



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**ÇİMLENDİRİLMİŞ KİNOA UNUNUN
GLUTENLİ VE GLUTENSİZ MAKARNA
ÜRETİMİNDE KULLANIM İMKANLARI**

Berat DEMİR

DOKTORA TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**EYLÜL-2018
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Berat DEMİR tarafından hazırlanan “Çiğlendiriilmiş Kinoa Ununun Glutenli ve Glutensiz Makarna üretiminde Kullanım İmkanları” adlı tez çalışması 18/09/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan
Prof. Dr. Ali TOPAL

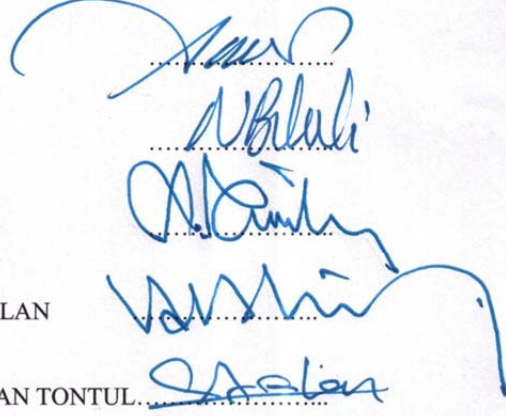
Danışman
Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Üye
Prof. Dr. Selman TÜRKER

Üye
Doç. Dr. Abdulvahit SAYASLAN

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Sultan ARSLAN TONTUL

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ahmet AVCI
FBE Müdürü

Bu tez çalışması NEÜ BAP koordinatörlüğü tarafından 161419002 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Berat DEMİR

ÖZET

DOKTORA TEZİ

ÇİMLENDİRİLMİŞ KİNOA UNUNUN GLUTENLİ VE GLUTENSİZ MAKARNA ÜRETİMİNDE KULLANIM İMKANLARI

Berat DEMİR

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2018, 154 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Prof. Dr. Selman TÜRKER

Prof. Dr. Ali TOPAL

Doç. Dr. Abdulvahit SAYASLAN

Dr. Öğr. Üyesi Sultan ARSLAN TONTUL

Bu çalışmada kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) tohumları çimlendirilmemiş (ham) ve uygun koşullarda çimlendirildikten sonra un haline getirilmiştir. Kinoa unları glutenli makarna formülasyonunda buğday irmiği ile glutensiz makarna formülasyonunda ise pirinç+mısır paçalı (50:50) ile farklı oranlarda (% 0, 10, 20 ve 30) yer değiştirilerek kullanılmıştır. Üretilen glutenli ve glutensiz makarnaların, fiziksel (renk, pişirme özellikleri ve sıklık), kimyasal (su, kül, ham yağ, ham protein, fitik asit, toplam fenolik madde (TFM), antioksidan aktivite (AA), toplam besinsel lif (TBL) ve mineral madde) mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri belirlenmiştir. Kinoa ununun çimlendirilmesiyle kül, ham protein, TFM, AA ve TBL miktarında sırasıyla % 51, % 37, % 111, % 123 ve % 17 artış, fitik asit miktarında ise % 77 azalma meydana gelmiştir. Her iki makarna çeşidinde de kinoa unu kullanım oranı arttıkça kül, ham protein, TFM, AA, TBL ve mineral madde miktarında önemli ($p<0.05$) artışlar olmuştur. Çimlenmiş kinoa unu kullanımında bu artışlar daha da yüksek oranlarda gerçekleşmiştir. Her iki makarna çeşidinde de artan kinoa unu kullanım oranı L^* ve b^* değerini düşürürken suya geçen madde miktarını artırmış, sıklık değeri üzerinde ise makarna çeşidine bağlı olarak farklı etki göstermiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre ham ve çimlenmiş kinoa unlarının yüksek kullanım oranları duyuşsal puanlar üzerinde hafif düşüşlere sebep olmuştur. Çimlenmiş kinoa unu, ham kinoa ununa göre yüksek kullanım oranlarında pişme kalitesi üzerinde daha olumsuz etkiye neden olsa da besinsel ve fonksiyonel özelliklerin artırılması açısından daha üstün özellikte bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: beslenme, çölyak, glutensiz ürün, kinoa, makarna

ABSTRACT

Ph. D THESIS

USAGE OF GERMINATED QUINOA FLOUR IN REGULAR PASTA AND GLUTEN FREE PASTA PRODUCTION

Berat DEMİR

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2018, 154 Pages

Jury

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Prof. Dr. Selman TÜRKER

Prof. Dr. Ali TOPAL

Assoc. Prof. Dr. Abdulvahit SAYASLAN

Asst. Prof. Sultan ARSLAN TONTUL

In this study, quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds were processed to flour as ungerminated (raw) and germinated (under suitable condition) form. Quinoa flours were replaced (0, 10, 20 and 30%) with wheat semolina in regular pasta formulation and with rice:corn semolina blend (50:50) in gluten-free pasta formulation. Physical (color, cooking properties and firmness), chemical (moisture, ash, crude oil, crude protein, phytic acid, total phenolic content (TPC), antioxidant activity (AA), total dietary fibre (TDF) and mineral matter), microbiological and sensory properties of regular and gluten-free pasta samples were determined. With germination of quinoa, ash, crude protein, TPC, AA and TDF amount increased 51 %, 37 %, 111 %, 123 % and 17 %, respectively while phytic acid amount decreased 77 %. As the quinoa flour usage level increased in both pasta type, ash, crude protein, TPC, AA, TDF and mineral matter amounts significantly ($p < 0.05$) increased. These increases were higher in the use of germinated quinoa flour. In both pasta types, as the quinoa flour level increased, L^* and b^* values of pasta decreased on the other hand cooking loss increased. Quinoa flour level showed different effect on pasta firmness depending on the pasta type. According to sensory analysis results, high usage ratio of raw and germinated quinoa flour resulted in slight decrease on sensory scores. Compared to raw quinoa flour, germinated quinoa flour at high utilization ratios more negatively affected cooking quality of pasta, but it showed great performance on increasing nutritional and functional properties.

Keywords: coeliac, gluten-free product, nutrition, pasta, quinoa

ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, bana her alanda yol gösteren, çok kıymetli danışman hocam sayın Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ başta olmak üzere Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ndeki tüm öğretim üyelerine saygılarımı sunarım.

Tüm araştırmalarım boyunca benimle beraber olan ve yardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşım Öğr. Gör. Hilal ARSLAN BAYRAKÇI'ya ve Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Kalite ve Teknoloji bölümünde beraber çalıştığım mesai arkadaşlarıma destekleri için teşekkür ederim.

Eğitim öğretim hayatım süresince beni her zaman destekleyen, maddi ve manevi yönden her zaman yanımda olan ve bana varlığıyla güç veren annem Aygül CİVELEK, babam Aziz CİVELEK, değerli eşim Doç. Dr. M. Kürşat DEMİR'e, kızım ve oğluma bana gösterdikleri sonsuz sabır ve anlayışları için şükranlarımı sunarım.

Berat DEMİR
KONYA-2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Kinoa.....	4
2.2. Tohumların Çimlendirilmesi.....	7
2.3. Çölyak Hastalığı ve Glutensiz Ürün Formülasyonları.....	12
2.4. Glutenli ve Glutensiz Makarna Üretimi Üzerine Yapılan Çalışmalar	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.2. Metod	20
3.2.1. Deneme deseni	20
3.2.2. Kinoa tohumlarının çimlenmesi.....	20
3.2.3. Makarnaların üretimi	22
3.2.3.1. Glutenli makarna üretimi	22
3.2.3.2. Glutensiz makarna üretimi	22
3.3. Laboratuvar Analizleri	25
3.3.1. Su miktarı tayini.....	25
3.3.2. Kül miktarı tayini.....	25
3.3.3. Ham protein miktarı tayini.....	25
3.3.4. Ham yağ miktarı tayini	25
3.3.5. Mineral madde tayini	26
3.3.6. Toplam besinsel lif (TBL) tayini	26
3.3.7. Fitik asit tayini	26
3.3.8. Toplam fenolik madde (TFM) tayini	26
3.3.9. Antioksidan aktivite (AA) tayini	27
3.3.10. Renk ölçümü	27
3.3.11. Makarnaların pişme özellikleri	27
3.3.12. Makarna örneklerinde sıklık değerinin tespiti	28
3.3.13. Makarna örneklerinde mikrobiyolojik analizler	28
3.3.14. Makarna örneklerinin duyu özelliklerinin tayini.....	28
3.3.15. İstatistikî analizler	28
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	29
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları	29
4.1.1. Hammaddelere ait renk ölçüm sonuçları	29
4.1.2. Hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları	31

