

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇÖLYAK HASTALARINA YÖNELİK KİSMİ PİŞİRİLEREK
DONDURMA YÖNTEMİ İLE GLUTENSİZ EKMEK ÜRETİMİ
VE KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI**

Fatma HAYIT

**Danışman
Doç. Dr. Hülya GÜL**

**DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA – 2018**



© 2018 [Fatma HAYIT]

TEZ ONAYI

Fatma HAYIT tarafından hazırlanan “Çölyak Hastalarına Yönelik Kısmi Pişirilerek Dondurma Yöntemi ile Glutensiz Ekmek Üretimi ve Kalitesinin Araştırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Doç. Dr. Hülya GÜL
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mustafa ERBAŞ
Akdeniz Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Alper KUŞCU
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Erkan KARACABEY
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi İlyas ÇELİK
Pamukkale Üniversitesi



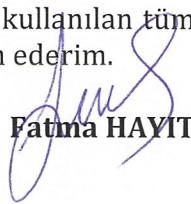
Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Yasin TUNCER



TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.


Fatma HAYIT

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Kinoa	21
2.2. Nohut Unu	27
2.3. Mısır Unu ve Mısır Nişastası.....	30
2.4. Patates Nişastası	32
2.5. Pirinç Unu.....	32
2.6. Ksantan Gam ve Guar Gam.....	33
2.7. Literatürdeki Glutensiz Ekmek Formülasyonları	39
2.8. Optimizasyon.....	42
2.9. Kısmi Pişirilerek Dondurma Yöntemi.....	49
3. MATERYAL VE YÖNTEM	54
3.1. Materyal.....	54
3.2. Yöntem	55
3.2.1. Ekmeklik buğday ununda, kinoada ve formülasyon için kullanılan bileşenlerde yapılan kimyasal analizler.....	55
3.2.1.1. Nem miktarı tayini	55
3.2.1.2. Kül miktarı tayini	55
3.2.1.3. Ham protein miktarı tayini	56
3.2.1.4. Yağ miktarı tayini	56
3.2.1.5. Ekmeklik buğday ununda yaş gluten, kuru gluten ve gluten indeks değerlerinin belirlenmesi	56
3.2.1.6. Zeleny sedimentasyon tayini.....	57
3.2.1.7. Gecikmeli sedimentasyon tayini	57
3.2.1.8. Düşme sayısı tayini	57
3.2.1.9. Toplam diyet lif.....	57
3.2.2. Ekmeklik buğday ununda yapılan farinograf analizi.....	57
3.2.3. Ekmek yapımı	57
3.2.3.1. Glutensiz un formülasyonu için yanıt yüzey yöntemi ile oluşturulan deneme deseni	58
3.2.3.2. Yanıt yüzey yönteminde modelin yeterliliğinin belirlenmesi	60
3.2.3.3. Kontrol ekmeği ve kinoa ilaveli glutensiz ekmeklerin üretimi.....	61
3.2.4. Ekmeklerde yapılan analizler	62
3.2.4.1. Ekmek hacminin belirlenmesi.....	62
3.2.4.2. Ekmeklerin en, boy ve yükseklik değerlerinin belirlenmesi.....	63
3.2.4.3. Ekmeklerde nem miktarının belirlenmesi	63
3.2.4.4. Ekmeklerde kül miktarının belirlenmesi.....	63
3.2.4.5. Ekmeklerde protein miktarının belirlenmesi.....	63
3.2.4.6. Ekmeklerde toplam diyet lif miktarlarının belirlenmesi	63

3.2.4.7. Ekmeklerde mineral madde (fosfor, kalsiyum, magnezyum, çinko ve demir) miktarının belirlenmesi	63
3.2.4.8. Ekmeklerin tekstür özelliklerinin belirlenmesi	64
3.2.4.9. Ekmeklerde renk değerlerinin belirlenmesi	64
3.2.4.10. Duyusal analizler.....	64
3.2.4.11. Optimizasyon	65
3.2.4.12. İstatistiksel analizler.....	64
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	66
4.1. Ekmeklik Buğday Ununda Yapılan Kimyasal ve Fizikokimyasal Analizler ..	66
4.2. Ekmeklik Buğday Ununda Yapılan Reolojik Analizler	69
4.3. Nohut Unu, Mısır Unu, Pirinç Unu, Mısır Nişastası ve Patates Nişastasında Yapılan Analizler	72
4.4. Kinoa Ununda Yapılan Analizler	75
4.5. Glutensiz Ekmek Formülasyonu için Deneme Deseninin Oluşturulması ve Bu Ekmeklerde Yapılan Analizler.....	77
4.5.1. Glutensiz ekmeklerin yükseklik, hacim ve spesifik hacim değerleri	79
4.5.1.1. Glutensiz ekmek örneklerinin yükseklik değerleri	80
4.5.1.2. Glutensiz ekmek örneklerinin hacim değerleri	82
4.5.1.3. Glutensiz ekmek örneklerinin spesifik hacim değeri	85
4.5.2. Glutensiz ekmek örneklerinin renk değerleri	88
4.5.2.1. Glutensiz ekmek örneklerinin ΔE değeri	89
4.5.3. Glutensiz ekmek örneklerinin tekstür profil analizleri (TPA).....	91
4.5.3.1. Glutensiz ekmek örneklerinin sertlik değeri	92
4.5.3.2. Glutensiz ekmek örneklerinin çiğnenebilirlik değeri.....	93
4.5.3.3. Glutensiz ekmek örneklerinin esneklik değeri	95
4.5.4. Glutensiz ekmek örneklerinin duyusal analizleri	97
4.5.4.1. Glutensiz ekmeklerin duyusal kabuk renk değeri	98
4.5.4.2. Glutensiz ekmeklerde genel kabul edilebilirlik değeri	100
4.6. Optimizasyon ile Glutensiz Ekmek Unu Formülasyonu	103
4.7. Glutensiz Ekmek Unu Formülasyonunun Doğrulanması.....	105
4.8. Fermantasyon Süresi, Pişirme Sıcaklığı ve Pişirme Süresi İşlemleri için Yapılan Ön Denemeler	106
4.8.1. Glutensiz ekmek üretiminde uygun fermantasyon süresinin belirlenmesi için yapılan ön denemeler.....	107
4.8.2. Glutensiz ekmek üretiminde uygun pişirme süresi ve sıcaklığının belirlenmesi için yapılan ön denemeler.....	108
4.9. Kısmi Dondurulmuş Glutensiz Kinoalı Ekmeklerde Yapılan Analizler	109
4.9.1. Fiziksel analizler	109
4.9.1.1. En, boy, yükseklik değerleri.....	109
4.9.1.2. Hacim ve spesifik hacim değeri	111
4.9.1.3. Ekmek verimi ve pişme kaybı değerleri.....	116
4.9.2. Kimyasal analizler	118
4.9.2.1. Ekmeklerin 6 saat sonraki nem değerleri	118
4.9.2.2. Ekmeklerin 6, 24 ve 48 saat sonraki nem değerleri	119
4.9.2.3. Ekmeklerin kül, protein ve diyet lif değerleri	120
4.9.2.4. Ekmeklerin mineral madde değerleri	124
4.9.3. Tekstür değerleri	126
4.9.4. Renk analizleri	136
4.9.5. Duyusal analizler	144
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	155

KAYNAKLAR	167
EKLER.....	191
EK A. Optimizasyonla oluşturulan ekmeklerinin resimleri	192
EK B. Optimizasyonda oluşturulan deneme deseni ekmeklerinin TPA grafikleri	193
EK C. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin TPA grafikleri	194
EK D. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin resimleri.....	200
EK E. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyusal analiz resimleri.....	202
EK F. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyusal analiz formu	203
ÖZGEÇMİŞ	206

ÖZET

Doktora Tezi

ÇÖLYAK HASTALARINA YÖNELİK KISMİ PİŞİRİLEREK DONDURMA YÖNTEMİ İLE GLUTENSİZ EKMEK ÜRETİMİ VE KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI

Fatma HAYIT

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hülya GÜL

Bu çalışmada, yanıt yüzey yöntemi kullanılarak çölyak hastaları için glutensiz ekmek formülasyonunun oluşturulması ve bu formülasyondan üretilen glutensiz ekmeklerin kısmi pişirilip dondurulması işlemi ile tüketiciye taze ekmek olanağının sunulması amaçlanmıştır. Üretilen ekmeğin lif ve mineraller açısından zenginleştirilmesi amacıyla, belirlenen formülasyona yer değiştirme prensibine göre %5, %10, %20 ve %30 oranlarında kinoa unu ilave edilerek üretilen ekmekler, kısmi pişirildikten sonra dondurma işlemi aşamasında 5, 10, 15, 30 ve 45 gün süre ile depolanmıştır. Ekmeklerde fiziksel, kimyasal, tesktürel ve duyusal analizler yapılarak ekmek kalitesi incelenmiştir. Optimizasyon sonuçlarına göre en uygun glutensiz un formülasyonu için %12.32 patates nişastası, %24.53 nohut unu, %5 mısır unu, %5 mısır nişastası ve %53.15 pirinç ununun kullanılması gerektiği belirlenmiştir. Oluşturulan formülasyonla üretilen glutensiz ekmeklerin diyet lif, protein, kalsiyum, demir, magnezyum, fosfor ve çinko miktarları özellikle nohut unu ve mısır unu ile önemli miktarda artmıştır.

Ekmeklik buğday ununundan yapılan “Kontrol-1” grubu ekmeklerinin hacmi, ilk gün üretilen glutensiz ekmek örneklerinin hacminden istatistiki olarak önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur. Glutensiz ekmeklerde formülasyona %5 kinoa unu ilave edilmesi hacim üzerinde önemli bir etki göstermezken; %10 ve daha fazla oranlarda kinoa unu ilavesi ekmek hacminin önemli derecede ($P<0.01$) azalmasına sebep olmuştur. Kontrol-1 ekmeklerinde en düşük ekmek hacminin 45 gün depolama sonrasında olduğu belirlenmiştir. Glutensiz un formülasyonu ile üretilen Kontrol-2 ve glutensiz un formülasyonuna kinoa ilavesiyle yapılan ekmeklerin ilk 10 gün hacimlerinde istatistiki olarak önemli bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Kontrol-2 örneklerinin 10 gün boyunca hacimde değişiklik olmadan depolanabileceği belirlenmiştir. Glutensiz un formülasyonuna % 20 ve % 30 kinoa ilaveli dondurulmuş örneklerde hacim azalmasının 15 günden sonra olduğu belirlenmiştir.

Kontrol-2 gurubu ekmeklerin protein değeri ve diyet lif miktarı sırasıyla %11.48 ve %15.29 olarak belirlenmiştir. Formülasyonda nohut ununun kullanımının protein ve lif miktarının yüksek olmasında etkili olmuştur. Kinoa ilavesinin çalışmada oluşturulan glutensiz un formülasyonuna eklenmesinin bu değerler üzerinde etkisi olmamıştır. Elastikiyet, kohezif yapışkanlık ve esneklik değerleri kontrol-1 grubu

örneklerinde en yüksek değeri alırken depolama süresi ekmek örneklerinde bu değerin azalmasına sebep olmuştur. Kısmi pişirilerek dondurulmuş depolama, ekmek örneklerinde sakızimsılık değerinin artmasına sebep olurken, çiğnenebilirlik üzerinde etkili olmamıştır. Kinoa ilavesi elastikiyet değerinin azalmasına, sertliğin ve çiğnenebilirliğin artmasına sebep olmuştur. Kontrol-1 grubu ekmeklerinin kabuk rengi L* değeri ile (56.91) %10 kinoa ilaveli glutensiz ekmek örneklerinin L* değerinin (56.69) benzer olduğu gözlemlenmiştir. Ekmek örneklerinin kabuk renk değerlerinden a* değeri incelendiğinde en yüksek değeri kontrol-1 ekmeklerinin (8.57) aldığı belirlenmiştir. Bu değere en yakın değeri alan ekmek örnekleri %20 ve %30 kinoa alı glutensiz ekmekler olmuştur. Örneklerin b* değeri için kontrol-1 grubu ekmek örneklerine en yakın değeri %5 ve %10 kinoa ilaveli glutensiz ekmek örnekleri almıştır.

Hastaların en büyük sorunlarından olan taze ekmeğe ulaşım probleminin kısmi pişirerek dondurma yöntemi ile çözülebileceği sonucuna varılmıştır. Kısmi pişirilerek dondurulan glutensiz ekmeklerin 45 güne kadar kalitelerinde büyük problemler olmadan depolanabileceğine tesktürel ve duyuusal değerlendirme sonucunda karar verilmiştir. Çalışma sonucunda belirlenen un formülasyonunun ekmek örneklerinin hacim değerlerini olumlu etkileyecek farklı katkı maddeleri ile geliştirilerek kullanılması gerekmektedir. Glutensiz ürünlerin, çölyak hastalarının ihtiyaçlarının karşılanması açısından kısmi pişirilerek dondurulup depolanması, tüketiciye taze olarak ulaştırılması tavsiye edilebilir. Optimizasyonla belirlenen formülasyonun da daha sonraki yapılacak olan glutensiz ürünler içinde öncü olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çölyak, glutensiz ekmek, gluten, kısmi pişirilerek dondurma

2018, 209 sayfa

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

PRODUCTION OF FROZEN GLUTEN-FREE BREAD FOR CELIAC PATIENTS EFFECTS OF THE USE OF QUINOA AND METHOD PART-BAKED FROZEN ON THE QUALITY OF GLUTEN FREE BREAD

Fatma HAYIT

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hülya GÜL

This study aimed to obtain a gluten-free bread formulation for celiac patients by using the response surface methodology and thus offer such consumers fresh bread alternatives through part-baking and freezing of the bread produced with this formula. To produce bread rich in fiber and minerals, quinoa flour was added as replacement to the formula at varying rates (0%, 5%, 10%, 20%, 30%), and after part-baking gluten-free breads were put in frozen storage for different periods ranging from 5, 10, 15, 30 to 45 days. The bread quality was investigated through physical, chemical, textural, and sensory analyses. Based on the optimisation results, it was determined that the optimum gluten-free flour formulation could be prepared with the mixture of 12.32% potato starch, 24.53% chickpea flour, 5% corn flour, 5% corn-starch and 53.15% rice flour. The dietary fiber, protein, calcium, iron, magnesium, phosphorus and zinc content of the gluten-free breads produced with our formulation increased significantly, especially with the addition of chickpea flour and corn flour.

The volumes of the “Control-1” breads made from wheat flour were found to be significantly higher ($P<0.01$) than those of gluten-free bread samples produced on the first day. The addition of 5% quinoa flour to the formulation did not show any significant effect on volume in gluten-free breads, while the addition of quinoa flour at 10% or more resulted in a significant decrease in bread volume ($P<0.01$). The lowest bread volume in the Control-1 breads was observed after 45 days of storage. There was no statistical volume change in the first 10-day volumes of the Control-2 breads made from gluten-free flour and the breads using gluten-free flour formulation with the addition of quinoa. It was found that the Control-2 breads could be stored for ten days without any change in their volume, and the volume reduction in frozen breads using gluten-free flour formulation with the addition of 20% and 30% quinoa flour occurred only after 15 days of storage.

The protein value and dietary fiber content of Control-2 breads were determined as 11.48% and 15.29%, respectively, and the use of chickpea flour in the formulation caused this high protein and fiber content. However, the addition of quinoa to the gluten-free flour formulation did not have any significant effect on these values. The highest values of elasticity, cohesiveness, and springiness were seen in the Control-1

bread, but the storage time was found to cause a reduction in these values. While frozen storage after part-baking increased gumminess in bread samples, it did not affect chewiness. The addition of quinoa resulted in reduced elasticity but increased hardness and chewiness. It was observed that the Control-1 breads had a crust colour L value (56.91) similar to the L value (56.69) of the gluten-free breads made with 10% quinoa replacement. Of the other crust colour parameters, the a* value was observed to be the highest in the Control-1 breads (8.57). The samples showing the closest values to this value were the gluten-free breads with 20% and 30% quinoa. As for the b* value, on the other hand, the gluten-free breads with 5% and 10% quinoa replacement showed the closest values to those of the Control-1 breads.

We concluded that the problem of finding fresh bread, one of the biggest issues for celiac patients, could be solved by partial baking and freezing method. Partially baked and frozen gluten-free breads can be stored for up to 45 days without any major deterioration in quality, as shown by the evidence from the analysis of textural and sensory properties. The flour formulation created in the study could be further improved by the addition of different additives that will enhance the volume of gluten-free breads. Besides, partial baking and freezing method can be adopted in various bakery products, as well as gluten-free breads, to offer better alternatives for celiac patients. Once supported by further studies, the formulation found through optimization will be a pioneer in producing a range of different gluten-free bakery products.

Keywords: Celiac, gluten-free bread, gluten, part baked frozen

2018, 209 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli danışman Hocam Doç. Dr. Hülya Gül'e teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamda bana destek ve yardımcı olan değerli hocalarım Prof. Dr. Mustafa Erbaş, Dr. Öğr. Üyesi Alper Kuşcu, Doç. Dr. Erkan Karacabey ve Dr. Öğr. Üyesi İlyas Çelik'e; analizlerim sırasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Salih Eroğlu, Arş. Gör. Erdem Gülümser'e ve sevgili arkadaşlarım Gıda Mühendisi Ayşe Demirkıran ile Gıda Mühendisi Semra Gül Tekeli'ye,

Araştırmanın yürütülmesinde manevi olarak yardımını esirgemeyen Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu Müdürüm değerli Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Kocakaya'ya,

Tezimin analiz aşamasındaki desteklerinden dolayı Hediye Un Fabrikasına,

TAGEM/ 15/ AR-GE/47 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederim.

Araştırmanın yürütülmesinde maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, eşim Tolga Hayıt'a her zaman destekcim olan annem Fatma Karakaş ve babam Mehmet Karakaş'a sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Fatma HAYIT
ISPARTA, 2018

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Sağlıklı ve bozulmuş villus yapısı	5
Şekil 4.1. Ekmeklik buğday ununun farinograf grafiği.....	69
Şekil 4.2. Ekmeklik buğday ununun ekstensograf grafiği	70
Şekil 4.3. Yükseklik değerine ait üç boyutlu gösterimler (P-Nis:Patates nişastası,Noh-un:Nohut unu, Mıs-un: Mısır unu).....	82
Şekil 4.4. Hacim değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri (P-Nis:Patates nişastası,Noh-un:Nohut unu, Mıs-un: Mısır unu).....	84
Şekil 4.5. Spesifik hacim değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri (P-Nis:Patates nişastası,Noh-un:Nohut unu, Mıs-un: Mısır unu).....	87
Şekil 4.6. ΔE değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri (P-Nis:Patates nişastası,Noh-un:Nohut unu, Mıs-un: Mısır unu).....	90
Şekil 4.7. Esneklik değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri (P-Nis:Patates nişastası,Noh-un:Nohut unu, Mıs-un: Mısır unu).....	96
Şekil 4.8. Duyusal kabuk renk değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri (P-Nis:Patates nişastası,Noh-un:Nohut unu, Mıs-un: Mısır unu).....	99
Şekil 4.9. Genel kabul edilebilirlik değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri (P-Nis:Patates nişastası,Noh-un:Nohut unu, Mıs-un: Mısır unu)	102
Şekil 4.10. Optimizasyon sonucu kabul edilen formülasyonla üretilen ekmek resmi	106
Şekil A.1. Optimizasyonla oluşturulan deneme deseni ekmeklerinin resimleri	192
Şekil B.1. Optimizasyonda oluşturulan deneme deseni ekmeklerinin TPA grafikleri	193
Şekil C.1. Ekmek içi 1. gün TPA grafikleri	194
Şekil C.2. Ekmek içi 5. gün TPA grafikleri	195
Şekil C.3. Ekmek içi 10. gün TPA grafikleri	196
Şekil C.4. Ekmek içi 15. gün TPA grafikleri	197
Şekil C.5. Ekmek içi 30. gün TPA grafikleri	198
Şekil C.6. Ekmek içi 45. gün TPA grafikleri	199
Şekil D.1. Ekmek örneklerinin üstten görünüşü	200
Şekil D.2. Ekmek örneklerinin önden görünüşü	201
Şekil D.3. Yarım ekmek örneklerinin önden görünüşü.....	201

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Farklı unlu mamullerin fiyat karşılaştırması (2016-2017).....	8
Çizelge 3.1. Glutensiz ekmek formülasyonu için yanıt yüzey yöntemi ile oluşturulan deneme deseni.....	58
Çizelge 4.1. Ekmeklik un örneğinde yapılan kimyasal analizler.....	66
Çizelge 4.2. Ekmeklik buğday ununun farinogram ve ekstensogram değerleri	69
Çizelge 4.3. Farklı un ve nişasta örneklerinde yapılan kimyasal analizler	72
Çizelge 4.4. Kinoada yapılan kimyasal analizler	75
Çizelge 4.5. Glutensiz ekmek unu optimizasyon için deneme deseni ile oluşturulan formülasyonlar	78
Çizelge 4.6. Glutensiz ekmek örneklerine ait yükseklik, hacim ve spesifik hacim analiz sonuçlarının ortalama değerleri	79
Çizelge 4.7. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin, glutensiz ekmek örneklerinin yükseklik değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları	81
Çizelge 4.8. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin, glutensiz ekmek örneklerinin hacim değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları ...	83
Çizelge 4.9. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin, glutensiz ekmek örneklerinin spesifik hacim değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları	86
Çizelge 4.10. Glutensiz ekmek örneklerine ait renk analiz sonuçlarının ortalama değerleri.....	88
Çizelge 4.11. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin glutensiz ekmek örneklerinin ΔE değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları	89
Çizelge 4.12. Glutensiz ekmek örneklerine ait tekstürel analiz sonuçlarının ortalama değerleri.....	91
Çizelge 4.13. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin, glutensiz ekmek örneklerinin sertlik değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları .	92
Çizelge 4.14. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin, glutensiz ekmek örneklerinin çignenebilirlik değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları	94
Çizelge 4.15. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin, glutensiz ekmek örneklerinin esneklik değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları	95
Çizelge 4.16. Glutensiz ekmek örneklerine ait duyu analizi sonuçlarının ortalama değerleri.....	97
Çizelge 4.17. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin, glutensiz ekmek örneklerinin duyu kabuk rengi değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları.....	98
Çizelge 4.18. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin glutensiz ekmek örneklerinin genel kabul edilebilirlik (GKE) değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları	101
Çizelge 4.19. Glutensiz ekmek formülasyonunun optimizasyon normları	103
Çizelge 4.20. Glutensiz ekmek unu formülasyonunun doğrulaması için yapılacak deneme formülasyonu	105
Çizelge 4.21. Glutensiz ekmek unu formülasyonunun doğrulama sonuçları	106
Çizelge 4.22. Glutensiz ekmek üretiminde uygun fermantasyon süresini belirleyebilmek amacıyla yapılan ön deneme sonuçları.....	107

Çizelge 4.23. Glutensiz ekmek üretiminde uygun pişirme süresini belirleyebilmek amacıyla yapılan ön deneme sonuçları (fırın sıcaklığı 220 °C)	108
Çizelge 4.24. Glutensiz ekmek üretiminde uygun pişirme süresini belirleyebilmek amacıyla yapılan ön deneme sonuçları (fırın sıcaklığı 230 °C)	108
Çizelge 4.25. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin en değerleri (mm)	109
Çizelge 4.26. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin boy değerleri (mm)	110
Çizelge 4.27. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin yükseklik değerleri (mm).....	111
Çizelge 4.28. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin hacim değerleri (cm ³)	112
Çizelge 4.29. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin spesifik hacim değerleri (cm ³ /g)	114
Çizelge 4.30. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin ekmek verim değerleri (cm ³ /g)	117
Çizelge 4.31. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin pişme kaybı değerleri (cm ³ /g)	117
Çizelge 4.32. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin 6. saat nem değerleri (%).....	118
Çizelge 4.33. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin 6, 24 ve 48 saat sonraki nem değerleri (%)	119
Çizelge 4.34. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin kül, protein ve diyet lif değerleri (%)	120
Çizelge 4.35. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin mineral madde değerleri (mg/g)	124
Çizelge 4.36. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin sertlik değerleri (g)	126
Çizelge 4.37. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin elastikiyet değerleri.....	129
Çizelge 4.38. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin kohezif yapışkanlık değerleri.....	130
Çizelge 4.39. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin sakızimsılık değerleri (g)	132

Çizelge 4.40. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin çignenebilirlik değerleri (g)	133
Çizelge 4.41. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin esneklik değerleri	134
Çizelge 4.42. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin kabuk rengi L değerleri	136
Çizelge 4.43. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin kabuk rengi a değerleri	138
Çizelge 4.44. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin kabuk rengi b değerleri	139
Çizelge 4.45. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin ekmek içi rengi L değerleri	141
Çizelge 4.46. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin ekmek içi rengi a değerleri	142
Çizelge 4.47. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin ekmek içi rengi b değerleri	143
Çizelge 4.48. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyusal hacim değerleri.....	145
Çizelge 4.49. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyusal şekil simetri değerleri	146
Çizelge 4.50. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyusal kabuk rengi değerleri	146
Çizelge 4.51. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyusal ekmek içi rengi değerleri.....	147
Çizelge 4.52. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyusal tekstür değerleri.....	148
Çizelge 4.53. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin ağızda hissedilen yumuşaklık değerleri	149
Çizelge 4.54. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyusal koku değerleri	150
Çizelge 4.55. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyusal aroma değerleri	150

- Çizelge 4.56. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyu tat değerleri 151
- Çizelge 4.57. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin genel kabul edilebilirlik değerleri..... 152
- Çizelge 4.58. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin satın alınabilirlik değerleri..... 153



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Ca	Kalsiyum
cm ³	Santimetreküp
CMC	Karboksimetilselüloz
CO ₂	Karbondioksit
DATEM	Mono Ve Digliseridlerin Diasetil Tartarik Asit Esterleri
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
Fe	Demir
g	Gram
GKE	Genel Kabul Edilebilirlik
HPMC	Hidroksipropilmetilselüloz
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
mm	Milimetre
P	Fosfor
R ²	Regrasyon Katsayısı
TG	Transglutaminaz

1. GİRİŞ

Ülkemizde tarım yapılabılır 23.9 milyon hektarlık alan bulunmaktadır. Bu alanın 15.2 milyon hektarlık alanı tahıl ürünleri için kullanılmaktadır. Tahıl ürünlerinden biri olan buğday toplam alanın %48'i ile en büyük paya sahiptir. Buğdayı sırası ile arpa, mısır, çeltik, çavdar, yulaf ve darı izlemektedir (TUİK, 2016). Buğday, beslenmede temel besinlerin ham maddesidir. Bu yüzden diğer tarımsal ürünlere kıyasla ayrı bir öneme sahiptir. Ülkemizde buğday ve buğdaydan üretilen gıda ürünlerinin tüketimi fazla olması nedeniyle bu önem daha da artmaktadır (TMO, 2016). Buğday yaklaşık olarak %9-18 nem, %68-70 nişasta, %8-15 protein, %2-2.5 selüloz, %1.5-2 yağ, %2-3 şeker ve %1.5-2 oranlarında kül içeriğine sahiptir (Özkaya, 1986).

Buğday proteinlerini albümin, globulin, gliadin ve glutenin olmak üzere 4'e ayırmak mümkündür (Ünal, 1979). Glutenin ve gliadin proteinleri su ile karıştırıldığı zaman, sürekli bir viskoelastik ağ oluşturmak için bir araya gelerek plastik ve elastik yapıdaki gluteni meydana getirirler (Dizlek, 2011). Gluten, mevzuatta; bazı bireylerin tolere edemediği, suda ve 0.5 molar sodyum klorür çözeltisinde çözünmeyen; buğday, arpa, yulaf, çavdar veya bunların melezlerinde ve türevlerinde bulunan protein fraksiyonu olarak tanımlanır (Anonim, 2014). Gluten buğday proteini olması yanında çavdar, arpa ve yulaf gibi tahıllarda da bulunur fakat miktarları azdır (Elgün ve Ertugay, 2002).

Gluten proteinleri tahılın nişastalı endosperm hücrelerinde biriken (Shewry vd., 2002; Romano vd., 2007) ve hamurun fırından çıktıktan sonra ürünün daha yumuşak, daha lezzetli bir gıdaya dönüşmesini sağlayan önemli bir proteindir (Cauvain ve Young, 1999). Fırıncılıkta gluten formları, glutenin ve gliadin ile ortak olarak alt mikroskobik ağ yapmak için çapraz bağlanarak viskoelastik yapı oluşturulur (Alvarenga vd., 2011). Gluten, hamurda fermantasyon sırasında mayalar tarafından üretilen CO₂ gazını proteinlerin oluşturduğu bu viskoelastik matris sayesinde tutabilmektedir (Romano vd., 2007; Guadarrama-Lezama vd., 2016). Karbondioksit gazını hamur içerisinde tutarak ekmek gözenek oluşumunda görev alır ve ekmeğin kabarmasını sağlar (Hoseney, 1994). Böylece hamurda istenen hacim artışı da sağlanmış olur (Alvarenga vd., 2011). Ayrıca gluten nişasta tanecikleri etrafında

koruyucu rol oynayarak fazla suyu absorbe eder ve ekmeğin bayatlama hızını yavaşlatır (Dizlek, 2012).

Glutenin, hamur sisteminde istenilen doku ve hacmi elde etmek, gaz muhafazasını sağlamak, istenen vizkoziteyi ve gerekli kuvvetli protein ağını oluşturmak için yapıda bulunması gerekmektedir (Mahmoud vd., 2013). Buğday proteinlerinin bu özellikleri ekmek ve diğer unlu mamüllerin üretimi için buğday ununun kullanılması gerekmektedir (Shewry vd., 2002). Hamurda glutenin olmaması hamurun daha sıvı olmasına, zayıf renge, pişmiş ürünün çökmesine ve çeşitli kalite sorunlarına sebep olmaktadır (Torbica vd., 2010). Glutensiz hamurda glutenin eksikliğinden dolayı maya fermantasyonu sonucu yapıda oluşan CO₂ yapıda tutulamaz (Onyango vd., 2009). Bu yüzden, glutensiz ekmeklerde ekmek hacminin azalması, hücre yapısının eksikliği, kuru ve kırıntılı iç doku, kabukta çatlama, hızlı bayatlama ve zayıf lezzet gibi çok sayıda kalite kusuru oluşmaktadır (Pszczola, 2012).

Çölyak hastalığı; gluten içeren gıdaların alınmasıyla ortaya çıkan (İşleroğlu vd., 2009), genetik olarak yatkın bireylerde ise, kronik bağışıklık aracılı enteropati olarak tanımlanan (Koehler, 2014; Rinaldi vd., 2017) çevresel prespirant (gluten) ile uyarılan, kronik inflamatuvar bağırsak hastalığı olarak tanımlanmaktadır (Gren ve Jabri, 2003; Villancacci vd., 2011). Çölyak hastalarının gluten tüketimi ile ince bağırsak mukozasının iltihabik zarar görmesine bağlı olarak hastada kalıcı bir intölerans oluşur (Murray, 1999). Bu durum bireylerde çavdar ve arpanın alkolde çözünen proteinleri ve buğday gluteninin gliadin fraksiyonunun neden olduğu ince bağırsak mukozasının hasarı ile oluşan bir sendromdur (Fasano ve Catassi, 2001).

Hastalığın belirtileri olarak malabsorbsiyon, yağlı dışkılama, kilo kaybı, gelişme geriliği (Nehra vd., 2013) ishal, kanlı dışkılama gibi intestinal septomları dâhil kemik ağrısı ve osteoporoz (Koehler, 2014) sayılabilir. Çölyak hastalığının tanısı genellikle tipik belirtilere, serum antikor testlerine ve ince bağırsak biyopsisinin histolojik hükmüne dayalıdır (Koehler, 2014). İnce bağırsak biyopsisi çölyak hastalığı tanısında altın standart olarak kabul edilmesi (Villancacci vd., 2011, Nehra vd., 2013) ile birlikte tanının son derece zor olduğu, hastalığın farklı belirtilerinin tanımlanmasına izin veren hassas ve spesifik bir algoritmaya dayandığı belirtilmiştir (Fasano ve Catassi, 2001).

Tedavisi ise sıkı glutensiz diyetle uyum gerektirir (Fasano ve Catassi, 2001; Gallagher vd., 2004; İşleroglu vd., 2009; Özüğür ve Hayta, 2011; Nehra vd., 2013; Rinaldi vd., 2017). Glutenin elemine edilmesi ile tam mukozal iyileşme gerçekleşir (Fasano ve Catassi, 2001).

Tanısı konulan çölyak hastalarının en büyük sorunu tedavinin gerçekleşebilmesi için glutensiz diyetle uyum sağlamada yaşadıkları sorunlardır. Glutensiz diyet; karmaşık, zor ve hastaları bunaltan bir süreçtir. Tamamen glutensiz diyetle uymak için çölyak hastalarınca en önemli konulardan biri kaliteli glutensiz gıda bulabilmektir. Ülkemizde çölyak hastalarına yönelik ekme ve bisküvi üretimi ticari boyutta yapılmaktadır. Glutensiz gıdalar sadece çölyak hastaları için değil aynı zamanda gluten duyarlılığından muzdarip kişiler ve yaşam tarzı ile glutenden kaçınan kişiler glutensiz bir diyet uygulamak istediği için de gereklidir (Masure vd., 2016).

Çölyak hastaları için üretilen ticari ürünler nişasta bazlı olduğu için bu ürünlerin diyet lif, mineral madde ve protein gibi besin değerlerinin zenginleştirilmesi gerekmektedir. Beraberinde, oluşturulan ürünlerin tazeliğinin korunması için farklı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle glutensiz ekme üretiminde tüketiciye taze ürünün arzının gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, yanıt yüzey yöntemiyle glutensiz ekme formülasyonu oluşturarak, bu formülasyondan üretilen ekmeklerin kısmi pişirilip dondurulması işlemi ile tüketiciye taze ekme olanağı sunmaktır. Bu amaç doğrultusunda, glutensiz ekmeğin kalitesini arttırmak için, patates nişastası, nohut unu, mısır unu, mısır nişastası ve pirinç unu kullanılarak optimizasyon yapılmış ve glutensiz ekme formülü oluşturulmuştur. Ayrıca ürünün mineral madde içeriğinin zenginleştirilmesi amacıyla, formülasyona farklı oranlarda kinoa unu ilave edilmiştir. Ekmeklerin kısmi pişirilip dondurulması ve farklı sürelerde depolanmasının ve kinoa miktarının ekme kalitesi üzerindeki etkileri ortaya konularak en uygun depolama süresi ve kullanılması gereken kinoa miktarı belirlenmiştir. Çalışmada optimizasyonla belirlenen formülasyonun daha sonraki yapılacak çalışmalar için de öncü olacağı düşünülmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

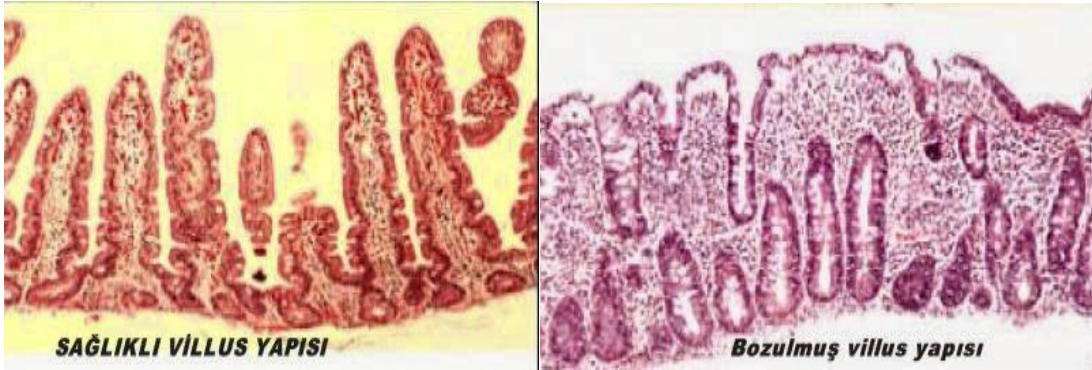
Gluten proteinleri sulu alkol içinde çözünlüklerine göre gliadin (çözünür) ve glutenin (çözünmez) olarak iki ana bölüme ayrılabilir. Her iki proteinde, yüksek prolin ve glutamin içeriği ile karakterize edilen protein içeriği ile ilgilidir. Gliadin 28.000- 55.000 civarında moleküler ağırlığı olan ve alfa / beta, gama ve omega-tipi olarak farklı primer yapılarına sahip bir proteindir. İkisinde de disülfid bağlar yoktur, zincir içi çapraz bağlar mevcuttur (Wieser, 2007). Gliadin, hamurda uzayabilirlik, vizkozite ve akışkanlık sağlarken; glutenin, elastik ve yapışkan özelliklerden sorumludur (Mahmoud vd., 2013).

Gluten ekmeğin ana kalitesi ve yapısı üzerinde önemli bir bileşendir. Fırıncılıkta gluten formları, glutenin gliadin ile ortak olarak alt mikroskobik ağ yapmak için çapraz bağlanır. Karışıma vizkozite ve genişletilebilirlik ile katkıda bulunurlar. Hamurda maya, fermantasyonla karbondioksit gazı üretilir. Bu gaz gluten ağı tarafından tutulur ve hamurda istenen hacim artışını sağlar. Gluten nişasta ile birlikte pişirme işleminde denatüre olur. Son ürünün şeklini stabilize eder. Glutenin elastikiyeti arttırması pişmiş ürünün tekstürünü etkiler. Glutenin esnekliği (uzama kabiliyeti) düşük molekül ağırlıklı gluten içeriği ile orantılıdır. Çünkü bu fraksiyon ağdaki çapraz bağlanmadan sorumlu sülfür atomlarınca zengindir (Alvarenga vd., 2011).

Çölyak hastalığı, gluten içeren besinlerin alınmasıyla ortaya çıkan bağırsak hastalığıdır (Gren ve Jabri, 2003; İşleroğlu vd., 2009; Villancacci vd., 2011). Buğday çölyak hastalığı için en imünojenik proteine sahip olan tahıl ürünüdür (Nehra vd., 2013). Glutene ek olarak patojenik mikroorganizmalar, gluten giriş zamanı, emzirme gibi çevresel tetikleyiciler hastalığın gelişimi için önemli olmaktadır (Koehler, 2014).

Tahıllar ve sağlık incelendiği zaman nüfusun önemli bir yüzdesi çölyak hastaları gibi gluten alımına intölerans göstermektedir. Çölyak hastalığında vücudun bağışıklık sistemi gluten için anormal tepkiler verir. Bu durum ince bağırsağın inflamasyonuna yol açarak (Şekil 2.1) bağırsakta demir, kalsiyum, A, D, E, K ve folat gibi çeşitli

mineral ve vitaminlerin emiliminin azalmasına sebep olur (Rosell ve Raquel Garzon, 2015).



Şekil 2. 1. Sağlıklı ve bozulmuş villus yapısı

Çölyak hastalığı hem insan lökosit antijeni hemde lökosit olmayan genler ve diğer bağışıklık bozuklukları, çocuk diyabeti, tiroit hastalığı ile (Murray, 1999) ve osteoporoz hızının, kısırlığın, otoimmün hastalıkların ve kötü huylu hastalıkların oranları ile ilişkilidir (Villancacci vd., 2011). Genetik yatkınlık lökosit antijeni olmayan genlerin bir dizisini ve temel faktör olarak lökosit antijeni DQ2 ve DQ8 genlerini içerir (Koehler, 2014). İnce bağırsak tümörü, T hücreli lenfomayla ilişkili enteropati (Green ve Cellier, 2007) klasik olarak ince bağırsak villöz atrofi, kript hiperplazi (hücrelerin anormal çoğalması) ve lenfosit infiltrasyonu (sızıntı), şizofreni gibi psikiyatrik ve nörolojik şikâyetler ve tip 1 diyabet gibi otoimmün hastalıklar (Koehler, 2014) çölyak hastalığının komplikasyonlarıdır.

Çölyak hastalığı genetik olarak yatkın bireylerin sadece belli bir azınlığında gelişir. Başlaması sıklıkla çocukluk çağında olurken herhangi bir yaşta da olabilir (Nehra vd., 2013). Hastalık belirgin olarak hastanın yaşı, hastalık süresi ve kapsamı ile bağırsak dışı patojenik durumların varlığı ile değişir. Glutenin varlığı mukozanın hasarının yenilenmesine yol açar (Fasano ve Catassi, 2001).

Hastalığın belirtileri ise; malabsorbsiyon, karın şişkinlikleri ve ağrı, kötü kokulu ve yağlı dışkı, kilo kaybı, yorgunluk, açıklanamayan anemi, davranış değişiklikleri, bacaklarda ve kollarda uyuşma karıncalanma, kemik ve eklem ağrıları, kas krampları, ağız içinde yaralar, kaşıntılı deri döküntüsü (Tursi vd., 2001; Rampertab

vd., 2006), kronik ishal ile birlikte gelişme geriliği, karında gerginlik, kasta körelme, kusma ve huzursuzluk (Yanar vd., 2013), diş yapısında farklılık, boy kısalığı, laktoz intöleransı, kısırlık, spesifik olmayan karın ağrıları klasik çölyak hastalığının bulgularıdır (Murray, 1999).

Hastalığın teşhisinde de teşhisi zorlaştıracak durumlar vardır. Hastalar, ince bağırsaklarındaki villusların hasar görmesine rağmen gastrointestinal semptomlar göstermeyebilir (Cranney vd., 2007). Son epidemiyolojik veriler hastalığın, çoğu batı ülkelerinde yaklaşık %1-2 görülebildiğini göstermektedir (Özüğür ve Hayta, 2011; Koehler, 2014).

Çölyak hastalığının tanısı genellikle tipik belirtilere, serum antikor testlerine ve ince bağırsak biyopsisinin histolojik hükmüne dayalıdır (Koehler, 2014). İnce bağırsak biyopsisi çölyak hastalığı tanısında altın standart olarak kabul edilmesi (Villancacci vd., 2011, Nehra vd., 2013) ile birlikte tanının son derece zor olduğu, hastalığın farklı belirtilerinin tanımlanmasına izin veren hassas ve spesifik bir algoritmaya dayandığı belirtilmiştir (Fasano ve Catassi, 2001).

Hastalığın tedavisi ise sıkı bir glutensiz diyet uygulaması gerektirmektedir (Fasano ve Catassi, 2001; Gallagher vd., 2004; İşleroğlu vd., 2009; Özüğür ve Hayta, 2011; Nehra vd., 2013; Rinaldi vd., 2017). Glutenin elemine edilmesi ile tam mukozal iyileşme gerçekleşir (Fasano ve Catassi, 2001).

Çölyak hastalarının sorunları hastalığının tanısının koyulmaya çalışma aşamasında başlar. Hastalığın miktarı buzdağına benzetilmektedir. Çok çeşitli belirtilerinin olması, belirtilerin tanı için kesinlik içermemesi hekimlerin tanı koymasını güçleştirmektedir. Tanı konmamış çölyak hastalarının bilinen çölyak hastalarına oranı 7-10/1 olduğu belirtilmektedir (Yönel ve Özdil, 2014).

Son zamanlara kadar ABD'de çölyak hastalığının sıklığı 1/300 olduğu düşünülse de, bazı serolojik testlerle hastaların tespit edilebilme sıklığının daha fazla olacağı tahmin edilmektedir. Çölyak hastalığının sıklığı ABD'de 1/250, Avrupa'da 1/104 olarak bildirilmektedir (Örün, 2005). Türkiye'de çölyak hastalığı görülme sıklığı yüzde 1 ile binde 3 arasında değişmektedir. Ülkemizde 250 bin ile 750 bin arasında

çölyak hastası olduğu tahmin edilmektedir. Bu hastaların sadece %10'nuna tanı konulduğu düşünüldüğünde 225 bin ile 675 bin arasında tanı almamış hasta bulunmaktadır (İİSB, 2017).

Tanısı konulan çölyak hastalarının en büyük sorunu tedavinin gerçekleşebilmesi için glutensiz diyetle uyum sağlamada yaşadıkları sorunlardır. Glutensiz diyet karmaşık, zor ve hastaları bunaltıcı bir süreçtir. Tamamen glutensiz diyetle uymak için çölyak hastalarınca en önemli konulardan biri kaliteli glutensiz gıda bulabilmektir (Masure vd., 2016).

Glutensiz ürünler sorgum, pirinç ve mısır gibi doğal glutensiz tahıllardan ve kinoa, amarant ve karabuğday gibi tahıl benzeri ürünler ile yapılabilir. Buna ek olarak buğday, çavdar ve arpa gibi gluten içeren ham maddeler, özel işlemler ile glutensiz hale getirilebilir. Glutensiz ürünlerin güvenliğini garanti etmek için gluten miktarı için çeşitli analitik yöntemler geliştirilmiştir. Gıda matriksinden gluten proteinlerinin uygun bir ekstraksiyonundan sonra özel antikorlara dayalı enzime bağlı immüno sorban tahlilleri (ELİSA) gluten miktarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bunların yanında polimeraz zincir reaksiyonu, kolon kromatografisi ya da gluten peptitlerinin kütle spektrofotometrisi gibi immüno kimyasal olmayan yöntemler geliştirmekte olan alternatiflerdir (Koehler, 2014).

Glutensiz gıdalar sadece çölyak hastaları için değil aynı zamanda gluten duyarlılığından muzdarip kişiler ve yaşam tarzı ile glutenden kaçınan kişilerin glutensiz bir diyet uygulamak istediği için de gereklidir (Masure vd., 2016).

Çölyak hastaları için Türkiye'de ekmek üretimi sadece İstanbul ve Ankara'da yapılmakta, ekmeğin bayatlama sürecinin kısa olduğu düşünüldüğünde diğer illerdeki hastalara iletilememektedir (Yalçın ve Başman, 2006).

Ürünler gluten ağının zayıflığından dolayı genellikle düşük kalitelidir (Renzetti vd., 2008). Özellikle ticari olarak temin edilen glutensiz ürünler düşük kalitelidir. Üretimlerinde kullanılan katkı maddeleri yüksek maliyetli malzemeler olduğu için fiyatlarda normal ürünlere göre 10-20 kat artmaktadır (Moroni vd., 2009). Farklı unlu mamullerin fiyat karşılaştırılması Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Farklı unlu mamullerin fiyat karşılaştırması (2016-2017)

Normal Ekmek		Glutensiz Ekmek	
1 kg un	2.27 TL	1 kg un	12 TL- 28.40 TL
250 g ekmek	1.00 TL	240 g ekmek	12.50 TL- 22.00 TL
500 g irmik	2.80 TL	500 g İrmik	5.50 TL -6.00 TL
500 g Makarna	1.00 TL – 1.50 TL	500 g Makarna	16.00 TL -20.00 TL

Glutensiz tahıl ürünlerinin geliştirilmesinde gluten ağının değiştirilmesi tahıl teknolojisi için zor bir iştir. Gluten ağlarının geliştirmek için protein ağları teşvik edilerek modifiye edilebilir. Gluten özelliklerini taklit edebilmek için çeşitli gamlar gibi polimerik maddeler (Renzetti vd., 2008), kaliteyi ve stabiliteyi geliştirmek için maltodekstrinler (Susanna ve Prabhasankar, 2013), ekmek içi özelliklerini ve ekmek yapısını zenginleştirmek için lifler (Tsatsaragkou vd., 2016) kullanılabilir.

Hidrokolloidler, glutenin viskoelastik özelliklerini taklit eder ve hamurun gaz tutma kabiliyetini arttırlar. Glutensiz ekmek formülasyonlarında hidrokolloid ilavesi gereklidir (Sabanis ve Tzia, 2011). Besinsel değeri arttırmak, hamurun gaz tutma oranını geliştirmek, hamur yapısını iyileştirmek için glutensiz ürün formülasyonuna gluten olmayan farklı proteinler de ilave edilebilmektedir (Mahmoud vd., 2013). Nişasta, gam ve hidrokolloidler glutensiz fırın ürünlerinin üretiminde gluteni taklit etmek için yaygın olarak kullanılır (Gallagher vd., 2004). Glutensiz hamurlar gluten ağının eksikliğinden dolayı normal hamurlardan daha sıvıdırlar. Ayrıca gaz tutma güçleri daha düşüktür. Stabilize edici mekanizma için bir aracı olarak gamlar, stabilizörler, prejelatinize nişastaların kullanımı önerilmektedir (Schober vd., 2003).

Rinaldi vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; içinde mısır unu, pirinç kreması, tapyoka nişastası, şeker, bitkisel lif, tuz, guar gam ve HPMC (hidroksipropilmetilselüloz) ile aroma maddeleri bulunan ticari glutensiz una kestane unu ve ekşi maya ayrı ayrı ve birlikte ilave edilerek 1, 3 ve 5 gün depolanıp ekmek kalitesi incelenmiştir. Çalışma sonucunda, glutensiz un formülasyonuna ekşi maya ve kestane ununun ilavesinin glutensiz ekmeklerin sertliklerinin ve çignenebilirliklerinin artmasına sebep olduğu bildirilmiştir. Depolama ile birlikte glutensiz ekmeklerin sertlik ve çignenebilirlikleri artarken, kohezif yapışkanlık ve esneklik değerlerinin azaldığı belirtilmiştir.

Martinez ve Gomez (2017), tarafından yapılan çalışmada; mısır nişastası, pirinç unu, buğday nişastası ve patates nişastası bazlı glutensiz ekmekler yapılmıştır. Nişasta bazlı ekmekler daha yüksek spesifik hacme, özellikle buğday nişastasından yapılan ekmeklerin de daha düşük sertlik değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan patates nişastası granülleri sürekli bir nişasta-hidrokoloid matriksi oluşturmadığı bu durumun ekmeklerin hacimlerinin, kohezif yapışkanlığının ve esnekliğinin azalmasına sertliğin artmasına sebep olduğu ayrıca büyük ve kompakt un parçalarının yoğurma prosesi sırasında daha fazla bütünlük sağladığı ve hamurların daha tutarlı olmasını sağladığı bu durumun tekstürel özelliklerin ve hacmin daha düşük olmasına sebep olduğu belirtilmiştir.

Julianti vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; patates unu, mısır nişastası ve soya fasulyesi farklı oranlarda kullanılarak 6 farklı glutensiz ekmek formülasyonu oluşturulmuştur. Fiziksel ve duyu analizler sonucu kabul edilen ekmek formülasyonunun %40 patates unu, %40 mısır nişastası, %19.5 soya fasulyesi ve %0.5 ksantan gandan oluşan formülasyonun olduğu bildirilmiştir.

Aguilar vd. (2015), çalışmalarında glutensiz ekmekte şortening ve emülsifiyerlere alternatif olarak nohut unu ve yer bademi unu kullanmışlardır. Nohut proteinlerinin glutensiz ekmek hacmini geliştirmek için iyi emülsifier özelliğe sahip olduğunu, bu unun spesifik ekmek hacmini ve depolama modüllerini arttırdığını bildirmişlerdir. Yer bademi unu ise ekmek hacmini azaltıp ekmek içi renginin koyulaşmasına sebep olmuştur. Her iki unun da varlığı, ekmek kabuğu rengini koyulaştırmıştır fakat ekmek formülasyonunda sorteningler ya da emülgatörler azaltıldığı ya da elemine edildiği zaman pişirme özelliklerinin korunmasını sağlayarak elemine etkilerini telafi etmişlerdir.

Cato vd. (2004), tarafından yapılan çalışmada; pirinç unu ve patates nişastası ile yapılan ekmeklere HPMC, guar gam ve CMC (karboksimetilselüloz) ilave edilerek örneklerin ekmek kalitesleri incelenmiştir. HPMC ilavesinin ekmek kalitesi üzerinde en olumlu etkiye sahip olduğu, HPMC ve CMC kombinasyonunun fermantasyon sonucu oluşan gazı tutmak için gerekli vizkoziteye sahip hamur oluşturduğu raporlanmıştır.

Marti vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerde ticari glutensiz una %25 oranında fermente edilmiş ve fermente edilmemiş olmak üzere iki farklı özellikte teff unu eklenmiştir. Fermente edilmiş teff unu ile zenginleştirilen mısır bazlı glutensiz ekmekler kontrol ekmeklerine (glutensiz un ile yapılan) veya fermente edilmemiş teff unu ile zenginleştirilen glutensiz ekmeklere göre daha düşük bayatlama oranına ve gelişmiş fiziksel özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir.

Ronda vd. (2014), yaptıkları çalışmada; farklı dozlarda (0, %5 ve % 10), farklı proteinler ile (yumurta albümini, kalsiyum kazeinat, bezelye proteini ve soya proteini izolatları) zenginleştirdikleri pirinç nişastası bazlı hamurlara (%0.5 asetik ve laktik asit) farklı asitler ekleyerek, asit etkisinin hamur profili ve hamur viskoelastiği üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bitkisel kaynaklı proteinlerin glutensiz ekmek formülasyonuna eklenmesi daha yapılı (daha stabil viskoelastisite, daha yüksek viskoelastik modül gibi) hamur matriksi etkisine neden olurken asit etkisinin bu etkiyi azalttığını belirtmişlerdir. Hayvansal kaynaklı proteinlerin formülasyona dahil edilmesi ile asidifikasyon daha düşük hamur deformasyonu ve yüksek kararlı viskozite göstermiştir. Hamurun asitlendirilmesi amiloz retrogradasyonunu ve yapışma sıcaklığını azaltmıştır. Protein bakımından zenginleştirilmiş pirinç nişastalı hamurların asitlendirilmesi onun viskometrik ve glutensiz ekmek gelişiminde önem taşıyan reolojik özelliklerinin işlenmesine (manüplasyon) izin verdiğini belirtmişlerdir.

Kittisuban vd. (2014), makalelerinde tepki yüzey yöntem bilimini kullanarak glutensiz pirinç ekmeğinin fiziksel özelliklerine bağlı olarak peynir altı suyu protein seviyesi, beta glukan, maya ve HPMC'nin optimizasyonunu yapmışlardır. Optimum formülasyonu; pirinç nişastası bazında 4.35 g/100 g HPMC, 1 g/100 g beta glukan ve 0.37 g/100 g peynir altı suyu proteini buldularını, optimize ekmeğın değerleri ile deneysel buğday ekmeği verileri karşılaştırıldığında veriler arasında iyi bir uyum gözlediklerini belirtmişlerdir. Ayrıca optimize edilmiş pirinç nişastası ekmeğinin duyusal analiz sonucuna göre kabul edilebilir olduğunu belirlemişlerdir.

Shittu vd. (2009), tarafından yapılan çalışmada; kasava buğday unu karışımından üretilen ürünlerin ekmek ve hamur özellikleri üzerine ksantan gamın etkisi incelenmiştir. Ksantan gamın formülasyona ilavesinin taze ekmeğın duyusal kabul

edilebilirliğini arttırdığı, ekmeğin depolama süresince nem kaybını engellediği ve ekmeğin sertliğini azalttığı raporlanmıştır.

Ribotta vd. (2004), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeğin kalitesine soya unu ilavesinin etkisi incelenmiştir. Aktif, yarı aktif ve inaktif enzimli soya ununun kullanıldığı çalışmada, aktif enzimli soya ununun glutensiz ekmeğin hacmini ve yapısını geliştirdiği; diğer un örneklerinin kalite üzerine pozitif bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Kalite üzerine partikül boyutu ve konsantrasyonunda etkili olduğu bildirilerek en iyi sonuçları 1kg formülasyona 125-150 g konsantrasyonlarda ve 90-120 µm partikül boyutunda eklenen soya ununun verdiği bildirilmiştir. Aktif soya ununun glutensiz ekmeğin kalitesini arttırdığını, olumlu etkinin soya ununun boyut ve konsantrasyonu yanında enzimatik aktiviteye de bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Demirkesen (2013), tarafından yapılan çalışmada; kızılötesi-mikrodalga kombinasyonlu fırında pişirilmek üzere farklı unlar, emülgatör ve gam içeren glutensiz ekmeklerin tasarlanması amaçlanmıştır. Glutensiz ekmeğin formülasyonuna 100 g pirinç unu bazında % 8 şeker, %8 şortening, %1 instant maya, %2 tuz ve su kullanılmıştır. Çalışmada gamlar (ksantan, guar, keçiyoynuzu gamı, HPMC ve pektin) tek tek veya gam karışımları (ksantan-guar, ksantan- keçiyoynuzu) ya da emülsifiyerler (Purawave™ and DATEM) şeklinde un ağırlığının %0.5'i kadar kullanılmıştır. Bu formülasyona farklı oranlarda kestane (0:100, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, ve 100:0) ve yer bademi unu (0:100, 5:95, 10:90, 15:85, 20:80 ve 25:75) eklenip ekmeğin kalitesi değerlendirilmiştir. Kestane: pirinç unu oranı 30:70 olan formülasyonlar istenilen kalite parametrelerini sağladığı, formülasyonlarda yer bademi unu kullanımının glutensiz pirinç ekmeklerinin renklerini geliştirdiği raporlanmıştır. Ayrıca, glutensiz ekmeğin formülasyonlarında istenilen fiziksel özelliklerin elde edilebilmesi için gam karışımları ve emülgatör ilavesinin gerekli olduğu bulunmuştur. Farklı gam ve gam karışımları ilavesinin glutensiz ekmeklerin iç yapısına etkisi X-ray mikrotomografi (X-ray µCT) kullanılarak değerlendirilmiştir. Ksantan, CMC, ksantan-guar, HPMC ve ksantan-keçi yoynuzu gamı ilavesi ile hazırlanan glutensiz ekmeklerin yüksek sayıda küçük gözeneklerle iyi ekmeğin iç yapısı niteliğine sahip oldukları belirlenmiştir.

Sabanis ve Tzia (2011), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek formülasyonuna hidrokolloidlerin ilavesinin hamur ve ekmek kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, hidrokolloidlerin ilavesi ile glutensiz ekmeklerin ekmek hacminde artış olduğu daha iyi renk özelliği aldığı ve ilave edilen hidrokolloidlerin nem tutma yeteneklerinden dolayı ekmeklerin raf ömrünü uzattığı raporlanmıştır.

Curic vd. (2007), tarafından glutensiz ekmek üretimi için yüksek sıcaklık ve kısa sürede mısır unu ve yağsız soya unu ekstrüzyon pişirme ile harmanlanan mısır ve soya ununun yapıldığı çalışmada; mısır unu ve soya unu 3 farklı oranda ekstrüde edilerek 1/1 oranında pirinç unu ile karıştırılmıştır. Hamurun reolojik özellikleri, hamur ve ekmek verimi, pişirme özellikleri farklı hidrokolloid katkıları ile ve katkısız olarak incelenmiştir. Guar gam ilavesi ile %75 mısır unu/ %25 yağsız soya unu ile üretilen ekmek ürünleri en fazla ekmek hacmi, en iyi ekmek içi elastığı, yumuşaklık ve gözeneklilik verdiği, ekstrüdürlenen unlarından yapılan tüm ekmek örneklerinin de yüksek protein içeriğine ve iyi duyuşsal özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir.

Mezaize vd. (2009), tarafından Fransız tarzı ekmekler için glutensiz formülasyon optimizasyonu çalışmasında; hidrokolloidlerin varlığının (karbosimetilselüloz, guar gam, hidroksipropil metil selüloz ve ksantan gam) ve farklı kaynaklardan proteinlerin (karabuğday unu, tam yumurta tozu, peynir altı suyu) ikame etkileri spesifik hacim, ekmeğin kuru maddesi, rengi, sertliğı, gaz hücresi boyutu dağılımında incelenmiştir. Sonuçlarında spesifik hacmin HPMC ve guar gam ile arttığını, guar gamlı ekmeklerin Fransız ekmeğine benzer renk özelliğine sahip olduğunu, sertliğin hidrokolloidlerin özellikle HPMC ve guar gam ilavesi ile azaldığını belirtmişlerdir. Karabuğday unu ile hazırlanan ekmekler kaliteyi arttırmıştır. Fransız ekmeklerine benzer gaz hücre boyutu dağılımı, renk özelliğı verirken hacmi de arttırmıştır. Fransız ekmeğini taklit ederken %1.9 guar gam ve %5 karabuğday unu kullanımı tavsiye edilmiştir.

Gambus vd. (2001), mısır unu, mısır nişastası ve patates nişastası ile üretilen glutensiz ekmeklerde hacim artışına guar gamın etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Lazaridou vd. (2007), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklere ilave edilen farklı (ksantan gam, CMC, pektin, agaroz ve beta-glukan) hidrokolloidlerin ilavesi ile ekmek hacminin arttığı belirlenmiştir. Hidrokolloidlerin %1 den %2'ye artışı ile ekmek hacmi pektin ilavesi dışında azalmıştır. Ekmeklerin duyuşal değerlendirilmesinde glutensiz ekmeğe %2 CMC ilavesi genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanı aldığı bildirilmiştir.

Furlan vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; sakkaritler (inülin ve sükroz) ile dondurulup kurutulmuş ve ultrafiltrasyon ile konsantre edilmiş sığır protein plazması kullanılarak glutensiz ekmeklerin kalitesinin arttırılması amaçlanmıştır. Tekstürel zellikler ve final ekmek kalitesi üzerine bu bileşiklerin etkisi değerlendirilmiştir. Tekstürel alışmalar sonucunda, protein ve inülinin eklenmesi ile tekstürel özelliklerin gelişimin sağlandığı; glutensiz ekmek hacminin arttığı, hacmin özellikle %3.5 protein kullanıldığında maksimum değere ulaştığı belirtilmiştir. Duyusal analizler sonucunda ise kontrol grubuna göre istatistiki önemli bir fark bulunamadığı, bu maddelerin glutensiz ekmek örneklerinde duyuşal özellikleri negatif etkilemediği bildirilmiştir. Dondurulmuş kurutulmuş ultrafiltrasyon ile işlenmiş ve inülin ilave edilmiş katkının formülasyonu ile hava hücrelerinin homojen büyümesi ve çapta azalma, iyi bir simetri oluşumu, zaman içinde ekmek sertliğinde azalma gibi önemli gelişmelerin elde edildiği, bu yüzden bu formülasyon ile gelişmiş bir protein ağı elde etmenin mümkün olacağı belirlenmiştir.

Axel vd. (2015), glutensiz ekmeklerin raf ömrünü arttırmak için ekşi mayalı ekmeğe *Lactobasillus Amylovarus* DSM 19280 'nin uygulanması adlı çalışmalarında; kinoalı ekşi mayalı ekmek için *Lactobasillus Amylovarus*'un antifungal aktivitesi araştırmıştır. Spesifik hacim ve ekmek içi sertlik gibi ekmek karakteristiklerinin değerlendirilmesinde *Lactobasillus Amylovarus*'un fermente ekşi maya ilavesinin ekmek kalitesini geliştirdiği belirlenmiştir. Bununla beraber raf ömrünü dört gün uzattığı ve yüksek güvenlikli daha iyi ekmek kalitesi verdiği belirlendiği için glutensiz ekmek üretiminde önemli olduğu bildirilmiştir. Kaliteli ve koruyucu içermeyen gıda ürünleri için de tüketiciler itiyalarını karşılayacağı belirtilmiştir.

Cornejo ve Rosell (2015), 6 piriç çeşidinin ekmekçilik potansiyelini belirlemek ve bunların ekmekçilik davranışlarını yöneten un karakteristiklerinin tanımlanması için

yaptıkları çalışmada; ekmek kalite parametreleri (özgül hacim, renk, tekstür) değerlendirilmiştir. Pirinç unundan yapılan glutensiz ekmeğin kalite özellikleri ticari glutensiz ekmekler ile karşılaştırıldığında iki çeşidin fırıncılık uygulaması için umut verici olduğunu, bu pirinç çeşitlerinin glutensiz ekmek yapımı için uygunluğunun doğrulandığını bildirmişlerdir.

Marco ve Rosell (2008), tarafından yapılan soya ile zenginleştirilen pirinç bazlı glutensiz ekmeklere yapı maddesi olarak HPMC ve işlem yardımcısı olarak transglutaminazın (TG) dâhil edildiği çalışmada, %1 TG, %13 soya, % 4 HPMC' nin kombinasyonu ya da tekli eklenmesi pirinç bazlı glutensiz ekmeklerin fiziksel özelliklerinde önemli değişimlere sebep olduğu belirtilmiştir.

Korus vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerde keten tohumu gam kullanılmıştır. Yapı oluşturucu madde olarak keten tohumu ekstraktı kullanılan çalışmada bu gamın, pektin ve guar gamla yer değiştirilmesi ile ekmeğin duyu kabul edilebilirliğinin geliştirildiği, ekmeğin bayatlaması ve tekstürü üzerine ise sınırlı etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.

Hatta vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; proteazın glutensiz pirinç ekmeğinin kalitesini geliştirmek için etkili bir gıda katkı maddesi olduğu belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan basillolisin, papain ve subtilisin ilavesi ile yapılan glutensiz ekmeklerin kontrol ekmekleri ile karşılaştırıldığında, glutensiz pirinç ekmeklerinin %30 ve %60 oranlarında hacminin arttığı, ekmek içi sertliğin ise %10-30 azaldığı belirtilmiştir.

Yarpuz (2011), tarafından yapılan çalışmada; formülasyonlarda %50 mısır nişastası ve %50 pirinç unu tabanlı paçal ile yer değiştirecek şekilde farklı oranlarda tirmis (lupin) unu (% 0, 10, 20 ve 30) ve karabuğday unu (% 0, 10, 20 ve 30) ile katkı olarak DATEM (% 0, 1) ve guar gam (0, 0.5 ve 1) kullanılmıştır. Lupin ununun glutensiz ekmeklik karışımlarla hazırlanan ekmeklerin, protein, esansiyel amino asit ve Ca (kalsiyum) miktarını artırdığı, karabuğday ununun ise kül, K (potasyum), Mg (magnezyum) ve Fe (demir) miktarını artırdığı belirtilmiştir. Ayrıca %1 DATEM ve %1 guar gam kombinasyonunun, lupin ve karabuğday unu katkılı ekmeklerin teknolojik özelliklerini geliştirdiği ve lupin unu ilave edilmeyen glutensiz ekmekler

ile karşılaştırıldığında, %30 lupin unu ilavesinin, ekmeğin hacminin ve ağırlığının artmasına neden olduğu raporlanmıştır.

Andersson vd. (2011), tarafından yapılan çalışmada; mısır nişastası ve zein proteini kullanılmıştır. %0.2 oranında formülasyona eklenen HPMC ve yulaf lifinin etkileri araştırılmıştır. HPMC ilave edilen ekmeğin örneklerinin hacimlerinin kontrol ve lif eklenen örneklerle göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Hidrokolloidin, zein ilaveli örneklerin reolojik ve yapısal özelliklerini pozitif etkilediği bildirilmiştir.

Aoki vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; 480 g pirinç unu, 120 g tapyoka nişastası, 12 g HPMC, 48 g şeker, 24 g yağsız süt tozu, 12 g tuz, 42 g şortening, 24 g maya, 630 ml su kullanarak oluşturulan formülasyonda farklı tip pirinç unları incelenmiştir. Kısa amilopektin zincirine sahip olan pirinç kültürlerinden elde edilen ekmeğin örneklerinin daha yumuşak yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Glutensiz ekmeğin spesifik hacimleri 3.6-4.3 ml/g arasında olduğu ekmeğin sertliklerinin 24.9- 175.6 g arasında değiştiği raporlanmıştır.

Blanco vd. (2011), tarafından yapılan çalışmada; asetik asit, laktik asit, sitrik asit ve monosodyum fosfat gibi farklı asitlendiriciler çeşitli düzeylerde test edilmiştir. Çalışma sonucunda %0.4 oranında kullanılan asit katkı maddeleri içinde ekmeğin hacmine en olumlu yönde etkiyi monosodyum fosfatın sağladığı belirlenmiştir. Kontrol grup ekmeğin örnek hacimleri 751 cm³ olarak belirlenirken, formülasyona monosodyum fosfat ilavesi ile ekmeğin hacmi 942 cm³'e yükseldiği raporlanmıştır.

Lopez vd. (2004), tarafından ayrı ayrı mısır nişastası, pirinç unu ve kasava nişastası kullanılarak yapılan glutensiz ekmeğin; pirinç unu ile üretilen ekmeğin, renk, hacim ve tekstür bakımından kabul edilebilir olsada kuru ekmeğin içine sahip olduğu; mısır nişastası ile yapılan ekmeğin en iyi görünüm verdiği, kasava nişastası ile yapılan ekmeğin ise hacmin en düşük olduğu, renk farklılıklarının olduğu belirlenmiştir. Duyusal analiz verileri incelendiğinde görünüş, ekmeğin iç rengi, tekstür ve beğeni olarak pirinç unu ekmeği ilaveli örneklerin en yüksek puanı aldığı raporlanmıştır.

Moore vd. (2006), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek formülasyonuna transglutaminaz enziminin etkisi incelenmiştir. Çalışma sonunda formülasyona transglutaminaz eklenerek glutensiz ekmekte protein ağı oluşturulmasının mümkün olduğu, enzimin etkinliğinin formülasyonda kullanılan enzim kaynağına ve enzim miktarına bağlı olduğu bildirilmiştir.

