarak yapılan ekmeklerin yüksek mineral madde içeriğine sahip olduğu söylenebilir.

Çizelge 3.1: Hammadde kül ve nem değerleri

Örnekler	Kül Değerleri (%)	Nem Değerleri (%)
Pirinç unu	0,61 ^{d(1)}	11,25 ^{a(1)}
Nohut unu	2,78 ^b	8,39 ^d
Patates unu	3,17 ^a	7,90 ^d
Mısır unu	1,10 ^c	10,03 ^c
Mısır nişastası	0,11 ^e	10,42 ^{bc}
Hazır karışım	1,17 ^c	10,16 ^c
Buğday unu	0,50 ^d	10,78 ^{ab}

(1): Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.
*: Kül değerleri kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Yapılan çalışmalarda pirinç unu için kül değerleri; %0,26, %0,51, %0,59 ve %0,60 olarak pirinç unu için nem değerleri ise %12,99, %9,09, %12,17 olarak bulunmuştur (Yıldız 2012; Yarpuz 2011; Torbica ve diğ. 2010; Özüğür 2011; Yalçın 2005).

Yıldız (2012) yaptığı çalışmada mısır nişastası için nem değeri %10,50, kül değeri %0,09 bulunmuştur. Özüğür (2011), mısır nişastası için nem değeri %9,80 ve kül değeri %0,23 bulunmuştur. Mariotti ve diğ. (2009), glutensiz ekmek üretimi için kullandıkları mısır nişastasının nem değerini %13,70 olarak bulmuşlardır. Toufeili ve diğ. (1994), yaptıkları çalışmada mısır nişastası için nem değerini %8,01, kül değerini %0,36 olarak bulmuşlardır.

Yalçın (2005), mısır unu ve pirinç unu kullanarak yaptığı glutensiz ekmek çalışmasında, mısır ununun kül miktarı %0,19 bulunmuştur.

3.1.2 Hammadde Protein Değerleri

Hammadde protein miktarları Çizelge 3.2'de verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde en yüksek değer %23,90 (nohut unu) ve en düşük değer %0,20 (mısır nişastası) olduğu görülmektedir. Nohut ununun diğer unlara ve nişastaya göre oldukça yüksek protein değerine sahip olduğu görülmektedir. Nohut unu kendisinden sonra en yüksek protein değerine sahip olan buğday unundan (%9,10) 2,5 kat daha fazla protein içeriğine sahiptir. Yapılan araştırmalarda protein miktarının mineral madde içeriğiyle pozitif bir ilişki içerisinde olduğu belirtilmiştir. Nohut ununun yüksek protein içeriği yanında mineral madde bakımından zengin olduğu söylenebilir. Nohut unu yüksek protein içeriği sebebiyle ekmek formüllerine eklenmiştir ve son üründe protein miktarını arttırmıştır.

Çizelge 3.2: Hammadde protein değerleri

Örnekler	Protein Miktarı (%)
Pirinç unu	6,65 ^d
Nohut unu	23,90 ^a
Patates unu	7,10 ^c
Mısır unu	5,75 ^e
Mısır nişastası	0,20 ^g
Hazır karışım	2,45 ^f
Buğday unu	9,10 ^b

^(d): Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

*: Protein değerleri kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Yapılan çalışmalarda pirinç unu için protein değerleri; %6,93, %6,84, %7,5, %5,9 ve %7,31 bulunmuştur (Yıldız 2012; Özüğür 2011; Yalçın 2005; Yarpuz 2011; Torbica ve diğ. 2010).

Mısır nişastası için protein değerleri %0,58, %0,58 ve %0,40 bulunmuştur.(Yıldız 2012; Özüğür 2011; Kraut 1989).

Yalçın (2005), mısır unu ve pirinç unu kullanarak yaptığı glutensiz ekmek çalışmasında mısır ununun protein miktarı %6,4 bulunmuştur.

3.1.3 Hammadde Selüloz Miktarı Değerleri

Diyet lifi, sindirim enzimlerine dirençli gıda bileşenlerinden biri olup, başlıca tahıl, meyve ve sebzelerde bulunmaktadır. İnsan ince bağırsağında sindirilemez, buna karşın kalın bağırsakta tamamen ya da kısmen fermente olmaktadır. Diyet lif son yıllarda giderek önemi artan, düşük enerji değerine sahip diyet ürünlerin temel bileşenini oluşturmaktadır. Fonksiyonel ve teknolojik özellikleri nedeniyle sıklıkla gıda formülasyonlarında kullanılan diyet lifin sağlık üzerine de çok sayıda olumlu etkisi bulunmaktadır. Diyet lif bileşenlerinin, kalın bağırsak fonksiyonlarını düzenlediği, glukoz ve lipid metabolizması ile mineral absorpsiyonu üzerinde fizyolojik etkileri olduğu belirtilmektedir. Günümüzde divertiküloz, kabızlık, hemoroit, kolon kanseri, şişmanlık, diyabet ve kalp damar hastalıklarına karşı diyet liflerin koruyucu etkisi kesin olarak bilinmektedir. Diyet lif suda çözünen ve suda çözünmeyen olmak üzere iki grup altında incelenmektedir. Suda çözünmeyen lifler;

lignin, selüloz ve suda çözünmeyen pentozanları içerirken, suda çözünen lifler; suda çözünen pentozanları, pektinleri ve zamksı maddeleri içermektedir (Dülger ve Şahan 2011). Selüloz, insanlar için besin maddesi olmaktan çok doyum sağlayıcı sindirim sistemini regüle edici materyal olarak bilinir (Elgün ve Ertugay 2002).

Hammadde selüloz miktarları Çizelge 3.3’de verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde en yüksek değer %3,16 (nohut unu) ve en düşük değer %0,13 (mısır nişastası) olduğu görülmektedir. Örneklerin selüloz değerleri kıyaslandığında protein değerinde olduğu gibi nohut unu en yüksek değere sahiptir. Yine patates unu ve mısır unu yüksek miktarda selüloz içermektedir. Selüloz suda çözünmeyen diyet lifi grubunda yer aldığı için sağlık açısından değerlendirildiğinde bu değerlerin yüksek olması ekmekleri tüketen insanlar tarafından pozitif olarak değerlendirilecektir.

Çizelge 3.3: Hammadde selüloz değerleri

Örnekler	Selüloz Miktarı (%)
Pirinç unu	0,38 ^{b(1)}
Nohut unu	3,16 ^a
Patates unu	1,32 ^b
Mısır unu	1,59 ^{ab}
Mısır nişastası	0,13 ^b

⁽¹⁾: Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

Yarpuz (2011), glutensiz ekmek üretimiyle ilgili çalışmasında pirinç unu için besinsel lif değerini %2,4 bulmuştur. Bizim çalışmamızda sadece selüloz açısından değerlendirilmiş olup bu değer %0,38 bulunmuştur.

Torbica ve diğ. (2010), glutensiz ekmek yapımı için kullandıkları pirinç ununun selüloz miktarını %0,16 bulmuştur.

3.2 Reolojik Analizler

3.2.1 Farinograf Değerleri

Farklı ekmek formülasyonları kullanarak elde edilen hamurların farinografik özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar sonucu elde edilen bulgular (Çizelge 3.4) ve farinogramları (Şekil A.1) verilmiştir.

Çizelge 3.4: Farinograf değerleri

Örnekler	Su Absorbsiyonu (%)	Gelişme Süresi (s)	Stabilite (s)	Yumuşama Süresi (12.dk)	Yoğurma Toleransı
1	41,50 ^{f(1)}	108,00 ^{h(1)}	82,00 ^{h(1)}	137,00 ^{a(1)}	69,00 ^{e(1)}
2	50,10 ^d	207,00 ^c	182,00 ^e	63,00 ^{def}	86,00 ^d
3	59,80 ^{bc}	321,00 ^a	422,00 ^b	134,00 ^a	36,00 ^f
4	69,55 ^a	267,00 ^b	229,00 ^d	128,00 ^a	64,00 ^e
5	44,40 ^e	132,00 ^g	102,00 ^g	74,00 ^{cd}	62,50 ^e
6	51,20 ^d	99,00 ^h	111,00 ^g	51,00 ^{efg}	90,00 ^d
7	59,80 ^{bc}	193,00 ^d	171,00 ^{ef}	38,00 ^{gh}	38,00 ^f
8	71,10 ^a	156,00 ^{ef}	112,00 ^g	102,00 ^b	65,00 ^e
9	44,40 ^e	142,00 ^g	44,00 ¹	66,00 ^{cde}	105,00 ^{bc}
10	52,00 ^d	189,00 ^d	165,00 ^f	80,00 ^c	114,00 ^{ab}
11	62,00 ^b	165,00 ^e	109,00 ^g	96,00 ^b	121,00 ^a
12	72,30 ^a	189,00 ^d	98,00 ^g	110,00 ^b	95,00 ^{cd}
13	38,40 ^g	259,00 ^b	339,00 ^c	29,00 ^h	20,00 ^g
14	58,80 ^c	144,00 ^{fg}	525,00 ^a	48,00 ^{fg}	48,00 ^f

⁽¹⁾: Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

Su absorpsiyon değerleri incelendiğinde en yüksek değer %72,30 (12 numaralı örnek %30 patates unu içerikli ekmek), en düşük değer %38,40 (13 numaralı örnek patates unu içermeyen ekmek) bulunmuştur. Su absorpsiyon değerleri karşılaştırıldığında ekmek formülasyonunda bulunan patates unu oranı arttıkça su tutma kapasitesinin de arttığı görülmüştür. Guar gam oranı artışı da su absorpsiyonunda etkili olmuştur, fakat 13 numaralı ekmeğin de gam içerdiği düşünüldüğünde bu farklılığın daha çok patates unundan kaynaklandığı görülmektedir. 1 numaralı ekmekte patates unu bulunmazken %30 patates unu içeren 4 numaralı ekmekte su absorpsiyon değeri %41,50'den %69,55'e yükselmiştir. Yine aynı şekilde 5 numaralı örnek (patates unu içermez) ile 8 numaralı örnek (%30

patates unu içerir) arasında %44,40'dan %71,10'a yükselme görülmektedir. Patates unu açısından değerlendirildiğinde ise 9 numara (patates unu içermez, guar gam %3) ve 12 numaralı örnek (patates unu %30, guar gam %3) kıyaslandığında ise yine %30 patates unu ilavesinin su absorpsiyon miktarını %44,40'dan %72,30'a yükselttiği görülmektedir. Guar gamın etkisini görmek için 1 ve 5 numaralı örnek kıyaslandığında ise iki örnek de patates unu içermemesine rağmen %1 guar gam içeren 1 numaralı örneğin su absorpsiyon değeri %41,50 iken, %2 guar gam içeren 5 numaralı örneğin su absorpsiyon değeri %44,40 olarak belirlenmiştir.

Hamur gelişme süresi, protein içeriği arttıkça artış gösterir. Gelişme süresinin uzun olması özün geç kabarcacağını ve dolayısıyla yoğurma süresinin uzun olacağını gösterdiği gibi, öz miktarı ve kalitesinin yüksek olduğunu da göstermektedir. Gelişme süresinin düşük olmasının ekmek hacminin düşmesine, gözenek yapısının bozulmasına sebep olacağı belirtilmiştir. Gelişme süresinin uzunluğu yoğurma süresinin uzunluğuna, öz miktar ve kalitesinin yüksekliğine işaretir (Aydoğan ve diğ. 2012). Gelişme süresi değerleri incelendiğinde en yüksek değer 321 s (3 numaralı örnek), en düşük değer 99 s (6 numaralı örnek) bulunmuştur. Gelişme süresinin glutensiz unlarda buğday unlarında olduğu gibi protein miktarıyla orantılı olmadığı görülmüştür.

Stabilite, hamurun işlenmeye dayanıklılığını gösteren değerdir. Hamur işleme sırasında kıvamını muhafaza etmeli ve hiçbir surette yumuşayıp sulanmamalıdır. Stabilite kısa olursa hamurun işleme yeteneği o oranda azalır ve fermantasyon süresi kısalmır (Aydoğan ve diğ. 2012). Stabilite süresi incelendiğinde en yüksek stabilite değeri 525 s (14 numaralı örnek), en düşük stabilite değeri 44 s (9 numaralı örnek) bulunmuştur. Bu değerler incelendiğinde glutensiz ekmek hamurlarının stabilite değerlerinin buğday ununa göre oldukça düşük değerde olduğu görülmektedir. Bu da hamur özelliklerinin oldukça farklı olduğunu glutensiz unlardan yapılan hamurların buğday unundan yapılan hamura göre oldukça yumuşak olduğunu göstermektedir.

Kaliteli ekmeklik buğdaylarda yumuşama derecesinin düşük olması istenmektedir (Aydoğan ve diğ. 2012). Örneklerin yumuşama süreleri incelendiğinde en düşük değer 29 BU (13 numaralı örnek hazır glutensiz karışım), en yüksek değer 137 BU (1 numaralı örnek) bulunmuştur. Glutensiz unlardan yapılan hamurlarda bu

değerin çok etkili olmayacağı düşünülmektedir. Glutensiz unlardan yapılan hamurlarda olgunlaşma süresi yerine homojen bir karışım elde edilmesi beklenmektedir. Glutensiz hamurlar kek hamuruna daha yakın bir kıvamda olup ekmek hamurundan oldukça yumuşak yapıdadır.

Yoğurma toleranslarına bakıldığında en düşük değer 20.00 ile hazır karışıma ait ekmekte olduğu görülmüştür.

3.2.2 Ekstensograf Değerleri

Farklı ekmek formülasyonları kullanarak elde edilen hamurların ekstensograf özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar sonucu elde edilen bulgular (Çizelge 3.5) ve ekstensograf grafikleri (Şekil A.2) verilmiştir.

Uzayabilirlik değerleri incelendiğinde glutensiz hamur örnekleri için birbirine yakın değerler bulunmuş olup buğday unundan yapılan hamura bakıldığında çok farklı olduğu görülmektedir. Bu farkın sebebi buğday ununda bulunan, hamurun uzamasını sağlayan gluten proteindir. Glutensiz hamurlar gelen ilk darbeye uzama göstermeden doğrudan kopmuştur. Bu değerler 45. , 90. ve 135. dakika da aynı şekilde devam etmiştir.

Eğrilerin altında kalan kısım sahanın planimetrik alanı olup enerji değerini vermektedir. Enerji değeri cm^2 cinsinden ifade edilir. Ekmeklik unlarda bu alan 80 cm^2 'den yüksek olmalıdır. Enerji, hamurun işlemeye karşı mukavemeti ve işlenebilirlik derecesini gösterir. Düşük enerjili hamurların sert hazırlanıp kısa sürede işlenmesi gerekir. Bu değer yüksek olması; hamurun gaz tutma kapasitesinin ve fermantasyon toleransının yüksek olduğunu gösterir. Bu tür hamurlardan yapılan ekmeklerin hacmi de yüksek olur (Elgün ve diğ. 2002). Glutensiz unlardan yapılan hamurların enerji değerleri incelendiğinde oldukça düşük değerler elde edildiği görülmektedir. Hamurun doğrudan kopmasıyla eğri altında geniş bir alan oluşmadığı için bu sonuç meydana gelmiştir. Ekstensograf grafikleri incelendiğinde (Şekil A.2) bu farklılık açık olarak görülmektedir.

Çizelge 3.5: Ekstensograf değerleri

Örnekler	45. dakika				90. dakika				135. dakika			
	Uzayabilirlik	Max direnç	Enerji	Oran max	Uzayabilirlik	Max direnç	Enerji	Oran max	Uzayabilirlik	Max direnç	Enerji	Oran max
1	23,00 ¹	663,00 ^c	17,00 ^e	28,60 ^b	27,00 ^{fg}	921,00 ^c	27,00 ^c	34,10 ^a	26,00 ^f	820,00 ^c	21,00 ^c	31,30 ^a
2	25,00 ^h	608,50 ^e	19,00 ^e	21,50 ^c	25,00 ^h	584,50 ^d	17,00 ^{efg}	23,20 ^c	24,00 ^g	533,50 ^{ef}	14,00 ^{fg}	22,30 ^d
3	34,00 ^{bc}	441,00 ¹	18,00 ^e	12,60 ⁱ	30,00 ^d	371,50 ⁱ	14,00 ^g	12,50 ^j	27,00 ^{ef}	374,00 ¹	12,00 ^g	13,80 ¹
4	33,00 ^{cd}	475,00 ^h	19,00 ^e	14,40 ¹	28,00 ^{ef}	360,00 ⁱ	14,00 ^g	13,50 ⁱ	29,00 ^d	364,00 ¹	14,00 ^{fg}	12,80 ^j
5	28,00 ^g	573,50 ^{fg}	19,00 ^e	19,70 ^e	26,00 ^{gh}	580,50 ^d	17,00 ^{efg}	22,50 ^d	24,00 ^g	573,50 ^d	15,00 ^{efg}	24,10 ^c
6	31,00 ^{ef}	455,50 ^{hi}	17,00 ^e	14,70 ¹	29,00 ^{de}	539,00 ^e	18,00 ^{ef}	18,40 ^g	26,00 ^f	512,00 ^{ef}	16,00 ^{def}	19,70 ^e
7	34,00 ^{bc}	572,00 ^{fg}	23,00 ^d	16,90 ^h	32,00 ^c	487,50 ^{gh}	18,00 ^{ef}	15,20 ^h	28,00 ^{de}	466,00 ^g	15,00 ^{efg}	16,50 ^g
8	32,00 ^{de}	591,50 ^{ef}	23,00 ^d	18,60 ^{fg}	32,00 ^c	460,00 ¹	18,00 ^{ef}	14,20 ¹	31,00 ^c	423,00 ^h	16,00 ^{def}	13,40 ⁱ
9	30,00 ^f	552,00 ^g	19,00 ^e	18,30 ^g	26,00 ^{gh}	512,00 ^{fg}	16,00 ^{fg}	19,90 ^e	24,00 ^g	535,00 ^e	14,00 ^{fg}	22,10 ^d
10	32,00 ^{de}	646,00 ^{cd}	24,00 ^{cd}	20,30 ^d	30,00 ^d	578,00 ^d	20,00 ^{de}	19,30 ^f	29,00 ^d	537,00 ^e	18,00 ^{cde}	18,40 ^f
11	35,00 ^b	664,50 ^c	27,00 ^c	18,70 ^f	35,00 ^b	532,50 ^{ef}	22,00 ^d	15,50 ^h	31,00 ^c	499,00 ^{fg}	19,00 ^{cd}	15,90 ^h
12	33,00 ^{cd}	619,50 ^{de}	24,00 ^{cd}	18,80 ^f	35,00 ^b	465,00 ^{hi}	20,00 ^{de}	13,30 ⁱ	32,05 ^c	417,50 ^h	16,00 ^{def}	12,70 ^j
13	34,00 ^{bc}	1074,50 ^a	35,00 ^b	31,60 ^a	34,00 ^b	1051,50 ^a	36,00 ^b	30,80 ^b	35,00 ^b	1046,00 ^a	38,00 ^b	29,90 ^b
14	135,00 ^a	726,00 ^b	130,00 ^a	5,40 ^j	102,00 ^a	955,00 ^b	123,00 ^a	9,40 ^k	95,00 ^a	956,50 ^b	115,00 ^a	10,10 ^k

⁽¹⁾: Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

3.2.3 SMS/Kieffer Hamur ve Gluten Uzayabilirlik Testi

Sonuçları

Farklı ekmek formülasyonları kullanılarak elde edilen hamurların uzayabilirlik testi sonucunda elde edilen değerleri Çizelge 3.6'da, grafikleri ise Şekil A.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.6: Ekmek formülasyonları ile hazırlanan hamur uzayabilirlik değerleri

Örnekler	Uzamaya Karşı Gösterilen Max Direnç (g)	Uzayabilirlik (mm)	Alan (g.mm)
1	12,56 ^{fg(1)}	4,09 ^{bcd(1)}	16,18 ^{d(1)}
2	13,50 ^f	2,55 ^{de}	16,87 ^d
3	12,84 ^{fg}	5,13 ^b	28,34 ^c
4	10,33 ^h	4,97 ^{bc}	24,13 ^{cd}
5	12,68 ^{fg}	4,77 ^{bc}	23,78 ^{cd}
6	15,55 ^{de}	3,45 ^{bcde}	22,89 ^{cd}
7	13,80 ^f	3,57 ^{bcde}	22,42 ^{cd}
8	11,34 ^{gh}	3,41 ^{cde}	18,01 ^{cd}
9	16,63 ^{cd}	3,98 ^{bcd}	26,40 ^{cd}
10	17,65 ^c	2,09 ^e	19,70 ^{cd}
11	14,18 ^{ef}	3,61 ^{bcde}	24,23 ^{cd}
12	12,58 ^{fg}	3,86 ^{bcd}	21,37 ^{cd}
13	33,76 ^a	3,37 ^{cde}	42,53 ^b
14	26,62 ^b	24,14 ^a	281,28 ^a

⁽¹⁾: Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

Bu test sonucunda uzamaya karşı gösterilen maksimum direnç, uzayabilirlik ve eğri altındaki alan değerleri elde edilmiştir. Uzamaya karşı gösterilen direnç değerleri incelendiğinde en yüksek değer 33,76 g (13 numaralı örnek) ve en düşük değer 10,33 g (4 numaralı örnek) olduğu bulunmuştur. Sonuçlar ekstensograf analiziyle karşılaştırıldığında yine maksimum direnci en fazla hazır karışımdan (13 numaralı örnek) yapılan hamurun gösterdiği görülmüştür.