4.1.3. Hammaddelere ait mineral madde analizi sonuçları.....	37
4.2. Glutenli Makarna Analiz Sonuçları	41
4.2.1. Glutenli Makarna örneklerine ait renk ölçüm sonuçları	41
4.2.1.1. L^* (parlaklık) değeri	41
4.2.1.2. a^* (kırmızılık) değeri	44
4.2.1.3. b^* (sarılık) değeri.....	45
4.2.1.4. SI ve Hue değerleri	46
4.2.2. Glutenli makarna örneklerine ait pişme testi ve sıklık sonuçları.....	47
4.2.2.1. Ağırlık artışı.....	47
4.2.2.2. Hacim artışı.....	50
4.2.2.3. Suyu geçen madde miktarı (SGMM).....	52
4.2.2.4. Sıklık.....	53
4.2.3. Glutenli makarna örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları.....	55
4.2.3.1. Su	55
4.2.3.2. Kül	58
4.2.3.3. Ham yağ.....	59
4.2.3.4. Ham protein	60
4.2.3.5. Fitik asit	62
4.2.3.6. Toplam fenolik madde (TFM).....	64
4.2.3.7. Antioksidan aktivite (AA)	65
4.2.3.8. Toplam besinsel lif (TBL).....	66
4.2.4. Glutenli makarna örneklerine ait mineral madde sonuçları.....	68
4.2.4.1. Ca (Kalsiyum).....	68
4.2.4.2. Cu (Bakır)	71
4.2.4.3. Fe (Demir).....	72
4.2.4.4. K (Potasyum)	73
4.2.4.5. Mg (Magnezyum)	74
4.2.4.6. P (Fosfor)	75
4.2.4.7. Zn (Çinko).....	76
4.2.5. Glutenli makarna örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları	78
4.2.6. Glutenli makarna örneklerine ait duyu analizi sonuçları.....	79
4.3. Glutensiz Makarna Analiz Sonuçları	82
4.3.1. Glutensiz makarna örneklerine ait renk ölçüm sonuçları	82
4.3.1.1. L^* değeri	82
4.3.1.2. a^* değeri	85
4.3.1.3. b^* değeri	86
4.3.1.4. SI ve Hue değerleri	87
4.3.2. Glutensiz makarna örneklerine ait pişme testi ve sıklık sonuçları	88
4.3.2.1. Ağırlık artışı.....	89
4.3.2.2. Hacim artışı.....	92
4.3.2.3. SGMM	93
4.3.2.4. Sıklık (g)	95
4.3.3. Glutensiz makarna örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları	97
4.3.3.1. Su	97
4.3.3.2. Kül	100
4.3.3.3. Ham yağ.....	102
4.3.3.4. Ham protein	103
4.3.3.5. Fitik asit	104
4.3.3.6. Toplam fenolik madde (TFM).....	105
4.3.3.7. Antioksidan aktivite (AA)	107

4.3.3.8. Toplam besinsel lif (TBL)	108
4.3.4. Glutensiz makarna örneklerine ait mineral madde sonuçları.....	110
4.3.4.1. Ca	110
4.3.4.2. Cu.....	113
4.3.4.3. Fe	114
4.3.4.4. K.....	116
4.3.4.5. Mg.....	117
4.3.4.6. P	118
4.3.4.7. Zn.....	119
4.3.5. Glutensiz makarna örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	121
4.3.6. Glutensiz makarna örneklerine ait duysal analiz sonuçları	122
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	125
5.1. Sonuçlar	125
5.2. Öneriler	127
EKLER	128
KAYNAKLAR.....	130
ÖZGEÇMİŞ	154

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a*	: (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
b*	: (+) sarı, (-) mavi renk değeri
C3	: Karbon-3
°C	: Santigrat derece
Ca	: Kalsiyum
Cu	: Bakır
dk	: Dakika
Fe	: Demir
g	: Gram
Hue	: Renk özü
K	: Potasyum
L*	: Parlaklık renk değeri
mg	: Miligram
Mg	: Magnezyum
ml	: Mililitre
NaOCl	: Sodyum hipoklorit
Na ₂ CO ₃	: Sodyum bi karbonat
nm	: Nanometre
P	: Fosfor
ppm	: Milyonda bir kısım
rpm	: Dakikadaki devir sayısı
SI	: Doygunluk indeksi
sn	: Saniye
Zn	: Çinko
α	: Alfa
γ	: Gama
β	: Beta
μ m	: Mikrometre

Kısaltmalar

AA	: Antioksidan aktivite
CMC	: Karboksi metil selüloz
DNA	: Deoksiribo nükleik asit
DPPH	: 2-2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl
DRBC	: Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
KUO	: Kinoa unu oranı
rpm	: Returns per minute
TBL	: Toplam besinsel lif
TFM	: Toplam fenolik madde

1. GİRİŞ

Makarna; tahıl ürünleri arasında uzun yıllardan beri bilinen, pek çok ülkede üretimi gerçekleştirilerek yaygın olarak tüketilen, üretim teknolojisi oldukça basit ve uzun süre muhafaza edilebilen, bir gıda maddesidir (Elgün ve Ertugay, 1992). Makarna ihtiva ettiği karbonhidrat, protein, vitamin ve mineraller sayesinde insan beslenmesinde de önemli bir yere sahiptir. Çalışma hayatının yoğunluğuna bağlı olarak hızlı tüketimin yaygınlaştığı günümüzde, kullanım kolaylığı ve sindiriminin çabuk olması, makarnayı tüketim sıklığı açısından ön plana çıkarmaktadır.

Gıdaları zenginleştirmenin en önemli amaçları; toplumda sıkça görülen mineral madde ve vitamin eksikliklerini gidermek ve bazı gıdalarda eser miktarda var olan gıda bileşenlerini takviye etmektir (Kahraman, 2011). Makarnanın zenginleştirilmesi amacıyla yürütülen çalışmalarda makarnanın ana bileşeni olan durum buğdayının bileşiminde bulunmayan ya da az miktarda bulunan besleyici/fonksiyonel elementlerinin takviyesi hedeflenerek, makarna formülasyonlarına bitkisel ya da hayvansal kaynaklı ilaveler yapılmaktadır (Özgören ve Yapar, 2015). Bitkisel kaynaklı olarak farklı tahıl, pseudo-tahıl ve baklagil unları ile çeşitli kaynaklardan elde edilen meyve sebze lifleri ve posaları kullanılabilir. Pseudo-tahıllar yalancı tahıl (tahıl benzeri) olarak adlandırılmakta, gluten içermediğinden çölyak hastalarının beslenmesi için de alternatif hammadde olarak düşünülmektedir. Bunlar arasında karabuğday, kinoa ve amarant en fazla dikkat çekenler olup son zamanlarda gıda formülasyonlarında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Kazayağıgiller (*Chenopodiaceae*) familyasından tek yıllık bir bitki olup, son zamanlarda insan ve hayvan beslenmesinde kullanımı üzerine oldukça fazla çalışma yapılan bir üründür. Kinoa yetiştiriciliği, kullanım alanları ve faydaları hem bilimsel çalışmalarda hem de basında sıkça yer almaya başlamıştır. Ülkemizde yakın zamanda çalışma alanı bulan kinoa; ABD’de son yıllarda oldukça yaygın olarak tüketilmekte olup, Birleşmiş Milletler 2013 yılını ‘Kinoa Yılı’ olarak ilan etmiştir (Miranda ve ark., 2013).

Kinoa bazı uzman görüşlerine göre dünyadaki açlık sorununun çözümü için kurtarıcı olabilecek bitkilerden birisidir. Besin değeri yüksek ve kurak iklim koşullarına uyumlu bir bitkidir. Kinoa tohumlarının tahıl ve baklagiller gibi insan gıdası olarak kullanımı ve ticareti her geçen gün artış göstermektedir. Küresel iklim değişiklikleri ve kuraklık gibi sebeplerle pirinç maliyetinin artarak üretiminin azalması, kinoa gibi

alternatif ürünlere olan talebi artırmaktadır. Amerika kıtasında insan beslenmesinde uzun yıllardır kullanılan bu bitki, Avrupa'da gelecek yılların gıdası ve yem bitkisi olarak dikkatleri çekmektedir (Jacobsen ve Stolen, 1993; Sigsgaard ve ark., 2008; Bertero ve Ruiz, 2010).

Kinoa tohumu protein, kalsiyum (Ca), demir (Fe) gibi mineraller ile E ve B vitaminleri açısından iyi bir kaynak olup, yağ oranı (% 6-7) tahıllara göre yüksektir. İnsanların doku gelişimi için elzem 8 esansiyel aminoasitin tamamı kinoa tohumlarında bulunabilmektedir. Bu sebeple kinoa iyi bir protein kaynağıdır (Valencia ve Serna, 2011). Buğday, yulaf, çavdar, darı, mısır ve pirinçten daha çok proteine sahip olup, gluten proteini içermemesi sebebiyle çölyak hastaları ve gluten hassasiyeti olan bireylerin beslenmesi için de alternatif bir gıda hammaddesi olarak düşünülebilmektedir (Reichert ve ark., 1986). Kinoa; tane olarak yemeklerde veya pirinç gibi pilavlarda kullanılabilir. Buğday gibi una işlenerek çeşitli gıda formülasyonlarına ilave edilebilmektedir. Çimlenen tohumlar kinoa filizi şeklinde salatalarda ve soğuk yemeklerde, makarna, bisküvi, kek, turta, dolma vb. yiyeceklerin hazırlanmasında kullanılarak son ürünün besin değeri artırılabilir (Koyun, 2013).