Mccarthy vd. (2005), tarafından yapılan glutensiz ekmek formülasyonu için HPMC ve su miktarının optimize edildiği çalışmada; örneklerin duyu analizi sonucu 0-5 puan arasında belirlenen bir skalada 1.8 olarak belirlenmiştir. Bu belirlemede patates nişastası ve pirinç unu bazlı ekmekler ile aşına ve çölyak hastası olmayan panelistlerin kullanıldığı böylece bu panelistlerin beklentilerinin tamamen buğday unundan elde edilen ürünler üzerine kurulu olduğu raporlanmıştır.

Lazaridou vd. (2007), tarafından yapılan çalışmada; ksantan gamın viskoelastik özelliklerde hamur kuvvetlendirici olarak en belirgin etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Glutensiz formülasyona ksantan gam ilavesinin, buğday hamuruna özgü farinograf eğriye sebep olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmada hidrokolloidler ile desteklenmiş karışımlarda hamur deformasyon direnci en yüksek olan hidrokolloidin ksantan gam olduğu bildirilmiştir.

Hager ve Arendt (2013), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek üretiminde su, HPMC, ksantan gam optimize edilmiştir. Bağımlı değişkenler olarak hacim, sertlik, hücre alanı ve çeper kalınlığı seçilmiştir. Bağımsız değişkenlerin alt ve üst sınırları ön deneme yanılma testlerine dayalı olarak seçilmiştir. Çalışma sonucunda HPMC ve ksantan gamın ekmek özelliklerini geliştirme potansiyelinin olduğu fakat ekmek kalitesini bozabileceği bildirilmiştir. Teff unu ile yapılan ekmeklerde %2 HPMC ve %0.04 ksantan gam, karabuğday ekmeği için HPMC ilavesi olmadan %0.14 ksantan gam, mısır ekmeği içinse ksantan gam olmadan %1.77 HPMC kullanımını önermişlerdir.

Mir vd. (2016), tarafından yapılan derleme çalışmasında; çeşitli glutensiz ekmek formülasyonlarında hidrokolloidlerin kullanıldığı, hamur ve ekmek kalitesinde kullanılan bu hidrokolloidlerin niteliğine ve miktarına bağlı olduğu belirtilmiştir. Hidrokolloidlerin genel olarak dokuyu geliştirdiği, nem oranını ve ekmeklerin genel

kalitesini arttırdığını raporlamışlardır. İncelenen çalışmaların sonunda hidrokolloidlerin ilavesiyle oluşturulmuş glutensiz ürünlerin kontrol formülasyonlarına kıyasla benzer ve ya daha iyi duyuşal özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir.

Naji-Tabasi ve Mohebbi (2015), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz formülasyona ksantan gam ve tere tohumu gamı kullanılarak ekmek özellikleri görüntü işleme tekniği ile incelenmiştir. Çalışma sonucunda kullanılan hidrokolloidlerin ekmek kalitesini önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir. Hidrokolloid ilavesiyle gözenek alan fraksiyonu artarken, depolama süresince ekmek içi rengi üzerinde pozitif etki sağlandığı raporlanmıştır.

Mancebo vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; HPMC, psilyum ve farklı su seviyeleriyle glutensiz ekmeklerin optimizasyonu yapılmıştır. Su %90-110 aralığında, psilyum %0-4 aralığında, HPMC ise %2-4 seviyesinde kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan HPMC seviyeleri arasında özgül hacim ve sertlik açısından önemli bir fark bulunmamasına rağmen psilyum eklenmesi ekmeklerin spesifik hacminin ve sertliğinin artmasına sebep olduğu bildirilmiştir.

Sivaramakrishnan vd. (2004), tarafından yapılan çalışmada pirinç ekmeği yapımında HPMC kullanımı ile hamurun buğday hamuru ile karşılaştırılarak farinografik özellikleri incelenmiştir. HPMC ilaveli pirinç unu ile yapılan hamur, farinogramda 500 BU yoğunluğuna ulaştığı bildirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda %1.5 ve %3 HPMC içeren pirinç hamurunun buğday ununa benzer reolojik özellikler gösterdiği raporlanmıştır.

Sciarini vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada; pirinç, mısır ve soya unu kullanılarak un karışımı hazırlanmış bu un karışımına karagenan, aljinat, ksantan gam, CMC ve jelatin ilave edilmiştir. Elde edilen glutensiz ürünün hamur özellikleri, ekmeklerin spesifik hacmi, ekmek içi analizleri, renk, sertlik ve bayatlama süreleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda hidrokolloidlerin hamur kıvamını arttırdığı, istatistiki olarak en yüksek hamur stabilitesi değerinin ksantan gamla sağlandığı, hidrokolloid ilaveli örneklerde spesifik hacmin kontrol grupdan daha fazla olduğu ve en yüksek hacmin ksantan gam ile sağlandığı, ekmek içi sertliğinin ksantan gam ve

CMC ilaveli örneklerde daha az olduğu bildirilmiştir. Ksantan gamin genel olarak glutensiz ekmeklerin kalitesini geliştiren en iyi hidrokolloid olduğu raporlanmıştır.

Elgeti vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; maksimum mekanik havalandırma amaçlanarak mayasız karıştırma deneyinde yoğunluk ve sıcaklık izlenmiştir. Alternatif havalandırma ve gaz dengeleme stratejileri glutensiz ekmekler gibi nişasta bazlı gıda sistemlerinin üretiminde gerekli olduğu bildirilmiştir. Çalışmada aynı denemeler maya fermantasyonu ve pişirmeyi içeren biyolojik havalandırma ile de gerçekleştirilmiştir. Sonuçlarda gaz hacminin geleneksel yoğurma ile %6'dan %21'e yükseldiği raporlanmıştır. Su içeriğinin %120'den %90'a düşürmek havalandırma durumunu etkilemeden hamur viskozitesinin ve sıcaklığının yükselmesine sebep olduğu ve ekmek hacminin maya aktivitesine bağlı olduğu için karıştırmadan sonraki hamur sıcaklığından çok etkilendiği belirtilmiştir. Çalışma sonucunda nişasta bazlı hamur sistemlerinde uygulanan prosese uygun olduğu ve bu sistemin yüksek hacimli ve ince gözenekli glutensiz ekmek üretimine olanak verdiği raporlanmıştır.

Yılmaz (2014), tarafından piyasaya sunulan glutensiz un karışımlarının değerlendirildiği araştırmada; karışımda guar gam kullanımı ile DATEM olumlu sonuçlar verirken, pektin ve HPMC kullanımının ekmeğin ağırlaşıp çökmesine sebep olduğu belirtilmiştir. Sadece nişasta değil pirinç unu gibi tahıl unu eklenmesi gerektiği belirlenmiştir. Formülasyona pektin ve diyet liflerin ilavesinin su tutma özelliklerinden dolayı yapıyı ağırlaştırmış olduğu ve bir süre sonra çöktüğü raporlanmıştır. Emülgatörlerin bu olumsuzluğu düzeltici etkisi olduğu belirtilmiştir. Nişasta içeriği oldukça yüksek olan pirinç unu ürünün başarısını artırmak için mutlaka glutensiz karışımlarda kullanılması gerektiği bildirilmiştir.

Diyet lif, sağlığa önemli katkısı bulunan gıda bileşenlerinden biri olarak kabul edilir. İnsanların kalın bağırsağında kısmen yada tamamen fermantasyona uğrayan, ince bağırsağında emilime dirençli olan bitki yada benzer karbonhidratların yenilebilen kısımları (Fendri vd., 2016), tahıl ürünlerinin bioaktif bileşenlerinden biri olarak tanımlanır. İnsan sağlığının iyileştirilmesinde diyet liflerin rolü son birkaç yıldır araştırma konusu olarak ilgi görmektedir (Ronda vd., 2015). Diyet lifler glutensiz ekmek üretiminde önemli bir rol oynamaktadır. Belgelemiş sağlık faydalarının yanı sıra, su bağlama kapasitesi, jel oluşturma yeteneği, yağ simetrisi, dokusal ve

kalınlaşma etkileri nedeniyle pişmiş ürünlerin dokusunu, duyuşal özelliklerini ve raf ömrünü artırabilirler (Tsatsaragkou vd., 2016). Bunların yanında diyet lifin günlük alım miktarının düşük olması da gastrointestinal hastalıklar, dolaşım ve metabolik hastalıklar gibi hastalıklar ile ilişkilendirilmiştir (Sardesai, 2003). Bu yüzden sağlık açısından da önemlidir.

Lifler, glutensiz ekmeklerde son ürün kalitesini geliştirmek için gerekli görölmektedirler. Yalancı tahıllar ve yalancı tahıllardan alınan lifler hamur gelişimini ve gaz tutma kapasitesini geliştirir ve glutensiz ekmek hacmini artırır (Tsatsaragkou vd., 2016).

Martinez vd. (2014), makalelerinde bazı çözülebilir ve çözünmeyen liflerin mikroyapı özelliklerini ve onların glutensiz ekmek yapımındaki ve glutensiz hamur reolojisi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çözülebilir liflerin hamur kıvamını etkilediğini ve fermantasyon boyunca hacmi azalttığını, üretilen ekmek örneklerinin kontrol ekmek örneklerine göre yüksek hacimde, düşük sertlikte ve yüksek hücre yoğunluğunda olduklarını belirtmişlerdir. Çözünmeyen ince lifler yüksek spesifik hacimli, kontrolden daha düşük sertliğe sahip ekmeklere, iri taneli çözünmeyen lifler ise düşük spesifik hacimli, kontrole göre sert ekmeklere sebep olduğu bildirilmiştir.

Costantini vd. (2014), tarafından tatar ve yaygın karabuğday unları kullanılarak glutensiz ekmeklerin zenginleştirilmesi için yapılan çalışmada; buğday unu ve yaygın karabuğday ununda çözülebilir lif miktarları aynı iken tatar karabuğday ununda bu değerin çok düşük olduğu raporlanmıştır. Aynı çalışmada yapılan ekmek örneklerindeki en fazla çözülebilir lif içeriğinin buğday unundan ve yaygın karabuğday unu ile yapılan ekmek örneklerinde olduğu, toplam lif açısından bakıldığında ise karabuğday unlarından yapılan ekmek örneklerinin toplam lif içeriğinin buğday unu ile yapılan ekmek örneklerinden fazla olduğu belirlenmiştir.

Kinoa, karabuğday, amarant gibi ürünler tahıllarla hem farklılık hem de benzerlik gösteren tahıl benzeri grubuna dâhildir (Dizlek ve ark. 2009). Glutensiz ürünlerin formülasyonunda çeşitli araştırmacılarca etkileri incelenmiştir.

Mariotti vd. (2013), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek formülasyonuna karabuğday ve HPMC'nin etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda ticari glutensiz un karışımında %40 oranında karabuğdayın kullanımının pişirme performansını arttırdığı, HPMC'nin ekmek örneklerinin sertliğini azalttığı belirlenmiştir. İki birlikte kullanıldığında spesifik hacimde en yüksek değeri verdiği raporlanmıştır.

Buresova vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada; amarant, karabuğday, nohut, mısır, darı, kinoa ve pirinç unlarından ayrı ayrı glutensiz ekmek üretilip farkları incelenmiştir. Amarant, karabuğday ve nohut unu ile yapılan ekmeklerin spesifik hacimleri en yüksek, mısır unundan yapılan örneklerin hacmi en düşük olarak belirlenmiştir (1.2-1.7 cm³/g aralığında). Ekmeklerin sertlikleri 2.7-129 N olarak değiştiği en düşük amarant, en yüksek mısır ekmeklerinde olduğu belirtilmiştir. Darı ekmeğinde ise sertlik ölçülememiştir. Kohezif yapışkanlık $-280 \cdot 10^3$ - $810 \cdot 10^3$ olarak raporlanmıştır. Yüksek ekmek içi sertliği, yapışkanlık ve düşük kohezif yapışkanlığın glutensiz ekmeklerin tipik özelliği olduğu bildirilmiştir.

Wronkowska vd. (2013), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek formülasyonuna %10, %20, %30 ve %40 oranlarında karabuğday unu ilave edilerek ekmek özellikleri incelenmiştir. Artan karabuğday ilavesi ile ekmek hacminin arttığı belirlenmiştir. %40 karabuğday ilavesi ile kontrol gruba göre (karabuğdaysız glutensiz ekmek) hacmi 2.34 ml/g'dan 3.15 ml/g'a yükseldiği, kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında ekmek içinin sarılığı ve kırmızılığı artarken beyazlıkta azalma belirlendiği raporlanmıştır. Karabuğday miktarının artışının depolama boyunca ekmek içi sertliğinin azalmasına neden olduğu, glutensiz formülasyona karabuğday ilavesinin ise bayatlamada gecikmeye ve ekmek tekstüründe pozitif etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.

Diaz vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz mısır bazlı ekstrüde atıştırmalıkların fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine And bölgesinde yetiştirilen tanelerin (kinoa, amarant ve kaniva) etkisi araştırılmıştır. Amarant, kinoa ve kanivanın farklı oranlarda kullanıldığı ekstrüdürleri aynı ekstrüzyon şartları altında hazırlamışlar sonuç olarak bu ürünlerin miktarının artmasının ürünün gevrekliğinin azalmasına, daha az sert partikül içermesine ve daha az yapışkan olmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Alencar vd. (2015), tarafından yapılan glutensiz ekmeklerde yalancı tahılların ve tatlandırıcıların etkilerinin değerlendirildiği çalışmada; tatlandırıcı, kinoa ve amarant içeren ekmek; kontrol ekmeğe benzer spesifik hacim, sertlik ve su aktivitesi değerleri gösterirken, kontrol gruba kinoa ve amarant ilavesinin protein, yağ ve kül içeriğinin artmasına sebep olduğu bildirilmiştir. Tat uyarıcılığı için tatlandırıcı içeren ekmekler ile kontrol ekmeleri arasında istatistiki bir fark olmadığı fakat acı uyarıcılığı ile ilişkili olarak kinoa ve sukroz, sukraloz asesulfam içeren ekmeklerde maksimum olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; nişasta bazlı formülasyonlar ile üretilmiş tatlandırıcı ve tahıl benzeri glutensiz ekmek üretiminin mümkün olduğu raporlanmıştır.

Alvarez-Jubete vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek formülasyonu (%50 pirinç unu, % 50 patates nişastası) üzerine amarant, karabuğday ve kinoa'nın etkisi incelenmiştir (patates nişastası ile yalancı tahıllar yer değiştirerek). Çalışma sonucunda; kinoa ve karabuğday ilavesinin ekmek hacmini önemli oranda arttırdığı belirtilmiştir. Yalancı tahıl ilavesi ile ekmek içi yumuşaklığının arttığı bununda bu ürünlerde doğal halde bulunan emilsüfyerlerden kaynaklandığı bildirilmiştir. Kontrol ekmeleri ile karşılaştırdıkları zaman ekmek örneklerinin kabul edilebilirliğinde anlamlı bir fark olmadığı raporlanmıştır. Ekmek içi renk özelliklerinden L^* değeri yalancı tahılların ilavesi ile kontrol gruba göre azalmıştır. L^*/b^* değeri ise kontrol grupta en yüksek iken; en düşük değerleri, kinoa ve amarant ilaveli ekmekler göstermiştir. Yalancı tahıl ilavesi ile kohezif yapışkanlık ve elastikiyet değerleri artmıştır. Depolama süresinin genel olarak ekmek içi sertliğini arttırdığı belirtilmiştir. Kohezif yapışkanlığın amarant içerenler hariç tüm ekmek örneklerinde depolama süresi ile azaldığı tespit edilmiştir. Yalancı tahıl unları ekmeklerin duysal özelliklerini olumsuz etkilemeden glutensiz ekmek formülasyonunda kullanılabilir olduğu; sağlıklı, iyi kalitede glutensiz ekmek üretiminde kabul edilebileceği raporlanmıştır.

2.1. Kinoa

Kinoa kazayağıgiller (ıspanakgiller) familyasının bir üyesidir. C-3 bitkileri grubunda, tek yıllık ve çift çenekli, tetraploid bir bitkidir. Peru ve Bolivya'da yaygın yetiştirilir (Simmonds, 1971). Deniz seviyesinden 3800 m yüksekliğe kadar olan bölgelerde

dahi yetiştirilebilmektedir. Derine nüfuz eden köklere sahiptir. Uzun boylu, ve geniş yapraklıdır (Bhargava vd., 2006). Kinoa yalancı tahıllara dâhil edilir ve And (Andean) bölgesinin yerli bitkisidir. Farklı iklim şartlarında ve farklı yüksekliklerde yetiştirilebilir. Soğuk ve farklı zorlu ortamlara uyum sağlayan geniş genetik çeşitliliği vardır (Jacobsen, 2003; Bertero vd., 2004; Stikic vd., 2012; Diaz vd., 2015).

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) And Dağlarının bitkisidir. İnsan ve hayvan beslenmesinde geleceğin bitkisi olarak dikkat çekmektedir. Bu bitkinin Güney Amerika'daki tarihçesinin çok eskilere dayandığı bilinmektedir. Arkeolojik çalışmalar bitkinin M.Ö. 3000 yılından buyana yetiştirildiğini göstermektedir (Tan ve Yöndem, 2013). Kuraklık, tuzluluk ve dona karşı dayanıklıdır ve marjinal topraklarda büyüme yeteneğine sahiptir (Bhargava vd., 2006). Kinoa tohumu daire şeklinde 2 mm çapında 0.5 mm kalınlığındadır. Perikarp, perisperm ve embriyodan oluşmaktadır (Mastebroek vd., 2000). Kabuksuz kinoa unu %58 nişasta, %15.6 protein, %2.7 şeker, %8.9 toplam diyet lif ve yaklaşık %7 yağ ve kül içerir. Toplam diyet lifin sadece %13.5'i çözünebilir lifdir. Kinoa potasyum, demir, kalsiyum gibi minerallerce, B₆ ve folat gibi vitaminlerce ve faydalı biyoaktif bileşenlerce zengindir. Kinoa proteinlerinin kalitesi süt proteini kazeine benzerdir (Ranhotra vd., 1993; Tang vd., 2016). Aminoasitler ve bazı minerallerce de zengin bir üründür. Farklı çeşit kaynakları arasında besin değerleri varyasyonu vardır. Saponinler, biaktif bileşenler ve besin içeriğindeki çevresel ve çeşit farklılıkları önemlidir (Nowak vd., 2016). Kinoa kepek kısmı, acı ve beslenmeyi engelleyici bir bileşen olan saponin içerir (Mastebroek vd., 2000). Bu yüzden kinoa çoğu durumda parlatılır ve yıkanır (Garcia, 2007).

Kinoa zor koşullar altında yüksek proteinli tahıl ürünü üretmek için özellikle Himalaya bölgesi ve Kuzey Hint ovalarında tarım sistemlerinin çeşitlendirilmesi için önemli olmaktadır (Bhargava vd., 2006). 5000 yıldır insanlar tarafından tüketilmektedir (Ando vd., 2002). Yaprakları da ıspanak gibi tüketilebilir (Oelke vd., 1992).

Kinoa'nın yenilebilir tohumları küçük ve düzdür. Tohum rengi griden beyaz ve siyaha kadar değişebildiği gibi sarı ve kırmızıda olabilmektedir. Kahvaltılık bir tahıl olarak

patates ve mısır gibi tüketilebilmektedir. Geçmişte sadece And bölgesinde çok tüketilen bir gıda iken şuan pirinç ve makarna gibi ucuz ithal edilen gıdalar ile yer değiştirebilmektedir (Repo-Carrasco vd., 2003). Çok amaçlı tarım ürünü olarak kabul edilir. Tohumlarından un üretilerek insan gıdası için veya yüksek besin değerinden dolayı hayvan beslemek içinde kullanılabilir (Repo-Carrasco vd., 2003; Bertero vd., 2004).

Bugün kinoa gluten içermemesine rağmen metionin ve lizinin yüksek içeriği ile dengeli aminoasit içeren kaliteli ve yüksek proteinli bir gıda olarak bilinmektedir (Mota vd., 2015). Kalsiyum ve demir gibi mineral maddelerin (Ando vd., 2002) ve diyet lifin kaynağıdır (Abugoch 2009). Kinoa birçok potansiyel kullanımı olan tohum bitkisidir. Aminoasit ve mineral madde kompozisyonu besinsel değeri yüksek gıdaların hazırlanmasında kinoa tohumlarını önemli kılmaktadır (Stikic vd., 2012; Mota vd., 2015).

Kinoa, tahıllar ile karşılaştırıldığı zaman folik asit ve riboflovin açısından iyi bir kaynaktır fakat niasin içeriği ortalamalardan düşüktür. Pişirme ve farklı proses işlemlerinden sonra miktarının düştüğü belirlense de E vitaminini önemli miktarda içerir. FAO'nun (Gıda ve Tarım Örgütü) 3-10 yaşındaki çocuklar için tavsiye edilen esansiyel aminoasit puanlama modeline kıyasla kinoa sekiz temel amino asit içinde tavsiye edilen miktarın üstünde aminoasit içeriğine sahiptir (Koziol, 1992).

Bir porsiyon kinoa (40 g); başta vitaminler, mineraller ve esansiyel aminoasitler başta olmak üzere gerekli besin maddeleri için günlük alınması gereken miktarın önemli bir kısmını karşılamaktadır (Vilcacundo ve Ledesma, 2017).

Ahamed vd. (1996), kinoa ve mısır nişastasını karşılaştırdıkları çalışmalarında; iki aşamalı şişme gösteren mısır nişastasının aksine kinoa 65-95 °C sıcaklık aralığında tek aşama şişme gösterdiğini, bununla beraber kinoa nişastasının düşük çözülebilirliğe ve aynı konsantrasyondaki mısır nişastasından daha düşük viskoziteye sahip olduğunu, kinoa nişastasının sıra dışı donma çözünme stabilitesinde olduğunu belirtmişlerdir.

Comai vd. (2007), tarafından yapılan çalışmada; kinoa, buğday, pirinç, arpa, yulaf, çavdar, süpürge darısı ve darı unlarındaki proteinler ve triptofan içeriği belirlenmiştir. Kinoanın triptofan ve protein içeriğinin buğdaya benzer fakat diğer tahıllardan daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Kinoa ununun serbest triptofan içeriğinin ise buğday, yulaf ve sorguma benzer, arpadan daha düşük fakat pirinç, çavdar ve süpürge darısından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kinoa ve amarant nişastasının karakterizasyonunun belirlendiği çalışmada; amiloz içerikleri amarantda %7.8, kinoada %11.2 olarak bulunmuştur.

Kinoa nişastası, amarantdan daha viskoz ve daha düşük sıcaklıkta jelatinize olmaktadır. Amarant nişastasının kinoa nişastasından daha geniş bir jelatinleşme sıcaklığı aralığına sahip olduğu tespit edilmiştir (Qian ve Kuhn, 1999).

Ando vd. (2002), tarafından yapılan çalışmada; öğütülmüş tohumun besin bileşimi tüm tohuma benzer bulunmuştur. Mineral analizi sonucunda K, Mg, Ca, P ve Fe'ce zengin olduğu belirlenmiştir. Jelleşme sıcaklığının 54 °C ila 71 °C aralığında olduğu, doymamış yağ asidi toplam yağ asidinin %87.2-%87.8 ini oluşturduğu belirtilmiştir. Embriyoda lipoksigenaz aktivitesi ve tripsin inhibitör aktivitesi yüksek bulunmuştur. Kepek kısmının saponin içeriğinin ise toplam saponin miktarının %86'sını oluşturduğu bildirilmiştir.

Ranhotra vd. (1993), makalelerinde kinoa ununun %58 nişasta, %15.6 protein, %2.7 şeker, %8.9 toplam diyet lif ve yaklaşık %7 yağ ve kül içerdiğini, toplam diyet lifin sadece %13.5'i çözülebilir lif olduğunu ve kinoanın potasyum, demir, kalsiyum gibi minerallerce zengin olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca kinoa proteinlerinin kalitesinin süt proteini kazein ile benzer nitelikte olduğunu bildirmişlerdir.

Diaz vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz mısır bazlı ekstrüde atıştırmalıkların fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine And bölgesinde yetiştirilen tanelerin (kinoa, amarant ve kaniva) etkisi araştırılmıştır. Amarant, kinoa ve kanivanın farklı oranlarda kullanıldığı ekstrüdürleri aynı ekstrüzyon şartları altında hazırlamışlar sonuç olarak bu ürünlerin miktarının artmasının ürünün gevrekliğinin azalmasına, daha az sert partikül içermesine ve daha az yapışkan olmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Alencar vd. (2015), tarafından yapılan glutensiz ekmeklerde yalancı tahılların ve tatlandırıcıların etkilerinin değerlendirildiği çalışmada; tatlandırıcı, kinoa ve amarant içeren ekmek; kontrol ekmeğe benzer spesifik hacim, sertlik ve su aktivitesi değerleri gösterirken, kontrol gruba kinoa ve amarant ilavesinin protein, yağ ve kül içeriğinin artmasına sebep olduğu bildirilmiştir. Tat uyarıcılığı için tatlandırıcı içeren ekmekler ile kontrol ekmeleri arasında istatistiki bir fark olmadığı fakat acı uyarıcılığı ile ilişkili olarak kinoalı ekmekler ve sükroz, sukraloz asesulfam içeren ekmeklerde maksimum olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; nişasta bazlı formülasyonlar ile üretilmiş tatlandırıcı ve yalancı tahıllı glutensiz ekmek üretiminin mümkün olduğu raporlanmıştır.

Stikic vd. (2012), tarafından yapılan çalışmada; %10, %15 ve %20 oranlarında kinoa ilave edilerek ekmek üretilmiştir. Buğday ununa kinoa eklenmesi hamurda su absorpsiyonunu azaltmıştır. Ekmek spesifik hacmi ise sadece %20 kinoa eklenmesi ile azalmıştır. Kinoanın tüm esansiyel ve bazı esansiyel olmayan amino asitlerce tip 500 buğday ununa göre zengin olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, %20 kinoa (kabuksuz) unu kullanımı ile hamur reolojisinin olumlu etkilendiği, ekmek protein içeriğini %2 civarı arttırdığı (sırasıyla; %11.89, 13.49, 13.58, 13.83), duyu özelliklerinin bu seviyede kinoa eklenmesi ile olumlu olduğu, ekmek üretiminde kinoa kullanımının ekmek özelliklerini geliştirebileceği belirtilmiştir.

Stikic vd. (2012), tarafından yapılan çalışmada; ekmeklik buğday ununa %10, 15 ve %20 oranlarında kinoa ilavesinden sonra ekmeklerde yapılan mineral madde analizi sonuçlarına göre; fosfor, magnezyum ve demir mineralleri kinoa ilavesi ile artarken; potasyum, kalsiyum, sodyum, çinko ve manganez minerallerinde kinoa ilavesinin istatistiki bir artışa sebep olmadığı belirtilmiştir.

Alvarez-Jubete vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek formülasyonu (%50 pirinç unu, %50 patates nişastası) üzerine amarant, karabuğday ve kinoanın etkisi incelenmiştir (patates nişastası ile yalancı tahıllar yer değiştirerek). Çalışma sonucunda; kinoa ve karabuğday ilavesinin ekmek hacmini önemli oranda arttırdığı belirtilmiştir. Yalancı tahıl ilavesi ile ekmek içi yumuşaklığının arttığı bununda bu ürünlerde doğal halde bulunan emilsüfilyerlerden kaynaklandığı bildirilmiştir. Kontrol ekmekleri ile karşılaştırdıkları zaman ekmek örneklerinin

kabul edilebilirliğinde anlamlı bir fark olmadığı raporlanmıştır. Ekmek içi renk özelliklerinden L^* değeri yalancı tahılların ilavesi ile kontrol gruba göre azalmıştır. L^*/b^* değeri ise kontrol grupta en yüksek iken; en düşük değerleri, kinoa ve amarant ilaveli ekmekler göstermiştir. Yalancı tahıl ilavesi ile kohezif yapışkanlık ve elastikiyet değerleri artmıştır. Depolama süresinin genel olarak ekmek içi sertliğini arttırdığı belirtilmiştir. Kohezif yapışkanlığın amarant içerenler hariç tüm ekmek örneklerinde depolama süresi ile azaldığı tespit edilmiştir. Yalancı tahıl unları ekmeklerin duyuşal özelliklerini olumsuz etkilemeden glutensiz ekmek formülasyonunda kullanılabilir olduğu; sağlıklı, iyi kalitede glutensiz ekmek üretiminde kabul edilebileceği raporlanmıştır.

Iglesias-Puig vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; 100 g buğday unu ile yer değiştirme prensibine göre 25g ve 50g kinoa ilave edilerek ekmek üretilmiştir. Çalışma sonucunda kinoa ilavesinin ekmeklerde ekmek spesifik hacmi bakımından $4.48 - 3.46 \text{ cm}^3/\text{g}$ 'dan $2.63 \text{ cm}^3/\text{g}$ 'a, ekmek içi sertliği bakımından 0.77 N 'den $1.55/2.64 \text{ N}$ 'a, kabul edilebilirlik bakımından 7.94 'den $7.58-5.94$ 'e kalitede değer kaybetmesine sebep olduğu, bunun yanında lifi 5.5 'den $7.2 \text{ g}/100\text{g}$ 'a ve mineral maddeleri (kalsiyumu 0.35 'den- 1.28 mg 'a, demiri 17 den 34 mg 'a, çinkoyu 23 den $48 \text{ mg}/\text{g}$ 'a) yükselterek ekmek besin değerini arttırdığı belirtilmiştir. Ekmek örneklerinde nem miktarı değişmezken, toplam diyet lif, çinko, demir, kalsiyum, kül ve yağın kinoa ilavesi ile arttığı, protein miktarının ise azaldığı raporlanmıştır. Çalışma sonucunda, spesifik hacim, ekmek ve ekmek içi rengi, sıklık gibi ekmek özelliklerinin kinoanın dahil edilmesi ile etkilendiğini özellikle %50 ilavede besinsel kalitenin arttığını belirlediklerini ve sonuç olarak tüm kinoa unu ekmek formülasyonlarında $25 \text{ g}/100\text{g}$ şeklinde eklendiğinde ekmek kalitesinde küçük bir değer kaybı ile sağlıklı, faydalı bir ürün elde edileceği bildirilmiştir.

Elgeti vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; kinoa ununun ekmek kalite parametreleri özellikle hacim üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Kinoa unu glutensiz kontrol formülasyonunda pirinç ve mısır unu ile %40-100 olarak yer değiştirilerek ekmek üretilmiştir. Çalışma sonucunda, glukooksidaz aktivitesi ve kinoanın kepeksiz olması ile ilişkili olarak spesifik hacmin %33'e kadar arttığı bildirilmiştir. Ayrıca ekmek içi homojen özellikte, gaz kabarcıkları küçük ve homojen dağılmış ve tadının

sorunsuz olduğu, bu nedenle kepeksiz kinoa unu kullanılarak glutensiz ekmeklerin kalitesini geliştirmenin m¼mk¼n olabileceği raporlanmıştır.

Buresova vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek üretiminde pirinç ununa %30, %50 ve %70 oranlarında kinoa unu ilave edilmiştir. İlave edilen kinoa ununun miktarının artışına bağlı olarak ekmeklerin sertlikleri ve iğnenebilirlikleri artmış, elastikiyet değereri azalmış, esneklik ve kohezif yapışkanlık değerleri değişmemiştir. Duyusal değerlerden genel beğenilirliğin ise azaldığı bildirilmiştir.

Rybicka ve Swiglo (2017), tarafından yapılan çalışmada farklı form¼lasyonlar ile ¼retilen glutensiz ekmeklerin mineral madde değerleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda pirinç unu, mısır unu ve nişastalar ile yapılan geleneksel glutensiz ekmeklerin mineral madde miktarları nohut unu, yulaf unu, amarant, teff ve kinoa unu kullanımı ile yapılan ekmeklerden d¼ř¼k olduğu belirlenmiştir. Nohut unu, teff, kinoa ve amarantın glutensiz ekmek form¼lasyonunda kullanılmasının nişastaya dayalı glutensiz ¼r¼nlerden daha değerli olacağı bildirilmiştir.

2.2. Nohut Unu

Nohut, *Fabaceae* familyası ¼yesi, bir serin iklim baklagilidir (Nwakola ve Smart 1996). Farklı topraklarda ve iklimlerde yetişebilen eski bir baklagildir. D¼nya genelinde fasulye ve bezelyeden sonra 3. en önemli serin iklim baklagil çeşididir (FAO 2001). Nohut, mercimek, fasulye gibi bakliyatlar g¼nl¼k diyet için önemli bileşenlerdir. Baklagil unları birçok temel amino asit, vitamin, mineral ve fenolik maddeleri de içeren protein, karbonhidrat, diyet lif ve biyoaktif bileşenler için önemli kaynaklardır (Costa vd., 2006; Roy vd., 2010; Man vd., 2015). Folik asit, tokoferol, stearoller, karotenoidler, izoflavanlar, nohutta bulunan önemli biyoaktif bileşenlerdir (Jukanti vd., 2012).

Nohutun protein miktarı y¼ksekken, yağ ve sodyum miktarı d¼ř¼kt¼r. öz¼n¼r ve öz¼nmez lif kaynağıdır (Nwakola ve Smartt 1996). Antioksidanları, vitamin ve mineralleri içerir (Han vd., 2010). ¼zellikle potasyum, fosfor, kalsiyum, demir ve çinko minerallerince zengindir. Beraberinde lizin, l¼sin ve arginin aminoasitlerini de

içerdiği için beslenmede gerekli olan esansiyel amino asitleri karşılayabilmektedir (Iqbal vd., 2006).

Nohut ununun buğday ununa kıyasla protein, yağ ve kül miktarı daha yüksekken buğday unu içindeki nişasta miktarı nohut unundan daha fazladır (Arab vd., 2010). Nohut ununun lizin içeriğinin %7.2, buğday ununun lizin içeriğinin ise %2.42 olduğu belirtilmiştir (Hefnawy vd., 2012). Lizin içeriğinin yüksek olmasından dolayı lizin içeriği düşük tahıl proteinleri ile kombine edildiğinde ürünün protein miktarını zenginleştirir (Iqbal vd., 2006). Ekmeklerin duyusal özelliklerini geliştirmek ve besin değerini arttırmak için ideal bir bileşen olarak bakliyat unları kullanılabilir (Kohajdava vd., 2013; Man vd., 2015).

Arab vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada; nohut unu ile buğday ununun bazı kimyasal özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmada nohut ununun fenilalenin, trionin, valin amino asitlerince zengin olduğu, toplam aminoasit içeriği buğday ununda %88.75 iken, nohut ununda %98.53 olarak belirlenmiştir. Potasyum, kalsiyum, sodyum, magnezyum ve demir minerallerince de nohut ununun buğday ununa göre zengin olduğu raporlanmıştır.

Tahıl proteinleri bazı esansiyel amino asitlerden yoksun olduğu için baklagiller tahıllar ile birlikte kullanılır. Baklagillerin kullanımı konsantre protein kaynakları olduğu için önemlidir (Tharanathan ve Mahadevamma, 2003). Nohut unu emilsüfiyer özelliği ve iyi su tutma kapasitesine de sahiptir (Kohajdova vd., 2011).

Baklagiller bisküvi, ekmek ve kurabiye gibi tahıl bazlı geleneksel fırın ürünlerinin desteklenmesi için önemli bir kaynak olarak bilinmektedirler (Patel ve Rao 1995). Tahıl bazlı fırın ürünlerinin beslenme kalitesini geliştirmek için baklagil ya da süt gibi protein kaynakları formüle eklenir (Adeyemi vd., 1989).

Nohut insan beslenmesinde hayvan kaynaklı proteinlere önemli alternatif bir kaynaktır (Molina vd., 2002) ve %41.10-47.12 karbonhidrat, %21.70-23.40 protein içeriğine sahiptir (El-Adawy, 2002).

Man vd. (2015), çalışmalarında; buğday ununa yer değiştirme prensibine göre %0, %10, %20, ve %30 oranlarında nohut unu ekleyerek ekmek özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda ekmek proteini ve lif içeriğinde, nohutunun eklenmesi ile önemli bir artış olduğunu belirlemişlerdir. Ekmek hacminin nohut unu seviyesinin artmasına bağlı olarak azaldığını bunun sebebinin ise karışım içindeki glutenin nohut unu ilavesi ile seyreltilmesinden ve lif bileşenleri, gluten ve su arasındaki etkileşimden olduğunu raporlamışlardır.

Hefnawy vd. (2012), tarafından yapılan çalışmada; buğday ununa yer değiştirme prensibine göre %15 ve %30 oranlarında nohut unu ilave ederek tost ekmeği üretilmiş ve bu ekmeğin kalite özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda buğday ununa nohut unu ilavesinin hamurun su absorpsiyonunu, hamur gelişme süresini, stabilitesini arttırdığı belirtilmiştir. Ekmek hacmi üzerinde ise gluten miktarının azalmasına bağlı olarak olumsuz etkisinin olduğu raporlanmıştır.

Mohammed (2012), tarafından nohutunun hamur ve ekmek kalitesine etkisinin belirlendiği çalışmada; buğday ununa yer değiştirme prensibine göre %10, %20 ve %30 oranlarında nohut unu eklenmiştir. Hamur yüzeyi %10 nohut unu ilavesi ile normal olarak sınıflandırılırken, %20 ve %30 oranında nohut unu kullanılması hamur yüzeyinin yapışkan olmasına sebep olduğu belirlenmiştir. Nohut unu miktarının artışına bağlı olarak ekmek kabuk ve iç rengi daha koyu renk almıştır. Nohutunun %10 oranında kullanılması ile kontrol ekmeklere yakın renk özelliği verdiği raporlanmıştır.

Rybicka ve Swiglo (2017), tarafından yapılan çalışmada; nohutunun kalsiyum, magnezyum, potasyum, demir ve çinko miktarları sırası ile 91.8 mg/100g, 120 mg/100g, 793 mg/100g, 4.30 mg/100g, 2.94 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Buğday unu ile nohutunun yer değişiminden kaynaklı ekmeklerde, hacim azalmasına sebep olmasına rağmen, nohut proteinlerinin glutensiz ekmek hacmini arttırmak için iyi emülsifiyer özelliklere sahip (Aguilar vd., 2015) olduğu belirtilmektedir.

Barışık (2016), tarafından yapılan çalışmada; nohut unu ilavesi kullanılarak yapılan glutensiz ekmeklerin duyu analizinde %40 oranında nohut unu ilave edilmiş ekşi mayalı ekmeklerin en yüksek puan aldığı belirlenmiştir. Hamur örneklerine uygulanan reolojik ölçümlerde ise nohut unu ilavesinin artmasının elastik ve viskoz modül değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Ayrıca nohut unu ilavesiyle ekmek örneklerinde protein değerinin ve ekmek içi parlaklık değerinin arttığı bildirilmiştir.

Rybicka ve Swiglo (2017), tarafından yapılan çalışmada farklı formülasyonlar ile üretilen glutensiz ekmeklerin mineral madde değerleri incelenmiştir. Nohut unu, teff, kinoa ve amarantın glutensiz ekmek formülasyonunda kullanılmasının nişastaya dayalı glutensiz ürünlerden daha değerli olacağı bildirilmiştir.

Aguilar vd. (2015), çalışmalarında glutensiz ekmekte şortening ve emülsifiyerlere alternatif olarak nohut unu kullanmışlardır. Nohut proteinlerinin glutensiz ekmek hacmini geliştirmek için iyi emülsifier özelliğe sahip olduğunu, bu unun spesifik ekmek hacmini ve depolama modüllerini arttırdığını bildirmişlerdir.

2.3. Mısır Unu ve Mısır Nişastası

Karadeniz Bölgesi'nin geleneksel tahılı olan mısır, insan gıdası olmasının dışında hayvan yemi olarak kullanılır ve endüstride çok geniş kullanım alanına sahiptir. İnsan beslenmesinde mısır, süt olum aşamasındayken kaynatılarak sebze şeklinde, tane halinde ise pişirilerek ve patlatılarak çerez olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanında kırılmış ve öğütülmüş mısır değişik gıda maddelerinin üretiminde kullanılmaktadır (Koca ve Tarakçı, 1997).

Mısır ekmeği kimyasal kabartıcılar yardımı ile pişirilen özel tat ve aromada bir ekmek çeşididir. Sanayide nişasta üretiminde kullanılır (Elgün ve Ertugay, 2002).

Mısır, ülkemiz tahıl üretiminde arpa vebuğdaydan sonra üçüncü sıradadır. Ülkemizde nerdeyse tüm bölgelerde yetiştirilebilmektedir. Mısırın yaş öğütme işleminden en fazla elde edilen ürünü ise nişastadır. Endüstriyel mısır nişastası ince beyaz toz halinde %99 saflıkta, yaklaşık %0.25 protein içeriğindedir. Ayrıca %0.1'den az mineral ve %0.65 yağ içerir (MEB, 2011).

Nişasta gıda sanayinde; hazır çorba, puding eşitleri, lokum, unlu mamullerde ve bebek mamalarında, kâğıt, tutkal endüstrisinde, haşıllama ve tamamlama maddesi olarak, tekstil endüstrisinde dericilikde ve inşaat sektöründe kullanılmaktadır (Bozdemir vd., 2015).

Mısır unundan yapılan ekmekler ülkemiz dışında birçok ülkede geleneksel ürünler arasındadır. Gluten içermemesi ile birlikte birçok farklı iklime sahip ülkelerde de yetiştirilebilir (Guadarrama-Lezama vd., 2016). Farklı yiyecek ve içeceklerde kullanılır (Taylor vd., 2008). Mısırdan elde edilen un sarı rengi ve tadından dolayı ekmek yapımında kullanımını sınırlandırmaktadır (Hager vd., 2012).

Gluten içermemesinden dolayı ekmek üretiminde kullanılması ile yapıda zayıf viskoelastik ağ ve gaz tutma kapasitesinin az olması gibi bazı olumsuzluklar ile karşılaşılır. Bu yüzden mısır unu ile ekmek yapımında farklı formülasyonların geliştirilmesi, özel tekstürel özellikleri ile özel ekmek üretimi gerekmektedir (Guadarrama-Lezama vd., 2016).

Buresova vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; mısır unu varlığının ekmek hamur özelliklerini olumsuz etkilediği ekmek kalitesini azalttığı belirlenmiştir.

Mısırın yaklaşık %10-12'si zein proteindir. Zein hububatlarda spesifik bir şekilde oluşan 6 prolaminler olarak bilinen karakteristik protein sınıfına aittir. Besleyicilik açısından bakıldığında, mısırın kimyasal bileşimi buğdaya kıyasla farklı değildir. Sadece protein içeriği daha az ve daha düşük kalitededir ve daha da önemlisi gluteni oluşturan proteinleri içermez (Büyükbeşe, 2008).

Rybicka ve Swiglo (2017), tarafından yapılan çalışmada; mısır ununun kalsiyum, magnezyum, potasyum, demir ve çinko miktarları sırası ile <0.01 mg/100g, 36.1 mg/100g, 171 mg/100g, 0.92 mg/100g, 0.51 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Marti vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerde ticari glutensiz una %25 oranında fermente edilmiş ve fermente edilmemiş olmak üzere iki farklı özellikte teff unu eklenmiştir. Fermente edilmiş teff unu ile zenginleştirilen mısır bazlı glutensiz ekmekler kontrol ekmeklerine (glutensiz un ile yapılan) veya

fermente edilmemiş teff unu ile zenginleştirilen glutensiz ekmeklere göre daha düşük bayatlama oranına ve gelişmiş fiziksel özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir.

Mısır unu ve mısır nişastası farklı çalışmalarda, glutensiz ekmek üretiminde veya buğday ununa ilave edilerek kullanılmıştır (Ahamed vd., 1996; Lopez vd., 2004; Curic vd., 2007; Sciarini vd., 2010; Yarpuz, 2011; Andersson vd., 2011; Hager ve Arendt, 2013; Elgeti vd., 2014; Buresova vd., 2014; Rinaldi vd., 2017; Martinez ve Gomez, 2017; Julianti vd., 2017).

2.4. Patates Nişastası

Nişasta patates ve tahıl tanelerinden özel yöntemlerle elde edilen bir gıda bileşenidir. Tahıl tanelerinin endosperm kısmında bulunan amiloz ve amilopektinlerin glikozit bağlarıyla bağlanmasıyla oluşan bir karbonhidrattır. Glikozun bitkilerdeki depo hâlidir ve canlıda enerji üretiminde kullanılır. Patates, pirinç, mısır, buğday bol miktarda nişasta içerirler ve insanların başlıca gıda kaynaklarıdır (MEB, 2011).

Bitkilerde depolanmış karbonhidrat olduğu için doğada çok yaygın olarak bulunur. Doğal olarak meydana gelen yüksek polimerli bir karbonhidrattır (Gönül, 1978).

Patates unu ve nişastası ekmekte raf ömrü bir miktar uzatmaktadır. Ekmeğe katılan oranının % 5-6'dan fazla olmaması gerekmektedir aksi takdirde ekmekte aromanın farklılaşarak, ekmeklerin rengi değişmektedir (Çelik, 2008).

Glutensiz ekmek üretiminde araştırmacılar farklı glutensiz un ve nişastalar ile birlikte patates nişastasını da kullanmışlardır (Gambus vd., 2001; Cato vd., 2004; Mccarthy vd., 2005; Martinez ve Gomez, 2017).

2.5. Pirinç Unu

Pirinç çeltiğin kavuzunun ayrılmış şeklidir. Pirinç tane halinde öğütülmüş un ve nişasta olarak çok geniş kullanım alanına sahiptir. Arginin aminoasidine sahip olup çocuk beslenmesinde ayrıca önemlidir (Elgün ve Ertugay, 2002).

Pirinç unu kendine has yumuşak bir tada sahiptir ve alerjik olmayan özelliklerinden dolayı glutensiz ürünlerde kullanılmaktadır (Gujral vd., 2003). Glutensiz ekmek formülasyonunda en yaygın kullanılan materyaldir. Beyaz renkte, yumuşak tada, kolay temin edilebilen ucuz bir üründür (Hager vd., 2012).

Gluten içermemesi, kolay sindirilen karbonhidratları yüksek oranda içermesi, özel tadı, rengi, düşük sodyum seviyesi ile çölyak hastalarınca tüketilen (Marco ve Rosell, 2008), hipoalerjik özellikte, renksiz ve yavan bir tada sahip bir hammaddedir ve sindirilebilirliği yüksek bir üründür (Torbica vd., 2010; Hager vd., 2012).

Pirinç unu buğday glutenine has ve ekmek yapımında esas olan elastik ve plastik özelliklerden yoksundur (Kadan vd., 2001). Bu yüzden pirinç unu bazlı glutensiz ekmekler de gaz tutmak ve yapıyı sağlamak için glutenin vizkoelastik özelliklerini taklit eden maddelere ihtiyaç vardır (Toufeili vd., 1994). Hidrokollidler ve gamlar hamur kuvvetlendirici olarak formülasyona eklenmektedir (Lazaridou vd., 2007).

Rybicka ve Swiglo (2017), tarafından yapılan çalışmada; pirinç ununun kalsiyum, magnezyum, potasyum, demir ve çinko miktarları sırası ile <0.01 mg/100g, 35.3 mg/100g, 131 mg/100g, 1.03 mg/100g, 1.11 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Glutensiz ekmek çalışmalarında, formülasyonda pirinç unu yaygın olarak kullanılmıştır (Lazaridou vd., 2007; Mezaize vd., 2009; Alvarez-Jubete vd., 2010; Yarpuz ,2011; Nunes vd., 2011; Blanco vd., 2011; Sciarini vd., 2012; Demirkesen, 2013; Cappa vd., 2013; Aoki vd., 2015; Naji-Tabasi ve Mohebbi, 2015; Mohammadi vd., 2015; Turkut vd., 2016; Buresova vd., 2017; Martinez ve Gomez, 2017; Sandri vd., 2017).

2.6. Ksantan Gam ve Guar Gam

Gamlar, ekmek üretim prosesinde su tutma, nem hareketliliğini kontrol etme, hamurun gaz tutması, tekstür geliştirici ve bayatlamayı engelleyici olarak kullanılmaktadır (Guarda vd., 2004; Mandala vd., 2008). Dondurulmuş gıdalarda gamlar stabilite sağlayıcı özelliktedir. Ekmek katkı maddesi olarak hem taze hemde depolanmış numunelerin son ürün kalitesini artırır (Mandala vd., 2008).

Glutensiz ekmek formülasyonlarında hidrokolloid ilavesi gereklidir (Sabanis ve Tzia 2011). Çözülebilir lif ve bir hidrokolloid olan guar gam gıdaların glisemik indeksini düşürmek için bir gıda katkı maddesi olarak da kullanılabilir (Arocha ve Rosell, 2011; Giri vd., 2017). Guar gam güçlü hidrojen bağları oluşturarak yapıda yapışkan kolloidal dağılım oluşturur. Gıda formülasyonlarına guar gamın eklenmesi gıdaların fiziko kimyasal özelliklerini ve duyuusal kabul edilebilirliklerini olumlu etkiler (Mudgil vd., 2011).

Sağlığa zararlı etkisi olmayan ucuz hidrokolloidlerden biri guar gamdır. Gıda uygulamalarında hidrokolloidlerin önemi, eşsiz fonksiyonel özellikleri, su bağlama kapasiteleri, buharlaşma hızını azaltması, donma hızındaki değişiklikleri, buz kristali oluşumunda modifikasyon, reolojik özelliklerin düzenlenmesi ve kimyasal dönüşümlere katılımdan kaynaklanmaktadır (Rodge vd., 2012).

Guar gam D- mannoz ve D- galaktoz birimlerinden oluşmaktadır. Mannozy birimleri birbirine düz bir zincir şeklinde β -1,4 bağı ile bağılı bulunurken, yaklaşık her bir mannozy birimine tek D-galaktozy birimi yan zincir şeklinde α -1,6 bağı ile bağlanmaktadır (Altuğ, 2006).

Guar gam; ilaç, kâğıt, tekstil, kozmetik gibi birçok sanayide guar sakızı tozu olarak kullanılır. Su molekülü ile hidrojen bağı oluşturma yeteneğı ile guar gamın endüstriyel uygulama alanları mümkündür. Diyabet, bağırsak hareketleri, kalp hastalığı, kolon kanseri gibi sağlık problemlerinin kontrolünde kullanılır (Mudgil vd., 2014). Ağırlıklı olarak stabilizör, emülsifiyer ve kalınlaştırıcı olarak kullanılır (Kays vd., 2006; Mudgil vd., 2014).

Ksantan gam bir heteropolisakkarittir. Bu gum *Xanthomonas campestris* bakterisinin glikozdan alkol fermantasyonuyla arıtılması ile üretilmektedir. Çok az oranlarda kullanımı dahi su- yağ emülsiyonlarında stabilite sağlar. Fermentif bir ürün olan ksantan gam diğer gamlara nazaran daha az oranda kullanıldığında tatda oluşturduğu olumlu etki ve teknolojik işleme koşullarına karşı dayanıklılığı, stabil oluşu ve bileşiminin tümünün sağlığa zarar vermeyen monosakkaritlerden oluşması nedeni ile önemli bir gamdır (Yurdagel, 1983).

Ksantan gamı diğer gamlardan ayıran bir özelliği de sıcaklığa ve pH'ya olan dayanıklılığının önemli ölçüde yüksek olmasıdır. Bu dayanıklılığın, ksantan molekülündeki yan zincirlerin selüloz iskeletinin çevresini sarmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu özellik ksantan gamı enzimler, asitler, bazlar, yüksek sıcaklıklar, dondurma ve çözündürme ve uzun süreli karıştırma sonucunda oluşabilecek bozunmaya karşı dayanıklı kılmaktadır (Altuğ, 2006).

Pirinç bazlı ve glutensiz diğer ürünler fermente ürünler için gerekli özelliklere sahip değildir. Pirinç proteini gluten proteini gibi fermantasyon işlemi sırasında üretilen CO₂'i tutmak için sorumlu vizkoelastik ağ gelişimi için yeterli yeteneğe sahip değildir (Torbica vd., 2012). Glutensiz hamurlar gluten ağının eksikliğinden dolayı normal hamurlardan daha sıvıdırlar. Ayrıca gaz tutma güçleri daha düşüktür. Stabilize edici mekanizma için bir aracı olarak gamlar, stabilizörler, prejelatinize nişastaların kullanımı önerilmektedir (Schober vd., 2003).

Karboksimetil selüloz, hidroksi propil metil selüloz, ksantan gam buğday hamuruna benzer hamur oluşturmak ve protein ağ özelliklerini geliştirmek için yaygın olarak glutensiz formülasyona eklenmelidir (Gambus vd., 2001; Lazaridou vd., 2007; Mandala vd., 2008; Kohajdova ve Karovicova 2008; Rodge vd., 2012).

Hidrokoloidler glutensiz ekmeklerde kalın ve düzenli gözeneklerin artmasına neden olur ve kalın tabaka oluşturarak gaz hücrelerinin stabilitelerini etkiler (Naji-Tabasi ve Mohebbi, 2015). Hidrokoloidler çölyak hastalarına kaliteli ürünler üretmek için glutene alternatif olarak araştırılmaktadır (Mancebo vd., 2015).

Gambus vd. (2001), mısır unu, mısır nişastası ve patates nişastasından üretilen glutensiz ekmekte guar gamının ekmeklerde hacim artışına neden olduğunu belirlemişlerdir.

Buğday unu dışındaki maddelerden yapılan yüksek kalitede ürünlerin üretimi gluten proteininin bulunmamasından dolayı teknolojik bir zorluktur. Bu problemlerin üstesinden gelmek için ksantan gam ve HPMC gibi hidrokoloidler genellikle glutensiz formülasyona dâhil edilir (Hager ve Arendt, 2013).

Lazaridou vd. (2007), tarafından yapılan çalışmada; ksantan gamın viskoelastik özelliklerde hamur kuvvetlendirici olarak en belirgin etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Shittu vd. (2009), tarafından yapılan çalışmada; kasava- buğday unu karışımından üretilen ürünlerin ekmek ve hamur özellikleri üzerine ksantan gamın etkisi incelenmiştir. Ksantan gamın formülasyona ilavesinin taze ekmeğin duyuusal kabul edilebilirliğini arttırdığı, ekmeğin depolama süresince nem kaybını engellediği ve ekmek sertliğini azalttığı raporlanmıştır.

Naji-Tabasi ve Mohebbi (2015), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz formülasyona ksantan gam ve tere tohumu gamı kullanılarak ekmek özellikleri görüntü işleme tekniği ile incelenmiştir. Çalışma sonucunda kullanılan hidrokolloidlerin ekmek kalitesini önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir. Hidrokolloid ilavesiyle gözenek alan fraksiyonu artarken, depolama süresince ekmek içi rengi üzerinde pozitif etki sağlandığı raporlanmıştır.

Sabanis ve Tzia (2011), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek formülasyonuna hidrokolloidlerin (HPMC, ksantan gam, guar gam, kapa karagenan) ilavesinin hamur ve ekmek kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, hidrokolloidlerin ilavesi ile glutensiz ekmeklerin ekmek hacminde artış olduğu daha iyi renk özelliği aldığı ve ilave edilen hidrokolloidlerin nem tutma yeteneklerinden dolayı ekmeklerin raf ömrünü uzattığı raporlanmıştır.

Rodge vd. (2012), tarafından yapılan çalışmada; buğday ununa eklenen farklı oranlardaki (%0.25, %0.50, %0.75, %1) guar gam ile oluşturulan hamurun su absorpsiyonu ilave edilen guar gam miktarına bağlı olarak %61.2 den %64.5'e yükseldiğini, hamur gelişme süresinin 6.20 dk'dan 5.60 dk'ya düştüğünü, gluten gelişimi ve hamur stabilitesinin arttığını bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada ekmek hacmi buğday unundan yapılan ekmeklerde 2.25 cm³/g iken bu una guar gam ilavesi ile üretilen ekmeklerde ilave oranına bağlı olarak 3.06'dan 3.26 cm³/g' a kadar artmıştır.

Nunes vd. (2009), tarafından yapılan çalışmada; DATEM, lesitin, sodyum stearyl laktilatın glutensiz hamur ve ekmek formülasyonunda etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda hidrokolloidlerin glutensiz ekmek formülasyonuna eklenmesinin ekmek kalitesini arttırdığını raporlamışlardır.

Guarda vd. (2004), tarafından yapılan çalışmada; hidrokolloidlerin (sodyum aljinat, ksantan gum, kapa karagenan ve hidroksipropil metilselüloz) taze ekmek üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada hidrokolloidler farklı oranlarda (%0.1 ve %0.5) ekmek formülasyonuna ilave edilmiştir. Ekmeklerin spesifik hacimleri hidrokolloid ilavesiyle istatistiki olarak artış gösterirken, spesifik hacim üzerinde en yüksek etkiyi HPMC'nin sağladığı, farklı oranlarda kullanmanın hacim üzerinde istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı, ekmek sertliğini ise HPMC arttırırken diğer hidrokolloidlerin ilavesinin, sertliği düşürdüğü bildirilmiştir.

Mandala vd. (2008), tarafından yapılan çalışmada; hamur formülasyonuna 0.2g/100g ksantan gam, HPMC, guar gam ve keçiyoynuzu gamı ilave edilmiştir. Çalışma sonunda hidrokolloidlerin etkisinin kısmi pişirilmiş ve hamur halde dondurulan örneklerde daha belirgin olduğu bildirilmiştir. Hidrokolloid kullanımı çeşidi farketmeden tamamen pişirilerek dondurulmuş ekmeklerde spesifik hacmin artmasını sağladığı, en yüksek spesifik hacmin ise guar gam ilavesi ile elde edildiği bildirilmiştir.

Kohajdova ve Karovicova (2008), tarafından yapılan çalışmada; hamur reolojisini ve ekmek kalitesini araştırmak için farklı gamlar (arabik gam, guar gam, ksantan gam ve HPMC) kullanılmıştır. Bu bileşenlerin formülasyona ilavesinin su absorpsiyonunu ve hamur stabilitesini arttırdığı, belirlenmiştir. Hidrokolloidlerin formülasyona ilavesi ekmek hacmini, duyuşal kabul edilebilirliği de etkilemiştir. Çalışma sonucunda guar gam ekmeğın ekmek içi yumuşaklığına, duyuşal ve reolojik özelliklerine katkısından dolayı ekmek yapma performansında iyileştirici olarak tavsiye edilmiştir.

Mandala vd. (2008), tarafından yapılan çalışmada; pirinç unu bazlı glutensiz ekmek örneklerine guar gamın etkisi araştırılmıştır. Çalışmada formülasyona guar gam ilavesinin spesifik hacmi önemli oranda arttırdığı, sertliği ise azalttığı bildirilmiştir. Ekmeklerin duyuşal değerlendirilmesinde duyuşal renk değerleri, koku, tat,

çığnenebilirlik ve genel kabul edilebilirlik guar gamın ilavesi ile artış gösterdiği belirtilmiştir.

Hejrani vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; İran'a özgü barbari ekmeği yapılmıştır. Ekmek formülasyonuna %0.4 ksantan gam, %0.4 guar gam, %0.07 alfa amilaz ve %0.005 lipaz enzimi ilavesiyle spesifik hacmin en fazla olduğu belirtilmiştir.

Gambus vd. (2001), tarafından yapılan çalışmada; mısır unu, mısır nişastası ve patates nişastasından üretilen glutensiz ekmekte guar gamın ekmeklerde hacim artışına neden olduğunu belirlemişlerdir.

Mir vd. (2016), tarafından yapılan derleme çalışmasında; çeşitli glutensiz ekmek formülasyonlarında hidrokolloidlerin kullanıldığı, hamur ve ekmek kalitesinde kullanılan bu hidrokolloidlerin niteliğine ve miktarına bağlı olduğu belirtilmiştir. Hidrokolloidlerin genel olarak dokuyu geliştirdiği, nem oranını ve ekmeklerin genel kalitesini arttırdığını raporlamışlardır. İncelenen çalışmaların sonunda hidrokolloidlerin ilavesiyle oluşturulmuş glutensiz ürünlerin kontrol formülasyonlarına kıyasla benzer ve ya daha iyi duyuşal özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir.

Mezaize vd. (2009), tarafından Fransız stili ekmekler için glutensiz formülasyon optimizasyonu çalışması sonuçlarında spesifik hacmin HPMC ve guar gam ile arttığını, guar gamlı ekmeklerin Fransız ekmeğine benzer renk özelliğine sahip olduğunu, sertliğin hidrokolloidlerin özellikle HPMC ve guar gam ilavesi ile azaldığını belirtmişlerdir.

Sciarini vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada; pirinç, mısır ve soya unu kullanılarak un karışımı hazırlanmış bu un karışımına karagenan, aljinat, ksantan gam, CMC ve jelatin ilave edilmiştir. Çalışma sonucunda hidrokolloid ilaveli örneklerde spesifik hacmin kontrol gruptan daha fazla olduğu ve en yüksek hacmin ksantan gam ile sağlandığı, ekmek içi sertliğinin ksantan gam ve CMC ilaveli örneklerde daha az olduğu bildirilmiştir. Ksantan gamın genel olarak glutensiz ekmeklerin kalitesini geliştiren en iyi hidrokolloid olduğu raporlanmıştır.

2.7. Literatürdeki Glutensiz Ekmek Formülasyonları

Martinez ve Gomez (2017), tarafından yapılan çalışmada; mısır nişastası, pirinç unu, buğday nişastası ve patates nişastası bazlı glutensiz ekmekler yapılmıştır. Her 100 g un-nişasta için 3g maya, 1.8g tuz, 6g yağ, 2g HPMC, 5g şeker eklenerek glutensiz ekmek üretilmiştir. Ekmekler 30 °C'de %80 nem de 90 dk fermente edilip 190 °C'de 40 dk pişirilmiştir.

Demirkese (2013), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek formülasyonuna 100 g pirinç unu bazında %8 şeker, %8 şortening, %1 instant maya, %2 tuz ve su kullanılmıştır. Ekmekler 30 °C'de 40 ve 70 dk fermente edilip 200 °C'de 25, 30 ve 35 dk olmak üzere farklı sürelerde pişirilmiştir.

Yarpuz (2011), tarafından yapılan çalışmada; formülasyonlarda %50 mısır nişastası ve %50 pirinç unu kullanılmıştır. 100 gram mısır nişastası+pirinç unu esasına göre; %3 maya, %1.5 tuz, %6 şeker, %2 kabartma tozu, %5 süt tozu ve 5 ml sıvı yağ kullanılarak ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen hamurlar 30°C'de %85 nispi nemde 30 dk kitle fermantasyonuna tabi tutulduktan sonra, 225°C'de 30 dk süreyle pişirilmiştir

Aguilar vd. (2015), glutensiz ekmek formülasyonunda mısır nişastası kullanmışlardır. %4.2 şeker, %2.5 kabartma tozu, %2 ksantan gam, %2 kuru maya ve %1.7 tuz ilavesi ile temel formülasyonu oluşturmuşlardır. Ekmekler 160°C'de 30 dk süreyle pişirilmiştir

Alvarez-Jubete vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek formülasyonunda %50 pirinç unu ve %50 patates nişastası ile % 3 maya, %3 şeker, %2 tuz, %0.5 ksantan gam, %6 yağ, %87 su kullanılmıştır. Örnekler %80 nem ve 35 °C'de 30 dk fermantasyondan sonra 220-225 °C fırında 25 dk pişirilmiştir.

Andersson vd. (2011), tarafından yapılan çalışmada; mısır nişastası ve zein proteini kullanılmıştır. %0.2 oranında formülasyona eklenen HPMC ve yulaf lifinin etkileri araştırılmıştır. 40°C'de 35 dk (Rh%100) fermente edililip 200 °C'de 10 dk pişirilmiştir.

Nunes vd. (2011), tarafından yapılan çalışmada; %50 pirinç unu, %50 patates nişastası, %10 süt tozu, %6 margarin, %5 şeker, %4 maya, %2 tuz, %0.3 ksantan gam, %0.3 HPMC ve %85 su kullanılarak oluşturulan glutensiz ekmek hamuru 30 °C'de %85 nem de 15 dakika fermente edililip 230 °C'de 25 dk pişirilmiştir.

Aoki vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz un formülasyonunda 480 g pirinç unu, 120 g topkoya nişastası, 12 g HPMC, 48 g şeker, 24 g yağsız süt tozu, 12 g tuz, 42 g şortening, 24 g maya, 630ml su kullanarak oluşturulan hamur 27 °C'de %80 nemde 60 dk fermente edilip 200 °C'de 20 dk da pişirilmiştir.

Axel vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; kinoa ve karabuğday unu kullanılarak ekşi mayalı glutensiz ekmek formülasyonu oluşturulmuştur. 35°C'de % 85 nemde 30 dk fermente edilerek 190 °C'de 45 dk pişirilmiştir.

Blanko vd. (2011), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmekler için pirinç unu kullanılmıştır. Un bazında %110 su, %6 yağ, %5 şeker, %2 tuz, %2 HPMC, %3 maya ileve edilerek formülasyon oluşturulmuştur. Örnekler 30 °C'de 45 dk fermente edilip 20 °C'de 50 dakika pişirilmiştir.

Buresova vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; amarant, karabuğday, nohut, mısır, darı, kinoa ve pirinç unlarından her biri 300 g olarak eklenip %1.5 tuz, %1.86 şeker, %0.005 askorbik asit, %1.8 maya ilave edilerek formülasyon oluşturulmuştur. Hamur 30 °C'de %85 bağıl nemde 20 dakika bekletilip, 180±5 °C'de 20 dakika pişirilmiştir.

Korus vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek formülasyonu için 480 g mısır nişastası, 120 g patates nişastası, 10 g guar gam, 10 g pektin, 30 g maya, 12 g şeker, 11 g tuz, 18 g yağ ve 570 g su kullanılarak bir formülasyon oluşturulmuştur. Elde edilen hamur 20 dk fermantasyondan sonra 230 °C'de 30 dakika pişirilmiştir.

Cappa vd. (2013), tarafından yapılan çalışmada; mısır nişastası, pirinç nişastası, pirinç unu ve proteininden oluşan un karışımına %7.2 margarin, %4.5 şeker, %3.3

yaş maya, %3.3 HPMC, %1.8 tuz ile oluşturdukları glutensiz ekmekleri 30 °C'de %80 bağıl nemde 35 dakika bekletip, 230 °C'de 30 dakika pişirmişlerdir.

Wronkowska vd. (2013), tarafından yapılan çalışmada; 80 g mısır nişastası, 2 g patates nişastası, 1.5 g tuz, 5 g pektin, 6 g şeker, 10 g maya, 3 g sıvı yağ ilavesi ile glutensiz ekmek formülasyonu oluşturulmuştur.

Lazaridou vd. (2007), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek formülasyonunda pirinç unu, mısır nişastası, yaş maya, yağ, tuz, şeker ve ksantan gam, CMC, pektin, agaroz ve beta-glukan gibi hidrokolloidler kullanılmıştır. Elde edilen hamur 25-30 °C'de 20 dk fermantasyondan sonra 215 °C'de 20-25 dk pişirilmiştir.

Buresova vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerin formülasyonunda 70 g pirinç unu ile 30 g glutensiz un; 50 g pirinç unu ile 50 g glutensiz un ve 30 g pirinç unu ile 70 g glutensiz un olarak formülasyonlar oluşturulmuştur. Glutensiz un olarak amarant, karabuğday, nohut unu, mısır, darı ve kinoa unları ayrı ayrı kullanılmıştır. Oluşturulan hamur 30 °C'de %85 nemde 20 dk fermantasyondan sonra 180±5 °C'de 20 dk pişirilmiştir.

Turkut vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek formülasyonu olarak %25 pirinç unu, %25 patates nişastası ve 5 farklı oran olacak şekilde karabuğday ve kinoa unları kullanılmıştır. Elde edilen hamur 35 °C'de %85 nemde 30 dk fermantasyondan sonra 200 °C'de %50 nemde 50 dk pişirilmiştir.

Sciarini vd. (2012), tarafından yapılan çalışmada; %40 pirinç unu, %40 mısır unu, %20 soya unu, %3 maya, %2 şortening, %2 tuz, %150 su ilave edilerek oluşturulan hamur 30 °C'de %85 nemde 60 dk fermantasyondan sonra 200 °C'de 40 dk pişirilmiştir.

Mancebo vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz karışım için 100 g pirinç unu, 90-100 ve 110 ml üç farklı oranda su, 3 g maya, 1.8 g tuz, 10 g yağ, 5 g şeker, 2-3 ve 4 g üç farklı oranda HPMC, 0-2 g ve 4 g üç farklı oranda psilyum

kullanılmıştır. Oluşturulan hamur karışımı 30 °C'de %80 nemde 60 dk fermantasyondan sonra 190 °C'de 40 dk pişirilmiştir.

Mariotti vd. (2013), tarafından yapılan çalışmada; ticari glutensiz un karışımına karabuğday ve HPMC ilave edilerek oluşturulan hamur 30 °C'de %80 nemde 35dk fermantasyondan sonra 200 °C'de 30 dk pişirilmiştir.

Sandri vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada glutensiz ekmek formülasyonu için %25 yumurta, %10.5 süt tozu, %6 şeker, %6 soya yağı, %2 tuz, %0.8 instant maya, %0.3 ksantan gam, %0.3 CMS, %100 su optimizasyonda belirlenen oranlarda da pirinç unu, patates nişastası ve çia unu %100 olacak oranlarda eklenerek 45 dk 40°C'de %85 nemde fermantasyondan sonra 160 °C'de 22 dk pişirilmiştir.