Uzayabilirlik değerleri kıyaslandığında ekmeklik buğday ununun uzayabilirlik değerinin diğer örneklere göre oldukça fazla olduğu görülmektedir. En yüksek uzayabilirlik değeri 24,14 mm (14 numaralı örnek) ve en düşük uzayabilirlik değeri 2,09 mm (10 numaralı ekmek) olarak bulunmuştur. Ekmeklik un dışındaki örneklerde gluten proteini olmadığı için hamurda uzama olmadan kopma

gerçekleşmiştir. Gluten hamurda uzamayı sağlayan hamura viskoelastik özellik kazandıran proteindir. Ayrıca hamurda fermantasyon sırasında oluşan gazın hamur içinde tutulmasını sağlar. Bu analizdeki uzayabilirlik değeri ile ekstensograf analizinde bulunan uzayabilirlik değeri sonuçları birbirini doğrulamaktadır. Ekstensograf sonuçlarında glutensiz hamurlarla buğday unundan elde edilen hamur kıyaslandığında oradaki oranın ortalama 4 kat olduğu görülürken, bu oran Kieffer'de yaklaşık 6 kattır.

Alan değerleri kıyaslandığında en yüksek değer uzayabilirlik değeriyle doğru orantılı olarak 281,28 g.mm (14 numaralı örnek), en düşük değer 16,18 g.mm (1 numaralı örnek) bulunmuştur. Glutensiz hamurlar arasında bir kıyaslama yapıldığında ilk 12 örneğin hemen hemen benzer sonuçlar verdiği görülürken hazır karışımdan yapılan hamurun daha yüksek alan değerine sahip olduğu görülmektedir. Glutensiz karışımdan hazırlanan hamurun uzayabilirlik değeri düşük olmasına rağmen uzamaya karşı gösterdiği direnç bu farklılığa sebep olmuştur. Ekmeklik buğday unundan yapılan örneği (14 numaralı örnek) diğer örneklerle kıyasladığımızda büyük bir farkla diğer değerlerden daha fazla olduğu görülmektedir. Alan değerini ekstensograf analizindeki enerji değeri ile kıyasladığımızda diğer sonuçlarda olduğu gibi yine doğru orantılı sonuçlar ortaya çıkmıştır.

3.3 Ekmek Analizleri

3.3.1 Ekmek Ağırlık, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri

Ekmek örneklerinin ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri Çizelge 3.7'de verilmiştir. Örneklerin ağırlık değerlerine bakıldığında bütün ekmeklerin 450 g hamurdan yapılmasına rağmen piştikten sonra ekmek ağırlıklarının farklı olduğu görülmüştür. Ekmek örnekleri ağırlıkları kıyaslandığında glutensiz unlardan yapılan ekmeklerdeki patates unu oranı arttıkça ekmek ağırlığının da arttığı görülmektedir. Patates unu içermeyen ekmek 385,83 g gelirken %30 patates unu içeren ekmek 393,77 g gelmektedir. Bu farklılık patatesin su tutma özelliğinden kaynaklanmaktadır. Kendi formülümüzle hazırladığımız glutensiz ekmeklerde bu değerlerin birbirine daha yakın olduğu görülürken hazır karışımdan yapılan glutensiz

ekmeğin daha az pişme kaybına uğradığı görülmektedir. Buğday unundan yapılan ekmeğin ise en az pişme kaybına uğrayan ekmek olduğu görülmektedir. Glutensiz ekmeklerdeki yüksek pişme kaybının fazla olması hamurun su kaldırmasının hazır glutensiz karışıma ve buğday ununa göre daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 3.7: Ekmek ağırlığı, hacmi, spesifik hacim değerleri

Örnekler	Örnek Ağırlığı (g)	Örnek Hacmi (cm ³)	Spesifik Hacim (cm ³ /g)
1	385,83 ^{d(1)}	757,00 ^{f(1)}	1,96 ^{d(1)}
2	386,00 ^d	730,00 ^g	1,89 ^e
3	385,01 ^d	690,00 ^h	1,79 ^f
4	393,77 ^c	654,00 ⁱ	1,66 ^g
5	370,76 ^h	809,00 ^c	2,18 ^b
6	386,29 ^d	784,00 ^{de}	2,03 ^d
7	383,28 ^{de}	719,00 ^g	1,88 ^e
8	380,71 ^{ef}	661,00 ⁱ	1,74 ^f
9	379,80 ^{fg}	799,00 ^{cd}	2,10 ^c
10	376,88 ^g	794,00 ^{cd}	2,11 ^c
11	380,59 ^{ef}	758,00 ^f	1,99 ^d
12	380,22 ^{ef}	767,50 ^{ef}	2,02 ^d
13	405,33 ^b	900,00 ^b	2,22 ^b
14	420,83 ^a	1230,00 ^a	2,92 ^a

⁽¹⁾: Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

Hacim değerleri incelendiğinde patates unu oranı arttıkça ekmek hacim değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Su tutma oranı yani ekmeğin nem değeri arttıkça hacim değeri daha düşük ekmekler elde edilmiştir. Glutensiz ekmekler kendi arasında kıyaslandığında hazır glutensiz undan yapılan glutensiz ekmeğin hacim değerinin diğerlerine göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bunun da bu karışımın patates unu içermemesinden ve gam olarak pektin yanında ksantan gam içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. En yüksek ekmek hacmine 14 numaralı örnek yani ekmeklik buğday unundan yapılan ekmek sahiptir. Buğday unu gluten içeriğinden dolayı gaz tutma yeteneğine sahip olduğu için yüksek hacim elde edilmiştir.

Örneklerin spesifik hacimleri 2,92 cm³/g (14 numaralı örnek) ile 1,66 cm³/g (4 numaralı örnek) arasında değişmektedir.

Demirkese ve diğ. (2010), glutensiz ekmek üretiminde guar gam ve DATEM'in birlikte kullanılması ile pirinç unundan üretilen kontrol ekmeklerinden daha yüksek ekmek hacminin elde edildiğini belirlemiştir.

Lazaridou ve diğ. (2007), glutensiz pirinç ekmeği üretiminde guar gamın ekmekte hacim artışına neden olduğunu, Gambus ve diğ. (2001), mısır unu, mısır nişastası ve patates nişastasından üretilen glutensiz ekmekte guar gamın ekmeklerde hacim artışına neden olduğunu belirlemişlerdir.

Ribotta ve diğ. (2001), farklı emilgator ve gamların ekmek performansı, reolojisi ve tekstürüne etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, DATEM ve guar gam kullanımının başta ekmek hacmi ve tekstürünü geliştirerek, ekmek performansını olumlu etkilediklerini belirtmişlerdir.

Yarpuz (2011), yapmış olduğu glutensiz ekmek çalışmasında; guar gam oranındaki artışa bağlı olarak ekmek ağırlığının da yükseldiği, gam kullanılmayan ekmeklerde 179,449 g olan ekmek ağırlığının %1 gam ilavesi ile 195,915 g'a ulaştığını bulgulamıştır.

Glutensiz ekmek örneklerinin hacim ve spesifik hacim değerleri sırasıyla, 251,67 ile 370,21 ml ve 1,43 ile 1,92 ml/g arasında değişim göstermiştir. Glutensiz ekmeklerde minimum ve maksimum ekmek ağırlığı değerleri 159,1 ile 214,3 g arasında değişim gösterirken, ortalama ekmek ağırlık değeri 186,7 g olarak bulunmuştur (Yarpuz 2011). Ekmek ağırlıkları ve hacimleri kesilen hamur büyüklüğüne göre değişeceği için spesifik hacimler arasında bir karşılaştırma yapılmıştır.

Demirkese ve diğ. (2010), glutensiz ekmek formülasyonunda %0,5 oranında farklı gam ve emülgator çeşitleri kullanmışlardır. Çalışma sonucunda kontrol ekmeğinde spesifik hacim değeri yaklaşık 0,75 g/ml, DATEM ilavelide 0,80 g/ml guar gam ilaveli ekmekte 0,90 g/ml ve guar gam + DATEM katkılı ekmekte ise bu değer 1,4 g/ml olarak bulunmuştur.

Yılmaz (2014), yapmış olduğu çalışmada glutensiz ekmeklerin hacim değerlerinin 288,30 ml ile 448,50 ml, spesifik hacim değerlerinin ise $2,08 \pm 0,01$ ml/g ile 2,89 ml/g arasında değiştiğini belirlemiştir.

3.3.2 Ekmek Nem, Kül, Protein ve Yağ Değerleri

Farklı formülasyonlara sahip ekmek örneklerinin nem, kül, protein ve yağ değerleri kuru madde esasına göre hesaplanıp Çizelge 3.8'de verilmiştir. Örneklerin nem değerleri %45,22 (1 numaralı örnek) ile %59,04 (12 numaralı örnek) arasında değişmiştir. 12 numaralı ekmek (%30 patates unu ve %3 guar gam içeren ekmek) en yüksek su tutma kapasitesine sahip ekmek olarak doğru orantılı nem değeri de en fazla bulunan ekmek olmuştur.

Ekmeklerin kül değerlerine bakıldığında ise değerlerin %0,66 (14 numaralı örnek) ile %2,57 (1 numaralı örnek) arasında değiştiği görülmektedir. Kül miktarları kuru madde esasına göre hesaplanmıştır. Glutensiz ekmeklerin kül miktarları içerdikleri hammaddelerin kül miktarı fazla olduğu için buğday unundan yapılan ekmeğe göre daha yüksek bulunmuştur. Kullanılan hammaddelerin son ürünlerdeki etkileri bu şekilde görülmektedir.

Ekmeklerin protein değerlerine bakıldığında değerlerin %1,05 (13 numaralı örnek) ile %6,50 (14 numaralı örnek) arasında değiştiği görülmektedir. Glutensiz ekmeklerin protein miktarları ise %4 ile %5 arasında değişim göstermiştir ve istatistiki açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır. Mısır nişastasının düşük protein içeriği ve ekmek formüllerindeki oranı göze alındığında ekmeklerin protein değerini düşürdüğü görülmektedir. Pirinç unu ve mısır unu protein değerini etkilerken, yüksek protein içerikli nohut unu protein değerinin artmasını sağlamış ancak yüksek oranlarda kullanımı duyuşsal özellikleri olumsuz yönde etkilediği için ekmek formüllerinde %5'den daha fazla kullanılamamıştır.

Ekmeklerin yağ değerlerine bakıldığında değerlerin %0,80 (14 numaralı örnek) ile %6,82 (13 numaralı örnek) arasında değiştiği görülmektedir. Buğday unundan yapılan ekmek (14 numaralı ekmek) hariç diğer glutensiz ekmekler arasında istatistiki açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır. Glutensiz ekmek

formülasyonlarında kullanılan %10 tereyağı bu farklılığa sebep olmuştur ve glutensiz ekmeklerdeki yağ oranını yükseltmiştir. Buğday unundan yapılan ekmekte tereyağı içeriği bulunmamaktadır.

Çizelge 3.8: Ekmeklerin nem, kül, protein ve yağ içerikleri

Örnekler	Nem Değerleri (%)	Kül Değerleri (%)	Protein Değerleri (%)	Yağ Değerleri (%)
1	45,22 ^{h(1)}	2,57 ^{a(1)}	4,32 ^{b(1)}	6,55 ^{a(1)}
2	48,52 ^{ef}	2,31 ^{ab}	4,38 ^b	6,45 ^a
3	51,10 ^d	2,24 ^{ab}	4,57 ^b	6,78 ^a
4	56,36 ^b	2,11 ^{ab}	4,75 ^b	6,48 ^a
5	48,29 ^{fg}	1,74 ^{bcd}	4,54 ^b	6,68 ^a
6	48,28 ^{fg}	1,85 ^{bc}	4,68 ^b	6,72 ^a
7	54,73 ^c	2,55 ^a	4,84 ^b	6,69 ^a
8	56,64 ^b	0,80 ^{ef}	4,96 ^b	6,59 ^a
9	49,58 ^e	1,08 ^{ef}	4,65 ^b	6,61 ^a
10	54,33 ^c	0,99 ^{ef}	4,75 ^b	6,75 ^a
11	56,82 ^b	1,34 ^{cde}	4,84 ^b	6,57 ^a
12	59,04 ^a	1,21 ^{def}	4,87 ^b	6,69 ^a
13	47,12 ^g	1,22 ^{def}	1,05 ^c	6,82 ^a
14	45,45 ^h	0,66 ^f	6,50 ^a	0,80 ^b

⁽¹⁾: Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

Yarpuz (2011), karabuğday unu kullanılmayan ve %10, %15 ve %20 oranında karabuğday unu kullanılarak hazırlanan glutensiz ekmeklerin su miktarlarını nem oranlarını %43,90, %45,40, %49,40 ve %50,50 olarak belirlemiştir. İstatistiki olarak en yüksek değer %20 karabuğday unu ikamesi ile elde edilmiştir.

Yalvaç ve diğ. (2001), glutensiz ekmek üretiminde nişasta ve gam içeren bir formülasyon kullanmışlar ve çalışma sonunda 100 g ekmekte 44,68 g su oranı belirlemişlerdir.

Özüğür (2011), glutensiz ekmeklere ekşi hamur ilavesi ile ilgili yaptığı çalışmada glutensiz ekmek nem değerleri %55,1 ile %55,7 arasında değişmiştir.

Yarpuz (2011), yaptığı çalışmada farklı oranlarda karabuğday unu kullanılarak hazırlanan glutensiz ekmeklerde kül içeriklerini %2,84 ile %3,25 arasında bulmuştur. Farklı oranlarda lüpen unu kullanılarak hazırlanan glutensiz ekmeklerde kül miktarları %2,84 ile %3,21 arasında değişmiştir.

Yılmaz (2014), yaptığı çalışmada örneklerin nem değerleri %8,05±0,05 ile %14,27±0,05 arasında, kül değerleri %0,44±0,05 ile %1,93±0,02 arasında ve protein değerleri ise %0,67±0,06 ile %2,32±0,07 arasında değişmiştir.

Mubarak (2001), %6 oranında lüpen unu kullanarak hazırladıkları ekmeklerde kül miktarının %1,28'den (kontrol) %1,40'a yükseldiğini rapor etmiştir.

Levent ve Bilgiçli (2011), glutensiz kek örneklerinde %1,73 olan kül içeriğinin %40 lüpen unu ikamesiyle %2,02'lere çıktığını rapor etmişlerdir.

Yalvaç ve diğ. (2001), nişasta bazlı glutensiz ekmekte %0,75 protein bulunduğunu belirlemişlerdir. Nişasta bazlı olarak hazırlanan bu ekmeğe göre, mevcut çalışmada %30 lüpen unu ilavesi ile hazırlanan ekmeklerin 20 kata yakın protein içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir.

3.3.3 Ekmek İçi Doku (TPA) Özellikleri

Tekstür analiz cihazında sertlik (hardness), yaylanabilirlik (springiness), yapışıklık (cohesiveness), sakızimsılık (gumminess), çiğnenebilirlik (chewiness) ve yapışkanlık (adhesiveness) değerleri ölçülmüştür. TPA ölçüm parametrelerinden sertlik, birinci sıkıştırma sırasında ölçülen maksimum kuvvet olarak tanımlanırken, kırılganlık, ilk baskıda görülen en büyük pik notasıdır. Yapışkanlık, ilk baskıda gösterdiği direncin ikinci geri çekilişle olan ilişkisini verir ($Alan2/Alan1$). Elastikiyet, ilk baskıdan sonra ürünün kendi haline geçmesi için gösterdiği etkidir. Birinci ve ikinci sıkıştırma işlemi sırasında geçen zaman birine oranlanarak hesaplanmaktadır ($Uzunluk2/Uzunluk1$). 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 (Özüğür 2011).

3.3.3.1 Sertlik Değeri

Ekmeklerin sertlik değerleri yapıldığı gün dahil 5 gün boyunca izlenmiş ve elde edilen değerler Çizelge 3.9'da verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde ilk günden beşinci güne kadar ekmek sertlik değerlerinin bütün ekmeklerde 2,5-3 kat arttığı görülmüştür. Birinci gün değerleri incelendiğinde patates unu oranı fazla olan ekmeklerin daha düşük bir sertlik değerine sahip olduğu görülmektedir. En yumuşak ekmeğin %30 patates unu ve %3 guar gam içeriği ile 12 numaralı ekmek olduğu, en sert ekmeğin ise patates unu içermeyen ve %1 guar gam içeren 1 numaralı ekmek olduğu görülmektedir. İlk gün en yumuşak ekmek 12 numaralı ekmek olmasına rağmen 5. günde en yumuşak ekmeğin buğday unundan yapılan ekmek olduğu görülmektedir. Bunun 12 numaralı ekmeğin mısır unu içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 3.9: Ekmeklerin 5 gün boyunca izlenen sertlik değerleri

Örnekler	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün
1 (pu -, gg %1)	676,70 ^{a(1)}	1330,75 ^{a(1)}	1309,80 ^{a(1)}	1421,38 ^{a(1)}	1621,20 ^{a(1)}
2 (pu %10, gg %1)	584,90 ^{abc}	1378,13 ^a	1013,80 ^b	1078,66 ^b	1175,80 ^b
3 (pu %20, gg %1)	348,90 ^d	434,30 ^e	585,63 ^{fg}	871,72 ^{cd}	815,70 ^{de}
4 (pu %30, gg %1)	338,50 ^d	408,50 ^e	425,25 ^g	645,74 ^{fgh}	678,40 ^{def}
5 (pu -, gg %2)	519,90 ^{bc}	913,30 ^b	1249,30 ^a	981,48 ^{bc}	1102,00 ^b
6 (pu %10, gg %2)	492,90 ^c	808,40 ^{bc}	944,90 ^{bc}	758,14 ^{def}	1086,30 ^b
7 (pu %20, gg %2)	365,60 ^d	418,00 ^e	575,20 ^{fg}	545,72 ^{gh}	758,40 ^{def}
8 (pu %30, gg %2)	299,30 ^d	465,90 ^{de}	590,92 ^{fg}	612,00 ^{fgh}	669,10 ^{def}
9 (pu -, gg %3)	358,80 ^d	638,00 ^{cd}	815,86 ^{cd}	653,00 ^{efg}	841,90 ^{cde}
10 (pu %10, gg %3)	293,40 ^d	426,10 ^e	755,28 ^{de}	764,83 ^{def}	710,50 ^{def}
11 (pu %20, gg %3)	342,00 ^d	425,63 ^e	524,68 ^{fg}	707,25 ^{def}	641,25 ^{ef}
12 (pu %30, gg %3)	284,38 ^d	489,25 ^{de}	629,63 ^{ef}	846,17 ^{cde}	848,38 ^{cd}
13 (pu -)	600,60 ^{ab}	757,60 ^{bc}	1054,20 ^b	843,20 ^{cde}	1020,90 ^{bc}
14 (pu -)	355,30 ^d	392,60 ^e	594,00 ^{fg}	454,10 ^h	598,30 ^f

(1): Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

* : pu: patates unu, gg: guar gam

*: Değerlerin birimi g olarak verilmiştir.