Son zamanlarda çölyak hastalarının beslenme gereksinimlerini karşılayabilmek adına gıda üreticileri tarafından gluten içermeyen gıdaların (ekmek, makarna, bisküvi vb.) üretimine olan ilgi artmıştır. Glutensiz erişte ve makarna üretiminde yaygın olarak gluten içermeyen patates, mısır ve/veya pirinç unu ya da irmiği kullanılmaktadır. Baklagil unları ve pseudo-tahıllar (karabuğday, kinoa, amarant, vb.) besinsel ve duyuşsal özellikleri geliştirmek amacıyla glutensiz erişte ve makarna gibi ürünlerde kullanılmaktadır. Glutensiz ürün hamurunda yapışkanlığı azaltmak, sıkı yapı elde etmek ve nişastanın yapıda dağılmadan kalabilmesini sağlamak için bazı emülsifiye edici ajanlar ve/veya hidrokolloidler (ksantan gam, arabik gam, guar gam vb) glutensiz ürün formülasyonlarına eklenebilmektedir (Lai, 2002). Zaman zaman protein kalitesini artırmak amacıyla hayvansal kaynaklı proteinlere de yer verilebilmektedir.

Günümüzde bazı tohumlar çimlenmiş halde kullanılmakta ve çimlendirme ile besinsel özelliklerinde artış meydana gelmektedir. Genellikle buğdaygiller, baklagiller, turpgiller ve lahanagiller familyasına ait olan bazı türlerin tohumları çimlendirilerek oluşan sürgünler gıda olarak tüketilmektedir. Ayrıca çimlenmiş tohumların kullanıldığı fonksiyonel ürünler (salatalar, kahvaltılık ürünler, makarnalar ve unlu mamuller) gıda endüstrisinde yer almaya başlamıştır (Xu ve ark., 2005; Khattak ve ark., 2007; Marton ve ark., 2010). Buğday, baklagil, amarant ve kinoa gibi tanelerde çimlenme işlemiyle

bazı besinsel/fonksiyonel özellikler artarken, anti-besinsel faktörler azalmaktadır. Bu sebeple çimlenmiş tane glutenli/glutensiz ürün formülasyonlarında besinsel zenginleştirme ve fonksiyonel özelliklerin artırılması açısından önemli bir potansiyele sahip olmaktadır (Omary ve ark., 2012).

Bu çalışmada çimlenmemiş (ham) ve çimlenmiş kinoa tohumlarından elde edilen unlar % 10-30 oranlarında glutenli/glutensiz makarna üretiminde kullanılarak makarnanın bazı kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Kinoa

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) C3 (karbon-3) bitkiler grubundan çift çenekli tek yıllık bir tane bitkisidir (Jacobsen, 2003). Kinoa, uygun olmayan iklim ve toprak koşullarına iyi adapte olabilen bir bitki olup, don (Jacobsen ve ark., 2005), kuraklık (Geerts ve ark., 2009) ve toprak tuzluluğuna (Jacobsen, 2003) yüksek tolerans gösterebilmektedir. Anavatanı Güney Amerika'nın And bölgesi olan kinoanın bu bölgede 7000 yıldan daha uzun süredir tarımı yapılmaktadır (Garcia, 2003; Bhargava ve ark., 2006). Günümüzde de yaygın olarak Peru, Bolivya, Ekvador, Arjantin, Şili ve Kolombiya gibi Güney Amerika ülkelerinde yetiştirilmektedir (Valencia ve Serna, 2011; Bilalis ve ark., 2013; Tan ve Yöndem, 2013).

Kinoa tohumları zengin bir besinsel bileşime sahiptir. Tohumdaki protein içeriği % 8 ile 22 arasında değişim göstermekte olup proteinlerin çoğu embriyo kısmında lokalize olmuştur. FAO (Gıda Tarım Örgütü) tarafından yapılan karşılaştırmalarda protein içeriğinin ve kalitesinin yaygın olarak kullanılan tahıllardan daha yüksek olduğu ortaya konmuştur (Oelke ve ark., 1992). Esansiyel aminoasitleri dengeli oranda içeren kinoanın tohumda ve yaprağında bulunan proteinlerin kalitesi süt proteine yakın değerdedir (Carlsson ve ark., 1984; Koziol, 1991; Koziol, 1992; Ranhotra ve ark., 1993; Repo-Carrasco ve ark., 2003). Genel olarak tahıllarda düşük miktarlarda bulunan lizin aminoasidince oldukça zengindir ve önemli miktarda da metiyonin ve sistein içerir (Doğan ve Karwe, 2003; Jancurová ve ark., 2009; Koyun, 2013).

Kinoa tohumları yaklaşık % 67-74 oranında karbonhidrat içeriğine sahiptir. Bunun da % 52-60' lık kısmını nişasta oluşturur. Az miktarda da monosakkarit (% 2), ham lif (% 2,5-3,9) ve pentozan (% 2,9-3,6) bulunur (Valencia-Chamorro, 2003). Karbonhidrat içeriğinin büyük kısmını nişasta (% 58,1-64,2) oluşturur (Lindeboom, 2005; Vega-Galvez ve ark., 2010; Repo-Carrasco ve Serna, 2011). Kinoa nişastasısı diğer tahıllara oranla daha fazla jelatinize olmaktadır (Schoenlechner ve ark., 2008). Dirençli nişasta içeriği ise çavdar ve buğdaydan daha düşüktür (Mikulikova ve Kraic, 2006).

Kinoa tohumları yaklaşık olarak % 6-8 oranında toplam lipit içerirken, bu lipitlerin büyük bir çoğunluğunu linoleik (% 52) ve linolenik asit (% 40) gibi esansiyel yağ asitleri oluşturmaktadır (Valencia-Chamorro, 2003; Park ve Morita, 2004). Yağ içeriğinin yüksek olmasının yanında doğal antioksidan özellikli Vitamin-E' nin de

yüksek miktarda olması (yaklaşık 700 ppm α -tokoferol ve 840 ppm γ -tokoferol), hızlı lipid oksidasyonunu önlemektedir (Koziol, 1992). Ayrıca yapılan çalışmalar kinoa tohumlarında bulunan bitkisel yağın soya yağıyla benzer yağ asidi kompozisyonuna sahip olduğunu göstermektedir (Wood ve ark., 1993; Przybylski ve ark., 1994; Ng ve ark., 2007).

Kinoa tohumları düşük oranda sodyum içermekte olup Ca, magnezyum (Mg), fosfor (P), potasyum (K), Fe, bakır (Cu), mangan (Mn) ve çinko (Zn) bakımından buğday, arpa ve mısırdan daha zengindir (Mahoney ve ark., 1975; Gross ve ark., 1989; Koziol, 1992; Valencia-Chamorro, 2003). Koziol (1992) bir çalışmada kinoaaya ait Ca, Mg, K, P, Fe, Cu ve Zn değerlerini sırasıyla; 1487, 2496, 9267, 3837, 132, 51 ve 44 mg/kg olarak belirlemiştir.

Kinoa vitamin-E ve bazı B vitaminleri bakımından da önemli bir hammaddedir (Doğan ve Karwe, 2003; Alvarez-Jubete ve ark., 2010; Vega-Galvez ve ark., 2010). Kinoaanın tiamin, folik asit ve C-vitamini içerikleri sırasıyla; 0,4 mg/100g, 78,1 mg/100g ve 16,4 mg/100g olarak rapor edilmiştir (Ruales ve Nair, 1993).

Kinoa; gluten içermemesi sebebiyle glutensiz diyetlerde rahatlıkla kullanılabilir (Alvarez-Jubete ve ark., 2009; Paško ve ark., 2009). Ayrıca son yıllarda yaygın olarak kullanılan tahılların sebep olduğu alerjik risklere sahip bireyler ile vegan/vejeteryen bireylerin diyetlerinde de oldukça tercih edilen yeni bir gıda hammaddesi haline gelmiştir (Paško ve ark., 2009).