Mohammadi vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek formülasyonu için 200 g pirinç unu, 150 g mısır nişastası, 50 g soya unu, 24 g sodyum kazeinat, 20 g yağ, 20 g şeker, 10 g inülin, 7 g tuz, 7 g kuru instant maya farinografda belirlenen su ile hazırlanmıştır. Hamur 30°C'de %85 nemde 30 dk fermantasyondan sonra 230 °C'de 30 dk pişirilmiştir.

Mezaize vd. (2009), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek formülasyonu için %50 pirinç unu, %15 mısır unu, %30.6 mısır nişastası, %4.4 patates nişastası kullanılmıştır. Hamur 40°C'de %95 nemde 50 dk fermantasyondan sonra 200 °C'de 40 dk pişirilmiştir.

Naji-Tabasi ve Mohebbi (2015), tarafından yapılan çalışmada; ekmek formülasyonu için %100 pirinç unu, mısır unu ve mısır nişastası, %4 maya, %0.5 DATEM, %9 süt tozu, %6 yumurta beyazı tozu, %4 sıvı yağ, %1 tuz, %5 şeker, %1 gam kullanılmıştır. Hamur 40°C'de 45 dk fermantasyondan sonra 120°C'de 20 dk pişirilmiştir.

2.8. Optimizasyon

Optimizasyon bir şeyden maksimum fayda elde etmek için bir ürün, proses ya da sistemin performansını iyileştirmeyi ifade eder. Optimizasyon terimi en iyi cevabı üreten prosedürün uygulanacağı koşulların bulunması için yaygın olarak

kullanılmaktadır (Araujo vd., 1996). Yanıt yüzey yöntemi bağımsız proses parametreleri ile çıktı verileri arasındaki ilişkiyi belirleyen bir prosedür (Gaitonde vd., 2009) ve mühendislik problemlerinin analizi ve modellenmesi için kullanışlı, süreçlerin geliştirilmesi, iyileştirilmesi ve optimizasyonu için kullanılan istatistiksel ve matematiksel metotların toplamıdır (Ravikumar vd., 2007; Ferreira vd., 2007; Mudgil vd., 2017).

Kullanımı maliyetin düşürülmesini, hızlı ve verimli süreç gelişimini sağlar. Temel ilke ürün özelliklerini girdi parametreleri ile ürün özellikleri arasındaki ilişkiyi tanımlayan regresyon (R^2) denklemleriyle ilişkilendirmektir (Mudgil vd., 2017).

Optimizasyon için en iyi alternatif şuan da yaygın olarak kullanılan yanıt yüzey metodudur. Bu metod Box ve Wilson tarafından tanımlanan bağımsız değişkenlerin etkilerini değerlendirmeye olanak sağlayan istatistiksel bir araçtır (Bas ve Boyacı 2007).

Yanıt yüzey yöntemi uygulanmasında deneysel dizaynların seçilmesi gerekmektedir. Bu amaçla belirlenen “Central Composite, Box Behnken ve Doehlert Dizayn” gibi bazı deneysel tasarımlar bulunmaktadır. Bu deneysel tasarımlar çeşitli proseslerin optimizasyonu için kullanılmaktadır. Box Behnken daha verimli matrisler tasarlar ve son yıllarda yayınlanan eser sayıları artmıştır (Bezerra vd., 2008).

Box-Behnken tasarımı, yanıt yüzey yönteminin deneysel tasarımlarından biridir ve deney noktaları, merkez noktadan eşit uzaklıkta yer alan, üç seviyeli faktöriyel tasarımlara dayanmaktadır. Box-Behnken dizaynın önemi aşırı koşullar altında yapılan deneylerden kaçınmasıdır ve tüm faktörlerin aynı anda en yüksek ve en düşük noktalarda oldukları kombinasyonları içermemesidir (Ferreira vd., 2007). Bu yöntem çeşitli faktörlerin örnek tepkisi üzerindeki etkisini eşzamanlı olarak incelemek, doğrusal ve kuadratik etkileri ve bu faktörler arasındaki etkileşimleri hesaplamak için en iyi deneysel strateji olarak bilinmektedir (Salinas vd., 2012).

Optimizasyon ile ürün özellikleri için tahmin edilen özelliklerin göreceli katkısı değerlendirilir ve optimum madde seviyelerinin belirlenmesine izin verilir (Crowley vd., 2002). Yanıt yüzey metodu gerekli deneme sayısını azaltarak zaman açısından

verimli ve kullanışlıdır. Bu metot süreci geliştirmek, iyileştirmek ve optimize etmek için kullanılan istatistiksel ve matematiksel tekniklerin paketi olarak birden fazla faktörün etkilerini, bir yada daha fazla yanıt-tepki değişkeni üzerindeki etkileşimleri değerlendirmek için etkili şekilde kullanılabilir (Myers vd., 2009).

Bu yöntem çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Mccarthy vd., 2005; Myers vd., 2009; Povilaitis ve Venskutonis, 2015; Yüksel ve Kayacıer, 2016; Vasiee vd., 2016).

Yanıt yüzey metodu tahıl ürünlerinin optimizasyonunda ve geliştirilmesinde uygulanan istatistiksel bir tekniktir (Toufeili vd., 1994).

Box Behnken dizaynda deneme sayısı $N = 2k(k - 1) + C_0$ şeklinde tanımlanır. N, deneme sayısı; k bağımlı değişkenlerin sayısı; C_0 mekezi nokta sayısıdır (Ferreira vd., 2007).

Ferreira vd. (2007), tarafından yapılan çalışma sonucunda; Box-Behnken, yanıt yüzey yöntemi için kuadratik modelin parametrelerinin tahminine, modelin uygunsuzluğunun tespit edilmesine ve blokların kullanımına izin verdiği için iyi bir tasarım olduğu, Box-Behnken tasarımı ve diğer yanıt yüzey tasarımları arasındaki karşılaştırma sonucunda da, Box-Behnken dizaynın daha etkin olduğu belirlenmiştir.

Bourekoua vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; pirinç unu ve mısır unlarının hidrotermal uygulamalarının glutensiz fırın geliştiricisi olarak özellikleri incelenmiştir. Optimizasyon için su hidrotasyon seviyesi ve pirinç ile mısır unlarının hidrotermal seviyesini içeren iki merkezi kompozit tasarım kullanılmıştır. Bu faktörlerin etkisinin değerlendirilmesi için ekmeklerin hacim, nem, tekstür ve en, boy oranlarının analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda optimum formülasyon 7.59 g işlenmiş pirinç %96.66 su ve 4.73 işlenmiş mısır %78.81 su olarak belirlenmiştir.

Mccarthy vd. (2005), tarafından yapılan çalışmada; yanıt yüzey metodunu glutensiz ekmek formülasyonunda HPMC ve su miktarının eş zamanlı etkilerini belirlenmek için kullanılmıştır. İlk pişirme testinden sonra bu değişkenler için alt ve üst limitleri belirlemişlerdir. Central kompozit dizayn kullanılarak 13 kombinasyonlu deneme

deseni oluşturmuşlardır. %2.2 HPMC ve %79 su seviyesi ile oluşturulan formülasyon ekmek kalitesinde daha olumlu olduğu belirlenmiştir.

Povilaitis ve Venskutonis (2015), tarafından yapılan çavdar kepeğinin ekstraksiyon özelliklerinin değerlendirilmesi ve optimizasyonu çalışmasında; yanıt yüzey metodunda central kompozit dizaynı kullanılmıştır. Ekstraksiyon basıncı, sıcaklığı ve süresi değişken olarak belirlenmiş ve bu değişkenlerin minimum ve maksimum seviyeleri literatür verilerine dayanılarak seçilmiştir.

Vasiee vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; yanıt yüzey yöntemi ile hücre dışı lipaz üretim optimizasyonu çalışılmıştır. Çalışmada bu yöntemin *Bacillus Cereus* ile enzim üretimini optimize etmek için etkili bir teknik olarak başarıyla kullanıldığı raporlanmıştır.

Zettel ve Hitzmann (2017), tarafından yapılan çalışmada; ekmek üretimi için fırınlama işlemi sırasında kızılötesi radyasyonu arttıran bir seramik kaplama kullanılarak pişirme işlemi hızlandırılmış ve üretim parametreleri, fermantasyon süresi ve pişirme sıcaklığı optimize edilmiştir. Çalışmada kalite kriterleri olarak spesifik hacim, pişme kaybı, renk, ekmek içi sertlik ve elastikiyet olarak belirlenmiştir. Optimizasyonda yanıt yüzey yöntemine alternatif olarak Nelder- Mead simpleks yöntemi kullanılmış ve 11 deneme yapılmıştır. Çalışma sonucunda en uygun fermantasyon süresi 117 dakika, pişirme sıcaklık ve süresi ise 215°C'de 16 dakika olarak raporlanmıştır.

Astray vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; şeker pancarı posasından oligosakkarit karışımlarının optimizasyonu için yanıt yüzey yöntemi ve yapay sinir ağları kullanan gelişmiş modeller arasında karşılaştırma yapılmıştır. Çalışma sonucunda yanıt yüzey yönteminin, polisakkaritlerin monosakkaritlere dönüşümünü öngörmek için daha iyi bir doğruluk sunduğu raporlanmıştır.

Yüksel ve Kayacıer (2016), tarafından yapılan çalışmada; kızarmış buğday cipsinde bayat ekmek kullanımı ile cipslerin farklı özelliklerinin belirlenmesi için yanıt yüzey yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada işlem değişkenlerinin modellenmesi için (bayat ekmek, kızartma sıcaklığı, ve kızartma süresi) Box Behnken deneysel tasarımı seçilmiştir.

Kurek vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; ekmek formülasyonunda beta glukan ve su içeriği miktarları yanıt yüzey yöntemi kullanılarak avami modeline göre optimize edilmiştir. Çalışma sonucunda %1.24 beta glukan ve %63.48 su içeriği kullanımının ekmekler üzerinde en iyi etkiyi yaptığı belirlenmiştir.

Yüksel vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; bayat ekmek tozundan mısır cipsleri üretilmek için yanıt yüzey yöntemi kullanılarak bayat ekmek seviyesinin (% 0-50), kızartma süresinin (40-60 s) ve kızartma sıcaklığının (170-190 °C) mısır cipsin bazı fizikokimyasal, dokusal ve duyusal özellikleri üzerine eşzamanlı etkilerini incelemek için optimizasyon yapmışlardır.

Salinas ve Puppo (2015), tarafından yapılan çalışmada; ekmek formülasyonunda kalsiyum ve inülinin miktarının optimizasyonu çalışılmıştır. Fermantasyon süresince zaman ve hamur hacmi analiz edilmiştir. Çalışmada iki faktörlü central kompozit dizayn kullanılmıştır. Bağımlı değişkenler nem, spesifik hacim, kohezif yapışkanlık ve çignenebilirlik olarak belirlenmiştir. Kalsiyum seviyesi 1.08- 2.52 g/kg; inülin seviyesi 0-13g/ 100 g arasında analiz edilmiştir. Modelin yeterliliği varyans analizi ve R² değerleri ile kontrol edilmiştir. Çalışma sonucunda optimum miktarlar 2.196 g/kg Ca ve 9.635 g/100g inülin olarak belirlenmiştir.

Castro vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; kabuk renginin kabul edilebilirliği için optimizasyon çalışması yapılmıştır. Optimizasyon için Box- Behnken deney tasarımı kullanılarak, bağımlı değişkenler renk değerlerinden L, a ve b değerleri; bağımsız değişkenler ise şeker- un ilişkisi, pişirme sıcaklığı ve pişirme süresi olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda optimum değerler pişirme sıcaklığı için 170 °C, şeker unu oranı %1.1, pişirme süresi 17.5 dakika olarak raporlanmıştır.

Villarino vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; ekmek kalitesini koruyarak ekmek formülasyonunda bakla ununu maksimum kullanmak için ekmek formülasyonu optimize edilmiştir. Optimizasyon için yanıt yüzey yönteminde central kompozit dizayn kullanılmıştır. Bağımsız değişkenler bakla unu miktarı, hacimce ağırlıklı ortalama partikül boyutu, karıştırma süresi ve pişirme süresi; bağımlı değişkenler ise ekmek içi spesifik hacim (maksimum), sertlik (minumum) ve genel kabul edilebilirlik değerleri olarak seçilmiştir. Çalışma sonucunda optimum değerler,

bakla unu miktarı için %26.8, partikül boyutu için 687 nm, karıştırma süresi için 4 dk, pişirme süresi içinde 10 dk olarak raporlanmıştır.

Ekmek formülasyonlarının optimizasyonu, bu işlem için etkili bir araç olan yanıt yüzey yöntemi kullanılarak yapılabilir (Mccarthy vd., 2005; Kittisuban vd., 2014; Kurek vd., 2017).

Hager ve Arendt (2013), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek üretiminde su, HPMC ve ksantan gam optimize edilmiştir. Bağımlı değişkenler olarak hacim, sertlik, hücre alanı ve çeper kalınlığı seçilmiştir. Bağımsız değişkenlerin alt ve üst sınırları ön deneme yanılma testlerine dayalı olarak seçilmiştir. Çalışma sonucunda HPMC ve ksantan gamın ekmek özelliklerini geliştirme potansiyelinin olduğu fakat ekmek kalitesini bozabileceği bildirilmiştir. Teff unu ile yapılan ekmeklerde %2 HPMC ve %0.04 ksantan gam, karabuğday ekmeği için HPMC ilavesi olmadan %0.14 ksantan gam, mısır ekmeği içinse ksantan gam olmadan %1.77 HPMC kullanımını önermişlerdir.

Kittisuban vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz pirinç ekmeğinin özellikleri üzerine protein, beta glukan ve HPMC'nin optimizasyonu yapılmıştır. Çalışmada Box Behnken dizayn kullanılmıştır. Maksimum ve minimum seviyeleri ön denemeler ile belirlendikten sonra 15 kombinasyonlu deneme tasarımı oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda pirinç nişastası bazında 4.35 g/100 g HPMC, 1 g/100 g beta-glukan, ve 0.37 g/100 g protein miktarları en iyi ekmek özelliklerini oluşturan seviyeler olarak belirlenmiştir. Optimize ekmeğin değerleri ile deneysel buğday ekmeği verileri karşılaştırıldığında veriler arasında iyi bir uyum gözlediklerini belirtmişlerdir. Ayrıca optimize edilmiş pirinç nişastası ekmeğinin duyu analizi sonucuna göre kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir.

Mudgil vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; ekmek formülasyonuna eklenecek guar gam ve su seviyelerinin optimizasyonu için yanıt yüzey yöntemi ve central composite dizayn kullanılmıştır. Bağımlı değişkenlerin maksimum ve minimum seviyeleri belirlenmiştir. Gam seviyesi %1-5, su seviyesi %55-65 aralığında olmak üzere alt ve üst limitler belirlenerek 13 kombinasyonlu deneme tasarımı

oluşturularak optimizasyon yapılmıştır. Çalışma sonucunda %1.59 guar gam ve %63.54 su kullanılan formülde en iyi sonuçların alındığı raporlanmıştır.

Mudgil vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada; bisküvilerde kısmen hidrolize edilmiş guar gam, su seviyesi ve pişirme süresinin optimizasyonu incelenmiştir. Bağımlı değişkenler yayılma faktörü, sertlik derecesi ve genel duyuşsal kabul edilebilirlik olarak seçilmiştir. Bağımlı değişkenlerin R^2 değerleri ise sırasıyla 0.9392, 0.9502 ve 0.7582 olarak belirlenmiştir. %2.21 oranında hidrolize edilmiş guar gam içeren örneklerin günlük diyet lif alımına katkıda bulunabileceği belirtilmiştir.

Almeida vd. (2013), tarafından yapılan çalışmada; yanıt yüzey yöntemi kısmi pişirilerek dondurulmuş ekmeklerin kaliteleri üzerine farklı diyet lif (buğday kepeği, keçiboynuzu gamı, dirençli nişasta) kaynakları eklemenin etkisi araştırılmak için kullanılmıştır. Çalışma deneyleri central kompozit dizayna göre gerçekleştirilmiştir. Diyet liflerin eklenmesinin kısmi pişirilerek dondurulmuş ekmeklerde kontrol ekmeklerine göre spesifik hacim, sertlik ve nem değerlerinde farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Sandri vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; çia unu ilaveli glutensiz ekmek formülasyonu geliştirmek için optimizasyonda simplex-cenroid dizayn kullanılmıştır. Çalışmada pişirme kaybı, spesifik hacim, nem, sıklık değerlendirilmiş ve glutensiz ekmek formülasyonunda %14'e kadar çia unu eklenmesinin (ekmek nemi, hacmi ve sertliğini etkilemeden) mümkün olabileceği belirlenmiştir. Formülasyona tam çia ununun %5-14 oranlarında eklenmesiyle örneklerin kül, yağ, protein ve diyet lif miktarlarını arttırdığı bildirilmiştir.

Skara vd. (2013), tarafından yapılan çalışmada; yanıt yüzey yöntemi kısmi pişirilerek dondurulmuş ekmeklerde inülin, pektin ve guar gamın karışım kompozisyonunu optimize etmek için kullanılmıştır. Ekmeklerde spesifik hacmin, şeklin, esnekliğin, kohesif yapışkanlık ve tadın maksimum olduğu, ekmek içi sertliğin ve çiğnenebilirliğin minimum olduğu durumlar kabul edilmiştir. Spesifik hacim ve ekmek içi sertliği için anlamlılık faktörü olarak 5, diğer nitelikler için 3 faktör değeri

verilmiştir. Çiğnenebilirlik, kohezif yapışkanlık ve sertlik için regrasyon katsayısı (R^2) %80 den yüksek olduğu için güvenilir olarak düşünülmüştür. Fakat esneklik, spesifik hacim, nem ve tat için bu değerin düşük olduğu ve modelin optimizasyon için kabul edilmez olduğu bildirilmiştir. Optimize karışımın %3 inülin, %0.9-1 pektin ve %0.3-0.4 guar gam içerdiği belirlenmiştir.

Mancebo vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; HPMC, psilyum ve farklı su seviyeleriyle glutensiz ekmeklerin optimizasyonu yapılmıştır. Optimizasyonda Box-Behnken dizayn kullanmışlardır. Optimizasyonu değerlendirmek için uyum eksikliği (Lack-of-fit) terimi, regrasyon katsayısı, değişim katsayısı ve model önemi kullanılmıştır. Su %90-110 aralığında, psilyum %0-4 aralığında, HPMC ise %2-4 seviyesinde kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan HPMC seviyeleri arasında özgül hacim ve sertlik açısından önemli bir fark bulunmamasına rağmen psilyum eklenmesi ekmeklerin özgül hacminin azalmasına ve sertliğinin artmasına sebep olduğu bildirilmiştir.

2.9. Kısmi Pişirilerek Dondurma Yöntemi

Fırın ürünlerinin dondurularak depolanması raf ömrün uzatılmasını sağlarken (Rouille vd., 2000), gıda özelliklerini bozulmadan korur (Bevilacqua ve Zaritzky, 1982).

Donma, gıdalardaki suyu aktif olmayan bir bileşime dönüştürür. Bu durum düşük sıcaklıklar ile birlikte gıda bozulmalarından sorumlu mikroorganizma gelişimini, enzimatik ve kimyasal reaksiyonları engeller. Dondurulmuş ekmek hamuru taze ekmek yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır (Giannou vd., 2003). Hamur fazla üretilip daha sonra fırınlanmak üzere yerel restaurantlara, marketlere gönderilir. Zaman, yer, ekipman ve parakende satış fiyatlarında tasarruf sağlar (Giannou ve Tzia, 2007). Dondurulmuş hamur kullanılarak üretilen ekmeklerin daha kısa sürede elde edilebilmesi, taze ekmeğe çok yakın görünüş ve tada sahip olması, üretimi için özel yer ve ekipmana gerek duyulmaması günümüz fırıncılık endüstrisinde taze haldeki pişirilmiş ürünlere kolaylıkla dönüşebilmesi (Asghar vd., 2005) ve uygun fiyatta olması (Giannou vd., 2003), gibi pozitif özellikleri sebebiyle dondurulmuş hamur tekniği kullanımı yaygınlaşmıştır (Minervini vd., 2011).

Bu teknik ile ürünler kısa sürede tüketime hazır hale gelmekte, işçilik masrafları azalmakta ve üretim maliyeti daha düşük olmaktadır (Asghar vd., 2005). Uzun süredir gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için kullanılan geleneksel yöntemler arasında dondurulmuş depolama benzersiz bir yöntemdir. Dondurularak depolama çok çeşitli gıda ürünlerinde taze olana benzer özelliğe sahip ürün elde etmeyi sağlar (Barcenas vd., 2004; Barcenas ve Rosell, 2006).

Dondurulmuş ürünler üretim, nakliye ve depolama sırasında donmuş zinciri sıkı bir şekilde muhafaza etmeyi gerektirir. Bu işlem pahalı bir işlemdir fakat ekmeğin bayatlamasından dolayı oluşan ekonomik kayıpların azaltılmasıyla elde edilen tasarruf nedeni ile dondurma maliyeti uygun görülmektedir (Barcenas ve Rosell, 2006).

Dondurulmuş hamur üretiminde, avantajlarına rağmen dondurulmuş hamurlardan elde edilen ürünlerin kalitesi taze olarak pişirilen ekmeklere kıyasla daha zayıf olmakta ve ekmek hacmi gibi özellikleri azalmakta (Bushuk vd., 1992), donma işlemi ile oluşan büyük buz kristalleri ve depolama sırasında oluşan buz kristallerinin sayısı, boyutu ve şeklindeki değişiklikler gıdanın yapısına zarar vermektedir (Bevilacqua ve Zaritzky, 1982). Dondurulmuş hamur üretiminde hamurda CO₂ tutumu azalmakta, fermantasyon süresi uzamakta, maya aktivitesi azalarak ekmek hacmi düşmektedir (Selomulyo ve Zhou, 2007). Çözündürme gibi ek işleme gerek duyulması, ekmek hacminde azalma, parçalanmış ekmek içi yapısından kaynaklı doku eksikliği, kabuğun parçalanması gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır (Rosell, 2010).

Bununla beraber hamur sıfırın altı sıcaklıklara maruz kaldığında yapıdaki serbest su sızar ve buz kristalleri oluşur. Oluşan bu kristaller depolama boyunca gluten ağına ve nişastaya zarar verir (Naito vd., 2004; Meziani vd., 2012). Bu buz kristalleri mayayı da olumsuz etkileyebilir ve canlılığın azalmasına neden olabilir (Naito vd., 2004).

Dondurulmuş hamur teknolojisinin bu dezavantajlarından dolayı ekmek üretiminde kısmi pişirilerek dondurma teknolojisi üzerine yoğunlaşmıştır (Baik ve Chinachoti, 2000).

Kısmi pişirilerek dondurma teknolojisi, ara dondurma basamağı olan iki aşamalı pişirme işlemi içeren ekmek üretim metodudur. İlk aşamada kısmi pişirilen ekmekler, oda sıcaklığına kadar soğutulup paketlenerek hızlı bir şekilde dondurulur ve satış noktasında yeniden pişirilene kadar dondurulmuş olarak depolanır. Satış alanında basit bir ikinci pişirme aşaması ile taze pişirilmiş ekmek temini sağladığı için kısmi pişirilmiş ekmekler büyük bir pazar potansiyeline sahiptir (Vulicevic vd., 2004). Dondurma işleminden önce kısmi pişirmenin amacı kabuk rengi oluşmadan önce glutenin koagülasyonunu ve jelatinizasyonunu sağlamaktır (Mandala vd., 2009).

Kısmi pişirilerek dondurulmuş ekmekler tüketilmeden önce, dondurucudan çıkarıp fırına yerleştirme gibi kısa hazırlanma süreciyle konveksiyonel ekmeğe göre çok avantajlıdır (Nutrinews, 2011).

Kısmi pişirme prosesi hem mikrobiyolojik hem de teknolojik olarak ürünlerin raf ömrünü uzatan bir yöntemdir. İki aşamada gerçekleşen pişirme aşamalarından birinci aşamada, ekmek içinin yapısı gelişir ve ekmek kabuk oluşumu olmadan pişirilir, ikinci pişirme aşamasında gevrek kabuk oluşumu sağlanır (Almeida vd., 2016).

Certel vd. (2009)'in yaptıkları çalışmada, kısmi pişirilip dondurulmuş hamurdan üretilen ve donmuş hamurdan üretilen ekmekler kıyaslanmış ve en önemli kalite kriteri olarak seçtikleri sertlik değerinin donmuş hamurlarda ilk günden; kısmi pişirilip dondurularak üretilen hamurlardan elde edilen ekmeklerde ise 10. günden itibaren kontrol ekmeklerinden farklı olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada, sertliğin yanısıra yapılan diğer fiziksel, tekstürel ve duyu analizlerde, kısmi pişirilerek dondurulmuş hamurlardan üretilen ekmeklere ait özelliklerin taze ekmeğin özelliklerine daha yakın olduğunu; hamurların dondurucuda muhafaza edildikten sonra pişirilmesi ile elde edilen ürünlerin yapısında meydana gelen olumsuz değişimlerin kısmi pişirme uygulanmış ürünlere göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada üretim sürecini kısaltarak, taze ekmeği en iyi temsil edebilecek ürünü üretmek için hamurları dondurmadan önce kısmen pişirmenin daha uygun olacağını bildirmişlerdir.

Barcenas ve Rosell (2006), tarafından yapılan çalışmada; kısmi pişirilmiş dondurulmuş ekmeğin depolama süresinin artışı ile ekmeğin içi sertliğinin arttığı ve nem içeriğinin azalmasıyla ekmeğin kalitesinin azaldığı belirtilmiştir.

Hejrani vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; İrana özgü “barbari” ekmeği kısmi pişirilerek dondurma yöntemiyle üretilmiştir. Yapılan çalışmada kısmi pişirme ile ekmeğin neminin ve örneklerin spesifik hacminin önemli oranda azaldığı belirtilmiştir. Duyusal değerlendirmede toplam kabul edilebilirlik, aroma, tat ve tekstür puanları taze ekmeğe göre kısmi pişirilerek dondurulmuş ekmeğin düşük puanlar aldığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada ekmeğin formülasyonuna %0.4 ksantan gam, %0.4 guar gam, %0.07 alfa amilaz ve %0.005 lipaz enzimi ilavesiyle spesifik hacmin en fazla olduğu ve kısmi pişirilerek dondurulmuş ekmeğin ile taze ekmeğin arasında spesifik hacmin en az bu formülasyonda olduğu belirtilmiştir.

Sciarini vd. (2012), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeğin üzerinde karboksimetilselüloz ve ksantan gam ilavesiyle kısmi pişirme prosesi değerlendirilmiştir. Kısmi pişirilen ekmeğin 4°C’de 7 gün depolanmış ve 15 dk daha pişirilerek 1. ve 3. günlerde analiz edilmiştir. Ekmeğin sertliklerinin depolama boyunca arttığı belirtilmiştir. Ksantan gam ekmeğin sertliğini istatistiksel olarak değiştirmezken CMC ilavesi sertliğin azalmasına sebep olmuştur.

Frauenlob vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada üretilen ekmeğin -18 °C’de 0, 1, 3, 7, 14, 21, 28 ve 168 gün olarak depolanmıştır. Çalışma sonucunda donmuş depolama süresinin somun hacmini ve sertliğini önemli oranda etkilediği belirtilmiştir. Dondurulmuş depolamaya en uygun unların uzamaya karşı yüksek direnç gösteren güçlü gluten ağlarına sahip unların olduğu bildirilmiştir.

Park vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada, dondurulmuş hamurların ekmeğin kalitesinin değerlendirilmesi için farklı seviyelerde (%3-%9) fruko oligosakkarit ve izomalto oligosakkarit eklenen örneklerin ekmeğin içlerinin daha koyu renk almasına rağmen dondurulmuş hamurdan yapılan ekmeğin kalitesinin artırılmasında etkili olduğu belirlenmiştir.

Vulicevic vd. (2004), tarafından yapılan çalışmada; kabul edilebilir kısmi pişirilmiş dondurulmuş depolama süresinin sertlik bazında 8 hafta olduğunu ve kısmen pişirilmiş ekmeklerin -7 °C ile +4 °C arasındaki sıcaklıklara iki kez maruz kaldıklarında, sertliğin arttığı bildirilmiştir.

Debonne vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada kısmi pişirmenin ekmek kalitesi üzerinde süre, sıcaklık, buhar miktarı ve depolama sıcaklığı etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda ekmek kalitesi üzerine sıcaklığın önemli etki gösterdiği fakat pişirme süresinin, buhar miktarının ve depolama sıcaklığının etkisinin olmadığı bildirilmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada kullanılan materyalin ve bazı ekipmanların ayrıntılı özellikleri aşağıda verilmiştir.

Buğday unu: Katkısız ekmeklik buğday unu kullanılmıştır. Katkısız ekmeklik buğday unu Hediye Un Sanayi A.Ş'den (Isparta), temin edilmiştir. Yeni öğütülmüş olan un yaklaşık 25°C'de 3 hafta süreyle depoda bekletilerek olgunlaştırılmıştır.

Kinoa unu: Dimyat marka olarak Bora Tarım Ürünleri Gıda San. ve Tic Ltd. Şti'den temin edilmiştir.

Patates nişastası ve mısır nişastası: Tat İnşaat Sanayi ve Ticaret A.Ş'den (İzmir) temin edilmiştir.

Nohut unu, mısır unu ve pirinç unu: Hüsnü Özmen Gıda Sanayi A.Ş'den (İzmir) temin edilmiştir.

Ksantan ve guar gam: Ksantan gam Selim esans deposu kimyevi maddeler ithalat ve toptan dahili ticaret Ltd.Şti'den (İzmir) temin edilmiştir.

Laktozsuz süt: Isparta'da bulunan yerel marketlerden temin edilen İçim marka laktozsuz süt (Ak Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş) kullanılmıştır.

Ayçiçek yağı: Ispartada bulunan yerel marketlerden temin edilen Orkide marka ayçiçek yağı (Küçükbay A.Ş.) kullanılmıştır.

Maya: Mauri marka TS 3522 (TSE, 2015) pres yaş maya standardına uygun olan pres yaş maya kullanılmıştır.

Tuz: TS 933 (TSE, 2003) yemeklik tuz standartlarına uygun kristal tuz kullanılmıştır.

Su: Süleyman Demirel Üniversitesi kampüsü içme suyu kullanılmıştır.

Yoğurucu: Laboratuvar tipi spiral hamur yoğurma makinesi (Günsa, İzmir) kullanılmıştır.

Fırın: Ekmek pişirme işlemi taş tabanlı, elektrikli, borulu katlı fırında (Enkomak, Antalya) gerçekleştirilmiştir.

Pişirme tavaları: AACC Metod 10-10.03'e uygun ısıya dayanıklı, iç yüzeyi teflon kaplı, üst uzunluğu 14.3 cm, üst genişliği 7.9 cm, alt uzunluğu 12.9 cm, alt genişliği 6.4 cm ve derinliği 5.7 cm ebatlarında galvaniz saçtan özel olarak yaptırılan pişirme tavaları kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Ekmeklik buğday ununda, kinoada ve formülasyon için kullanılan bileşenlerde yapılan kimyasal analizler

Ekmeklik buğday ununda; nem (AACC Method 44-01.01), kül (AACC Method 08-01.01), ham protein (AACC Metod 46-30.01), yağ ve kuru gluten miktarı (AACC Metod 38-12.02), Zeleny sedimantasyon testi (AACC Metod 56-60.01), gecikmeli Zeleny sedimantasyon testi (AACC Method 56-60.01), amilaz aktivitesi - düşme sayısı (AACC Method 56-81.03) analizleri yapılmıştır.

Kinoada, nem (AACC Method 44-01.01), kül (AACC Method 08-01.01), ham protein (AACC Metod 46-30.01), yağ (AOAC, 1990), toplam diyet lif (AACC Metod 37-07.01) ve mineral madde (EPA 6010) analizleri yapılmıştır.

Patates nişastası, nohut unu, mısır unu, pirinç unu, mısır nişastasında, nem (AACC Method 44-01.01), kül (AACC Method 08-01.01), ham protein (AACC Metod 46-30.01) ve yağ (AOAC, 1990) analizleri yapılmıştır.

Analizler ile ilgili bilgiler aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

3.2.1.1. Nem miktarı tayini

Üründeki nem miktarı depolama sırasında önem arz eder. Nem miktarı yüksek unlar depoda kısa sürede böcek ve küf oluşturur. Unda nem miktarı tespitinde unlar normal atmosfer basıncında 130-133°C'de etüvde (Wiseven, Won-105, Kore) sabit tartıma gelinceye kadar yaklaşık 2 saat kurutulup su kaybı belirlenerek % nem miktarı hesaplanmıştır (AACC Method 44-01.01).

3.2.1.2. Kül miktarı tayini

Kül içeriği ile un randımanı arasında yakın bir ilişki vardır. Unların kül içeriklerinden yararlanarak randımanları "Mohs" kül cetvelinden bulunur. Kül miktarının tayini yakma sonucu kalan toplam mineral miktarının tayini esasına

dayanmaktadır (AACC Method 08-01. 01). Buğdaylarda kül miktarı ekmekçilik değeri ile ilgilidir ve un randımanı hakkında bilgi verir. Kül miktarı çeşit, yetiştirme şartları, iklim ve toprak özellikleri tarafından etkilenir. Un ve nişasta örnekleri 2-3 g kadar tartılarak porselen krozelere konulmuştur. Örneklere 2-3 ml etil alkol ile ön yakma işlemi, bu işlemin ardından kül fırında (Nüve, MF10, Ankara) 900°C’de yaklaşık 4 saat siyah leke kalmayınca kadar 2. yakma işlemi uygulanmıştır. Desikatörde soğutulduktan sonra krozede kalan kül miktarının tartılmasından sonra çıkan sonuçlar % kül miktarı olarak hesaplanmıştır.

3.2.1.3. Ham protein miktarı tayini

Protein miktarının belirlenmesi kjeldahl metoduna göre AACC Metod 46–30.01 (AACC, 2000)’a uygun olarak yapılmıştır. Bu metoda dayanarak örneklerden birer gram tartılmış ve sülfirik asitle yakılarak içindeki azotun amonyum sülfat (NH₄)₂SO₄ halinde tespiti sağlanmıştır. Meydana gelen amonyum sülfat sodyum hidroksitle (NaOH) muamele edilerek destilasyonunun yapılması sağlanmış ve titrasyonla büretten okunan değerler kaydedilmiş, gerekli hesaplamalar yapılarak protein miktarı belirlenmiştir (Elgün vd., 2002).

3.2.1.4. Yağ miktarı tayini

Yöntemin prensibi; örnek içindeki hegzanda çözünebilen maddeleri ekstrakte ederek almak, sonra hegzanı ayırarak ham yağ miktarını hesaplamaktır. Yağ miktarının tayini AOAC (1990)’a göre yapılmıştır.

3.2.1.5. Ekmeklik buğday ununda yaş gluten, kuru gluten ve gluten indeks değerlerinin belirlenmesi

Yaş ve kuru gluten elde yıkama metodu ile 38-10.01’e uygun olarak, gluten yıkama cihazı (Ekin Gıda, Ankara), glutork ve gluten indeks cihazları (Ekin Gıda, Ankara) ile AACC Metod 38-12.02’e uygun olarak yapılmıştır.

3.2.1.6. Zeleny sedimentasyon tayini

Sedimentasyon değerinin belirlenmesi sedimentasyon cihazı (Tekpa, Ankara) ile AACC Metod 56-60.01'e uygun olarak yapılmıştır.

3.2.1.7. Gecikmeli sedimentasyon tayini

Sedimentasyon değerinin belirlenmesi sedimentasyon cihazı (Tekpa, Ankara) ile AACC Metod No: 56-60.01'e uygun olarak yapılmıştır.

3.2.1.8. Düşme sayısı tayini

Düşme sayısı değerinin belirlenmesi düşme sayısı cihazı ile (Ekin Gıda, Ankara) AACC Method No: 56-81.03' e uygun olarak yapılmıştır.

3.2.1.9. Toplam diyet lif

Toplam diyet lif içeriklerinin belirlenmesi AACC Method No: 32-07.01' e uygun olarak yapılmıştır.

3.2.2. Ekmeklik buğday ununda yapılan farinograf analizi

Ekmeklik buğday ununda farinografik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Brabender farinograf aleti (S300N,Germany) kullanılarak farinograf testi (AACC Method 54-21.01) uygulanmıştır ve unun su absorpsiyon değeri (%), hamurun gelişme (yoğurma) süresi (dk), hamur stabilite değeri (dk) ve yumuşama derecesi (BU) belirlenmiştir.

3.2.3. Ekmek yapımı

Çalışmada yapılan ekmek analizleri iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada glutensiz ekmek formülasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. İkinci aşama ise belirlenen formülasyona farklı oranlarda kinoa unu (%0, %5, %10, %20 ve %30)

ilavesiyle üretilen ekmeklerin analizleri yapılmıştır. İki aşama da da ekmek analizleri ortak olarak gerçekleştirilmiş ve ekmeklerde yapılan analizler başlığında (3.2.4) ekmeklerde yapılan analizler anlatılmıştır.

3.2.3.1. Glutensiz un formülasyonu için yanıt yüzey yöntemi ile oluşturulan deneme deseni

Glutensiz ekmek unu üretiminde formülasyon oluşturmada patates nişastası, nohut unu ve mısır ununun eş zamanlı etkilerini belirleyebilmek amacıyla yanıt yüzey yöntemi, yanıt yüzey yöntemi ile bu çalışmanın dizaynında ise Box Behnken metodu kullanılmıştır. Kontrol edilebilir faktörler (bağımsız değişkenler) patates nişastası, nohut unu ve mısır unu olarak belirlenmiştir. Yanıt yüzey yönteminde deneme deseni oluşturulmadan önce formülasyonda kullanılacak bağımsız değişkenlerin alt ve üst limit miktarları daha önce yapılan ekmek ön denemeleri ile; patates nişastası için %0-20, nohut unu için %5-30, mısır unu için %5-35 olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu değerler sisteme girilerek yanıt yüzey yöntemi ile glutensiz un formülasyonunun oluşturulması amacıyla “Box Behnken” metoduna göre glutensiz ekmeklerin formülasyon deneme deseni oluşturulmuştur. Oluşturulan Box behnken tasarım matrisi Çizelge 3.1.’ de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 3.1. Glutensiz ekmek formülasyonu için yanıt yüzey yöntemi ile oluşturulan deneme deseni

Deneme	Patates Nişastası %	Nohut unu%	Mısır unu%
1	0	17.5	5
2	0	5.0	20
3	0	17.5	35
4	20	17.5	35
5	20	30	20
6	0	30	20
7	10	30	5
8	10	17.5	20
9	10	17.5	20
10	20	5	20
11	10	5	5
12	10	17.5	20
13	10	30	35
14	20	17.5	5
15	10	5	35

Glutensiz un formülasyonunun hazırlanması için optimum bileşenler Box-Behnken dizayn kullanılarak belirlenmiştir. Yüzey alanı farklı seviyelerde (-1, 0 and +1) üç kontrol edilebilir faktörün (patates nişastası, nohut unu ve mısır unu) incelenmesi ile optimize edilmiştir. Deneysel tasarım 12 faktörlü 3 merkezli 15 deneme deseninden oluşturulmuştur.

$$N = 2 k (k - 1) + c \quad (3.1)$$

$$N = 2 \times 3 \times (3 - 1) + 3 \quad (3.1.a)$$

Burada N deney sayısını, k bağımsız değişken sayısını, c orta noktası sayısını göstermektedir.

$$Y = b^{\circ} + b_1.X_1 + b_2.X_2 + b_3.X_3 + b_4.X_1^2 + b_5.X_2^2 + b_6.X_3^2 + b_7.X_1.X_2 + b_8.X_1.X_3 + b_9.X_2.X_3 \quad (3.2)$$

b° = Sabittir. b_1 , b_2 ve b_3 her değişkenin doğrusal etkilerini ifade eder. b_4 , b_5 ve b_6 kare katsayılarıdır. b_7 , b_8 ve b_9 değişkenler arasındaki etkileşimi göstermektedir.

X_1 , patates nişastasını; X_2 , nohut ununu, X_3 ise mısır ununu ifade etmektedir ve bunlar bağımsız değişkenlerdir.

Ekmekler AACC Metod (10-10.03) modifiye edilerek yapılmıştır. Deneme deseni oluşturulduktan sonra ön denemeler için ekmeğin üretiminde yanıt yüzey metoduna göre belirlenen oranlara ilaveten toplam formülasyon ağırlığı 1kg olacak şekilde %5 mısır nişastası ve kalan miktar pirinç unu ile tamamlanmıştır. Bu un (nohut unu, mısır unu, pirinç unu)- nişasta (mısır nişastası, patates nişastası) karışımlarına %1.5 tuz (TS 933: 2003 yemeklik tuz standardına uygun), %3 maya (Mauri marka - TS3522:2015 pres yaş maya standardına uygun), %0.5 ksantan gam, %0.1 guar gam (literatür verileri dikkate alınmıştır) ve ön denemelerle belirlenmiş miktarda (%50) içme suyu, %10 laktozsuz süt ve %5 sıvı yağ ilave edilerek ekmeğin hamurları üretilmiştir.

Ekmek yapımında laboratuvar tipi spiral hamur yoğurma makinesi (Gülsa, İzmir) kullanılmıştır. Ekmek pişirme işlemi borulu katlı fırında (Enkomak, Antalya) yapılmıştır. Yoğurucu içine ön denemeler ile belirlenen suyun bir kısmı ile yaş maya konulup mayanın çözünmesi sağlanmıştır. Üzerine un- nişasta-gam karışımı eklenip 5dk. yavaş devirde; sonra kalan su ile tuz çözdürülerek eklenip, yağ ve sütün de ilavesiyle 10 dk. hızlı devirde yoğurulmuştur. Oluşan hamur tartılarak 100g un esasına göre 10 eşit parçaya bölünmüştür. Pişirme tavasına uygun olacak şekilde elle şekil verilerek pişirme kalıbına alınmıştır. %75±1 nem ve 30±1 °C sıcaklıkta 60 dk. fermantasyonda bekletildikten sonra 220 °C fırında 30 dk pişirilmiştir (Fermantasyon ve pişirme parametreleri ön denemeler ile belirlenmiştir Çizelge 4.22., Çizelge 4.23., Çizelge 4.24.). Fırından çıktıktan sonra soğutulup, hacmi, ağırlığı, yüksekliği, dış renk değerleri, bazı duyuşsal ve tekstürel özellikleri belirlenmiştir.

3.2.3.2. Yanıt yüzey yönteminde modelin yeterliliğinin belirlenmesi

Yanıt yüzey yöntemi ile oluşturulan deneme tasarımına göre glutensiz ekmek üretimi için 15 adet denemede belirlenmiş olan formülasyonlar kullanılarak ekmek üretimi yapılmış ve ekmek kalite parametrelerini temsil eden yükseklik, hacim, spesifik hacim, renk değerleri, tekstür ve duyuşsal özellikler gibi analizler gerçekleştirilmiştir. Yanıt yüzey yöntemi kullanılarak ANOVA tablosu ve Model katsayıları ile önem durumları belirlenmiştir. İşlem değişkenleri ile her bir yanıt arasındaki ilişkiyi ifade eden matematiksel modeller çoklu lineer regresyon analizi yapılarak oluşturulmuştur.

Önemsiz bir değişkenin modele katılması, modelin anlamlılığını düşürmektedir (Myers and Montgomery, 1995). Bunun için modellere her bir değişkenin öncelikle lineer etki terimleri, daha sonra kuadratik ve interaksiyon etki terimleri sırasıyla toplu halde eklenmiş ve kareler toplamındaki artış analiz edilmiştir. P değerleri modelin anlamlılığını belirten değerdir ve 0.05'ten küçük olması modelin anlamlı olduğunu ifade etmektedir (Körbahti, 2007; Körbahti ve Rauf, 2009).

Uyum eksikliği oluşturulan modelin çevresindeki verilerin varyasyonudur ve modelin uygunluğunun yeterliliğini test eder (Nam vd., 2018).

Modelin yeterliliği P-değeri, R^2 katsayısı ve uyum eksikliği dikkate alınarak belirlenmiştir (Nazni ve Gracia, 2014). Kontrol edilebilir faktörler (bağımsız değişkenler) patates nişastası, nohut unu ve mısır unudur. Bağımlı değişkenler ekmek kalitesinin ana parametrelerini temsil eden yükseklik, hacim, spesifik hacim, renk değerleri, tekstür ve duyuşal özellikler yanıt olarak seçilmiştir. Optimizasyon prosesinde ekmek kalite parametrelerinin seçimi tüketici tercihinine ve literatür verilerine göre oluşturulmuştur.

3.2.3.3. Kontrol ekmeği ve kinoa ilaveli glutensiz ekmeklerin üretimi

Kontrol-1 ekmek hamurları, ekmeklik buğday unundan, AACCC Method (10-10.03) modifiye edilerek yapılmıştır. Araştırma için Kontrol-1 ekmeklerinin hazırlanmasında 1 kg ekmeklik buğday ununa %1.5 tuz (TS 933:2003 yemeklik tuz standardına uygun), %3 maya (Mauri marka -TS 3522:2015 pres yaş maya standardına uygun) ve su absorpsiyonuna uygun miktarda içme suyu ilave edilerek üretilmiştir. Yoğurucu içine farinograf analizi ile belirlenen suyun bir kısmı ile mayanın çözünmesi sağlanmıştır. Üzerine un eklenip 5dk. yavaş devirde; sonra kalan su ile tuz çözdürülerek eklenip 10 dk. hızlı devirde yoğurulmuştur. Oluşan hamur tartılarak %65-70 nem ve $25\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklıkta 30 dk. kitle fermantasyonunda bekletildikten sonra havası alınarak 100g un esasına göre 10 eşit parçaya bölünmüştür. Bu hamurlar, birbirine zıt yönde dönen iki silindirden geçirilerek daire şekli verilmiş ve pişirme tavaşına uygun olacak şekilde elle şekil verilerek pişirme kalıbına alınmıştır. Hamurlar 1.5 saat %65-70 nem ve 25 ± 1 derece sıcaklıkta parça fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon sonunda 1. gün analizleri yapılacak ekmekler 260°C fırında 15 dk süreyle pişirilmiştir. Fırından çıkan ekmekler 5 dk. sonra tavalardan çıkarılmış ve oda sıcaklığında, sıcaklıkları oda sıcaklığına gelene kadar bekletilmiştir. Kısmi pişirilen ekmeler ise parça fermantasyonundan sonra aynı fırında 10 dk. süreyle pişirilip oda şartlarında soğutularak polietilen poşetlere alınmıştır. Poşetli ekmekler etiketlenerek -20 derecedeki derin dondurucuda 1, 5, 10, 15, 30 ve 45 gün olarak belirlenen depolama günlerince bekletilmiştir. Bekleme süreleri sonrasında 20°C 'de 30 dakika bekletilerek çözüldürülmüş, 260°C fırında 5 dk süreyle pişirilip, fırından çıktıktan sonra ekmek analizleri yapılmıştır.

Kontrol-2 ekmek hamurları, optimizasyon sonucu oluşturulan 1kg glutensiz un formülasyonu kullanılarak, kinoa ilaveli glutensiz ekmekler ise optimizasyon sonucu belirlenen 1kg glutensiz un formülasyonuna yer değiştirme prensibine göre (%5,10, 20 ve %30) kinoa unu ilavesi ile hazırlanmıştır. Hazırlanan un karışımlarına %1.5 tuz (TS 933:2003 yemeklik tuz standardına uygun), %3 maya (Mauri marka -TS3522: 2015 pres yaş maya standardına uygun), %0.5 ksantan gam, %0.1 guar gam ve ön denemelerle belirlenmiş miktarda (%50) içme suyu, %10 laktozsuz süt ve %5 sıvı yağ ilave edilerek üretilmiştir.

Yoğurucu içine ön denemeler ile belirlenen suyun bir kısmı ile yaş maya konulup mayanın çözünmesi sağlanmıştır. Üzerine hazırlanan un karışımı eklenip 5dk. yavaş devirde; sonra kalan su ile tuz çözdürülerek eklenip, yağ ve sütün de ilavesiyle 10 dk. hızlı devirde yoğurulmuştur. Oluşan hamur tartılarak 100g un esasına göre 10 eşit parçaya bölünmüştür. Pişirme tavasına uygun olacak şekilde elle şekil verilerek pişirme kalıbına alınmıştır. %75±1 nem ve 30±1 °C sıcaklıkta 60 dk. fermantasyonda bekletildikten sonra elde edilen hamurlardan 1. gün analizi yapılacak glutensiz ekmekler o gün 220 °C fırında 30 dakika pişirilip soğutularak analize alınmıştır. Kısmi pişirilen ekmeler ise parça fermantasyonundan sonra aynı fırında 20 dk. süreyle pişirilip oda şartlarında soğutularak polietilen poşetlere alınmıştır. Poşetli ekmekler etiketlenerek -20 derecedeki derin dondurucuda 1, 5, 10, 15, 30 ve 45 gün olarak belirlenen depolama günlerinde derin dondurucuda bekletilmiştir. Bekleme süreleri sonrasında 20 °C'de 30 dakika bekletilerek çözdürülmüş, 220 °C fırında 10 dk süreyle pişirilip, fırından çıktıktan sonra ekmek analizleri yapılmıştır.

3.2.4. Ekmeklerde yapılan analizler

Üretilen ekmeklerde aşağıda alt başlıklar şeklinde verilen ekmek analizleri yapılmıştır.

3.2.4.1. 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 her

deneme ekmek örneğinden en az 10 ekmek alınarak hesaplanmıştır (Elgün vd., 2002).

3.2.4.2. Ekmeklerin en, boy ve yükseklik değerlerinin belirlenmesi

Ölçümler dijital kumpas aleti ile ekmeğin eninin 3 farklı noktasından mm cinsinden ölçümü yapılarak ortalamaları alınmıştır. Ekmeğin yüksekliği ve boyu da aynı yöntemle ölçülmüştür. Sonuçlar her deneme ekmek örneğinden en az 10 ekmek alınarak belirlenmiştir.

3.2.4.3. Ekmeklerde nem miktarının belirlenmesi

Ekmek örnekleri üretildikten 6, 24 ve 48 saat sonra kurutulup öğütülerek boyutları küçültülüp 130-133°C'de etüvde (Wiseven, Won-105, Kore) 2 saat kurutulup su kaybı belirlenerek % nem miktarı hesaplanmıştır (AACC Method 44-01.01).

3.2.4.4. Ekmeklerde kül miktarının belirlenmesi

AACC Method 08-01. 01' e göre ekmeklerde kül miktarı hesaplanmıştır.

3.2.4.5. Ekmeklerde protein miktarının belirlenmesi

AACC Metod 46-30.01'e göre ekmeklerde protein miktarı hesaplanmıştır.

3.2.4.6. Ekmeklerde toplam diyet lif miktarlarının belirlenmesi

Toplam diyet lif içeriklerinin belirlenmesi AACC Method No: 32-07.01'e uygun olarak yapılmıştır.

3.2.4.7. Ekmeklerde mineral madde (fosfor, kalsiyum, magnezyum, çinko ve demir) miktarının belirlenmesi

Mineral madde analizi, EPA 6010 metoduna uygun olarak Perkin Elmer OPTIMA 5300 DV ICP OES cihazı kullanılarak yapılmıştır.

3.2.4.8. Ekmeklerin tekstür özelliklerinin belirlenmesi

Ekmekler fırından çıktıktan 6 saat sonra, ekmek içi tekstürel özelliklerin belirlenmesinde tekstür analiz cihazında (Stable Micro Systems, TA-XT Plus, UK) TPA (Tekstür Profil Analizi) analizi uygulanmıştır (ön test hızı: 1 mm/sn, test hızı: 1.7 mm/sn, son test hızı: 10 mm/sn, Strain: %40). Tekstür analizi AACC Metod 74-09.01'e göre belirlenmiştir.

3.2.4.9. Ekmeklerde renk değerlerinin belirlenmesi

Ekmekte renk tayini; Konica Minolta Colorimeter (CR-400) ile yapılmıştır. Analizler bütün ve dilimli ekmek üzerinde üç paralelli olarak ölçülmüştür. Numunelerde üç farklı bölgeden ölçüm yapılmış ve renk bileşenleri L, a ve b değerleri tespit edilmiştir. Renk skalası; L* değeri [(0)Siyah – (100) Beyaz], a* değeri [(+) kırmızı, (-) yeşil] ve b* değeri [(+) sarı, (-) mavi] olarak kullanılmıştır (Elgün vd., 2002). $\Delta E = \sqrt{(\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2)}$

3.2.4.10. Duyusal analizler

Duyusal değerlendirmede kullanılan ölçütler ve “Ekmek Değerlendirme Tablosu” Gül vd. (2012)'den yararlanılarak hazırlanmıştır. Duyusal değerlendirmede kullanılan “Duyusal Değerlendirme Formu” Ek F'de verilmiştir. Duyusal değerlendirme öncesinde panelistlere ekmeklerin duyusal değerlendirme kriterleri hakkında bilgi verilmiştir. Rastgele numaralandırılan örnekler en az 10 paneliste ayrı ayrı sunulmuş, bir ekmek örneğinden diğerine geçerken panelistlere soğuk içme suyu verilmiştir.

3.2.4.11. Optimizasyon

Glutensiz un formülasyonunun hazırlanması için oluşturulan optimizasyon, minitab 17 proramı ile Box-Behnken metodu kullanılarak optimum bileşenler belirlenmiştir. Yüzey alanı farklı seviyelerde (-1, 0 and +1) üç kontrol edilebilir faktörün (patates

nişastası, nohut unu ve mısır unu) incelenmesi ile optimize edilmiştir. Deneysel tasarım 12 faktörlü 3 merkezli 15 deneme deseninden oluşturulmuştur.

3.2.4.12. İstatistiksel analizler

Üretilen ekmek örneklerinin ölçülen tüm özelliklerine ilişkin olarak elde edilen verilerin ANOVA ve Duncan testleri yapılmıştır. Analizler için SPSS istatistik paket programından faydalanılarak tesadüf parsellerinde 3 faktörlü deneme desenine göre yapılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Ekmeklik Buğday Ununda Yapılan Kimyasal ve Fizikokimyasal Analizler

Katkısız ekmeklik buğday unu Hediye Un Fabrikası (Isparta)'dan temin edildikten sonra 3 hafta süreyle dinlendirmek amacıyla oda sıcaklığında depolanmıştır. Daha sonra bu unda; nem (AACC Method, 44-01, 2000), kül (AACC Method, 08-01, 2000), protein (Özkaya ve Özkaya, 2005), soxhalet yağ tayin cihazı ile yağ tayini (AOAC, 1990), yaş ve kuru gluten ve gluten indeks değeri (AACC Metod 38-12.02, 2000), Zeleny sedimantasyon testi (AACC Metod 56-60.01, 2000), gecikmeli Zeleny sedimantasyon testi (Greenaway ve ark., 1965) ve amilaz aktivitesi (AACC Metod 56-81B, 2000) analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Ekmeklik un örneğinde yapılan kimyasal analizler

Özellik	Ekmeklik buğday unu
Nem (%)	13.5±0.07
Kül (%)	0.71±0.07
Protein (%)	11.45±0.70
Yaş gluten (ml)	27±0.14
Kuru Gluten (ml)	9.06±0.07
Gluten İndeks (%)	92.70±1.30
Sedimantasyon (ml)	30±1.41
Gecikmeli Zeleny sedimantasyon değeri (ml)	35.5±0.70
Düşme sayısı (sn)	425±1.41
Sıvılaşma sayısı (sn)	15.56±0.66

Buğday ununda nem %13.5, kül %0.71, protein %11.45, yaş gluten 27 ml, kuru gluten 9.06 ml, gluten indeks değeri %92.70, sedimantasyon 30 ml, gecikmeli zeleny sedimantasyon değeri 35.5 ml, düşme sayısı 425 sn ve sıvılaşma sayısı 15.56 sn olarak bilirlenmiştir.

Ekmeklik buğday unu örneğinin nem (%13.5) değeri Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliğine (en çok %14.5) (Anonim, 2013)'ne uygun bulunmuştur. Kül değerinin (%0.71) tebliğde belirtilen değerler ($0.7 < \%Kül \leq 0.8$) aralığında olduğu belirlenmiştir.

Kohajdova vd. (2011), tarafından yapılan çalışmada; buğday ununun nem, protein ve kül değerleri sırasıyla %13.60, %10.70, %0.51 olarak belirlenmiştir. Iglesias-Puig

vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; buğday ununun nem, protein, kül değerleri sırasıyla %14.5, %13.50, %0.63 olarak belirlenmiştir. Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; buğday ununun nem, protein, kül değerleri sırasıyla %10.78, %9.10 ve %0.50 olarak bildirilmiştir. Erdemir (2015), tarafından yapılan çalışmada; buğday ununda protein %11.79, kül %0.71, yağ %1.92 olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan ekmeklik buğday ununun nem, kül, protein değerleri Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliğine (Anonim, 2013) uygun olduğu literatürde yapılan çalışmalara benzer olduğu belirlenmiştir.

Yaş gluten miktarı %28-35 arasında olan ekmeklik buğday unlarının gluten kalitesi iyi olarak değerlendirildiği için çalışmada kullanılan ekmeklik buğday unu örneğinin gluten kalitesinin kısmen düşük olduğu söylenebilir. Optimum pişirme kalitesi gösteren unlar için gluten indeks değeri %60-90 arasında olmalıdır (Elgün vd, 2002). Gluten indeks değeri %92.70 olarak bulunan çalışmada kullanılan ekmeklik buğday ununun optimum pişirme kalitesi göstereceği düşünülmüştür.

Sedimentasyon değeri, unun ekmekçilik değeri hakkında bilgi vermektedir. Protein kalitesinin belirlenmesinde kullanılan kalite kriterlerinden birisidir. Standart sedimentasyon test uygulaması süne ve kımıl zararını tam olarak belirleyememektedir. Süne ve kımıl zararı görmüş buğdaydan una geçen enzimin çalışması için gerekli sürenin sağlanması açısından da gecikmeli sedimentasyon testi uygulanmaktadır. Buğdayda protein kalitesini belirlemede kullanılan önemli yöntemlerden biri de sedimentasyon değeridir (Zeleny, 1947; Aydın vd., 2005).

Sedimentasyon değeri, protein kalitesini ve ekmeğin kabarma hacmi potansiyelini gösterir (Peterson vd., 1992; Aydın vd., 2005). Buğday ununun ekmeklik olarak değerlendirilebilmesi için sedimentasyon değerinin 20 ml olması gerekir (Diepenbrock vd., 2005). 15 ml den küçük sedimentasyon değerleri çok zayıf, 16-24 ml arası zayıf, 25-36 ml arası iyi 36 ml üzeri ise pekiyi olarak değerlendirilir (Elgün vd., 2002). Ekmeklik buğday unu örneğinin sedimentasyon değeri 20 ml'nin üzerinde olduğundan ekmeklik kalitesinin iyi olduğu düşünülmüştür (Çizelge 4.1).

Araştırmada kullanılan ekmeklik buğday unu 6rneğinin sedimantasyon (30 ml) ve gecikmeli sedimantasyon (35.5ml) değeri bakımından T6rk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliğine (en az 30 ml) (Anonim, 2013)' ne de uygun bulunmuştur.

Protein miktarı %10-12 arasında olan unlar, ekmeklik kalitesi iyi olan unlardır (Erg6n vd., 2002). Ekmeklik buğday unu 6rneğinin ekmeklik kalitesine sahip un olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ekmeklik buğday unu 6rneğinin protein (%11.45) değeri bakımından T6rk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliğine (en az %10.05) (Anonim, 2013)' ne de uygun bulunmuştur.

Ekmeklik buğday ununun d6şme sayısı ve sıvılaşma sayısı değerleri izelge 4.1'de verilmiştir. D6şme sayısı (425 sn) değeri bakımından T6rk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliğine (en az 250 sn) (Anonim, 2013)'ne uygun bulunmuştur.

Elde edilen d6şme sayısı 150 ve altında ise; çimlenmiş buğday veya çimlenmiş buğday unu h6km6ne varılır yani amilaz aktivitesi y6ksek kabul edilir. Bu unlardan ekmek yapıldığında kabuk yapışkan olur. 200-250 normal amilaz aktivitesini, 300 ve daha yukarı d6şme sayısı d6ř6k amilaz aktivitesini g6sterir. 200-250 normal amilaz aktivitesini, 300 ve daha yukarı d6şme sayısı d6ř6k amilaz aktivitesini g6sterir (Elg6n vd., 2002). Bu unlardan da ekmek yapıldığında hacim d6ř6k ve kabuk kuru olur.

İstenilen d6şme sayılı un karışımlarının hazırlanmasında, d6şme sayısı ile amilaz aktivitesi arasındaki eğri çizgi şeklinde (logaritmik) olması nedeniyle bu ilişkinin doğrusal hale d6n6řt6r6ld6ę6 sıvılaşma sayısı kullanılır (Elg6n vd., 2002). Ekmeklik buğday unu 6rneğinin sıvılaşma sayısı 15.56 sn olarak belirlenmiştir.

Rodge vd. (2012), tarafından yapılan çalışmada; çalışmada kullanılan buğday ununun protein miktarı %11.35, sedimantasyon değeri 27.6 ml ve d6şme sayısı 310 sn olarak belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan buğday ununda yapılan analizler dikkate alınarak buğday ununun ekmek yapımında kullanılmasının uygun olduğu belirlenmiştir.

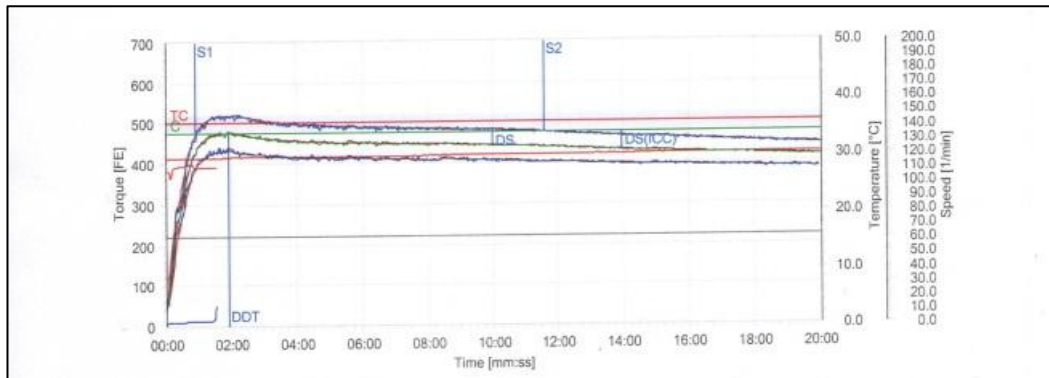
4.2. Ekmeklik Buğday Ununda Yapılan Reolojik Analizler

Ekmeklik unla hazırlanan ekmeğin farinogram değerleri Çizelge 4.2' de verilmiştir. Denemelerde kullanılan olan ekmeklik buğday ununun reolojik özelliklerini belirleyebilmek amacıyla Brabender marka farinograf (S300N,Germany) ve ekstensograf aletleri ile farinograf (AACC Metod 54-21.02, 2000) ve ekstensograf (AACC Metod 54-10.01, 2000) analizleri yapılmış ve elde edilen bulgular Çizelge 4.2., farinogram ve ekstensogram grafikleri ise sırasıyla Şekil 4.1. ve Şekil 4.2'de verilmiştir.

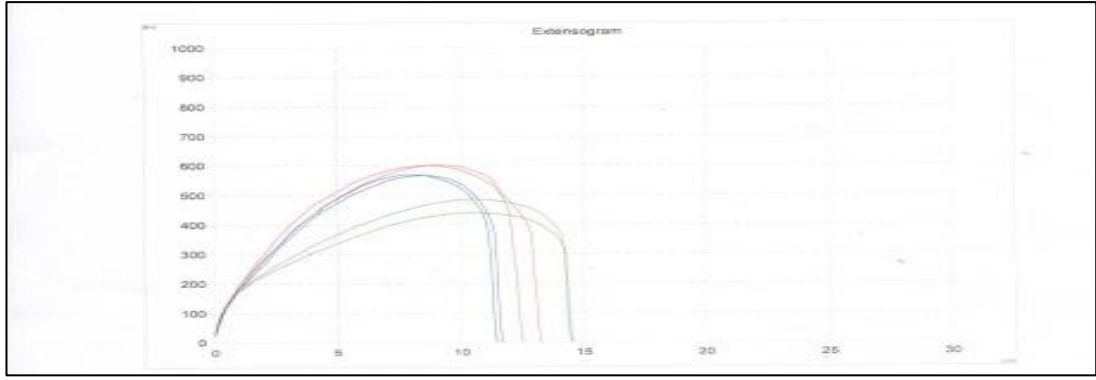
Çizelge 4.2. Ekmeklik buğday ununun farinogram ve ekstensogram değerleri

Özellikler	Un Örneği		
Farinografik Özellikleri			
Su Absorpsiyonu (%)	57.5		
Gelişme Süresi (dk)	1.56		
Stabilite (dk)	10.40		
Yumuşama Süresi (BU) ¹	33		
Ekstensografik Özellikleri	45. dakika	90. dakika	135. dakika
Enerji (cm ²)	92	104	87
Uzamaya Karşı Direnç (BU)	354	502	482
Uzayabilirlik (mm)	145	129	116
Uzamaya Karşı Maksimum Direnç (BU)	463	601	568
Oran	2.4	3.9	4.2

¹: Brabender Ünitesi



Şekil 4.1. Ekmeklik buğday ununun farinograf grafiği



Şekil 4.2. Ekmeklik buğday ununun ekstensograf grafiği

Ekmeklik unun farinograf analizi sonucu elde edilen değerler Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelgeye göre ekmeklik un örneğinin gelişme süresi 1.56 dk, stabilitesi 10.40 dk, su absorpsiyonu %57.5 ve yumuşama süresi 33 BU olarak belirlenmiştir.

Hayıt (2014), tarafından yapılan çalışmada; ekmeklik buğday ununun gelişme süresi 2.20 dk, stabilitesi 15.21 dk, su absorpsiyonu %57.90, yumuşama süresi 33.00 BU olarak belirlenmiştir.

Gelişme süresinin uzun olması hamurun 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 (Aydoğan vd., 2012).

Frakolaki vd. (2018), tarafından yapılan çalışmada; buğday ununun farinograf analizinde, su absorpsiyonu %58.60, gelişme süresi 2 dk, stabilite 9.4 dk, yumuşama süresi 42 BU olarak belirlenmiştir.

Çelik (2008), tarafından yapılan çalışmada; ekmeklik buğday ununun farinograf analizinde su absorpsiyonu %59.60, gelişme süresi 1.58 dk, stabilite 4.2 dk, yumuşama süresi 120 BU olarak belirlenmiştir.

Gluten buğday ununda ana yapıyı oluşturan protein olup, yüksek kaliteli pişmiş ürünlerin üretimi için gerekli olan ekmek hamurunun elastik ve uzayabilir özelliklerinden sorumludur (Romano vd., 2007). Hamurun yoğrulma özelliklerini

etkileyen etmenlerin başında gluten miktarı ve kalitesi gelmektedir. Gluten miktarı ve kalitesi yüksek olan unların stabiliteleri de yüksek olur (Gül, 2007). Stabiliteler, hamurun işlenmeye dayanıklılığını gösteren değerlerdir. Hamur işleme sırasında kıvamını muhafaza etmeli ve hiçbir surette yumuşayıp kendini salmamalıdır. Stabiliteler süresi kısa olursa hamurun işleme yeteneği o oranda azalır ve fermantasyon süresi kısalmıştır (Aydoğan vd., 2012).

Bu bilgiler dahilinde çalışmada kullanılan ekmeklik buğdayın hamur stabilitesinin yüksek olduğu dolayısıyla kalitesinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ekstensograf ile hamurun uzama kabiliyeti, uzamaya karşı direnci ve hamurun enerjisi saptanmaktadır. Ek olarak hamurun proeolitik aktivitesi, oksidan maddelerin etkileri ile hamurun fermantasyon toleransı hakkında da bilgi vermektedir (Elgün vd., 2002). Ayrıca uzayabilirlik testi ile fermantasyon sırasında hamurda meydana gelen değişimler belirlenip, proses hakkında oldukça önemli bilgiler elde edilebileceği ifade edilmektedir (Doğan vd., 1996).

Çizelge 4.2'den de görülebileceği gibi ekmeklik un örneğinin uzamaya karşı direnci 45. dakikada 354 BU, 90. dakikada 502 BU, 135. dakikada 482 BU olarak belirlenmiştir. Hamurun işleme kabiliyeti ile doğru orantılı olan uzayabilirlik değeri 45. dakikada 145 mm, 90. dakikada 129 mm, 135. dakikada 116 mm olarak belirlenmiştir. Uzamaya karşı maksimum direnci ise 45. dakikada 463 BU, 90. dakikada 601 BU, 135. dakikada 568 BU olarak belirlenmiştir.

Frakolaki vd. (2018), tarafından yapılan çalışmada; buğday ununun ekstensograf analizinde, enerji değeri 45., 90. ve 135. dakikalarda sırasıyla 125, 140 ve 103 cm² olarak, uzamaya karşı direnç sırasıyla 340, 450 ve 440 BU olarak, uzayabilirlik 176, 166 ve 140 mm olarak ve oran değeri ise 1.9, 2.7 ve 3.1 olarak raporlanmıştır.