Mezaize ve diğ. (2009), glutensiz ekmek üretiminde karabuğday unu, guar gam ve çeşitli katkıları kullanmışlardır. Ekmeklerin sertlik değerleri, kontrol ekmekte 6,01 N, guar gam katkılı ekmekte 2,91 N ve karabuğday ikameli ekmekte yaklaşık 1 N olarak belirlenmiştir.

Demirkese ve diğ. (2010), glutensiz ekmek formülasyonda %0,5 oranında farklı gam ve emülgatör çeşitleri kullanmıştır. Pirinçten üretilen kontrol ekmeğinde sertlik değeri yaklaşık 3 N olarak belirtilirken, DATEM katkılı ekmekte 1,8 N, guar gam katkılı ekmekte 1,5 N, guar gam+DATEM katkılı ekmekte ise bu değer 0,5 N olarak belirlenmiştir.

Yarpuz (2011), 24. ve 72. saatlerde yapmış olduğu glutensiz ekmeklerin sertlik değerlerini ölçmüştür. 24. saat sonunda ekmek içi sertlik değerleri tüm ekmek örnekleri için 0,030-0,068 N/cm² arasında değişirken ortalama değer 0,044 N/cm² olarak bulunmuştur. 72. saat sonunda ekmek içi sertlik değerleri ise tüm ekmek örnekleri için 0,028-0,475 N/cm² arasında değişirken ortalama değer 0,258 N/cm² olarak bulunmuştur.

Yılmaz (2014), yaptığı çalışmada glutensiz karışımlarda ekmek içi sertlik değerleri 2. saatin sonunda 177 g ile 783 g arasında değiştiğini bulmuş olup, şahit ekmeğin sertlik değeri ise 239 g olarak belirlenmiştir. Şahit ekmeğin 24. saat sertlik değeri 623 g olarak tespit edilirken, glutensiz karışımlardan yapılan ekmeklerin sertlik değerleri 629 g ile 5523 g arasında değişmiştir. 72. saat ekmek içi sertlik değerleri glutensiz karışımlardan elde edilen ekmeklerde 1011 g ile 12215 g arasında değişiklik göstermiş, şahit ekmekte bu değer 787 g olarak tespit edilmiştir.

Ekmekler 5 gün boyunca oda koşullarında depolanmış ve patates unu içeren ekmeklerin bu süre sonunda daha yumuşak olduğu, bunun için tercih sebebi olabileceği düşünülmektedir. Ancak patates unu içeren ekmeklerin yüksek nem içeriği daha çabuk mikrobiyal bozunmaya sebep olduğu için raf ömrü bu ekmekler için kısalmaktadır. Bunun için saklama koşullarına dikkat edilmelidir.

3.3.3.2 Yaylanabilirlik Değeri

Ekmeklerin yaylanabilirlik değerleri yapıldığı gün dahil 5 gün boyunca izlenmiş ve elde edilen değerler Çizelge 3.10'da verilmiştir. Yaylanabilirlik değerlerinde ekmeklerin yapıldığı ilk günden 5. güne kadar azalma olduğu görülmektedir. Ekmeklerin sertlik değerleri arttıkça yaylanabilirlik değerleri azalmıştır. Bu düşüşün 2. günde çok fazla olduğu takip eden günlerde ise 2. güne daha yakın değerler olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.10: Ekmeklerin 5 gün boyunca izlenen yaylanabilirlik değerleri

Örnekler	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün
1 (pu -, gg %1)	16,86 ^{a(1)}	3,01 ^{abc(1)}	3,21 ^{bc(1)}	2,73 ^{ab(1)}	2,76 ^{bc(1)}
2 (pu %10, gg %1)	15,09 ^{ab}	2,78 ^{bcd}	2,74 ^{cd}	2,35 ^{bcd}	2,55 ^{bcd}
3 (pu %20, gg %1)	5,61 ^c	2,43 ^{bcd}	3,11 ^{bc}	2,51 ^{abc}	2,22 ^{cde}
4 (pu %30, gg %1)	6,57 ^c	2,61 ^{bcd}	1,88 ^f	2,19 ^{bcd}	2,18 ^{cde}
5 (pu -, gg %2)	11,85 ^b	2,33 ^{cde}	2,62 ^{cde}	1,76 ^{def}	2,41 ^{cd}
6 (pu %10, gg %2)	11,33 ^b	2,62 ^{bcd}	2,94 ^{bc}	2,09 ^{cdef}	2,53 ^{bcd}
7 (pu %20, gg %2)	6,53 ^c	2,18 ^{def}	2,31 ^{def}	1,90 ^{def}	1,79 ^{ef}
8 (pu %30, gg %2)	4,42 ^c	2,04 ^{ef}	2,24 ^{def}	1,92 ^{def}	2,11 ^{de}
9 (pu -, gg %3)	4,91 ^c	2,06 ^{def}	2,06 ^{ef}	1,75 ^{ef}	2,63 ^{bcd}
10 (pu %10, gg %3)	4,17 ^c	1,50 ^f	2,13 ^{def}	1,92 ^{def}	2,47 ^{cd}
11 (pu %20, gg %3)	4,98 ^c	1,56 ^f	2,05 ^{ef}	1,56 ^f	1,69 ^{ef}
12 (pu %30, gg %3)	3,77 ^c	1,97 ^{ef}	1,93 ^f	1,67 ^{ef}	1,43 ^f
13 (pu -)	14,34 ^{ab}	3,13 ^{ab}	3,38 ^b	2,54 ^{abc}	3,14 ^{ab}
14 (pu -)	12,03 ^b	3,61 ^a	4,27 ^a	3,00 ^a	3,53 ^a

(1): Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

* : pu: patates unu, gg: guar gam

*: Değerlerin birimi mm olarak verilmiştir.

3.3.3.3 Yapışıklık Değeri

Ekmeklerin yapışıklık değerleri yapıldığı gün dahil 5 gün boyunca izlenmiş ve elde edilen değerler Çizelge 3.11'de verilmiştir. Yapışıklık değerlerinde ekmeklerin yapıldığı ilk günden ikinci güne bir artış meydana gelirken; ikinci günden beşinci güne kadar bulunan sonuçların birbirine yakın olduğu görülmüştür.

Çizelge 3.11: Ekmeklerin 5 gün boyunca izlenen yapışıklık değerleri

Örnekler	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün
1 (pu -, gg %1)	0,03 ^{b (1)}	0,17 ^{bcd (1)}	0,18 ^{bcd (1)}	0,15 ^{b (1)}	0,14 ^{bcd (1)}
2 (pu %10, gg %1)	0,21 ^a	0,21 ^{bc}	0,17 ^{abc}	0,16 ^b	0,15 ^{bcd}
3 (pu %20, gg %1)	0,03 ^b	0,18 ^{bcd}	0,21 ^b	0,16 ^b	0,14 ^{cdef}
4 (pu %30, gg %1)	0,02 ^b	0,21 ^b	0,14 ^{def}	0,15 ^b	0,14 ^{bcd}
5 (pu -, gg %2)	0,01 ^b	0,16 ^{cdef}	0,18 ^{bcd}	0,09 ^e	0,13 ^{def}
6 (pu %10, gg %2)	0,01 ^b	0,17 ^{cdef}	0,16 ^{bcd}	0,14 ^{bc}	0,16 ^{bcd}
7 (pu %20, gg %2)	0,01 ^b	0,16 ^{def}	0,17 ^{bcd}	0,12 ^{bcd}	0,12 ^{ef}
8 (pu %30, gg %2)	0,07 ^{ab}	0,15 ^{def}	0,15 ^{cdef}	0,12 ^{bcd}	0,13 ^{def}
9 (pu -, gg %3)	0,03 ^b	0,13 ^{fg}	0,13 ^{ef}	0,11 ^{cde}	0,19 ^b
10 (pu %10, gg %3)	0,02 ^b	0,10 ^{gh}	0,14 ^{def}	0,10 ^{de}	0,17 ^{bcd}
11 (pu %20, gg %3)	0,01 ^b	0,09 ^h	0,14 ^{def}	0,09 ^e	0,10 ^{fg}
12 (pu %30, gg %3)	0,04 ^b	0,13 ^{efg}	0,11 ^f	0,08 ^e	0,07 ^g
13 (pu -)	0,01 ^b	0,18 ^{bcd}	0,20 ^{bc}	0,16 ^c	0,18 ^{bc}
14 (pu -)	0,02 ^b	0,30 ^a	0,31 ^a	0,23 ^a	0,26 ^a

(1): Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

* : pu: patates unu, gg: guar gam

3.3.3.4 Sakızimsılık Değeri

Ekmeklerin sakızimsılık değerleri yapıldığı gün dahil 5 gün boyunca izlenmiş ve elde edilen değerler Çizelge 3.12’de verilmiştir. Yapışıklık değerinde olduğu gibi sakızimsılık değerinde de ikinci gün birinci güne göre çok yüksek değerler elde edilmiştir. Sakızimsılık değeri ikinci günde en az 30 kat artmış olup takip eden günlerde 2. güne daha yakın değerler bulunmuştur.

Çizelge 3.12: Ekmeklerin 5 gün boyunca izlenen sakızimsılık değerleri

Örnekler	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün
1 (pu -, gg %1)	4,67 ^a	228,08 ^{b(1)}	235,88 ^{a(1)}	217,56 ^{a(1)}	216,44 ^{a(1)}
2 (pu %10, gg %1)	4,45 ^{abc}	283,60 ^a	166,72 ^{bcd}	162,82 ^b	174,14 ^{abc}
3 (pu %20, gg %1)	2,49 ^d	78,70 ^{defg}	122,08 ^{def}	139,78 ^{bc}	110,46 ^{cdef}
4 (pu %30, gg %1)	2,63 ^d	86,13 ^{cdef}	56,73 ^g	102,10 ^{cd}	97,08 ^{def}
5 (pu -, gg %2)	3,59 ^c	138,96 ^c	214,74 ^{ab}	86,30 ^{cd}	141,84 ^{bcde}
6 (pu %10, gg %2)	3,75 ^{bc}	133,54 ^{cd}	151,24 ^{cde}	106,12 ^{cd}	174,52 ^{abc}
7 (pu %20, gg %2)	2,61 ^d	67,28 ^{efg}	97,46 ^{efg}	65,66 ^d	78,90 ^{ef}
8 (pu %30, gg %2)	2,02 ^d	70,24 ^{efg}	90,66 ^{efg}	74,84 ^d	85,08 ^{def}
9 (pu -, gg %3)	1,96 ^d	102,26 ^{cdef}	94,62 ^{efg}	69,88 ^d	148,44 ^{bcd}
10 (pu %10, gg %3)	1,92 ^d	46,46 ^{fg}	93,62 ^{efg}	73,67 ^d	136,40 ^{bcde}
11 (pu %20, gg %3)	2,18 ^d	38,35 ^g	76,38 ^{fg}	59,15 ^d	62,23 ^f
12 (pu %30, gg %3)	1,70 ^d	60,05 ^{fg}	66,60 ^{fg}	61,50 ^d	51,90 ^f
13 (pu -)	4,38 ^{abc}	141,98 ^c	214,46 ^{ab}	134,18 ^{bc}	181,46 ^{ab}
14 (pu -)	4,57 ^{ab}	121,62 ^{cde}	183,92 ^{abc}	111,94 ^{cde}	147,46 ^{bcd}

(1): Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

* : pu: patates unu, gg: guar gam

*: Değerlerin birimi g olarak verilmiştir.

3.3.3.5 Çiğnenebilirlik Değeri

Ekmeklerin çiğnenebilirlik değerleri yapıldığı gün dahil 5 gün boyunca izlenmiş ve elde edilen değerler Çizelge 3.13'te verilmiştir. Çiğnenebilirlik değerlerinde ilk günden itibaren azalma meydana gelmiştir. Bu azalmanın ekmeğin nem kaybetmesiyle ufalanmasının artmasına bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 3.13: Ekmeklerin 5 gün boyunca izlenen çiğnenebilirlik değerleri

Örnekler	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün
1 (pu -, gg %1)	220,72 ^{a(1)}	6,71 ^{a(1)}	7,48 ^{a(1)}	6,00 ^{a(1)}	6,10 ^{a(1)}
2 (pu %10, gg %1)	196,48 ^{ab}	7,71 ^a	4,55 ^{bc}	3,92 ^b	4,50 ^{ab}
3 (pu %20, gg %1)	67,38 ^d	1,92 ^{cde}	3,75 ^{bcd}	3,50 ^{bc}	2,45 ^{bcd}
4 (pu %30, gg %1)	82,72 ^{cd}	2,22 ^{cde}	1,06 ^e	2,23 ^{bcd}	2,09 ^{bcd}
5 (pu -, gg %2)	161,42 ^{ab}	3,35 ^{bcd}	5,65 ^{ab}	1,84 ^{cde}	3,59 ^{abcd}
6 (pu %10, gg %2)	142,38 ^{bc}	3,46 ^{bc}	4,38 ^{bcd}	2,22 ^{bcd}	4,50 ^{ab}
7 (pu %20, gg %2)	91,56 ^{cd}	1,52 ^{cde}	2,33 ^{cde}	1,29 ^e	1,49 ^{cde}
8 (pu %30, gg %2)	54,76 ^d	1,42 ^{cde}	2,02 ^{cde}	1,41 ^{de}	1,78 ^{cde}
9 (pu -, gg %3)	65,24 ^d	2,33 ^{cde}	2,08 ^{cde}	1,24 ^e	3,94 ^{abc}
10 (pu %10, gg %3)	46,92 ^d	0,89 ^e	2,01 ^{cde}	1,55 ^{cde}	3,48 ^{abcd}
11 (pu %20, gg %3)	58,78 ^d	0,65 ^e	1,57 ^{de}	0,94 ^e	1,13 ^{de}
12 (pu %30, gg %3)	54,20 ^d	1,25 ^{de}	1,28 ^e	1,01 ^e	0,85 ^e
13 (pu -)	183,30 ^{ab}	4,51 ^b	7,32 ^a	3,44 ^{bcd}	5,68 ^a
14 (pu -)	171,12 ^{ab}	4,60 ^b	8,31 ^a	3,59 ^{bc}	5,38 ^a

(1): Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

* : pu: patates unu, gg: guar gam

*: Değerlerin birimi mj olarak verilmiştir.

3.3.3.6 Yapışkanlık Değeri

Ekmeklerin yapışkanlık değerleri yapıldığı gün dahil 5 gün boyunca izlenmiş ve elde edilen değerler Çizelge 3.14'te verilmiştir. İlk gün ölçülen değerlere bakıldığında hazır karışımdan ve buğday unundan yapılan ekmeğin düşük değere sahip olduğu görülmektedir. Yine 2. günde oldukça fazla bir düşüş gözlenirken takip eden günlerde daha yakın değerler bulgulanmıştır.

Çizelge 3.14: Ekmeklerin 5 gün boyunca izlenen yapışkanlık değerleri

Örnekler	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün
1 (pu -, gg %1)	6,60 ^{ab}	0,33 ^{ab (1)}	0,16 ^{bc (1)}	0,27 ^{a (1)}	0,20 ^{ab}
2 (pu %10, gg %1)	4,00 ^{ab}	0,42 ^a	0,12 ^{bc}	0,29 ^a	0,25 ^{ab}
3 (pu %20, gg %1)	4,60 ^{bc}	0,06 ^{de}	0,07 ^c	0,25 ^{ab}	0,15 ^{ab}
4 (pu %30, gg %1)	3,60 ^{cd}	0,05 ^e	0,10 ^c	0,22 ^{abc}	0,19 ^{ab}
5 (pu -, gg %2)	3,50 ^{cd}	0,20 ^{bcd}	0,38 ^a	0,10 ^{cde}	0,16 ^{ab}
6 (pu %10, gg %2)	3,10 ^{cde}	0,14 ^{cde}	0,15 ^{bc}	0,24 ^{ab}	0,26 ^a
7 (pu %20, gg %2)	3,50 ^{cd}	0,09 ^{cde}	0,14 ^{bc}	0,17 ^{abcd}	0,09 ^{ab}
8 (pu %30, gg %2)	8,40 ^a	0,12 ^{cde}	0,19 ^{bc}	0,08 ^{cd}	0,18 ^{ab}
9 (pu -, gg %3)	4,60 ^{bc}	0,22 ^{bc}	0,15 ^{bc}	0,13 ^{abcd}	0,15 ^{ab}
10 (pu %10, gg %3)	4,30 ^{bc}	0,07 ^{de}	0,28 ^{ab}	0,04 ^d	0,11 ^{ab}
11 (pu %20, gg %3)	4,38 ^{bc}	0,01 ^e	0,08 ^c	0,17 ^{abcd}	0,08 ^b
12 (pu %30, gg %3)	5,63 ^{bc}	0,16 ^{cde}	0,16 ^{bc}	0,05 ^d	0,13 ^{ab}
13 (pu -)	0,90 ^e	0,12 ^{cde}	0,21 ^{bc}	0,24 ^{ab}	0,23 ^{ab}
14 (pu -)	0,50 ^e	0,01 ^e	0,06 ^c	0,09 ^{cde}	0,09 ^{ab}

(1): Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

* : pu: patates unu, gg: guar gam

*: Değerlerin birimi mj olarak verilmiştir.

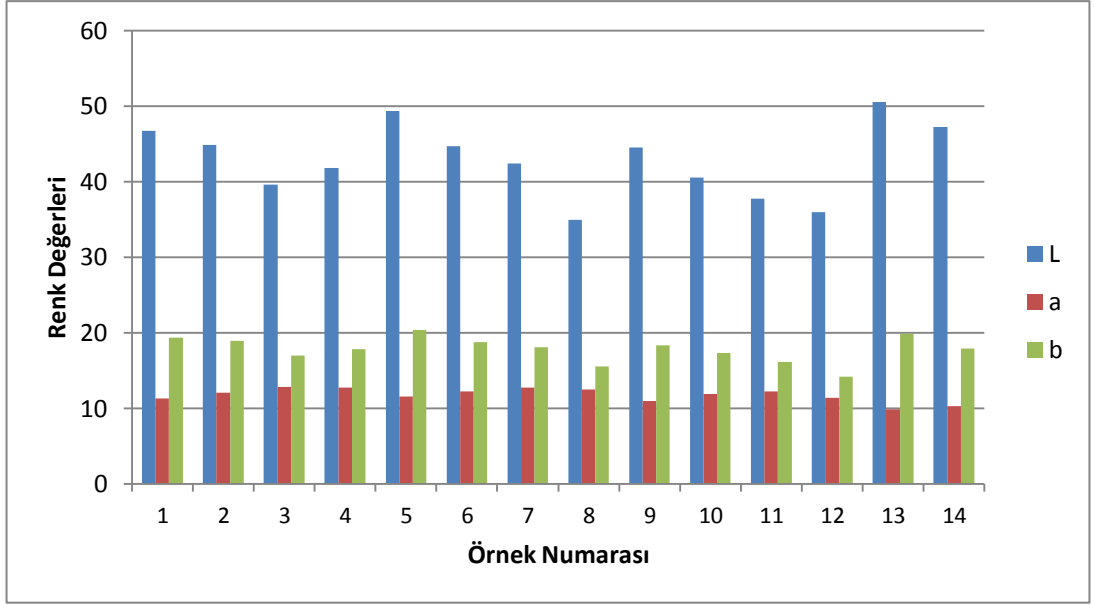
3.3.4 Ekmek İçi ve Kabuk Renk Değerleri

Farklı formülasyondaki glutensiz ekmek örneklerinin alt kabuk, üst kabuk ve ekmek içi renk değerleri Çizelge 3.15'te verilmiştir. Bu değerlere ait grafikler Şekil 3.1, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'te verilmiştir. Y eksenindeki L; siyahtan (=0), beyaza (=100) kadar olan örneğin açıklık-koyuluk, X eksenindeki a; yeşil-kırmızı, Z eksenindeki b; sarı-mavi renk boyutunu veya rengini göstermektedir. L değeri numunenin renginin açıklık veya koyuluğu hakkında fikir verirken, +a değeri kırmızı, -a değeri yeşil, +b değeri sarı, -b değeri ise mavi renk yoğunluğunu göstermektedir.