Kinoa tohumları oldukça yüksek miktarda biyoaktif bileşikler (polifenoller, saponinler, flavonoidler, fenoller, fenolik asitler) ve karotenoid bileşikler içermektedir (Doğan ve Karwe, 2003; Paško ve ark., 2009; Alvarez-Jubete ve ark., 2010; Dini ve ark., 2010; Ramos Diaz ve ark., 2013). Sahip olduğu biyoaktif bileşenler sebebiyle kan kolesterol seviyesini düşürdüğü, kanser hücrelerinin gelişimini engellediği, toksinleri azalttığı, immün sistemi güçlendirdiği ve kardiyovasküler hastalıkları önlediği bilimsel çalışmalarda ortaya konmuştur (Guzmán-Maldonado ve Paredes-Lopez, 1998). Bunun yanı sıra kinoa bitkisi içerdiği zengin süperoksitdismutaz enzimi sebebiyle hücrelerde doku yenilenmesini sağlayarak yaşlanmayı geciktirici etki göstermektedir (Dini ve ark., 2010).

Besinsel üstünlükleri açısından oldukça dikkat çeken kinoaanın bazı anti-besinsel özelliklere sahip olduğu da bilinmektedir. Özellikle saponinler ve fitik asit bu anti-besinsel faktörlerin başında gelmekle birlikte ıslatma ve/veya ısıl işlemler sonucunda bu bileşenlerin miktarı azaltılabilmektedir (Valencia-Chamorro, 2003). Tahıllarda fitik asit

içeriği kabuk ve embriyo kısmında depolanmakla birlikte kinoa tohumunda dış tabakalarda lokalize olmuştur. Beş kinoa tohumunda ortalama fitik asit konsantrasyonu 1,8 g/100 g olarak belirlenmiştir (Jancurová ve ark., 2009)

Kinoa tohumlarının insan beslenmesinde kullanımı oldukça yaygındır. ABD'de satılan kinoa çeşitleri sarı ve beyaz renkli olup, tıpkı pirinç gibi pilav yapımında da kullanılabilir. Ayrıca darı ile fermantasyona tabi tutularak bira benzeri içeceklerin üretiminde yer almaktadır. Kinoa tohumu filizlendirilerek aperatif olarak salatalarda, haşlanarak güveçlerde ve yemeklerde kullanılabilir. Kinoa unu ile krep, makarna, bisküvi, ekmek, kek ve kraker yapılabilen yaprakları da ıspanak gibi sebze olarak tüketilebilir (Van Schooten ve Pinxterhuis, 2003).

Kinoa ve bir diğer pseudo-tahıl olan amarant bitkisinin gıda sektöründe geniş kullanım alanları vardır. Tüm tanelerden lezzetli çorbalar, fermente içecekler, soslar, şekerler, sufler ve lapalar hazırlanabilen taneler haşlanarak pirinç gibi kullanılabilir. Fermente edilerek tüketilen kinoa içeceğine 'chicha' denir (Early, 1990). Kinoa'nın kullanıldığı öğütülmüş kaba undan elde edilen ekmeğe ise 'kispina' ismi verilmektedir (Lorenz ve Coulter, 1991). Yüksek kalitede protein içerdiği için gıdalarda protein kaynağı olarak oldukça yaygın olarak kullanılabilir (Gross ve ark., 1989). Metiyonin ve lisin gibi aminoasitleri içeren yüksek kaliteye sahip proteinleri içermeleri sebebiyle, gıdalara fonksiyonel özellik kazandırmak ve besleyici özellikleri artırmak için kullanılmaktadır. Kinoa kullanımında karşılaşılan en önemli problem gluten içermemesi nedeniyle ekmek ve makarna yapımında kullanımının sınırlı olmasıdır (Grobelnik ve ark., 2009). Bu nedenle kinoa ve amarant unları buğday ununa belli oranlarda katılarak kullanılmaktadır (Taylor ve Parker, 2002).

Lorenz ve Coulter (1991) kinoa ununu buğday ununa % 5, 10, 20 ve 30 oranlarında ilave ederek ekmek, bisküvi ve kek üretiminde kullanmışlardır. Ekmek üretiminde % 5-10 arasında kinoa unu kullanımı iyi sonuç vermiştir. Daha yüksek kullanım oranlarında ekmek hacmi azalmış, ekmeğin iç rengi beyazlamış ve ekmek içi tekstürü sertleşmiştir. Kek kalitesi % 5-10 kinoa oranı ilavesi seviyesinde kabul edilebilir düzeyde bulunmuştur. Kullanılan kinoa oranı arttıkça kek için yumuşaklığı azalmıştır. Bisküvilerde % 20' ye kadar kinoa unu ilavesiyle aroma gelişmiştir.

2.2. Tohumların Çimlendirilmesi

Çimlendirme ya da başka bir ifadeyle '*filizlenme*' bitkilerin büyümesi ve gelişmesi için gerekli enerjinin temin edilmesi amacıyla karbonhidratların basit şekere dönüşmesi, proteinlerin parçalanması, bazı esansiyel bileşenlerin oluşması ve lipidlerin oksitlenmesini sağlayan kompleks metabolik faaliyetlerin tamamıdır (Urbano ve ark., 2005a; Öztürk, 2008).

İlk çağlardan bu günlere kadar dünyanın farklı yerlerinde bazı bitki tohumları çimlendirilerek tüketilmekte ve bu gelenek halen devam ettirilmektedir. Buğday ve arpa gibi bazı tahıllar başta olmak üzere soya fasulyesi gibi baklagillerin çimlendirilmesi de yaygın bir uygulama olup, günümüzde yonca, brokoli ve diğer bazı bitki tohumları da çimlendirilerek filiz şeklinde tüketilmektedir (Finney, 1985; Yetim ve ark., 2010). Ülkemizde filizlenmiş tohumlara sadece büyük yerleşim merkezlerindeki, bazı marketlerde ve sınırlı sayıda/çeşitte rastlanılmaktadır. Çimlenmiş tohumlar konusunda yapılan yeni sayılabilecek bilimsel araştırmalar ve eldeki kaynaklar ise oldukça sınırlıdır (Arın, 1997; Orhun ve Arın, 2008).

Genel olarak, besin miktarı yüksek ve su içeriği düşük olan tohumların çimlenmesi ile vitamin, protein ve diğer besinsel elementlerin biyolojik yararlılığı artmakta, toksinlerin ve enzim inhibitörlerinin etkinliği azalmaktadır. Çimlenmiş tohumlar serbest radikallerin sahip olduğu olumsuz etkileri azaltan antioksidanlar yönünden zengindirler. Ayrıca, kötü kolesterolü düşüren ve diyabetli bireylerin yaşam kalitesini olumlu yönde etkileyen, makular dejenerasyonu (ileri yaşlarda görülen bir çeşit göz kusuru) geciktiren ve kanser gibi hastalıkları azaltmaya yardımcı olan etkiye sahiptirler (Zielinski ve ark., 2005; Anonymous, 2016).

Tohumun çimlenebilmesi için gerekli bazı ortam şartlarına ihtiyaç vardır. Bunlardan sıcaklık ve nem çok önemli ortam kriterleridir. Filizlerin oluşumu sırasında bitki ve tohumların bünyelerinde mineral, vitamin ve fenolik maddeler gibi bazı bileşenlerin sentezlenmesi, karbonhidrat, protein ve yağ asidi kompozisyonlarının farklılaşması gibi önemli bazı biyokimyasal olaylar meydana gelmektedir (Alexander ve ark., 1984; Yang, 2000).

Çimlenmiş tohumlar ve filizleri fonksiyonel gıda olarak tüketilmelerinin yanında gıda endüstrisinde çorbalar, salatalar, kahvaltılık ürünler, makarna ve unlu mamuller gibi çeşitli gıdaların üretiminde ingrediye olarak da kullanılmaktadır. Filizlenme işlemi ile özellikle vitaminler, aminoasitler, fenolik bileşikler ve minerallerin miktarı

artarken, oligosakkaritler, fitik asit, siyanojenik glikozitler ve tripsin inhibitörleri gibi bazı antibesinsel bileşenlerin miktarı ise düşmektedir (Kanmaz ve Ova, 2014).

Fitik asit, esansiyel minerallerle kompleks oluşturarak onların biyo-yararlılığını azaltıp bağırsakta emilimi daha az olan çözünemeyen bileşiklere dönüşümünden sorumludur (Desphande ve Cheryan, 1984). Fitik asit yüksek oranda iyonize ortofosfat grubu içerdiğinden karbonhidrat, protein ve mineral maddelerle beraber kompleks bileşiklerin oluşumuna da sebep olmakta ve bunların emilimlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Fitik asitin yapısında bağlı bulunan fitin fosforunun yeteri kadar kullanılamaması önemli miktarda fosforun dışı ile atılmasına neden olmaktadır. Fitin fosforunun değerlendirilebilmesi fitik asit molekülünün hidrolize olmasıyla mümkün olmaktadır. Çimlenme işlemi fitik asit molekülünün hidrolizini sağlayan en önemli uygulamalardan biridir. Böylece sindirilemeden atılan fosfor miktarı azalmakta fitik asitin enerji ve besin maddesi sindirimi üzerindeki olumsuz etkileri ortadan kalkmaktadır (Ergün ve ark., 2002).