Meral vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada; kül içerikleri sırasıyla % 0.58, 0.60 ve 0.64; protein içerikleri ise % 12.1, 12.5 ve 10.5 olarak belirlenilen 3 farklı unun 45. dakikadaki uzayabilirlik değerini sırası ile 161, 180.6, 136.6 mm olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada bekleme süresinin uzamasının (45-90-

135dk) bu değeri azalttığını belirtmişlerdir. Benzer olarak bu çalışmada da sürenin uzaması uzayabilirlik değerinin düşmesine sebep olmuştur.

Ekmeklik unlarda ekstensografta belirlenen enerji değeri 80 cm²'den yüksek olmalıdır. Bu değer yüksek olması hamurun gaz tutma kapasitesinin ve fermantasyon toleransının yüksek olduğunu gösterir (Elgün vd., 2002). Çalışmada kullanılan ekmeklik un örneğinin enerji değerinin (92, 104, 87 cm²) ekmeklik un için uygun olduğu belirlenmiştir.

4.3. Nohut Unu, Mısır Unu, Pirinç Unu, Mısır Nişastası ve Patates Nişastasında Yapılan Analizler

Patates nişastası, nohut unu, mısır unu, pirinç unu ve mısır nişastasında yapılan kimyasal analizler Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı un ve nişasta örneklerinde yapılan kimyasal analizler

Bileşenler	Yağ	Nem	Protein	Kül	Diyet Lif
Nohut unu	6.33±0.06	7.66±0.00	22.37±0.17	2.86±0.07	13.12±0.04
Mısır unu	5.15±0.49	10.22±0.53	7.14±0.04	0.97±0.00	2.74±0.09
Pirinç unu	1.25±0.21	8.25±0.24	7.7±0.05	0.47±0.07	0.98±0.00
Mısır nişastası	0.815±0.03	8.83±0.13	0.25±0.02	0.15±0.03	0.006±0.00
Patates nişastası	0.45±0.31	7.25±0.30	0.19±0.13	0.55±0.01	0.04±0.02

Yapılan çalışma sonucunda nohut ununda yağ %6.33, nem %7.66, protein %22.37, kül %2.86, diyet lif %13.12 olarak bulunmuştur.

Nohut unuda ki yağ içeriği farklı çalışmalarda (Iqbal vd., 2006; Rababah vd., 2006; Ulukut, 2010; Arab vd., 2010; Kohajdova vd., 2011; Hefnawy vd., 2012; Mohammed, 2012; Fard, 2014; Aguilar vd., 2015; Alvarez vd., 2017) %4.70 ile %6.01 arasında olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada nohut unundaki yağ miktarı literatür çalışmalarına benzer bulunmuştur.

Nohut unudaki nem içeriği farklı çalışmalarda (Iqbal vd., 2006; Ulukut, 2010; Kohajdova vd., 2011; Hefnawy vd., 2012; Alifaki, 2013; Fard, 2014; Aguilar vd., 2015; Hatipoğlu, 2016; Alvarez vd., 2017) %6.09 ile %11.06 arasında olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada nohut unundaki nem miktarı literatür çalışmalarına benzer bulunmuştur.

Nohut unuda ki protein içeriği farklı çalışmalarda (Iqbal vd., 2006; Rababah vd., 2006; Ulukut, 2010; Arab vd., 2010; Kohajdova vd., 2011; Hefnawy vd., 2012; Mohammed, 2012; Alifaki, 2013; Fard, 2014; Aguilar vd., 2015; Hatipoğlu, 2016; Alvarez vd., 2017) %19.3 ile %25.5 arasında olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada nohut unundaki protein miktarı literatür çalışmalarına benzer bulunmuştur.

Nohut unuda ki kül içeriği farklı çalışmalarda (Iqbal vd., 2006; Rababah vd., 2006; Ulukut, 2010; Arab vd., 2010; Kohajdova vd., 2011; Hefnawy vd., 2012; Mohammed, 2012; Alifaki, 2013; Fard, 2014; Aguilar vd., 2015; Hatipoğlu, 2016) %1.82 ile %3.60 arasında olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada nohut unundaki kül miktarı literatür çalışmalarına benzer bulunmuştur.

Nohut unuda ki diyet lif içeriği farklı çalışmalarda (Rababah vd., 2006; Aguilar vd., 2015; Alvarez vd., 2017) %19.3 ile %25.5 arasında olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada nohut unundaki protein miktarı literatür çalışmalarına benzer bulunmuştur.

Yapılan çalışmada glutensiz ekmek üretiminde kullanılacak mısır unundaki yağ, nem, protein, kül ve diyet lif miktarını sırasıyla; %5.15, %10.22, %7.14, %0.97 ve %2.74 olarak tespit edilmiştir (izelge 4.3).

Kılınecek ve Hepsağ (2010), tarafından yapılan çalışmada; 14 farklı mısır türünden elde edilen unlarda nem %11.1-18.2, protein %4.9-7.1, serbest asitlik % 2.5-7.8 olarak, Comai vd. (2007), tarafından yapılan çalışmada; mısır ununun protein içeriği %8.94 olarak belirlenmiştir. Wu ve Miano (2008), tarafından yapılan çalışmada; mısır ununun nemi %10.5, protein miktarı %5.2, yağ değerı %4.1 ve kül miktarı %0.7 olarak belirlenmiştir. Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; mısır ununda kül %1.10, nem %10.03 ve protein %5.75 olarak raporlanmıştır. Çalışmada

kullanılan mısır ununun analiz sonuçları literatürde belirlenen sonuçlar ile yakınlık göstermektedir.

Yapılan çalışmada pirinç unundaki yağ %1.25, nem %8.25, protein %7.7, kül %0.47, diyet lif ise %0.98 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Martinez ve Gomez (2017), tarafından yapılan çalışmada; pirinç ununda nem %8.70, protein %7.7 olarak, Yarpuz (2011), tarafından yapılan çalışmada; pirinç ununda nem %11.40, kül %0.60, protein %6.66, yağ %0.95 olarak, Comai vd. (2007), tarafından yapılan çalışmada pirinç unun protein içeriği %7.94 olarak belirlenmiştir. Torbica vd. (2012), tarafından yapılan çalışmada; pirinç ununda nem %10.60, kül %0.26, protein %7.71, yağ %0.44 olarak belirlenmiştir. Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; pirinç ununda kül %0.61, nem %11.25 ve protein %6.65 olarak raporlanmıştır. Turkut vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; pirinç ununun nemi %16.07, külü %0.55, proteini %7.07 olarak belirlenmiştir. Giuberti vd. (2018), tarafından yapılan çalışmada pirinç ununun yağ miktarı %1.11, nem miktarı %8.01, protein miktarı %6.93, kül miktarı %0.43, diyet lif miktarı ise %1.62 olarak bulunmuştur. Çalışmada ki pirinç ununda belirlenen yağ, nem, protein, kül değerlerinin literatür sonuçlarına paralel olduğu görülmektedir.

Glutensiz ekmek üretiminde kullanılacak mısır nişastasında yapılan analizlerde; yağ %0.815, nem %8.83, protein %0.25, kül %0.15, diyet lif miktarı ise %0.006 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Yarpuz (2011), tarafından yapılan çalışmada; mısır nişastasında nem % 8.95, kül %0.19, protein %0.43, yağ %0.31 olarak; Ali vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; iki farklı mısır nişastasında nem %6.06- 8.45, protein %0.40-0.35, yağ %0.67-0.69, kül %0.20-0.38 olarak belirlenmiştir. Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; mısır nişastasında kül %0.11, nem %10.42 ve protein %0.20 olarak raporlanmıştır. Przetaczek-Rożnowska (2017), tarafından yapılan çalışmada ise mısır nişastasında nem %13.63, protein %0.21, yağ %0.51 ve kül %0.32 olarak bulunmuştur. Çalışmada kullanılan mısır nişastasının kimyasal analiz sonuçlarından yağ değerinin literatür verilerinden biraz yüksek olduğu belirlenmiştir. Nem, protein ve kül değerleri literatüre benzer bulunmuştur.

Yapılan çalışma sonucunda, patates nişastasında yağ %0.45, nem %7.25, protein %0.19, kül %0.55, diyet lif ise %0.04 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Wischmann

vd. (2007), tarafından yapılan çalışmada; 5 farklı şekilde elde edilen patates nişastasında kuru madde %81.8- 84.2, protein %0.064- 0.171, kül %0.38-0.47 olarak belirlenmiştir. Turkut vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; patates nişastasının nemi %11.22 ve kül değeri %0.51 olarak bulunmuştur. Przetaczek-Rożnowska (2017), tarafından yapılan çalışmada patates nişastasında nem %18.95, protein %0.08, yağ %0.10 ve kül %0.21 olarak bulunmuştur. Çalışmada kullanılan patates nişastasından elde edilen analiz sonuçları, literatürde belirlenen sonuçlara yakınlık göstermektedir.

Çalışmada kullanılan mısır nişastasının analiz sonuçlarının literatürde belirlenen sonuçlar ile yakınlık gösterdiği belirlenmiştir.

4.4. Kinoa Ununda Yapılan Analizler

Kinoa ununda nem, kül, protein, yağ, toplam diyet lif, fosfor, kalsiyum, magnezyum, çinko ve demir analizleri yapılmıştır. Yapılan kimyasal analizler Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kinoada yapılan kimyasal analizler

Analizler	Kinoa unu
Nem (%)	11.67±0.88
Kül (%)	2.14±0.16
Protein (%)	12.56±0.31
Yağ (%)	5.93±0.25
Toplam diyet lif (%)	10.94±0.47
Fosfor (mg/100g)	303.4 ±0.00
Kalsiyum (mg/100g)	36.8 ±0.00
Magnezyum (mg/100g)	149.5±0.02
Çinko (mg/100g)	3.1±0.00
Demir (mg/100g)	4.5±0.00

Çalışmada kinoa ununun nem, kül, protein, yağ ve toplam diyet lif değerleri sırasıyla; %11.67, %2.14, %12,56, %5.93, %10.94 olarak; mineral madde miktarları ise fosfor 303.4, kalsiyum 36.80, magnezyum 149.5, çinko 3.1 ve demir 4.5 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Keskin ve Evlice (2015), tarafından yapılan çalışmada, kinoa'nın çeşide bağlı olarak değişmekle birlikte, yaklaşık %10-18 protein, %4.50-8.75 yağ, %54.1-64.2 karbonhidrat, %2.40-3.65 kül ve %2.1-4.9 lif içerdiği belirtilmiştir.

Rizello vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada kinoa'nın nem değeri %11.4, protein miktarı %14.1, yağ miktarı %6, diyet lif miktarı %10.3 ve kül miktarı %2.2 olarak belirlenmiştir.

Nowak vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; kinoa'nın besinsel içeriği %9.1-15.7 protein; 4.0- 7.6 toplam yağ; 8.8- 14.1 diyet lif olarak raporlanmıştır. Ranhotra vd. (1993), tarafından yapılan çalışmada; kabuksuz kinoa ununun %58 nişasta, %15.6 protein, % 2.7 şeker, %8.9 toplam diyet lif ve yaklaşık %7 yağ ve kül içerdiği bildirilmiştir.

Comai vd. (2007), tarafından yapılan çalışmada; kinoa ununun protein içeriği % 16.4, olarak belirlenmiştir. Ando vd. (2002), tarafından yapılan çalışmada; kinoa ununun protein miktarı %13.3, yağ % 6.7, diyet lif %12.7, çözümlü diyet lif %4.4, çözünmez diyet lif %8.3, kül %2.7 olarak bulunmuştur.

Axel vd. (2015), yaptıkları çalışmada; kinoa ununun proteini, yağ ve kül miktarları sırasıyla %14.20, %6.04, %2.82 olarak belirlenmiştir. Turkut vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; kinoa ununda nem %9.13, kül %2.35, protein %15.54, diyet lif ise %16.48 olarak bulunmuştur.

Li ve Zhu (2017), tarafından yapılan çalışmada; 7 farklı kinoa çeşidinde kül değeri %1.77-2.7 arasında, protein miktarı %11.7-14.6 arasında, yağ %3.20-6.93 aralığında, nem %11.4-14.1 arasında ve lif değeri ise %7.7-15 aralığında bulunduğu raporlanmıştır.

Yukarıda incelenen literatürde kinoa ununun nem değeri % 9.13-14.1 aralığında, kül değeri % 1.77- 3.65, protein değeri % 9.1-16.4 aralığında, yağ değeri %3.20-8.75 aralığında ve diyet lif değeri %2.1-16.48 aralığında olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada kinoa ununda nem, kül, protein, yağ ve diyet lif miktarları (Çizelge 4.4) literatürde yapılan çalışmalara benzer bulunmuştur.

Koziol (1992), tarafından yapılan çalışmada; kinoanın protein miktarı %16.5, yağ %6.3 olarak, kalsiyum 148.7, demir 13.2, magnezyum 249.6, potasyum 926.7, çinko 4.4 ve fosfor 383.7 mg/100g olarak belirlenmiştir. Tez çalışmasında kullanılan kinoa ununda bulunan mineral madde miktarı (Çizelge 4.4) bu literatür çalışmasına göre düşük bulunmuştur. Sebebinin çalışmada kabuksuz kinoa unu kullanılmasına bağlı olabileceği, kinoanın kepek kısmıyla önemli miktarda mineral maddenin ayrılmış olduğu düşünülmüştür.

Iglesias-Puig vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; kinoa ununda kül %2.69, nem %10.3 ve protein %11, diyet lif %6.72, Ca 32.7 mg/100g, Fe 4.65 mg/100g, Zn 5.037 mg/100g olarak raporlanmıştır. Tez çalışmasında kinoa ununda bulunan kalsiyum bu çalışmaya göre daha yüksek olarak belirlenirken, demir ve çinko miktarlarının bu çalışmaya göre düşük olduğu görülmüştür.

4.5. Glutensiz Ekmek Formülasyonu İçin Deneme Deseninin Oluşturulması ve Bu Ekmeklerde Yapılan Analizler

Yanıt yüzey yöntemi ile oluşturulan deneme tasarımına göre glutensiz ekmek üretimi için deneme deseninde belirlenmiş olan 15 adet formülasyon (Çizelge 4.5) kullanılarak ayrı ayrı ekmek üretimi yapılmış, fiziksel analizler (yükseklik, hacim, spesifik hacim), renk ve tesktürel analizler gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre yanıt yüzey yöntemi kullanılarak ANOVA tablosu ve model katsayıları ile önem durumları belirlenmiştir. Optimizasyon ile oluşturulan deneme tasarımına göre ile üretilen ekmeklerin fotoğrafları ise Ek A'da verilmiştir.

İşlem değişkenleri ile her bir yanıt arasındaki ilişkiyi ifade eden matematiksel modeller çoklu lineer regrasyon analizi yapılarak oluşturulmuştur. Bunun için modellere her bir değişkenin öncelikle lineer etki terimleri, daha sonra kuadratik ve interaksiyon etki terimleri sırasıyla toplu halde eklenmiş ve kareler toplamındaki artış analiz edilmiştir. Kontrol edilebilir faktörler (bağımsız değişkenler) patates nişastası, nohut unu ve mısır unudur. Bağımlı değişkenler ekmek kalitesinin ana parametrelerini temsil eden yükseklik, hacim, spesifik hacim, renk değerleri, tekstür ve duyuşal özellikler olarak seçilmiştir.

Çizelge 4.5. Glutensiz ekmek unu opimizasyon için deneme deseni ile oluşturulan formülasyonlar

Deneme	Patates Nişastası %	Nohut Unu %	Mısır Unu %	Mısır Nişastası %	Pirinç Unu %	Ksantan Gam %	Guar Gam %
1	0	17.5	5	5	72.5	0.5	0.1
2	0	5.0	20	5	70	0.5	0.1
3	0	17.5	35	5	42.5	0.5	0.1
4	20	17.5	35	5	22.5	0.5	0.1
5	20	30	20	5	25	0.5	0.1
6	0	30	20	5	45	0.5	0.1
7	10	30	5	5	50	0.5	0.1
8	10	17.5	20	5	47.5	0.5	0.1
9	10	17.5	20	5	47.5	0.5	0.1
10	20	5	20	5	50	0.5	0.1
11	10	5	5	5	75	0.5	0.1
12	10	17.5	20	5	47.5	0.5	0.1
13	10	30	35	5	20	0.5	0.1
14	20	17.5	5	5	52.5	0.5	0.1
15	10	5	35	5	45	0.5	0.1

Minitab istatistik yazılımı ile anlamlı yanıtlar için şekiller oluşturulmuştur. Şekil planının her birinde bir değişkeni orta seviyede tutarak diğer iki değişkenin farklı seviyeleri için bağımsız değişkenlerin nasıl değiştiği belirlenmiştir (Kittisuban vd., 2014).

R^2 değeri 1'e (100) yakın olan model deneysel verilere daha uyumlu olacaktır. Bu değer düşük olması veriye modelin uygun olmaması anlamına gelmektedir. 0 olması ise verilere hiç uymadığını gösterir (Sahoo and Gupta, 2012; Shamun vd., 2017) şeklinde; ANOVA tablosunda p değerinin 0.05'den küçük olması modelin anlamlı olduğu şeklinde (Kasdekar ve Parashar, 2017) yorumlanmıştır.

R^2 ve düzeltilmiş (adjust) R^2 arasındaki en önemli farklılık; düzeltilmiş R^2 sadece bağımlı değişken için önemli olan girdi (bağımsız) değişkenlerin eklenmesiyle artmaktadır, önemli olmayan değişkenler modele eklenirse, düzeltilmiş R^2 değeri azalacaktır (Nam vd., 2018).

Nam vd. (2018), tarafından yapılan çalışmada da; modelin yeterliliği R^2 değerleri ve varyans analizi (ANOVA çizelgeleri) ile değerlendirilmiştir.

Yanıt yüzey yönteminde her analiz için farklı modeller (1., 2. ve 3. dereceden terimler) test edilerek, her durumda en uygun model kabul edilmiştir.

$$Y = b^{\circ} + b1.X1 + b2.X2 + b3.X3 + b4.X1^2 + b5.X2^2 + b6.X3^2 + b7.X1.X2 + b8.X1.X3 + b9.X2.X3 \quad (4.1)$$

b° = Sabittir. $b1$, $b2$ ve $b3$ her değişkenin doğrusal etkilerini ifade eder. $b4$, $b5$ ve $b6$ kare katsayılarıdır. $b7$, $b8$ ve $b9$ değişkenler arasındaki etkileşimi göstermektedir.

$X1$, patates nişastasını; $X2$, nohut ununu, $X3$ ise mısır ununu ifade etmektedir ve bunlar bağımsız değişkenlerdir.

4.5.1. Glutensiz ekmeklerin yükseklik, hacim ve spesifik hacim değerleri

Glutensiz un formülasyonunun belirlenmesi için oluşturulmuş deneme deseni sonucu üretilen ekmeklerde yapılan yükseklik, hacim ve spesifik hacim analizlerinin sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Glutensiz ekmek örneklerine ait yükseklik, hacim ve spesifik hacim analiz sonuçlarının ortalama değerleri

Deneme	Yükseklik (mm)	Hacim (cm ³)	Spesifik Hacim (cm ³ /g)
1	34.45±1.49	171.87±3.47	1.24±0.02
2	35.23±1.13	162.44±4.08	1.15±0.03
3	34.68±1.17	173.75±4.14	1.26±0.03
4	32.96±0.95	172.5±4.12	1.09±0.04
5	31.94±1.22	179.37±3.90	1.29±0.02
6	34.55±1.49	173.75±4.84	1.27±0.04
7	34.36±1.72	181.66±3.72	1.32±0.02
8	34.00±1.03	180.00±4.08	1.27±0.02
9	34.09±1.04	180.55±3.68	1.28±0.02
10	33.78±1.09	167.77±3.42	1.18±0.02
11	34.75±0.89	164.44±4.37	1.17±0.03
12	33.98±1.19	179.77±0.62	1.28±0.00
13	32.34±0.60	178.33±2.23	1.27±0.01
14	32.54±1.22	182.22±3.42	1.31±0.02
15	33.47±1.33	155.00±3.53	1.11±0.02

Farklı oranlarda pirinç unu, nohut unu, mısır unu, patates nişastası ve mısır nişastası kullanılarak oluşturulan ön deneme ekmek örneklerinin yükseklik, ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri sırası ile 31.94-35.23 mm, 135.75-141.96g, 155-182.22 cm³ ve 1.09-1.32 cm³/g aralıklarında değiştiği belirlenmiştir.

Yanıt yüzey yöntemine göre kurulan glutensiz ekmek örneklerine ait fiziksel özellikler yine aynı paket programda oluşturulan deneme desenine göre ayrı ayrı incelenmiştir.

4.5.1.1. Glutensiz ekmek örneklerinin yükseklik değerleri

15 farklı glutensiz ekmek örneğinin yükseklik değerinin 31.94- 35.23 mm aralığında olduğu belirlenmiştir.

Farklı oranlarda pirinç unu, nohut unu, mısır unu, patates nişastası ve mısır nişastası kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen glutensiz ekmeklerin yükseklik değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$Y = 35.922 - 0.0961PN - 0.0404NU - 0.0221MU \quad (4.2)$$

Burada PN, patates nişastasını; NU, nohut ununu ve MU'da mısır ununu ifade etmektedir.

Glutensiz ekmek üretiminde farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin glutensiz ekmek örneklerinin yükseklik değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.6 ve 4.7'den de görüleceği gibi glutensiz ekmek örneklerinin yükseklik değeri farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin miktarına göre değişmiştir. Çizelge 4.7'de yükseklik analizine ait regrasyon katsayısı ve modelin anlamlılığı ($p \leq 0.001$), glutensiz ekmek formülasyonu optimizasyonu için yükseklik değerinin kullanılabilirliğini göstermektedir. P değerleri modelin anlamlılığını belirten değerdir ve 0.05'ten küçük olması modelin anlamlı olduğunu ifade etmektedir (Körbahti, 2007; Körbahti ve Rauf, 2009).

Çizelge 4.7. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin, glutensiz ekmek örneklerinin yükseklik değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları

Katsayılar	Yükseklik	Seqss	Adj ms	F-değeri	P-değeri
β_0	35.922	10.3014	3.43380	13.21	0.001
β_1	-0.0961***	7.3813	7.38128	28.40	0.000
β_2	-0.0404*	2.0425	2.04250	7.86	0.017
β_3	-0.0221 ^{ns}	0.8776	0.87761	3.38	0.093
β_{11}	-				
β_{22}	-				
β_{33}	-				
β_{12}	-				
β_{13}	-				
β_{23}	-				
Model	***				
R^2	78.28				
R^2_{adj}	72.35				
Uyum eksikliği		2.8517	0.31686	88.10	0.011
Saf hata		0.0072	0.00360		
Toplam		13.1603			

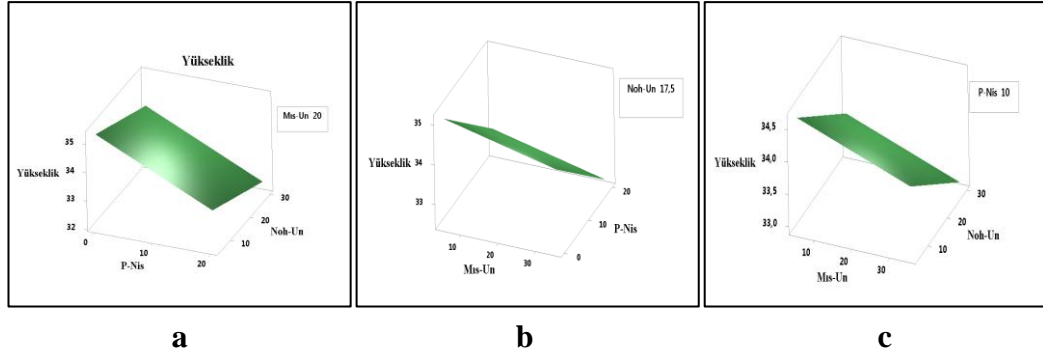
β_0 sabit katsayıyı, β_i birinci dereceden terim katsayılarını, β_{ii} ikinci dereceden terim katsayılarını, ve β_{ij} etkileşim terimlerine ait katsayıları ifade etmektedir. Genel eşitlik formu $Z = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=i+1}^3 \beta_{ij} X_i X_j$

*, anlamlı $p \leq 0.05$; **, anlamlı $p \leq 0.01$; ***, anlamlı $p \leq 0.001$; ^{ns}, anlamlı değil ($p > 0.05$).

Kittisuban vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; R^2 değeri modelin anlamlı olması açısından yeterli kabul edilmiştir. Modelin yeterliliği P-değeri ve R^2 katsayısı ile belirlenmiştir (Nazni ve Gracia, 2014).

Önemsiz bir değişkenin modele katılması, modelin anlamlılığını düşürmektedir (Myers and Montgomery, 1995). Bu yüzden yükseklik değeri için birinci dereceden terimler dışındaki terimler modelin R^2 değerini düşürüp, anlamını azalttığı belirlendiği için modele dâhil edilmemiştir.

Yükseklik değerine ait üç boyutlu gösterimler Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3. Yükseklik değerine ait üç boyutlu gösterimler (P-Nis:Patates nişastası,Noh-un:Nohut unu, Mıs-un: Mısır unu)

Şekil 4.3.a ve ilgili model (Çizelge 4.7) incelendiğinde, patates nişastası ve nohut unu değişkenlerine ait sadece birinciden terimlerin önemli olduğu belirlenmiştir. Patates nişastasının glutensiz ekmek formülasyonunda hiç kullanılmadığı durumda yükseklik en yüksek değerini alırken artan oranlarda ilavesi ile lineer olarak azalmıştır. Benzer bir durum nohut ilavesi ile de görülmektedir fakat nohutunun yüksekliği etkileme derecesi ilgili modelde de belirlendiği gibi patates nişastasına göre daha az olduğu belirlenmiştir.

Şekil 4.3.b’de görüldüğü gibi patates nişastasının oranının artmasına paralel olarak yükseklik değeri azalmaktadır. Mısır ununun da oranının artmasına paralel olarak yükseklik değerinin azaldığı görülmektedir fakat bu azalışın patates nişastasının sebep olduğu azalmadan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Patates nişastasının sabit tutulduğu durumda mısır ununun ve nohut ununun miktarının artması yükseklik değerinin azalmasına sebep olmuştur.

Şekil 4.3.c’ye göre yükseklik değerinin en fazla olması için mısır ununun ve nohut ununun düşük miktarlarda kullanılması gerektiği görülmektedir.

4.5.1.2. Glutensiz ekmek örneklerinin hacim değerleri

15 farklı glutensiz ekmek örneğinin hacim değerinin 155-182.22 cm³/g aralığında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Farklı oranlarda pirinç unu, nohut unu, mısır unu, patates nişastası ve mısır nişastası kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre

elde edilen glutensiz ekmeklerin hacim değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$Y = 147.46 + 1.032 \text{ PN} + 2.090 \text{ NU} + 0.412 \text{ M} - 0.0202 \text{ PN} * \text{PN} - 0.0464 \text{ NU} * \text{NU} - 0.01333 \text{ MU} * \text{MU} + 0.0006 \text{ PN} * \text{NU} - 0.01933 \text{ PN} * \text{MU} + 0.00815 \text{ NU} * \text{MU} \quad (4.3)$$

Glutensiz ekmek üretiminde farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin glutensiz ekmek örneklerinin hacim değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin, glutensiz ekmek örneklerinin hacim değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları

Katsayılar	Hacim	Seqss	Adj ms	F-değeri	P-değeri
β_0	147.46	872.269	96.919	11.34	0.008
β_1	1.032 ^{ns}	50.278	50.278	5.88	0.060
β_2	2.090***	503.370	503.370	58.88	0.001
β_3	0.412 ^{ns}	53.174	53.174	6.22	0.055
β_{11}	-0.0202 ^{ns}	6.233	15.130	1.77	0.241
β_{22}	-0.04640**	183.001	194.077	22.70	0.005
β_{33}	-0.01333 ^{ns}	33.231	33.231	3.89	0.106
β_{12}	0.0006 ^{ns}	0.021	0.021	0.00	0.962
β_{13}	-0.01933 ^{ns}	33.624	33.624	3.93	0.104
β_{23}	0.00815 ^{ns}	9.336	9.336	1.09	0.344
Model	**				
R^2	95.33				
R^2_{adj}	86.92				
Uyum eksikliği		42.424	14.141	88.11	0.011
Saf hata		0.321	0.160		
Toplam		915.015			

β_0 sabit katsayıyı, β_i birinci dereceden terim katsayılarını, β_{ii} ikinci dereceden terim katsayılarını, ve β_{ij} etkileşim terimlerine ait katsayıları ifade etmektedir. Genel eşitlik formu $Z = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=i+1}^3 \beta_{ij} X_i X_j$

*, anlamlı $p \leq 0.05$; **, anlamlı $p \leq 0.01$; ***, anlamlı $p \leq 0.001$; ^{ns}, anlamlı değil ($p > 0.05$).

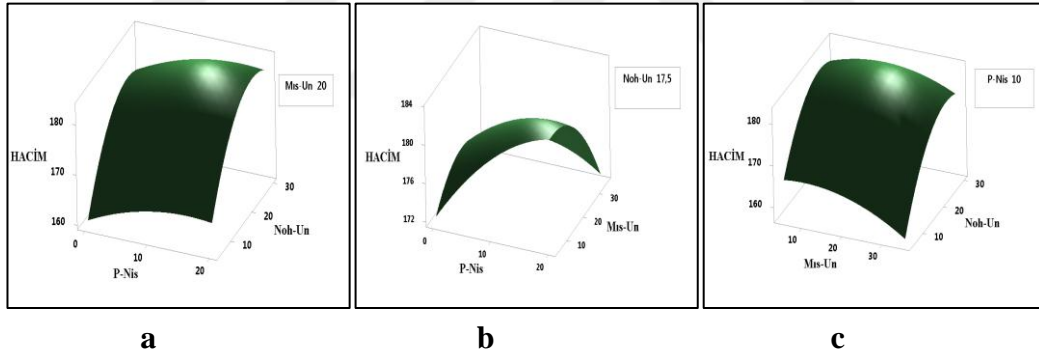
Çizelge 4.6 ve 4.8'den de görüleceği gibi glutensiz ekmek örneklerinin hacim değeri farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin miktarına göre değişmiştir. Çizelge 4.8'de hacim analizine ait regrasyon katsayısı ve modelin anlamlılığı, glutensiz ekmek formülasyonu optimizasyonu için hacim değerinin kullanılabilirliğini göstermiştir. Modelin, lineer terimlerine kuadratik ve interaksiyon etki terimlerinin eklenmesi ile

R^2 değerinin artarak daha anlamlı hale geldiği belirlendiği için modele tüm terimler eklenmiştir.

Regrasyon katsayısı hesaplama prosesinde çıktılardan biridir. Bu terim model varyasyonunun bir ölçümü olarak değerlendirilir. R^2 'nin 1 (100) olması modelin verilere mükemmel şekilde uyduğunu 0 olması ise verilere hiç uymadığını gösterir (Shamun vd., 2017).

Skara vd. (2013), tarafından yapılan çalışmada; buğday unundan yapılan ekmeklerde inülin, pektin ve guar gamin optimizasyonunun yapıldığı çalışmada ekmek analizlerinden hacim parametresi için R^2 değerin düşük olduğu (%64) ve modelin optimizasyon için kabul edilmez olduğu bildirilmiştir.

Hacim değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri şekil 4.4'de verilmiştir.



şekil 4.4. Hacim değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri (P-Nis:Patates nişastası,Noh-un:Nohut unu, Mıs-un: Mısır unu)

şekil 4.4. ve ilgili model (izelge 4.8) incelendiğinde, hacim değerinde nohut ununun önemli olduğu, bu değerin nohut unu oranının %15-20 oranında ilavesine kadar arttığı fakat bu orandan fazlasının hacmin azalmasına sebep olduğu belirlenmiştir. Aynı durum patates nişastasının %8-10 oranında kullanılması ile söylenbilir. Fakat patates nişastasının sebep olduğu azalış ve artış miktarı nohut ununa göre oldukça azdır. şekil 4.4.a'ya göre, patates nişastasının %8-10, nohut ununun % 15-20 oranlarında kullanılması durumunda hacim en yüksek değeri almıştır.

Patates nişastası ve mısır ununun ekmeklerin hacim değeri üzerindeki etkileri Şekil 4.4.b'de verilmiştir. Her iki formülasyon bileşeninin etkileri diğer bileşenin durumuna göre farklılık göstermektedir. Patates nişastasının düşük konsantrasyonda kullanıldığı üretimlerde mısır unun artışı başlangıçta hacim değerlerinde artışa neden olurken belli bir değer aralığından sonra azalma göstermiştir.

Şekilden görüldüğü üzere (4.4.b), nohut ununun sabit tutulduğu durumda, mısır ununun kullanılmadığı fakat patates nişastasının en yüksek oranda kullanıldığında hacim değeri en yüksek değerini almıştır. Mısır unundaki artış başlangıçta hacim değerlerinde artışa neden olurken belli bir değer aralığından sonra azalmaya sebep olmuştur.

Şekil 4.4.c'de görüldüğü üzere, nohut unundaki artış başlangıçta hacim değerlerinde artışa neden olurken belli bir değer aralığından sonra azalma göstermiştir. Patates nişastası sabit tutulduğu zaman nohut ununun kullanılmadığı aynı zamanda mısır ununun da en yüksek oranda kullanıldığı durumda hacim en düşük değerini almıştır.

4.5.1.3. Glutensiz ekmek örneklerinin spesifik hacim değeri

Farklı oranlarda pirinç unu, nohut unu, mısır unu, patates nişastası ve mısır nişastası kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen glutensiz ekmeklerin spesifik hacim (sp hacim) değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$Y= 1.0293 + 0.01132 PN + 0.01246 NU + 0.00667 MU - 0.000216 PN*PN - 0.000198 NU*NU - 0.000135 MU*MU - 0.000381 PN*MU \quad (4.4)$$

Glutensiz ekmek üretiminde farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin glutensiz ekmek örneklerinin spesifik hacim değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin, glutensiz ekmek örneklerinin spesifik hacim değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları

Katsayılar	Spesifik Hacim	Seqss	Adj ms	F-değeri	P-değeri
β_0	1.0293	0.070611	0.010087	17.03	0.001
β_1	0.01132 ^{ns}	0.000313	0.000313	0.53	0.491
β_2	0.01246***	0.038011	0.038011	64.19	0.000
β_3	0.00667**	0.011648	0.011648	19.67	0.003
β_{11}	-0.000216 ^{ns}	0.001106	0.001722	2.91	0.132
β_{22}	-0.000198*	0.003051	0.003548	5.99	0.044
β_{33}	-0.000135*	0.003406	0.003406	5.75	0.048
β_{12}	-	-	-	-	-
β_{13}	-0.000381**	0.013076	0.013076	22.08	0.002
β_{23}	-	-	-	-	-
Model	***				
R^2	94.45				
R^2_{adj}	88.91				
Uyum eksikliği		0.004134	0.000827	140.26	0.007
Saf hata		0.000012	0.000006		
Toplam		0.074756			

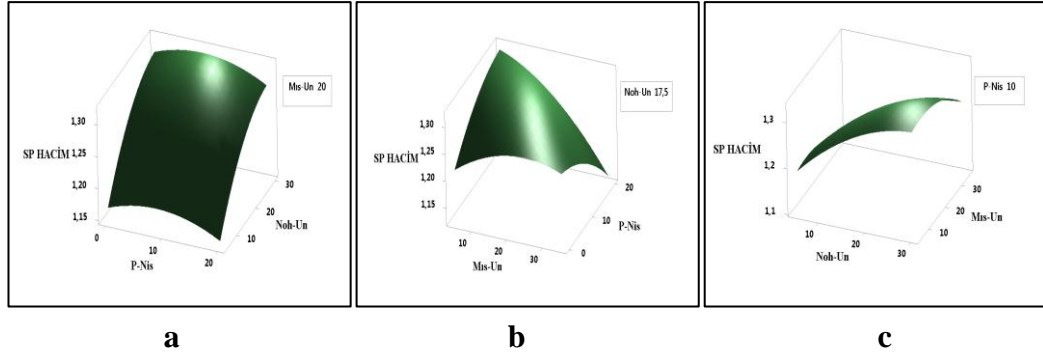
β_0 sabit katsayıyı, β_i birinci dereceden terim katsayılarını, β_{ii} ikinci dereceden terim katsayılarını, ve β_{ij} etkileşim terimlerine ait katsayıları ifade etmektedir. Genel eşitlik formu $Z = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=i+1}^3 \beta_{ij} X_i X_j$

*, anlamlı $p \leq 0.05$; **, anlamlı $p \leq 0.01$; ***, anlamlı $p \leq 0.001$; ^{ns}, anlamlı değil ($p > 0.05$).

Çizelge 4.6 ve 4.9'dan da görüleceği gibi glutensiz ekmek örneklerinin spesifik hacim değeri farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin miktarına göre değişmiştir. Çizelge 4.9'da spesifik hacim analizine ait regrasyon katsayısı ve modelin anlamlılığı, glutensiz ekmek formülasyonu optimizasyonu için spesifik hacim değerinin kullanılabilceğini göstermiştir.

Farklı olarak Skara vd. (2013), tarafından yapılan çalışmada; spesifik hacim için regrasyon katsayısı düşük olduğu ve modelin optimizasyon için kabul edilmez olduğu bildirilmiştir.

Spesifik hacim değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri Şekil 4.5'de verilerek açıklanmıştır.



Şekil 4.5. Spesifik hacim değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri (P-Nis:Patates nişastası,Noh-un:Nohut unu, Mıs-un: Mısır unu)

Şekil 4.5.a ve ilgili model (Çizelge 4.9) incelendiğinde, nohutunun spesifik hacmi önemli oranda etkilediği belirlenmiştir. Spesifik hacim değeri, nohutunun %15-20 ilavesine kadar artarken bu orandan fazlası bu değerin azalmasına sebep olmuştur. Mohammed (2012), tarafından nohutunun hamur ve ekmek kalitesine etkisinin belirlendiği çalışmada; formülasyona nohut unu ilavesinin artışına bağlı olarak spesifik hacmin azaldığı raporlanmıştır. Kohajdova vd. (2011), tarafından yapılan çalışmada; buğday unu krakerlerine %10'dan fazla nohut unu ilavesi ile krakerlerin hacminde ve fiziksel özelliklerinde olumsuzluğa sebep olduğu belirlenmiştir. Patates nişastasının da %10 ilavesine kadar spesifik hacim artarken bu orandan fazlası spesifik hacim değerinin azalmasına sebep olmuştur.

Şekil 4.5.b ve ilgili modelden (Çizelge 4.9) görüldüğü gibi mısır unu ve patates nişastasının interaksiyon etkileri vardır. Mısır ununun %10-20 oranında kullanılması ile spesifik hacim değeri artarken %20 oranından daha fazla kullanılması bu değeri azaltmıştır. Mısır ununun hiç kullanılmadığı durumda patates nişastası spesifik hacim değerinde artışa sebep olmuştur. Spesifik hacim en yüksek değerini mısır ununun kullanılmadığı, patates nişastasının en fazla kullanıldığı durumda almıştır. Spesifik hacim değeri, nohutunun %20-25 ilavesine kadar artarken bu orandan fazlası bu değerinin azalmasına sebep olmuştur (Şekil 4.5.c). Mısır ununun kullanılmadığı, nohutunun %20-25 oranında kullanıldığı durumda spesifik hacim değeri en yüksek değerini; nohutunun kullanılmadığı fakat mısır ununun maksimum seviyede kullanıldığı durumda ise en düşük değerini aldığı tespit edilmiştir.

4.5.2. Glutensiz ekmek örneklerinin renk değerleri

Glutensiz un formülasyonunun belirlemek için oluşturulmuş deneme deseni sonucu üretilen ekmeklerde yapılan paket programın verdiği deneme noktalarındaki örneklere ait renk analizlerin sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Glutensiz ekmek örneklerine ait renk analiz sonuçlarının ortalama değerleri

Deneme	L	a	b	ΔE
1	58.08±0.60	4.61±0.25	17.99±0.32	14.28±0.59
2	64.81±1.41	1.28±0.03	14.46±1.74	22.31±1.06
3	56.26±0.25	6.07±0.16	21.40±0.04	11.99±0.29
4	57.26±0.99	5.20±0.56	22.09±0.38	13.34±1.01
5	53.14±0.87	9.64±0.34	22.28±0.46	7.94±0.97
6	48.60±0.97	10.01±0.02	19.61±0.34	3.25±0.79
7	51.96±1.03	9.66±0.34	21.33±0.38	6.23±1.09
8	57.26±0.46	5.48±0.09	21.51±0.16	13.15±0.40
9	57.91±0.57	4.80±0.14	20.22±0.50	13.92±0.57
10	67.98±0.53	1.12±0.05	15.86±0.38	24.82±0.53
11	69.46±0.29	1.02±0.03	12.02±0.03	27.09±0.25
12	57.56±0.20	4.71±0.49	20.91±0.53	13.70±0.27
13	50.09±0.33	10.23±0.51	21.64±0.47	4.82±0.60
14	60.77±0.85	5.28±0.31	20.47±0.14	16.25±0.90
15	61.30±0.60	2.43±0.20	18.74±0.34	18.08±0.63

Farklı oranlarda pirinç unu, nohut unu, mısır unu, patates nişastası ve mısır nişastası kullanılarak oluşturulan ön deneme ekmek örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerleri analiz edilerek aşağıdaki formüle göre ΔE değerleri hesaplanmıştır. Kontrol grup olarak ekmeklik buğday unundan ekmek örneği üretilip onun kabuk rengi dikkate alınmıştır. Burada Δ , farklılığı göstermektedir.

Farklılık, Öklid renk düzlemindeki koordinatlar olarak X, Y ve Z'nin alınması yoluyla kolayca hesaplanabilmektedir. Böylece, renk farklılığı, düzlemde standart numune ve ölçüm yapılan (standart numune ile karşılaştırılan) numuneye ait değerler arasındaki mesafedir ve Pisagor teoreminin üç boyuta uygulanması ile hesaplanabilmektedir (Öner, 2001)

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2)} \quad (4.5)$$

Denkleimde verilen $\Delta a = a_{kontrol} - a_{örnek}$; $\Delta b = b_{kontrol} - b_{örnek}$; $\Delta L = L_{kontrol} - L_{örnek}$ dir.

Renk farklılıklarının ΔL^* , Δa^* ve Δb^* şeklinde üç bileşene ayrılır ve L^* numune – L^* standart işleminin değerinin pozitif olması numunenin standarttan daha açık olduğunu, negatif olması ise daha koyu olduğunu göstermektedir (Öner, 2001).

Yanıt yüzey yöntemine göre kurulan glutensiz ekmek örneklerine ait ΔE aynı paket programda oluşturulan deneme desenine göre ayrı incelenmiştir.

4.5.2.1. Glutensiz ekmek örneklerinin ΔE değeri

Glutensiz ekmek üretiminde farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin glutensiz ekmek örneklerinin ΔE değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin glutensiz ekmek örneklerinin ΔE değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları

Katsayılar	ΔE	seqss	Adj ms	F-değeri	P-değeri
β_0	32.62	675.382	75.042	62.36	0.000
β_1	0.014*	13.834	13.834	11.50	0.019
β_2	-1.068***	613.550	613.550	509.89	0.000
β_3	-0.284**	30.498	30.498	25.35	0.004
β_{11}	0.00450 ^{ns}	0.649	0.748	0.62	0.466
β_{22}	0.00346 ^{ns}	1.106	1.077	0.89	0.388
β_{33}	-0.00033 ^{ns}	0.021	0.021	0.02	0.901
β_{12}	0.00436 ^{ns}	1.188	1.188	0.99	0.366
β_{13}	-0.00103 ^{ns}	0.096	0.096	0.08	0.789
β_{23}	0.01013*	14.440	14.440	12.00	0.018
Model	***				
R^2	99.12				
R^2_{adj}	97.53				
Uyum eksikliği		5.702	1.901	12.08	0.077
Saf hata		0.315	0.157		
Toplam		681.399			

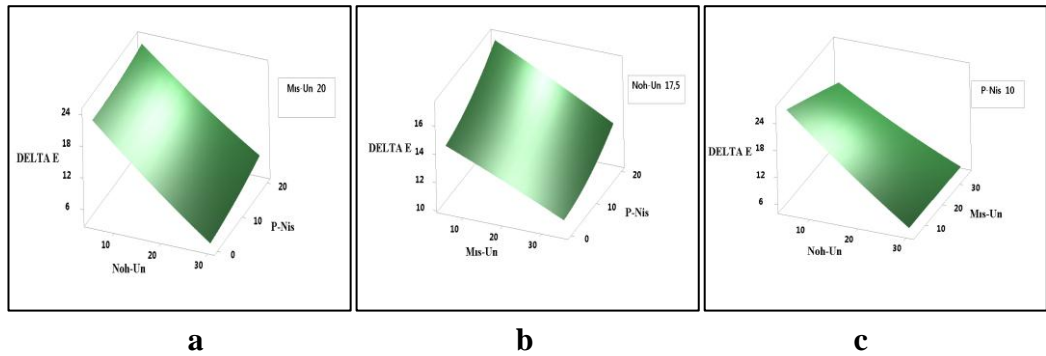
β_0 sabit katsayıyı, β_i birinci dereceden terim katsayılarını, β_{ii} ikinci dereceden terim katsayılarını, ve β_{ij} etkileşim terimlerine ait katsayıları ifade etmektedir. Genel eşitlik formu $Z = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=i+1}^3 \beta_{ij} X_i X_j$

*, anlamlı $p \leq 0.05$; **, anlamlı $p \leq 0.01$; ***, anlamlı $p \leq 0.001$; ^{ns}, anlamlı değil ($p > 0.05$).

15 farklı glutensiz ekmek örneğinin ΔE değerinin 3.25- 27.09 aralığında olduğu belirlenmiştir. Farklı oranlarda pirinç unu, nohut unu, mısır unu, patates nişastası ve mısır nişastası kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen glutensiz ekmeklerin ΔE değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$Y = 32,62 - 0,014 PN - 1,068 NU - 0,284 MU + 0,00450 PN*PN + 0,00346 NU*NU - 0,00033 MU*MU + 0,00436 PN*NU - 0,00103 PN*MU + 0,01013 NU*MU \quad (4.6)$$

Çizelge 4.10 ve 4.11’den de görüleceği gibi glutensiz ekmek örneklerinin ΔE değeri farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin miktarına göre değişmiştir. Çizelge 4.11’de ΔE analizine ait regrasyon katsayısı ve modelin anlamlılığı, glutensiz ekmek formülasyonu optimizasyonu için ΔE değerinin kullanılabilirliğini göstermiştir. Modelin, lineer terimlere kuadratik ve interaksiyon etki terimlerinin eklenmesi ile R^2 değerinin artarak daha anlamlı hale geldiği belirlendiği için modele tüm terimler eklenmiştir. Uyum eksikliği de, elde edilen modelin matematiksel formunun deneysel veriyi temsil etmek için uygun olup olmadığını belirler (Myers and Montgomery, 1995). Bu değer $p > 0.005$ olması istenir. ΔE değerinde uyum eksikliği değeri istenen düzeydedir. ΔE değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6. ΔE değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri (P-Nis:Patates nişastası,Noh-un:Nohut unu, Mıs-un: Mısır unu)

Şekil 4.6.a ve ilgili model (Çizelge 4.11) incelendiğinde, nohut unu ve patates nişastasına ait sadece birinci dereceden terimler önemli bulunmuştur. Nohut unu oranının artmasına paralel ΔE değeri önemli oranda azalırken patates nişastasının

artışına bağlı olarak ΔE değerinin bir miktar arttığı belirlenmiştir. ΔE değeri nohut ununun kullanılmadığı, patates nişastasının ise en yüksek oranda kullanıldığı durumda en yüksek değeri almıştır. Şekil 4.6.b'den de görüldüğü üzere, mısır ununun miktarının artması ile lineer olarak ΔE değeri azalmıştır.

Nohut unu ve mısır ununun glutensiz ekmeklerin ΔE değeri üzerindeki etkisi şekil 4.6.c'de görülmektedir. Her iki formülasyon bileşeninin etkileri diğer bileşenin durumuna göre farklılık göstermektedir. Nohut ununun düşük konsantrasyonda kullanıldığı durumda mısır ununun formülasyondaki artışı ΔE değerinin azalmasına neden olmuştur.

4.5.3. Glutensiz ekmek örneklerinin tekstür profil analizleri (TPA)

Glutensiz un formülasyonunun belirlemek için oluşturulmuş deneme deseni sonucu üretilen ekmeklerde yapılan paket programın verdiği deneme noktalarındaki örneklere ait tekstür analizlerinin sonuçları Çizelge 4.12'de; ekmeklerin TPA grafikleri ise Ek B'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Glutensiz ekmek örneklerine ait tekstürel analiz sonuçlarının ortalama değerleri

Deneme	Sertlik(g)	Çiğnenebilirlik	Esneklik
1	25410.61	12788.21	0.29±0.04
2	18465.12	7948.67	0.25±0.02
3	34586.33	13372.11	0.29±0.01
4	30927.82	14961.39	0.31±0.01
5	29587.44	15041.01	0.33±0.03
6	29499.86	13588.43	0.26±0.03
7	18127.04	8695.41	0.28±0.03
8	24732.53	11828.67	0.29±0.00
9	24813.93	11970.66	0.28±0.00
10	23424.41	10695.10	0.28±0.00
11	37119.17	15039.26	0.29±0.05
12	24659.65	11745.52	0.29±0.00
13	30858.93	10666.36	0.23±0.01
14	35368.01	18662.87	0.34±0.01
15	24591.10	9024.143	0.24±0.01

Farklı oranlarda pirinç unu, nohut unu, mısır unu, patates nişastası ve mısır nişastası kullanılarak oluşturulan ön deneme ekmek örneklerinin tesktürel özelliklerinden sertlik, çiğnenebilirlik ve esneklik değerleri belirlenmiştir.

Yanıt yüzey yöntemine göre kurulan glutensiz ekmek örneklerine ait tesktürel değerleri aynı paket programda oluşturulan deneme desenine göre ayrı incelenmiştir.

4.5.3.1. Glutensiz ekmek örneklerinin sertlik değeri

Glutensiz ekmek üretiminde farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin glutensiz ekmek örneklerinin sertlik değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin, glutensiz ekmek örneklerinin sertlik değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları

Katsayılar	Sertlik	Seqss	Adj ms	F-değeri	P-değeri
β_0	34375	343201645	38133516	1.66	0.299
β_1	325	16090826	16090826	0.70	0.440
β_2	-152	2501499	2501499	0.11	0.755
β_3	-1145	3049651	3049651	0.13	0.730
β_{11}	22	14845087	17935623	0.78	0.417
β_{22}	-10.8	15633608	10609938	0.46	0.527
β_{33}	20.6	79282899	79282899	3.46	0.122
β_{12}	-9.7	5933411	5933411	0.26	0.633
β_{13}	-22.7	46348237	46348237	2.02	0.214
β_{23}	33.7	159516428	159516428	6.95	0.046
Model	ns				
R^2	74.95				
R^2_{adj}	29.87				
Uyum eksikliği		114679260	38226420	6417.10	0.000
Saf hata		11914	5957		
Toplam		457892819			

β_0 sabit katsayıyı, β_i birinci dereceden terim katsayılarını, β_{ii} ikinci dereceden terim katsayılarını, ve β_{ij} etkileşim terimlerine ait katsayıları ifade etmektedir. Genel eşitlik formu $Z = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=i+1}^3 \beta_{ij} X_i X_j$

*, anlamlı $p \leq 0.05$; **, anlamlı $p \leq 0.01$; ***, anlamlı $p \leq 0.001$; ns, anlamlı değil ($p > 0.05$).

15 farklı glutensiz ekmek örneğinin sertlik değerinin 37119.17g- 18127.04g aralığında olduğu belirlenmiştir. Farklı oranlarda pirinç unu, nohut unu, mısır unu, patates nişastası ve mısır nişastası kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre

elde edilen glutensiz ekmeklerin sertlik değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$Y = 34375 + 325 PN - 152 NU - 1145 MU + 22,0 PN*PN - 10,8 NU*NU + 20,6 MU*MU - 9,7 PN*NU - 22,7 PN*MU + 33,7 NU*MU \quad (4.7)$$

Çizelge 4.12 ve 4.13'den de görüleceği gibi glutensiz ekmek örneklerinin sertlik değeri farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin miktarına göre değişmiştir. Çizelge 4.13'de sertlik analizine ait modelin anlamlı olmadığı gözlemlenmiştir. Bu yüzden glutensiz ekmek formülasyonu optimizasyonu için bu değer kullanılamayacağı belirlenmiştir.

Benzer olarak, Skara vd. (2013), tarafından yapılan çalışmada; buğday unundan yapılan ekmeklerde inülin, pektin ve guar gamin optimizasyonunun yapıldığı çalışmada ekmek analizlerinden sertlik parametresi için R^2 değeri yüksek olduğu (%85) ve modelin optimizasyon için kullanıldığı bildirirken, Villarino vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada da; sertlik değeri için R^2 değerinin yüksek olduğu (%90) bildirilmiştir.

Skara vd. (2013), tarafından yapılan çalışmada; sertlik için regresyon katsayısı %80 den yüksek olduğu için güvenilir olarak düşünülmüş optimizasyon için kullanıldığı belirtilmiştir.

Bu çalışmadan farklı olarak, Vulicevic vd. (2004), tarafından yapılan çalışmada; sertlik için R^2 değerinin düşük olduğu ve bu parametrenin optimizasyonda kullanılamayacağı bildirilmiştir.

4.5.3.2. Glutensiz ekmek örneklerinin çiğnenebilirlik değeri

15 farklı glutensiz ekmek örneğinin çiğnenebilirlik değerinin 7948.67-15041.01 aralığında olduğu belirlenmiştir. Farklı oranlarda pirinç unu, nohut unu, mısır unu, patates nişastası ve mısır nişastası kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen glutensiz ekmeklerin çiğnenebilirlik değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$Y = 12396-72 PN+327 NU-364 MU+20,3 PN*PN-13,18 NU*NU+4,75 MU*MU-2,59 PN*NU-7,14 PN*MU+10.65 NU*MU \quad (4.8)$$

Glutensiz ekmek üretiminde farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin glutensiz ekmek örneklerinin çığnenebilirlik değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin, glutensiz ekmek örneklerinin çığnenebilirlik değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları

Katsayılar	Çığnenebilirlik	seqss	Adj ms	F-değeri	P-değeri
β_0	12396	85588536	9509837	1.67	0.297
β_1	-72	17003073	17003073	2.99	0.144
β_2	327	3490123	3490123	0.61	0.469
β_3	-364	6411326	6411326	1.13	0.337
β_{11}	20.3	16476402	15214649	2.68	0.163
β_{22}	-13.18	17042746	15667373	2.76	0.158
β_{33}	4.75	4210951	4210951	0.74	0.429
β_{12}	-2.59	418513	418513	0.07	0.797
β_{13}	-7.14	4591115	4591115	0.81	0.410
β_{23}	10.65	15944288	15944288	2.80	0.155
Model	ns				
R^2	75.07				
R^2_{adj}	30.18				
Uyum eksikliği		28404374	9468125	730.53	0.001
Saf hata		25921	12961		
Toplam		114018831			

β_0 sabit katsayıyı, β_i birinci dereceden terim katsayılarını, β_{ii} ikinci dereceden terim katsayılarını, ve β_{ij} etkileşim terimlerine ait katsayıları ifade etmektedir. Genel eşitlik formu $Z = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=i+1}^3 \beta_{ij} X_i X_j$

*, anlamlı $p \leq 0.05$; **, anlamlı $p \leq 0.01$; ***, anlamlı $p \leq 0.001$; ns, anlamlı değil ($p > 0.05$).

Çizelge 4.12 ve 4.14’den de görüleceği gibi glutensiz ekmek örneklerinin çığnenebilirlik değeri farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin miktarına göre değişmiştir. Çizelge 4.14’de çığnenebilirlik analizine ait R^2 değerinin yüksek fakat modelin anlamlı olmadığı gözlemlenmiştir. Bu yüzden glutensiz ekmek formülasyonu optimizasyonu için çığnenebilirlik değerinin kullanılmayacağı belirlenmiştir.

Bu çalışmadan farklı olarak, Skara vd. (2013), tarafından yapılan; buğday unundan yapılan ekmeklerde inülin, pektin ve guar gamın optimizasyonunun yapıldığı

çalışmada ekmek analizlerinden çığnenebilirlik parametresi için R^2 değerinin yüksek olduğu (%89) ve modelin optimizasyon için kullanıldığı bildirilmiştir. Salinas ve Puppo (2015), tarafından yapılan çalışmada da; çığnenebilirlik değeri için R^2 değerinin yüksek olduğu bildirilmiştir.

4.5.3.3. Glutensiz ekmek örneklerinin esneklik değeri

Farklı oranlarda pirinç unu, nohut unu, mısır unu, patates nişastası ve mısır nişastası kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen glutensiz ekmeklerin esneklik değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$Y = 0,2469 - 0,00125 PN + 0,00679 NU - 0,001119 MU + 0,000178 PN * PN - 0,000180 NU * NU \quad (4.9)$$

Glutensiz ekmek üretiminde farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin glutensiz ekmek örneklerinin esneklik değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin, glutensiz ekmek örneklerinin esneklik değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları

Katsayılar	Esneklik	Seqss	Adj ms	F-değeri	P-değeri
β_0	0.2469	0.011207	0.002241	8.67	0.003
β_1	-0.00125**	0.004250	0.004250	16.43	0.003
β_2	0.00679 ^{ns}	0.000312	0.000312	1.21	0.300
β_3	-0.001119*	0.002254	0.002254	8.72	0.016
β_{11}	0.000178 ^{ns}	0.001462	0.001174	4.54	0.062
β_{22}	-0.000180**	0.002929	0.002929	11.33	0.008
β_{33}	-				
β_{12}	-				
β_{13}	-				
β_{23}	-				
Model	**				
R^2	82.80				
R^2_{adj}	73.25				
Uyum eksikliği		0.002273	0.000325	11.99	0.079
Saf hata		0.000054	0.000027		
Toplam		0.013535			

β_0 sabit katsayıyı, β_i birinci dereceden terim katsayılarını, β_{ii} ikinci dereceden terim katsayılarını, ve β_{ij} etkileşim terimlerine ait katsayıları ifade etmektedir. Genel eşitlik formu $Z = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=i+1}^3 \beta_{ij} X_i X_j$

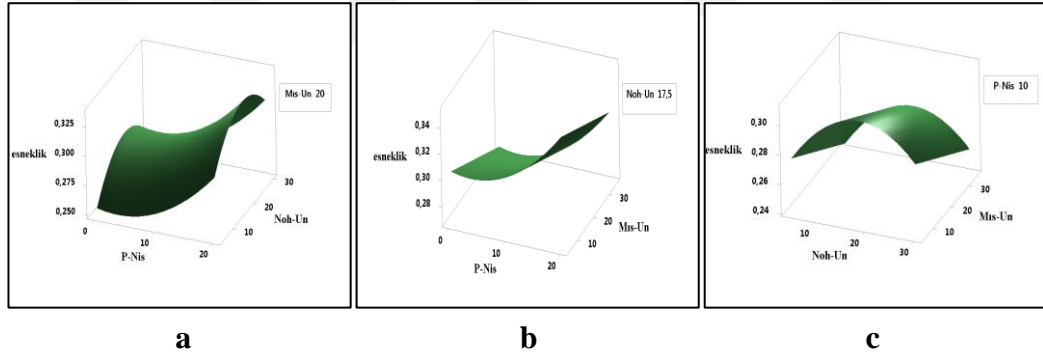
*, anlamlı $p \leq 0.05$; **, anlamlı $p \leq 0.01$; ***, anlamlı $p \leq 0.001$; ^{ns}, anlamlı değil ($p > 0.05$).

Çizelge 4.12 ve 4.15’den de görüleceği gibi glutensiz ekmek örneklerinin esneklik değeri farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin miktarına göre değişmiştir. 15 farklı glutensiz ekmek örneğinin esneklik değerinin 0.23-0.34 aralığında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.15’de esneklik analizine ait regrasyon katsayısı ve modelin anlamlılığı, glutensiz ekmek formülasyonu optimizasyonu için esneklik değerinin kullanılabilmesini göstermiştir.

Farklı olarak, Skara vd. (2013), tarafından yapılan; buğday unundan yapılan ekmeklerde inülin, pektin ve guar gamın optimizasyonunun yapıldığı çalışmada ekmek analizlerinden esneklik parametresi için R^2 değerin düşük olduğu (% 67) ve modelin optimizasyon için kullanılmadığı bildirilmiştir.

Esneklik değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri Şekil 4.7’de verilerek açıklanmıştır.



Şekil 4.7. Esneklik değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri (P-Nis:Patates nişastası,Noh-un:Nohut unu, Mıs-un: Mısır unu)

Şekil 4.7.a’den görüldüğü üzere nohut unundaki artış başlangıçta esneklik değerlerinde artışa neden olurken %20 oranından sonra azalma göstermiştir. Patates nişastasının en yüksek oranda, nohut ununda %15-%20 oranında kullanılması ekmeklerin esnekliklerinin maksimum olmasını sağlamıştır. Patates nişastası ve mısır ununun ekmeklerin esneklik değeri üzerindeki etkileri Şekil 4.7.b’de görülmektedir. Her iki formülasyon bileşeninin etkileri diğer bileşenin durumuna göre farklılık göstermektedir. Mısır ununun düşük konsantrasyonda kullanıldığı

üretimlerde patates nişastasının miktarındaki artış esneklik değerini arttırmıştır. Öte yandan bu etki mısır ununun miktarındaki artışla birlikte esneklik değerlerinde de artışa neden olsa da mısır ununun kullanım oranının artması totalde esnekliğin azalmasına yol açmıştır.

Şekil 4.7.c’de görüldüğü üzere ekmeklerin esneklik değerleri üzerinde mısır ununun etkisi doğrusal olarak belirlenmiştir. Bu durum elde edilmiş olan modelde de gözlenmektedir. İlgili eşitlikte mısır ununa ait birinci ve ikinci dereceden terim önemli bulunmuştur. Mısır unundaki artış ekmeklerin esneklik değerlerinde lineer bir azalışa neden olmuştur. Nohut unundaki artış başlangıçta esneklik değerlerinde artışa neden olurken belli bir değer aralığından sonra azalma göstermiştir.

4.5.4. Glutensiz ekmek örneklerinin duyu analizleri

Glutensiz un formülasyonunu belirlemek için oluşturulmuş deneme deseni sonucu üretilen ekmeklerde yapılan (paket programın verdiği deneme noktalarındaki) örneklere ait duyu analizlerinin sonuçları Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Glutensiz ekmek örneklerine ait duyu analiz sonuçlarının ortalama değerleri

Deneme	Duyu Kabuk Rengi	Genel Kabul Edilebilirlik
1	4.12±1.05	3.00±0.50
2	2.88±1.19	2.66±0.81
3	4.25±0.66	3.00±1.00
4	4.00±0.86	3.55±0.68
5	3.87±0.59	3.44±0.68
6	3.33±1.24	3.62±0.85
7	3.88±0.87	3.62±0.69
8	3.66±1.15	3.37±1.21
9	3.44±0.49	3.44±0.83
10	2.55±1.16	3.00±1.00
11	2.00±1.00	2.66±0.94
12	3.37±0.85	3.66±0.66
13	3.87±1.36	3.55±0.95
14	3.00±1.00	3.77±0.91
15	2.87±0.78	3.00±0.70

Farklı oranlarda pirinç unu, nohut unu, mısır unu, patates nişastası ve mısır nişastası kullanılarak oluşturulan ön deneme glutensiz ekmek örneklerinin duyuşal özelliklerinden kabuk rengi ve genel kabul edilebilirlik değeri incelenmiştir. Yanıt yüzey yöntemine göre kurulan glutensiz ekmek örneklerine ait duyuşal analiz değeri aynı paket programda oluşturulan deneme desenine göre ayrı ayrı incelenmiş ve aşağıda başlıklar halinde verilmiştir.

4.5.4.1. Glutensiz ekmeklerin duyuşal kabuk renk değeri

15 farklı glutensiz ekmek örneğinin duyuşal kabuk renk değeri 2.00-4.25 aralığında olduğu belirlenmiştir.

Glutensiz ekmek üretiminde farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin glutensiz ekmek örneklerinin duyuşal kabuk rengi değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin, glutensiz ekmek örneklerinin duyuşal kabuk rengi değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları

Katsayılar	Duyuşal kabuk rengi	seqss	Adj ms	F-değeri	P-değeri
β_0	1.650	4.42980	1.10745	8.42	0.003
β_1	-0.0146 ^{ns}	0.17014	0.17014	1.29	0.282
β_2	0.1659***	2.70604	2.70604	20.58	0.001
β_3	0.01655 ^{ns}	0.49308	0.49308	3.75	0.082
β_{11}	-				
β_{22}	-0.00341*	1.06054	1.06054	8.06	0.018
β_{33}	-				
β_{12}	-				
β_{13}	-				
β_{23}	-				
Model	**				
R^2	77.11				
R^2_{adj}	67.95				
Uyum eksikliği		1.26870	0.15859	6.83	0.134
Saf hata		0.04642	0.02321		
Toplam		5.74493			

β_0 sabit katsayıyı, β_i birinci dereceden terim katsayılarını, β_{ii} ikinci dereceden terim katsayılarını, ve β_{ij} etkileşim terimlerine ait katsayıları ifade etmektedir. Genel eşitlik formu $Z = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=i+1}^3 \beta_{ij} X_i X_j$

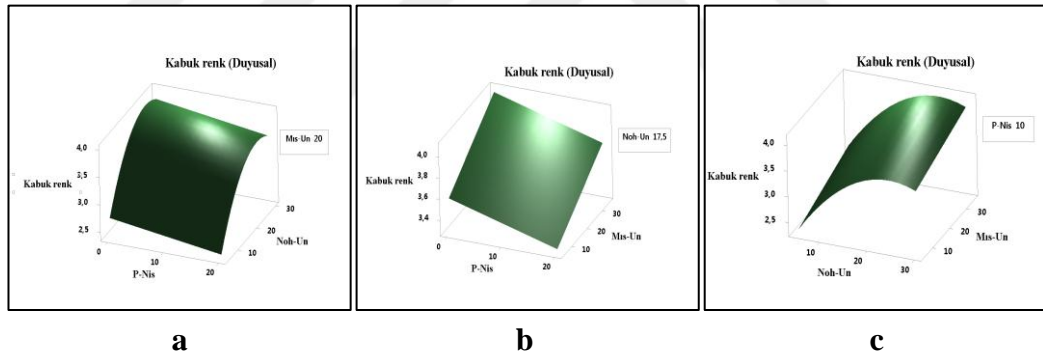
*, anlamlı $p \leq 0.05$; **, anlamlı $p \leq 0.01$; ***, anlamlı $p \leq 0.001$; ^{ns}, anlamlı değil ($p > 0.05$).

Farklı oranlarda pirinç unu, nohut unu, mısır unu, patates nişastası ve mısır nişastası kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen glutensiz ekmeklerin duyu kabuk renk değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait eşitlik ise aşağıda gösterilmiştir.

$$Y = 1.650 - 0.0146 PN + 0.1659 NU + 0.01655 MU - 0.00341 NU*NU \quad (4.10)$$

Çizelge 4.16. ve 4.17'den de görüleceği gibi glutensiz ekmek örneklerinin duyu kabuk rengi değeri farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin miktarına göre değişmiştir. Çizelge 4.17'de duyu kabuk renk analizine ait regresyon katsayısı ve modelin anlamlılığı, glutensiz ekmek formülasyonu optimizasyonu için bu değerlerin kullanılabilirliğini göstermiştir.

Duyu kabuk renk değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri Şekil 4.8'de verilerek açıklanmıştır.



Şekil 4.8. Duyu kabuk renk değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri (P-Nis:Patates nişastası,Noh-un:Nohut unu, Mıs-un: Mısır unu)

Şekil 4.8.a ve ilgili model (Çizelge 4.17.) incelendiğinde, kabuk rengi üzerinde birincil derece ve ikincil derece terimlerden sadece nohut ununun önemli olduğu belirlenmiştir. Nohut ununun glutensiz ekmek formülasyonuna %0 ile %15-20 oranında ilavesi ile kabuk renginin duyu beğenilirliğini arttırdığı fakat %20'den sonraki oranlarda nohut unu ilavesinin duyu kabuk rengine olumsuz etki ettiği sonucuna varılmıştır.

Mohammed (2012), tarafından nohut ununun hamur ve ekmek kalitesine etkisinin belirlendiği çalışmada; nohut unu miktarının artışına bağlı olarak ekmek kabuk ve iç rengi daha koyu renk almıştır. Nohut ununun %10 oranında kullanılması ile kontrol ekmeklere yakın renk özelliği verdiği raporlanmıştır.

Şekil 4.8.b'den görüleceği gibi, formülasyonda nohut ununun sabit olduğu durumda (%17.5), patates nişastasının artması ile kabuk rengi beğenilirliği lineer olarak azalmıştır. Bununla beraber mısır ununun artmasına bağlı olarak artış göstermiştir.