Çizelge 3.15: Ekmek içinin ve kabuğun renk değerleri

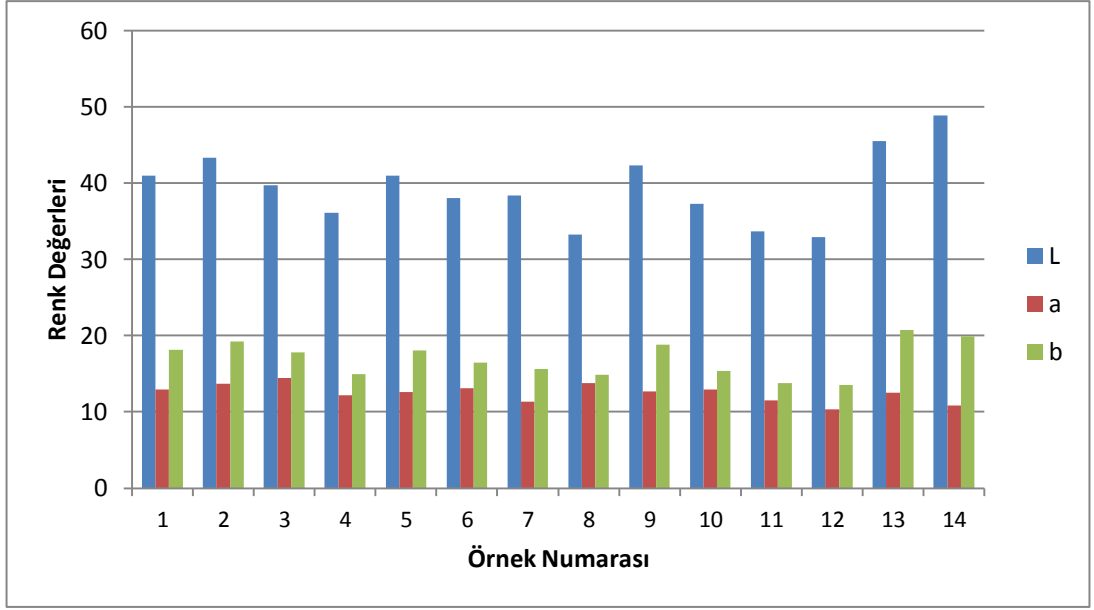
Örnekler	Alt Kabuk			Üst Kabuk			Ekmek İçi		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
1	46,72 ^{b(1)}	11,34 ^{de(1)}	19,36 ^{bc(1)}	41,00 ^{cde(1)}	12,91 ^{c(1)}	18,16 ^{c(1)}	63,76 ^{cde(1)}	1,86 ^{a(1)}	20,72 ^{a(1)}
2	44,82 ^c	12,04 ^{bc}	18,90 ^{cd}	43,33 ^{bc}	13,68 ^b	19,24 ^{abc}	63,18 ^{de}	1,01 ^{bcd}	18,22 ^d
3	39,62 ^e	12,80 ^a	17,01 ^h	39,72 ^{def}	14,42 ^a	17,77 ^{cd}	65,44 ^{bc}	0,84 ^{cd}	17,94 ^{de}
4	41,84 ^d	12,72 ^a	17,85 ^{fg}	36,06 ^{gh}	12,22 ^d	14,95 ^{fgh}	66,54 ^b	0,57 ^d	17,36 ^{ef}
5	49,39 ^a	11,54 ^{cde}	20,36 ^a	40,97 ^{cde}	12,60 ^{cd}	18,06 ^c	62,38 ^{de}	1,39 ^{ab}	19,98 ^b
6	44,68 ^c	12,22 ^{ab}	18,78 ^{cde}	38,04 ^{efg}	13,07 ^c	16,43 ^{ef}	64,32 ^{cd}	1,14 ^{bc}	19,33 ^{bc}
7	42,41 ^d	12,72 ^a	18,05 ^{efg}	38,34 ^{efg}	11,32 ^{ef}	15,61 ^f	64,27 ^{cd}	0,88 ^{bcd}	18,22 ^d
8	34,96 ^g	12,46 ^{ab}	15,55 ⁱ	33,25 ^h	13,81 ^b	14,87 ^{fgh}	63,25 ^{de}	0,76 ^{cd}	17,20 ^f
9	44,53 ^c	11,00 ^e	18,38 ^{def}	42,29 ^{bcd}	12,67 ^{cd}	18,78 ^{bc}	61,79 ^{ef}	0,95 ^{bcd}	18,67 ^{cd}
10	40,56 ^{de}	11,93 ^{bcd}	17,36 ^{gh}	37,31 ^{fg}	12,97 ^c	15,41 ^{fg}	63,22 ^{de}	0,83 ^{cd}	17,93 ^{de}
11	37,73 ^f	12,28 ^{ab}	16,17 ⁱ	33,67 ^h	11,47 ^e	13,81 ^{gh}	57,83 ^g	1,67 ^a	16,40 ^{gh}
12	35,99 ^{fg}	11,42 ^{de}	14,19 ⁱ	32,89 ^h	10,34 ^g	13,55 ^h	63,04 ^{de}	0,95 ^{bcd}	17,08 ^{fg}
13	50,51 ^a	9,89 ^f	19,86 ^{ab}	45,50 ^b	12,51 ^{cd}	20,74 ^a	72,95 ^a	-0,81 ^e	14,62 ⁱ
14	47,19 ^b	10,30 ^f	17,96 ^{fg}	48,83 ^a	10,87 ^{fg}	19,91 ^{ab}	60,22 ^f	0,88 ^{bcd}	16,11 ^h

⁽¹⁾ : Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.



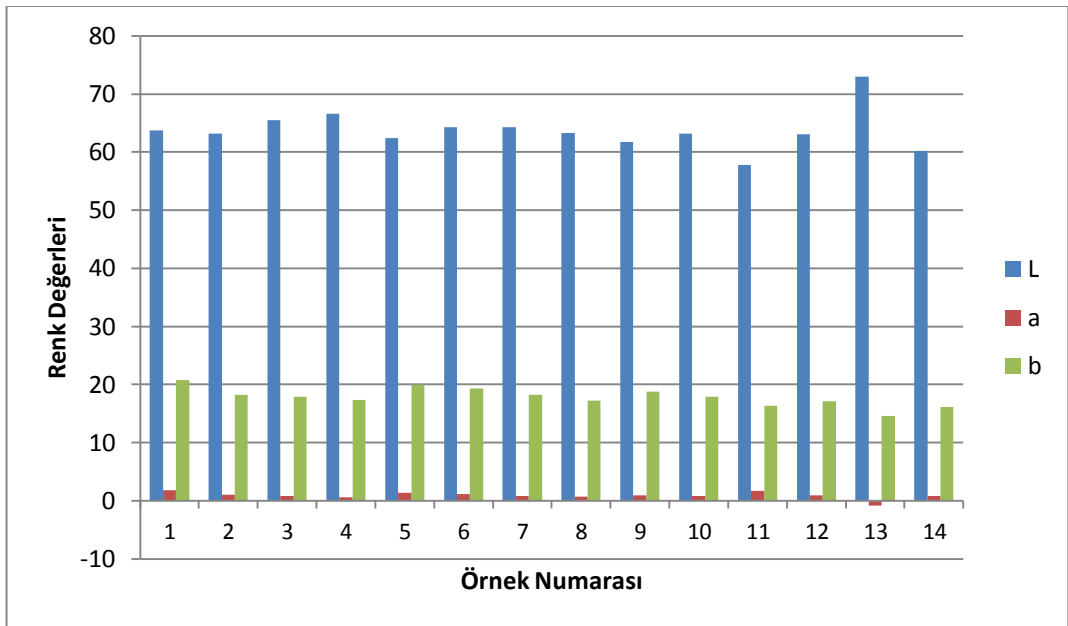
Şekil 3.1: Ekmek alt kabuk renk değerleri

Çizelgedeki renk değerleri incelendiğinde alt kabuk L değerlerinin 34,96 (8 numaralı örnek) ile 50,51 (13 numaralı örnek) arasında değiştiği görülmektedir. L değeri 100'e doğru yaklaştıkça renk açıldığı için örnekler içerisinde alt kabuk rengi en açık olan 13 numaralı örnektir. 13 numaralı örnek patates unu ve mısır unu içermemektedir. Bu unlar diğer ekmek örneklerine sarı renk vererek daha koyu bir renge sahip olmalarını sağlamıştır. Glutensiz ekmeklerin L değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Bunun da ekmeklerin kalıpta pişmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Alt kabuk a değerlerine bakıldığında ise 9,89 (13 numaralı örnek) ile 12,80 (3 numaralı örnek) arasında değiştiği görülmüştür. Alt kabuk b değerleri ise 14,19 (12 numaralı örnek) ile 20,36 (5 numaralı örnek) arasında değişim göstermiştir.



Şekil 3.2: Ekmek üst kabuk renk değerleri

Üst kabuk renkleri incelendiğinde L değerlerinin istatistiksel açıdan çok farklı bulunmadığı görülmektedir. Değerler 32,89 (12 numaralı örnek) ile 48,83 (14 numaralı örnek) arasında değişmektedir. Patates unu ve mısır unu oranı en yüksek örnek olan 12 numaralı örnek en koyu renkli örnek olarak bulunmuştur. Üst kabuk a değerlerinin 10,34 (12 numaralı örnek) ile 14,42 (3 numaralı örnek) arasında, b değerleri 13,55 (12 numaralı örnek) ile 20,74 (13 numaralı örnek) arasında değiştiği görülmüştür.



Şekil 3.3: Ekmek içi renk değerleri

Ekmek içi renk değerleri incelendiğinde L değerlerinin 57,83 (11 numaralı örnek) ile 72,95 (13 numaralı örnek) arasında değiştiği görülmektedir. En açık renkli örneğin 13 numaralı örnek olduğu gözlenmiştir. Ekmek içi a değerlerinin -0,81 (13 numaralı örnek) ile 1,86 (1 numaralı örnek) arasında, b değerlerinin 14,62 (13 numaralı örnek) ile 20,72 (1 numaralı örnek) arasında değiştiği görülmüştür. Ekmek kesit görüntüleri (şekil 3.5) incelendiğinde en açık renkli, beyaza en yakın ekmeğin 13 numaralı ekmek olduğu görülmektedir.

Yarpuz'un (2011), yaptığı çalışmada ekmek kabuklarının parlaklık değeri (L) 51,95 ile 59,37 arasında değişim göstermiştir. Glutensiz ekmeklerin kırmızılık değeri (a) lüpen unu kullanılmayan ekmeklerde maksimum 13,87 değerine kadar çıkarken, %30 lüpen unu ikamelilerde bu değer 10,84'de kalmıştır. Ekmek kabuklarının sarılık değeri (b) minimum 20,21; maksimum 35,76 arasında değişirken, ortalama olarak bu değer 29,88 olarak bulunmuştur.

Yarpuz'un (2011), yaptığı çalışmada ekmek kabuklarının parlaklık değeri, sadece mısır nişastası ve pirinç unu ile hazırlanan glutensiz ekmeklerde 51,95 ile 59,37 arasında değişirken, karabuğday unu ikamesi ile hazırlanan ekmeklerde bu değer 47,08 ile 53,01 değerleri arasında değişim göstermiştir. Glutensiz ekmeklerin kabuk kırmızılık değeri (a) 9,32 ile 13,87 arasında değişmekte iken, ortalama olarak 12,14 değerini almıştır. Ekmek kabuklarının sarılık değeri (b) ortalama olarak 23,54 değerini alırken, minimum ve maksimum değerler ise 18,69 ile 32,72 arasında değişmiştir.

Sciarini ve diğ. (2008), glutensiz un karışımlarının hamur ve ekmek kalitesine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada formülasyonda pirinç, mısır ve soya unu kullanmışlardır. %50-50 oranında pirinç ve mısır kullanılarak üretilen kontrol ekmeğin kabuk parlaklık, kırmızılık ve sarılık değerleri 66,34; 6,30 ve 32,32 iken, %20 soya unu ilave edilmesiyle parlaklık değerinin 53,97'ye düştüğünü, kırmızılık ve sarılık değerinin ise 15,31 ve 37,10'a yükseldiğini belirtmişlerdir.

Glutensiz ekmek üretimi için yapılan bir çalışmada, formülasyonda %5 oranında karabuğday unu, guar gam ve çeşitli katkılar kullanılmıştır. Kabuk rengi

parlaklık değeri kontrol ekmeğinde 72,3 iken, guar gam ilavesiyle 73,5'e çıkarken, karabuğday ilavesiyle ise 69,0'a kadar düşmüştür (Mezaize ve diğ. 2009).

Yarpuz (2011), ekmek içi parlaklık değerini (L) lüpen unu ikamesiz ekmeklerde 70,15 ile 75,40 arasında bulmuş olup, lüpen unu ikamesi ile bu değer 67,22 ile 74,4 değerleri arasında değişmiş, ortalama değer ise 71,29 olarak bulunmuştur. Farklı lüpen unu oranı, guar gam ve DATEM katkılı glutensiz ekmeklerin, ekmek içi (a) değeri -5,05 ile -2,05 arasında değişim göstermektedir. Ekmek içi sarılık değeri ekmek kalitesi açısından önemli bir parametre olup, buğday unu ile üretilen ekmeklerde sarılığın yüksek olması istenmez. Lüpen unu katkısız glutensiz şahit ekmeklerde ekmek içi sarılık değeri 9,18 ile 11,32 arasında değişirken, farklı oranda lüpen unu, guar gam ve DATEM oranı ile üretilen glutensiz ekmeklerde ekmek içi sarılık değeri ise, 22,62 ile 35,86 aralığında değişmiştir.

Yarpuz (2011), yaptığı çalışmada glutensiz ekmek örneklerine ait ekmek içi parlaklık değeri minimum 57,53, maksimum 75,40 arasında değişirken, ortalama değer 64,64 olarak belirtilmiştir. Glutensiz ekmeklerin farklı karabuğday unu oranı, guar gam oranı ve DATEM oranıyla hazırlanmasıyla ekmek içi kırmızılık değerleri -2,22 ile 3,94 arasında değişiklik göstermiştir. Karabuğday unu kullanılmayan glutensiz ekmeklerde ekmek içi sarılık değeri 9,18 ile 11,32 arasında değişim gösterirken, karabuğday unu oranı ve katkı ilavesiyle üretilen glutensiz ekmeklerde ekmek içi sarılık değeri 12,20 ile 14,64 arasında değişmiştir.

Özüğür (2011), glutensiz ekmeklerle yaptığı çalışmada 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.

Sabanis ve Tzia (2009), yaptığı çalışmada ekmek üretiminde formülasyonda mısır unu ve %0-50 oranlarında soya unu kullanmışlardır. Mısır katkılı kontrol ekmeğin, ekmek içi parlaklık değeri 73,98 bulunurken, soya unu oranı arttıkça parlaklık değerinin azaldığı, hatta %50 soya unu katkılı ekmeklerin parlaklık değerinin 68,28'e kadar düştüğünü belirlemişlerdir.

Moayedallaie ve diğ. (2010), ekmek kalitesini geliştirmek için DATEM ve farklı emilgatör kullandıkları bir çalışmada kontrol ekmeğinde ekmek içi parlaklık değerini 63,2, DATEM kullanılan ekmekte ise bu değeri 65,8 olarak rapor etmişlerdir.

Yılmaz (2014), yaptığı çalışmada ekmek kabuğu parlaklık değerleri (L) 41,03 ile 54,85 arasında değişim göstermiştir. Glutensiz karışımlardan yapılan ekmeklerin kabuk kırmızılık değerleri 3,17 ile 9,15 arasında değişmiştir. Glutensiz karışımların sarılık değerleri 7,60 ile 18,44 arasında değişiklik göstermiştir. şahit ekmekte bu değer 31,02 olarak tespit edilmiştir. Ekmek içi parlaklık değerleri (L) 64,13 ile 79,85 arasında değişim göstermiştir. Ekmek içi kırmızılık değerleri 1,99 ile -3,83 arasında değişmiştir. Ekmek içi sarılık değerleri 6,90 ile 18,66 arasında değişim göstermiştir.

3.3.5 Ekmek İçi Gözenek Yapısı

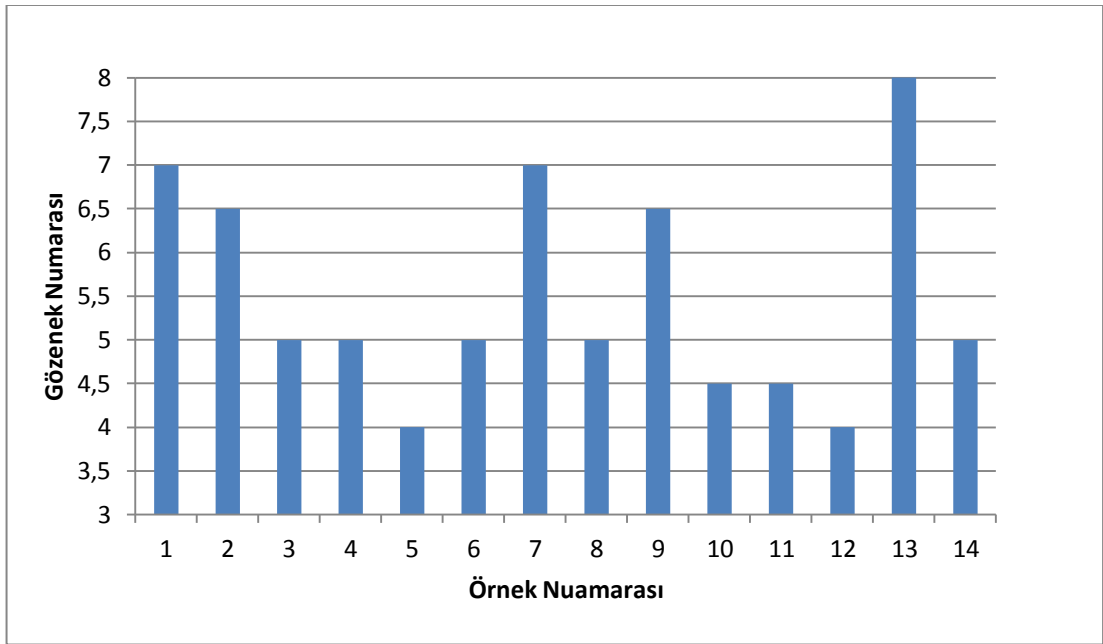
Glutensiz ekmeklerin Dallman gözenek skalasına göre değerleri izelge 3.16’da, bu değerler kullanılarak elde edilen grafik şekil 3.4’te, ekmek içi gözenek yapıları şekil 3.5’te verilmiştir.