Çimlenme işlemi sırasında karbonhidratlar, lipidler ve depo proteinleri parçalanarak basit ve sindirimi kolay bileşikler oluşmaktadır (Kanmaz ve Ova, 2014). Jaya ve ark. (1979), çimlenmiş nohut tanelerinin daha az gaz ürettiğini bildirmişlerdir. Çimlenme sırasında bunların enerji kaynağı olarak kolayca kullanılmasına bağlı olarak rafinoz, stakioz ve verbaskoz konsantrasyonu azalmaktadır.

Paško ve ark. (2009), yaptıkları bir çalışmada kinoa ve amarant tanelerini 4, 6 ve 7 gün boyunca çimlenme işlemine tabi tutmuş ve çimlenen tanelerin antioksidan seviyelerinin çimlenmemiş tanelere oranla daha yüksek olduğunu, bu tür tohumların gıda olarak kullanımı durumunda iyi bir antosiyanin ve toplam fenolik madde kaynağı olabileceklerini belirtmişlerdir.

Park ve Morita (2004) ise kinoa tohumlarını çimlendirerek, serbest/bağlı lipidlerde ve yağ asidi kompozisyonundaki değişimi incelemiş, çimlenme ile linoleik asit miktarının azaldığını oleik asit miktarının ise arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca başlangıçta kinoa tohumlarının sahip olduğu % 8,4' lük toplam lipid miktarının (% 2,4'ü bağlı, % 6'sı serbest formda) 72 saat çimlenmenin sonunda % 8,8'e yükseldiğini (% 4,4'ü bağlı, % 4'ü serbest formda), serbest lipid miktarının ise düştüğünü tespit etmişlerdir.

Alvarez-Jubete ve ark. (2010), karabuğday, buğday, kinoa ve amarant tohumlarında 2 farklı işlem (pişirme ve filizlenme) uygulaması sonucunda kimyasal bileşimdeki değişimleri incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, filizlenme

sonucunda toplam fenolik madde miktarlarının ve antioksidan aktivitelerinin arttığını, kinoa tanelerinin $71,7 \pm 5,5$ mg GAE/g olan toplam fenolik madde içeriğinin, 82 saatlik filizlenme sonucunda $147 \pm 3,7$ mg GAE/g'a çıktığını belirtmişlerdir.

Brajdes ve Vizireanu (2012), 7 gün süresince karabuğday tanelerini çimlendirerek 40 °C'de kurutmuş, antioksidan ve askorbik asit içeriğini incelemiştir. Polifenol miktarı % 56,26'dan % 298,03'e, kuersetin miktarı % 4,77'den % 223,76'ya, askorbik asit miktarı da % 0'dan % 1,09'a yükselmiştir. Çimlenmiş karabuğday bu antioksidan özelliklerinden dolayı birçok hastalığın risk faktörünü düşüren ve sağlığa olumlu etkisinin yanında besleyici değeri de yüksek olan fonksiyonel bir gıda olarak önerilmiştir.

Üstün ve Çelik (2011), çimlenmiş arpa, buğday ve mısırdan elde edilen unların % 1-3 oranlarında ekme formülasyonunda kullanımının, ekme kalitesi üzerine etkilerini belirlemiştir. 5 gün çimlendirilen buğday ununun, ekme hamuruna % 3 oranında eklenmesiyle ekme içi rengi ve sertliği önemli düzeyde etkilenmiştir. Sonuç olarak çimlenmenin beşinci gününde maksimum fitaz aktivitesi gösteren buğdaydan elde edilen unun % 3 oranında ekme hamuruna ilave edilmesiyle ekmeğin organoleptik kalitesini bozmadan ekmeğin kalite kriterlerinden bazılarını olumlu yönde etkilediği rapor edilmiştir.

Buğday çimi ekstraktında bulunan aktif bileşenlerden biri olan klorofil kansinojenlerin metabolik aktivasyonunu inhibe etmektedir (Kulkarni ve ark., 2006). Diğer yandan, buğday çimi oksidatif DNA hasarlarını önleyici etkiye sahiptir ve çeşitli hastalıklara sebep olabilen süperoksit radikallerin baskılanmasında da etkilidir (Falcioni ve ark., 2002). Buğday filizlerindeki antioksidan bileşenlerin DNA'da serbest radikallerin sebep olduğu hasara karşı koruma yeteneğinin olduğu, epigallolcateşin gibi bazı polifenollerin kanser hücreleri üzerine antioksidan etkide bulunduğu belirtilmektedir (Amici ve ark., 2008). Yapılan çalışmalarda buğday çimi ve/veya buğday çimi suyunun astım, sindirim problemleri, hipertansiyon, diyabet, talasemi, parkinson, ülser, egzama, bronşit ve kanser gibi bazı hastalıklarda destekleyici tedavi yöntemi olarak kullanılması tavsiye edilmektedir (Ashish ve ark. 2012; Singh ve ark., 2012; Durairaj ve ark., 2014). Özellikle bağışıklık sistemini güçlendirdiği ve kanser hücrelerinin çoğalmasını baskılayarak kanser hastalarının yaşam süresini uzattığına inanılmaktadır (Durairaj ve ark., 2014). Durairaj ve ark. (2014) buğday çimi ekstraktının gama sitosterol, skualen, amirins ve kariyofilen başta olmak üzere flavonoidler, alkaloidler, tanenler, saponin, kumarin, fenoller ve terpenoidler gibi bazı

biyoaktif bileşiklerce zengin olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca yapılan çalışmalarda buğday çiminin vücuttan toksinlerin uzaklaştırılmasını sağladığı, kan şekerinin dengelenmesine yardımcı olduğu, diş çürümelerini önlediği, yüksek kan basıncının düşürülmesinde etkili olduğu ve sağlıklı saç bakımına yardım ettiği bildirilmiştir (Rana ve ark., 2011).

Arpada yapılan kontrollü bir çimlenme denemesinde arpa taneleri hacminin 3 katı kadar suda 6 saat bekletilmiş, 22 °C' de aydınlıkta 84 saat karanlıkta 120 saat çimlenmeye bırakılmış, ardından filiz uzunluğu 7 cm olunca dondurularak kurutulmuş ve öğütülmüştür. Analiz sonuçlarına göre kül, lif, yağ, protein, askorbik asit, Zn ve P miktarında artış gözlenmiştir. Aydınlıkta çimlenmede Ca ve Fe miktarı, karanlıkta çimlenmede ise riboflavin miktarı daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak karanlıkta çimlenmede elde edilen değerler daha yüksek bulunmuştur (Alexander ve ark., 1984).

Yapılan araştırmalarda arpanın çimlenmesinden sonra başlangıçtaki taneye göre, kuru maddedeki enerji ve trigliserit miktarının azaldığı diğliserit, bazı aminoasit, kül, mineral madde miktarları ve ham lif miktarlarının arttığı (Chung ve ark.,1989; Sung ve ark., 2005), fitik asit miktarının ise yaklaşık % 25 oranında azaldığı belirlenmiştir (Sung ve ark., 2005). Yine arpanın çimlenmesi ile ilgili bir diğer çalışmada arpa taneleri çimlendirilmiş ve çimlenmenin etkisiyle ham protein oranının % 12,62' den % 13,29' a yükseldiği, ham yağ oranının ise % 2,05' ten % 1,68 'e düştüğü bulunmuştur (Ha ve Park, 2011).

Çimlendirilerek tüketilen baklagillerden biri olan soyanın çimlenmesi sonucunda Ca, Mn, Zn ve Cu gibi minerallere ek olarak α -amilaz, lipaz, lesitin ve α -galaktosidaz ile genistein ve daidzein miktarlarının arttığı belirlenmiştir (Plaza ve ark., 2003). Ayrıca soyanın tadını istenmeyen yönde etkileyen lipoksigenaz enziminin ve protein sindirebilirliğini düşüren tripsin inhibitörünün çimlenmeyle beraber soya filizlerinde oransal olarak azaldığı bulunmuştur (Plaza ve ark., 2003; Kumar ve ark., 2006). Soya, fonksiyonel özelliğe sahip, yüksek miktarda flavonoid ve izoflavonlar gibi bazı biyoaktif bileşenler içermektedir. İzoflavon miktarı aydınlıkta ve karanlıkta çimlendirilmiş farklı soya tohumlarında çeşide göre değişim göstermekle birlikte tohuma kıyasla filizlerde daha fazla toplam izoflavon miktarı belirlenmiştir (Lee ve ark., 2007). Ayrıca çimlenme işleminin toplam flavonoid miktarını ve toplam fenolik madde miktarını da artırdığı bildirilmiştir (Lin ve Lai, 2006; Devi ve ark., 2009). Soyada bulunan vitamin, mineral, fitoöstrojen ve izoflavanollerin osteoporoz, kardiyovasküler hastalıklar ve çeşitli kanser türlerini önleyici etkilerinin bulunduğu belirtilmiştir (Lee ve

ark., 2007). Soya filizinden yapılan çorba yüksek arjinin içeriği sebebiyle özellikle insanlardaki alkol metabolizması sırasında üretilen yüksek oranda toksik etkiye sahip asetaldehidi detoksifiye eden asparagin içeriğinden dolayı Kore'nin bilinen en eski ürünüdür (Lee ve Hwang, 1996).