Şekil 4.8.c'den görüldüğü üzere, patates nişastasının sabit tutulduğu durumda, mısır oranının artmasına bağlı olarak duyusal kabuk rengi lineer olarak artmıştır. Nohut ununun ise %15-20 aralığında formülasyonda yer almasının olumlu, devamında ise olumsuz etkisi olduğu gözlenmiştir.

4.5.4.2. Glutensiz ekmeklerde genel kabul edilebilirlik değeri

15 farklı glutensiz ekmek örneğinin genel kabul edilebilirlik değerinin 2.66- 3.77 aralığında olduğu belirlenmiştir.

Farklı oranlarda pirinç unu, nohut unu, mısır unu, patates nişastası ve mısır nişastası kullanılarak oluşturulan deneme desenine göre elde edilen glutensiz ekmeklerin genel kabul edilebilirlik değeri üzerine etkisini ortaya koyan modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$Y= 2.298 + 0.01858 PN + 0.0751 NU + 0.00035 MU - 0.001311 NU*NU \quad (4.11)$$

Glutensiz ekmek üretiminde farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin glutensiz ekmek örneklerinin genel kabul edilebilirlik (GKE) değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin glutensiz ekmek örneklerinin genel kabul edilebilirlik (GKE) değeri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları

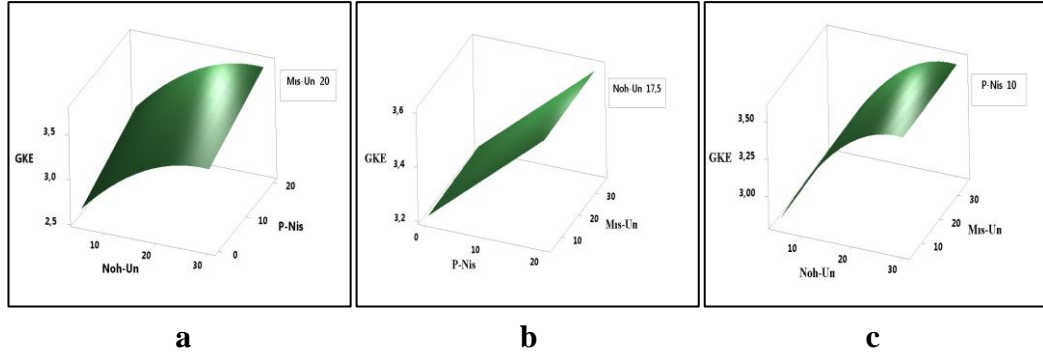
Katsayılar	Genel kabul edilebilirlik	Seqss	Adj ms	F-değeri	P-değeri
β_0	2.298	1.49633	0.37408	8.97	0.002
β_1	0.01858*	0.27607	0.27607	6.62	0.028
β_2	0.0751***	1.06337	1.06337	25.49	0.001
β_3	0.00035 ^{ns}	0.00022	0.00022	0.01	0.944
β_{11}	-				
β_{22}	0.001311 ^{ns}	0.15668	0.15668	3.76	0.081
β_{33}	-				
β_{12}	-				
β_{13}	-				
β_{23}	-				
Model	**				
R^2	78.20				
R^2_{adj}	69.48				
Uyum eksikliği		0.37077	0.04635	2.00	0.376
Saf hata		0.04642	0.02321		
Toplam		1.91353			

β_0 sabit katsayıyı, β_i birinci dereceden terim katsayılarını, β_{ii} ikinci dereceden terim katsayılarını, ve β_{ij} etkileşim terimlerine ait katsayıları ifade etmektedir. Genel eşitlik formu $Z = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=i+1}^3 \beta_{ij} X_i X_j$

*, anlamlı $p \leq 0.05$; **, anlamlı $p \leq 0.01$; ***, anlamlı $p \leq 0.001$; ^{ns}, anlamlı değil ($p > 0.05$).

Çizelge 4.16 ve 4.18'den de görüleceği gibi glutensiz ekmek örneklerinin genel kabul edilebilirlik değeri farklı oranlarda kullanılan hammaddelerin miktarına göre değişmiştir. Çizelge 4.18'de genel kabul edilebilirlik analizine ait regresyon katsayısı ve modelin anlamlılığı, glutensiz ekmek formülasyonu optimizasyonu için genel kabul edilebilirlik değerinin kullanılabilmesini göstermiştir. Vatsala vd., (2001) genel kabul edilebilirliğin ürün kalitesini değerlendirmede temel ölçütlerden olduğunu belirtmişlerdir. Villarino vd. (2015), tarafından yapılan ekmek optimizasyonu çalışmasında; genel kabul edilebilirlik değeri için R^2 değerinin yüksek olduğu (%99) bildirilmiştir.

Genel kabul edilebilirlik değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri Şekil 4.9'da verilerek açıklanmıştır.



Şekil 4.9. Genel kabul edilebilirlik değerine ait optimizasyon sonuçlarının üç boyutlu gösterimleri (P-Nis:Patates nişastası,Noh-un:Nohut unu, Mıs-un:Mısır unu)

Şekil 4.9.a ve ilgili model (Çizelge 4.18.) incelendiğinde, genel kabul edilebilirlik değeri üzerinde patates nişastasının etkisi doğrusal olarak belirlenmiştir. İlgili eşitlikte patates nişastasına ait sadece birinciden terim önemli bulunmuştur. Diğer bir ifade ile patates nişastasında ki artış ekmeklerin genel kabul edilebilirliğinde lineer bir artışa neden olmuştur. Patates nişastası ile birlikte nohutunun da %20-25'e kadar artması GKE değerinin artmasını sağlamıştır. Nohutunun bu değerlerden sonra ilave edilen miktarları GKE değerinin düşmesine sebep olmuştur.

Mohammed (2012), tarafından nohutunun hamur ve ekmek kalitesine etkisinin belirlendiği çalışmada; buğday ununa yer değiştirme prensibine göre %10, %20 ve %30 oranlarında nohut unu eklenmiştir. Örneklerin duyu analizinde nohut unu ilavesiyle kabul edilebilirliğin azaldığı rapor edilmiştir.

Kohajdova vd. (2011), tarafından yapılan çalışmada; ekmeklerin duyu değerlendirmesinde nohut unu miktarının artırılması son üründe baklagil tadı ve kokusunun yükselmesine sebep olduğu bildirilmiştir. Buresova vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; nohutunun tipik aroma ve tadının genel kabul edilebilirlikte azalmaya sebep olduğu bildirilmiştir.

Şekil 4.9.b ve ilgili model (Çizelge 4.18) incelendiğinde, mısır ununun GKE değeri için önemli olmadığı, patates nişastası oranının artmasını ile GKE değerinin arttığı belirlenmiştir. Şekil 4.9.c'den görüldüğü üzere, nohutunun %0 ile %20-25

oranında ilavesi GKE deęerinin artmasına fakat bu miktardan sonra ilave edilen nohut ununun GKE deęerinin dūşmesine sebep olduęu belirlenmiřtir.

4.6. Optimizasyon ile Glutensiz Ekmek Unu Formūlasyonu

Glutensiz ekmek formūlasyonu oluşturmak için farklı oranlarda pirinç unu (%20-75), nohut unu (%5-30), mısır unu (%5-35), mısır nişastası (%5) ve patates nişastası (%0-20) kullanılmıştır. Bu hammaddelerin formūlasyonda hangi miktarda kullanılacağını belirlemek için optimizasyon programından yararlanılmıştır.

Farklı özelliklerdeki glutensiz un (pirinç unu, nohut unu, mısır unu) ve niřastaların (mısır niřastası, patates niřastası) ekmek kalite parametrelerini (yūseklik, hacim, spesifik hacim, tekstūr ve duysal özellikler) nasıl etkiledięi belirlenmiřtir. Bu parametreler un formūlasyonunun istenen en iyi özellikte glutensiz ekmek yapımını oluřturması için incelenmiřtir.

Optimizasyon sistemine belirlenen kalite özelliklerinin hangi kriterde olması gerektiği izelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Glutensiz ekmek formūlasyonunun optimizasyon normları

Kriter	Seviye	nemlilik
Yūseklik	Maksimum	1
Hacim	Maksimum	1
Spesifik hacim	Maksimum	1
Esneklik	Maksimum	1
Duysal kabuk rengi	Maksimum	1
Genel kabul edilebilirlik	Maksimum	1
ΔE	Minumum	1

Minitap 17 Programındaki optimizasyon kademesine bağlı olarak, her bir değişken ve cevap için hedefler seçilebilmektedir. Muhtemel hedefler, yanıtlar için, “maksimum”, “minimum”, “hedeflenen bir değer (x)”, “aralıkta bir değer” veya “hiçbiri” olarak belirlenebilmekte ve bağımsız değişken bu sayede program tarafından kesin bir değere ayarlanabilmektedir (lmez, 2009). Bu şekilde, istenen hedefler programa girilmiş ve programdan, bu hedeflerin sağlanabilmesi için

optimum deneysel koşullar belirlenmiştir. Son olarak, saptanan optimum koşullarıyla da doğrulama örnekleri yapılmıştır.

Kabul edilebilirlik fonksiyonu her yanıt için 0 ve 1 arasındadır. İstenmeyen "0", ideal yanıt için "1" değerini alır. Belirli bir cevabın maksimize edilmesini, kcltlmesini veya hedef değer atanmasına bağlı olarak farklı kabul edilebilirlik fonksiyonları kullanılabilir (Derringer ve Suich 1980).

Hacim ekmeklerde albeniyi arttıran önemli bir kalite kriteridir. Yükseklik ve hacmin maksimum olarak belirlenmesindeki amaç, formülasyonda oluşturulacak olan glutensiz ekmeğin mümkün olan en yüksek hacim ve yükseklik değerinin almasının sağlanmasıdır.

Ekmek kalitesinin değerlendirilmesi üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda (Alvarez-Jubete vd., 2010; Dirim vd., 2014; Hayıt, 2014; Hejrani vd., 2017) ekmek hacminin kalite kriteri olarak önemli olduğunu belirtilmiştir.

Esneklik ürünün üzerine basınç uygulandığında eski halini almak için gösterdiği dirençtir bu yüzden yüksek olması istenmektedir. Yapılan farklı çalışmalarda (Onyango vd., 2010; Buresova vd., 2017; Paciulli vd., 2016; Martinez ve Gomez, 2017) ekmeklerin depolanması, ekmeklik buğday ununa farklı özelliklerde un ilaveleri ile esneklik değerinin azaldığı raporlanmıştır.

Duyusal değerlendirmelerden kabuk rengi ve genel kabul edilebilirlik değerlerinde en yüksek değerlere sahip olması istenmiştir. ΔE değeri üretilen ekmeklerin kabuk renginin buğday ununundan yapılan ekmeğin kabuk rengine en yakın olması istendiği için minimum olarak seçilmiştir.

Ekmek özelliklerinde belirlenen bu değerler sisteme girildiğinde sistemin oluşturduğu formülasyon izelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Glutensiz ekmek unu formülülasyonunun doğrulanması için yapılacak deneme formülasyon

FORMÜL	Yanıt (Response)	Seviye	Alt değer	Hedef değer	%95 CI	%95 PI
	GKE	Maksimum	2.66	3.77	3.35- 3.80	3.07- 4.09
	Duyusal kabuk rengi	Maksimum	2	4.25	3.16- 3.97	2.66- 4.47
	Yükseklik	Maksimum	31.94	35.23	33.08- 34.18	32.38- 34.88
Formül 0.7552 Desirability	Spesifik hacim	Maksimum	1.09	1.32	1.29- 1.36	1.26- 1.39
	Hacim	Maksimum	155	182.22	177.06- 187.25	173.07- 191.23
	ΔE	Minumum		3.25	8.16- 11.98	6.66- 13.48
	Esneklik	Maksimum	0.23	0.34	0.29- 0.33	0.26- 0.35
Patates nişastası: %12.32			Nohut unu: %24.53		Mısır unu: %5	

Optimum koşullardaki kabul edilebilirlik “Desirability” fonksiyonu değeri 0.7552 olarak belirlenmiştir. Optimizasyonun kabul edilebilirliği yüksek bulunmuştur ki zaten maksimum 1 olabilmektedir. Kabul edilebilirliğin yüksek olması bize seçtiğimiz modellerin uyumluluğunu ve optimizasyon işleminin güvenilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.20’den de görüleceği gibi glutensiz ekmek formülasyonu için kullanılması gereken patates nişastası miktarı %12.32, nohut unu miktarı %24.53 ve mısır unu miktarı %5 olarak belirlenmiştir.

4.7. Glutensiz Ekmek Unu Formülasyonunun Doğrulanması

Optimizasyon sisteminde belirlenen glutensiz ekmek formülasyonunun doğrulanması için Çizelge 4.20’de patates nişastası, nohut unu ve mısır unu için belirtilen oranlara ilaveten toplam glutensiz un formülasyon ağırlığı 1000 g olacak şekilde %5 mısır nişastası ve kalanı pirinç unu olacak şekilde eklenmiştir.

Oluşan hamur daha önce deneme deseni oluşturulmuş 15 farklı formülasyondan yapılan glutensiz ekmek üretim şartları değiştirilmeden ekmek haline getirilerek Çizelge 4.20’de belirlenen (yanıt) analizleri tekrarlanmıştır. Formülasyonun doğrulanması için yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.21’da verilmiştir.

Çizelge 4.21. Glutensiz ekmek unu formülülasyonunun doğrulama sonuçları

Analiz	Sonuç
Genel kabul edilebilirlik	3.66
Duyusal kabuk rengi	3.50
Yükseklik	33.80
Spesifik hacim	1.32
Hacim	183.33
ΔE	11.28
Esneklik	0.29

Çizelge 21 incelendiğinde sonuçların Çizelge 4.20’de belirtilen güven aralıklarından %95CI güven aralığına girdiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak optimizasyonu yapılarak oluşturulan glutensiz un formülasyonu olarak %12.32 patates nişastası, %24.53 nohut unu ve %5 mısır ununa ilaveten toplam formülasyon ağırlığı 1000 g olacak şekilde %5 mısır nişastası ve kalanı pirinç unu olacak şekilde oluşturulan formülasyonun kabul edilebileceği ve çalışmanın bundan sonra ki aşamalarında bu formülasyon kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

Bu formülasyonla oluşturulan glutensiz ekmek resmi Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.10. Optimizasyon sonucu kabul edilen formülasyonla üretilen ekmek resmi

4.8. Fermantasyon Süresi, Pişirme Sıcaklığı ve Pişirme Süresi İşlemleri İçin Yapılan Ön Denemeler

Ön denemeler, glutensiz ekmek üretiminde uygulanacak fermantasyon süresi, pişirme sıcaklığı ve pişirme süresi işlemleri için uygun değerlerin belirlenebilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

4.8.1. Glutensiz ekmek üretiminde uygun fermantasyon süresinin belirlenmesi için yapılan ön denemeler

Fermantasyon sırasında hamura, yoğurma ile üniform bir şekilde dağılmış maya, ortamdaki uygun şekerlere etki ederek, başlıca son ürün olan etil alkol ve karbondioksit meydana getirmektedir (Elgün ve Ertugay 2002).

Fermantasyon, özellikle tam tahıl, lifçe zengin ve glutensiz fırıncılık ürünlerinin duyusal kalitesini geliştirmektedir. Tahılların fermantasyonu sindirilemeyen polisakkaritlerin üretimini sağlayabilme veya bağırsak mikroflorası için kompleks tahıl liflerinin geçişini modifiye edebilme özelliğine sahiptir (Ertop ve Hayta 2016).

Glutensiz ekmek formülasyonu oluşturulduktan sonra (Çizelge 4.21) elde edilen son formülasyon kullanılarak üretilecek ekmeklerin uygun fermantasyon sürelerini belirleyebilmek amacıyla 30-60-90 ve 120 dakikalık 4 ayrı fermantasyon süresi uygulanarak ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir.

Her bir deneme sonucunda üretilen ekmeklerin hacim, ağırlık ve spesifik hacim değerleri ile genel görünüşleri karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Glutensiz ekmek üretiminde uygun fermantasyon süresini belirleyebilmek amacıyla yapılan ön deneme sonuçları¹

Fermantasyon süresi(dk)	Hacim (cm ³)	Ağırlık (g)	Spesifik hacim (cm ³ /g)
30	170.33 ^a	139.77 ^a	1.218 ^a
60	171.66 ^a	140.00 ^a	1.219 ^a
90	170.00 ^a	139.60 ^a	1.217 ^a
120	170.33 ^a	139.56 ^a	1.220 ^a

¹: Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 4.22’den görülebileceği gibi glutensiz ekmek üretiminde fermantasyon süresinin değişimi örneklerin hacim, ağırlık ve spesifik hacim değerlerini istatistiki olarak etkilememiştir. Fermantasyonda amaç mayanın çalışmasına süre verilerek ekmek hacminin yükseltilmesidir. Fakat glutensiz ekmeklerde maya tarafından oluşturulan CO₂ tutulmasını sağlayan bir yapının olmamasından dolayı süre artışına

rağmen ekmek hacmi değişmemiştir. Asıl ekmek denemelerinde ortalama bir süre olan 60 dakika fermantasyon süresinin kullanılmasına karar verilmiştir.

4.8.2. Glutensiz ekmek üretiminde uygun pişirme süresi ve sıcaklığının belirlenmesi için yapılan ön denemeler

Glutensiz ekmek örnekleri 60 dakikalık fermantasyon süresinden sonra 20, 30 ve 45 dk süreler ile 220 °C ve 230 °C’de fırın sıcaklığı kullanılarak her birisi ile ayrı ayrı ekmek denemeleri yapılmıştır. Üretilen ekmeklerin hacim, yükseklik, ağırlık, spesifik hacim ve ekmek kabuk rengi (L*, a*, b* ve ΔE) değerleri ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.23’ ve Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Glutensiz ekmek üretiminde uygun pişirme süresini belirleyebilmek amacıyla yapılan ön deneme sonuçları (fırın sıcaklığı 220 °C)¹

Pişirme süresi (dk)	Hacim (cm ³)	Yükseklik (mm)	Ağırlık (g)	Spesifik hacim (cm ³ /g)	L	a	b	ΔE
20	171.66 ^a	32.09 ^a	139.99 ^a	1.22 ^a	56.40 ^a	6.49 ^a	20.48 ^a	1.15 ^b
30	170.00 ^a	31.52 ^a	138.00 ^a	1.23 ^a	55.29 ^a	6.30 ^a	21.17 ^a	0.98 ^a
45	170.00 ^a	32.14 ^a	138.60 ^a	1.22 ^a	55.81 ^a	5.92 ^a	21.20 ^a	1.12 ^b

¹: Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 4.24. Glutensiz ekmek üretiminde uygun pişirme süresini belirleyebilmek amacıyla yapılan ön deneme sonuçları (fırın sıcaklığı 230 °C)

Pişirme süresi (dk)	Hacim (cm ³)	Yükseklik (mm)	Ağırlık (g)	Spesifik hacim (cm ³ /g)	L	a	b	ΔE
20	170.66 ^a	31.72 ^a	138.52 ^a	1.23 ^a	57.05 ^a	6.36 ^a	21.35 ^a	1.70 ^b
30	170.00 ^a	32.63 ^a	136.58 ^a	1.24 ^a	56.26 ^a	6.66 ^a	20.92 ^a	0.93 ^a
45	171.66 ^a	31.53 ^a	136.36 ^a	1.25 ^a	55.72 ^a	6.90 ^a	20.94 ^a	1.26 ^b

1: Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Pişirme süresi ve derecesi örneklerin hacim, yükseklik, ağırlık ve spesifik hacim değerleri üzerinde etkili olmamıştır. Bu beklenen bir durumken renk değerlerinden L, a ve b değerleri üzerinde de istatistiksel bir etki göstermemiştir. Glutensiz ekmekler ile ekmeklik buğday unu ile üretilen ekmeklerin renk değerleri ile belirlenen ΔE değerinde fark en az 30 dakika pişirme süresiyle olduğu için 30 dakikalık pişirme

süresi seçilmiştir. 220 ve 230 °C’lerde pişen örneklerin parametreleri sonuçlarında istatistiki bir fark olmadığı görülmüştür. 220 °C’de pişirilmesine karar verilmiştir.

4.9. Kısmi Dondurulmuş Glutensiz Kinoa Ekmeklerde Yapılan Analizler

4.9.1. Fiziksel analizler

4.9.1.1. En, boy, yükseklik değerleri

Optimizasyon sonucunda glutensiz un formülasyonu %12.32 patates nişastası, %24.53 nohut unu, %5 mısır unu, %5 mısır nişastası ve %53.15 pirinç unu olarak belirlenmiştir.

Bu glutensiz un formülasyonuna yer değiştirme prensibine göre %0, %5, %10, %20 ve %30 oranlarında ilave edilen kinoa unu ile hazırlanan un karışımlarından üretilen glutensiz ekmeklerin 1, 5, 10, 15, 30 ve 45. günlerde belirlenen en değerleri Çizelge 4.25’de, boy değerleri Çizelge 4.26’da, yükseklik değerleri Çizelge 4.27’de verilmiştir. Ekmek resimleri Ek D’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin en değerleri (mm)^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	69.98 ^a _A	68.86 ^a _A	68.44 ^a _A	67.40 ^a _A	67.66 ^a _A	67.06 ^a _A
Kontrol-2	50.45 ^b _A	49.78 ^b _{AB}	48.67 ^b _{AB}	47.98 ^c _{AB}	47.84 ^b _B	47.27 ^b _B
5	50.59 ^b _A	49.39 ^b _A	49.73 ^b _A	50.29 ^b _A	48.57 ^b _A	49.60 ^b _A
10	51.03 ^b _A	50.93 ^b _A	50.30 ^b _A	50.25 ^b _A	50.36 ^b _A	49.40 ^b _A
20	50.74 ^b _A	51.26 ^b _A	49.51 ^b _A	50.65 ^b _A	47.96 ^b _A	49.37 ^b _A
30	50.25 ^b _A	48.64 ^b _A	49.58 ^b _A	48.82 ^{bc} _A	48.82 ^b _A	47.72 ^b _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Analizlerde üretilen ekmeklerde en değeri incelendiğinde ekmeklik buğday unundan yapılan kontrol-1 ekmeklerin en değerlerinin tüm günlerde glutensiz ekmek örneklerinden istatistiki olarak (p<0.01) önemli oranda yüksek olduğu belirlenmiştir.

Glutensiz ekmek örneklerinin (kontrol-2) en değeri glutensiz ekmek formülasyonuna kinoa ilavesiyle farklılık göstermemiştir.

Tüm ekmek örneklerinin üretiminde aynı boyutta özel tavalarda kullanıldığı için ilk gün yapılan ekmeklerin en değerlerinin aynı olması beklenen bir durumdur. Dondurma işlemi ile ekmek örneklerinin en değerleri kontrol-2 grubu örnekler dışında istatistiki olarak değişmemiştir.

Çizelge 4.26. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin boy değerleri (mm)^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	128.20 ^a _A	126.73 ^a _{AB}	124.08 ^a _{BC}	124.08 ^a _{BC}	123.52 ^a _{BC}	122.66 ^a _C
Kontrol-2	115.63 ^b _A	113.88 ^b _A	115.86 ^b _A	116.46 ^b _A	115.46 ^b _A	117.84 ^{ab} _A
5	113.36 ^b _A	113.55 ^b _A	114.64 ^b _A	113.15 ^{bc} _A	113.56 ^{bc} _A	114.59 ^{bc} _A
10	112.90 ^b _A	113.62 ^b _A	112.92 ^b _A	113.42 ^{bc} _A	112.69 ^{bc} _A	112.68 ^{bc} _A
20	113.40 ^b _A	112.69 ^b _A	113.33 ^b _A	111.43 ^c _A	114.19 ^{bc} _A	110.13 ^c _A
30	114.36 ^b _A	111.03 ^b _A	113.37 ^b _A	111.91 ^c _A	109.90 ^c _A	110.92 ^c _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Analizlerde üretilen ekmeklerde boy değeri incelendiğinde, kontrol-1 grubu ekmeklerin boy değerlerinin ilk gün ve depolama süresince, kontrol-2 ve kinoa glutensiz ekmek örneklerinin boy değerlerinden istatistiki olarak ($p < 0.01$) önemli oranda yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kontrol-1 ekmek örneklerinin boy değerleri dondurulmuş depolama süresine bağlı olarak azaldığı fakat kontrol-2 ve glutensiz ekmek örneklerinde, depolama süresinin örneklerin boy değerlerinde önemli bir farklılığa sebep olmadığı belirlenmiştir. Kontrol-2 grup ekmek örnekleri ile kinoa ilaveli glutensiz ekmekler arasında da ilk gün ve depolama süresince boy değerinde fark gözlenmemiştir.

Çizelge 4.27. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin yükseklik değerleri (mm)^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	53.41 ^a _A	51.74 ^a _A	53.00 ^a _A	51.56 ^a _A	51.49 ^a _A	50.35 ^a _A
Kontrol-2	37.42 ^b _A	37.38 ^b _A	34.50 ^b _A	35.09 ^b _A	36.30 ^b _A	35.35 ^b _A
5	36.29 ^b _A	36.72 ^b _A	36.64 ^b _A	35.13 ^b _A	35.99 ^b _A	35.03 ^b _A
10	36.14 ^b _A	35.78 ^b _A	36.24 ^b _A	36.05 ^b _A	35.86 ^b _A	35.12 ^b _A
20	35.63 ^b _A	36.30 ^b _A	36.86 ^b _A	35.04 ^b _A	36.09 ^b _A	35.29 ^b _A
30	35.66 ^b _A	37.83 ^b _A	36.58 ^b _A	36.43 ^b _A	36.54 ^b _A	36.60 ^b _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Ekmek örneklerinin yükseklik değerleri incelendiğinde kontrol-1 ekmeklerinin yükseklik değerinin en yüksek olduğu görülmüştür. Tüm ekmek örneklerinin üretiminde aynı boyutta özel tavalarda kullanıldığı için en ve boylarının aynı olması beklenen bir durumken hacmi ve spesifik hacmi etkileyecek olan parametre yükseklik değeridir. Kontrol-1 ekmek örneklerinin gluten etkisi ile yükseklik değerleri en yüksek olmuştur.

Glutensiz ekmek örneklerinin ve kontrol-2 ekmek örneklerinin yükseklik değerinde ise kendi aralarında önemli ($p > 0.01$) bir fark olmadığı belirlenmiştir. Glutensiz un formülasyonuna kinoa ilavesi, ekmeklerin yükseklik değerinde önemli olmamıştır.

Depolama süresi tüm ekmek örnekleri için ilk günlük yükseklik değerlerinden istatistiki olarak ($p > 0.01$) önemli bir değişime sebep olmamıştır.

4.9.1.2. Hacim ve spesifik hacim değeri

Optimizasyon ile belirlenen glutensiz un formülasyonuna yer değiştirme prensibine göre %0, %5, %10, %20 ve %30 oranlarında ilave edilen kinoa unu ile hazırlanan un karışımlarından üretilen glutensiz ekmeklerin 1, 5, 10, 15, 30 ve 45. günlerdeki glutensiz ekmek hacmi Çizelge 4.28'de, spesifik hacim değerleri Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.28. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin hacim değerleri (cm³)^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	304.17 ^a _A	271.66 ^a _B	264.00 ^a _{BC}	260.00 ^a _{BC}	258.33 ^a _{BC}	250.00 ^a _C
Kontrol-2	167.13 ^b _A	163.33 ^b _A	160.00 ^b _{AB}	153.33 ^b _{BC}	152.33 ^b _{BC}	150.00 ^b _C
5	167.33 ^b _A	163.33 ^b _{AB}	160.00 ^b _{BC}	153.33 ^b _{CD}	151.67 ^b _D	151.00 ^b _D
10	161.47 ^c _A	161.00 ^b _A	160.00 ^b _A	154.67 ^b _B	150.00 ^b _B	150.33 ^b _B
20	160.60 ^c _A	160.00 ^b _A	159.33 ^b _A	155.67 ^b _{AB}	151.00 ^b _B	150.00 ^b _B
30	160.50 ^c _A	160.00 ^b _A	160.00 ^b _A	153.33 ^b _{AB}	150.33 ^b _B	150.00 ^b _B

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Kontrol-1 grubu ekmeklerde ilk gün ekmek hacmi 304.17 cm³, kontrol-2 örneklerinde 167.13 cm³; %5, %10, %20 ve %30 kinoa ilave edilen glutensiz ekmeklerin hacmi ise sırasıyla 167.33, 161.47, 160.60 ve 160.50 cm³ olarak belirlenmiştir. Kontrol-1 ekmeklerinin hacmi, ilk gün üretilen kontrol-2 ekmek örneklerinin hacminden istatistiki olarak önemli derecede (P<0.01) yüksek bulunmuştur. Glutensiz ekmeklerde formülasyona %5 kinoa ilave edilmesi hacim üzerinde önemli bir etki göstermezken; %10 ve daha fazla oranlarda kinoa ilavesi, kinoa oranının artışından bağımsız olarak glutensiz ekmek hacminin önemli derecede (P<0.01) azalmasına sebep olmuştur.

Yapılan çalışmalarda buğday ununa gluten içermeyen farklı bir tahıl (yulaf), bakliyat (nohut, mercimek) yada tahıl benzeri ürün (karabuğday, kinoa) unu ilavesinin ekmek hacmini azalttığı belirlenmiştir (Sosulski ve Wu., 1988; Ran vd., 2000; Klava ve Karklina 2002; Bojnanska ve Urminka 2010; Stikic vd., 2012).

Glutensiz ürünler fermente ürünler için gerekli özelliklere sahip değildir. Glutensiz formülasyondaki protein gluten proteini gibi fermantasyon işlemi sırasında üretilen CO₂'i tutmak için sorumlu vizkoelastik ağ gelişimi için yeteneğe sahip değildir (Torbica vd., 2012). Bu fikre ve çalışmalara benzer olarak bu çalışmada da ekmek formülasyonunda glutenin olmamasının ekmek hacmini düşürdüğü belirlenmiştir.

Glutensiz ekmek formülasyonunda kinoa kullanımı %10 ve üzerinde olduğunda glutensiz ekmek hacmi azalmıştır.

Dirim vd. (2014), tarafından yapılan farklı unların ekmeğin kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlendiği bir çalışmada; buğday ununa nohut unu ilavesiyle hacminin azaldığı bu durumun ekmekte yapı oluşumunu sağlayan temel madde glutenin diğer unların ilavesi ile miktarında meydana gelen azalmadan kaynaklandığından olabileceği belirtilmiştir. Brito vd. (2015) tarafından yapılan glutensiz kinoa bazlı bisküvilerin besinsel ve duyuşal özelliklerinin değerlendirildiği çalışmada, kinoa ununun örneklerin hacmi üzerinde negatif etki gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışmadan farklı olarak, Alvarez-Jubete vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek formülasyonu (%50 pirinç unu, %50 patates nişastası) üzerine amarant, karabuğday ve kinoanın etkisi incelenmiştir. Patates nişastası ile yalancı tahıllar yer değiştirerek yapılan çalışma sonucunda; kinoa ve karabuğday ilavesinin glutensiz ekmek hacmini önemli oranda arttırdığını bildirmişlerdir.

Kontrol-1 ekmeklerinde kısmi pişirilerek dondurulmuş depolanmış ekmeklerin hacim değerleri 5. günden itibaren azalmaya başlamıştır. 5, 10, 15, 30 ve 45. günlerde kontrol-1 ekmeklerinin hacimleri sırasıyla 271.66, 264, 260, 258.33, 250 cm³ olarak belirlenmiştir. Kontrol-1 ekmeklerinde en düşük ekmek hacminin 45 gün depolama sonrasında olduğu belirlenmiştir.

Benzer olarak; Hayıt (2014), tarafından yapılan çalışmada; dondurulmuş depolama boyunca buğday unundan yapılmış kontrol ekmeklerinde hacim değerlerinin 3. günden itibaren azalmaya başladığı ve 15, 30 ve 45. günlerde günler arasında istatistiki olarak değişmediği fakat bu günlerde 3. günden daha az hacim değerine sahip olduğu raporlanmıştır.

Hejrani vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; İrana özgü “barbari” ekmeği kısmi pişirilerek dondurma yöntemiyle üretilmiştir. Yapılan çalışmada kısmi pişirme ile ekmek örneklerinin spesifik hacminin önemli oranda azaldığı belirtilmiştir. Frauenlob vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada üretilen ekmekler -18 °C’de 0, 1, 3, 7, 14, 21, 28 ve 168 gün olarak depolanmıştır. Çalışma sonucunda donmuş depolama süresinin somun hacmini önemli oranda etkilediği belirtilmiştir.

Kontrol-2 ve glutensiz un formülasyonuna kinoa ilavesiyle yapılan ekmeklerin ilk 10 gün hacimlerinde istatistiki olarak hacim değişikliği olmadığı belirlenmiştir. Bu durumun örneklerin gluten içermemesinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Kontrol-2 örneklerinin 10 gün boyunca hacimde değişiklik olmadan depolanabileceği belirlenmiştir. Glutensiz un formülasyonuna % 20 ve % 30 kinoa ilaveli dondurulmuş örneklerde hacim azalmasının 15 günden sonra depolamaya devam edildiğinde olduğu belirlenmiştir. Bu durum kinoa'nın dondurulmuş glutensiz ekmek örneklerinin hacim değeri üzerinde olumlu etkisinin olduğunu düşündürmüştür.

Çizelge 4.29. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin spesifik hacim değerleri (cm^3/g)^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	2.23 ^a _A	2.01 ^a _B	1.96 ^a _B	1.93 ^a _B	1.93 ^a _B	1.86 ^a _B
Kontrol-2	1.26 ^b _A	1.18 ^b _B	1.16 ^b _{BC}	1.11 ^b _C	1.13 ^b _{BC}	1.10 ^b _C
5	1.26 ^b _A	1.18 ^b _B	1.16 ^b _{BC}	1.11 ^b _C	1.12 ^b _C	1.11 ^b _C
10	1.21 ^b _A	1.16 ^b _B	1.16 ^b _B	1.12 ^b _C	1.11 ^b _C	1.09 ^b _C
20	1.20 ^b _A	1.17 ^b _{AB}	1.16 ^b _{AB}	1.13 ^b _{BC}	1.12 ^b _{BC}	1.10 ^b _C
30	1.21 ^b _A	1.17 ^b _{AB}	1.15 ^b _{ABC}	1.11 ^b _{BC}	1.11 ^b _{BC}	1.09 ^b _C

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Kontrol-1 ekmeklerinin spesifik hacim değeri kontrol-2 örneklerinin ve kinoa ilaveli glutensiz örneklerin spesifik hacminden istatistiki olarak önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur. Kontrol-2 ekmek örneklerinin ve farklı oranlarda kinoa unu ile yapılan glutensiz ekmek örneklerinin spesifik hacim değerleri arasında istatistiki bir fark görülmemiştir.

Benzer olarak Alencar vd. (2015), tarafından yapılan glutensiz ekmeklerde yalancı tahılların ve tatlandırıcıların etkilerinin değerlendirildiği çalışmada; tatlandırıcı, kinoa ve amarant içeren ekmek örneklerinin spesifik hacim değerlerinin; glutensiz kontrol ekmeğe benzer spesifik hacim değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin spesifik hacmi 2.92 cm³/g farklı formülasyonlar ile oluşturulan glutensiz ekmeklerin spesifik hacmi ise 1.66-2.92 cm³/g aralığında değiştiği belirlenmiştir. Iglesias-Puig vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; 100 g buğday unu ile yer değiştirme prensibine göre 25g ve 50g kinoa ilave edilerek ekmek üretilmiştir. Çalışma sonucunda kinoa ilavesinin ekmeklerde ekmek spesifik hacim değerlerini 4.48-3.46 cm³/g'den 2.63 cm³/g'a düşürdüğü bildirilmiştir.

Yılmaz ve Doğan (2015), tarafından Türkiye piyasasından 8 farklı tahıl bazlı glutensiz ekmeklik un karışımı temin edilerek üretilerek denemeler yapılmıştır. Kontrol buğday ekmeğinin spesifik hacmi 4.20 ml/g olarak, glutensiz un karışımlarından yapılan örneklerin spesifik hacimleri 2.08- 2.89 ml/g olarak belirlenmiştir.

Wronkowska vd. (2013), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek örneklerinin spesifik hacmi 2.34 ml/g olduğu bildirilmiştir. Lopez vd. (2004), tarafından ayrı ayrı mısır nişastası, pirinç unu ve kasava nişastası kullanılarak yapılan glutensiz ekmeklerde spesifik ekmek hacimleri kullanılan bileşene göre sırasıyla 2.53, 1.92, 2.04 cm³/g olarak raporlanmıştır.

Julianti vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; patates unu, mısır nişastası ve soya fasülyesi farklı oranlarda kullanılarak 6 farklı glutensiz ekmek formülasyonu oluşturulmuştur. Glutensiz ekmeklerin spesifik hacimlerinin 1.45-1.59 ml/g aralığında olduğu, buğday ekmeğinden yapılan kontrol ekmeklerinin ise spesifik hacminin 3.64 ml/g olduğu belirtilmiştir.

Kittisuban vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; pirinç nişastalı glutensiz ekmeklerde yapılan analizde örneklerin spesifik hacimleri 4.53 cm³/g olduğu belirtilmiştir. Turkut vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerin spesifik hacimleri 1.73- 1.87 cm³/g aralığında değiştiği, Marti vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz unla yapılan kontrol ekmeklerinin hacminin 1.3 ml/ g olduğu bu glutensiz unun %25 teff unu ile zenginleştirildiğinde spesifik hacimde değişme olmadığı belirtilmiştir.

Buresova vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; kontrol buğday ekmeğinin spesifik hacmi 4.1 cm³/g, Rizzello vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; 3.94cm³/g, Kittisuban vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; 4.61 cm³/g, Hefnawy vd. (2012), tarafından yapılan çalışmada; 2.74 cm³/g olarak bildirilmiştir. Kotancılar vd. (1996), tarafından yapılan çalışmada; kontrol buğday ekmeğinin spesifik hacmi 3.1 cc/g, Mohammed (2012) tarafından yapılan çalışmada 4.49 cm³/g, Erdemir (2015), tarafından yapılan çalışmada; 3.29, Mudgil vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; 3.15 cm³/g olarak belirlenmiştir. Abasız (2004), tarafından yapılan çalışmada; kontrol buğday ekmeğinin spesifik hacmi 3.58 cm³/g olarak raporlanmıştır. Çelik vd. (1996), tarafından Doğuanadolu'da yetiştirilen buğdayların özellikleri ve ekmeklik kalitesinin değerlendirildiği çalışmada; 6 farklı buğday çeşidinden yapılan ekmeklerin hacmi 400-421.6 cm³/g arasında, spesifik hacimleri 2.8-3.2 cm³/g arasında değiştirdiği bildirilmiştir.

John Don Bosco (2014), tarafından yapılan çalışmada buğday ununundan yapılan ekmeklerin spesifik hacmi 2.66 cm³/g olarak belirlenmiştir. Buğday ununa farklı unların ilavesi ile (kırmızı barbunya unu ve maltlaştırılmış finger darı unu) spesifik hacmin azaldığı belirtilmiştir.

Kısmi pişirilerek dondurulmuş ekmeklerin ilk günden sonra spesifik hacim değerleri azalmış fakat depolama süresinin artışıyla bu değer istatistiki olarak sabit kalmıştır.

Farklı çalışmalarda belirlenen kontrol ekmekleri ve glutensiz ekmek örneklerinin spesifik hacminin bizim çalışmadan farklı olmasının un kalitesi, un formülasyonu, fermantasyon ve pişirme süresi ile sıcaklık farklılıkları gibi birçok parametrenin farklı olmasından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

4.9.1.3. Ekmek verimi ve pişme kaybı değerleri

Optimizasyon sonucunda glutensiz un formülasyonu %12.32 patates nişastası, %24.53 nohut unu, %5 mısır unu, %5 mısır nişastası ve %53.15 pirinç unu olarak belirlenmiştir. Bu glutensiz un formülasyonuna yer değiştirme prensibine göre %0, %5, %10, %20 ve %30 oranlarında ilave edilen kinoa unu ile hazırlanan un karışımlarından üretilen glutensiz ekmeklerin 1, 5, 10, 15, 30 ve 45. günlerdeki

ekmek verim değeri Çizelge 4.30'da, pişme kaybı değerleri Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.30. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin ekmek verim değerleri (%)^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	136.65 ^a _A	135.12 ^b _A	134.63 ^b _A	134.44 ^b _A	134.32 ^a _A	134.08 ^b _A
Kontrol-2	132.76 ^b _C	138.15 ^a _A	137.94 ^a _A	137.78 ^a _A	135.37 ^a _B	135.83 ^{ab} _B
5	132.16 ^b _B	138.32 ^a _A	138.00 ^a _A	137.82 ^a _A	135.43 ^a _{AB}	136.29 ^{ab} _A
10	132.93 ^b _B	138.92 ^a _A	138.03 ^a _A	137.96 ^a _A	135.28 ^a _B	137.70 ^a _A
20	133.00 ^b _C	138.29 ^a _A	137.90 ^a _A	138.16 ^a _A	134.25 ^a _{BC}	136.45 ^{ab} _{AB}
30	133.43 ^b _C	138.32 ^a _A	139.09 ^a _A	137.73 ^a _{AB}	135.94 ^a _B	137.30 ^{ab} _{AB}

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

İlk gün üretilen ekmek örneklerinde verim incelendiğinde en yüksek ekmek veriminin kontrol-1 ekmeklerinde olduğu görülmüştür. Kontrol-2 örneklerinde ve kinoa ilaveli glutensiz ekmek örneklerinde ekmek verimi istatistiki olarak önemli bir değişim göstermemiştir. Depolama süresi ile genel olarak tüm ekmek örneklerinde ekmek verimi değişmemiştir.

Çizelge 4.31. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin pişme kaybı değerleri (%)^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	14.93 ^b _C	16.21 ^a _B	16.64 ^a _B	16.64 ^a _B	16.95 ^a _B	17.13 ^a _A
Kontrol-2	18.40 ^a _A	13.81 ^b _C	13.99 ^b _C	13.99 ^b _C	16.14 ^a _B	15.75 ^{ab} _B
5	18.63 ^a _A	13.36 ^b _C	13.62 ^b _C	13.62 ^b _C	15.79 ^a _B	15.05 ^{ab} _B
10	18.06 ^{ab} _A	13.04 ^b _C	13.77 ^b _C	13.77 ^b _C	16.08 ^a _B	14.04 ^b _C
20	17.40 ^{ab} _A	13.31 ^b _C	13.63 ^b _C	13.63 ^b _C	16.72 ^a _B	14.85 ^{ab} _C
30	17.87 ^{ab} _A	13.38 ^b _C	12.75 ^b _C	12.75 ^b _C	15.37 ^a _B	14.23 ^b _{BC}

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Ekmek örneklerinde en yüksek pişme kaybı değeri kontrol-2 ekmek örneklerinde ve kinoa ilaveli glutensiz ekmeklerde olduğu belirlenmiştir. Pişme kaybı en düşük ekmekler ise kontrol-1 grubu ekmekler olmuştur.

4.9.2. Kimyasal analizler

4.9.2.1. Ekmeklerin 6 saat sonraki nem değerleri

Optimizasyon sonucunda glutensiz un formülasyonu %12.32 patates nişastası, %24.53 nohut unu, %5 mısır unu, %5 mısır nişastası ve %53.15 pirinç unu olarak belirlenmiştir. Bu glutensiz un formülasyonuna yer değiştirme prensibine göre %0, %5, %10, %20 ve %30 oranlarında ilave edilen kinoa unu ile hazırlanan un karışımlarından üretilen glutensiz ekmeklerin 1, 5, 10, 15, 30 ve 45. günlerdeki üretimlerinde fırından çıktıktan 6 saat sonraki nem içelikleri Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin 6. saat nem değerleri (%)^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	34.01 ^a _A	34.32 ^a _A	33.15 ^a _A	32.67 ^a _A	33.83 ^a _A	33.17 ^a _A
Kontrol-2	30.65 ^b _A	30.52 ^d _A	30.51 ^a _A	30.79 ^b _A	30.43 ^b _A	30.46 ^c _A
5	30.20 ^b _A	30.76 ^d _A	30.22 ^a _A	31.32 ^{ab} _A	31.08 ^b _A	30.47 ^c _A
10	33.44 ^a _A	32.87 ^{bc} _{AB}	31.96 ^a _B	31.92 ^{ab} _B	32.73 ^{ab} _{AB}	31.80 ^{abc} _B
20	33.60 ^a _A	31.69 ^{cd} _A	31.84 ^a _A	32.32 ^{ab} _A	33.01 ^{ab} _A	31.48 ^{bc} _A
30	33.69 ^a _A	33.18 ^{ab} _A	32.26 ^a _A	32.50 ^{ab} _A	32.61 ^{ab} _A	32.40 ^{ab} _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

İlk gün nem değerleri incelendiğinde kontrol-1 ekmeklerinde ve %10, %20 ve %30 kinoa ilaveli glutensiz ekmek örneklerinde nem miktarının en yüksek olduğu belirlenmiştir. Kontrol-2 ekmeklerinde ve %5 kinoa ilaveli glutensiz ekmek örneklerinde nem miktarı eşit fakat diğer örneklerden daha az nem içerdiği görülmüştür. Kısmi pişirilerek depolama süresi ekmek örneklerinin kendi içinde nem miktarının önemli oranda değişmesine sebep olmamıştır.

Iglesias-Puig vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinde nem %33.4 olarak belirlenmiştir. John Don Bosco (2014), tarafından yapılan çalışmada buğday unundan yapılan ekmeklerin nemi %35.82 olarak belirlenmiştir. Lopez vd. (2004), tarafından ayrı ayrı mısır nişastası, pirinç unu ve kasava nişastası kullanılarak yapılan glutensiz ekmeklerde ekmek nemi ise sırasıyla 43.36, 47.93, 42.88 g/100g olarak bildirilmiştir. Turkut vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerin nem değeri %40.9- 47.5 aralığında olduğu bildirilmiştir.

Glutensiz ekmeklerin nem değerindeki bu farklılıkların glutensiz ekmek formülasyonunda kullanılan bileşenlerin farklarından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

4.9.2.2. Ekmeklerin 6, 24 ve 48 saat sonraki nem değerleri

İlk gün üretilen ekmek örneklerinin 6, 24 ve 48 saat sonraki nem değerleri Çizelge 4.33'de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin 6, 24 ve 48 saat sonraki nem değerleri (%)

Kinoa Oranı (%)	Nem 6 saat	Nem 24saat	Nem 48 saat
Kontrol-1	34.01 ^{a(1)}	31.87 ^{ab}	31.52 ^a
Kontrol-2	30.65 ^b	28.24 ^d	28.08 ^b
5	30.20 ^b	28.25 ^d	28.48 ^b
10	33.44 ^a	30.34 ^{bc}	28.78 ^b
20	33.60 ^a	29.67 ^{cd}	28.59 ^b
30	33.69 ^a	32.89 ^a	31.86 ^a

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Ekmek örneklerinin 24 ve 48 saat depolanması nem miktarlarında azalmaya sebep olmuştur. Kontrol-1 ekmekleri ve %30 kinoa glutensiz ekmek örneklerinin 6, 24 ve 48 saat süre sonlarında en yüksek nem içerdiğine sahip olduğu belirlenmiştir. Ekmek örneklerinde nem değeri Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliğine (en çok %38) (Anonim, 2012)'ne uygun bulunmuştur.

Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; ekmeklik buğday unundan yapılan ekmeğin nemi %45.45, glutensiz ekmeklerin nem değerinin ise %45.22-59.04

aralığında olduğu bildirilmiştir. Dirim vd. (2014), tarafından yapılan farklı unların ekmeğin kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlendiği bir çalışmada; buğday unu ile üretilen ekmeklerin nemi %36.43 olarak raporlanmıştır.

Dursun vd. (2009), tarafından yapılan çalışmada; buğday unundan yapılan ekmeğin nem miktarı %38.24, Rizzello vd. (2014), tarafından %29.21 olarak raporlanmıştır. Kontrol-1 ekmeklerinin nem miktarı literatür çalışmalarına benzerlik göstermektedir.

4.9.2.3. Ekmeklerin kül, protein ve diyet lif değerleri

Optimizasyon sonucunda glutensiz un formülasyonu %12.32 patates nişastası, %24.53 nohut unu, %5 mısır unu, %5 mısır nişastası ve %53.15 pirinç unu olarak belirlenmiştir. Bu glutensiz un formülasyonuna yer değiştirme prensibine göre %0, %5, %10, %20 ve %30 oranlarında ilave edilen kinoa unu ile hazırlanan un karışımlarından üretilen glutensiz ekmeklerin ve kontrol-1 grubu ekmeklerin kül, protein ve diyet lif değerleri Çizelge 4.34’de verilmiştir.

Çizelge 4.34. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin kül, protein ve diyet lif değerleri (%)¹

Kinoa Oranı (%)	Kül	Protein	Diyet Lif
Kontrol-1	0.81 ^e	13.56 ^a	3.89 ^b
Kontrol-2	0.76 ^e	11.48 ^b	11.06 ^a
5	0.93 ^d	11.53 ^b	11.90 ^a
10	1.06 ^c	11.59 ^b	11.06 ^a
20	1.40 ^b	11.73 ^b	11.36 ^a
30	1.64 ^a	11.84 ^b	11.86 ^a

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Örneklerin kül değerleri incelendiğinde kontrol-1 örneklerin kül değeri %0.81 olarak bulunmuştur. Kontrol-2 ekmeklerin de %0.76 ve glutensiz ekmek formülasyonuna %5, %10, %20 ve %30 kinoa ilave edilmesiyle örneklerin kül değerleri sırasıyla %0.93, %1.06, %1.40 ve % 1.64 olarak belirlenmiştir. En yüksek kül içeriğine sahip ekmek örneği %30 kinoa ilaveli glutensiz ekmek örnekleri, en düşük kül miktarına sahip ekmek örneği ise kontrol-1 ekmeklerinin olduğu gözlemlenmiştir.

Bu çalışmaya benzer olarak Iglesias-Puig vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; buğday ununa kinoa unu ilavesiyle kül miktarının arttığı bildirilmiştir. Çalışmamızda da glutensiz un formülasyonuna farklı oranlarda ilave edilen kinoa unu ekmek örneklerinin kül değerinin istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) oranda artmasını sağlamıştır.

John Don Bosco (2014), tarafından yapılan çalışmada buğday unundan yapılan ekmeklerin kül miktarı %0.65 olarak belirlenmiştir. Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; ekmeklik buğday unundan yapılan ekmeğin kül değeri %0.66, glutensiz ekmeklerin kül değeri %0.80-2.57 değerleri arasında olduğu bildirilirken; Dursun vd. (2009), tarafından yapılan çalışmada; buğday unundan yapılan ekmeğin külü %1.76, Rizzello vd. (2014), tarafından %2.40, Erdemir (2015), tarafından %1.08 olarak bildirilmiştir. Turkut vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerin kül değeri %1.36-2.16 olarak belirlenmiştir. Collar ve Angioloni (2014), tarafından yapılan çalışmada buğday ekmeğinin kül içeri %0.63 olarak belirlenmiştir.

Buğdayda kül miktarı un randımanı ile yakından ilişkili olup değişik buğdaylardan elde edilen aynı randımanlı unlarda kül miktarı çok küçük farklar gösterebilmektedir (Ünal, 2002). Bununla beraber buğdayın tane büyüklüğü (Shuey ve Gilles, 1969), gübreleme ve gübreleme miktarı (Fine, 1972) gibi durumlar kül miktarında farklılıklara sebep olmaktadır.

Kontrol-1 gurubu ekmeklerin protein değeri %13.56 olarak, kontrol-2 ekmeklerinin protein değeri ise %11.48, glutensiz un formülasyonuna %5, %10, %20 ve %30 kinoa ilavesiyle üretilen ekmeklerin protein değerleri sırasıyla %11.53, %11.59, %11.77, %11.84 olarak bulunmuştur. Glutensiz un formülasyonuna kinoa ilavesi protein değeri üzerinde sayısal bir artış sağlasada istatistiki bir etki göstermediği görülmektedir (Çizelge 4.34). Bu çalışmaya benzer olarak Iglesias-Puig vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; da buğday ekmeğinde protein miktarı %13.60 bulunmuştur. Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada ekmeklik buğday unundan yapılan ekmeğin protein değeri %6.50 olarak belirtilirken, glutensiz ekmeklerin protein değerlerinin %4.32-4.96 aralığında değiştiği raporlanmıştır.

Turkut vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerin protein değerleri %7.65-8.40 olarak belirlenmiştir. Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada bulunan ekmek örneklerinin kül ve protein değerleri bu çalışma sonuçlarından daha düşük bulunmuştur. Dursun vd. (2009), tarafından yapılan çalışmada buğday unundan yapılan ekmeğin proteini %13.89, Collar ve Angioloni (2014), tarafından yapılan çalışmada buğday ekmeğinin protein içeri %14.12 olarak, John Don Bosco (2014), tarafından yapılan çalışmada %8.07 olarak, Rizzello vd. (2014), tarafından %7.15, Erdemir, (2015), tarafından %11.26 olarak belirlenmiştir.

Protein, ekmek kalitesi üzerinde önemli bir role sahiptir. Buğday ununa nohut veya diğer baklagil unlarının ilavesi reolojik özellikleri ve son ürünü kesinlikle etkiler (Singh ve Ram 1990). Bu çalışmada glutensiz un formülasyonunda bulunan mısır ve nohut unları glutensiz ekmek örneklerinin protein değerinin yüksek olmasına sebep olduğunu düşündürmüştür.

Paciulli vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; iki farklı ticari glutensiz un karışımına %10 ve %20 kestane unu ilave edilerek glutensiz un karışımları hazırlanarak ekmek üretilmiştir. Ekmeklerin protein değerleri %5.4-5.8 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmamızda yapılan glutensiz ekmeklerin protein değerinin (%11.48) literatürde çalışılmış glutensiz ekmeklerin protein değerinden oldukça yüksek olduğu tesbit edilmiştir. Bu durum glutensiz un formülasyonu hazırlanırken formülasyonda nohut unu ve mısır unu kullanıldığı için olmuştur.

Alencar vd. (2015), tarafından yapılan glutensiz ekmeklerde kontrol gruba kinoa ve amarant ilavesinin protein, yağ ve kül içeriğinin artmasına sebep olduğu bildirilmiştir. Bu durumun yaptığımız çalışmayla benzer olduğu görülmüştür.

Arab vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada; buğday ununa nohut unu ilavesiyle yapılan makarna örneklerinde protein, kül ve yağ miktarlarının arttığı bildirilmiştir. Kontrol-2 grubu ekmek örneklerinde protein miktarının ve diyet lif içeriğinin yüksek olması nohut unu ve mısır unu ile ilgili olduğu düşünülmüştür.

Kontrol-1 grubu ekmeklerin toplam diyet lif miktarları %3.89 olarak, kontrol-2 ekmeklerinin toplam diyet lif değeri ise %15.29, glutensiz un formülasyonuna %5, %10, %20 ve %30 kinoa ilavesiyle üretilen ekmeklerin diyet lif değerleri sırasıyla %15.90, %15.06, %15.36, %15.86 olarak bulunmuştur.

Mudgil vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada ekmek formülasyonuna eklenecek guar gam ve su seviyelerinin optimizasyonu yapılan çalışmada kontrol buğday ekmeklerinin toplam diyet lif miktarı %2.52 olarak, Erdemir (2015), tarafından yapılan çalışmada; buğday unundan yapılan ekmeğin diyet lif miktarları %3.26 olarak, Rizzello vd. (2014), tarafından beyaz ekmeğin diyet lifi %3.40 olarak, Rodge vd. (2012), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinde toplam diyet lif %2.45 olarak, Collar ve Angioloni (2014), tarafından yapılan çalışmada buğday ekmeğinin diyet lif içeriği %1.15, John Don Bosco (2014), tarafından yapılan çalışmada buğday unundan yapılan ekmeklerin diyet lif değeri %2.2 olarak belirlenmiştir.

Rizello vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin diyet lif içeriği ise %3.80 olarak, belirlenmiştir. Yaptığımız çalışmada bulunan kontrol grubu ekmeklerin diyet lif miktarı literatürde bulunmuş sonuçlara benzerlik göstermektedir.

Iglesias-Puig vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinde diyet lif, Ca, Fe, Zn sırasıyla %5.5, 35ml/g, 1.7 ml/g, 2.3 ml/g olarak belirlenmiştir. Buğday ununa kinoa unu ilavesiyle diyet lif, Ca, Fe, Zn miktarları artış olduğu bildirilmiştir.

Paciulli vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; iki farklı ticari glutensiz un karışımına %10 ve %20 kestane unu ilave edilerek glutensiz un karışımları hazırlanarak ekmek üretilmiştir. Ekmeklerin diyet liflerinin 16.9- 17.9 aralığında olduğu %20 kestane unu ilavesiyle diyet lifin 17.2 den 17.9'a yükseldiği belirlenmiştir.

Korus vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; mısır nişastası, patates nişastası, guar gam, pektin, maya, şeker, tuz, yağ ve su ile oluşturulan formülasyondan elde edilen ekmeklerin toplam diyet lif miktarlar %2.9 (29.3 g/kg) iken %10 kenevir unu ile %5.92'ye %20 kenevir unu ile %9' a çıktığı belirtilmiştir.

Giuberti vd. (2018), tarafından yapılan çalışmada pirinç unu kullanılarak yapılan glutensiz bisküvilerin toplam diyet lif miktarları %3.9 olarak belirlenmiştir. Pirinç ununa ilave edilen yonca tohumu ile bisküvilerde toplam diyet lif, protein ve yağ miktarlarının artış gösterdiği bildirilmiştir. %45 yonca tohumu ilavesiyle diyet lif miktarı %16.5 olarak belirlenmiştir.

4.9.2.4. Ekmeklerin mineral madde değerleri

Çizelge 4.35’de ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin mineral madde değerleri verilmiştir. Glutensiz diyet için yapılan çalışmalarda belirlenmiş en yaygın mineral madde eksiklikleri kalsiyum, demir, magnezyum, fosfor ve çinko olarak belirlenmiştir (Botero-López vd., 2011; Caruso vd., 2013; Oxentenko ve Murray, 2015).

Çizelge 4.35. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin mineral madde değerleri (mg/g)

Kinoa Oranı (%)	Ca	Fe	Mg	P	Zn
Kontrol-1	0.256±0.01	0.009±0.00	0.297±0.01	0.986±0.00	0.009±0.00
Kontrol-2	0.521±0.00	0.020±0.00	0.443±0.00	1.424±0.00	0.020±0.00
5	0.474±0.01	0.016±0.00	0.487±0.01	1.460±0.00	0.017±0.00
10	0.452±0.00	0.017±0.00	0.534±0.00	1.458±0.00	0.016±0.00
20	0.617±0.01	0.024±0.00	0.640±0.01	1.709±0.00	0.021±0.00
30	0.636±0.00	0.021±0.00	0.753±0.01	1.688±0.00	0.021±0.00

Kontrol-1 gurubu ekmeklerin Ca, Fe, Mg, P ve Zn değerleri sırasıyla; 0.256, 0.009, 0.297, 0.986, 0.009 mg/g olarak tesbit edilmiştir. Kontrol-2 ekmeklerinin Ca, Fe, Mg, P ve Zn değerleri sırasıyla; 0.521, 0.020, 0.443, 1.424, 0.020 mg/g olarak belirlenmiştir. Çalışmada formülasyonu oluşturulan glutensiz ekmek örneklerinin (Kontrol-2) buğday unundan yapılan (Kontrol-1) ekmeklere göre mineral madde değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Glutensiz un formülasyonuna kinoa ilavesiyle ise glutensiz ekmek örneklerinin Ca, Mg, P değerleri artmıştır.

Bhol ve John Don Bosco (2014), tarafından yapılan çalışmada buğday unundan yapılan kontrol grubu ekmeklerin kalsiyum değerleri ekmek içinde 0.511g/100g,

kabukta 0.470 g/100g olarak; magnezyum değerleri ekmek içinde 0.152 g/100g, kabukta 0.128 g/100g olarak; potasyum değerleri ekmek içinde 2.456 g/100g, kabukta 2.135 g/100g olarak; çinko değerleri ekmek içinde 0.072 g/100g, kabukta 0.115 g/100g olarak belirlenmiştir.

Karagl ve Ercan (1993), tarafından yapılan çalışmada; Tip 1 (Kl % 0.5), Tip 2 (Külü %0.77) ve Tip 4 (Kl %0.84) olmak üzere üç farklı randumanda un kullanılarak bu unlardan elde edilen mineral madde miktarları belirlenmiştir. Ekmek rneklerinin kalsiyum değerleri sırası ile 13.55, 15.46, 13.59 mg/100g olarak; demir değerleri 2.77, 3.24, 3.65 mg/100g olarak; magnezyum değerleri 20.82, 19.28, 19.33 mg/100g olarak belirlenmiştir. Bu çalışmaya göre bizim çalışmamızda buğday ekmeğinin demir içeri düşük, kalsiyum ve magnezyum ise yüksek olarak belirlenmiştir.

Iskander ve Davis (1992), tarafından yapılan çalışmada; Mısır'da 13 farklı bölgeden 19 farklı ekmek toplanmış ve bu ekmeklerin mineral madde analizi yapılmıştır. Ekmek analizleri sonucunda ekmeklerin mineral madde değerlerinden kalsiyum 326μg/g (0.326 mg/g), demir 54 μg/g, magnezyum 692 μg/g, çinko 11.5 μg/g, potasyum 2086 μg/g olarak belirlenmiştir.

Demirözü vd. (2003), tarafından yapılan çalışmada 20 fırından elde edilen ekmeklerin demir ve çinko miktarları sırasıyla 19.2 mg/kg, 10μg/kg olarak belirlenmiştir.

Rybicka ve Swiglo (2017), tarafından yapılan çalışmada mısır, pirinç, nohut, karabuğday, yulaf, amarant gibi hammaddelerin, farklı formülasyonla üretilmiş glutensiz ekmeklerin, atıştırmalıkların ve makarnaların kalsiyum, potasyum, magnezyum, sodyum, bakır, demir, mangan ve çinko miktarları belirlenmiştir. Nohut ununun kalsiyum, potasyum, magnezyum, demir ve çinko miktarları sırasıyla 91.8 mg/100g, 793 mg/100g, 120 mg/100g, 4.30 mg/100g, 2.94 mg/100g olarak belirlenmiştir. Farklı formülasyonla üretilen glutensiz ekmeklerin kalsiyum miktarı 7.1-166 mg/100g; potasyum miktarı 74-234 mg/100g; magnezyum miktarı 15-76.3 mg/100g; demir miktarı 0.38-6.89 mg/100g; çinko miktarı ise 0.29-0.99 mg/100g aralığında olduğu bildirilmiştir.

Çalışmalarda yapılan ekmeklerde bulunan mineral maddelerin miktarlarında farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıklar hammadde içerisindeki mineral içeriğinden veya teknolojik proseslerin farklılıklarından kaynaklanmaktadır (Rybicka ve Swiglo, 2017).

4.9.3. Tekstür değerleri

Tekstür analiz cihazında 36 mm çaplı silindir prob kullanılarak ekmek sertliği (g), elastikiyet, kohezif yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik, esneklik değerleri ölçülmüştür.

Denemelerde üretilen ekmeklerin ekmek içi sertlik değerleri Çizelge 4.36'da, elastikiyet değerleri Çizelge 4.37'de, kohezif yapışkanlık değerleri Çizelge 4.38'de, sakızimsılık değerleri Çizelge 4.39'da, çiğnenebilirlik değerleri Çizelge 4.40'da, esneklik değerleri Çizelge 4.41'de ve ekmek içi TPA grafikleri Ek C'de verilmiştir.

Çizelge 4.36. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin sertlik değerleri (g)^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	484.20 ^d _D	887.25 ^c _C	1002.87 ^c _C	1208.98 ^c _{BC}	1444.51 ^b _{AB}	1644.52 ^b _A
Kontrol-2	23237.10 ^c _C	24159.62 ^b _C	27192.23 ^b _{BC}	27739.33 ^b _{BC}	34054.01 ^a _B	50036.48 ^a _A
5	27833.61 ^{bc} _B	30087.84 ^{ab} _B	31668.77 ^{ab} _B	32792.65 ^{ab} _B	34411.10 ^a _B	51129.05 ^a _A
10	30221.98 ^{ab} _B	30246.28 ^{ab} _B	31599.47 ^{ab} _B	32300.74 ^{ab} _B	34636.17 ^a _B	52929.69 ^a _A
20	31725.93 ^{ab} _B	32543.91 ^a _B	33940.13 ^{ab} _B	33635.19 ^{ab} _B	39445.78 ^a _B	52112.39 ^a _A
30	34769.92 ^a _B	36156.09 ^a _B	37600.27 ^a _B	38061.52 ^a _B	41086.48 ^a _B	53477.49 ^a _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Sertlik değerleri incelendiğinde; 1. gün en düşük sertlik değerini kontrol-1 (484.20 g), en yüksek sertlik değerini ise (34769.92 g) %30 kinoa ilaveli glutensiz ekmek örnekleri almıştır. Rizzello vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin sertlik değeri 655 g olarak raporlanmıştır.

Kontrol-2 örneklerinde sertlik değeri kontrol-1 ekmeklerine göre istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) oranda artmıştır.

Glutensiz un formülasyonuna kinoa ununun ilavesi ise glutensiz ekmek örneklerinde ki sertlik değerinin artmasına sebep olmuştur. Depolama süresi ile kinoa ilaveli ekmek örneklerinde sadece 45 gün sonunda sertlik istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) oranda artarken kontrol-1 ekmeklerinde 5 gün depolama ile sertlik artışı olduğu gözlenmiştir.

Yılmaz ve Doğan (2015), tarafından yapılan çalışmada piyasada bulunan glutensiz unlar kullanılmıştır. Üretilen ekmeklerin sertlik değerleri 2, 24 ve 72 saat depolanmadan sonra ölçülmüş ve depolama süresine bağlı olarak sertlik değerinin arttığı belirtilmiştir.

Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin sertliği 355.30g olarak, glutensiz ekmeklerin sertlik değerinin ise 284.38g-676.70g aralığında değiştiği belirtilmiştir. Bu çalışmadan farklı olarak, Kotancılar vd., (1996) tarafından yapılan çalışmada; kontrol buğday ekmeğinin sertlik değeri 24 saat sonra yapılan ölçümde 37.1 PB (penetrasyon birimi) olarak raporlanmıştır. Rizello vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin sertlik değeri ise 9625 g olarak tesbit edilmiştir.

Öztürk vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; (L askorbik asit ilaveli) buğday unu ile yapılan ekmeklerin sertlik değeri depolama süresince arttığı ilk gün 292 g; 3. gün 772 g olduğu bildirilmiştir. Kittisuban vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; buğday unu ile yapılan ekmeklerin sertlik değeri 78.91 g olarak, pirinç nişastalı glutensiz ekmeklerin sertlik değerinin ise 78.47 g olduğu bildirilmiştir. Buresova vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada glutensiz ekmeklerin sertlik değeri ise 2-130 N (203-13251 g) aralığında değiştiği bildirilmiştir. Turkut vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerin sertlik değerinin 16.4-35 N (1671.76-3567.78 g) olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada pirinç ununa kinoa ilavesiyle sertliğin arttığı belirtilmiştir.

Rinaldi vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; ticari glutensiz un formülasyonuna kestane unu ilavesi ile sertlik değerinin arttığı belirlenmiştir (sırasıyla 2.55- 4.39N; 259.93 g-447.50 g). Aynı çalışmada bu çalışmaya benzer olarak depolama ile ekmek örneklerinin sertlik değerlerinin arttığı raporlanmıştır.

Onyango vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada glutensiz ekmeklerin sertlik değerini 1804.51 g olarak bildirmişlerdir. Aynı çalışmada ekmeklerin depolama süresinin artmasının sertlik değerinin artmasına sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Paciulli vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; iki farklı ticari glutensiz un karışımına %10 ve %20 kestane unu ilave edilerek glutensiz un karışımları hazırlanarak ekmek üretilmiştir. Ekmeklerin ilk gün sertlik değerleri 0.70- 4.04 N olarak belirlenmiştir. Depolamanın tüm örneklerde sertliği arttırdığı bildirilmiştir.

Barcenas ve Rosell (2006), tarafından yapılan çalışmada; kısmi pişirilmiş dondurulmuş ekmeğin depolama süresinin artışı ile ekmek içi sertliğinin arttığı bildirilmiştir.

Demiray vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; Denizli yöresine özgü Karahöyük ekmeğinin sertlik değeri 726 g olarak belirlenirken depolama süresi ile sertlik değerinin istatistiki olarak önemli oranda arttığı, 5 gün depolama sonunda sertlik değerinin 2330g olduğu belirtilmiştir.

Erdemir (2015), tarafından yapılan çalışmada; buğday unundan yapılan ekmeklerin sertlik değerinin ilk gün 939 g olarak bulunduğu 48 ve 72 saat depolama sonucunda ise bu değer sırası ile 1319 ve 1778 g olarak artış gösterdiği belirlenmiştir.

Martinez vd. (2018), tarafından yapılan çalışmada; buğday ununa farklı oranlarda (%45, 60 ve %70) su ilavesiyle üretilen ekmeklerin sertlik değerleri sırası ile 5329 g, 1225 g, 622 g olarak belirlenmiştir.