Çizelge 3.16: Ekmeklerin Dallman gözenek skalası değerleri

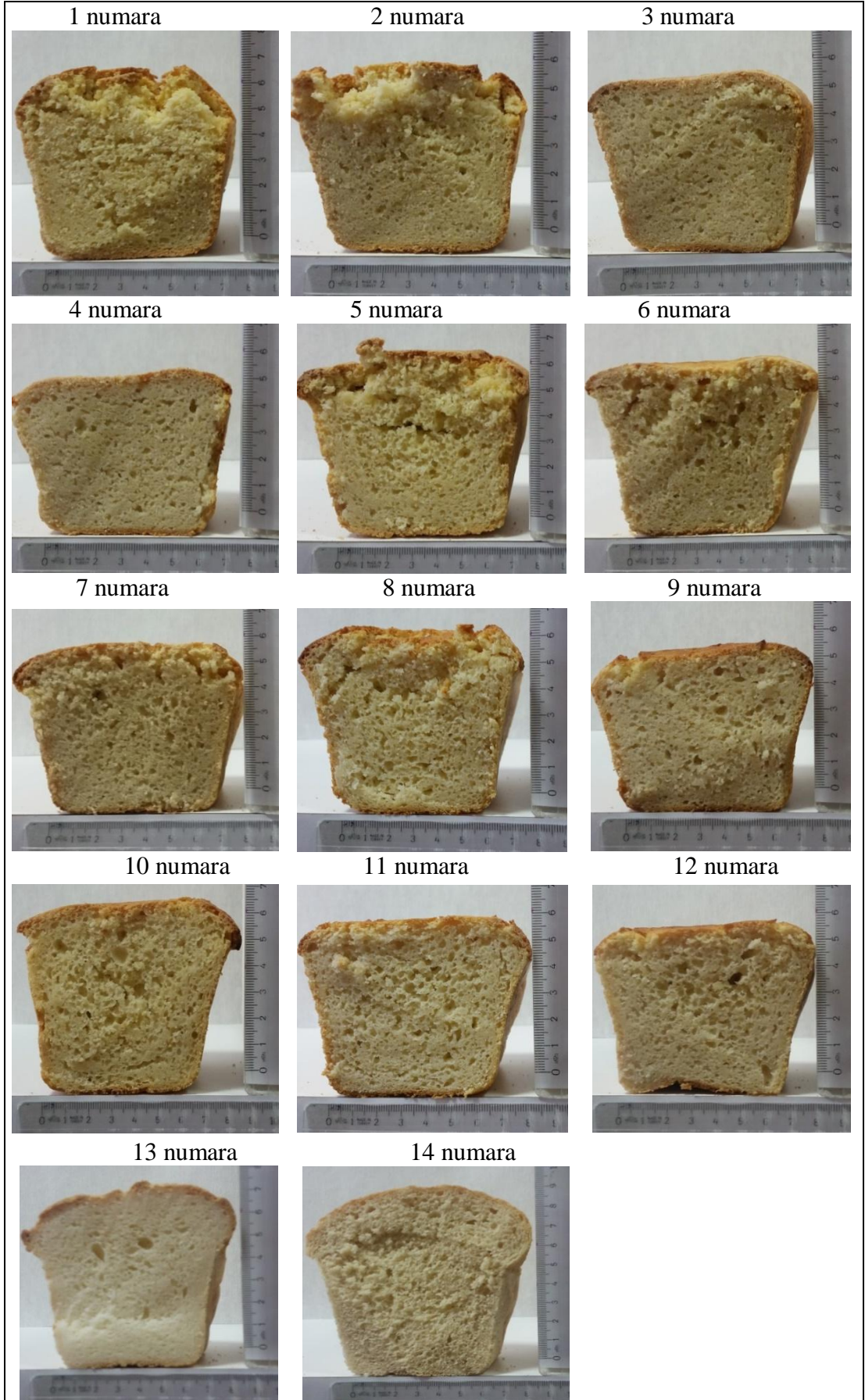
Örnekler	Gözenek Numarası
1	7,00 ^{a(1)}
2	6,50 ^{ab}
3	5,00 ^{bc}
4	5,00 ^{bc}
5	4,00 ^c
6	5,00 ^{bc}
7	7,00 ^a
8	5,00 ^{bc}
9	6,50 ^{ab}
10	4,50 ^c
11	4,50 ^c
12	4,00 ^c
13	8,00 ^a
14	5,00 ^{bc}

⁽¹⁾: Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 3.16’da ekmek gözenek yapıları incelendiğinde; elde edilen ekmeklerin Dallman gözenek skalası değerleri 4,00 ile 8,00 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Dallman gözenek skalasına göre gözenek değerleri 3 ile 8 arasında değişmektedir. En yüksek değere 8,00 ile 13 numaralı örnek, en düşük değere 4,00 ile 5 numaralı örnek ve 12 numaralı örnek sahip olmuştur. Gözenek değerleri yüksek olan ekmekler daha küçük gözeneklere sahip olup bu gözenekler ekmeğin her yerine daha fazla homojen dağılım göstermiştir, ekmek içi boşluğu daha az olmuştur. İyi bir ekmekte gözenekler küçük, homojen, kenarları ince ve aynı kalınlıkta olması gerektiği bildirilmiştir (Elgün ve diğ. 2002). En yüksek değeri alan 13 numaralı örnek ile en düşük değeri alan 5 ve 12 numaralı örnekler arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık olduğu ve diğer çeşitlerin aralarında ise önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 3.4: Ekmek gözenek numarası değerleri



Şekil 3.5: Ekmek kesit görüntüleri

3.3.6 Duyusal Analiz Sonuçları

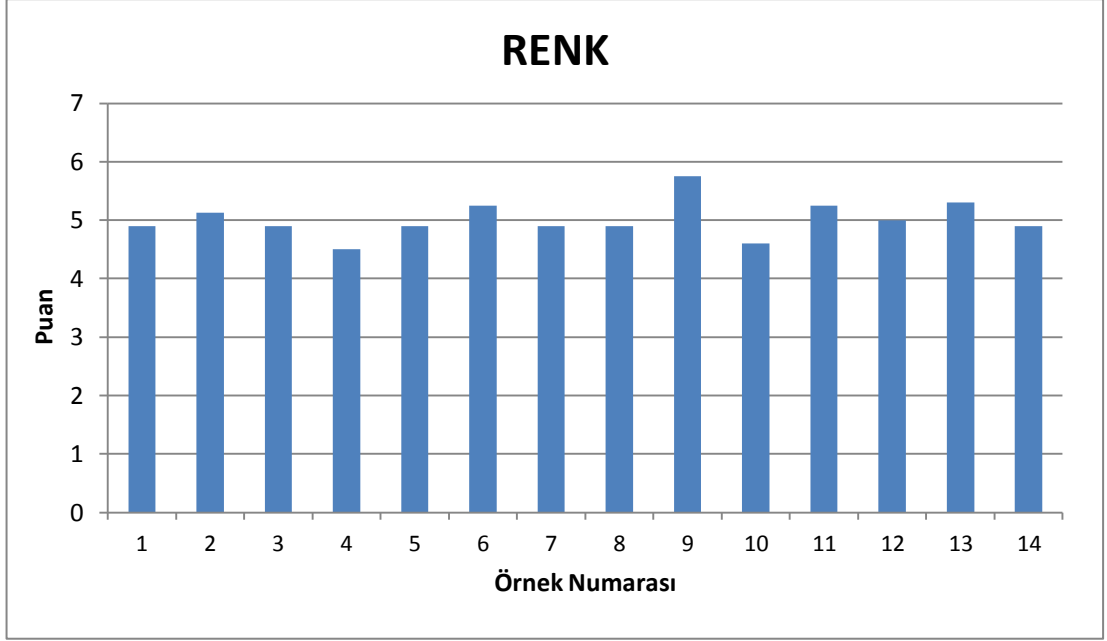
Duyusal analiz sonuçları 28 panelistin duyusal değerlendirme formundaki renk, koku, tat, yapısal özellik ve genel beğeni gibi tanımlayıcı kelimeleri puanlamasına göre değerlendirilmiştir. Glutensiz ekmekler üzerine yapılan çalışmada duyusal analizler 7 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3.17’de verilmiştir.

Çizelge 3.17: Duyusal analiz sonuçları (1-7)

Örnekler	Renk	Koku	Lezzet	Yapısal Özellik	Genel Beğeni
1	4,90	4,70 ^{ab(1)}	4,70 ^{bc(1)}	4,80 ^b	4,30 ^{b(1)}
2	5,13	5,00 ^{ab}	5,00 ^{ab}	5,15 ^b	4,60 ^b
3	4,90	4,40 ^{ab}	5,10 ^{ab}	5,20 ^b	4,90 ^{ab}
4	4,50	4,70 ^{ab}	4,90 ^b	5,40 ^{ab}	4,00 ^b
5	4,90	4,50 ^{ab}	4,30 ^{bc}	5,00 ^b	4,50 ^b
6	5,25	5,50 ^a	5,13 ^{ab}	5,21 ^b	5,15 ^{ab}
7	4,90	4,30 ^{ab}	4,50 ^{bc}	5,44 ^{ab}	5,30 ^{ab}
8	4,90	5,00 ^{ab}	4,30 ^{bc}	5,50 ^{ab}	4,60 ^b
9	5,75	5,38 ^{ab}	5,20 ^{ab}	5,30 ^b	5,10 ^{ab}
10	4,60	4,30 ^{ab}	5,30 ^{ab}	5,42 ^{ab}	5,80 ^a
11	5,25	5,13 ^{ab}	5,30 ^{ab}	5,43 ^{ab}	5,88 ^a
12	5,00	4,30 ^{ab}	4,80 ^b	5,60 ^a	5,30 ^{ab}
13	5,30	4,20 ^b	3,70 ^c	5,80 ^a	5,00 ^{ab}
14	4,90	4,80 ^{ab}	5,50 ^a	5,90 ^a	6,20 ^a

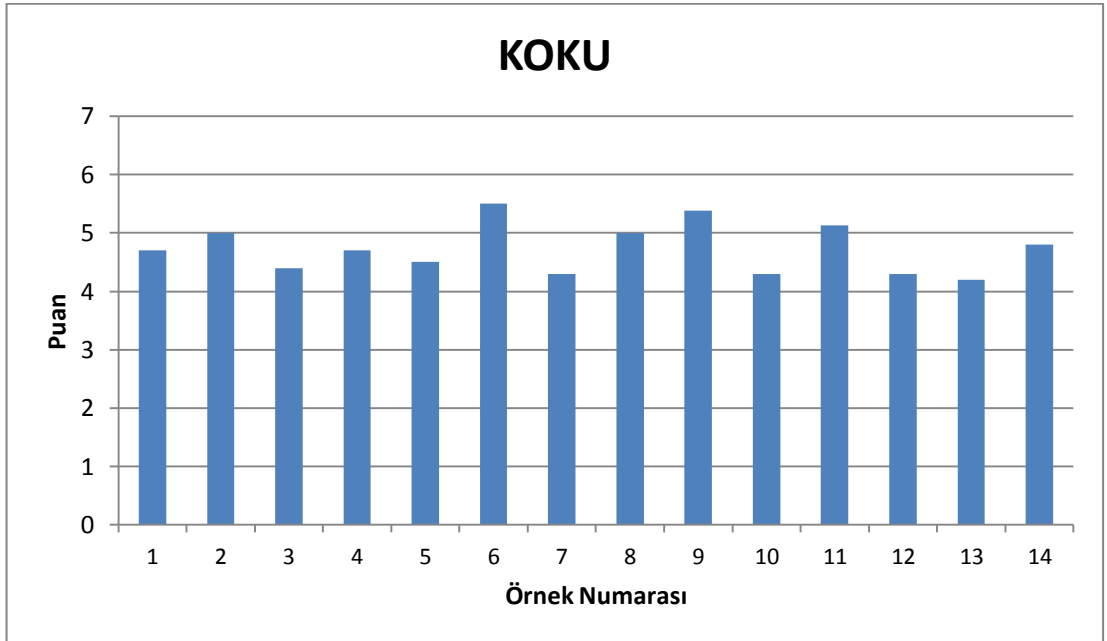
⁽¹⁾:Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0,05 güven sınırına göre önemsizdir.

Yapılan duyusal değerlendirme sonucunda elde edilen renk sonuçları grafik olarak Şekil 3.6’da verilmiştir. Renk değerleri istatistiksel açıdan farklı bulunmamış 4,50 ile 5,75 arasında değişiklik göstermiştir. Renk değeri olarak en yüksek puanı 9 numaralı örnek en düşük puanı ise 4 numaralı örnek almıştır.



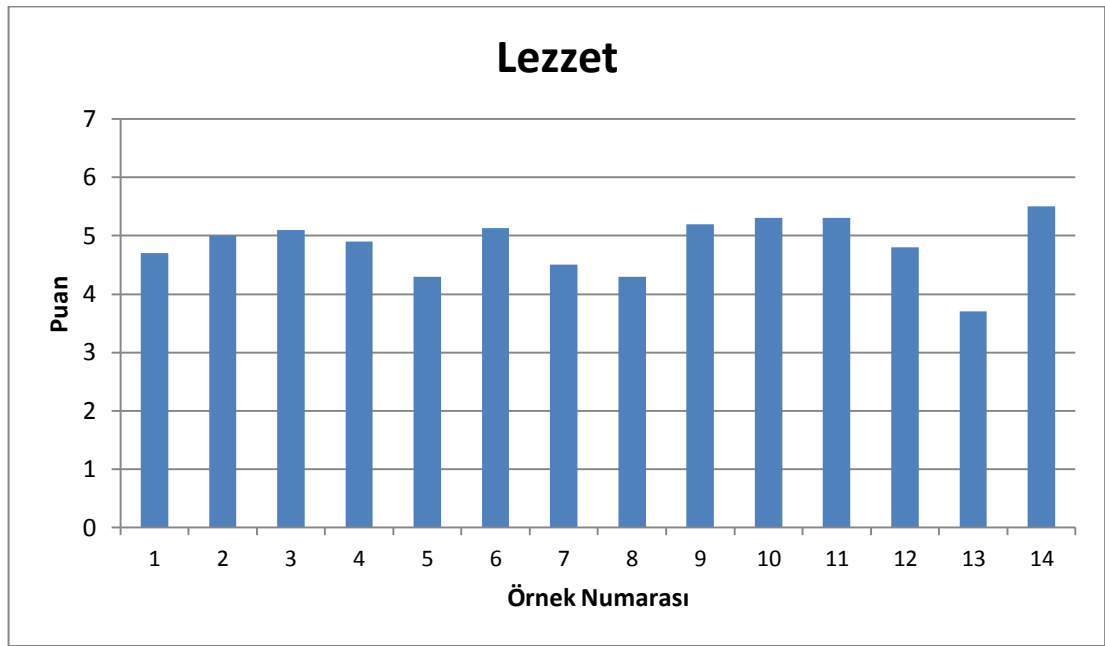
Şekil 3.6: Duyusal renk değerlendirme

Yapılan duyusal değerlendirme sonucunda elde edilen koku sonuçları grafik olarak Şekil 3.7’de verilmiştir. Koku değerleri 4,20 ile 5,50 arasında değişiklik göstermiştir. Koku değeri olarak en yüksek puanı 6 numaralı örnek en düşük puanı ise 13 numaralı örnek almıştır. Formülde bulunan tereyağı duyusal analizde panelistler tarafından koku bakımından iyi bulunmuş olumlu şekilde değerlendirilmiştir.



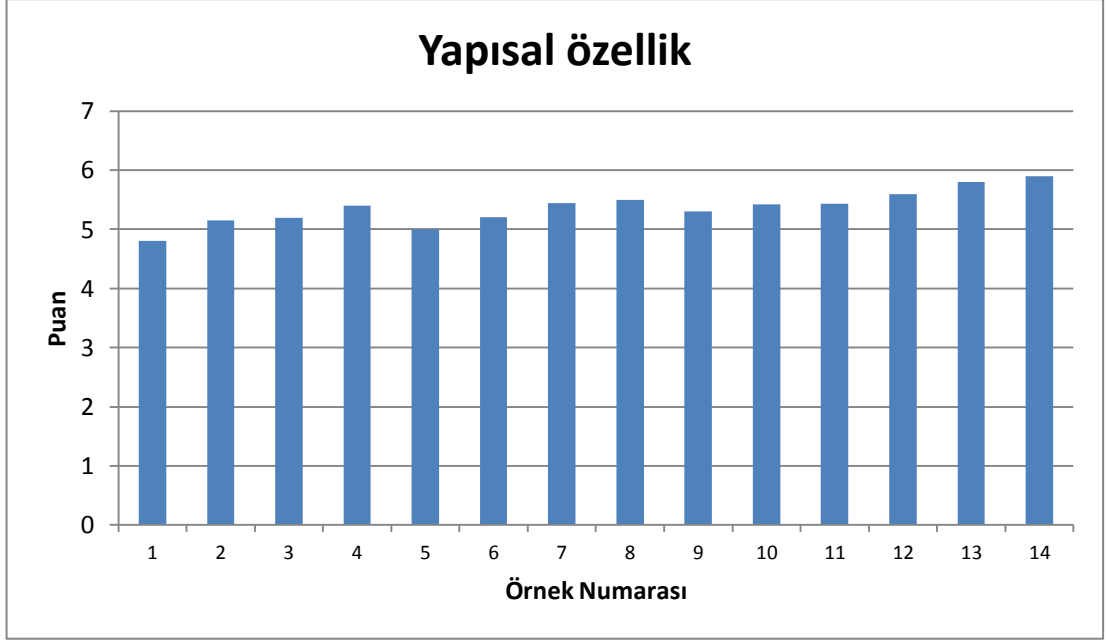
Şekil 3.7: Duyusal koku değerlendirme

Yapılan duyuşal değerlendirme sonucunda elde edilen lezzet sonuçları grafik olarak Şekil 3.8’de verilmiştir. Lezzet değerleri 3,70 ile 5,50 arasında değişiklik göstermiştir. Lezzet değeri olarak en yüksek puanı buğday unundan yapılan ekmeğin alması herkesin alişageldiği damak tadına uygun olmasına bağlanmaktadır. Glutensiz ekmeklerden 13 numaralı örnek hazır karışım ekmeği olup en düşük puanı alan örnek olmuştur. Çalışmada kullanılan formülasyonların bu açıdan üstünlük sağlaması beklenmekteydi. Lezzet n plana çıkan bir özellik olarak da genel beğeniye bir hayli etkilemektedir ve patates ununun belli oranda gam kullanımıyla beraber lezzeti olumlu etkilemesi söz konusu olmuştur.



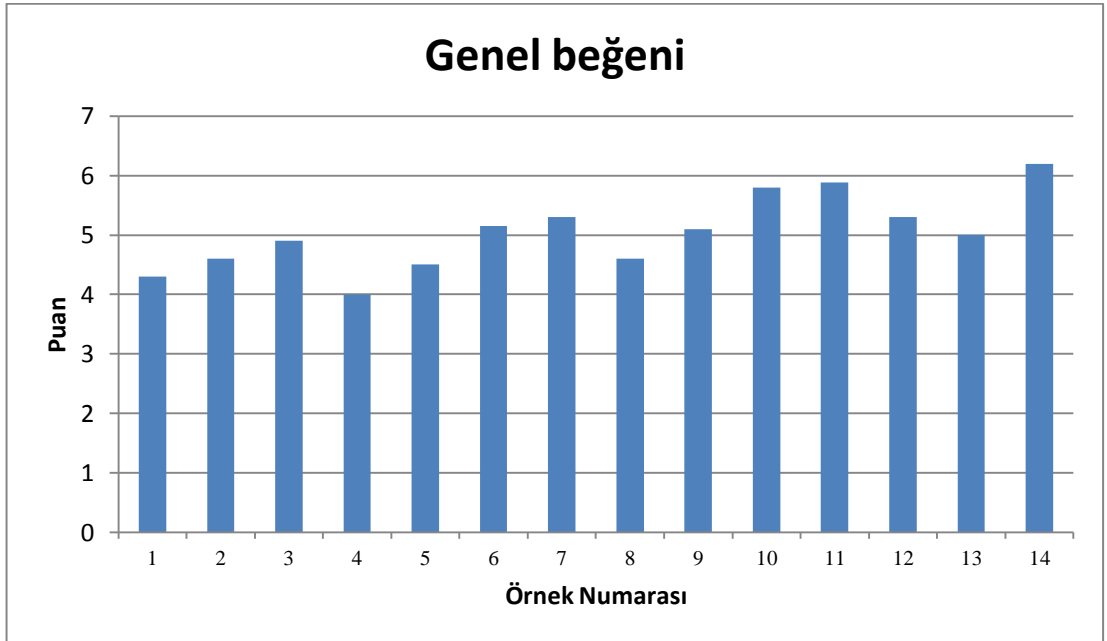
Şekil 3.8: Duyusal lezzet değerlendirmesi

Yapılan duyuşal değerlendirme sonucunda elde edilen yapısal özellik sonuçları grafik olarak Şekil 3.9’da verilmiştir. Yapısal zellik değerleri 4,80 ile 5,90 arasında değişiklik göstermiştir. Yapısal zellik değeri olarak en yüksek puanı 14 numaralı örnek almıştır. Diğer rnekler de 14 numaralı örneğe yakın puanlar almıştır. Bizim hazırladığımız formülasyonlarda 12 numaralı örnek %30 patates unu içeriği ve %3 guar gam içeriğiyle diğer ekmeklere göre daha olumlu özellikler sergilemiştir. Panelistler tarafından yumuşak ve gözenekli yapısı beğenilir bulunmuştur. TPA analizleri sonucunda sertlik değerinin en düşük 12 numaralı örnekte olduğu görülmüştü. Ekmekteki bu yumuşaklık panalistler tarafından olumlu olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.9: Duyusal yapısal özellik değerlendirme

Yapılan duyusal değerlendirme sonucunda elde edilen genel beğenirlik sonuçları grafik olarak Şekil 3.10’da verilmiştir. Genel beğenirlik değerleri 4,00 ile 6,20 arasında değişiklik göstermiştir. Genel beğenirlik değeri olarak normal ekmeğe en yakın puanları patates unu oranı daha yüksek ve orta derecede gam içeren örnekler almıştır. Hazır karışım ekmeğiyle kıyaslandığında çalışmada kullanılan birçok formülasyonun bu ekmekten daha çok beğenildiği görülmüştür.