Bau ve ark. (1997), yapmış oldukları bir araştırmada çimlenme işleminin soya fasulyesinin kimyasal ve biyokimyasal bileşenleri ile anti-besinsel faktörleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çimlenme ile amino asit profili belirgin şekilde değişmemekle birlikte aspartik asit miktarında önemli bir artış gözlenmiş, kullanılabilen lizin ve lipit miktarında da azalma olmuştur. Çimlenmenin 5. gününde toplam protein içeriği yükselmiştir. Çimlenmiş taneler iyi bir riboflavin ve askorbik asit kaynağı olarak belirlenmiştir. Lipaz inhibitör aktivitesinde ve oligosakkaritlerde ise azalma gözlenmiştir. 4 günlük çimlenme sonucunda lektin miktarında çimlenmemiş taneye göre % 4 azalma olmuştur. Çimlenme esnasında fitik asit miktarının düşmesiyle çimlenmiş tanede minerallerin biyo-yararlılığı artmıştır. 4 günlük çimlenme işlemi ile birlikte Kunitz ve Bowman-Brik tripsin inhibitörü de azalmıştır.

Bezelye oldukça yüksek besin potansiyeline sahip olan bir baklagildir. 2 veya 4 günlük ışıklı veya ışısız kısa çimlenme süreleri bezelyelerin besinsel ve organoleptik özelliklerini iyileştirmek için kullanılan en uygun koşullardır. Bu çimlenme süreleri anti-besinsel faktörlerde önemli bir düşüş elde edebilmek için yeterli bulunmuştur. (Urbano ve ark., 2005b).

Kuo ve ark. (2004), bezelye, mercimek ve fasulyede çimlenme üzerine yaptıkları araştırmada glutamin ve metionini çığ fasulyede tespit edemezken, çimlenme sonrasında oldukça yüksek oranda ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Mercimeğin çimlenmesi ile aspartik asit hariç tüm serbest aminoasitlerde çok yüksek artış gözlenmiştir. Sekiz adet serbest aminoasit çığ mercimekte çimlenme öncesi tespit edilmemişken çimlenme işleminden sonra lösün, izolösün, serin, glutamin, tirozin, fenilalanin, alanin ve triptofan ortaya çıkmaktadır. Fasulyenin çimlenmesi ile alanin ve glisinde yüksek bir artış görülmüştür. Çığ fasulyede glisin miktarı kuru maddede 2,93 mg/g iken çimlenme sonunda 4,40 mg/g; alanin miktarı ise çığ tanede kuru maddede 0,106 mg/g iken çimlenmiş tanede 0,530 mg/g olarak belirlenmiştir. Kim ve ark. (2012), çeltiğin çimlenme işleminden önce $97 \pm 2,73$ mg/g olan protein içeriğinin çimlenme sonrasında $105 \pm 2,62$ mg/g'a çıktığını belirtmişlerdir.

Mbithi ve ark. (2001), kidney fasulyesini çimlendirdiği bir denemede, fasulyelere 30 °C de 96 saatlik çimlenme işlemi uygulamış, 12 saatte bir besinsel ve

antibesinsel özellikleri incelemişlerdir. Çimlenme ile nişasta oranı % 55,6 oranında düşmüştür. Bu azalmanın amilolitik ve diastatik aktivitedeki artıştan kaynaklanmakta olduğu belirtilmiştir. Çimlenme sırasında tripsin inhibitör ve fitat miktarları sırasıyla % 70,7 ve % 85,9 oranlarında azalmıştır. Anti-besinsel özelliklerin olumsuz şekilde etkilediği protein sindirilebilirliği miktarı ise % 17,1 oranında artmıştır.

Hamilton ve Vanderstoep (1979), yonca tohumlarını ışıklı ve ışısız ortamda 72 ve 120 saat süreyle çimlendirerek, çimlenme koşullarının tohumun kimyasal bileşimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda nem içeriğinin filizlenme süresinin uzamasına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. İndirgenmiş askorbik asit içeriği, filizlerde daha yüksek olmuş ve filizlenmeyle birlikte 3-4 katına çıkmıştır. Riboflavin konsantrasyonu da 3 kat artmıştır. Esansiyel amino asit içeriği 72 saatlik filizlendirmeyle önemli derecede yükselmiştir.

2.3. Çölyak Hastalığı ve Glutensiz Ürün Formülasyonları

Çölyak hastalığı glutene karşı gelişen hassasiyet nedeniyle meydana gelen bir çeşit bağırsak emilim düzensizliğidir (Lorenz ve ark., 1977; Lee ve Newman, 2003; Mills ve Breiteneder, 2005). Gluten proteinindeki gliadin isimli alt fraksiyon, çölyak hastalığının temel nedenini oluştururken, gluten içeren gıdalar tüketildiğinde başta bazı mineral ve vitaminler olmak üzere bireylerin ihtiyaç duyduğu çeşitli besin elementlerinin emilimi azalmaktadır (Özkaya, 1999; Battais ve ark., 2005). Buğday ve ürünlerinin yanında, gliadinlerin homoloğu olan prolaminleri içeren, arpa, tritikale, çavdar, yulaf ve ürünleri de çölyak hastalarında aynı rahatsızlıkların oluşmasına sebep olabilmektedir (Türksoy ve Özkaya, 2006).

Çölyak hastalığının tek tedavisi hayat boyu glutensiz bir diyetle mümkün olmaktadır. Bu sebeple gluten proteininin kişilerin diyetinden tamamen uzaklaştırılması gerekmektedir (Koning, 2003; Lee ve Newman, 2003; Butterworth ve ark., 2004; Hamer, 2005). Çölyak hastalığının belirtileri; yorgunluk, sık sık tekrarlanan karın ağrıları, kilo kaybı, kronik ishal, kötü kokulu ve açık renkli dışkılama, kaslarda kramp oluşması, büyüme bozuklukları ve büyüme geriliği şeklinde tanımlanabilir (Lorenz ve ark., 1977; Guandalini ve Gupta, 2002; Green ve Jabri, 2003). Çölyak hastalığı; tipik belirtilerle hayatın herhangi bir döneminde ortaya çıkabileceği gibi, bazı vakalarda yıllarca hiçbir belirti vermeksizin çok hafif seyredebilmektedir. Bu durum hastalığın teşhisini zorlaştırmaktadır (Urgancı, 2005; Türksoy ve Özkaya, 2006).

Birçok bireyde gıda alerjisi ve intoleransı görülmektedir. Çölyak, gluten ataksi ve gluten intolerans gibi rahatsızlıklar söz konusu olduğunda gluten tüketiminden özellikle kaçınılmaktadır (Omary ve ark., 2012). Glutensiz diyetler çölyak hastaları için tek tedavi yöntemi olmasının yanında dermatitit herpetiformis, irritabl bağırsak sendromu, nörolojik bozukluklar, romatoid artrit ve diyabet mellitus gibi diğer hastalıklar için de potansiyel bir tedavi olarak önerilebilmektedir (El-Chammas ve Danner, 2011).

Gluten proteinlerinin yapısındaki aminoasitlerin % 35'i hidrofobik yan zincirlere sahip olduğundan gluten proteinleri arasında hidrofobik ilişki artmaktadır. Bu durumda gluten yapısının stabilizasyonu gerçekleşmekte, hamurun reolojik özelliklerinde ve pişme aşamasında gluten önemli bir rol oynamaktadır. Gluten hamurun yapışkanlığı ve visko-elastik özelliklerini belirlemenin yanı sıra hamurun fermantasyon sırasında gaz tutabilme özelliğinden de sorumlu olup çoğu fırın ürününün görünüş ve iç yapısına katkı sağlamaktadır (Hoseney, 1994). Glutensiz gıdalar genellikle besleyici değeri düşük, nişasta bazlı ürünlerdir. Bu ürünleri zenginleştirmek amacıyla baklagiller, gluten içermeyen diğer tahıllar, tahıl benzeri (kinoa, karabuğday ve amarant) ürünlerin yanında hayvansal proteinler de ürün formülasyonlarında kullanılabilir. Teknolojik kaliteyi geliştirmek amacıyla enzimler, hidrokoloidler, emülsifiyerler, yumurta, süt ve süt ürünleri ile protein konsantratlarına yer verilebilmektedir (Yıldız, 2012).