Bhol ve John Don Bosco (2014), tarafından yapılan çalışmada; buğday ununa yer değiştirme prensibine göre kırmızı barbunya unu ve maltlaştırılmış finger darı unu ilave edilmiştir. Buğday unundan yapılan ekmeklerin sertlik değeri 5211.9 g olarak

belirlenmiştir. Barbunya unu ilavesi ile sertlik değeri azalırken maltlaştırılmış finger darı unu ilavesi sertliği istatistiki olarak değiştirmemiştir.

Sertlik değeri aynı un kullanımında su miktarından bile etkilenen önemli bir parametredir (Martinez vd., 2018). Yapılan çalışmalarda oldukça farklı çıkması beklenen bir durumdur.

Çizelge 4.37. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin elastikiyet değerleri^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	2.46 ^a _A	1.77 ^a _{AB}	1.34 ^a _{AB}	0.98 ^a _B	0.94 ^a _B	0.94 ^a _B
Kontrol-2	0.73 ^b _A	0.69 ^b _{AB}	0.62 ^c _{BC}	0.63 ^b _{BC}	0.60 ^b _C	0.60 ^b _C
5	0.80 ^b _A	0.69 ^b _{AB}	0.70 ^{bc} _{AB}	0.69 ^b _{AB}	0.63 ^b _B	0.59 ^b _B
10	0.79 ^b _A	0.73 ^b _{AB}	0.68 ^{bc} _{ABC}	0.67 ^b _{BC}	0.64 ^b _{BC}	0.59 ^b _C
20	0.79 ^b _A	0.71 ^b _{AB}	0.70 ^{bc} _{AB}	0.66 ^b _{AB}	0.64 ^b _B	0.58 ^b _B
30	0.80 ^b _A	0.71 ^b _{AB}	0.68 ^{bc} _B	0.68 ^b _B	0.64 ^b _C	0.61 ^b _C

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Elastikiyet değeri ilk gün yapılan ekmekler içinde, kontrol-1 ekmeklerinde en yüksek değeri alırken (2.46), kontrol-2 ekmeklerde ve glutensiz formülasyona kinoa ilavesi ile yapılan ekmeklerde bu değer önemli oranda ($p < 0.01$) azalmıştır. Fakat bu ekmeklerin kendi içinde elastikiyet değeri istatistiki olarak önemli ($p > 0.01$) olmamıştır. Depolama süresince elastikiyet değeri tüm ekmek örneklerinde genel olarak azalmıştır. Rizzello vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin elastikiyet değeri 0.87 olarak, Bhol ve John Don Bosco (2014), tarafından 0.99 olarak, Hatipoğlu (2016), tarafından ise 12.03 olarak belirlenmiştir. Turkut vd. (2016), tarafından yapılan farklı formülasyonlara sahip glutensiz ekmeklerin elastikiyet değeri 0.79-0.84 arasında değiştiği bildirilmiştir. Buresova vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada glutensiz ekmeklerin elastikiyet değeri ise 75-87 aralığında değiştiği bildirilmiştir.

Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada glutensiz ekmek örneklerinde bu değer 3.77-16.86 aralığında olduğu bildirilmiştir.

Onyango vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada glutensiz ekmeklerin elastikiyet değeri 89.95 olarak bildirilmiştir.

Martinez ve Gomez (2017), tarafından yapılan çalışmada; mısır nişastası, pirinç unu, buğday nişastası ve patates nişastası bazlı glutensiz ekmekler yapılmıştır. Ekmeklerin elastikiyet değerleri sırasıyla 0.95, 0.83, 0.98 ve 0.95 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.38. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin kohezif yapışkanlık değerleri^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	0.87 ^a _A	0.81 ^a _B	0.82 ^a _B	0.81 ^a _B	0.76 ^a _C	0.76 ^a _C
Kontrol-2	0.54 ^b _A	0.41 ^b _B	0.40 ^b _B	0.37 ^b _B	0.34 ^b _B	0.34 ^b _B
5	0.53 ^b _A	0.46 ^b _B	0.44 ^b _B	0.41 ^b _B	0.40 ^b _B	0.40 ^b _B
10	0.54 ^b _A	0.49 ^b _B	0.45 ^b _B	0.44 ^b _B	0.43 ^b _B	0.41 ^b _B
20	0.53 ^b _A	0.48 ^b _B	0.43 ^b _B	0.43 ^b _B	0.43 ^b _B	0.43 ^b _B
30	0.54 ^b _A	0.50 ^b _{AB}	0.45 ^b _{AB}	0.40 ^b _B	0.41 ^b _{AB}	0.41 ^b _{AB}

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Kohezif yapışkanlık değeri ilk gün yapılan ekmekler incelendiğinde, kontrol-1 ekmeklerinde en yüksek olurken kontrol-2 ekmek örneklerinde bu değer önemli oranda ($p < 0.01$) azalmıştır. Depolama süresine bağlı olarak kontrol-1 ekmeklerinde kohezif yapışkanlık değeri azalmıştır. Kinoalı ve kinoasız glutensiz ekmek örneklerinde 5. günden sonra sürenin uzaması kohezif yapışkanlık değerinde önemli olmamıştır.

Rizzello vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin kohezif yapışkanlık değeri 0.59 olarak, Bhol ve John Don Bosco (2014), tarafından 0.58 olarak, Hatipoğlu (2016), tarafından 0.002 olarak, Kittisuban vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada 0.53 olarak belirlenmiştir.

Erdemir (2015), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin yapışkanlık değeri 0.77 olarak bulunduğu ve depolama sürecinde yapışkanlık değerinin azaldığı belirlenmiştir.

Onyango vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada glutensiz ekmeklerin kohezif yapışkanlık değerini 0.57 olarak belirlemişlerdir. Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek örneklerinde bu değer 0.01-0.221 aralığında olduğu bildirilmiştir.

Turkut vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerin kohezif yapışkanlık değerinin 0.41-0.47 arasında olduğu, Rinaldi vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada 0.82 olduğu bildirilmiştir.

Buresova vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerin kohezif yapışkanlık değeri ise 28-81 aralığında değiştiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada pirinç ununa kinoa ilavesiyle kohezif yapışkanlığın değişmediği raporlanmıştır.

Rinaldi vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; ticari glutensiz un formülasyonuna kestane unu ilavesi ile kohezif yapışkanlık değerinin değişmediği belirlenmiştir (sırasıyla 0.82; 0.79). Aynı çalışmada depolama ile ekmek örneklerinin kohezif yapışkanlık değerlerinin azaldığı raporlanmıştır.

Martinez ve Gomez (2017), tarafından yapılan çalışmada; mısır nişastası, pirinç unu, buğday nişastası ve patates nişastası bazlı glutensiz ekmekler yapılmıştır. Ekmeklerin kohezif yapışkanlık değerleri sırasıyla 0.56, 0.57, 0.68, 0.58 olarak belirlenmiştir.

Paciulli vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; iki farklı ticari glutensiz un karışımına %10 ve %20 kestane unu ilave edilerek glutensiz un karışımları hazırlanarak ekmek üretilmiştir. Ekmeklerin kohezif yapışkanlık değerleri 0.71- 0.81 olarak belirlenmiştir. Depolamanın tüm ekmek örneklerinde kohezif yapışkanlığı azalttığı bildirilmiştir.

Demiray vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; Denizli yöresine özgü Karahöyük ekmeğinin yapışkanlık değeri 0.85 olarak belirlenirken depolama süresi ile yapışkanlık değerinin istatistiki olarak önemli oranda azaldığı, 5 gün depolama sonunda bu değer 0.68 olduğu belirtilmiştir.

Yapılan çalışmada ve yukarıda incelenen literatür çalışmalarında depolamanın kohezif yapışkanlığı azalttığı, glutensiz ekmek örneklerinde bu değerlerin ekmeklik buğday unundan daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir. Formülasyonda glutenin azalması kohezif yapışkanlık değerini azalttığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.39. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin sakızimsılık değerleri (g)^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	422.74 ^b _E	712.28 ^c _D	818.63 ^c _{CD}	982.12 ^b _{BC}	1097.10 ^b _{AB}	1275.12 ^b _A
Kontrol-2	12683.18 ^a _{AB}	10030.38 ^b _B	10833.40 ^b _B	10394.65 ^a _B	11800.95 ^a _{AB}	17239.45 ^a _A
5	14824.91 ^a _B	13817.27 ^{ab} _B	14051.62 ^{ab} _B	13605.88 ^a _B	13724.54 ^a _B	20193.38 ^a _A
10	16212.15 ^a _B	14921.74 ^{ab} _B	14196.37 ^{ab} _B	14378.99 ^a _B	14960.85 ^a _B	21830.74 ^a _A
20	16880.25 ^a _{AB}	15820.51 ^a _B	14657.54 ^{ab} _B	14418.46 ^a _B	16957.48 ^a _{AB}	22075.19 ^a _A
30	18885.68 ^a _{AB}	18080.73 ^a _{AB}	16851.84 ^a _{AB}	15200.48 ^a _B	16692.98 ^a _{AB}	21743.41 ^a _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Sakızimsılık kontrol-1 ekmeklerinde en düşük değere (422.74g) sahip olurken kontrol-2 ekmek örneklerinde sakızimsılık istatistiki olarak önemli ($p < 0.01$) oranda artmıştır. Depolamaya ve depolama süresine bağlı olarak tüm ekmek örneklerinin sakızimsılık değeri önemli ($p < 0.01$) oranda artış göstermiştir.

Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin sakızimsılık değeri 4.57 olarak belirlenmiştir.

Bhol ve John Don Bosco (2014), tarafından buğday ekmeğinin sakızimsılık değeri 3276.15 olarak, Erdemir (2015), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin sakızimsılık değeri 715 olarak bulunmuş ve depolama sürecinde sakızimsılık değerinin arttığı belirlenmiştir.

Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek örneklerinde bu değerlerin 1.70-4.67 aralığında olduğu bildirilmiştir.

Demiray vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; Denizli yöresine özgü Karahöyük ekmeğinin sakızımsılık değeri 327g olarak belirlenirken depolama süresi ile sakızımsılığın istatistiki olarak önemli oranda arttığı belirtilmiştir.

Yapılan çalışmada ve yukarıda incelenen literatür çalışmalarında depolamanın sakızımsılığı arttırdığı, glutensiz ekmeğin örneklerinde bu değerin ekmeğin buğday unundan daha yüksek değerler aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.40. Ekmeğin buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeğin çignenebilirlik değerleri (g)^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	1040.70 ^c _A	1187.49 ^c _A	1024.56 ^b _A	1322.79 ^b _A	1027.01 ^b _A	1201.40 ^b _A
Kontrol-2	9303.96 ^b _B	7016.25 ^b _B	6776.38 ^a _B	6532.49 ^{ab} _B	7119.19 ^a _B	10149.63 ^a _A
5	11963.31 ^{ab} _A	9522.76 ^{ab} _B	9726.01 ^a _B	9418.52 ^a _B	8761.56 ^a _B	11870.22 ^a _A
10	12977.66 ^{ab} _A	10898.43 ^{ab} _A	9778.57 ^a _A	9641.12 ^a _A	9721.88 ^a _A	12962.28 ^a _A
20	13462.59 ^{ab} _A	11282.00 ^b _A	10264.23 ^a _A	9666.19 ^a _A	10829.58 ^a _A	12736.10 ^a _A
30	15169.35 ^a _A	12750.20 ^b _A	11727.95 ^a _A	10227.41 ^a _A	10566.38 ^a _A	13276.22 ^a _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmeğin arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Çignenebilirlik değeri için ilk gün ekmeğini incelendiğinde en yüksek çignenebilirlik değerini %30 kinoa ilaveli ekmeğin örneklerinin aldığı görülmüştür. Kinoa ilave edilmeyen glutensiz ekmeğin formülasyonundan yapılan kontrol-2 ekmeğinde çignenebilirlik değeri kinoa ilaveli glutensiz ekmeğin örneklerine göre daha azdır. En düşük çignenebilirlik değerini ise kontrol-1 ekmeğin örnekleri almıştır. Kontrol-1 grubu ekmeğinde depolama süresi çignenebilirlik değerine etki etmemiştir. Glutensiz un formülasyonu ile üretilen kontrol-2 grubu ekmeğinde en yüksek çignenebilirlik değeri 45 gün sonunda pişirilen ekmeğinde olduğu saptanmıştır. Kinoa ilaveli glutensiz ekmeğinde depolama süresince genel olarak çignenebilirlik değeri değişmemiştir.

Erdemir (2015), tarafından yapılan çalışmada; buğday unundan yapılan ekmeğinin çignenebilirlik değeri 66.74 olarak, Kittisuban vd. (2014) tarafından yapılan

çalışmada; 40.24 olarak, Bhol ve John Don Bosco (2014), tarafından yapılan çalışmada ise 3674.37 olarak belirlenmiştir.

Buresova vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerin çiğnenebilirlik değeri ise 300-2800 N aralığında değiştiği ve pirinç ununa kinoa ilavesinin bu değeri arttırdığı bildirilmiştir.

Onyango vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada glutensiz ekmeklerin çiğnenebilirlik değerini 937.10 olarak belirlemişlerdir. Depolama sürecinin bu değeri değiştirmedini raporlamışlardır. Rinaldi vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; ticari glutensiz un formülasyonuna kestane unu ilavesi ile çiğnenebilirlik değerinin arttığı belirlenmiştir (sırasıyla 2.33-3.48N; 237.5g-354.74g). Aynı çalışmada depolama ile ekmek örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerinin arttığı raporlanmıştır.

Paciulli vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; iki farklı ticari glutensiz un karışımına %10 ve %20 kestane unu ilave edilip glutensiz un karışımları hazırlanarak ekmek üretilmiştir. Ekmeklerin ilk gün belirlenen çiğnenebilirlik değerleri 0.50- 2.79 N olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada ve yukarıda incelenen literatür çalışmalarında depolamanın çiğnenebilirlik değerini arttırdığı, glutensiz ekmek örneklerinde bu değerlerin ekmeklik buğday unundan daha yüksek değerler aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.41. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin esneklik değerleri ^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	0.57 ^a _A	0.50 ^a _B	0.47 ^a _B	0.47 ^a _B	0.40 ^a _C	0.41 ^a _C
Kontrol-2	0.28 ^b _A	0.23 ^b _B	0.22 ^b _B	0.20 ^b _B	0.19 ^b _B	0.20 ^b _B
5	0.29 ^b _A	0.23 ^b _{AB}	0.22 ^b _B	0.22 ^b _B	0.21 ^b _B	0.20 ^b _B
10	0.29 ^b _A	0.25 ^b _{AB}	0.22 ^b _{AB}	0.21 ^b _B	0.22 ^b _B	0.22 ^b _B
20	0.30 ^b _A	0.24 ^b _{AB}	0.22 ^b _{AB}	0.21 ^b _B	0.22 ^b _B	0.20 ^b _B
30	0.30 ^b _A	0.25 ^b _{AB}	0.22 ^b _B	0.22 ^b _B	0.22 ^b _B	0.21 ^b _B

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Esneklik değeri ilk gün yapılan ekmek örneklerinden buğday unundan yapılmış kontrol-1 ekmeklerinde en yüksek değeri (0.57) almıştır. Kontrol-2 ekmek örnekleri ve kinoa ilaveli glutensiz ekmeklerde bu değer kontrol-1 gruba göre azalmış fakat glutensiz ekmeklerin kendi içinde istatistiki bir fark oluşturmamıştır. Glutensiz un formülasyonuna kinoa ilavesi esneklik değeri için ekmeklerde önemli bir etki göstermemiştir. Depolama süresi tüm ekmek örneklerinde esneklik değerinin azalmasına sebep olmuştur. Kontrol-1 ekmeklerde depolama süresindeki esneklik değerinde ki azalmanın kontrol-2 ekmek örneklerine göre daha fazla olduğu saptanmıştır.

Rizzello vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin esneklik değeri 0.31 olarak, Bhol ve John Don Bosco (2014), tarafından 0.23 olarak, Rizello vd., (2016) tarafından ise 0.77 olarak belirlenmiştir.

Buresova vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerin esneklik değeri ise 27-56 aralığında değiştiği ve pirinç ununa kinoa ilavesiyle bu değer değişmediği bildirilmiştir. Rinaldi vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; ticari glutensiz un formülasyonundan yapılan ekmeklerin esneklik değeri 0.49 olarak belirlenmiştir.

Onyango vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerin esneklik değerini 0.34 olarak belirlemişlerdir. Ekmeklerin depolama süresinde bu değer azaldığı bildirilmiştir.

Martinez ve Gomez (2017), tarafından yapılan çalışmada; mısır nişastası, pirinç unu, buğday nişastası ve patates nişastası bazlı glutensiz ekmekler yapılmıştır. Ekmeklerin esneklik değerleri sırasıyla 0.41, 0.32, 0.56, 0.40 olarak belirlenmiştir.

Paciulli vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; iki farklı ticari glutensiz un karışımına %10 ve %20 kestane unu ilave edilerek glutensiz un karışımları hazırlanarak ekmek üretilmiştir. Ekmeklerin esneklik değerleri 0.40- 0.45 olarak belirlenmiştir. Depolama ile bu değer azaldığı bildirilmiştir.

Yapılan çalışmada ve incelenen literatür çalışmalarında depolamanın esneklik değerini azalttığı, glutensiz ekmek örneklerinde bu değer in ekmeklik buğday unundan daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.

4.9.4. Renk analizleri

Renk analiz cihazı ile ekmek örneklerinin kabuk rengi ve ekmek içi renkleri olmak üzere renk analizleri yapılmıştır. Örneklerin kabuk renk değerlerinden L* değeri Çizelge 4.42’de, a* değeri Çizelge 4.43’de, b* değeri Çizelge 4.44’de; ekmek içi renk değerlerinden L* değeri Çizelge 4.45’de, a* değeri Çizelge 4.46’da, b* değeri Çizelge 4.47’de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin kabuk rengi L değerleri ^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	56.91 ^c _A	57.09 ^{bc} _A	57.24 ^{bc} _A	57.27 ^{bc} _A	56.64 ^{bc} _A	57.89 ^{ab} _A
Kontrol-2	61.52 ^a _A	62.97 ^a _A	62.28 ^a _A	62.63 ^a _A	61.76 ^a _A	61.68 ^a _A
5	58.78 ^b _A	58.52 ^b _A	58.68 ^b _A	58.33 ^b _A	58.32 ^b _A	58.06 ^{ab} _A
10	56.69 ^c _A	56.53 ^{bc} _A	56.73 ^{bc} _A	56.48 ^{bc} _A	56.83 ^{bc} _A	56.37 ^b _A
20	54.74 ^d _A	54.98 ^c _A	54.60 ^{cd} _A	55.02 ^c _A	53.89 ^{cd} _A	54.34 ^{bc} _A
30	51.26 ^e _A	51.79 ^d _A	51.69 ^d _A	51.76 ^d _A	51.23 ^d _A	51.03 ^c _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Ekmek kabuğunun rengini analiz etmek için en çok kullanılan renk parametresi kabuğun parlaklığı ile olan ilişki nedeniyle L* değeridir (Broyart vd., 1998; Lara vd., 2011).

Ekmek örneklerinin kabuk rengi L* değeri incelendiğinde kinoa sız glutensiz un formülasyonu kullanılarak üretilen kontrol-2 ekmeklerin L* değerinin en yüksek (61.52) olduğu, bu formülasyona kinoa unu ilavesiyle örneklerin kabuk rengi L* değeri kinoa oranına bağlı, istatistiki olarak önemli (p<0.01) oranda azaldığı belirlenmiştir. Ekmeklik buğday unundan yapılan kontrol-1 ekmeklerin kabuk rengi L* değerine (56.91) %10 kinoa ilaveli glutensiz ekmek örneklerinin L* değerinin

(56.69) benzer olduğu gözlemlenmiştir. Ekmek örneklerinin ilk günkü kabuk rengi L^* değerleri dondurulmuş depolama ile değişmemiştir. Dondurma işleminin renk üzerinde etkisi olmadığı düşünöldüğü için bu durum beklenen bir durumdur.

Kittisuban vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; buğday unu ile yapılan ekmeklerin kabuk L^* değeri 79.89; Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada 48.83; Erdemir (2015), tarafından yapılan çalışmada 44.36; Öztürk vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada 59.5; Kotancılar vd. (1996), tarafından yapılan çalışmada 61.3; Abasız (2004), tarafından yapılan çalışmada 54.58; Mohammed (2012), tarafından 98.14; Dirim vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada 58.00 olarak belirlenmiştir. Doğan ve Yıldız (2009), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin farklı miktarlarda su, maya, katkı ilavesi ve tuz ilavelerinde ekmek kabuğu rengi L^* değerinin 43.43-79.48 aralığında değiştiğini raporlamışlardır. Çelik vd. (1996), tarafından Doğanadolu'da yetiştirilen buğdayların özellikleri ve ekmeklik kalitesinin değerlendirildiği çalışmada; 6 farklı buğday çeşidinden yapılan ekmeklerin kabuk renk değerinden L^* değerinin 58.32-69.40 aralığında değiştiği belirtilmiştir. Bhol ve John Don Bosco (2014), tarafından yapılan çalışmada buğday unundan yapılan ekmeklerin L^* değerinin 75.24 olarak belirlendiği bildirilmiştir.

Yapılan çalışmalardan anlaşılacağı gibi kullanılan buğday çeşidi, katkı maddesi ve buğday çeşitleri gibi çeşitli faktörler ekmeğinin renk değerini değiştirmektedir.

Paciulli vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; iki farklı ticari glutensiz un karışımına %10 ve %20 kestane unu ilave edilip glutensiz un karışımları hazırlanarak ekmek üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin kabuk rengi L^* değerleri 63.3-78.8 aralığında belirlenmiştir. Kestane ununun ilavesi ekmek kabuk renklerinden L^* değerinin azalmasına sebep olduğu belirtilmiştir.

Yılmaz ve Doğan (2015), tarafından Türkiye piyasasından 8 farklı tahıl bazlı glutensiz ekmeklik un karışımı temin edilerek üretilerek denemeler yapılmıştır. Yapılan çalışmada glutensiz un karışımlarının L^* değeri 43.06-54.85 olarak belirlenmiştir. Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada glutensiz ekmeklerin kabuk renginin L^* değerinin ise 32.89-45.50 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Bu çalışmada ise glutensiz ekmeklerin kabuk renginin L^* değeri 51.26-61.52 aralığında

bulunmuştur. Glutensiz ekmeklerde bu değerin farklı çalışmalarda farklı aralıktaki çıkması formülasyona ilave edilen maddelerin ve kullanılan miktarlarının farklı olmasından kaynaklanabileceğini düşündürmüştür.

Brito vd. (2015), tarafından yapılan glutensiz kinoa bazlı bisküvilerin besinsel ve duyuşsal karakterizasyonunun yapıldığı çalışmada; kinoa kullanımının ürünlerde rengin koyulaşmasına sebep olduğu belirtilmiştir. Bu tez kapsamında da Brito vd. (2015), tarafından yapılan çalışmayı destekleyici olarak kinoa ilavesiyle örneklerin L* değerinin azaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.43. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin kabuk rengi a* değerleri ^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	8.57 ^a _A	9.18 ^a _A	9.13 ^a _A	8.57 ^a _A	9.11 ^a _A	8.66 ^a _A
Kontrol-2	2.76 ^d _A	2.61 ^d _A	2.65 ^d _A	2.55 ^e _A	2.57 ^c _A	2.68 ^c _A
5	4.37 ^c _A	4.12 ^c _A	4.06 ^c _A	4.39 ^d _A	4.20 ^{bc} _A	4.30 ^{bc} _A
10	4.62 ^c _A	4.23 ^c _A	4.39 ^c _A	4.56 ^{cd} _A	4.88 ^{bc} _A	4.23 ^{bc} _A
20	5.32 ^b _A	5.50 ^b _A	5.18 ^{bc} _A	5.40 ^{bc} _A	5.36 ^b _A	5.43 ^b _A
30	5.72 ^b _A	5.68 ^b _A	5.82 ^b _A	5.66 ^b _A	5.14 ^{bc} _A	5.47 ^b _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Ekmek örneklerinin kabuk renk değerlerinden a* değeri incelendiğinde en yüksek değeri kontrol-1 ekmeklerinin (8.57) aldığı belirlenmiştir. Bu değere en yakın değeri alan ekmek örnekleri %20 ve %30 kinoa ilavesiyle glutensiz ekmekler olmuştur. En düşük değeri ise kontrol-2 ekmek örnekleri (2.76) almıştır. Dondurulmuş depolama süresi ile ekmek örneklerinin ilk gün aldığı değerler istatistiksel olarak (p>0.01) önemli oranda değişmemiştir.

Doğan ve Yıldız (2009), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin farklı miktarlarda su, maya, katkı ilavesi ve tuz ilavelerinde ekmek kabuğu rengi a* değerinin 5.60-10.8 aralığında değiştiğini raporlamışlardır. Mohammed (2012), tarafından ekmeklik buğday unundan yapılan örneklerin ekmek kabuğu rengi a* değerinin 0.27, Dirim vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; 11, Erdemir (2015),

tarafından yapılan çalışmada; 8.72, Öztürk vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; 11.2, Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; 10.87, Kotancılar vd. (1996), tarafından yapılan çalışmada; 12.2, Abasız (2004), tarafından yapılan çalışmada; 12.73 olarak belirlenmiştir.

Çelik vd. (1996), tarafından yapılan çalışmada; 6 farklı buğday çeşidinden yapılan ekmeklerin kabuk rengi a^* değerinin 6.67-12.92 aralığında değiştiği raporlanmıştır. Bhol ve John Don Bosco (2014), tarafından yapılan çalışmada buğday unundan yapılan ekmeklerin a^* değerinin 0.72 olarak belirlendiği bildirilmiştir.

Paciulli vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; iki farklı ticari glutensiz un karışımına %10 ve %20 kestane unu ilave edilip glutensiz un karışımları hazırlanarak ekmek üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin kabuk rengi a^* değerleri 2.8-9.2 aralığında belirlenmiştir. Kestane ununun ilavesi ekmek kabuk renklerinden a^* değerinin artmasına sebep olduğu belirtilmiştir. Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerin kabuk renk değerlerinden a^* değerinin 10.34-13.81 aralığında değiştiği belirtilmiştir.

Çizelge 4.44. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin kabuk rengi b^* değerleri ^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	21.13 ^a _A	20.97 ^a _A	21.03 ^a _A	20.35 ^a _A	21.11 ^a _A	21.10 ^a _A
Kontrol-2	17.23 ^{cd} _A	16.53 ^b _A	16.38 ^c _A	16.34 ^c _A	17.17 ^c _A	17.30 ^b _A
5	18.80 ^b _A	18.00 ^b _{AB}	17.93 ^b _{AB}	17.71 ^{bc} _B	18.77 ^b _{AB}	17.83 ^b _{AB}
10	18.91 ^b _A	17.77 ^b _A	17.53 ^b _A	17.44 ^{bc} _A	17.72 ^{bc} _A	17.55 ^b _A
20	18.18 ^{bc} _A	18.16 ^b _A	17.87 ^b _A	18.19 ^b _A	18.35 ^{bc} _A	18.28 ^b _A
30	17.72 ^{bc} _A	17.12 ^b _A	17.14 ^{bc} _A	17.25 ^{bc} _A	17.26 ^c _A	17.32 ^b _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Ekmek örneklerinin kabuk renk değerlerinden b^* değeri incelendiğinde en yüksek değeri kontrol-1 grubu ekmeklerin (21.13) aldığı belirlenmiştir. Kontrol-1 grubu ekmek örneklerine en yakın değeri %5 ve %10 kinoa ilaveli glutensiz ekmek

örnekleri almıştır. Ekmek örneklerinin ekmek dış renk b^* değeri de depolama süresi ile değişiklik göstermemiştir.

Mohammed (2012), tarafından ekmeklik buğday unundan yapılan örneklerin ekmek kabuğu rengi b^* değerinin 2.64, Dirim vd. (2014), tarafından 30, Erdemir (2015), tarafından yapılan çalışmada; 18.19, Öztürk vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; 36.7, Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; 17.91, Kotancılar vd. (1996), tarafından yapılan çalışmada; 31.3, Abasız (2004), tarafından yapılan çalışmada; 32.13 olarak bulunduğu bildirilmiştir. Bhol ve John Don Bosco (2014), tarafından yapılan çalışmada buğday unundan yapılan ekmeklerin b^* değerinin 19.60 olarak belirlendiği bildirilmiştir.

Paciulli vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; iki farklı ticari glutensiz un karışımına %10 ve %20 kestane unu ilave edilip glutensiz un karışımları hazırlanarak ekmek üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin kabuk rengi b^* değerleri 17.1-27.9 aralığında belirlenmiştir. Kestane ununun ilavesi ekmek kabuk renklerinden b^* değerinin artmasına sebep olduğu belirtilmiştir.

Doğan ve Yıldız (2009), tarafından yapılan çalışmada buğday ekmeğinin farklı miktarlarda su, maya, katkı ilavesi ve tuz ilavelerinde ekmek kabuğu rengi b^* değerinin 28.81-36.91 aralığında değiştiğini raporlamışlardır.

Yılmaz ve Doğan (2015), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz un karışımlarının b^* değeri ise 7.60-18.44 aralığında değiştiği, Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada ise; glutensiz ekmeklerin kabuk renk değerlerinden b^* değerinin 13.55-20.74 aralığında değiştiği belirtilmiştir.

Ekmek örneklerinin ekmek içi renk değerlerinden L^* değeri için en yüksek değeri kontrol-1 grubu ekmekleri (66.24) ve glutensiz un formülasyonu ile üretilmiş kontrol-2 örnekleri (66.61) almıştır.

Kinoa ilavesi glutensiz ekmek örneklerinin ekmek içi L^* değerinin azalmasına sebep olmuştur. Depolama süresi bu değer üzerinde genel olarak etkili olmamıştır (Çizelge 4.45).

Çizelge 4.45. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin ekmek içi rengi L* değerleri ^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	66.24 ^a _{AB}	65.57 ^b _B	66.76 ^b _A	66.66 ^b _A	66.43 ^b _A	66.42 ^b _A
Kontrol-2	66.61 ^a _B	70.05 ^a _A	69.29 ^a _A	69.91 ^a _A	69.41 ^a _A	68.98 ^a _A
5	65.57 ^b _A	66.43 ^b _A	66.42 ^b _A	65.87 ^{bc} _A	66.32 ^b _A	65.92 ^b _A
10	64.59 ^c _A	64.14 ^b _A	64.68 ^c _A	64.20 ^c _A	64.07 ^c _A	63.93 ^c _A
20	61.40 ^d _A	61.56 ^c _A	61.03 ^d _A	61.66 ^d _A	61.14 ^d _A	61.41 ^d _A
30	57.15 ^e _A	57.11 ^d _A	58.07 ^e _A	57.95 ^e _A	57.46 ^e _A	57.62 ^e _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Kittisuban vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; buğday unu ile yapılan ekmeklerin ekmek içi L* değeri 79.83; Erdemir (2015), tarafından yapılan çalışmada; 54.33, Dirim vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; 72 olarak belirlenmiştir.

Kotancılar vd. (1996), tarafından yapılan çalışmada; buğday unu ile yapılan ekmeklerin ekmek içi L* değeri 63.9, Abasız (2004), tarafından yapılan çalışmada; 62.22, Mohammed (2012), tarafından yapılan çalışmada; 96.94, Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; 60.22 olarak raporlanmıştır.

Çelik vd. (1996), tarafından Doğanadolu'da yetiştirilen buğdayların özellikleri ve ekmeklik kalitesinin değerlendirildiği çalışmada; 6 farklı buğday çeşidinden yapılan ekmeklerin iç renk değerlerinden L* değerinin 66.24-74.37 aralığında değiştiği bildirilmiştir.

Yılmaz ve Doğan (2015), tarafından Türkiye piyasasından 8 farklı tahıl bazlı glutensiz ekmeklik örneklerin iç renk değerlerinden L* değerinin 64.13-79.85 aralığında olduğu belirlenmiştir.

Hatipoğlu (2016) tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmekler ekmek içi L* değerinin 57.83-64.44 aralığında olduğu raporlanmıştır.

Paciulli vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; iki farklı ticari glutensiz un karışımına %10 ve %20 kestane unu ilave edilip glutensiz un karışımları hazırlanarak ekmek üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin ekmek içi rengi L* değerleri 64.4-82.2 aralığında belirlenmiştir. Kestane ununun ilavesi ekmek içi renklerinden L* değerinin azalmasına sebep olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 4.46. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin ekmek içi rengi a* değerleri^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	1.70 ^c _A	1.78 ^c _A	1.76 ^b _A	1.81 ^d _A	1.78 ^c _A	1.79 ^c _A
Kontrol-2	1.73 ^c _A	1.77 ^c _A	1.75 ^b _A	1.80 ^d _A	1.85 ^c _A	1.72 ^c _A
5	2.26 ^b _{AB}	2.00 ^c _C	2.18 ^a _{ABC}	2.12 ^c _{BC}	2.33 ^b _{AB}	2.42 ^b _A
10	2.33 ^{ab} _A	2.31 ^b _A	2.22 ^a _A	2.10 ^c _A	2.44 ^{ab} _A	2.46 ^b _A
20	2.46 ^{ab} _A	2.36 ^b _A	2.36 ^a _A	2.31 ^b _A	2.37 ^{ab} _A	2.44 ^b _A
30	2.60 ^a _{ABC}	2.63 ^a _{ABC}	2.51 ^a _C	2.54 ^a _{BC}	2.83 ^a _{AB}	2.85 ^a _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Ekmek örneklerinin ekmek içi renk değerlerinden a* değeri kontrol-1 grubu örneklerde 1.70 değerini almıştır. Kontrol-1 gruba en yakın değeri glutensiz ekmek formülasyonu ile yapılan kontrol-2 ekmek örnekleri almıştır.

Glutensiz ekmek formülasyonuna kinoanın ilavesi bu değerlerin artmasına sebep olmuştur. Depolama süresi ile ekmek örnekleri gruplarında bu değer genel olarak değişmemiştir.

Dirim vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin ekmek içi a* değeri 0, Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; 0.88, Erdemir (2015), tarafından yapılan çalışmada; 0.64, Öztürk vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; -0.6, Kotancılar vd. (1996), tarafından yapılan çalışmada; 2.8 olarak belirlenmiştir.

Abasız (2004), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin ekmek içi a* değeri -0.96, Mohammed (2012), tarafından yapılan çalışmada; 0.23 olarak belirlenmiştir.

Çelik vd. (1996), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin ekmek içi a* değeri -1.98-0.49 aralığında değiştiği raporlanmıştır.

Bu çalışmada ekmeklik buğday unundan yapılan kontrol grubu ekmeklerin ekmek içi a* değerinin yapılan çalışmalarda bulunan değerler aralığında olduğu belirlenmiştir. Hatipoğlu (2016) tarafından yapılan çalışmada glutensiz ekmeklerin iç renk değerlerinden a* değerinin 0.54-1.86 aralığında değiştiği belirtilmiştir.

Paciulli vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; iki farklı ticari glutensiz un karışımına %10 ve %20 kestane unu ilave edilerek glutensiz un karışımları hazırlanarak ekmek üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin ekmek içi rengi a* değerleri -0.5-3.4 aralığında belirlenmiştir. Kestane ununun ilavesi ekmek içi renklerinden a* değerinin artmasına sebep olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 4.47. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin ekmek içi rengi b* değerleri ^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	15.43 ^d _A	15.46 ^c _A	14.83 ^c _{AB}	14.42 ^d _B	14.46 ^d _B	14.73 ^c _{AB}
Kontrol-2	17.13 ^b _A	17.29 ^a _A	17.22 ^a _A	17.29 ^a _A	17.11 ^a _A	17.79 ^a _A
5	17.61 ^a _A	16.96 ^a _{AB}	16.70 ^{ab} _B	16.16 ^b _B	16.72 ^{ab} _B	16.52 ^b _B
10	16.73 ^c _A	16.00 ^b _B	15.91 ^{bc} _B	16.04 ^b _B	16.43 ^{ab} _{AB}	16.65 ^b _A
20	16.30 ^c _A	16.02 ^b _A	15.93 ^{bc} _A	16.28 ^b _A	16.20 ^b _A	16.46 ^b _A
30	15.28 ^e _A	15.09 ^c _A	15.12 ^c _A	15.24 ^c _A	15.25 ^c _A	15.74 ^b _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Ekmek örneklerinin ekmek içi renk değerlerinden b* değeri kontrol-1 grubu örneklerde 15.43 değerini almıştır. Bu değere en yakın değer %30 kinoa glutensiz ekmek örneklerinin aldığı belirlenmiştir. Glutensiz ekmek formülasyonuna kinoa ilavesi ekmek içi renginde b* değerinin azalmasına sebep olmuştur. En yüksek ekmek içi b* değerini %5 kinoa glutensiz ekmek örnekleri almıştır. Depolama süresi ile ekmek örneklerinin gruplarında bu değer genel olarak değişmediği belirlenmiştir.

Dirim vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; buğday ekmeğinin ekmek içi b* değeri 12, Mohammed (2012), tarafından yapılan çalışmada; 0.87, Erdemir (2015), tarafından yapılan çalışmada; 12.99, Öztürk vd. (2015), tarafından yapılan çalışmada; 14.6, Kotancılar vd. (1996), tarafından yapılan çalışmada; 18.8, Abasız (2004), tarafından yapılan çalışmada; 13.58, Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada; 16.11 olarak belirlenmiştir.

Çelik vd. (1996), tarafından 6 farklı buğday çeşidinden yapılan ekmeklerin iç renk değerlerinden b* değerinin 8.17-12.93 aralığında değiştiği bildirilmiştir.

Yılmaz ve Doğan (2015), tarafından Türkiye piyasasından 8 farklı tahıl bazlı glutensiz ekmeklik un karışımı temin edilerek üretilen örneklerin ekmek içi b* değerlerinin 6.90- 18.66 aralığında olduğu, Hatipoğlu (2016), tarafından yapılan çalışmada glutensiz ekmeklerin iç renk değerlerinden b* değerinin 16.40-20.72 aralığında olduğu belirtilmiştir.

Paciulli vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; iki farklı ticari glutensiz un karışımına %10 ve %20 kestane unu ilave edilerek glutensiz un karışımları hazırlanarak ekmek üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin ekmek içi rengi L* değerleri 64.4-82.2 aralığında belirlenmiştir. Kestane ununun ilavesi ekmek içi renklerinden L* değerinin azalmasına sebep olduğu belirtilmiştir.

Paciulli vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; iki farklı ticari glutensiz un karışımına %10 ve %20 kestane unu ilave edilerek glutensiz un karışımları hazırlanarak ekmek üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin ekmek içi rengi b* değerleri 8.0-13.8 aralığında belirlenmiştir. Kestane ununun ilavesi ekmek içi renklerinden b* değerinin artmasına sebep olduğu belirtilmiştir.

4.9.5. Duyusal analizler

Denemelerde üretilen bisküviler 15 kişilik bir panelist grup tarafından duyusal olarak değerlendirilmiştir.

Ekmek örneklerinin duyuşal değerlendirilmesinde hacim, Şekil simetri, kabuk rengi, ekmek içi rengi, tekstür, ağızda hissedilebilen yumuşaklık, koku, aroma, tat, genel kabul edilebilirlik, satın alınabilirlik parametreleri incelenmiştir.

Örneklerin duyuşal değerlerinden hacim değeri izelge 4.48’de Şekil simetri değeri izelge 4.49’da, kabuk rengi değeri izelge 4.50’de, ekmek içi rengi izelge 4.51’de, tekstür değeri izelge 4.52’de, ağızda hissedilebilen yumuşaklık değeri izelge 4.53’de, koku değeri izelge 4.54’de, aroma değeri izelge 4.55’de, tat değeri izelge 4.56’da, genel kabul edilebilirlik izelge 4.57’de, satın alınabilirlik izelge 4.58’de verilmiştir. Duyusal analiz resimleri Ek E’de, duyuşal analiz formu Ek F’de verilmiştir.

Çizelge 4.48. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyuşal hacim değerleri^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	4.90 ^a _A	4.50 ^a _A	5.00 ^a _A	4.77 ^a _A	4.77 ^a _A	5.00 ^a _A
Kontrol-2	3.00 ^b _A	2.62 ^c _A	3.25 ^b _A	2.77 ^b _A	2.77 ^b _A	3.25 ^b _A
5	3.00 ^b _A	3.12 ^{bc} _A	3.37 ^b _A	2.77 ^b _A	2.77 ^b _A	3.37 ^b _A
10	3.00 ^b _A	3.00 ^{bc} _A	3.25 ^b _A	2.77 ^b _A	2.77 ^b _A	3.25 ^b _A
20	3.00 ^b _A	3.25 ^{bc} _A	3.50 ^b _A	3.00 ^b _A	2.77 ^b _A	3.50 ^b _A
30	2.90 ^b _A	3.62 ^{ab} _A	3.50 ^b _A	2.88 ^b _A	2.88 ^b _A	3.50 ^b _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Duyuşal analiz sonuçlarından hacim değeri incelendiğinde ilk gün en yüksek değeri kontrol-1 grubu ekmek örnekleri almıştır. Glutensiz un formülasyonu ve bu una kinoa ilavesi ile üretilen glutensiz ekmek örnekleri arasında duyuşal hacim değeri için istatistiki olarak önemli ($p>0.01$) bir fark olmadı belirlenmiştir. Kontrol-1 grubu ekmek örnekleri depolama süresince de en yüksek değeri almıştır. Glutensiz ekmek örnekleri arasında hacim değerinin duyuşal değerlendirilmesinde genel olarak bir fark görülmediği kinoa unu ilavesinin duyuşal hacim değeri üzerinde etkili olmadığı, kontrol-1 gruba göre diğer örneklerin hacminin daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.49. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyuşal Şekil simetri değerleri ^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	4.80 ^a _A	4.12 ^a _A	4.25 ^a _A	4.22 ^a _A	4.00 ^a _A	4.25 ^a _A
Kontrol-2	5.00 ^a _A	3.75 ^a _B	4.25 ^a _{AB}	4.00 ^a _B	4.22 ^a _{AB}	4.25 ^a _{AB}
5	4.90 ^a _A	4.12 ^a _{AB}	3.75 ^a _B	4.11 ^a _{AB}	4.11 ^a _{AB}	3.75 ^a _{AB}
10	4.80 ^a _A	4.12 ^a _A	4.62 ^a _A	4.33 ^a _A	4.33 ^a _A	4.62 ^a _A
20	4.70 ^a _A	4.00 ^a _A	4.25 ^a _A	4.33 ^a _A	4.33 ^a _A	4.25 ^a _A
30	4.80 ^a _A	4.12 ^a _A	3.75 ^a _A	4.22 ^a _A	4.22 ^a _A	3.75 ^a _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Ekmek örneklerinin Şekil simerti olarak değerlendirildiği durumda tüm ekmek örnekleri Şekil simetri bakımından düzgün veya çok düzgün simetriye sahip olarak değerlendirilmiştir. Tüm ekmekler aynı ölçülerde kalıplar kullanılarak pişirilmiştir. Pişme sırasında herhangi bir Şekil değişimi olmadığı için bu sonuç beklenen bir durumdur.

Bhol ve John Don Bosco (2014), tarafından yapılan çalışmada; duyuşal genel görünüm değerinde en yüksek puanı buğday ununundan yapılan kontrol grubu ekmeklerin aldığı belirlenmiştir. Buğday ununa kırmızı barbunya ununun ilavesi genel görünüm değerinin düşmesine sebep olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 4.50. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyuşal kabuk rengi değerleri ^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	4.20 ^a _A	4.00 ^a _A	4.50 ^a _A	3.55 ^a _A	3.66 ^a _A	4.50 ^a _A
Kontrol-2	2.90 ^b _A	2.87 ^b _A	3.62 ^{ab} _A	3.33 ^a _A	3.33 ^a _A	3.62 ^{ab} _A
5	3.70 ^{ab} _A	3.87 ^a _A	3.87 ^{ab} _A	3.66 ^a _A	3.66 ^a _A	3.87 ^{ab} _A
10	3.30 ^b _A	3.62 ^a _A	3.75 ^{ab} _A	3.44 ^a _A	3.44 ^a _A	3.75 ^{ab} _A
20	3.30 ^b _A	3.75 ^a _A	3.75 ^{ab} _A	3.66 ^a _A	3.66 ^a _A	3.75 ^{ab} _A
30	3.40 ^b _A	3.62 ^a _A	3.00 ^b _A	3.11 ^a _A	3.44 ^a _A	3.00 ^b _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Ekmeklik buğday unundan yapılmış kontrol-1 grubu ekmek örnekleri dört ve üzeri puanlar alırken kontrol-2 ekmek örnekleri renk açısından daha düşük puanlar almıştır. Kontrol-1 ekmekleri genel olarak kahverengi, renk dağılımı büyük oranda üniform olarak değerlendirilirken, kontrol-2 ekmek örnekleri renk dağılımı ve parlaklığı üniform değil, koyu kahverengi olarak değerlendirilmiştir. Dondurulmuş depolamanın duyu kabuk rengine etkisi olmamıştır.

Bhol ve John Don Bosco (2014), tarafından yapılan çalışmada; duyu renk değerinde en yüksek puanı buğday unundan yapılan kontrol grubu ekmeklerin aldığı belirlenmiştir. Buğday ununa ilave edilen katkılar duyu değerlendirmede renk parametresinin düşmesine sebep olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 4.51. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyu ekmek içi rengi değerleri

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	4.30 ^a _A	4.50 ^a _A	4.75 ^a _A	4.33 ^a _A	4.33 ^a _A	4.75 ^a _A
Kontrol-2	4.10 ^a _A	3.75 ^a _A	4.62 ^{ab} _A	4.00 ^a _A	4.00 ^a _A	4.62 ^{ab} _A
5	4.30 ^a _A	3.75 ^a _A	4.12 ^{ab} _A	3.66 ^a _A	3.66 ^a _A	4.12 ^{ab} _A
10	4.40 ^a _A	3.75 ^a _A	4.00 ^{ab} _A	3.55 ^a _A	3.55 ^a _A	4.00 ^{ab} _A
20	3.90 ^a _A	3.50 ^a _A	3.87 ^{ab} _A	3.44 ^a _A	3.44 ^a _A	3.87 ^{ab} _A
30	4.00 ^a _A	3.62 ^a _A	3.50 ^b _A	2.88 ^a _A	2.88 ^a _A	3.50 ^{ab} _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Ekmek içi renk değerlendirmesine bakıldığında kontrol-1 grubu ekmeklerde renk homejen dağılmış olarak değerlendirilmiştir.

Glutensiz ekmekler ile kontrol-1 grubu ekmekler arasında bu değer için istatistiki olarak önemli bir fark olmamasına rağmen glutensiz ekmeklerde sayısal olarak değerlerin düştüğü belirlenmiştir.

Depolama süresinin ekmek içi rengi üzerinde etkisi olmamıştır.

Benzer olarak Kittisuban vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz pirinç ekmeğinin duyuusal rengi değerlendirilmiştir. Glutensiz ekmekler, kontrol buğday ekmeğiyle benzer puanlar almıştır.

Julianti vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; patates unu, mısır nişastası ve soya fasülyesi farklı oranlarda kullanılarak 6 farklı glutensiz ekmek formülasyonu oluşturulmuştur. Glutensiz ekmeklerin duyuusal değerlendirilmesinde renk için ekmekler 1 ila 5 puanlama sisteminden 2.50-4.09 arasında puanlar almıştır.

Renk ölçüm cihazı ile yapılan sonuçlara paralel olarak duyuusal analizde de benzer sonuçlar gözlenmiştir.

Çizelge 4.52. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyuusal tekstür değerleri^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	4.60 ^a _A	4.50 ^a _A	4.75 ^a _A	4.33 ^a _A	4.77 ^a _A	4.75 ^a _A
Kontrol-2	2.20 ^b _A	2.12 ^c _A	2.87 ^b _A	2.77 ^b _A	2.77 ^b _A	2.87 ^b _A
5	2.20 ^b _A	2.37 ^{bc} _A	2.62 ^b _A	2.55 ^b _A	2.55 ^b _A	2.62 ^b _A
10	2.60 ^b _A	2.50 ^{bc} _A	3.00 ^b _A	2.66 ^b _A	2.66 ^b _A	3.00 ^b _A
20	2.60 ^b _A	3.12 ^b _A	3.00 ^b _A	3.00 ^b _A	2.77 ^b _A	3.00 ^b _A
30	2.60 ^b _A	2.87 ^{bc} _A	2.62 ^b _A	2.88 ^b _A	2.88 ^b _A	2.62 ^b _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Kontrol-1 grubu ekmekler duyuusal değerlendirme de tekstür değeri için beşe yakın puanlar alarak elastik ve yumuşak olarak değerlendirilmiştir. Fakat glutensiz un formülasyonu ile yapılan kontrol-2 ekmekleri ve bu una ilave edilen kinoa ile üretilen ekmek örneklerinde bu değer zayıf elastik, pürüzlü olarak değerlendirilmiştir. Kısmi pişirilerek dondurma yöntemi ile farklı sürelerde üretilen glutensiz ekmek örneklerinde ve kontrol gruplarda depolama süresinin duyuusal tekstür özelliğini etkilemediği belirlenmiştir.

Kittisuban vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz pirinç ekmeğinin özellikleri üzerine protein, beta glukan ve HPMC'nin optimizasyonu yapılmıştır.

Ekmek örneklerinin duysal karakterlerinden renk, tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik puanlanmıştır. Renk dışında tekstür, tat ve genel kabul edilebilirlik yaptığımız çalışmaya benzer olarak kontrol buğday ekmeğinden daha düşük puanlar almıştır.

Bhol ve John Don Bosco (2014), tarafından yapılan çalışmada tekstür değerinde en yüksek puanı buğday ununundan yapılan kontrol grubu ekmeklerin aldığı belirlenmiştir.

Julianti vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; patates unu, mısır nişastası ve soya fasülyesi farklı oranlarda kullanılarak 6 farklı glutensiz ekmek formülasyonu oluşturulmuştur. Glutensiz ekmeklerin duysal değerlendirilmesinde tekstür için ekmekler 1 ila 5 puanlama sisteminden 2.47-4.00 arasında puanlar almıştır.

Çizelge 4.53. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin ağızda hissedilen yumuşaklık değerleri ^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	4.30 ^a _B	4.50 ^a _A	5.00 ^a _A	4.66 ^a _A	4.88 ^a _A	5.00 ^a _A
Kontrol-2	2.50 ^b _B	2.25 ^b _B	3.37 ^b _A	2.44 ^b _B	2.33 ^b _B	3.37 ^b _A
5	2.90 ^b _A	2.75 ^b _A	3.00 ^b _A	2.88 ^b _A	2.88 ^b _A	3.00 ^b _A
10	3.10 ^b _A	3.00 ^b _A	3.25 ^b _A	3.00 ^b _A	3.00 ^b _A	3.25 ^b _A
20	2.60 ^b _A	3.12 ^b _A	2.87 ^b _A	3.00 ^b _A	3.00 ^b _A	2.87 ^b _A
30	3.00 ^b _A	3.25 ^b _A	2.75 ^b _A	3.11 ^b _A	3.11 ^b _A	2.75 ^b _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Ağızda hissedilen yumuşaklık değeri için kontrol-1 grubu ekmek örnekleri yumuşak kolay çiğnenebilir olarak değerlendirilmiştir. Kontrol-2 ekmek örnekleri ise kontrol-1 gruba göre istatistiki olarak farklılık göstermiştir. Glutensiz ekmek örnekleri genel olarak biraz sert ve çiğnenmesi biraz zor şeklinde değerlendirilmiştir. Kısmi pişirilerek dondurma yöntemi ile farklı sürelerde üretilen glutensiz ekmek örneklerinde ve kontrol gruplarda depolama süresinin ağızda hissedilen yumuşaklık değerini etkilemediği belirlenmiştir.

Çizelge 4.54. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyuşsal koku değerleri ^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	4.40 ^a _A	4.25 ^a _A	4.87 ^a _A	4.44 ^a _A	4.66 ^a _A	4.87 ^a _A
Kontrol-2	3.00 ^b _A	3.00 ^b _A	3.25 ^b _A	2.88 ^b _A	3.22 ^b _A	3.25 ^b _A
5	3.50 ^{ab} _A	3.12 ^b _A	3.25 ^b _A	3.00 ^b _A	3.00 ^b _A	3.25 ^b _A
10	3.20 ^{ab} _A	3.25 ^b _A	3.37 ^b _A	3.22 ^b _A	3.22 ^b _A	3.37 ^b _A
20	3.30 ^{ab} _A	3.37 ^{ab} _A	3.37 ^b _A	3.44 ^b _A	3.44 ^b _A	3.37 ^b _A
30	3.20 ^{ab} _A	3.50 ^{ab} _A	3.00 ^b _A	2.88 ^b _A	2.88 ^b _A	3.00 ^b _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Duyuşsal değerlendirmede koku parametresi değerlendirilirken kontrol-1 grubu ekmeklerde hoşa giden güçlü belirgin ekmek kokusunun olduğu belirlenmiştir. Kontrol-2 ekmek örneklerinin koku değerinin kontrol-1 ekmeklerine göre beğenirliiliği azalırken bu formülasyona kinoa ilavesinin koku değeri üzerinde olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir. Dondurma çözündürme işlemi bu değer üzerinde etkili olmamıştır. Glutensiz ekmeklerde kinoa ilavesi istatistiksel olarak koku üzerinde olumlu etki göstermiştir.

Çizelge 4.55. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyuşsal aroma değerleri ^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	4.60 ^a _A	4.62 ^a _A	4.62 ^a _A	4.77 ^a _A	4.88 ^a _A	4.62 ^a _A
Kontrol-2	2.70 ^b _A	2.62 ^b _A	3.37 ^b _A	2.44 ^b _A	2.44 ^b _A	3.37 ^b _A
5	2.90 ^b _A	2.62 ^b _A	3.00 ^b _A	2.55 ^b _A	2.55 ^b _A	3.00 ^b _A
10	2.90 ^b _A	3.00 ^b _A	3.25 ^b _A	3.00 ^b _A	3.00 ^b _A	3.25 ^b _A
20	2.80 ^b _A	2.50 ^b _A	3.12 ^b _A	2.44 ^b _A	2.44 ^b _A	3.12 ^b _A
30	3.00 ^b _A	2.87 ^b _A	2.87 ^b _A	2.55 ^b _A	2.55 ^b _A	2.87 ^b _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Ekmeklerin aroma değerleri incelendiğinde kontrol-1 grubu ekmek örnekleri “hoş bir ekmek aroması var” şeklinde değerlendirilmiştir. Kontrol-2 grubu ekmekler istatistiksel olarak kontrol-1 gruba göre daha düşük puanlar almıştır. Kontrol-2 grup ekmekler

“kabul edilebilir ekmek kokusu” olarak değerlendirilmişlerdir. Aroma üzerinde depolamanın ve kinoanın istatistiki olarak bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Buresova vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerin formülasyonunda 70 g pirinç unu+ 30 g glutensiz un; 50 g pirinç unu+ 50 g glutensiz un ve 30 g pirinç unu+70 g glutensiz un olarak formülasyonlar oluşturulmuştur. Glutensiz un olarak amarant, karabuğday, nohut, mısır, darı ve kinoa unları kullanılmıştır. En yüksek aroma ve tat puanlarını 70g pirinç unu+ 30g karabuğday ilave edilen formülasyonla üretilen glutensiz ekmeklerin aldığı belirlenmiştir.

Julianti vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; patates unu, mısır nişastası ve soya fasülyesi farklı oranlarda kullanılarak 6 farklı glutensiz ekmek formülasyonu oluşturulmuştur. Glutensiz ekmeklerin duyuşal değerlendirilmesinde aroma değeri için ekmekler 1 ila 5 puanlama sisteminden 2.61-4.01 arasında puanlar almıştır.

Çizelge 4.56. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyuşal tat değerleri ^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	4.70 ^a _A	4.75 ^a _A	4.50 ^a _A	4.77 ^a _A	4.77 ^a _A	4.50 ^a _A
Kontrol-2	3.00 ^b _A	2.87 ^b _A	3.37 ^b _A	2.88 ^b _A	3.11 ^b _A	3.37 ^b _A
5	3.30 ^b _A	3.12 ^b _A	3.00 ^b _A	2.87 ^b _A	2.87 ^b _A	3.00 ^b _A
10	3.10 ^b _A	2.87 ^b _A	3.25 ^b _A	2.77 ^b _A	2.77 ^b _A	3.25 ^b _A
20	2.90 ^b _A	2.75 ^b _A	3.50 ^b _A	2.66 ^b _A	2.66 ^b _A	3.50 ^b _A
30	3.10 ^b _A	3.12 ^b _A	2.87 ^b _A	2.88 ^b _A	2.88 ^b _A	2.87 ^b _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Ekmek örneklerinin duyuşal tat değerleri incelendiğinde kontrol-1 grubu ekmekler çok hoş yabancı gelmeyen tat olarak değerlendirilmiştir. Kontrol-2 ekmekleri değerlendirme de nötr belirgin bir tat yok şeklinde değerlendirilmiştir. Dondurma işlemi tat üzerinde ekmek örneklerinde değişikliğe sebep olmamıştır. Kinoa unu glutensiz ekmek örneklerinde duyuşal değerlendirmede tat üzerinde etkili olmamıştır.

Benzer olarak; Yılmaz ve Doğan (2015), tarafından yapılan çalışmada; piyasada bulunan glutensiz unlar kullanılarak glutensiz ekmek üretilmiştir. Bu ekmeklerin duysal değerlendirilmesinde glutensiz ekmeklerin tat açısından az beğenildiği belirtilmiştir. Turkut vd. (2016), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerin tat puanları 2.96-4.24 aralığında değişmiştir.

Julianti vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; patates unu, mısır nişastası ve soya fasülyesi farklı oranlarda kullanılarak 6 farklı glutensiz ekmek formülasyonu oluşturulmuştur. Glutensiz ekmeklerin duysal değerlendirilmesinde tat için ekmekler 1 ila 5 puanlama sisteminden 2.47-4.00 arasında puanlar almıştır.

Çizelge 4.57. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin genel kabul edilebilirlik değerleri^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	4.50 ^a _A	4.37 ^a _A	4.62 ^a _A	4.55 ^a _A	4.66 ^a _A	4.62 ^a _A
Kontrol-2	2.80 ^b _A	2.75 ^b _A	3.37 ^b _A	2.55 ^b _A	2.55 ^b _A	3.37 ^b _A
5	3.10 ^b _A	2.87 ^b _A	3.12 ^b _A	2.88 ^b _A	2.88 ^b _A	3.12 ^b _A
10	3.20 ^b _A	2.75 ^b _A	3.50 ^b _A	3.00 ^b _A	3.00 ^b _A	3.50 ^b _A
20	2.80 ^b _A	2.87 ^b _A	3.50 ^b _A	2.77 ^b _A	2.77 ^b _A	3.50 ^b _A
30	3.00 ^b _A	3.37 ^b _A	2.75 ^b _A	2.77 ^b _A	2.77 ^b _A	2.75 ^b _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Ekmek örneklerinin genel kabul edilebilirlikleri incelendiğinde kontrol-1 grubu ekmekler ‘çok beğendim’ şeklinde değerlendirilmiştir. Dondurma depolama işlemi ile beğenilirliklerinde istatiski olarak önemli bir değişim olmamıştır. Kontrol-2 ekmek örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerleri kontrol-1 gruba göre azalmıştır. Kinoa ilavesinin genel kabul edilebilirlik değerine etki etmediği belirlenmiştir.

Mccarthy vd. (2005), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmek formülasyonu için HPMC ve su miktarının optimize edildiği çalışmada örneklerin duysal analiz sonucu 0-5 puan arasında belirlenen bir skalada 1.8 olarak belirlenmiştir. Bu belirlemede çölyak hastası olmayan panelistlerin kullanıldığı böylece bu panelistlerin

beklentilerinin tamamen buğday unundan elde edilen ürünler üzerine kurulu olduğu raporlanmıştır. Benzer durum bu çalışmada da vardır. Panelistler çölyak hastası olmadığı için glutensiz ekmeklerin kabul edilebilirliklerinin düşük olduğu düşünülmüştür. Duyusal analiz aşamasında çölyak hastalarını panelist olarak kullanmak daha uygun olacaktır. Bu kişiler nişasta bazlı ürünlerin özelliklerine göre aşına olacak ve ekmek kalitesini değerlendirirken diğer kişiler gibi kritik davranmayacaktır (Mccarthy vd., 2005).

Buresova vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada; glutensiz ekmeklerin formülasyonunda 70g pirinç unu+ 30 g glutensiz un; 50 g pirinç unu+ 50 g glutensiz un ve 30g pirinç unu+70g glutensiz un olarak formülasyonlar oluşturulmuştur. Glutensiz un olarak amarant, karabuğday, nohut, mısır, darı ve kinoa unları kullanılmıştır. En yüksek genel kabul edilebilirlik puanlarını 70 pirinç unu+30 karabuğday ilave edilen formülasyonla üretilen glutensiz ekmeklerin aldığı belirlenmiştir. Aynı çalışmada pirinç ununa ilave edilen kinoa unu ile genel beğenirliğin azaldığı bildirilmiştir.

Bhol ve John Don Bosco (2014), tarafından yapılan çalışmada; genel kabul edilebilirlik değerinde en yüksek puanı buğday ununundan yapılan kontrol grubu ekmeklerin aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.58. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin satın alınabilirlik değerleri ^{1,2}

Kinoa Oranı (%)	Depolama (Gün)					
	1	5	10	15	30	45
Kontrol-1	4.60 ^a _A	4.00 ^a _A	4.75 ^a _A	4.22 ^a _A	4.22 ^a _A	4.75 ^a _A
Kontrol-2	2.60 ^b _A	2.75 ^b _A	3.12 ^b _A	2.66 ^b _A	2.66 ^b _A	3.12 ^b _A
5	3.00 ^b _A	3.00 ^b _A	3.12 ^b _A	2.66 ^b _A	2.66 ^b _A	3.12 ^b _A
10	2.90 ^b _A	2.62 ^b _A	3.00 ^b _A	2.77 ^b _A	2.77 ^b _A	3.00 ^b _A
20	2.60 ^b _A	3.00 ^b _A	3.25 ^b _A	2.66 ^b _A	2.66 ^b _A	3.25 ^b _A
30	2.70 ^b _A	3.37 ^b _A	3.00 ^b _A	2.66 ^b _A	2.66 ^b _A	3.00 ^b _A

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

Ekmek örneklerinin satın alınabilirlik değerleri incelendiğinde kontrol-1 grubu örnekler için panelistler ‘kesinlikle satın alırım’ şeklinde; kontrol-2 grup ekmekleri içinse ‘satın almam ve kararsızım’ şeklinde değerlendirmişlerdir. İstatistiki olarak glutensiz ekmekler kontrol ekmeklerinden daha düşük puanlar almışlardır. Glutensiz un formülasyonuna kinoa ununun ilavesi satın alınabilirlik değeri üzerinde etkili olmamıştır. Kısmi pişirilerek dondurma yöntemi ile farklı sürelerde pişirmeninde bu parametre üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir.

Satın alınabilirlik değerinde kontrol-2 grubu ekmeklerin ve kinoa ilaveli ekmeklerin düşük puan almasında panelistlerin çölyak hastası olmayan sağlıklı bireyler olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Buğday unundan üretilen kontrol-1 grubu ekmekleri tüketebilme şansı olan bireyler glutensiz ekmekleri kontrol-1 grubu ile karşılaştırınca daha düşük puanlar vereceği beklenen bir durumdur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çölyak hastalığı, hasta olan kişilerin tanılarının konulması ve insanların bilinçlenmesiyle son zamanlarda artan önemde bir bağırsak hastalığı olmuştur. Hastaların hastalıktan korunmaları için tek yapması gereken ise gluten içeren tüm gıdaları günlük diyetinden çıkartmaktır. Gluten, buğday proteini olduğu için çölyak hastalarının buğday unu ve buğday unu ile üretilen tüm gıdalardan uzak durması gerekmektedir. Bu ürünlerden başlıcaları ekmek, simit, puaça, makarna, erişte, kek, pasta, börek, un kullanılarak üretilen tüm çorba ve yemeklerdir. Ekmek ise genellikle tüm toplumlarda başlıca tüketilen, öğünlerde önemli yeri olan temel gıda maddesidir. Hastaların uzun süre gluten içeren diyetle beslenmeleri bu hastaların bağırsaklarındaki villusların gluten nedeniyle zarar görüp besin emilimini yapamaması durumuna gelmesine sebep olmaktadır. Bu durumda ise hasta vücudunda diyet lif, mineral ve vitamin eksiklikleri artmaktadır. Hastalar için özel üretilen gıdaların diyet lif, mineral ve vitamince desteklenmesi, glutensiz ekmek üretiminde nişasta ve pirinç unu bazlı ekmekler yerine lif ve mineral içeriği yüksek besin içeriği zengin gluten içermeyen farklı baklagil ve tahıl benzeri gibi farklı ürünler ile takviye edilmelidir.

Çölyak hastalarının en büyük problemlerinden biri ise glutensiz ekmeğe hızlı ve taze olarak ulaşamamalarıdır. Ekmek, tüketici istekleri düşünüldüğünde fırından yeni çıkmış sıcak ve taze olarak tüketilmek istenmektedir. Fırınlarda yerleşim birimlerinde olan sayıları düşünüldüğünde hasta olmayan insanlar için bu istek gayet kolay karşılanabilirken, çölyak hastaları için taze ekmeğe ulaşmak oldukça zor olmaktadır. Bunun sebebi ise; çölyak hasta sayısının az olmasından dolayı fırınlarda glutensiz ekmek üretimi günlük olarak yapılamamasıdır. Gluten riskinden dolayı tüm fırınlarda glutensiz ekmek üretilmeyecek yeni bir imalathane ve yeni ekipmanlara ihtiyaç olacağı için işletmeler için maliyeti arttıracığından ve taze üretilen ekmeğin tüketici sayısı da az olacağı için üretim sadece büyük şehirlerde yapılmaktadır. Diğer şehirlerde bulunan hastalar internet aracılığı ile ekmeğe ulaşabilmektedir. Fakat üretim süreci ve kargo süreci düşünüldüğünde elde edilen ekmek en az iki günlük olmaktadır. Fiyatları ise normal ekmeğe kıyasla 3-4 kata kadar çıkabilmektedir.

Bu çalışmada pirinç bazlı glutensiz ekmekler yerine daha farklı özellikte glutensiz unları kullanılarak glutensiz un formülasyonu geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bunun için yanıt yüzey yöntemi kullanılmıştır. Oluşturulan formülasyona yer değiştirme prensibiyle %5, %10, %20 ve %30 oranlarında kinoa unu eklenerek glutensiz ekmek örneklerinin fiziksel, tesktürel, kimyasal ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1. Glutensiz ekmek unu üretiminde formülasyon oluşturmada patates nişastası, nohut unu ve mısır ununun eş zamanlı etkilerini anlamak için yanıt yüzey yöntemi, yanıt yüzey yöntemi ile bu çalışmanın dizaynında ise Box Behnken dizayn kullanılmıştır. Kontrol edilebilir faktörler (bağımsız değişkenler) patates nişastası, nohut unu ve mısır unu olarak belirlenmiştir. Formülasyon deneme deseni oluşturulmadan önce formülasyonda kullanılacak bağımsız değişkenlerin alt ve üst limit miktarları daha önce yapılan ekmek ön denemeleri ile; patates nişastası için %0-20, nohut unu için %5-30, mısır unu için %5-35 olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu değerler sisteme girilerek yanıt yüzey yöntemi ile glutensiz un formülasyonunun oluşturulması amacıyla 'Box Behnken' metoduna göre glutensiz ekmeklerin "formülasyon deneme deseni" oluşturulmuştur. Bağımlı değişkenler olarak yükseklik, spesifik hacim, ΔE , esneklik, duyusal kabuk rengi ve genel kabul edilebilirlik değerleri seçilmiştir. Deneme deseninde belirlenen formülasyonlarla yapılan ekmek örneği analizlerinin incelenmesi sonucunda formülasyon oluşturulmuştur. Sonuç olarak %12.32 patates nişastası, %24.53 nohut unu ve %5 mısır ununa ilaveten toplam formülasyon ağırlığı 1000 g olacak şekilde %5 mısır nişastası ve kalanı pirinç unu olacak şekilde oluşturulan formülasyonun kabul edilebileceği ve çalışmanın bundan sonra ki aşamalarında bu formülasyonun kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

2. 'Kontrol 1' olarak buğday unundan yapılan ekmekler kullanılmıştır. Kullanılan buğday ununda nem %13.5, kül %0.71, protein %11.45, yaş gluten 27 ml, kuru gluten %9.06, gluten indeks değeri %92.70, zeleny sedimantasyon 30 ml, gecikmeli zeleny sedimantasyon değeri 35.5 ml, düşme sayısı 425 sn ve sıvılaşma sayısı 15.56 sn olarak bilirlenmiştir.

3. Ekmeklik un örneğinin farinograf değerlerinden, gelişme süresi 1.56 dk, stabilitesi 10.40 dk, su absorpsiyonu %57.5 ve yumuşama süresi 33 BU olarak belirlenmiştir.

4. Ekmeklik un örneğinin ekstensograf değerlerinden, uzamaya karşı direnci 45. dakikada 354 BU, 90. dakikada 502 BU ve 135. dakikada 482 BU olarak belirlenmiştir. Hamurun işleme kabiliyeti ile doğru orantılı olan uzayabilirlik değeri 45. dakikada 145 mm, 90. dakikada 129 mm, 135. dakikada 116 mm olarak belirlenmiştir.