Şekil 3.10: Duyusal beğenirlik değerlendirme

Glutensiz ekmeklerin buğday ekmeğine kıyasla çok farklı değerler almadığı dolayısıyla çok yakın puanlar aldığı görülmektedir. Genel olarak panelistlerin yorumları değerlendirildiğinde glutensiz ekmeklerin diyetle olmayan kişiler tarafından da tercih edilebileceği ve rahatlıkla tüketilebileceği yorumlanmıştır.

Yılmaz (2014), glutensiz ekmekler üzerine yaptığı çalışmada 9 puan üzerinden duyuşal değerlendirme yapılmıştır. Şahit ekmek yapılan çalışmada kabuk rengi açısından ortalama 8,00 puan almıştır. Glutensiz karışımlardan yapılan ekmeklerin kabuk rengi puanlaması 3,30 ile 7,30 arasında değişmiştir. İç renk değerlerinin 3,10 ile 6,70 arasında değiştığı değerlendirilmede, şahit ekmeğın renk değeri ise 8,40 olarak bulunmuştur. Glutensiz ekmekler koku açısından değerlendirildiğinde 2,90 ile 6,70 arasında değişen değerler elde edilmiştir. Yapılan çalışmada şahit ekmeğın gözenek homojenliği değeri 7,40 olarak tespit edilmiştir. Glutensiz karışımlardan yapılan ekmeklerin gözenek homojenlik değeri genel olarak şahit ekmeğe yakın olup, 4,70 ile 7,40 arasında değişmiştir. Gözenek yapısının bir göstergesi olan duvar kalınlığı beğeni açısından değerlendirildiklerinde glutensiz ekmekler, genel olarak birbirinden farklı puanlar almamıştır. Şahit ekmeğın duvar kalınlığı değeri 7,10 olarak belirlenmiştir. Glutensiz karışımlardan yapılan ekmeklerin tat değeri 2,15 ile 5,55 arasında değişmiş olup şahit ekmeğın tat değeri ise 8,30 olarak tespit edilmiştir. Genel olarak glutensiz ekmekler tat açısından az beğeni toplamıştır. Şahit ekmek çiğneme özellikleri açısından 8,55 puan alırken glutensiz karışımlar ise 1,90 ile 5,55 arasında değişen puanlar almışlardır. Şekil simetrisinin 2,80 ile 6,80 arasında değerler aldığı çalışmada, şahit ekmeğın değeri 7,60 olarak belirlenmiştir. Glutensiz karışımlardan yapılan ekmeklerin tekstür açısından beğeni değeri 2,40 ile 5,90 arasında değişmiştir. Tekstürel özellikleri açısından şahit ekmeğın değeri 8,50 olarak tespit edilmiştir. Genel beğeni açısından ekmekler 6,90 ile 2,70 arasında değerler almıştır. Şahit ekmek 8,5 puan almıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde bizim çalışmamızda daha yüksek ve daha kabul edilebilir sonuçlar elde edilmiştir. Normal ekmek ve hazır glutensiz karışımdan yapılan ekmekle yakın puanlar alınmıştır.

Özüğür (2011), glutensiz ekmeklerde yaptığı duyuşal analizde 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 görülmüştür.

Yarpuz (2011), glutensiz ekmekler ile ilgili yaptığı çalışmada glutensiz ekmeklerin renk değerleri 3,62 ile 4,75 arasında değişmiş olup, değerler istatistiki olarak farksız bulunmuştur. Farklı oranlarda lüpen unu ikamesi glutensiz ekmeklerin tat puanları 3,31 ile 4,90 arasında değişmiştir. Glutensiz ekmekler koku beğenisi açısından değerlendirildiğinde, %0, %10, %20 ve %30 lüpen unu ikameli ekmeklerde sırasıyla 3,86, 4,40, 4,75 ve 3,57 puanları elde edilmiştir. Glutensiz ekmeklerin çiğneme özelliklerine ait değerler 3,75 ile 4,50 arasında değişmiştir. Örnekler arasında istatistiki olarak fark belirlenmemiştir. Lüpen unu ilavesiz ekmeklerde 2,25 olan yumuşaklık puanı, lüpen ilaveli ekmeklerde 4,07 ile 4,5 arasında bulunmuştur. Lüpen ilavesinin her oranı ekmek içi yumuşaklık değerini artırmıştır. Glutensiz ekmekler genel beğeni açısından değerlendirildiğinde, %10 ve %20 lüpen unu ikameli ekmeklerin, lüpen unu ilavesiz ekmekten yüksek, %30 lüpen unu ikameli ekmeklerin ise lüpen unu ilavesiz ekmeğe eşdeğer genel beğeni puanlarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Torbica ve diğ. (2010), %10, %20 ve %30 oranında karabuğday unu kullanarak ürettikleri glutensiz ekmeklerin reolojik, tekstürel ve duyuşsal özelliklerini araştırmışlardır. Duyusal analiz sonuçlarına göre %10, %20 ve %30 oranında karabuğday unu kullanımıyla ekmeklerin tat değeri sırasıyla 7,0, 8,0 ve 9,0; genel görünüş değerleri sırasıyla 8, 8,1, 8,2; yumuşaklık değerleri sırasıyla 8,9 , 9,0 ve 8,8 ve aroma değerleri sırasıyla 8,0, 7,9 ve 8,1 olarak rapor edilmiştir.

Yarpuz (2011), yaptığı çalışmada glutensiz ekmekler genel beğeni açısından değerlendirildiğinde, %10 ve %15 karabuğday unu ikameli ekmeklerin karabuğday ikamesiz ekmekten yüksek, genel beğeni puanlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Glutensiz ekmeklerin tat puanları 2,65 ile 4,88 arasında değişmiştir. Glutensiz ekmekler koku beğenisi açısından değerlendirildiğinde, karabuğday unu ilavesiz ve %10, %20 ve %30 karabuğday unu ilaveli ekmeklerde sırasıyla 3,47, 4,90, 4,59 ve 3,25 puanları elde edilmiştir. %10 ve 15 karabuğday unu ilave edilmiş örnekler, %0 ve %20 karabuğday unu ilave edilen örneklerden daha yüksek koku puanı toplamışlardır. Çiğneme özelliği puanları 3,12 ile 4,93 arasında değişmiş olup, koku

değerinde olduğu gibi %10 ve %15 karabuğday unu ikameli ekmekler daha yüksek çiğneme özelliği puanlarına sahip olmuşlardır. Ekmeklerin renk değerleri 2,69 ile 4,93 arasında değişmiş olup, istatstiki olarak en düşük değeri %20 karabuğday unu katkılı glutensiz ekmek örneği alırken, en yüksek değeri %10 karabuğday unu ikameli ekmekler almıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Pirinç unu, mısır unu, patates unu, nohut unu, mısır nişastası farklı oranlarda karıştırılarak üretilen glutensiz ekmeklerin fiziksel, kimyasal, reolojik ve duysal özellikleri incelenmiştir. Glutensiz ürünlerde en sık karşılaşılan problemlerden olan hamur işlemede zorluk, az kabarma, yapısal bozukluk, yetersiz kabuk ve iç rengi, çabuk bayatlama, düşük lezzet ve benzeri özelliklerin iyileştirilmesi istenmektedir. Genelde rastlanan formüllerde pirinç ve mısır unu ve daha çok nişastaları görülmekte neredeyse tamamı karbonhidrattan oluşmaktadır. Dengeli beslenme açısından formülasyonların protein, kül, lif bakımından da belli seviyede artırılabilmesi önemlidir. Bu çalışmada mısır nişastasının yanısıra özellikle nohut unu ve diğer unlar ve tereyağı, bahsedilen negatif özellikleri azaltmaya yönelik kullanılmıştır.

Hammadde analizlerinin hepsinde nohut unu en yüksek protein ve lif değerlerine sahip olmuştur. Patates ununun diğer hammaddelere kıyasla daha yüksek oranda kül içerdiği görülmüştür.

Ekmek ağırlıkları karşılaştırıldığında 450 g olarak kesilen hamurlardan en az ağırlık kaybına ekmeklik buğday unuyla yapılan ekmeğin uğradığı, glutensiz ekmekler kendi aralarında kıyaslandığında en az ağırlık kaybına hazır glutensiz undan yapılan ekmeğin uğradığı diğer glutensiz ekmekler için ağırlık değerlerinin birbirine yaklaşık değerler olduğu görülmüştür. Ekmekler hacim olarak değerlendirildiğinde ise gluten içeriğinden dolayı ekmeklik buğday unundan yapılan ekmek en büyük hacme sahip olmuştur.

Glutensiz ekmek örneklerinde patates unu ve guar gam miktarı arttıkça su tutma kapasitesi de artmıştır. Bununla doğru orantılı olarak ekmek nem değerleri patates unu ve guar gam miktarı fazla olan örneklerde daha yüksek bulunmuştur. Ekmekte kül miktarlarına bakıldığında ise glutensiz ekmeklerde bulunan sonuçların

ekmeklik buğday unuyla yapılan ekmeğe göre oldukça yüksek olduğu bulgulanmıştır.

Ekmeklerde 5 gün boyunca yapılan TPA analizi sonuçları değerlendirildiğinde sertlik değerleri bakımından ilk günden 5. güne kadar olan süreçte tüm örneklerde artış meydana geldiği görülmüştür. Bu artışın patates unu içermeyen ekmeklerde daha fazla olduğu görülmüştür. Ekmekler su kaybettikçe günden güne sertlik değerlerinde artış meydana gelmiş yaylanabilirlik değerinde de yine ekmeklerin yapıldığı gün ile diğer 4 gün arasında oldukça önemli bir farklılık olduğu görülmüştür. En fazla yaylanabilirlik değeri ekmeklik buğday unundan yapılan ekmekte görülmüş depolama süresi arttıkça yaylanabilirlik değerleri de azalmıştır.

Ekmekler, renk değerleri bakımından değerlendirildiğinde mısır unu içeren ekmekler daha koyu ve daha sarı bulunurken mısır unu içermeyen hazır glutensiz undan yapılan örnek en açık renkli ekmek olarak bulunmuştur.

3-8 arasında değişen ve daha büyük ve düzensiz gözenek yapısına sahip ekmeklerin daha düşük puan aldığı Dallman gözenek skalası değerleri incelendiğinde en yüksek puanı hazır glutensiz undan yapılmış ekmek almış olup en sıkı gözenek yapısına sahip olarak bulunmuştur. Normal ekmek 5 puan alırken glutensiz ekmekler 4-7 arasında değerler almıştır.

Patates unu ve gam ilavesi ekmek raf ömrü süresince sertlik değerlerinin azalmasına neden olmuş, ayrıca depolama süresinde normal ekmeğe yakın ve hazır karışım ekmeğinden daha yumuşak ekmek reolojisi gözlenmiştir. Dolayısıyla patates ununun glutensiz ekmeklerde bayatlamayı geciktirdiği söylenebilmektedir.

Glutensiz ekmek hamurlarının reolojik özelliklerine bakıldığında hazır karışımdan yapılan hamura kıyasla çoğunlukla daha olumlu değerler tesbit edilmiştir. Glutensiz ekmek hamurlarının su tutma kapasiteleri patates unu ve gam ilavesiyle genel olarak artmış, patates unu spesifik hacmi azaltırken gam ilavesiyle yükselmiştir. Duyusal açıdan değerlendirildiğinde glutensiz ekmek formülasyonları genel olarak kabul edilebilir bulunmuş patates ununun %2 veya %3 oranında gam

ilavesiyle birlikte kullanımının lezzet ve genel beğeni dikkate alındığında daha uygun olduğu görülmüştür.

Çölyak hastalığında hastalık farklı seviyelerde seyretmektedir. Ciddi boyutta olanlar diyete dikkat etmezse hayati riske varan sonuçlarla karşılaşabilmektedir. Ancak daha düşük boyutta seyretmesi halinde bu yan etkilerin azaldığı görülmektedir. Her şekilde glutenin diyetten çıkarılması şarttır. Hem hastalıkta teşhisin kolaylaşmasıyla ve tüm dünyada alerjik hastalıkların artmasıyla her geçen gün artan çölyaklı hasta sayısı gözlenmektedir. Bu hastaların tüketebileceği daha kaliteli, çeşitli ve uygun fiyata ürünlerin olması hayat kalitelerini artıracaktır. Bu ürünlere daha kolay ulaşabilmesi ve ürünlerin besleyici değerlerinin artırılması önemlidir. Çalışmada patates unu ve gam ilavesi kullanılmasıyla bu bakımdan olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

5. KAYNAKLAR

AACC, 2000, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, (11th ed.), The Association: St Paul, MN.

Altuğ, T., Ova, G., Demirağ, K., Elmacı, Y., Zorba, M., Bahar, B., Gür, E., Uysal, V., “Gıda Katkı Maddeleri”, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, (2009).

Anonim, Kodeks Standardı ve Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği (Tebliğ No: 2012/4).

Anonim, http://www.prosisgida.com.tr/Kivam-Vericiler_Guar-Gum---E-412_12.html

Aydoğan, S., Akçacık, A. G., Şahin, M., Kaya, Y., Koç, H., Görgülü, M. N., Ekici, M., “Ekmeklik Buğday Unlarında Alveograf, Farinograf ve Miksografta Ölçülen Reolojik Özellikler Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (1), 74-82, (2012).

Aydoğdu, S. ve Tümgör, G. “Çölyak Hastalığı”, *Güncel Pediatri*, (2), 47-53 , (2005).
Bilici, Ö. A., “Patates Unu Katkısının Ekmek Ürünleri Üzerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2001).

Blanco, C. A. , Ronda, F., Perez, B. and Pando, V., “Improving Gluten-Free Bread Quality By Enrichment With Acidic Food Additives”, *Food Chemistry*, 127, 1204-1209 , (2011).

Çelik, E., “Ekmek Yapımında Kullanılan Bazı Katkı Maddelerinin Ekmek Kalitesi ve Bayatlama Özellikleri Üzerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyon, (2008).

Demirkesen, İ. , Mert, B. , Sumnu, G. and Şahin, S. , “Rheological Properties Of Gluten-Free Bread Formulations” , *Journal Of Food Engineering*, 96, 295-303, (2010) .

Dülger, D. ve Şahan, Y., “Diyet Lifin Özellikleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri”, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25, 2, 147-157, (2011).

Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar, H.G., “Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu”, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, 867, 245, Erzurum, (2002).

Elgün, A., Ertugay, Z., “Tahıl İşleme Teknolojisi”, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 25, Erzurum, (2002).

Ergin, A., Çölyak Hastalarına Özel Bisküvi, Erişte ve Pide Üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2011).

Ergin, A. and Herken, E. N, “Use Of Various Flours In Gluten-Free Biscuits” , *Journal Of Food, Agriculture & Environment*”, (10), 128-131, (2012).

Gallagher, E., Polenghi O, Gormley TR., “ Improving the quality of gluten-free breads”, *Farm and Food*, 12, 8-13, (2002).

Gallagher, E. , Gormley, T. R. and Arendt, E. K., “Crust And Crumb Characteristics Of Gluten Free Breads” , *Journal Of Food Engineering*, 56, 153-161, (2003).

Gambus, H., Nowotna, A., Ziobro, R., Gumul, D. and Sikora, M., “The effect of use of guar gum with pectin mixture in gluten-free bread”, *Food Science and Technology*, 4, 2, (2001).

Gerçekaslan, K. E., Kotancılar, H. G., Karaoğlu, M. M., “Ekmek bayatlaması ve bayatlama derecesini ölçmede kullanılan yöntemler” *I. GIDA*, 32 (6), 305–315, (2007).

Gujiral, H., S. and Rosell, C. M., “ Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase”, *Journal of Cereal Science*, 39, 225-230, (2004).

Hart, M. R., Graham, R. P., Gee, M., and Morgan Jr., A. I., “Bread from sorghum and barley flours”, *Journal of Food Science*, 35, 661–665, (1970).

İşleroğlu, H., Kemerli, T., Yilmazer, M., Güven, G., Özdeştan, Ö., Ertekin, F., Özyurt, B., “Drying Kinetics and Quality of Cookies During Baking in Natural and Forced Convection Ovens”, (2010).

İşleroğlu, H. , Dirin, S. N. ve Ertekin, F. , “Gluten İçermeyen, Hububat Esaslı Alternatif Ürün Formülasyonları Ve Üretim Teknolojileri” , *Gıda*, 34(1), 29-36, (2009).

Karaoğlu, M. M., Kotancılar, H. G., “Tahıl ürünlerinin sağlığımız açısından Önemi” , *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (1), 101-108, (2001).

Karaagaoglu N., Karabudak, E., Yavuz, S., Yüksek, O., Dinçer, D., Tosunbayraktar, G., Eren, F.H, “Çesitli ekmeklerin protein, yağ, nem, kül, karbonhidrat ve enerji değerleri”, *Gıda*, 33(1), 19-25, (2008).

Kieffer, R., Wiesser, H., Henderson, M.H., Graveland, A., “Correlations of the Bread-Making Performance of Wheat Flour with Rheological Measurements on a Micro-Scale”, *Journal Cereal Science*, 27, 53-60, (1998).

Knorr, D., “Fortification of bread with Potato Products”, *Starch*, 31, (7), 242-246, (1979).

Kotoki, D. ve Deka, S. C., “Baking loss of bread with special emphasis on increasing water holding capacity”, *Journal of Food Science and Technology*, 47, (1), 128-131, (2010).

Korus, J., Witzak, M., Ziobro, R., Juszczak, L., “ The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread”, *Food Hydrocolloids*, 23, 988-995, (2009).

Lazaridou, A. , Duta, D. , Papageorgiou, M. , Belc, N. , and Biliaderis, C. G., “Effects Of Hydrocolloids On Dough Rheology And Bread Quality Parameters In Gluten-Free Formulations” , *Journal Of Food Engineering*, 79, 1033-1047, (2007).

Levent, H. and Bilgiçli, N., “Enrichment of gluten-free cakes with lupin (*Lupinus albus* L.) or buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.) flours”, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62 (7), 725-728, (2011).

Mariotti, M., Lucisano, M. and Ambrogina, P. M., “The role of corn starch,amaranth flour, pea isolate, and psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs”, *Food Research International*, 42, 963–975, (2009).

Mezaize, S., Chevallier, A., Bail, A. and Lamballerie, M., “Optimization of gluten-free formulations for French-style breads”, *Journal of Food Science*, 74, 3, (2009).

Moayedallaie, S., Mirzaei, M. and Paterson, J., “Bread improvers: comparison of a range of lipases with a traditional emulsifier”, *Food Chemistry*, 122, 495–499, (2010).

Moroni, A. V. , Bello, F. D. and Arendt, E. K., “ Sourdough In Gluten-Free Bread-Making: An Ancient Technology To Solve A Novel Issue?”, *Food Microbiology*, 26, 676-684, (2009).

Mubarak, A., “Chemical, nutritional and sensory properties of bread supplemented with lupin seed (*Lupinus albus*) products”, *Nahrung Food*, 45, (4), 241-245, (2001).

Olatunji, O., Koleoso, O. A. and Oniwinde, A. B., “Recent experience on the milling of sorghum, millet, and maize for making nonwheat bread, cake, and sausage in Nigeria”, editors: Gomez, M. I., House, L. R., Rooney, L. W., and Dendy, D. A. V. *Patancheru*, India, (1992).

Özüğür, G., Hayta, M., “Tahıl Esaslı Glutensiz Ürünlerin Besinsel ve Teknolojik Özelliklerinin İyileştirilmesi”, *Gıda*, 36 (5), 287-294, (2011).