Türk Gıda Kodeksi gluten intoleransı olan bireylere uygun gıdalar tebliğine (2012-4) göre; gluteni azaltılmış ürünlerde gluten içeriği 100 mg/kg KM'den fazla olmamalıdır. Glutensiz hale getirilmiş ürünlerde ise gluten içeriği 20 mg/kg KM'nin üzerinde olmamalıdır. Ayrıca un ya da ekmek gibi önemli temel gıdaların yerine geçen glutensiz ürünler, yerine geçtikleri gıdalarla aynı miktarda vitamin ve mineral içermelidirler (Anonim, 2012).

Gluten içermeyen darı, mısır, sorgum ve pirinç gibi tahıllar, karabuğday, amarant ve kinoa gibi pseudo-tahıllar iyi bir mineral, vitamin ve lif kaynağı olmaktadır (Omary ve ark. 2012).

Gluten içermeyen makarna vb. ürünlerin üretiminde yaygın olarak kullanılabilen pirinç unu, Asya ülkelerinde çeşitli nişastalarla birlikte kullanılmaktadır (Mestres ve ark., 1993). Pirinç unu gıda endüstrisinde daha çok dolgu maddesi olarak ve çocuk mamalarının formülasyonlarında yer almaktadır. Düşük sodyum miktarı, gluten içermemesi ve kolayca sindirilebilen karbonhidratlarca zengin olması nedeniyle özel diyetlerde tercih edilen bir hammaddedir. Pirinç; arjinin ve metionin amino asitlerince

zengin olması sebebiyle çocuk beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Düşük yağ içeriği sayesinde uzun bir raf ömrüne sahiptir (Ihekoronye ve Ngody, 1985; Manley, 1991; Enwere, 1998).

Glutensiz makarna yapımında pirinç ununun yanı sıra mısır unu da kullanılabilir. Mısır % 7-13 protein içerir ve diyet lifi, vitamin B-6, magnezyum açısından zengindir (Mastromatteo ve ark., 2011). Mısır nişastası, dünya genelinde en çok tüketilen ve ülkemizde de yaygın kullanım alanı bulan nişasta çeşididir. Başta gıda sektörü olmak üzere kalınlaştırıcı, nem tutucu, film oluşturucu, stabilizatör, yapı düzenleyici ve bağlayıcı olarak kullanılabilir. Pudringler, soslar, gofret tabakası, lokumlar, çeşitli unlu mamuller ve pastacılık ürünlerinde mısır nişastası kullanılmaktadır (Anonim, 2017).

Çölyak hastaları için farklı formülasyonlarda ekmek, kek, makarna, bisküvi vb. türde gıdaların oluşturulmasına yönelik çalışmalar devam etmektedir. Caperto ve ark. (2000), farklı oranlarda kinoa/mısır unu kombinasyonlarını kullanarak yaptıkları glutensiz makarnaların duyu değerlendirmesinde tüketiciler tarafından kabul edilebilir özelliklere sahip ürünlerin elde edildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca pişme kaybının kabul edilebilir düzeyde olduğunu, pişme sırasında hacimde istenen artışın meydana geldiğini ve yapışkanlığın çok yüksek seviyede olmadığını bildirmişlerdir.

Schoenlechner ve ark. (2010a), yaptıkları bir çalışmada karabuğday, amarant ve kinoayı farklı oranlarda kombine ederek glutensiz makarna üretiminde kullanmışlardır. Elde edilen makarnalarda pişme kaybı, pişme süresi ve bazı tekstürel özellikler incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda amarant unu kullanımının makarnalarda sertliği düşürdüğü ve pişme süresini kısalttığı, kinoa unu kullanımıyla da makarnalarda pişme kaybının arttığı belirtilmiştir.

Axel ve ark. (2015), kinoa ilaveli ekşi mayalı ekmek üretimi esnasında *Lactobasillus amylovarus* 'a ait antifungal aktiviteyi araştırmışlardır. *L. amylovarus* 'un ekşi hamur üretiminde kullanılmasıyla ekmeklerde ekmek içi sertlik ve spesifik hacmin olumlu yönde etkilendiği belirtilmiştir. Bunun yanında ekmeğin raf ömrünün 4 gün uzadığı ve glutensiz ekmek kalitesini iyileştirdiği belirtilmiştir.

Glutensiz bisküvi üretiminde, farklı un ve nişastaların kullanıldığı bir çalışmada ise mısır unu ve patates nişastası karışımından elde edilen bisküvilerin daha çok beğenildiği tespit edilmiştir. Sertlik değerinin nişastanın kullanılmadığı bisküvilerde daha yüksek olduğu, protein miktarının ise karabuğday ununun kullanıldığı bisküvilerde daha fazla olduğu belirtilmiştir (Gambus ve ark., 2009).

2.4. Glutenli ve Glutensiz Makarna Üretimi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Makarna, *Triticum durum* buğdayından üretilen irmiğe su katılıp tekniğine uygun yoğrularak hazırlanan hamurun şekillendirilip kurutulmasıyla elde edilen bir üründür (Anonim, 2002).

Tahıl taneleri besinsel içerikleri yönünden zengin olmalarına rağmen una ya da irmiğe işlenmeleri esnasında besinsel kompozisyon açısından kayba uğramaktadır. Ekmek ve makarna gibi işlenmiş tahıl ürünleri, özellikle besinsel lif ve mineral madde bakımından zengin değildir. Bu tip ürünlerin besinsel liflerce zenginleştirilmeleriyle ilgili pek çok çalışma mevcuttur. Makarnanın yapısındaki nişastanın sindirilebilirlik oranının bazı besinsel liflerle interaksyonu sonunda daha da azaldığı ve sonuçta glisemik indeksinin düştüğü bildirilmektedir. Makarnanın kan glikoz seviyesine etkisi ve besinsel liflerin yararları birlikte düşünüldüğünde koroner kalp rahatsızlıkları ve diyabet gibi bir çok hastalığın risk faktörlerinin azaltılması açısından fonksiyonel özellikte ürünler geliştirilebilmektedir (Gatti ve ark., 1984; Yokoyama ve ark., 1997).

Makarnaların bazı besin bileşenlerince takviye edilmesine yönelik olarak, son üründe kalitenin iyileştirilmesi ve ürüne fonksiyonel özellik kazandırma amacıyla yapılan çok sayıda çalışma mevcuttur. Kaur ve ark. (2012) pirinç, arpa, buğday ve yulaf gibi bazı tahıl kepekleri ile zenginleştirdikleri makarnaların fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. Kepek ilavesiyle makarna örneklerinin protein ve lif içeriklerinde artış olduğunu belirtmişler, kepek çeşidine bağlı olarak da % 10-15 oranına kadar kepek kullanımının duyuşal ve fizikokimyasal özellikler ile pişme özellikleri üzerine olumsuz etki yapmadığını belirtmişlerdir.

Aravind ve ark. (2012), çözünmeyen besinsel lif ilavesinin makarnaların yapısal, duyuşal ve teknolojik özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Makarna formülasyonuna farklı oranlarda kepek ve pollard (ince kepek + kaba un) ilave etmişlerdir. % 10'a kadar ilave edilen pollardın, makarnanın teknolojik ve duyuşal özelliklerine en az seviyede etki yaptığı, toplam fenolik madde içeriğini ve antioksidan aktivite miktarını arttırdığı belirlenmiştir. % 10'dan fazla pollard ilavesinin istenmeyen renk oluşumuna ve duyuşal kalitede kayba neden olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan kepek ilavesinin ise kullanılan her oranda bazı teknolojik özelliklere ve duyuşal kaliteye olumsuz etkide bulunduğu bildirilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada alöronca zengin unun makarnanın tekstürel, duyuşal ve pişme özellikleri üzerine etkileri incelenmiş, alöronca zengin makarnanın yağ, kül, protein, ham lif ve toplam besinsel lif

içeriklerinin, kontrol örneğiyle kıyaslandığında daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Ancak alöronca zengin un ilave edilen örnekler tüketiciler tarafından daha az beğenilmiştir (Bagdi ve ark., 2014).

Chillo ve ark. (2011), β -glukan ilavesinin makarnaların glisemik indeks ve glisemik yük değerlerine etkilerini incelemişlerdir. 2 farklı β -glukan konsantratının makarna formülasyonuna % 10'a kadar değişen oranlarda ilave edildiği makarnalarda, kullanılan konsantratlardan birinin makarnanın glisemik indeksinde herhangi bir etki yapmadığı belirlenmiş, diğerinin de makarnanın lif içeriğini artırarak glisemik indeksini düşürdüğü bildirilmiştir.