5. Yapılan çalışma sonucunda, patates nişastasında yağ %0.45, nem %15.25, protein %0.19, kül %0.55 ve diyet lif ise %0.04 olarak bulunmuştur. Nohut ununda yağ %6.33, nem %7.66, protein %22.37, kül %2.86 ve diyet lif %13.12 olarak bulunmuştur. Mısır unudaki yağ, nem, protein, kül ve diyet lif miktarını sırasıyla; %5.15, %10.22, %7.14, %0.97 ve %2.74 olarak tespit edilmiştir. Pirinç unundaki yağ %1.25, nem %8.25, protein %7.7, kül %0.47, diyet lif ise %0.98 olarak belirlenmiştir. Mısır nişastasında yapılan analizlerde; yağ %0.815, nem %8.83, protein %0.25, kül %0.15, diyet lif miktarı ise %0.006 olarak bulunmuştur.

6. Çalışmada kinoa ununun nem, kül, protein, yağ ve toplam diyet lif değerleri sırasıyla; 11.67 ± 0.885 , 2.14 ± 0.160 , 12.56 ± 0.313 , 5.93 ± 0.255 , 10.94 ± 0.475 olarak; mineral madde miktarları ise fosfor 303.4, kalsiyum 36.80, magnezyum 149.5, çinko 3.1 ve demir 4.5 mg/100g olarak belirlenmiştir.

7. Analizlerde üretilen ekmeklerde en değeri incelendiğinde ekmeklik buğday unundan yapılan kontrol-1 ekmeklerin en değerleri tüm günlerde glutensiz ekmek örneklerinden istatistiki olarak ($p < 0.01$) önemli oranda yüksek olduğu belirlenmiştir. Glutensiz ekmek örneklerinin (kontrol-2) en değeri, glutensiz ekmek formülasyonuna kinoa ilavesiyle farklılık göstermemiştir. Tüm ekmek örneklerinin üretiminde aynı boyutta özel tavalarda kullanıldığı için ilk gün yapılan ekmeklerin en değerlerinin aynı olması beklenen bir durumdur. Dondurma işlemi ile ekmek örneklerinin en değerleri ilk gün değerlerinden önemli oranda farklılık göstermemiştir.

8. Analizlerde üretilen ekmeklerde boy değeri incelendiğinde kontrol-1 ekmeklerin boy değerleri tüm günlerde glutensiz ekmek örneklerinden istatistiki olarak ($p < 0.01$) önemli oranda yüksek olduğu belirlenmiştir. Kontrol-1 ekmek örneklerinin boy değerlerinin dondurulmuş depolama süresine bağlı olarak azaldığı fakat glutensiz ekmek örneklerinde depolama süresinin örneklerin boy değerlerinde önemli bir

farklılığa sebep olmadığı belirlenmiştir. Kontrol-2 grubu ekmek örnekleri ile kinoa ilaveli glutensiz ekmekler arasında boy değerinde fark gözlenmemiştir.

9. Ekmek örneklerinin yükseklik değerleri incelendiğinde kontrol-1 ekmeklerinin yükseklik değerinin en yüksek olduğu görülmüştür. Glutensiz ekmek örneklerinin yükseklik değerinde ise kendi aralarında önemli ($p>0.01$) bir fark olmadığı belirlenmiştir. Depolama süresi tüm ekmek örnekleri için ilk günlük yükseklik değerlerinden istatistiki olarak ($p>0.01$) önemli bir değişime sebep olmamıştır.

10. Kontrol-1 grubu ekmeklerde ilk gün ekmek hacmi 304.17 cm^3 , kontrol-2 örneklerinde 167.13 cm^3 ; %5, %10, %20 ve %30 kinoa ilave edilen glutensiz ekmeklerin hacmi ise sırasıyla; 167.33, 161.47, 160.60 ve 160.50 cm^3 olarak belirlenmiştir. Ekmeklik buğday unu ile yapılan kontrol-1 ekmeklerinin hacmi, ilk gün glutensiz ekmek örneklerinin hacminden istatistiki olarak önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur. Glutensiz ekmeklerde formülasyona %5 kinoa ilave edilmesi hacim üzerinde önemli bir etki göstermezken; %10 ve daha fazla oranlarda kinoa ilavesi kinoa oranının artışından bağımsız olarak glutensiz ekmek hacminin önemli derecede ($P<0.01$) azalmasına sebep olmuştur.

11. Kontrol-1 ekmeklerinde kısmi pişirilerek dondurulmuş depolanmış ekmeklerin hacim değerleri 5. günden itibaren azalmaya başlamıştır. 5, 10, 15, 30 ve 45. günlerde kontrol-1 ekmeklerinin hacimleri sırasıyla 271.66, 264, 260, 258.33, 250 cm^3 olarak belirlenmiştir. Kontrol-1 ekmeklerinde en düşük ekmek hacminin 45 gün depolama sonrasında olduğu belirlenmiştir. Kontrol-2 ve glutensiz un formülasyonuna kinoa ilavesiyle yapılan ekmeklerin ilk 10 gün hacimlerinde istatistiki olarak önemli bir hacim değişikliği olmadığı belirlenmiştir. Bu durumun örneklerin gluten içermemesinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Kontrol-2 örneklerinin 10 gün boyunca hacimde değişiklik olmadan depolanabileceği belirlenmiştir. Glutensiz un formülasyonuna % 20 ve % 30 kinoa ilaveli dondurulmuş örneklerde hacim azalması 15 günden sonra olduğu belirlenmiştir. Bu durum kinoaın dondurulmuş glutensiz ekmek örneklerinin hacim değeri üzerinde olumlu etkisi olduğunu düşündürmüştür.

12. Kontrol-1 ekmeklerinin spesifik hacim değeri kontrol-2 örneklerinin ve kinoa ilaveli örneklerin spesifik hacminden istatistiki olarak önemli derecede ($P<0.01$) yüksek bulunmuştur. Glutensiz un formülasyonu ve bu una ilave edilen farklı oranlarda kinoa unu ile yapılan glutensiz ekmek örneklerinin spesifik hacim değerleri arasında istatistiki bir fark görülmemiştir. Kısmi pişirilerek dondurulmuş ekmeklerin ilk günden sonra spesifik hacim değerleri azalmış fakat depolama süresinin artışıyla bu değer istatistiki olarak sabit kalmıştır.

13. Ekmeklik buğday unundan yapılan kontrol-1 grubu ekmeklerin protein değeri %13.56 olarak, kontrol-2 ekmeklerinin protein değeri ise %11.48, glutensiz un formülasyonuna %5, %10, %20 ve %30 kinoa ilavesiyle üretilen ekmeklerin protein değerleri sırasıyla %11.53, %11.59, %11.77, %11.84 olarak bulunmuştur.

14. Kontrol-1 grubu ekmeklerin toplam diyet lif miktarları %3.89 olarak, Kontrol-2 ekmeklerinin toplam diyet lif değeri ise %15.29, glutensiz un formülasyonuna %5, 10, 20 ve %30 kinoa ilavesiyle üretilen ekmeklerin protein değerleri sırasıyla %15.90, 15.06, 15.36, 15.86 olarak bulunmuştur.

15. İlk gün üretilen ekmek örneklerinde verim incelendiğinde en yüksek ekmek veriminin kontrol-1 ekmeklerinde olduğu görülmüştür. Depolama süresi ile genel olarak tüm ekmek örneklerinde ekmek verimi değişmemiştir.

16. Ekmek örneklerinde en yüksek pişme kaybı değeri glutensiz ekmeklerde olduğu belirlenmiştir. Pişme kaybı en düşük ekmekler ise ekmeklik buğday unundan yapılan kontrol-1 grubu ekmeklerde olmuştur.

17. İlk gün nem değerleri incelendiğinde kontrol-1 ekmeklerinde ve %10, %20 ve %30 kinoa ilaveli glutensiz ekmek örneklerinde nem miktarının en yüksek olduğu belirlenmiştir. Kontrol-2 ekmeklerinde ve %5 kinoa ilaveli glutensiz ekmek örneklerinde nem miktarı eşit fakat diğer örneklerden daha az nem içerdiği görülmüştür. Depolama süresi ekmek örneklerinin kendi içinde nem miktarının önemli oranda değişmesine sebep olmamıştır.

18. Ekmek örneklerinin 24 ve 48 saat depolanması nem miktarlarında azalmaya sebep olmuştur. Kontrol-1 ekmekleri ve %30 kinoa glutensiz ekmek örneklerinin, 24 ve 48 saat süre sonlarında en yüksek nem içerdiğine sahip olduğu belirlenmiştir. Ekmek örneklerinde nem değeri Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliğine (en çok %38) (Anonim, 2012)'ne uygun bulunmuştur.

19. Örneklerin kül değerleri incelendiğinde kontrol-1 örneklerin kül değeri %0.81 olarak bulunmuştur. Kontrol-2 ekmeklerin de %0.76 ve glutensiz ekmek formülasyonuna %5, %10, %20 ve %30 kinoa ilave edilmesiyle örneklerin kül değerleri sırasıyla % 0.93, %1.06, %1.40 ve %1.64 olarak belirlenmiştir. En yüksek kül içeriğine sahip ekmek örneği %30 kinoa ilaveli glutensiz ekmek örnekleri, en düşük kül miktarına sahip ekmek örneği ise ekmeklik buğday unundan yapılmış kontrol ekmeklerinin olduğu gözlemlenmiştir.

20. Kontrol-1 gurubu ekmeklerin Ca, Fe, Mg, P ve Zn değerleri sırasıyla; 0.256, 0.009, 0.297, 0.986, 0.009 mg/g olarak tesbit edilmiştir. Kontrol-2 ekmeklerinin Ca, Fe, Mg, P ve Zn değerleri sırasıyla; 0.521, 0.020, 0.443, 1.424, 0.020 mg/g olarak belirlenmiştir. Çalışmada formülasyonu oluşturulan glutensiz ekmek örneklerinin (Kontrol-2) buğday unundan yapılan (Kontrol-1) ekmeklere göre mineral madde değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Glutensiz un formülasyonuna kinoa ilavesiyle ise glutensiz ekmek örneklerinin Ca, Mg, P değerleri artmıştır.

21. Tesktür değerlerinden sertlik değerleri incelendiğinde; 1. gün en düşük sertlik değerini kontrol-1 (484.20g), en yüksek sertlik değerini ise (34769.92 g) %30 kinoa ilaveli glutensiz ekmek örnekleri almıştır. Kontrol-2 örneklerinde sertlik değeri kontrol-1 ekmeklerine göre istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) oranda artmıştır. Glutensiz un formülasyonuna kinoa ununun ilavesi ise glutensiz ekmek örneklerinde ki sertlik değerinin artmasına sebep olmuştur. Depolama süresi ile kinoa ilaveli ekmek örneklerinde sadece 45 gün sonunda sertlik istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) oranda artarken kontrol-1 ekmeklerinde 5 gün depolama ile sertlik artışı olduğu gözlenmiştir.

22. Elastikiyet değeri ilk gün yapılan ekmekler içinde, kontrol-1 ekmeklerinde en yüksek değeri alırken (2.46), kontrol-2 ekmeklerde ve glutensiz formülasyona kinoa

ilavesi ile yapılan ekmeklerde bu değer önemli oranda ($p<0.01$) azalmıştır. Fakat bu ekmeklerin kendi içinde elastikiyet değeri istatistiki olarak önemli ($p>0.01$) olmamıştır. Depolama süresince bu değer tüm ekmek örneklerinde genel olarak azalmıştır.

23. Kohezif yapışkanlık değeri ilk gün yapılan ekmekler incelendiğinde, kontrol-1 ekmeklerinde en yüksek olurken kontrol-2 ekmek örneklerinde bu değer önemli oranda ($p<0.01$) azalmıştır. Depolama süresine bağlı olarak kontrol-1 ekmeklerinde kohezif yapışkanlık değeri azalmıştır. Kinoalı ve kinoasız glutensiz ekmek örneklerinde 5. günden sonra sürenin uzaması kohezif yapışkanlık değerinde önemli olmamıştır.

24. Sakızimsılık kontrol-1 ekmeklerinde en düşük değere (422.74) sahip olurken kontrol-2 ekmek örneklerinde sakızimsılık istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) oranda artmıştır. Depolamaya ve depolama süresine bağlı olarak tüm ekmek örneklerinin sakızimsılık değeri önemli ($p<0.01$) oranda artış göstermiştir.

25. Çiğnenebilirlik değeri için ilk gün ekmekleri incelendiğinde en yüksek çiğnenebilirlik değerini %30 kinoa ilaveli ekmek örneklerinin aldığı görülmüştür. Kinoa ilave edilmeyen glutensiz ekmek formülasyonundan yapılan kontrol-2 ekmeklerde çiğnenebilirlik değeri kinoa ilaveli glutensiz ekmek örneklerine göre daha azdır. En düşük çiğnenebilirlik değerini ise kontrol-1 ekmek örnekleri almıştır. Kontrol-1 grubu ekmeklerde depolama süresi çiğnenebilirlik değerine etki etmemiştir. Glutensiz un formülasyonu ile üretilen kontrol-2 grubu ekmeklerde en yüksek çiğnenebilirlik değeri 45 gün sonunda pişirilen ekmeklerde olduğu saptanmıştır. Kinoa ilaveli glutensiz ekmeklerde depolama süresince genel olarak çiğnenebilirlik değeri değişmemiştir.

26. Esneklik değerinde en yüksek değeri ilk gün yapılan ekmek örneklerinden kontrol-1 grubu örnekler (0.57) almıştır. Kontrol-2 ekmek örnekleri ve kinoa ilaveli glutensiz ekmeklerde bu değer kontrol-1 gruba göre azalmış fakat glutensiz ekmeklerin kendi içinde istatistiki bir fark oluşturmamıştır. Glutensiz un formülasyonuna kinoa ilavesi esneklik değeri için ekmeklerde önemli bir etki göstermemiştir. Depolama süresi tüm ekmek örneklerinde esneklik değerinin

azalmasına sebep olmuştur. Kontrol-1 grubu ekmeklerde depolama süresindeki esneklik değerinde ki azalmanın kontrol-2 ekmek örneklerine göre daha fazla olduğu saptanmıştır.

27. Ekmek örneklerinin kabuk rengi L^* değeri incelendiğinde kontrol-2 ekmeklerin L^* değerinin en yüksek (61.52) olduğu, bu formülasyona kinoa unu ilavesiyle L^* değerinin, istatistiki olarak önemli ($p < 0.01$) oranda azaldığı belirlenmiştir. Kontrol-1 ekmeklerin kabuk rengi L^* değerine (56.91) %10 kinoa ilaveli glutensiz ekmek örneklerinin L^* değerinin (56.69) benzer olduğu gözlemlenmiştir. Ekmek örneklerinin ilk günlük kabuk rengi L^* değerleri dondurulmuş depolama ile değişmemiştir. Dondurma işleminin renk üzerinde etkisi olmadığı düşünüldüğü için bu durum beklenen bir durumdur.

28. Ekmek örneklerinin kabuk renk değerlerinden a^* değeri incelendiğinde en yüksek değeri kontrol-1 ekmeklerinin (8.57) aldığı belirlenmiştir. Bu değere en yakın değeri alan ekmek örnekleri %20 ve %30 kinoa glutensiz ekmekler olmuştur. En düşük değeri ise kontrol-2 ekmek örnekleri (2.76) almıştır. Dondurulmuş depolama süresi ile ekmek örneklerinin ilk gün aldığı değerler istatistiki olarak ($p > 0.01$) önemli oranda değişmemiştir.

29. Ekmek örneklerinin kabuk renk değerlerinden b^* değeri incelendiğinde en yüksek değeri kontrol-1 grubu ekmeklerin (21.13) aldığı belirlenmiştir. Kontrol-1 grubu ekmek örneklerine en yakın değeri %5 ve %10 kinoa ilaveli glutensiz ekmek örnekleri almıştır. Ekmek örneklerinin ekmek dış renk b^* değeri de depolama süresi ile değişiklik göstermemiştir.

30. Ekmek örneklerinin ekmek içi renk değerlerinden L^* değeri için en yüksek değeri kontrol-1 grubu ekmekleri (66.24) ve kontrol-2 örnekleri (66.61) almıştır. Kinoa ilavesi glutensiz ekmek örneklerinin ekmek içi L^* değerinin azalmasına sebep olmuştur. Depolama süresi bu değer üzerinde genel olarak etkili olmamıştır.

31. Ekmek örneklerinin ekmek içi renk değerlerinden a^* değeri kontrol-1 grubu örneklerde 1.70 değerini almıştır. Kontrol-1 gruba en yakın değeri glutensiz ekmek formülasyonu ile yapılan kontrol-2 ekmek örnekleri almıştır. Glutensiz ekmek

formülasyonuna kinoanın ilavesi bu değerin artmasına sebep olmuştur. Depolama süresi ile ekmek örnekleri gruplarında bu değer genel olarak değişmemiştir.

32. Ekmek örneklerinin ekmek içi renk değerlerinden b* değeri kontrol-1 grubu örneklerde 15.43 değerini almıştır. Bu değere en yakın değer %30 kinoalı glutensiz ekmek örneklerinin aldığı belirlenmiştir. Glutensiz ekmek formülasyonuna kinoa ilavesi ekmek içi renginde b* değerinin azalmasına sebep olmuştur. En yüksek ekmek içi b* değerini %5 kinoalı glutensiz ekmek örnekleri almıştır. Depolama süresi ile ekmek örneklerinin gruplarında bu değer genel olarak değişmediği belirlenmiştir.

33. Duyusal analiz sonuçlarından hacim değeri incelendiğinde ilk gün, en yüksek değeri kontrol-1 grubu ekmek örnekleri almıştır. Glutensiz un formülasyonu ve bu una kinoa ilavesi ile üretilen glutensiz ekmek örnekleri arasında duyusal hacim değeri için istatistiki olarak önemli ($p>0.01$) bir fark olmadığı belirlenmiştir. Kontrol-1 grubu ekmek örnekleri depolama süresince de en yüksek değeri almıştır. Glutensiz ekmek örnekleri arasında hacim değerinin duyusal değerlendirilmesinde genel olarak bir fark görülmediği kinoa unu ilavesinin duyusal hacim değeri üzerinde etkili olmadığı, kontrol-1 gruba göre diğer örneklerin hacminin daha düşük olduğu belirlenmiştir.

34. Ekmek örneklerinin şekil simetri olarak değerlendirildiği durumda tüm ekmek örnekleri şekil simetri bakımından düzgün veya çok düzgün simetriye sahip olarak değerlendirilmiştir. Tüm ekmekler aynı ölçülerde kalıplar kullanılarak pişirilmiştir. Pişirme sırasında herhangi bir şekil değişimi olmadığı için bu sonuç beklenen bir durumdur.

35. Ekmeklik buğday unundan yapılmış kontrol-1 grubu ekmek örnekleri dört ve üzeri puanlar alırken kontrol-2 ekmek örnekleri renk açısından daha düşük puanlar almıştır. Kontrol-1 ekmekleri genel olarak kahverengi, renk dağılımı büyük oranda uniform olarak değerlendirilirken, kontrol-2 ekmek örnekleri renk dağılımı ve parlaklığı uniform değil, koyu kahverengi olarak değerlendirilmiştir. Dondurulmuş depolamanın duyusal kabuk rengine etkisi olmamıştır.

36. Ekmek içi renk değerlendirmesine bakıldığında kontrol-1 grubu ekmeklerde renk homejen dağılmış olarak değerlendirilmiştir. Glutensiz ekmekler ile kontrol-1 grubu ekmekler arasında bu değer için istatistiki olarak önemli bir fark olmamasına rağmen glutensiz ekmeklerde sayısal olarak değerlerin düştüğü belirlenmiştir. Depolama süresinin ekmek iç rengi üzerinde etkisi olmamıştır.

37. Kontrol-1 grubu ekmekler duyuşal değerlendirme de tekstür değeri için beşer yakın puanlar alarak elastik ve yumuşak olarak değerlendirilmiştir. Fakat glutensiz un formülasyonu ile yapılan kontrol-2 ekmekleri ve bu una ilave edilen kinoa ile üretilen ekmek örneklerinde bu değer zayıf elastik, pürüzlü olarak değerlendirilmiştir. Kısmi pişirilerek dondurma yöntemi ile farklı sürelerde üretilen glutensiz ekmek örneklerinde ve kontrol gruplarda depolama süresinin duyuşal tekstür özelliğini etkilemediğı belirlenmiştir.

38. Ağızda hissedilen yumuşaklık değeri için kontrol-1 grubu ekmek örnekleri yumuşak kolay çiğnenebilir olarak değerlendirilmiştir. Kontrol-2 ekmek örnekleri ise kontrol-1 gruba göre istatistiki olarak farklılık göstermiştir. Glutensiz ekmek örnekleri genel olarak biraz sert ve çiğnenmesi biraz zor şekilde değerlendirilmiştir. Kısmi pişirilerek dondurma yöntemi ile farklı sürelerde üretilen glutensiz ekmek örneklerinde ve kontrol gruplarda depolama süresinin ağızda hissedilen yumuşaklık değerini etkilemediğı belirlenmiştir.

39. Duyusal değerlendirmede koku parametresi değerlendirilirken kontrol-1 grubu ekmeklerde hoşar giden güçlü belirgin ekmek kokusunun olduğı belirlenmiştir. Kontrol-2 ekmek örneklerinin koku değerinin kontrol-1 ekmeklerine göre beğenirliliğı azalırken bu formülasyona kinoa ilavesinin koku değeri üzerinde olumlu etkisinin olduğı belirlenmiştir. Dondurma çözündürme işlemi bu değer üzerinde etkili olmamıştır. Glutensiz ekmeklerde kinoa ilavesi istatistiki olarak koku üzerinde olumlu etki göstermiştir.

40. Ekmeklerin aroma değerleri incelendiğinde kontrol-1 grubu ekmek örnekleri “hoş bir ekmek aroması var” şeklinde değerlendirilmiştir. Kontrol-2 grubu ekmekler istatistiki olarak kontrol-1 gruba göre daha düşük puanlar almıştır. Kontrol-2 grup ekmekler “kabul edilebilir ekmek kokusu” olarak değerlendirilmişlerdir. Aroma

üzerinde depolamanın ve kinoa'nın istatistiki olarak bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

41. Ekmek örneklerinin duyu tat değerleri incelendiğinde kontrol-1 grubu ekmekler çok hoş yabancı gelmeyen tat olarak değerlendirilmiştir. Kontrol-2 ekmekleri değerlendirme de nötr belirgin bir tat yok şeklinde değerlendirilmiştir. Dondurma işlemi tat üzerinde ekmek örneklerinde değişikliğe sebep olmamıştır. Kinoa unu glutensiz ekmek örneklerinde duyu tat değerlendirmede tat üzerinde etkili olmamıştır.

42. Ekmek örneklerinin genel kabul edilebilirlikleri incelendiğinde kontrol-1 grubu ekmekler “çok beğendim” şeklinde değerlendirilmiştir. Dondurma depolama işlemi ile beğenilirliklerinde istatistiki olarak önemli bir değişim olmamıştır. Kontrol-2 ekmek örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerleri kontrol-1 gruba göre azalmıştır. Kinoa ilavesinin genel kabul edilebilirlik değerine etki etmediği belirlenmiştir.

43. Ekmek örneklerinin satın alınabilirlik değerleri incelendiğinde kontrol-1 grubu örnekler için panelistler “kesinlikle satın alırım” şeklinde; kontrol-2 grup ekmekleri içinse “satın almam ve kararsızım” şeklinde değerlendirmişlerdir. İstatistiki olarak glutensiz ekmekler kontrol ekmeklerinden daha düşük puanlar almışlardır. Glutensiz un formülasyonuna kinoa ununun ilavesi satın alınabilirlik değeri üzerinde etkili olmamıştır. Kısmi pişirilerek dondurma yöntemi ile farklı sürelerde pişirmeninde bu parametre üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir.

44. Satın alınabilirlik değerinde kontrol-2 grubu ekmeklerin ve kinoa ilaveli ekmeklerin düşük puan almasında panelistlerin çölyak hastası olmayan sağlıklı bireyler olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Buğday unundan üretilen kontrol-1 grubu ekmekleri tüketebilme şansı olan bireyler glutensiz ekmekleri kontrol-1 grubu ile karşılaştırınca daha düşük puanlar vereceği beklenen bir durumdur.

Genel olarak sonuçlar değerlendirildiğinde; çölyak hastalarına yönelik oluşturulan glutensiz un formülasyonu oluşturulmuştur. Oluşturulan bu yeni formülasyonla üretilen glutensiz ekmeklerin diyet lif, protein, kalsiyum, demir, magnezyum, fosfor

ve çinko içerikleri formülasyonda kullanılan özellikle nohut unu ve mısır unu ile önemli miktarda yükseltilmiştir. Hastaların en büyük sorunlarından olan taze ekmeğe ulaşım probleminin kısmi pişirerek dondurma yöntemi ile zlebileceği sonucuna varılmıştır. Kısmi pişirilerek dondurulan glutensiz ekmeklerin 45 güne kadar kalitelerinde büyük problemler olmadan depolanabiliceğine duyusal değerlendirme sonucunda karar verilmiştir. Çalışma sonucunda belirlenen un formülasyonunun ekmek örneklerinin hacim değerlerini olumlu etkileyecek farklı katkı maddeleri ile geliştirilerek kullanılması ve kaliteyi önemli oranda etkilemediği belirlendiği için glutensiz ürünlerin lyak hastalarının ihtiyalarının karşılanması açısından kısmi pişirilerek dondurulup depolanması, tketicie taze olarak ulaştırılması tavsiye edilebilir.



KAYNAKLAR

- AACC 1999. International. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. Method 08-01.01. Total Ash—Basic Method. Approved November 3, AACC International, St. Paul, MN, U.S.A.
- AACC 1999. International. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. Method 44-01.01. Calculation of Percent Moisture. Approved November 3, AACC International, St. Paul, MN, U.S.A.
- AACC 1999. International. Approved Methods of Analysis, Method 32-07.01. Soluble, Insoluble, and Total Dietary Fiber in Foods and Food Products. Approved November 3, AACC International, St. Paul, MN, U.S.A.
- AACC 2000. International. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. Method 56-60.01. Sedimentation Test for Flour. Approved November 8, AACC International, St. Paul, MN, U.S.A.
- AACC 2000. International. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. Method 38-12.02. Wet Gluten, Dry Gluten, Water-Binding Capacity, and Gluten Index. Approved November 8, 2000. AACC International, St. Paul, MN, U.S.A.
- AACC 2000. International. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. Method 56-81.03. Determination of Falling Number. Approved November 8, AACC International, St. Paul, MN, U.S.A.
- AACC 2011. International. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. Method 54-21.02. Rheological Behavior of Flour by Farinograph: Constant Flour Weight Procedure. Approved January 6, AACC International, St. Paul, MN, U.S.A.
- Abasız, N., 2004. Ekmek Üretiminde Kullanılan Aktif Soya Ununun Performansını Arttırmada Lipaz ve Glukoz Oksidaz Enzim Katkılarının Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 83s, Konya.
- Abugoch, L.E.J., 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Composition, Chemistry, Nutritional, and Functional Properties. *Advances in Food and Nutrition Research*, 58, 1-31.
- Adeyemi, I.A., Komolafe, A., Akindele, A.O., 1989. Properties of Steam Blanched Maize Flour as a Constituent of Weaning Food. *Journal of Food Processing and Preservation*, 13, 133-144.
- Aguilar, N., Albanell, E., Minarro, B., Marta, C., 2015. Chickpea and Tiger Nut Flours as Alternatives to Emulsifier and Shortening in Gluten-Free Bread. *Food Science and Technology*, 62, 225-232.
- Ahamed, N.T., Singhal, R.S., Kulkarni, P.R., Pal, M., 1996. Physicochemical and Functional Properties of *Chenopodium Quinoa* Starch. *Carbohydrate Polymers*, 31, 99-103.

- Alencar, N.M.M., Steel, C.J., Alvim, I.D., Morais, E.C., Bolini, H.M.A., 2015. Addition of Quinoa and Amaranth Flour in Gluten-free Breads Temporal Profile and Instrumental Analysis. *Food Science and Technology*, 62, 1011-1018.
- Ali, A., Wani, T.A., Wani, A.I., Masoodi, F.A., 2014. Comparative Study of the Physico-chemical Properties of Rice and Corn Starches Grown in Indian Temperate Climate. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15, 75-82.
- Alifakı, Y.Ö., 2013. Nohut Unu İlavesinin Kekin Dielektrik Özellikleri ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 116s, Ankara.
- Almeida, E.L., Chang, Y.K., Steel, C.J., 2013. Dietary Fibre Sources in Frozen Part-Baked Bread: Influence on Technological Quality. *Food Science and Technology*, 53, 262-270.
- Almeida, E.L., Steel, C.J., Chang, Y.K., 2016. Par-baked Bread Technology: Formulation and Process Studies to Improve Quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56, 70-81.
- Altuğ, T. (Ed.), 2006. Gıda Katkı Maddeleri. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Fakültesi Yayınları, 276s, İzmir.
- Alvarenga, N., Lion, F., Belga, E., Motrena, P., Guerreiro, S., Carvalho, J., Canada, H., 2011. Characterization of Gluten-free Bread Prepared From Maize, Rice and Tapioca Flours Using the Hydrocolloid Seaweed Agar-Agar. *Recent Research in Science and Technology*, 3, 64-68.
- Alvarez, M.D., Herranz, B., Campos, G., Canet, W., 2017. Ready-to-Eat Chickpea Flour Puree or Cream Processed by Hydrostatic High Pressure with Final Microwave Heating. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 41, 90-99.
- Alvarez-Jubete, L., Auty, M., Arendt, E.K., Gallagher, E., 2010. Baking Properties and Microstructure of Pseudocereal Xours in Gluten-free Bread Formulations. *European Food Research and Technology*, 230, 437-445.
- Andersson, H., Öhgren, C., Johansson, D., Kniola, M., Stading, M., 2011. Extensional Flow, Viscoelasticity and Baking Performance of Gluten-Free Zein-Starch Doughs Supplemented with Hydrocolloids. *Food Hydrocolloids*, 25, 1587-1595.
- Ando, H., Chen, Y.C., Tang, H., Shimizu, M., Watanabe, K., Mitsunaga, T., 2002. Food Components in Fractions of Quinoa Seed. *Food Science and Technology Research*, 8, 80-84.

- Anonim, 2012. Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği. Tebliğ No: 2017/23, Mevzuat Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2013. Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği. Tebliğ No: 2013/9, Mevzuat Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2014. Gıda ve kontrol genel müdürlüğü 2014. Erişim Tarihi: 10.02.2015. <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.15749veMevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=gluten>.
- Aoki, M., Umemoto, T., Okamoto, K., Suzuki, Y., Tanaka, J., 2015. Mutants that Have Shorter Amylopectin Chains are Promising Materials for Slow-Hardening Rice Bread. *Journal of Cereal Science*, 61, 105-110.
- Arab, A.A.E., Helmy, I.M.F., Bareh, G.F., 2010. Nutritional Evaluation and Functional Properties of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Flour and the Improvement of Spaghetti Produced from Its. *Journal of American Science*, 6(10), 1055-1072.
- Araujo, P.W., Brereton, R.G., 1996. Experimental Design II Optimization. *Trends in Analytical Chemistry*, 5, 2.
- Arocha, M., Rosell, C.M., 2011. Physicochemical Properties and Enzymatic Hydrolysis of Different Starches in the Presence of Hydrocolloids. *Carbohydrate Polymers*, 85, 237-244.
- Asghar, A., Anjum, F.M., Tariq, M.W., Hussain, S., 2005. Effect of Corboxy Methyl Cellulose and Gum Arabic on the Stability of Frozen Dough for Bakery Products. *Turkish Journal of Biology*, 29, 237- 241.
- Astray, G., Gullon, B., Labidi, J., Gullon, P., 2016. Comparison Between Developed Models Using Response Surfacemethodology (RSM) and Artificial Neural Networks (Anns) with Thepurpose to Optimize Oligosaccharide Mixtures Production from Sugarbeet Pulp. *Industrial Crops and Products*, 92, 290-299.
- Axel, C., Röcker, B., Brosnan, B., Zannini, E., Furey, A., Coffey, A., Arendt, E., 2015. Application of *Lactobacillus Amylovorus* DSM19280 in Gluten-free Sourdough Bread to Improve the Microbial Shelf Life. *Food Microbiol*, 47, 36-44.
- Aydın, N., Bayramoğlu, H.O., Mut, Z., Özcan, H., 2005. Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşit ve Hatlarının Karadeniz Koşullarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(3), 257-262.
- Aydoğan, S., Akçacık, A., Şahin, M., Kaya, Y., Koç, H., Görgülü, M., Mehmet, E., 2012. Ekmeklik Bugday Unlarında Alveograf, Farinograf ve Miksografıta Ölçülen Reolojik Özellikler Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 74-82.

- Baik, M.Y., Chinachoti, P., 2000. Moisture Redistribution and Phase Transitions During Bread Staling. *Cereal Chemistry*, 77, 484-488.
- Barcenas, M.E., Benedito, C., Rosell, C.M., 2004. Use of Hydrocolloids as Bread Improvers in Interrupted Baking Process with Frozen Storage. *Food Hydrocolloids*, 18, 769-774.
- Barcenas, M.E., Rosell, C.M., 2006. Effect of Frozen Storage Time on the Bread Crumb and Aging of Par-Baked Bread. *Food Chemistry*, 95, 438-445.
- Barışık, D., 2016. Glutensiz Ekmek Formülasyonlarında Nohut Unu Kullanımının Termoreolojik Özellikler Açısından İncelenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 124s, İzmir.
- Bas, D., Boyacı, I.H., 2007. Modeling and Optimization II: Comparison of Estimation capabilities Of Response Surface Methodology with Artificial Neural Networks Ina Biochemical Reaction. *Journal Food Engineering*, 78, 846-854.
- Bertero, H.D., Delavega, A.J., Correa, G., Jacobsen, S.E., Mujica, A., 2004. Genotype and Genotype-by-Environment Interaction Effects for Seed Yield and Seed Size of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as Revealed by Pattern Analysis of International Multi-Environment Trials. *Field Crops Recherche*, 89, 299-318.
- Bezerra, M.A., Santelli, R.E., Oliveira, E.P., Villar, L.S., Escalera, L.A., 2008. Response Surface Methodology (RSM) as a Tool for Optimization in Analytical Chemistry. *Talanta*, 76, 965-977.
- Bhargava, A., Shukla, S., Ohri, D., 2006. *Chenopodium quinoa* an Indian Perspective. *Industrial Crops and Products*, 23, 73-87.
- Bhol, S., Johndonbosco, S., 2014. Influence of Malted Finger Millet and Red Kidney Bean Flour on Quality Characteristics of Developed Bread. *Food Science and Technology*, 55, 294-300.
- Bojnanska, T., Urminska, D., 2010. Influence of Natural Additives on Protein Complex of Bread. *Potravinarstvo Rocnik*, 4, 1-5.
- Botero, J.E., Lopez, M., Araya, A., Parada, M.A., Mendez, F., Pizarro, N., Espinosa, P., Canales, T., Alarcon, C., 2011. Micronutrient Deficiencies in Patients with Typical and a Typical Celiac Disease. *Journal Pediatric Gastroenterol Nutritient*, 3, 265-270.
- Bourekoua, H., Benatallah, L., Nasreddine, Z.M., Rosell, M.C., 2016. Developing Gluten Free Bakery Improvers by Hydrothermal Treatment of Rice and Corn Flours, *Food Science and Technology*, 73, 342-350.

- Bozdemir, N., Çimen, M., Akçan, S., 2015. Mardin İlinde Üretilen Mısır Nişastasının Spesifikasyon Değerlerine Uygunluğunun Belirlenmesi. İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, 25, 13-17.
- Brito, I.L., Leite de Souza, E., Felex, S.S.S., Madruga, M.S., Yamashita, F., Magnani, M., 2015. Nutritional and Sensory Characteristics of Gluten-Free Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)-Based Cookies Development using an Experimental Mixture Design. Journal Food Science Technology, 52, 5866-5873.
- Broyart, B., Trystram, G., Duquenoy, A., 1998. Predicting Colour Kinetics During Cracker Baking. Journal Food Engineering, 35, 351-368.
- Buresova, I., Kracmar, S., Dvorakova, P., Streda, T., 2014. The Relationship Between Rheological Characteristics of Gluten-Free Dough and the Quality of Biologically Leavened Bread. Journal of Cereal Science, 60, 271-275.
- Buresova, I., Tokar, M., Maracek, j., Hrivna, L., Famera, O., Sotnikova, V., 2017. The Comparison of the Effect of Added Amaranth, Buckwheat, Chickpea, Corn, Millet and Quinoa Flour on Rice Dough Rheological Characteristics, Textural and Sensory Quality of Bread. Journal of Cereal Science, 75, 158-164.
- Büyükbeşe, D., 2008. Pirinç-Mısır Bazlı Glutensiz Makarnaların Viskoelastik Özellikleri. Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 92s, Isparta.
- Cappa, C., Lucisano, M., Mariotti, M., 2013. Influence of Psyllium, Sugar Beet Fibre and Water on Gluten-Free Dough Properties and Bread Quality. Carbohydrate Polymers, 98, 1657-1666.
- Caruso, R., Pallone, F., Stasi, E., Romeo, S., Monteleone, G., 2013. Appropriate Nutrient Supplementation in Celiac Disease. Annals of Medicine, 8, 522-531.
- Castro, W., Oblitas, J., Chuquizuta, T., George, H.A., 2017. Application of Image Analysis to Optimization of the Bread-Making Process Based on the Acceptability of the Crust Color. Journal of Cereal Science, 74, 194-199.
- Cato, L., Gan, J.J., Rafael, L.G.B., Small, D.M., 2004. Gluten Free Breads Using Rice Flour and Hydrocolloid Gums. Food Australia, 56, 75-78.
- Cauvain, S., Young, L. (Ed), 1999. Technology of Breadmaking. Aspen Publishers, 295p, Gaithersburg.
- Certel, M., Erem, F., Konak, Ü.İ., Karakaş, B., 2009. Dondurulmuş Hamur ile Kısmi Olarak Pişirilip Dondurulmuş Hamurlardan Üretilen Beyaz Ekmeklerin Fiziksel Tekstürel ve Duyusal Özellikleri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22, 91-102.

- Cheung, P.C.K., Mehta, B.M. (Ed), 2015. Handbook of Food Chemistry. Springer-Verlag, 222p, Berlin Heidelberg.
- Collar, C., Angioloni, A., 2014. Nutritional and Functional Performance of High β -Glucan Barley Flours in Breadmaking: Mixed Breads Versus Wheat Breads. *European Food Research and Technology*, 238, 459-469.
- Comai, S., Bertazzo, A., Bailoni, L., Zancato, M., Costa, C.V.L., Allegri, G., 2007. The Content of Proteic and Nonproteic (free and protein-bound) Tryptophan in Quinoa and Cereal Flours. *Food Chemistry*, 100, 1350-1355.
- Cornejo, F., Rosell, C., 2015. Physicochemical Properties of Long Rice Grain Varieties in Relation to Gluten Free Bread Quality. *Food Science and Technology*, 62, 1203-1210.
- Costa, G.E., Queiroz-Monici, K., Reis, S., and Oliveira, A.C., 2006. Chemical Composition Dietary Fiber and Resistant Starch Contents of Raw and Cooked Pea, Common Bean, Chickpea and Lentil Legumes. *Food Chemistry*, 94, 327-330.
- Costantini, L., Lucsic, L., Molinari, R., Kreft, I., Bonofaccia, G., Manzi L., Merendino, N., 2014. Development of Gluten-free Bread Using Tartary Buckwheat and Chia Flour Rich in Flavonoids and Omega-3 Fatty Acids as Ingredients. *Food Chemistry*, 165, 232-240.
- Cranney, A., Zarkadas, M., Graham, I.D., Butzner, J.D., Rashid, M., Warren, R., Molloy, M., Case, S., Burrows, V., Switzer, C., 2007. The Canadian Celiac Health Survey. *Digestive Diseases and Sciences*, 52(4), 1087-1095.
- Crowley, P., Schober, T.J., Clarke, C.I., Arendt, E.K., 2002. The Effect of Storage Time on Textural and Crumb Grain Characteristics of Sourdough Wheat Bread. *European Journal of Food Research and Technology*, 284, 489-496.
- Curic, D., Novotni, D., Tusak, D., Bauman, I., Gabric, D., 2007. Gluten-Free Bread Production by the Corn Meal and Soybean Flour Extruded Blend Usage. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72, 227-232.
- Çelik, İ., Kotancılar, H.G., Ertugay, Z., 1996. Doğu Anadoluda Yetiştirilen Buğdayların Fiziksel Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri ile Ekmeklik Kalitelerinin Belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (4), 562-575.
- Çelik, E., 2008. Ekmek Yapımında Kullanılan Bazı Katkı Maddelerinin Ekmek Kalitesi ve Bayatlama Özellikleri Üzerine Etkisi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 57s, Afyon.
- Debonne, E., Bockstaele, F.V., Philips, E., De Leyn, I., Eeckhout, M., 2017. Impact of Par-Baking and Storage Conditions on the Quality of Par-Baked and Fully Baked Bread, *Food Science and Technology*, 78, 16-22.

- Demiray, E., Çelik, İ., Nogay, O., Tülek, Y., 2015. Denizli Karahöyük Ekmeği Zıgır'ın Renk ve Tekstürel Özellikleri. Akademik Gıda, 13, 223-228.
- Demirkese, I., Mert, B., Sumnu, G., Şahin, S., 2010. Rheological Properties of Gluten Free Bread Formulation. Journal of Food Engineering, 96, 295-303.
- Demirkese, I., 2013. Development of Gluten-Free Bread Formulations for Baking in Infrared-Microwave Combination Oven. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 425s, Ankara.
- Demiröz, B., Saldamlı, İ., Gürsel, B., Uçak, A., Çetinyokuş, F., Yüzbaşı, N., 2003. Determination of Some Metals Which are Important for Food Quality Control in Bread. Journal of Cereal Science, 37, 171-177.
- Derringer, G.C., Suich, R., 1980. Simultaneous Optimization of Several Response Variables. Journal of Quality Technology, 12, 214-219.
- Diaz, R.M.J., Suuronen, J.P., Deegan, K.C., Serimaa, R., Tuorila, H., Jouppila, K., 2015. Physical and Sensory Characteristics of Corn-based Extruded Snacks Containing Amaranth, Quinoa and Kaniwa Flour. Food Science and Technology, 64, 1047-1056.
- Diepenbrock, W., Emler, F., Leon, J.(Ed), 2005. Ackerbau Pflanzenbau and Planzenzüchtung. Verlag Eugen Ulmer, 368p, Stuttgart.
- Dirim, S.N., Ergün, K., Çaliskan, G., Özalp, H., Balkesen, N., 2014. Farklı Unların Ekmeğin Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Akademik Gıda, 12(4), 27-35.
- Dizlek, H., Özer, M.S., İnanç, E., Gül, H., 2009. Karabuğday'ın (Fagopyrum esculentum Meonch.) bileşimi ve gıda sanayinde kullanım olanakları. Gıda, 34(5), 317-324.
- Dizlek, H., 2011. Gluten Oluşumu ve Bunu Sınırlayan Engelleyen Etmenler. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 6, 14-22.
- Dizlek, H., 2012. Gluten Proteinlerinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerine Etkileri. Dünya Gıda Dergisi, 18, 80-86.
- Dogan, I.S., Ponte, J.G., Walker, C.E., 1996. Effect of Formula and Process Variations on Turkish Francala Bread Production. Cereal Foods World, 41(9),741-742.
- Doğan, İ.S., Yıldız, Ö., 2009. Ekmek Makinelerinde Kullanılan Farklı Bileşen Seviyelerinin Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi. Gıda, 34, 295-301.
- Dursun, G., 2009. Vitiligolu Olgularda Serolojik Testlerle Çölyak Hastalığı Araştırılması. Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Uzmanlık Tezi, 78s, İstanbul.

- Dursun, S., Yapar, A., Çelik, İ., 2009. Kadife Balığı (*Tinca tinca L.*, 1758) Etiyle Zenginleştirmenin Hamurun Reolojik Özellikleri ve Ekmeğin Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(3), 44-58.
- El-Adawy, T.A., 2002. Nutritional Composition and Antinutritional Factors of Chickpeas (*Cicer arietinum L.*) Undergoing Different Cooking Methods and Germination. *Plant Foods for Human Nutrition*, 57(1), 83–97.
- Elgeti, D., Nordlohne, S.D., Föste, M., Besl, M., Linden, M.H., Heinz, V., Jekle, M., Becker, T., 2014. Volume and Texture Improvement of Gluten-Free Bread Using Quinoa White Flour. *Journal of Cereal Science*, 59, 41-47.
- Elgeti, D., Yu, L., Stüttgen, A., Jekle, M., Becker, T., 2017. Interrelation Between Mechanical and Biological Aeration in Starch-Based Gluten-Free Dough Systems. *Journal of Cereal Science*, 76, 28-34.
- Elgün, A., Ertugay, Z. (Ed), 2002. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, 411s, Erzurum.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar, H.G., 2002. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, 245s, Erzurum.
- Erdemir, Z.Ş., 2015. Isıl İşlem Görmüş Bakla Ezme Tozunun Ekmek Yapımında Kullanımı ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 57s, Denizli.
- Ertop, H.M., Hayta, M., 2016. Ekşi Hamur Fermantasyonunun Ekmeğin Biyoaktif Bileşenleri ve Biyoyararlanımı Üzerindeki Etkileri. *Gıda*, 41, 115-122.
- Fard, E.D., 2014. Köfte Tipi Et Ürünlerinde Emülsiyeye Edilmiş Zeytin Yağı ve Nohut Unu Kullanımının Ürün Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 87s, İzmir.
- Fasano, A., Catassi, C., 2001. Current Approaches to Diagnosis and Treatment of Celiac Disease: an Evolving Spectrum. *Gastroenterology*, 120, 36-51.
- Fendri, L.B., Chaari, F., Maaloul, M., Kallel, F., Abdelkafi, L., Chaabouni, S.E., Ghribi-Aydi, D., 2016. Wheat Bread Enrichment by Pea and Broad Bean Pods Fibers: Effect on Dough Rheology and Bread Quality. *Food Science and Technology*, 73, 584-591.
- Ferreira, S.L.C., Bruns, R.E., Ferreira, H.S., Matos, G.D., David, J.M., Brandão, G.C., Silva, E.G.P., Portugal, L.A., Reis, P.S., Souza, A.S., Do-Santos, W.N.L., 2007. Box-Behnken Design: an Alternative for the Optimization of Analytical Methods. *Analytica Chimica Acta*, 597, 179–186.
- Fine, L.O., 1972. Mineral Content of South Dakota Bread Wheats; Extent and Nature. *Agron Journal*, 64, 769-772.

- Food and Agriculture Organization (FAO), 2001. Bulletin of Statistics. Food and Agriculture Organisation. Erişim Tarihi: <http://www.fao.org/home/en/>
- Frakolaki, G., Giannou, V., Topakas, E., Tzia, C., 2018. Chemical Characterization and Breadmaking Potential of Spelt Versus Wheat Flour. *Journal of Cereal Science*, 79, 50-56.
- Frauenlob, J., Moriano, M.E., Innerkofler, U., D'Amico, S., Lucisano, M., Schoenlechner, R., 2017. Effect of Physicochemical and Empirical Rheological Wheat Flour Properties on Quality Parameters of Bread Made from Pre-Fermented Frozen Dough. *Journal of Cereal Science*, 77, 58-65.
- Furlan, R., Padilla, P., Campderros, M., 2015. Improvement of Gluten-Free Bread Properties by the Incorporation of Bovine Plasma Proteins and Different Saccharides into the Matrix. *Food Chemistry*, 170, 257-260.
- Gaitonde, V.N., Karnik, S.R., Faustino, M., Davim, J.P., 2009. Machinability Investigations in Hard Turning of AISI D2 Cold Work Tool Steel with Conventional and Wiper Ceramic Inserts. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, 27, 754-763.
- Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K., 2004. Recent Advances in the Formulation of Gluten-Free Cereal-Based Products. *Trends in Food Science and Technology*, 15, 143-152.
- Gambus, H., Nowotna, A., Ziobro, R., Gumul, D., Sikora, M., 2001. The Effect of Use of Guar Gum with Pectin Mixture in Gluten-Free Bread. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 4, 2.
- Garcia, L., 2007. Quinoa: A Traditional Andean Crop with New Horizons. *Cereal Foods World*, 52, 2.
- Giannou, V., Kessoglou, V., Tzia, C., 2003. Quality and Safety Characteristics of Bread Made from Frozen Dough. *Trends in Food Science and Technology*, 14, 99-108.
- Giannou, V., Tzia, C., 2007. Frozen Dough Bread: Quality and Textural Behavior During Prolonged Storage- Prediction of Final Product Characteristics. *Journal of Food Engineering*, 79, 929- 934.
- Giri, S., Banerji, A., Banerji, S.S., Ananthanarayan, L., 2017. Effect of Addition of Enzymatically Modified Guar Gum on Glycemic Index of Selected Indian Traditional Foods (idli, chapatti). *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 11, 1-8.
- Giuberti, G., Rocchetti, G., Sigolo, S., Fortunati, P., Lucini, L., Gallo, A., 2018. Exploitation of Alfalfa Seed (*Medicago sativa* L.) Flour into Gluten-Free Rice Cookies: Nutritional, Antioxidant and Quality Characteristics. *Food Chemistry*, 239, 679-687.

- Gönül, M., 1978. Nişastanın Gıda Endüstrisinde Kullanımı. Gıda, 3.
- Green, P., Cellier, C., 2007. Celiac Disease. The New England Journal of Medicine, 357, 1731-1743.
- Greenaway, W.T., Neustadt, M.H., Zeleny, L., 1965. Communication to the Editor: A Test for Stink Bug Damage in Wheat. Cereal Chemistry, 42, 6, 577-579.
- Gren, P., Jabri, B., 2003. Coeliac Disease. Lancet, 362, 383-391.
- Guadarrama-Lezama, A.Y., Carrillo-Navas, H., Vernon-Carter, E.J., Alvarez-Ramirez, J., 2016. Rheological and Thermal Properties of Dough and Textural and Microstructural Features of Bread Obtained from Nixtamalized Corn/ Wheat Flour Blends. Journal of Cereal Science, 69, 158-165.
- Guarda, A., Rosell, C.M., Benedito, C., Galotto, M.J., 2004. Different Hydrocolloids as Bread Improvers and Ant Staling Agents. Food Hydrocolloids, 18, 241-247.
- Gujral, H.S., Rosell, C.M., Carbonell, J.V., Rosell, C.M., 2003. Effect of Cyclodextrinase on Dough Rheology and Bread Quality From Rice Flour. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 3814-3818.
- Gül, H., 2007. Mısır ve Buğday Kepeğinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkilerin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 257s, Adana.
- Gül, H., Acun, S., Türk, S., Nayır, N., Şen, H., 2012. Doğal Antioksidan ve Diyet Lif Kaynağı Olarak Şarap İşletmeleri Atığı Olan Üzüm Posasının Fonksiyonel Ekmek Üretiminde Kullanılabilir Olanaklarının Araştırılması. TAGEM Rapor No: 10/AR-GE/08, 86s.
- Hager, A., Wolter, A., Czerny, M., Bez, J., Zannini, E., Arendt, E., 2012. Investigation of Product Quality, Sensory Profile and Ultrastructure of Breads Made from a Range of Commercial Gluten-Free Flours Compared to their Wheat Counterparts. European Food Research and Technology, 235, 333-44.
- Hager, A.S., Arendt, E.K., 2013. Influence of Hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), Xanthan Gum and Their Combination on Loaf Specific Volume, Crumb Hardness and Crumb Grain Characteristics of Gluten-Free Breads Based on Rice, Maize, Teff and Buckwheat. Food Hydrocolloids, 32, 195-203.
- Han, J., Janz, J., Gerlat, M., 2010. Development of Gluten-Free Cracker Snacks Using Pulse Flours and Fractions. Food Research International, 43, 627- 633.
- Hatipoğlu, S., 2016. Patates Unu ve Gam İlavesinin Glutensiz Ekmek Kalitesi Üzerine Etkileri. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, 82s, Denizli.

- Hatta, E., Matsumoto, K., Honda, Y., 2015. Bacillolysin, Papain, and Subtilisin Improve the Quality of Gluten-Free Rice Bread. *Journal of Cereal Science*, 61, 41-47.
- Hayıt, F., 2014. Karabuğday, Transglutaminaz ve Ekşi Mayanın Dondurulmuş Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 123s, Isparta.
- Hefnawy, T.M.H., El-Shourbagy, G.A., Ramadan, M.F., 2012. Impact of Adding Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Flour to Wheat Flour on the Rheological Properties of Toast Bread. *International Food Research Journal*, 19(2), 521-525.
- Hejrani, T., Sheikholeslami, Z., Mortazavi, A., Davoodi, M.G., 2017. The Properties of Part Baked Frozen Bread with Guar and Xanthan Gums. *Food Hydrocolloids*, 1-6.
- Hoseney, R.C. (Ed), 1994. Yeast-leavened Products. In: *Principles of Cereal Science and Technology*. AACC Intl Press, 260p, USA.
- Iglesias-Puig, E., Monedero, V., Haros, M., 2015. Bread with Whole Quinoa Flour and Bifidobacterial Phytases Increases Dietary Mineral Intake and Bioavailability. *Food Science and Technology*, 60, 71-77.
- Iqbal, A., Khalil, I.A., Ateeq, N., Khan, M.S., 2006. Nutritional Quality of Important Food Legumes. *Food Chemistry*, 97, 331-335.
- Iskander, F.Y., Davis, K.R., 1992. Mineral and Trace Element Contents in Bread. *Food Chemistry*, 45, 269-277.
- Isparta İl Sağlık Bakanlığı (İİSB), 2017. 9” Mayıs Dünya Çölyak Günü” Basın Bülteni. Erişim Tarihi: 15.02.2018.
- İşleroğlu, H., Dirim, S., Ertekin, F., 2009. Gluten İçermeyen, Hububat Esaslı Alternatif Ürün Formülasyonları ve Üretim Teknolojileri. *Gıda*, 34, 29-36.
- Jacobsen, S.E., 2003. The Worldwide Potential for Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International*, 19, 167-177.
- Jukanti, A.K., Gaur, P.M., Gowda, C.L.L., Chibbar, R.N., 2012. Nutritional Quality and Health Benefits of Chickpea (*Cicer arietinum* L.): A Review. *British Journal of Nutrition*, 108,11-26.
- Julianti, E., Rusmarilin, H., Yusraini, E., 2017. Functional and Rheological Properties of Composite Flour From Sweet Potato, Maize, Soybean and Xanthan Gum. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16, 171-177.

- Kadan, R.S., Robinson, M.G., Thibodeaux, D.P., Pepperman, A.B., 2001. Texture and Other Physicochemical Properties of Whole Rice Bread. *Journal Food Science*, 66, 940-944.
- Karagül, M., Ercan, R., 1993. Zenginleştirilmiş Ekmeklerde İşleme ve Depolama Sırasında Bazı Vitamin ve Mineral Madde Miktarlarındaki Değişmeler. *Gıda*, 18, 357-363.
- Kasdekar, D.K., Parashar, V., 2017. Performance of Box-Behnken and Prediction Model are Compared with Al-Nano MMC to Maximize the MRR. *Proceedings*, 4(2), 3173-3181.
- Kays, S.E., Morris, J.B., Kim, Y., 2006. Total and Soluble Dietary Fiber Variation in *Cyamopsis Tetragonoloba* (L.) Taub. (Guar) Genotypes. *Journal Food Quality*, 29, 383–391.
- Keskin, Ş., Evlice, K.A., 2015. Fırın Ürünlerinde Kinoa Kullanımı. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 150-156.
- Kılınçarslan, O., Hepsağ, F., 2010. Kaplama Malzemesi Olarak Mısır Unlarının Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(2), 20-27.
- Kittisuban, P., Ritthiruangdej, P., Suphantharika, M., 2014. Optimization of Hydroxypropylmethylcellulose, Yeast β - Glucan, and Whey Protein Levels Based on Physical Properties of Gluten- Free Rice Bread Using Response Surface Methodology. *Food Science and Technology*, 57, 738-748.
- Klava, D., Karklina, D., 2002. Changes of Bread Volume Substituting Wheat Flour by Oat or Buckwheat Flour. Erişim Tarihi: 15.10.2013. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=LV2002000225>
- Koca, A.F., Tarakçı, Z., 1997. Tarhana Üretiminde Mısır Unu ve Peyniraltı Suyu Kullanımı. *Gıda*, 22(4), 287-292.
- Koehler, P., 2014. Celiac Disease and Gluten. *Multidisciplinary Challenges and Opportunities*, 1-96.
- Kohajdova, Z., Karovicova, J., 2008. Influence of Hydrocolloids on Quality of Baked Goods. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 7, 43-49.
- Kohajdova, Z., Karovičová, J., Magala, M., 2011. Utilisation of Chickpea Flour for Crackers Production. *Acta Chimica Slovaca*, 4(2), 98–107.
- Kohajdova, Z., Karovičová, J., Magala, M., 2013. Effect of Lentil and Bean Flours on Rheological and Baking Properties of Wheat Dough. *Chemical Papers*, 67, 398–407.

- Korus, J., Witczak, T., Ziobro, R., Juszcak, L., 2015. Linseed (*Linum usitatissimum* L.) Mucilage as A Novel Structure Forming Agent in Gluten-Free Bread. *Food Science And Technology*, 62, 257-264.
- Korus, J., Witczak, M., Ziobro, R., Juszcak, L., 2017. Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) Flour and Protein Preparation as Natural Nutrients and Structure Forming Agents in Starch Based Glutenfree Bread. *Food Science and Technology*, 84, 143-150.
- Kotancılar, G., Çelik, İ., Ertugay, Z., Elgün, A., 1996. Farklı Ambalajlarda Depolanan Katkılı ve Katkısız Unlarda Meydana Gelen Reolojik ve Ekmek Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 31-49.
- Kozioł, M., 1992. Chemical Composition and Nutritional Evaluation of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 5, 35-68.
- Körbahti, B.K., 2007. Response Surface Optimization of Electrochemical Treatment of Textile Dye Wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, 145, 277- 286.
- Körbahti, B.K., Rauf, M.A., 2009. Determination of Optimum Operating Conditions of Carmine Decoloration by UV/H₂O₂ Using Response Surface Methodology. *Journal of Hazardous Materials*, 161, 281-286.
- Kurek, M.A., Wyrwisz, J., Wierzbicka, A., 2017. Optimization of Beta-Glucan and Water Content in Fortified Wheat Bread Using Response Surface Methodology According to Staling Kinetics. *Food Science and Technology*, 75, 352-357.
- Lara, E., Cortes, P., Briones, V., Perez, M., 2011. Structural and Physical Modifications of Corn Biscuits During Baking Process. *Food Science Technolgie*, 44, 622-630.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., Biliaderis, C.G., 2007. Effects of Hydrocolloids on Dough Rheology and Bread Quality Parameters in Gluten-Free Formulations. *Journal of Food Engineering*, 79, 1033–1047.
- Lee, S.C., Prosky, L., Devries, J.W., 1992. Determination of Total, Soluble, and Insoluble Dietary Fiber in Foods-Enzymatic-Gravimetric Method, MES-TRIS Buffer: Collaborative Study. *Journal Association of Official Analytical Chemists*, 75, 395-416.
- Li, G., Zhu, F., 2017. Physicochemical Properties of Quinoa Flour as Affected by Starch Interactions. *Food Chemistry*, 221, 1560–1568.
- Lopez, A.C.B., Pereira, A.J.G., Junqueira, R.G., 2004. Flour Mixture of Rice Flour, Corn and Cassava Starch in the Production of Gluten-Free White Bread. *Brazilian Archives Of Biology and Technology*, 47(1), 63-70.

- Lopez, G., 2007. Quinoa: A Traditional Andean Crop with New Horizons. *Cereal Foods World*, 52, 88-90.
- Mahmoud, R.M., Yousif, E.I., Cadallah, M.G.G.E., Alawneh, A.R., 2013. Formulations and Quality Characterization of Gluten-Free Egyptian Balady Flat Bread. *Annals of Agricultural Sciences*, 58, 19-25.
- Man, S., Paucean, A., Muste, S., Pop, A., 2015. Effect of the Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Flour Addition on Physicochemical Properties of Wheat Bread. *Food Science and Technology*, 72, 1.
- Mancebo, C.M., Miguel, M.A.S., Martinez, M.M., Gomez, M., 2015. Optimisation of Rheological Properties of Gluten-Free Doughs with HPMC, Psyllium and Different Levels of Water. *Journal of Cereal Science*, 61, 8-15.
- Mandala, I., Kapetanakou, A., Kostaropoulos, A., 2008. Physical Properties of Breads Containing Hydrocolloids Stored at Low Temperature. II. Effect of Freezing. *Food Hydrocolloids*, 22, 1443-1451.
- Mandala, I., Polaki, A., Yanniotis, S., 2009. Influence of Frozen Storage on Bread Enriched with Different Ingredients. *Journal of Food Engineering*, 92, 137-145.
- Marco, C., Rosell, C., 2008. Breadmaking Performance of Protein Enriched Gluten-Free Breads. *European Food Research and Technology*, 4, 1205-1213.
- Mariotti, M., Pagani, M.A., Lucisano, M., 2013. The Role of Buckwheat and HPMC on the Breadmaking Properties of Some Commercial Gluten-Free Bread Mixtures. *Food Hydrocolloids*, 30, 393-400.
- Marti, A., Marengo, M., Bonomi, F., Casiraghi, M.C., Franzetti, F., Pagani, M.A., Iametti, S., 2017. Molecular Features of Fermented Teff Flour Relate to Its Suitability for the Production of Enriched Gluten-Free Bread. *Food Science and Technology*, 78, 296-302.
- Martinez, M.M., Diaz, A., Gomez, M., 2014. Effect of Different Microstructural Features of Soluble and Insoluble Fibres on Gluten-Free Dough Rheology and Bread-Making. *Journal of Food Engineering*, 142, 49-56.
- Martinez, M.M., Gomez, M., 2017. Rheological and Microstructural Evolution of the Most Common Gluten-Free Flours and Starches During Bread Fermentation and Baking. *Journal of Food Engineering*, 197, 78-86.
- Martinez, M.M., Román, L., Gomez, M., 2018. Implications of Hydration Depletion in the *in Vitro* Starch Digestibility of White Bread Crumb and Crust. *Food Chemistry*, 239, 295-303.

- Mastebroek, H.D., Limburg, H., Gilles, I., Maroim, H.J., 2000. Occurrence of Sapogenins in Leaves and Seeds of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Journal Scientif Food Agriculture*, 80, 152–156.
- Masure, H.G., Fierens, E., Delcour, J.A., 2016. Current and Forward Looking Experimental Approaches in Gluten-Free Bread Making Research. *Journal of Cereal Science*, 67, 92–111.
- Mccarthy, D.F., Gallagher, E., Gormley, T.R., Schober, T.J., Arendt, E.K., 2005. Application of Response Surface Methodology in the Development of Gluten-Free Bread. *Cereal Chemistry*, 82, 609–615.
- Meral, R., Yıldız, Ö., Doğan, İ.S., 2010. Unların Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesinde Tekstür Analiz Cihazının Kullanımı ve Sonuçların Ekstensograf Değerleri ile Karşılaştırılması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 53, 17-24.
- Mezaize, S., Chevallier, S., Bail, A., Lamballerie, M.D., 2009. Optimization of Gluten-Free Formulations for French-Style Breads. *Journal of Food Science*, 74, 140-146.
- Meziani, S., Jasniewski, J., Ribotta, P., Arab-Tehrany, E., Muller, J.M., Ghoul, M., 2012. Influence of Yeast and Frozen Storage on Rheological, Structural and Microbial Quality of Frozen Sweet Dough. *Journal of Food Engineering*, 109, 538-544.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2011. Nişasta Üretimi. Erişim Tarihi: 01.03.2017. http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Nişasta%20üretimi.pdf
- Minervini, F., Pinto, D., Cagno, R., Angelis, M., Gobbetti, M., 2011. Scouting the Application of Sourdough to Frozen Dough Bread Tecnology. *Journal of Cereal Science*, 54, 296-304.
- Mir, S.A., Shah, M.A., Naik, H.R., Zargar, I.A., 2016. Influence of Hydrocolloids on Dough Handling and Technological Properties of Gluten-Free Breads. *Trends in Food Science and Technology*, 51, 49-57.
- Mohammadi, M., Azizi, M.H., Neyestani, T.R., Hosseini, H., Mortazavian, A.M., 2015. Development of Gluten-Free Bread Using Guar Gum and Transglutaminase. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 21, 1398-1402.
- Mohammed, I., Ahmed, A.R., Senge, B., 2012. Dough Rheology and Bread Quality of Wheat–Chickpea Flour Blends. *Industrial Crops and Products*, 36, 196–202.
- Molina, E., Defaye, A.B., Ledward, D.A., 2002. Soy Protein Pressure-Induced Gels. *Food Hydrocolloids*, 16, 625-632.

- Moore, M.M., Heinbockel, M., Dockery, P., Ulmer, H.M., Arendt, E.K., 2006. Network Formation in Gluten-Free Bread with Application of Transglutaminase. *Cereal Chemistry*, 83, 28-36.
- Moroni, A.V., Bello, F.D., Arendt, E.K., 2009. Sourdough in Gluten-Free Bread-Making: an Ancient Technology to Solve a Novel Issue?. *Food Microbiology*, 26, 676-684.
- Mota, C., Santos, M., Mauro, R., Samman, N., Matos, A.S., Torres, D., Castanheira, I., 2015. Protein Content and Amino Acids Profile of Pseudocereals. *Food Chemistry*, 193, 55–61.
- Mudgil, D., Barak, S., Khatkar, B.S., 2011. Guar Gum: Processing, Properties and Food Applications—A Review. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 409-418.
- Mudgil, D., Barak, S., Khatkar, B.S., 2014. Guar Gum: Processing, Properties and Food Applications—A Review. *Journal Food Science Technol*, 51(3), 409-418.
- Mudgil, D., Barak, S., Khatkar, B.S., 2016. Optimization of Bread Firmness, Specific Loaf Volume and Sensory Acceptability of Bread with Soluble Fiber and Different Water Levels. *Journal of Cereal Science*, 70, 186-191.
- Mudgil, D., Barak, S., Khatkar, B.S., 2017. Cookie Texture, Spread Ratio and Sensory Acceptability of Cookies as a Function of Soluble Dietary Fiber, Baking Time and Different Water Levels. *Food Science and Technology*, 80, 537-542.
- Mujica, A., 1994. Neglected Crops: 1492 From a Different Perspective. In *FAO Plant Production and Protection*, 348p, Rome.
- Murray, J.A., 1999. The Widening Spectrum of Celiac Disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 69, 354-365.
- Myers, R.H., Montgomery, D.C., 1995. *Response Surface Methodology, Process and Product Optimization Using Designed Experiments*. John Wiley and Sons, 700p, New York.
- Myers, R.H., Montgomery, D.C., Anderson-Cook, C.M., 2009. *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments*. Wiley, 609p, New York.
- Naji-Tabasi, S., Mohebbi, M., 2015. Evaluation of Cress Seed Gum and Xanthan Gum Effect on Macrostructure Properties of Gluten-Free Bread by Image Processing. *Journal of Food Measurement and Characterisation*, 9, 110-119.
- Nam, S.N., Cho, H., Han, J., Her, N., Yoon, J., 2018. Photocatalytic Degradation of Acesulfame K: Optimization Using the Box–Behnken Design (BBD). *Process Safety and Environmental Protection*, 113, 10-21.

- Nazni, P., Gracia, J., 2014. Application of Response Surface Methodology in the Development of Barnyard Millet Bran Incorporated Bread. *Engineering and Technology*, 3, 9.
- Nehra, V., Marietta, E., Murray, J., 2013. Celiac Disease. *Encyclopedia of Human Nutrition*, 298-306.
- Nowak, V., Du, J., Charrondiere, U.R., 2016. Assessment of the Nutritional Composition of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Chemistry*, 193, 47-54.
- Nunes, M.H.B., Moore, M.M., Ryan, L.A.M., Arendt, E.K., 2009. Impact of Emulsifiers on the Quality and Rheological Properties of Gluten-Free Breads and Batters. *European Food Research and Technology*, 228, 633-642.
- Nwokolo, E., Smartt, J., 1996. *Food and Feed from Legumes and Oilseeds*. Chapman and Hall publishing, 419p, London.
- Oelke, E.A., Putnam, D.H., Teynor, T.M., Oplinger, E.S., 1992. Quinoa. Erişim Tarihi: 21.04.16. <https://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/quinoa.html>.
- Olmez, T., 2009. The Optimization of Cr(VI) Reduction and Removal by Electrocoagulation Using Response Surface Methodology. *Journal of Hazardous Materials*, 162, 1371-1378.
- Onyango, C., Unbehend, G., Lindhauer, M., 2009. Effect of Cellulose-Derivatives and Emulsifiers on Creep-Recovery and Crumb Properties of Gluten-Free Bread Prepared from Sorghum and Gelatinised Cassava Starch. *Food Research International*, 42(8), 949-55.
- Onyango, C., Mutungi, C., Unbehend, G., Lindhauer, M.G., 2010. Rheological and Baking Characteristics of Batter and Bread Prepared from Pregelatinised Cassava Starch and Sorghum and Modified Using Microbial Transglutaminase. *Journal of Food Engineering*, 97, 465-470.
- Oxentenکو, A.S., Murray, J.A., 2015. Celiac Disease: Ten Things That Every Gastroenterologist Should Know. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 8, 1396-1404.
- Öner, E., 2001. *Tekstil Endüstrisinde Renk Ölçümü*. Marmara Üniversitesi Yayınları, 672s, İstanbul.
- Örün, E., 2005. Çölyak Hastalığı. *Klinik Pediatri*, 4, 63-66.
- Özkaya, H., 1986. Buğday, Un ve Ekmeğin Besin Değeri ve Ekmeğin Zenginleştirilmesi. *Gıda*, 11, 3.
- Özkaya, H., Özkaya, B., 2005. *Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri*. Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Teknolojisi Yayınları, 157s, Ankara.