Özer, M. S., “Kepekli ekmeklerin bazı niteliklerinin incelenmesi ve kalitelerinin iyileştirilmesi olanakları”, Doktora Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Adana, (1998).

Sabanis, D. ve Tzia, C., “Effect of rice, corn and soy flour addition on characteristics of bread produced from different wheat cultivars”, *Food Bioprocess Technology* 2, 68-79, (2009).

Sandoval, E. R., Sandoval, G.,Rodrigez, M. C., “Effect of Quinoa and Potato Flours on the Thermomechanical and Breadmaking Properties of Wheat Flour”, *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 29, (3), 503 - 510, (2012).

Sanchez, H. D., Osella, C. A., ve De La Torre, M. A., “Optimization of gluten free bread prepared from corn starch, rice flour and cassava starch”, *Journal of Food Science* 67, 416–419, (2002).

Schober, T. J., O’Brien, C. M., McCharty, D., Darnedde, A. and Arendt, E. K. , “Influence Of Gluten-Free Flour Mixes And Fat Powders On The Quality Of Gluten-Free Biscuits”, *Eur Food Res Technol*, 216 , 369-376, (2003).

Schober, T., Bean, S., Boyle, D. and Park, S., “Improved viscoelastic zein–starch doughs for leavened gluten-free breads, their rheology and microstructure”, *Journal of Cereal Science*, 48, 755–767, (2008).

Sciarini, L., Ribotta, P., Leon, A. and Perez, G., “Influence of gluten-free flours and their mixtures on batter properties and bread quality”, *Food Bioprocess Technol*, 3, 577-585, (2008).

Turabi, E. , Sumnu, G. and Şahin, S. , “Rheological Properties And Quality Of Rice Cakes Formulated With Different Gums And An Emulsifier Blend” , *Food Hydrocolloids*, 22, 305-312 , (2008).

Türksoy, S. ve Özkaya, B. , “Gluten ve Çölyak Hastalığı” , *Türkiye 9. Gıda Kongresi* , Bolu ,(24-26 Mayıs 2006) .

Torbica, A., Hadnadev, M. and Dapcevic, T., “Rheological, textural and sensory properties of gluten free bread formulations based on rice and buckwheat flour”, *Food Hydrocolloids*, 24, 626-632, (2010).

Toufelli, I., Dagher, S., Shadarevian, S., Nouredine, A., Sarakbi, M. and Farran, M., “Formulation of gluten free pocket-type breads, optimization of methylcellulose, gum arabic and albumen levels by response surface methodology”, *Cereal Chemistry*, 71 (6), 594-601, (1994).

Uz, E., Türkay, C., “Çölyak Hastalığı”, *Güncel Gastroenteroloji*, (2006).

Yalçın, S., “Glutensiz Erişte Üretimi Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Ankara, (2005).

Yalvaç, S., Aydın, A., Altay, İ. ve Kavunoğlu, G., “Düşük proteinli glutensiz, özel diyet nişasta ekmeği”, Araştırmadan uygulamaya, *Türk Pediatri Arşivi*, 36, 193-198, (2001).

Yarpuz, D., “Glutensiz ekmek üretimi üzerine araştırmalar”, Yüksek Lisans Tezi, *Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Konya, (2011).

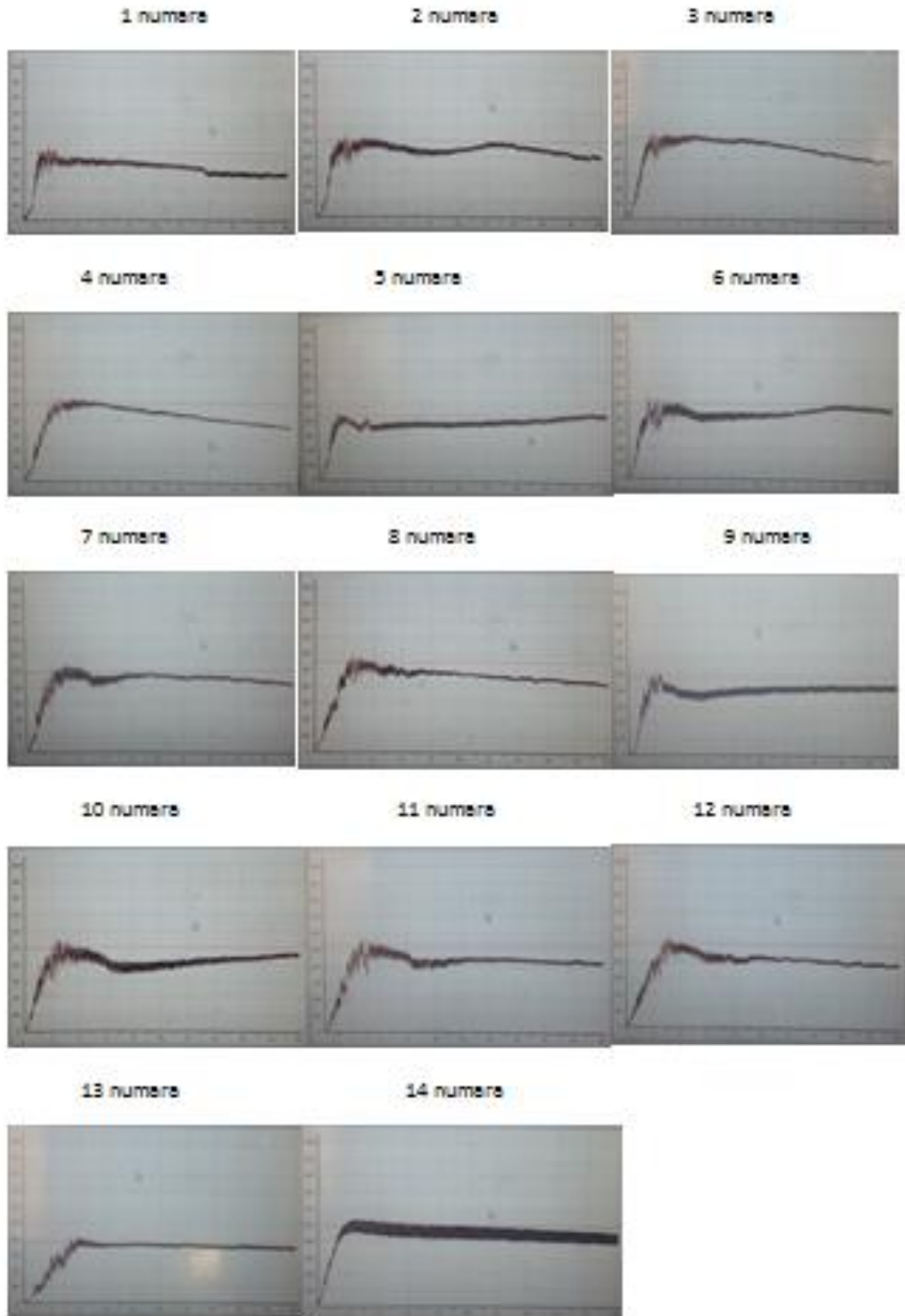
Yıldız, M., “Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench.) ve Lüpen (*Lupinus albus* L.) Unlarının Glutensiz Bisküvi Üretiminde Kullanımı Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Entitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Konya, (2012).

Yılmaz, Y., “Piyasaya Sunulan Glutensiz Ekmek Yapımına Uygun Karışımların Kalite ve Bileşenler Yönünden Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Van, (2014).

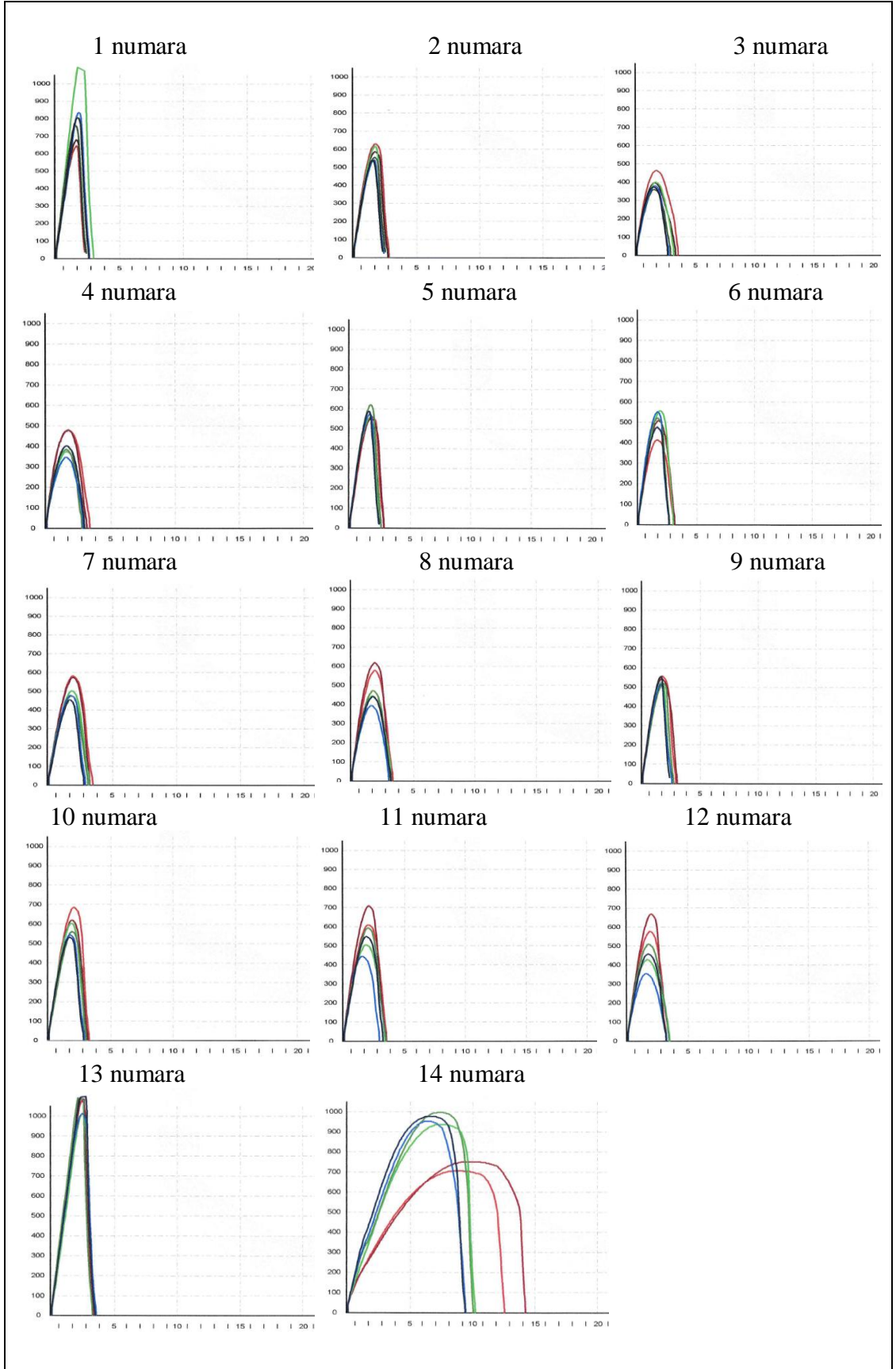
Yılmaz, S., Doğan, N. Ö., Yaka, Ö., “Comparison of the Glasgow-Blatchford and AIMS65 Scoring Systems for Risk Stratification in Upper Gastrointestinal Bleeding in the Emergency Department”, *Academic Emergency Medicine*, 22, (1), 22-30, (2015).

EKLER

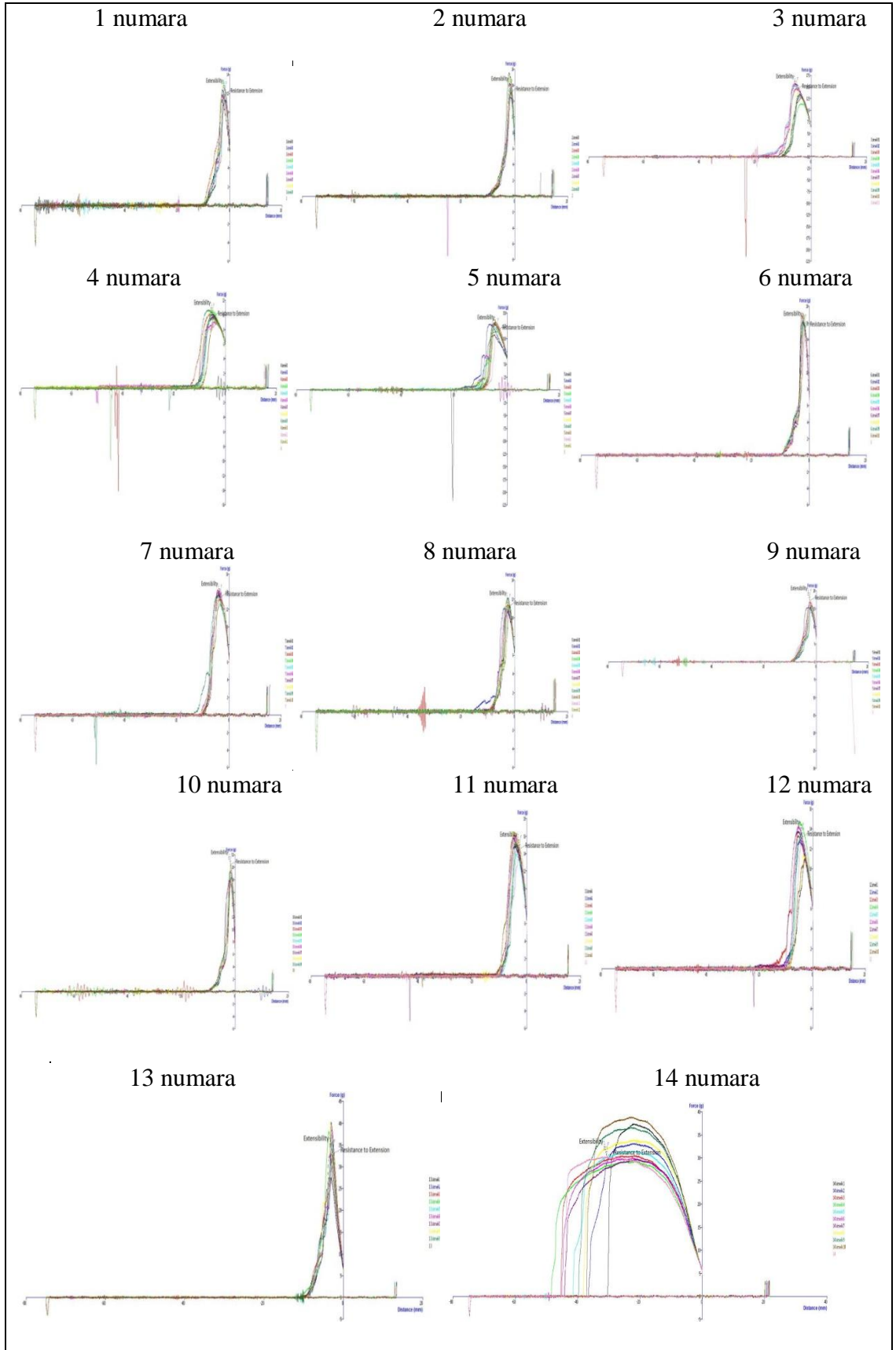
6. EKLER



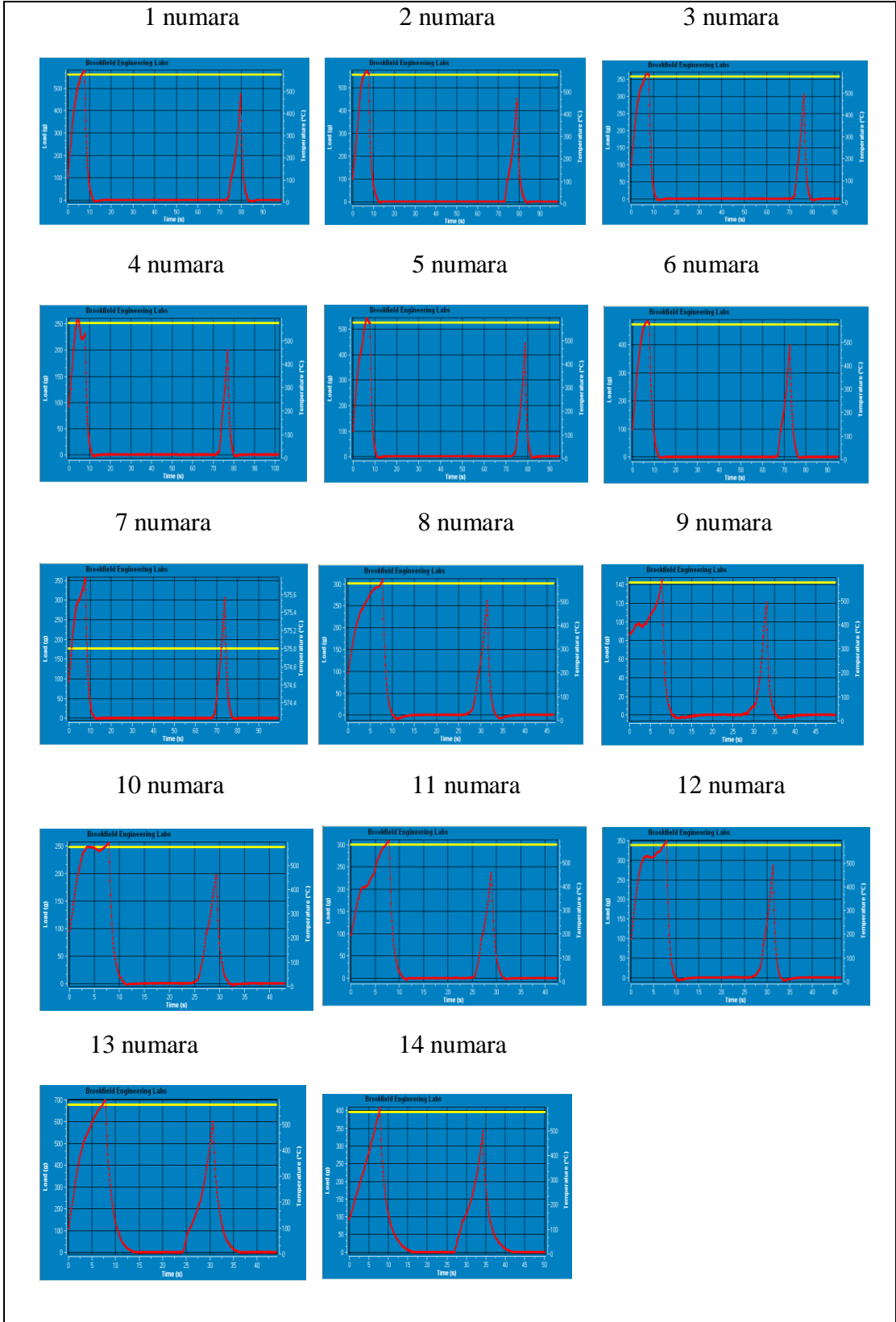
Şekil A.1: Ekmek formülasyonları ile hazırlanan hamurların farinograf grafikleri