- Öztürk, S., Fırat, S., Tutar, A., Dizman, M., 2015. Humik Asitin Ekmek ve Kek Üretiminde Kullanımı. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi, 1-5.
- Özüğür, G., Hayta, M., 2011. Tahıl Esaslı Glutensiz Ürünlerin Besinsel ve Teknolojik Özelliklerinin İyileştirilmesi. Gıda, 36, 287-294.
- Paciulli, M., Rinaldi, M., Cirlini, M., Scazzina, F., Chiavaro, E., 2016. Chestnut Flour Addition in Commercial Gluten-Free Bread, A Shelf-Life Study. Food Science and Technology, 70, 88-95.
- Park, E.Y., Jang, S.B., Lim, S.T., 2016. Effect of Fructo-Oligosaccharide and Isomalto-Oligosaccharide Addition on Baking Quality of Frozen Dough. Food Chemistry, 213, 157-162.
- Patel, M., Rao, G.V., 1995. Effect of Untreated, Roasted and Germinated Black Gram (Phaseolus Mungo) Flours on the Physicochemical and Biscuit (Cookie) Making Characteristics of Soft Wheat Flour. Journal of Cereal Science, 22, 285-291.
- Peterson, C.J., Graybosch, R.A., Baenziger, P.S., Grombacher, A.W., 1992. Genotype and Environment Effects on Quality Characteristics of Hard Red Winter Wheat. Crop Science, 32, 98-103.
- Povilaitis, D., Venskutonis, P.R., 2015. Optimization of Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Rye Bran using Response Surface Methodology and Evaluation of Extract Properties. The Journal of Supercritical Fluids, 100, 194-200.
- Prosky, L., Asp, N.G., Schweizer, T.F., Devries, J.W., Furda, I., 1988. Determination of Insoluble, Soluble and Total Dietary Fiber in Foods and Food Products. Interlaboratory Study. Journal Association of Official Analytical Chemists Chemistry, 71, 1017-1023.
- Prosky, L., Asp, N.G., Schweizer, T.F., Devries, J.W., Furda, I., 1992. Determination of Insoluble and Soluble Dietary Fiber in Foods and Food Products, Collaborative Study. Journal Association of Official Analytical Chemists, 75, 360-367.
- Przetaczek-Roznowska, I., 2017. Physicochemical Properties of Starches Isolated from Pumpkin Compared with Potato and Corn Starches. International Journal of Biological Macromolecules, 101, 536-542.
- Pszczola, D.E., 2012. The Rise of Gluten-Free. Food Technology, 66(12), 55-66.
- Qian, J.Y., Kuhn, M., 1999. Characterization of *Amaranthus Cruentus* and *Chenopodium Quinoa* Starch. Forschungsbeiträge, 51, 116-120.

- Rababah, T.M., Mahasneh, M.A., Ereifej, K.I., 2006. Effect of Chickpea, Broad Bean, or Isolated Soy Protein Additions on the Physicochemical and Sensory Properties of Biscuits. *Journal of Food Science*, 71, 6.
- Rampertab, S.D., Pooran, N., Brar, P., Singh, P., Green, P.H., 2006. Trends in the presentation of celiac disease. *National Library of Medicine National Institutes of Health*, 119, 9-14.
- Ran, B., Dept, K., 2000. Study on Bread-Marking Quality with Mixture of Buckwheat-Wheat Flour. *Food Science and Biotechnology*, 200-701.
- Ranhotra, G.S., Gelroth, J.A., Glaser, B.K., Lorenz, K.J., Johnson, D.L., 1993. Composition and Protein Nutritional Quality of Quinoa. *Cereal Chemistry*, 70, 303-305.
- Ravikumar, K., Krishnan, S., Ramalingam, S., Balu, K., 2007. Optimization of Process Variables by the Application of Response Surface Methodology for Dye Removal Using A Novel Adsorbent. *Dyes Pigments*, 72, 66-74.
- Renzetti, S., Bello, F.D., Arendt, E.K., 2008. Microstructure, Fundamental Rheology and Baking Characteristics of Batters and Breads from Different Gluten-Free Flours Treated with a Microbial Transglutaminase. *Journal of Cereal Science*, 48, 33-45.
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., Jacobsen, S.E., 2003. Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*, 19, 179-189.
- Ribotta, P., Ausar, S., Morcillo, M., Perez, G., 2004. Production of Gluten-Free Bread Using Soybean Flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 1969-1974.
- Rinaldi, M., Paciulli, M., Caligiani, A., Scazzina, F., Chiavaro, E., 2017. Sourdough Fermentation and Chestnut Flour in Gluten-Free Bread: A Shelflife Evaluation. *Food Chemistry*, 224, 144-152.
- Rizzello, C.G., Calasso, M., Campanella, D., Angelis, M.D., Gobbetti, M., 2014. Use of Sourdough Fermentation and Mixture of Wheat, Chickpea, Lentil and Bean Flours for Enhancing the Nutritional, Texture and Sensory Characteristics of White Bread. *International Journal of Food Microbiology* 180, 78-87.
- Rodge, A.B., Sonkamble, S.M., Salve, R.V., Hashmi, S.I., 2012. Effect of Hydrocolloid (guar gum) Incorporation on the Quality Characteristics of Bread. *Journal Food Process Technolgy*, 3, 2-7.
- Romano, A., Toraldo, G., Cavella, S., Masi, P., 2007. Description of Leavening of Bread Dough with Mathematical Modeling. *Journal Food Engineering*, 83, 2, 142-148.

- Ronda, F., Villanueva, M., Collar, C., 2014. Influence of Acidification on Dough Viscoelasticity of Gluten-Free Rice Starch-Based Dough Matrices Enriched with Exogenous Protein. *Food Science and Technology*, 59, 12-20.
- Ronda, F., Perez-Quirce, S., Lazaridou, A., Biliaderis, C.G., 2015. Effect of Barley and Oat B-Glucan Concentrates on Gluten-Free Rice-Based Doughs and Bread Characteristics. *Food Hydrocolloids*, 48, 197-207.
- Rosell, C.M., 2010. *Trends in Breadmaking: Low and Subzero Temperatures*. CRC Press, 489p, Raton.
- Rosell, C.M., Garzon, R., 2015. Chemical Composition of Bakery Products. *Handbook of Food Chemistry*, 1-28.
- Rouille, J., Lebail, A., Courcoux, P., 2000. Influence of Formulation and Mixing Conditions on Bread Making Qualities of French Frozen Dough. *Journal of Food Engineering*, 43,197-203.
- Roy, F., Boye, J.I., Simpson, B.K., 2010. Bioactive Proteins and Peptides in Pulse Crops: Pea, Chickpea and Lentil. *Food Research International*, 43, 432–442.
- Rybicka, I., Swiglo, A.G., 2017. Minerals in Grain Gluten-Free Products. The Content of Calcium, Potassium, Magnesium, Sodium, Copper, Iron, Manganese, and Zinc. *Journal of Food Composition and Analysis*, 59, 61-67.
- Sabanis, D., Tzia, C., 2011. Effect of Hydrocolloids on Selected Properties of Gluten-Free Dough and Bread. *Food Science Technolgy*, 17, 279-291.
- Sahoo, C., Gupta, A.K., 2012. Optimization of Photocatalytic Degradation of Methyl Blue Using Silver Ion Doped Titanium Dioxide by Combination of Experimental Design and Response Surface Approach. *Journal Hazard Mater*, 215, 302–310.
- Salinas, M.V., Zuleta, A., Ronayne, P., Puppo, M.C., 2012. Wheat Flour Enriched with Calcium and Inulin: A Study of Hydration and Rheological Properties of Dough. *Food Bioprocess and Technology*, 5, 3129-3141.
- Salinas, M.V., Puppo, M.C., 2015. Optimization of the Formulation of Nutritional Breads Based on Calcium Carbonate and Inulin. *Food Science and Technology*, 60, 95-101.
- Sandri, L.T.B., Santos, F.G., Fratelli, C., Capriles, V.D., 2017. Development of Gluten-Free Bread Formulations Containing Whole Chia Flour with Acceptable Sensory Properties. *Food Science and Nutrition*, 1-8.
- Sardesai, V.M., 2003. *Introduction to Clinical Nutrition*. CRC Press, 565p, New York.

- Schober, T.C., O'Brien, M., McCarthy, D., Darnedde, A., Arendt, E., 2003. Influence of Gluten-Free Flour Mixes and Fat Powders on the Quality of Gluten-Free Biscuits. *European Food Research and Technology*, 216, 369-376.
- Sciarini, L.S., Ribotta, P.D., León, A.E., Pérez, G.T., 2010. Effect of Hydrocolloids on Gluten-Free Batter Properties and Bread Quality. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 2306-2312.
- Sciarini, L.S., Perez, G.T., Lamballerie, M., León, A.E., Ribotta, P.D., 2012. Partialbaking Process on Gluten-Free Bread: Impact of Hydrocolloid Addition. *Food and Bioprocess Technology*, 5, 1724-1732.
- Selomulyo, V.O., Zhou, W., 2007. Frozen Bread Dough, Effects of Freezing Storage and Dough Improvers. *Journal of Cereal Science*, 45, 1-17.
- Shamun, S., Haşimoğlu, C., Murcak, A., Andersson, Ö., Tuner, M., Tunestal, P., 2017. Experimental Investigation of Methanol Compression Ignition in a High Compression Ratio HD Engine Using a Box-Behnken Design. *Fuel*, 1, 624-633.
- Shewry, P., Halford, N., Belton, P., Tatham, A., 2002. The Structure and Properties of Gluten an Elastic Protein from Wheat Grain. *Philosophical Transactions*, 28, 133-142.
- Shittu, T.A., Aminu, R.A., Abulude, E.O., 2009. Functional Effects of Xanthan Gum on Composite Cassava-Wheat Dough and Bread. *Food Hydrocolloids*, 23, 2254-2260.
- Shuey, W.C., Gilles, K.A., 1969. Experimental Milling of Sized Wheat. *North Western Miller*, 266, 9-13.
- Simmonds, N.W., 1971. The Breeding System of *Chenopodium Quinoa*. I. Male Sterility. *Heredity*, 27, 73-82.
- Singh, P.N., Ram, H., 1990. Effect of Phosphorous and Sulphur Application on Protein and Amino Acid Contents in Chickpea. *Indian Journal of Pulses Research*, 3, 36-39.
- Sivaramakrishnan, H.P., Senge, B., Chattopadhyay, P.K., 2004. Rheological Properties of Rice Dough for Making Rice Bread. *Journal of Food Engineering*, 62, 37-45.
- Skara, N., Novotni, D., Cukelj, N., Smerdel, B., Curic, D., 2013. Combined Effects of Inulin, Pectin and Guar Gum on the Quality and Stability of Partially Baked Frozen Bread. *Food Hydrocolloids*, 30, 428-436.
- Sosulski, F.W., Wu, K.K., 1998. High Fiber Breads Containing Field Pea Hulls, Wheat, Corn and Oat Brans. *Cereal Chemistry*, 65, 186-191.

- Stikic, R., Glamoclija, D., Demin, M., Vucelic-Radovic, B., Jovanovic, Z., Milojkovic-Opsenica, D., Jacobsen, S.E., Milovanovic, M., 2012. Agronomical and Nutritional Evaluation of Quinoa Seeds (*Chenopodium Quinoa* Willd.) As an Ingredient in Bread Formulations. *Journal of Cereal Science*, 55, 132-138.
- Susanna, S., Prabhasankar, P., 2013. A Study on Development of Gluten Free Pasta and Its Biochemical and Immunological Validation. *Food Science and Technology*, 50, 613-621.
- Tan, M., Yöndem, Z., 2013. İnsan ve Hayvan Beslenmesinde Yeni Bir Bitki: Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Alınteri*, 25, 62-66.
- Tang, Y., Zhang, B., Li, X., Chen, P.X., Zhang, H., Liu, R., Tsao, R., 2016. Bound Phenolics of Quinoa Seeds Released by Acid, Alkaline, and Enzymatic Treatments and Their Antioxidant and A-Glucosidase and Pancreatic Lipase Inhibitory Effects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64, 1712–1719.
- Taylor, J., Emmambux, M., Arendt, E., Dalbello, F., 2008. *Gluten-Free Foods and Beverages from Millets*. Academic Press, 119p, USA.
- Tharanathan, R.N., Mahadevamma, S., 2003. Grain Legumes-a Boon to Human Nutrition. *Trends Food Science Technolgy*, 14, 507-518.
- Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO), 2016. 2016 Yılı Hububat Raporu. Erişim Tarihi:23.01.2017.http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hububat/hububat_raporu2016.pdf
- Torbica, A., Hadnadev, M., Dapcevic, T., 2010. Rheological, Textural and Sensory Properties of Gluten-Free Bread Formulations Based on Rice and Buckwheat Flour. *Food Hydrocolloids*, 24, 626-632.
- Torbica, A., Hadnadev, M., Hadnadev, T.D., 2012. Rice and Buckwheat Flour Characterisation and Its Relation to Cookie Quality. *Food Research International*, 48, 277–283.
- Toufeili, I., Dagher, S., Shadarevian, S., Noureddine, A., Sarakbi, M., Farran, M.T., 1994. Formulation of Gluten-Free Pocket Type Flat Breads: Optimisation of Methylcellulose, Gum Arabic, and Egg Albumen Levels by RSM. *Cereal Chemistry*, 71, 594-601.
- Tsatsaragkou, K., Protonotariou, S., Mandala, I., 2016. Structural Role of Fibre Addition to Increase Knowledge of Non-Gluten Bread. *Journal of Cereal Science*, 67, 58-67.
- Turkut, G.M., Çakmak, H., Kumcuoğlu, S., Tavman, S., 2016. Effect of Quinoa Flour on Gluten-Free Bread Batter Rheology and Bread Quality. *Journal of Cereal Science*, 69,174-181.

- Tursi, A., Brandimarte, G., Giorgetti, G., Gigliobianco, A., Lombardi, D., Gasbarrini, G. 2001. Low Prevalence of Antigliadin and Anti-endomysium Antibodies in Subclinical/silent Celiac Disease. National Library of Medicine National Institutes of Health, 96,10.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2016. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim Tarihi: 14.02.2018. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001
- Ulukut, K.A.G., 2010. Çerezlik Mısır Hamuruna Nohut Unu, Yerfıstığı Unu Ve Kırmızıbiber Tohum Unu Eklenmesi Sonucu Isıl ve Reolojik Özelliklerde Meydana Gelen Değişimin İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 93s, İstanbul.
- Ünal, S., 1979. Buğdaylarda Kaliteyi Etkileyen Faktörler ve Birbiri Arasındaki İlişkiler. Gıda, 2.
- Ünal, S., 2002. Importance of Wheat Quality and Methods in Wheat Quality Determination. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, 3-4 Ekim 2002, Gaziantep, 25-37.
- Vasiee, A., Behbahani, B.A., Yazdi, F.T., Moradi, S., 2016. Optimization of the Production Conditions of the Lipase Produced by *Bacillus Cereus* from Rice Flour Through Plackett-Burman Design (PBD) and Response Surface Methodology (RSM). *Microbial Pathogenesis*, 101, 36-43.
- Vatsala, C., Saxena, C., Rao, P., 2001. Optimization of Ingredients and Process Conditions for the Preparation of Puri Using Response Surface Methodology. *International Journal of Food Science and Technology*, 36, 407-414.
- Vilcacundo, R., Ledesma, B.H., 2017. Nutritional and Biological Value of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Current Opinion in Food Science*, 14, 1-6.
- Villancacci, V., Ceppa, P., Tavani, E., Vindigni, C., Volta, U., 2011. Coeliac Disease: the Histology Report. *Digestive and Liver Disease*, 43, 385-395.
- Villarino, C.B. J., Jayasena, V., Coorey, R., Chakrabarti-Bell, S., Johnson, S., 2015. Optimization of Formulation and Process of Australian Sweet Lupin (ASL)-Wheat Bread. *Food Science and Technology*, 61, 359-367.
- Vulicevic, I.R., Abdel-Alal, E.S.M., Mittal, G.S., Lu, X., 2004. Quality and Storage Life of Par-Baked Frozen Breads. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 37, 205-213.
- Wieser, H., 2007. Chemistry of Gluten Proteins. *Food Microbiology*, 24, 115-124.
- Wischmann, B., Ahmt, T., Bandsholm, O., Blennow, A., Young, N., Jeppesen, L., Thomsen, L., 2007. Testing Properties of Potato Starch from Different Scales of Isolations A Ringtest. *Journal of Food Engineering*, 79, 970-978.

- Wronkowska, M., Haros, M., Soral-Smietana, M., 2013. Effect of Starch Substitution by Buckwheat Flour on Glutenfree Bread Quality. *Food Bioprocess Technology*, 6, 1820-1827.
- Wu, Q., Miano, Y., 2008. Mechanochemical Effects of Micronization on Enzymatic Hydrolysis of Corn Flour. *Carbohydrate Polymers*, 72, 398-402.
- Yalçın, S., Başman, A., 2006. Glutensiz Makarna ve Erişte. *Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, Bolu, 12-15.
- Yanar, Ö., Durmaz, Ö., Gökçay, G., 2013. Atipik Başlangıçlı Çölyak Hastalığı. *Çocuk Dergisi*, 13, 126-130.
- Yarpuz, D., 2011. Glutensiz Ekmek Üzerine Araştırmalar. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 44s, Konya.
- Yılmaz, Y., 2014. Piyasaya Sunulan Glutensiz Ekmek Yapımına Uygun Karışımların Kalite ve Bileşenler Yönünden Değerlendirilmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 87s, Van.
- Yılmaz, Y., Doğan, İ.S., 2015. Glutensiz Ekmek Karışımlarının Kalite ve Bileşenler Yönünden Değerlendirilmesi. *Gıda*, 40(6), 335-342.
- Yönel, O., Özdil, S., 2014. Çölyak Hastalığı. Erişim Tarihi: 10.06.2015. <http://guncel.tgv.org.tr/journal/48/pdf/100167.pdf>.
- Yurdagel, Ü., 1983. Ksantan gam. *Gıda*, 1,15-19.
- Yüksel, F., Kayacier, A., 2016. Utilization of Stale Bread in Fried Wheat Chips: Response Surface Methodology Study for The Characterization of Textural, Morphologic, Sensory, Some Physicochemical and Chemical Properties of Wheat Chips. *Food Science and Technology*, 67, 89-98.
- Yüksel, F., Karaman, S., Gürbüz, M., Hayta, M., Yalcin, H., Dogan, M., Kayacier, A., 2017. Production of Deep-Fried Corn Chips Using Stale Bread Powder: Effect of Frying Time, Temperature and Concentration. *Food Science and Technology*, 83, 235-242.
- Zettel, V., Hitzmann, B., 2017. Optimization of the Production Parameters for Bread Rolls with the Nelder-Mead Simplex Method. *Food and Bioprocess Processing*, 103, 10-17.

EKLER

EK A. Optmizasyonda oluşturulan deneme desenine göre üretilen ekmeklerin fotoğrafları

EK B. Optmizasyonda oluşturulan deneme deseni ekmeklerinin TPA grafikleri

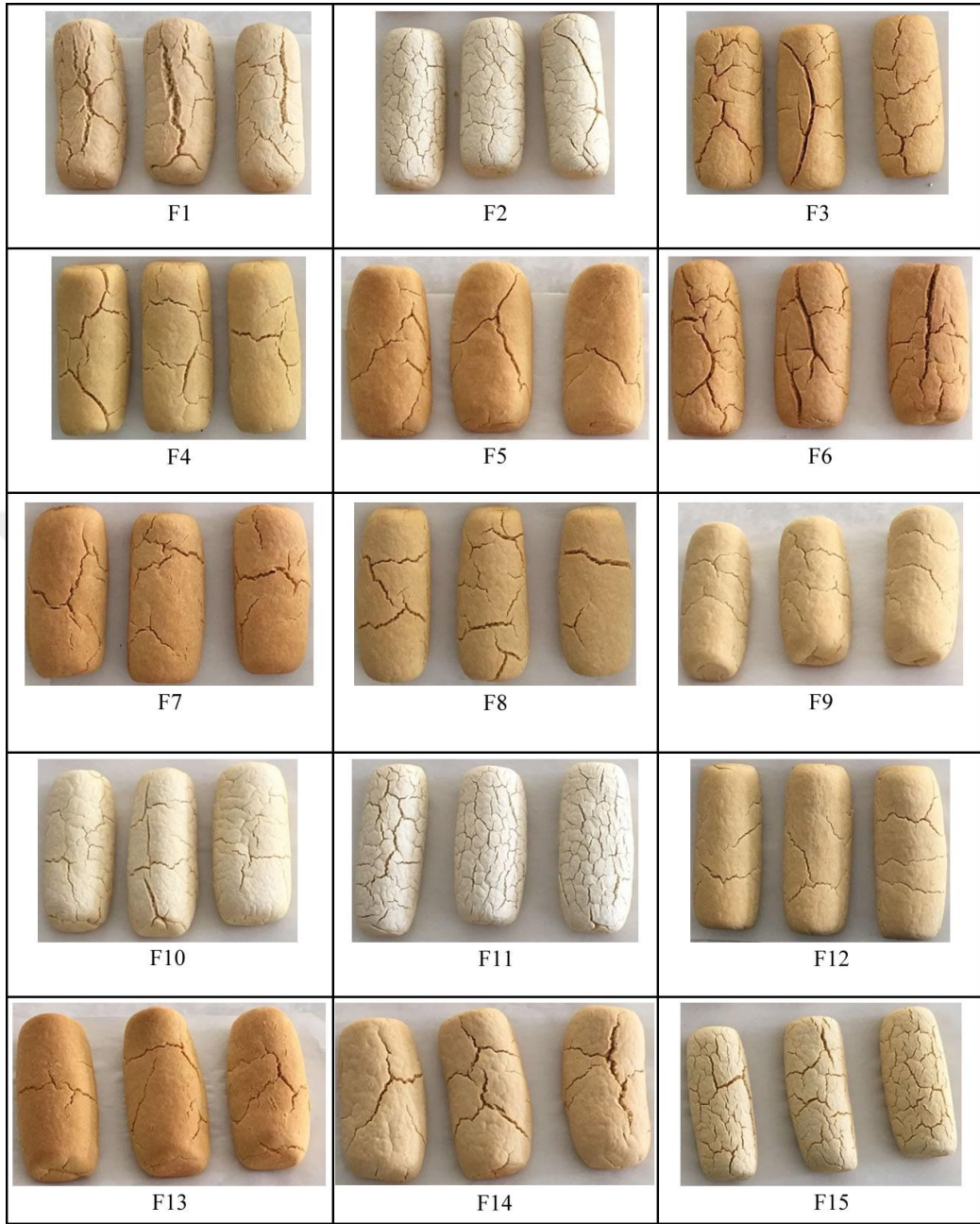
EK C. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin TPA Grafikleri

EK D. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin resimleri

EK E. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duysal analiz resimleri

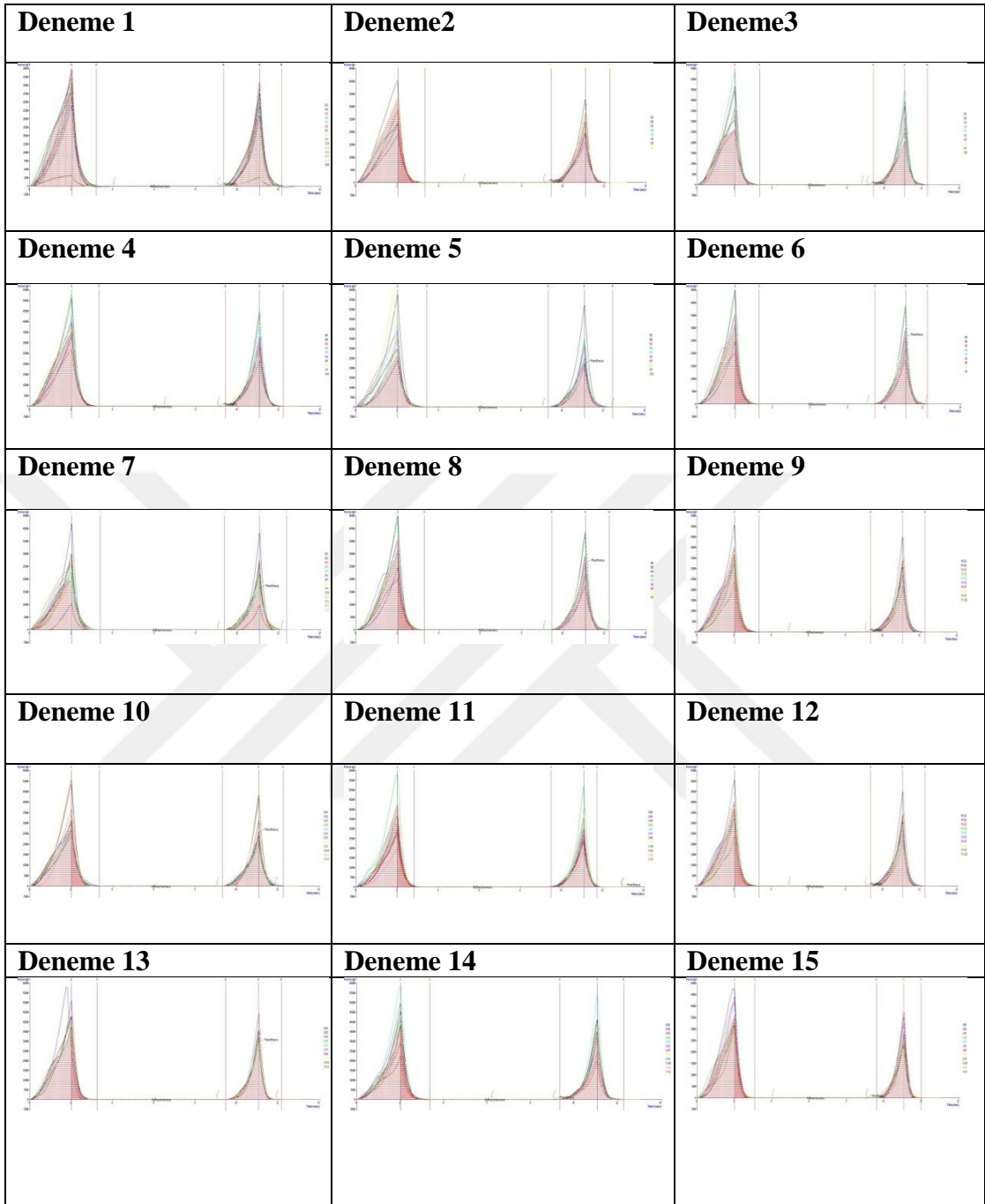
EK F. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duysal analiz formu

EK A. Optimizasyonla oluşturulan ekmeklerinin resimleri



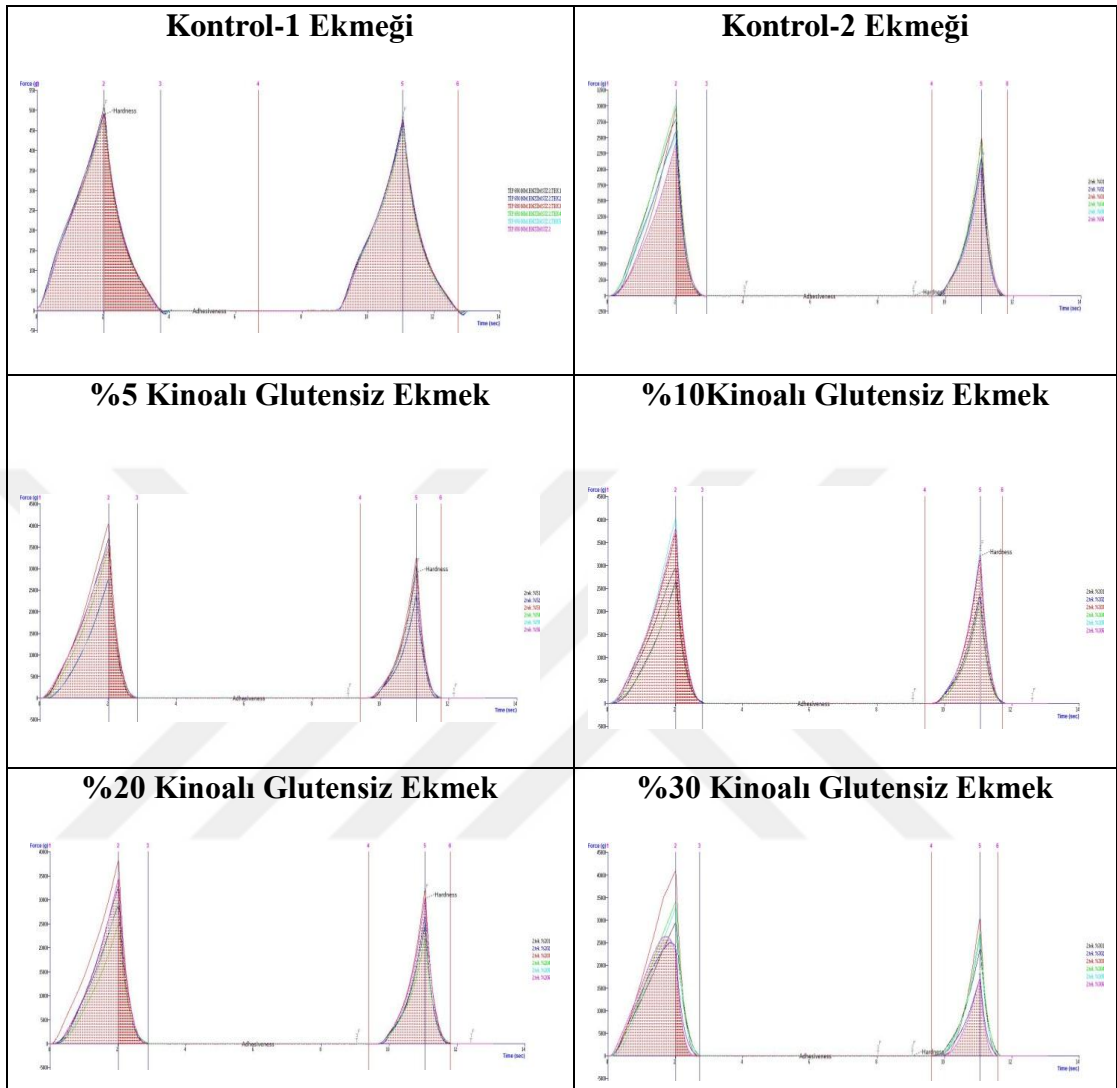
Şekil A.1. Optimizasyonla oluşturulan deneme deseni ekmeklerinin resimleri

EK B. Optimizasyonda oluşturulan deneme deseni ekmeklerinin TPA grafikleri

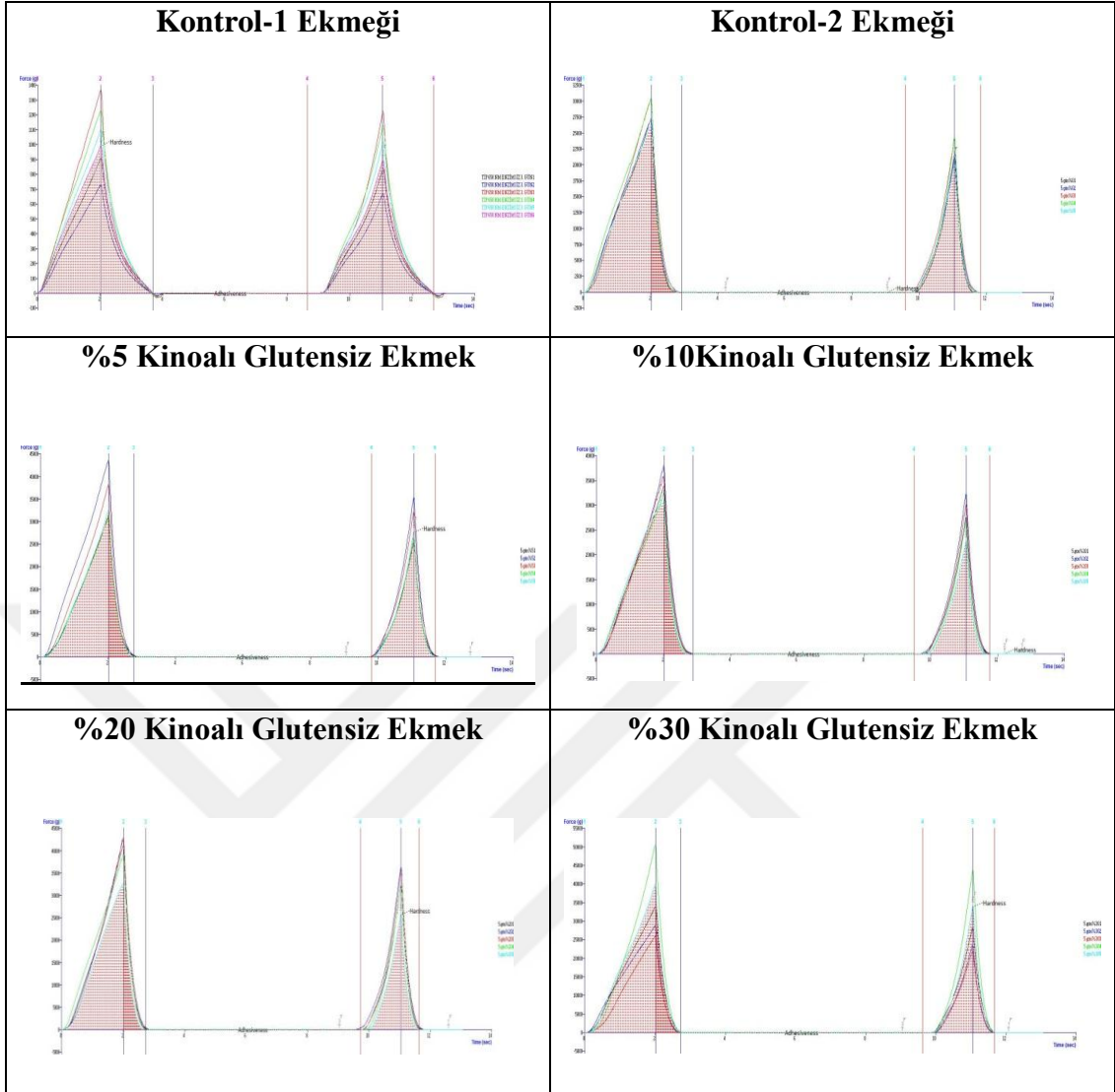


Şekil B.1. Optimizasyonda oluşturulan deneme deseni ekmeklerinin TPA grafikleri

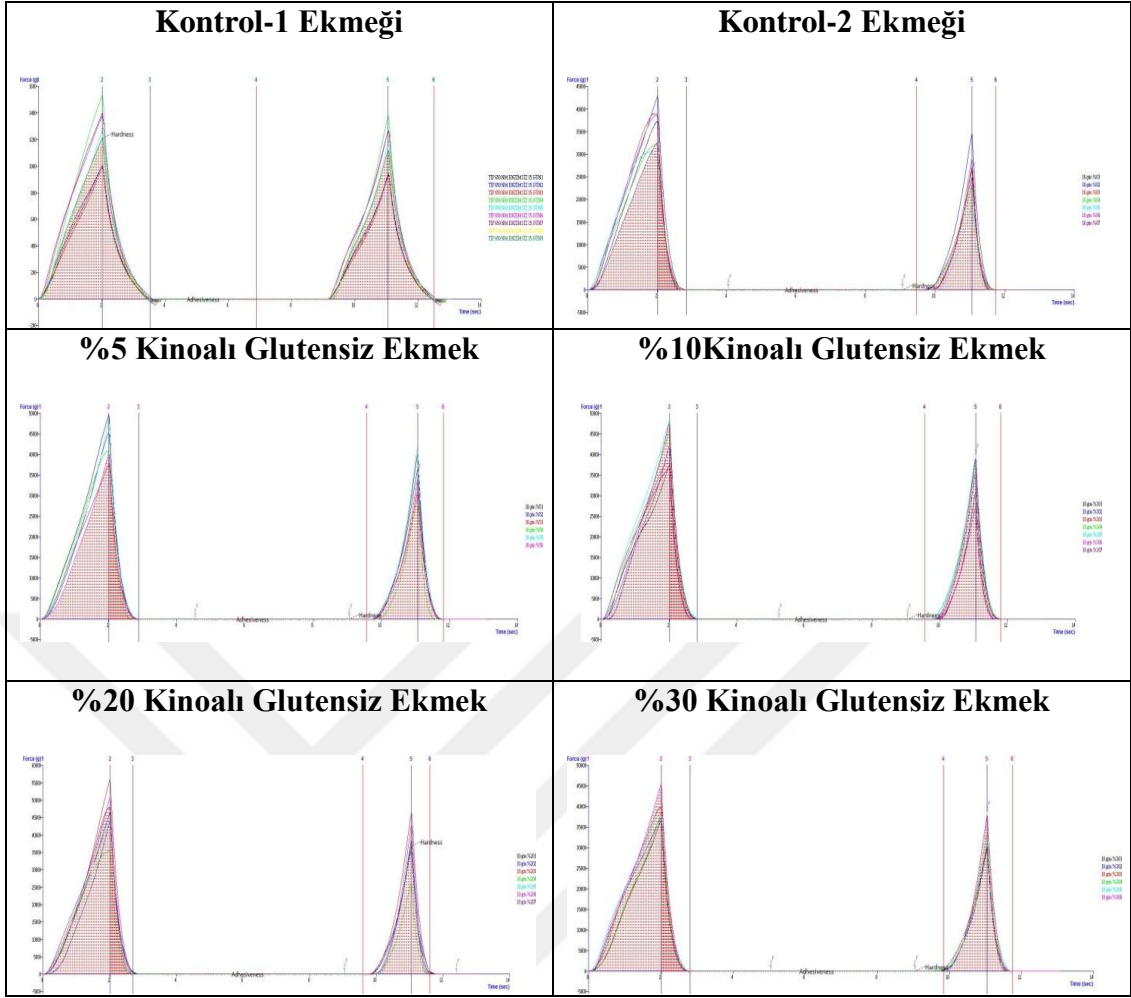
EK C. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin TPA grafikleri



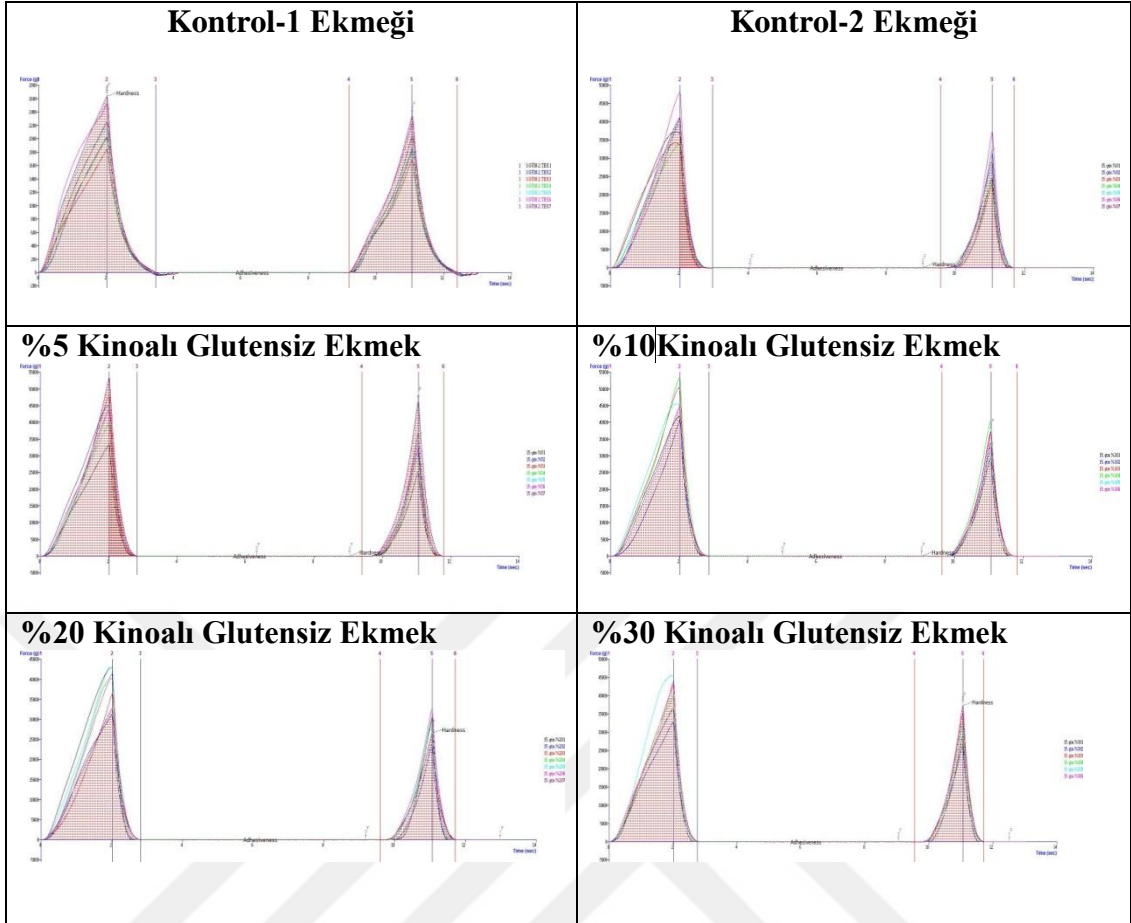
Şekil C.1. Ekmek içi 1. gün TPA grafikleri



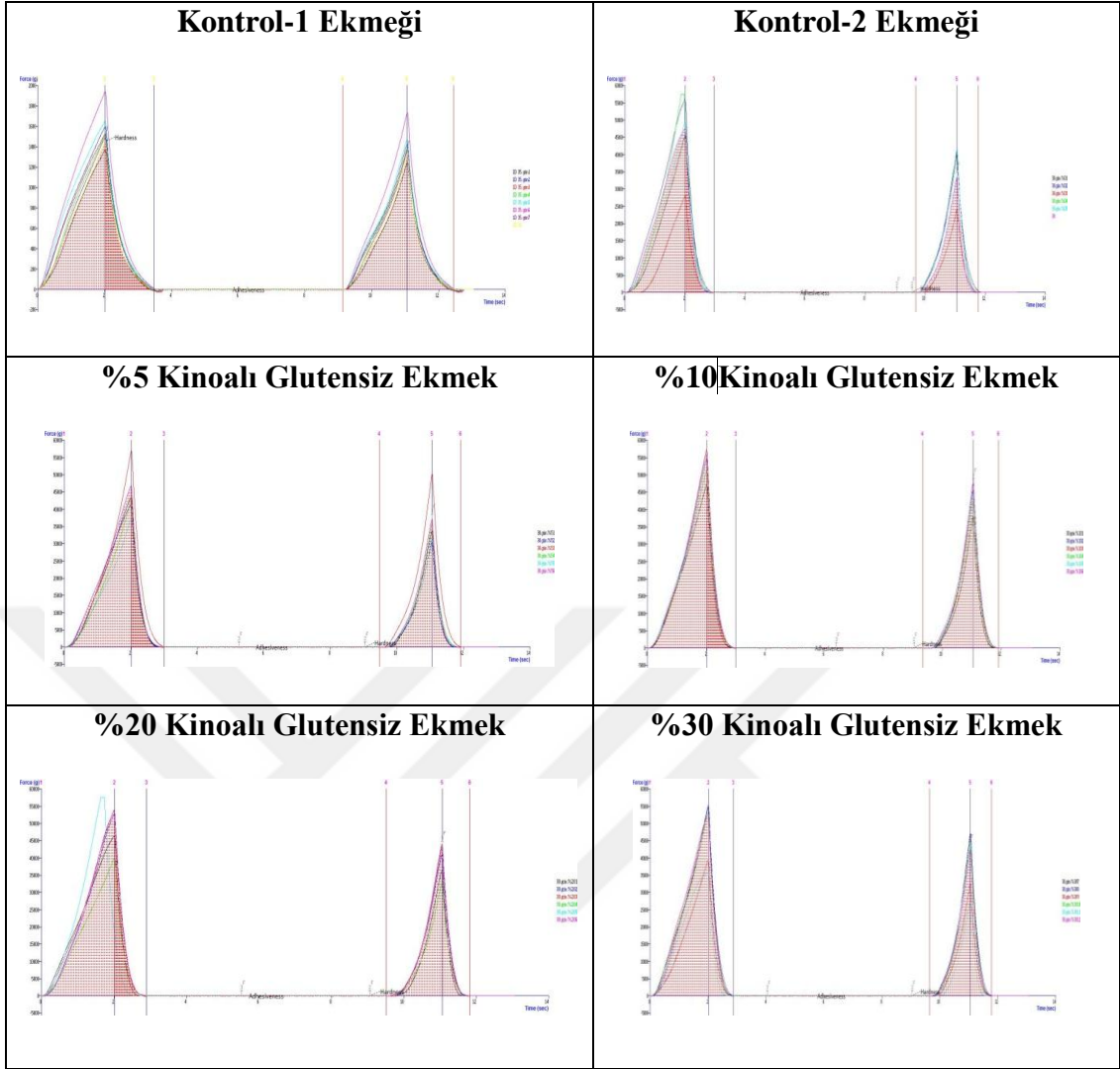
Şekil C.2. Ekmek içi 5. gün TPA grafikleri



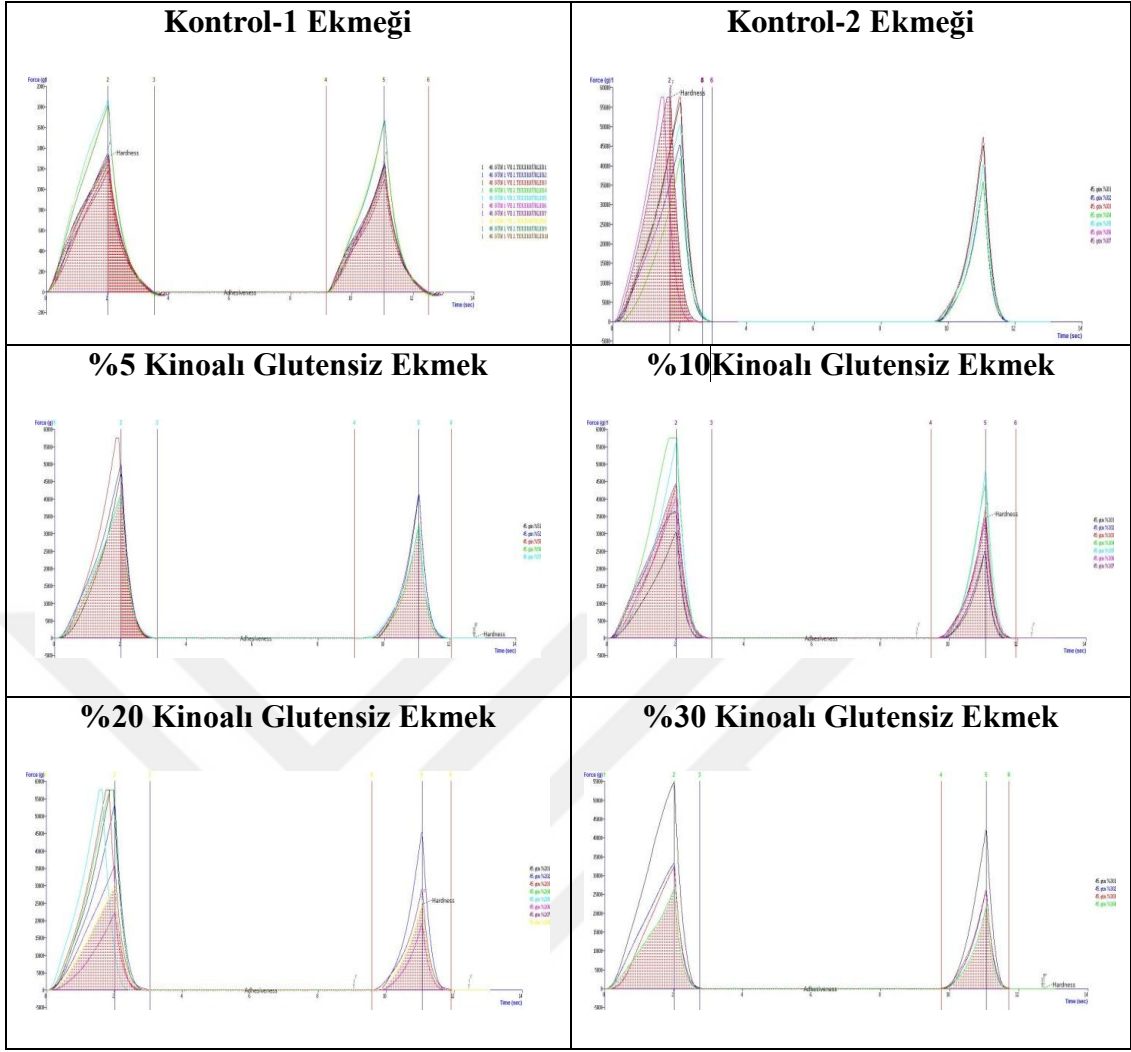
Şekil C.3. Ekmek içi 10. gün TPA grafikleri



Şekil C.4. Ekmek içi 15. gün TPA grafikleri

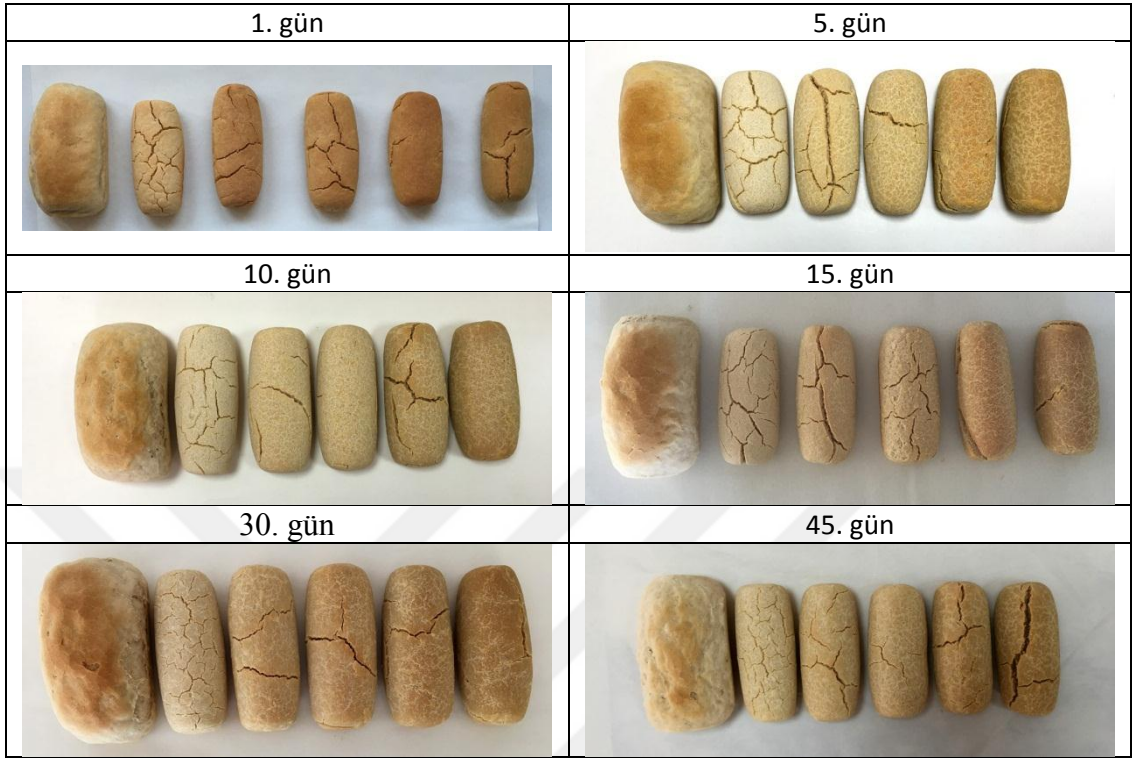


Şekil C.5. Ekmek için 30. gün TPA grafikleri

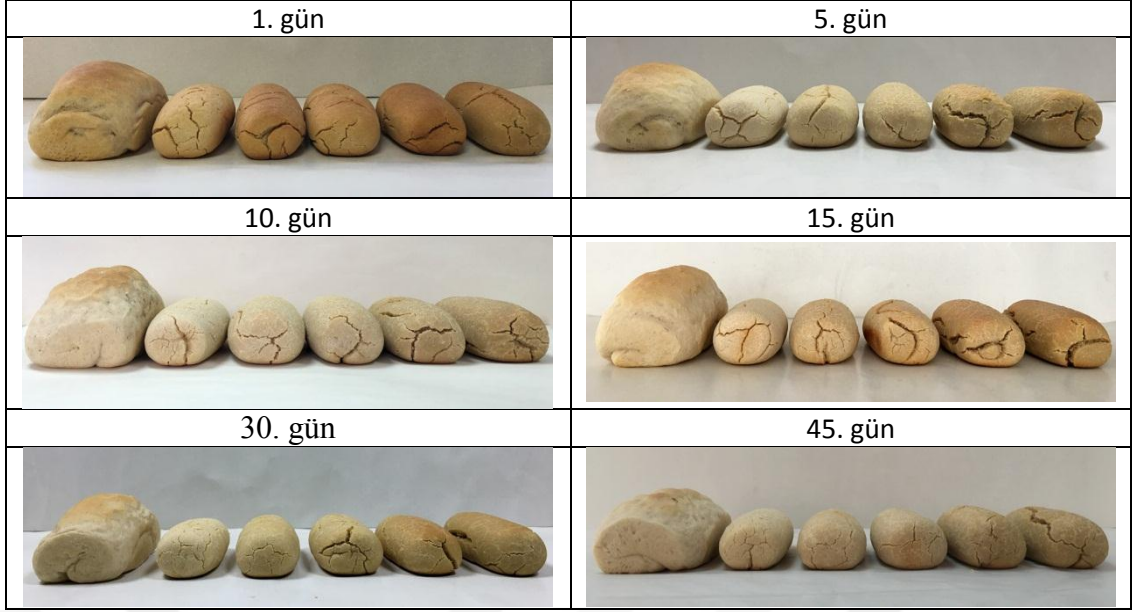


Şekil C.6. Ekmek için 45. gün TPA grafikleri

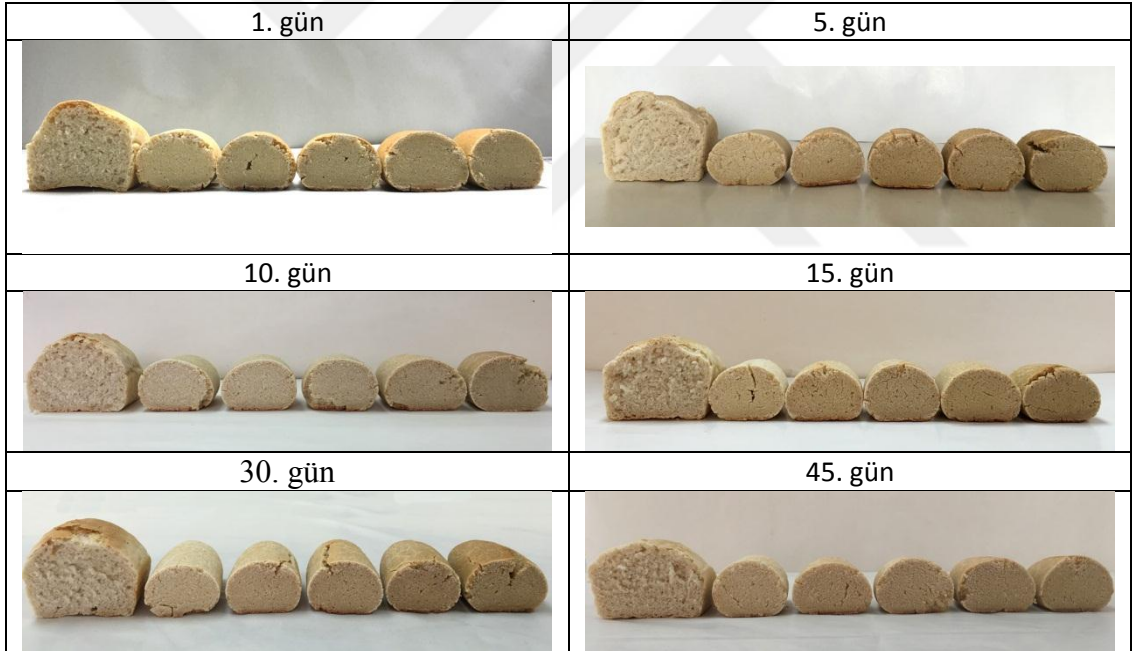
EK D. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin resimleri



Şekil D.1. Ekmek örneklerinin üstten görünüşü



Şekil D.2. Ekmek örneklerinin önden görünüşü



Şekil D.3. Yarım ekmek örneklerinin önden görünüşü

EK E. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyuşal analiz resimleri



Şekil E.1. Duyuşal analiz resimleri

EK F. Ekmeklik buğday unu, glutensiz un karışımı ve bu karışıma farklı oranlarda kinoa ilave edilerek hazırlanan un karışımlarından elde edilen ekmeklerin duyuusal analiz formu

DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

Panelist Cinsiyeti:

Yaşı:

Tarih:

AÇIKLAMA: Ekmek örneklerine ait özellikleri aşağıda verilen puan sistemine göre (1-5 arası) değerlendiriniz.

5 puan: Çok iyi

4 puan: İyi

3 puan: Orta (kabul edilebilir)

2 puan: Zayıf (Yeterli değil)

1 puan: Çok zayıf (Kötü)

	K1	K2	5	10	20	30
Hacim						
Şekil Simetrisi						
Kabuk Rengi						
Ekmek İçi Rengi						
Tekstür						
Ağızda Hissedilen Yumuşaklık						
Koku						
Aroma						
Tat						
Genel Kabul						
Satın alınabilirlik						

PUAN CETVELİ

ŞEKİL SİMETRİSİ

Açıklama	Verilecek Puan
Çok düzgün simetriye sahip	5
Düzgün simetriye sahip	4
Bazı kenar ve yüzey kısımlarında düzensizlik var	3
Ortası çukur veya eğimli görünümde	2
Kenarları buruşuk ve kabukları patlamış veya basık görünümde	1

Açıklama	Verilecek Puan
Parlak, açık kahverengi, renk dağılımı ve parlaklığı üniform	5
Kahverengi, renk dağılımı büyük oranda üniform	4
Renk dağılımı ve parlaklığı üniform değil, koyu kahverengi	3
Rengi çok açık veya çok koyu, parlak değil	2
Koyu kahverengi, kararmış mat veya çizgili görünümde	1

EKMEK İÇİ RENGİ

Açıklama	Verilecek Puan
Renk homojen dağılmış	5
Renk dağılımı yer yer düzensiz	4
Çizgili ya da hafif dalgalı görünümde	3
Belirgin dalgalı ya da halkalı görünümde, çok koyu renkte	2
Yer yer unsu görünümlü bölgeler var yada renk çok koyu	1

TEKSTÜR

Açıklama	Verilecek Puan
Elastik, yumuşak	5
Sert-elastik, hafif yumuşak	4
Zayıf elastik, pürüzlü	3
Plastik-Elastik, sert pürüzlü	2
Plastik, çok sert	1

AĞIZDA HİSSEDİLEN YUMUŞAKLIK

Açıklama	Verilecek Puan
Yumuşak kolay çiğnenebilir	5
Kolay çiğnenebiliyor ancak yer yer kuruluk hissediliyor	4
Biraz sert ve çiğnemesi biraz zor	3
Sert, çiğnemesi zor	2
Çok sert zor çiğnenebilen	1

KOKU

Açıklama	Verilecek Puan
Hoşa giden, güçlü belirgin ekme kokusu	5
Biraz değişik (hoşa gidebilir)	4
Kabul edilebilir bir ekme kokusu	3
Yabancı koku	2
Kabul edilemez yabancı koku	1

AROMA

Açıklama	Verilecek Puan
Hoş bir ekmek aroması	5
Biraz değişik (hoşa gidebilir)	4
Kabul edilebilir bir ekmek aroması	3
Zayıf, değişik (yabancı)	2
Çok değişik (istenmeyen)	1

TAT

Açıklama	Verilecek Puan
Çok hoş yabancı gelmeyen	5
Biraz değişik (hoşa gidebilir)	4
Nötür, belirgin bir tat yok	3
Belirgin, Yavan tat	2
Yabancı istenmeyen tat	1

GENEL KABUL

Açıklama	Verilecek Puan
Çok beğendim	5
Beğendim	4
Biraz beğendim	3
Beğenmedim	2
Hiç beğenmedim	1

SATIN ALINABİLİRLİK

Açıklama	Verilecek Puan
Kesinlikle satın alırım	5
Satın alırım	4
Kararsızım	3
Satın almam	2
Kesinlikle satın almam	1

Not: Ekmekler ile ilgili yukarıda belirtilen özelliklerin dışında daha farklı görüşleriniz varsa lütfen belirtiniz.

Göstermiş olduğunuz ilgiye teşekkür ederiz.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Fatma HAYIT

Doğum Tarihi:3 Ekim 1986

Medeni Hali: Evli

Yabancı Dil: İngilizce

e-posta: fatma.hayit@bozok.edu.tr

Öğrenim Durumu

Lise :Merzifon Anadolu Lisesi, 2004

Lisans :Akdeniz Üniversitesi, Gıda Mühendisliği,2010

Yüksek Lisans :SDÜ, Gıda Mühendisliği, 2014

Yüksek Lisans Tezi: Karabuğday, Transglutaminaz ve Ekşi Mayanın Dondurulmuş Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi

Mesleki Deneyim

Üntar Reçel Gıda Tarım A.Ş. (Aksu/ANTALYA) : 2010-2012

Kıtır unlu Mamülleri (Antalya) : 2012-2012

Antalya Atatürk Devlet Hastanesi : 2012-2013

Bozok Üniversitesi : 2013-....

Yayınlar

Gül, H., Hayıt F., Bıçakcı, S., Acun, S., 2018. Effect of Heat Stabilized Wheat Germ on Some Properties of Cookies. Fresenius Environmental Bulletin, 27(2), 1145-1151.

Hayıt, F., Gül, H., 2017. Çölyak ve Çölyak Hastaları için Üretilen Ekmeklerin Kalite Özellikleri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(1),163-169.

Hayıt, F., Gül, H., 2017. Effect of the Buckwheat Flour and Transglutaminase Addition on Physical and Textural Properties of Partially-Baked Frozen Sourdough Bread. Mediterranean Agricultural Sciences, 30(2), 113-119.

Hayıt, F., Gül, H., 2015. Karabuğdayın Sağlık Açısından Önemi ve Unlu Mamüllerde Kullanımı.Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(1), 123-131.

Gül, H., Gül, M., Şirikçi, B.S., Acun, S., Hayıt, F., 2015. Isparta İlindeki Geleneksel ve Serbest Tip Ekmek Üreten Fırınların Teknik ve Ekonomik Yönden

Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(2), 11-21.

Hayıt, T., Erbay, H., Hayıt, F. 2018. Examination of Image Processing Studies and Techniques in Food Sector: A Literature Review. Abstract Proceeding Book of International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies (ISAS 2018) Conference, April 11-13, Kemer-Antalya, 80.

Hayıt, F., Gül, H., 2018. Optimization of Gluten Free Cookie Flour by Using Response Surface Methodology. Abstract Proceeding Book of International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies (ISAS 2018) Conference, April 11-13, Kemer, 81.

Hayıt, F., Gül, H., 2018. Influence of Frozen Storage On Physical and Sensorial Properties of Partially-Baked Gluten-Free Bread. Abstract Proceeding Book of International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies (ISAS 2018) Conference, April 11-13, Kemer, 82.

Gül, H., Hayıt, F., Acun, S., 2018. Grape Pomace as an Ingredient to Enhance the Nutritional and Functional Properties of Gluten-Free Cookies. Abstract Proceeding Book of International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies (ISAS 2018) Conference, April 11-13, Kemer, 83.

Gül, H., Cin, B., Hayıt, F., Acun, S. 2018. Quality of Gluten Free Cookies Supplemented With Red Beet Flour. Abstract Proceeding Book of International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF 2018) Conference, April 2-5, Çeşme, 35.

Gül, H., Hayıt, F., 2018. Impact of Frozen Storage on Textural Properties of Partially- Baked Gluten-Free Bread. Abstract Proceeding Book of International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF 2018) Conference, April 2-5, Çeşme, 34.

Hayıt, F., Gül, H., Dizlek, H., 2017. The Effects of Inulin Addition on Physical and Textural Properties of Gluten Free Cookies. VIII International Agriculture Symposium AGROSYM, October 5-8, Jahorina, BOSNIA, 577.

Hayıt, T., Hayıt, F., Gül, H., Ergün, U., 2017. Analysis Of Bread Pore Structure By Using Matlab Program In Web Environment. International Advanced Researches and Engineering Congress, 16-18 November, Osmaniye, 2189.

Gül, H., Hayıt F., 2017. Optimization of Gluten-Free Bread Formulation by using Response Surface Methodology. Abstract Proceeding Book of International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies ICAFOF Conference, May 15-17, Cappadocia, 148.

Hayıt, F., Gül, H., 2017. Textural Properties in Gluten Free "Bazlama": Traditional Turkish Bread. Abstract Proceeding Book of International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF 2017) Conference, May 15-17, Cappadocia, 222.

Hayıt, F., Gül, H., 2017. Impact of Quinoa on the Quality and Sensorial Properties of Gluten-Free Breads. Abstract Proceeding Book of International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF 2017) Conference, May 15-17, Cappadocia, Turkey, 1231.

Şimşek, B., Gül, H., Hayıt, F., Uğur, B., 2017. Characterisation of the Textural and Sensory Properties of Ice Cream Cones. Abstract Proceeding Book of International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies ICAFOF Conference, May 15-17, Cappadocia, 1232.

Gül, H., Tekeli, S.G., Altınay, B., Aydın, D., Hayıt, F., 2016. Flat Bread with Quinoa for Coeliac Patients. 15th International Cereal and Bread Congress, April 18-21, İstanbul, 173.

Gül, H., Hayıt, F., Açar, C., Kurt, N., 2016. Effects of Chickpea Yeast on Physical, Textural and Sensory Properties of Breads. 8th International Conference on Chemical, Agricultural, Biological and Environmental Sciences (CABES-16), December 30-31, Dubai (UAE), 67.

Hayıt, F., Gül, H., 2016. Effect of Whole Buckwheat Flour and Transglutaminase on the Textural Properties of Sourdough Breads. 15th International Cereal and Bread Congress, April 18-21, İstanbul, 175.

Hayıt, F., Gül, H., 2016. Effect of Whole Buckwheat Flour on Loaf Volume and Textural Properties of Partially Baked Frozen Bread. 15th International Cereal and Bread Congress, April 18-21, İstanbul, 324.

Hayıt, F., Gül, H., 2014. The Effect of Transglutaminase on Someproperties of Bread. 25th International Scientific-ExpertsCongress on Agriculture and Food Industry, 25-27 Eylül, İzmir, 193.

Acun, S. Karakaş, F.H., Gül, H., 2014. The Microbial Quality of our Traditional Taste "Phyllo". 2nd International Congress on Food Technology, 5-7 Kasım, İzmir, 210.

Hayıt, F., Gül, H., 2015. Makarnanın Kurutulmasında Mikrodalga ve Konveksiyonel Kurutma Yöntemlerinin Kullanımı. Pamukkale Gıda Sempozyumu III "Kurutulmuş ve Yarı Kurutulmuş Gıdalar" Pamukkale Üniversitesi, 13-15 Mayıs, Denizli, 123-124.

Gül, H., Acun, S., Hayıt, F., 2014. Geleneksel Mısır Ekmeğinin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi ve Beyaz Ekmek ile Karşılaştırılması. IV. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 17-19 Nisan, Adana, 694-697.

Doğan, C., Doğan, N., Cankurt, H., Hayıt, F., 2014. Geleneksel Türk Mutfağında Toprak Kullanımı ve Yozgat Testi Kebabı. IV. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 17-19 Nisan, Adana, 885.

Doğan, N., Doğan C., Hayıt, F., Cankurt, H., 2014. Gemisten Günümüze Gıdalar da Karbonat Kullanımı. IV. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 17-19 Nisan, Adana, 901.

Hayıt, F., Doğan, N., Doğan, C., 2014. Akseki Mutfağından Ekşi Tarhana. IV. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 17-19 Nisan, Adana, 933.