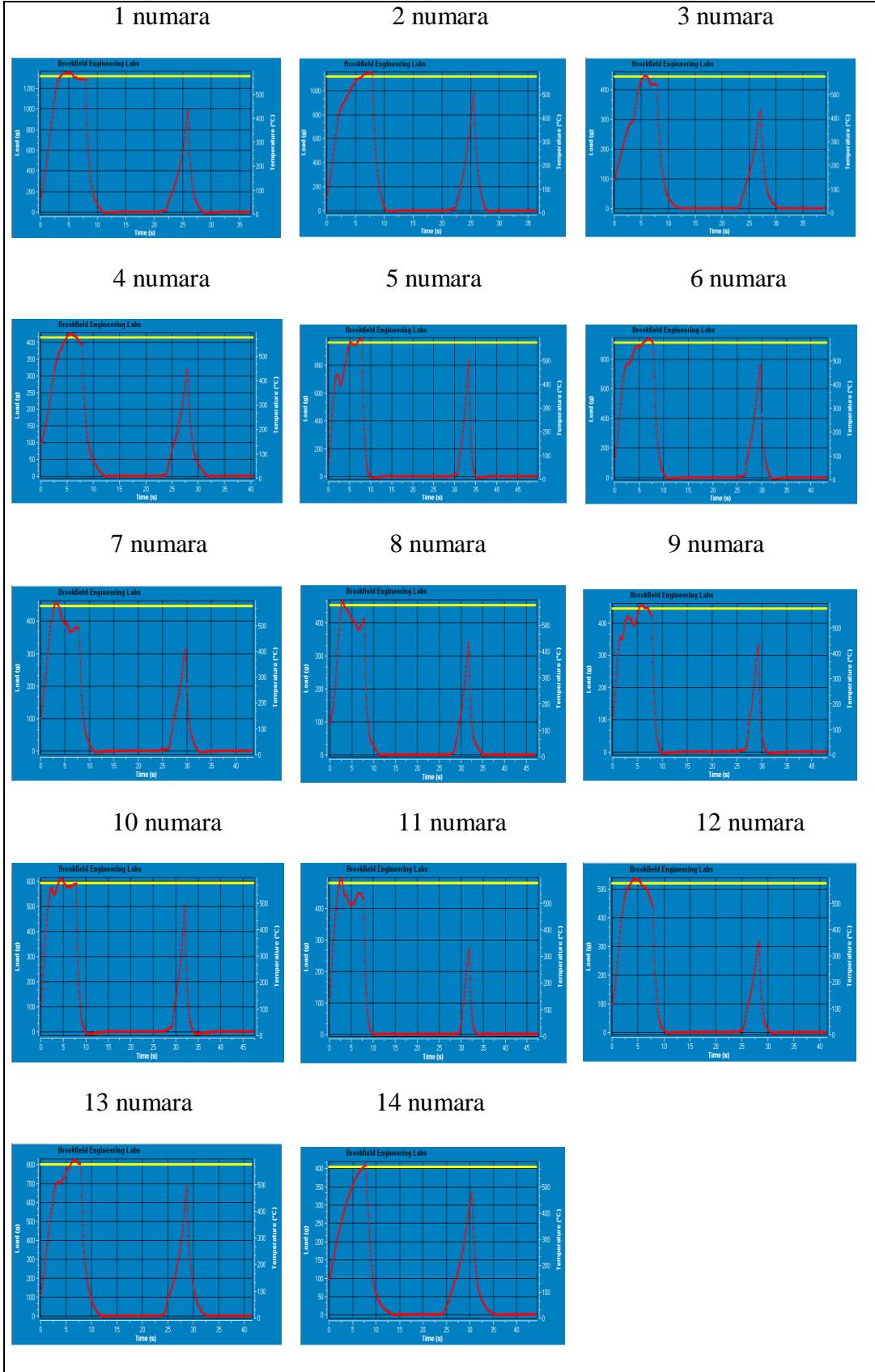
Şekil A.2: Ekmek formülasyonları ile hazırlanan hamurların ekstensograf grafikleri



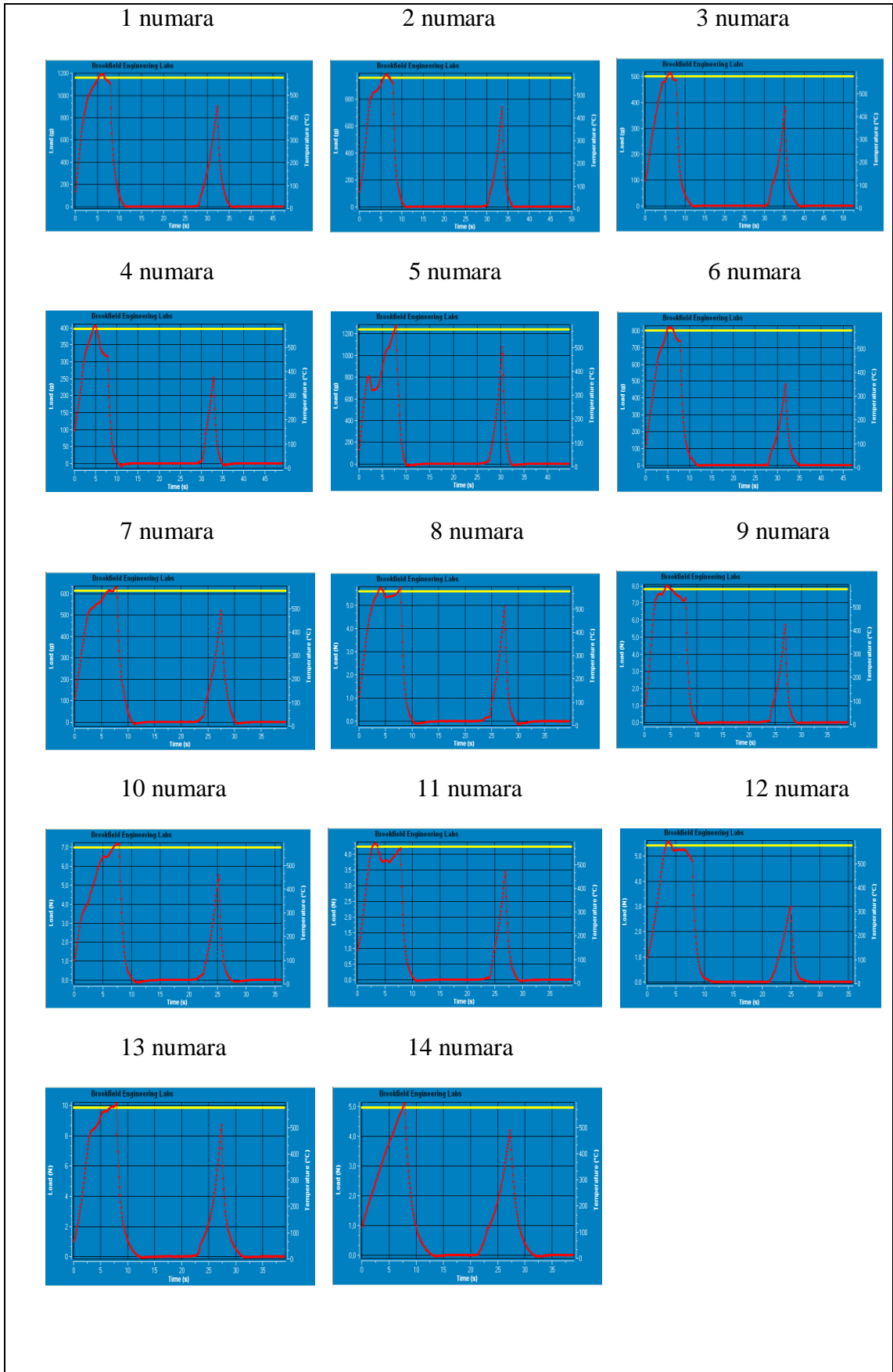
Şekil A.3: Ekmek formülasyonları ile hazırlanan hamurların SMS/Kieffer hamur ve gluten uzayabilirlik testi sonucunda elde edilen grafikler



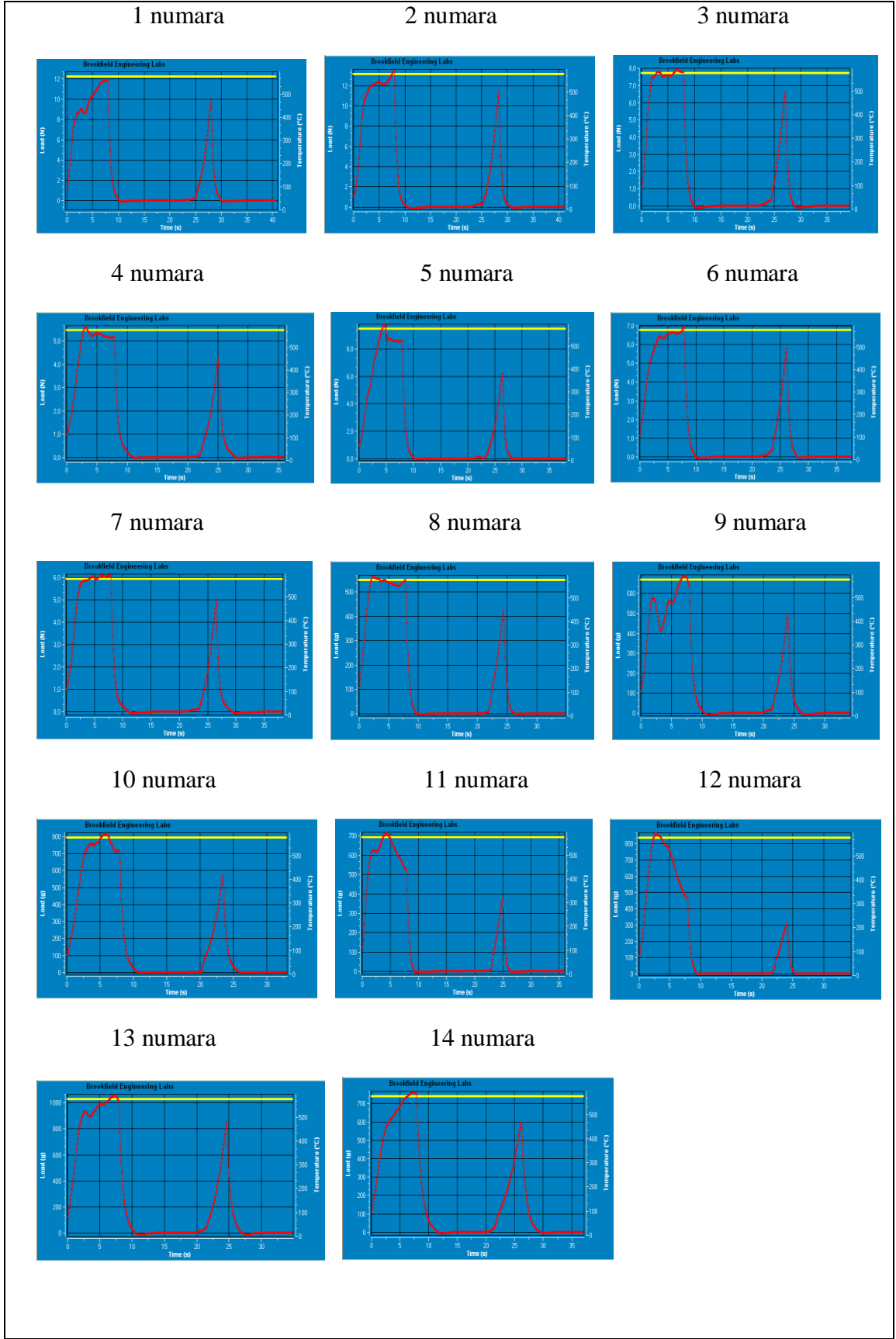
Şekil A.4: 1. gün ekmek içi doku (TPA) grafikleri



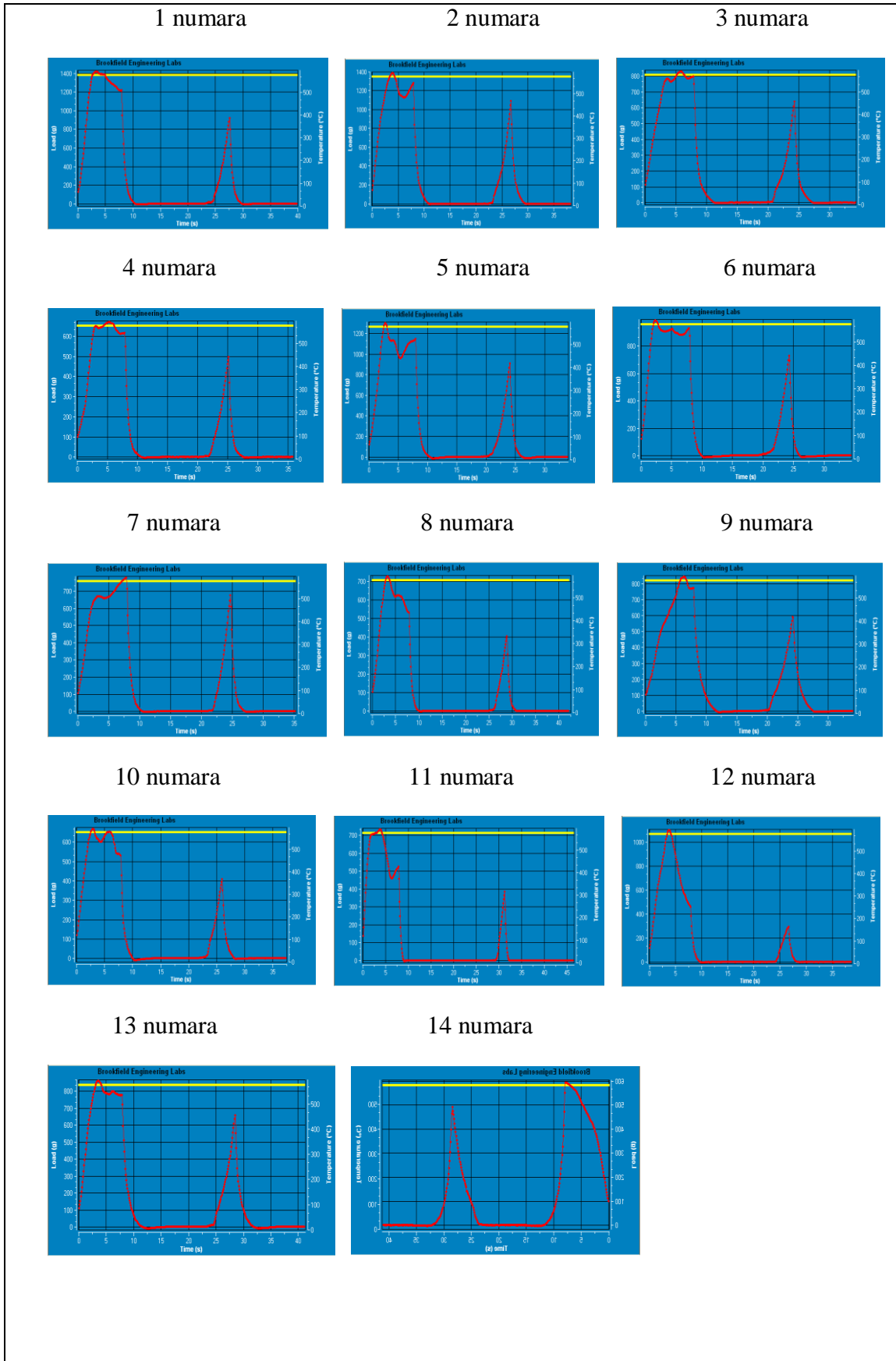
Şekil A.5: 2. gün ekmek içi doku (TPA) grafikleri



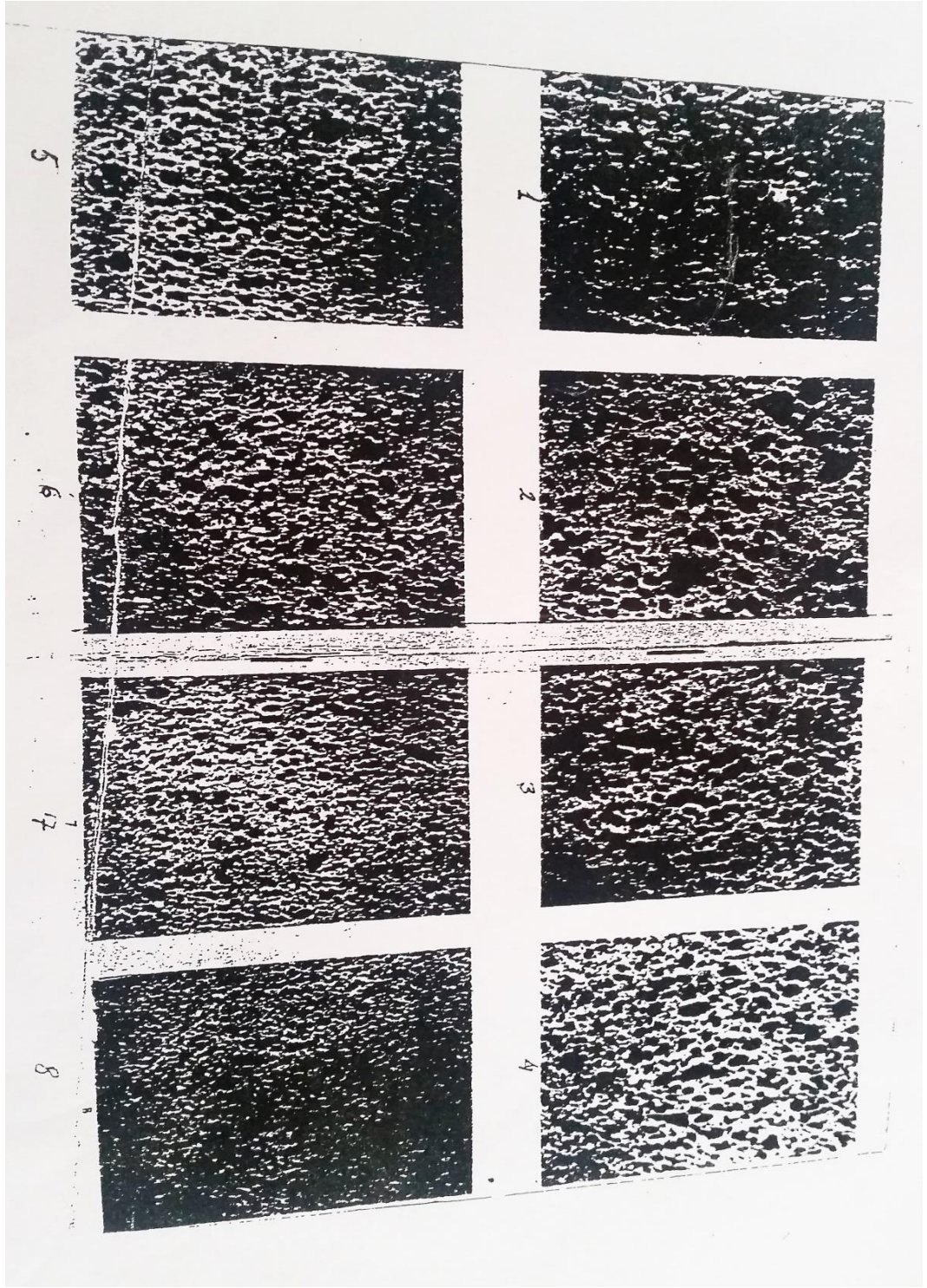
Şekil A.6: 3. gün ekmeği için doku (TPA) grafikleri



Şekil A.7: 4. gün ekmek içi doku (TPA) grafikleri



Şekil A.8: 5. gün ekmek içi doku (TPA) grafikleri



Şekil A.9: Dallman gözenek skalası

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Seçil HATIPOĞLU
Doğum Yeri ve Tarihi : Denizli 08.07.1990
Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi
Elektronik posta : secil.hatipoglu@gmail.com
İletişim Adresi : Sarayköy/DENİZLİ

1990 yılında Denizli’de doğmuş olup Denizli’nin Sarayköy ilçesinde yaşamaktayım. Lise eğitimimi Türk Eğitim Vakfı Anadolu Lisesi’nde aldım. 2008 yılında liseden mezun olup Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nü kazanarak bu bölümde okumaya başladım. 2012 yılında üniversiteden mezun olup Denizli Ata Ekmek Fabrikası’nda çalışmaya başladım. Halen ekmeğin ve unlu mamülün üretimi ve satışı yapan bu fabrikada çalışmaktayım. Bu işletmedeki sorumluluk alanlarım; sorumlu yönetici, üretim mühendisi, kalite yönetim sistemleri işleyişi ve personel idare ve takibidir. Ayrıca işletmeye ait 8 adet şubenin denetimiyle ilgilenmekteyim. 2013 Eylül ayında Pamukkale Üniversitesi’nde Doç. Dr. Emine Nur HERKEN hocam ile yüksek lisans eğitimime başladım. Üniversite hayatım boyunca kalite sistemleri, hijyen, insan kaynakları ve pazarlama ile ilgili konularda eğitimlere katılarak sertifikalar aldım. Son olarak ilk yardım eğitimi alarak ilk yardımcı sertifikamı almış bulunmaktayım.