Pınarlı ve ark. (2004), makarnanın zenginleştirilmesi ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, makarna formülasyonuna % 15 oranında ham ve mikrodalga işlemi uygulanmış ruşeym eklemişlerdir. Araştırma sonucunda ruşeym ilave edilen örneklerin karbonhidrat, yağ ve protein içeriklerinin, kontrol makarna grubuyla kıyaslandığında daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Mikrodalga uygulanmış ruşeym ilave edilen makarnaların duyu özelliklerinin ise diğer gruba kıyasla daha iyi olduğunu belirlemişlerdir.

Şanlıoğlu ve Özkaya (1999), yulaf ezmesini makarna üretiminde kullanmışlardır. Yulaf ezmesi ilaveli makarna örneklerinin kontrol grubuna göre daha yüksek kül ve lif içeriğine sahip olduklarını belirlemişlerdir. Makarnalarda yulaf ezmesi miktarı arttıkça makarnaların parlaklık ve sarılık değerinin düştüğü, makarna yüzeyinde çatlama, pürüzlülük ve damarlanmanın arttığı rapor edilmiştir.

Wood (2009), yaptığı bir çalışmada irmiğe % 10, 15, 20, 25 ve 30 oranlarında nohut unu ilave ederek makarna üretimi gerçekleştirmiştir. Protein miktarı; kontrol örneğinde % 12,4 iken, % 30 oranında nohut unu ilave edilmiş makarnada % 17,4 olarak belirlenmiştir. Lisin amino asidi içeriği ise kontrol örneğine göre % 15 nohut unu ilave edilen örnekte % 64, en yüksek oranda nohut unu ilave edilen örneklerde ise % 182 oranında artış göstermiştir.

Shogren ve ark. (2006), makarna formülasyonuna % 25, 35 ve 50 oranlarında soya fasulyesi unu ilave ederek yüksek beslenme değerine sahip bir ürün elde etmeyi amaçlamışlardır. Soya fasulyesi unu ilavesi ile ham protein miktarında önemli düzeyde bir artışın meydana geldiği belirlenmiştir. Çalışmada örnekler bazı amino asit içerikleri açısından da incelenmiştir. Lisin aminoasit miktarı kontrol örneğinde 0,41 g/100 g olarak bulunurken; % 25, 35 ve 50 oranlarında soya fasulyesi ilave edilen örneklerde sırasıyla 1,07; 1,5 ve 1,75 g/100g'a yükselmiştir. Ayrıca kontrol örneği ve % 35'e kadar

soya fasulyesi ilave edilen makarna örneklerinin bazı tekstürel ve duyuşal özellikleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Jayasena ve Nasar-Abbas (2012), yaptıkları bir çalışmada lüpen ununu kullanarak yüksek lif ve protein oranına sahip makarna üretimi gerçekleştirmişlerdir. Makarnalara % 50'ye kadar değişen oranlarda lüpen unu ilave edilmiş ve lüpen oranı arttıkça makarna örneklerinin besinsel lif ve protein miktarlarının arttığı belirlenmiştir. Lüpen ununun % 20'den fazla oranlarda kullanımının, duyuşal özellikler üzerinde olumsuz etkilere sebep olduğu bildirilmiştir. Ayrıca % 20'nin üzerinde kullanım oranı makarnaların tekstürel özelliklerinde istenmeyen değişikliklere sebep olmuştur.

Bir başka araştırmada Meksika fasulyesi unu buğday irmiğine % 15 ve % 30 oranlarda ilave edilerek makarna üretimi gerçekleştirilmiştir. Meksika fasulyesi unu ilavesiyle pişme süresinde kısalma, makarna sertliğinde azalma ve pişme kaybında artış gözlenmiştir. Ayrıca Meksika fasulyesi ilavesi arttıkça fenolik madde miktarı da artmıştır (Gallegos-Infante ve ark., 2010).

Pop ve ark. (2014), % 15, 30 ve 50 oranlarında kırmızı kinoa ununu tagliatelle tipi makarna yapımında kullanmışlardır. Artan kinoa ununa paralel olarak makarnalarda besinsel özelliklerin geliştiği ancak duyuşal özelliklerin tam tersi yönde etkilendiği belirlenmiştir. % 15 ve 30 kinoa unu oranının duyuşal özellikleri etkilemeden kullanılabilceği belirtilmiştir.

Glutensiz makarna üretimi teknolojik ve besinsel yetersizlikleri sebebiyle sektör açısından oldukça zor bir prosestir. Makarnanın yapısı ve genel kalitesi için gluten protein ağı oluşturulması esastır. Glutensiz makarna üretiminde ise gluten ağının var olmaması önemli bir teknolojik zorluktur. Gluten eksikliği makarnalarda bir takım yapısal kusurlara sebebiyet vermektedir. Ürünlerde yapısal kaliteyi artırmak ve besinsel zenginleştirme yapmak amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Cabrera-Chávez ve ark. (2012), ekstrüzyon pişirme işlemi ile pirinç bazlı makarnada, amarant unu kullanarak tekstürel özelliklerin geliştirilmesini hedeflemişlerdir. Amarant unu kullanımıyla protein sindirilebilirliği, mineral ve lif içeriği artırılmıştır. 75/25 oranında pirinç/amarant unu kullanımıyla en iyi tekstürel özellik elde edilmiştir. Kullanılan ekstrüzyon pişirme işleminden dolayı pişmiş makarnada sertlik artmış, bu durum makarnadaki proteinin çözünabilirliğini azaltmıştır. Sonuçta nişasta jelatinizasyonu, ekstrüzyon pişirme işleminde protein denatürasyonu ile eş zamanlı olarak gerçekleştiğinde pirinç unundaki nişastanın amarant proteinleriyle en iyi şekilde etkileşime girdiğini göstermiştir.

Mastromatteo ve ark. (2011), soya unu, pre-jelatinize mısır unu ve kinoa unlarını % 30' a kadar farklı oranlarda kullanarak glutensiz spagetti üretimi gerçekleştirmişler ve son ürünün bazı duyuşal ve reolojik özellikleri incelemişlerdir. Sonuçlar yüksek miktarda prejelatinize mısır içeren kinosuz örneklerin daha yüksek uzama ve viskozite değerlerine sahip olduğunu ve dolayısıyla daha sıkı bir yapıda olduğunu göstermiştir. Prejelatinize mısır içeriği arttıkça hamurda sertlik artmış, diğler örneklerin viskozite değerleri minimum ve maksimum değerler içinde kalmıştır.

Bilgiçli (2009), farklı oranlarda (% 0-40) karabuğday unu, pirinç unu ve mısır nişastası kullanarak yaptığı glutensiz eriştelere, örneklerin kül miktarının artan karabuğday unu oranı ile artış gösterdiğini bildirmiştir. Ayrıca yüksek oranlarda karabuğday unu içeren erişte örneklerinin ham yağ, selüloz ve fitik asit içeriklerinin arttığını, % 20 oranında karabuğday unu ilavesiyle renk değeri hariç duyuşal özellikler açısından kabul edilebilir eriştelere üretilebileceğini belirtmiştir.

Padalino ve ark. (2011), mısır unu ve % 22 β -glukan içeren yulaf kepeği ile zenginleştirilmiş glutensiz makarna üretimi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada gluten içermeyen makarna formülasyonuna hidrokolloidler ve yumurta beyazı gibi gluten ikame edici bazı maddeler de ilave edilmiştir. En iyi sonuçlar chitosan hidrokolloidleri ve karboksimetilselüloz kullanımı ile elde edilmiştir. Ayrıca kontrol örneğine kıyasla, hidrokolloidler ve yumurta beyazı ilavesi makarna hamurunun visko-elastik yapısı ve kıvamı üzerinde olumsuz bir etki meydana getirmemiştir.

Giuberti ve ark. (2015), glutensiz makarna üretimini gerçekleştirdikleri bir araştırmada, pirinç ununa % 20 ve % 40 oranlarında, lektin içermeyen ve düşük fitik asitli fasulye unu ilave etmişlerdir. İlave edilen fasulye unu oranı arttıkça diyet lifi ve protein miktarında artış gözlenmiştir. Ayrıca su absorpsiyon kapasitesinin ve optimum pişme süresinin arttığı, buna rağmen tekstürel özelliklerin ve pişme kaybının etkilenmediği rapor edilmiştir. Çalışma sonucunda baklagil ilavesinin glutensiz gıdaları besinsel açıdan takviye edebilmek için oldukça iyi bir kaynak olabileceği belirtilmiştir.

Mısır unu ve farklı sebze unları (enginar, kuşkonmaz, kabak, kabak, domates, sarı biber, kırmızıbiber, yeşilbiber, havuç, brokoli, ıspanak, patlıcan ve rezene) kullanarak glutensiz spagetti üretiminin gerçekleştirildiği bir çalışmada spagettinin genel kalitesini en fazla etkileyen parametrelerin homojenlik, renk, lif, tat ve koku olduğu belirtilmiştir. Sarı biber unu ilave edilen makarnalar duyuşal özellikler yönünden daha üstün bulunmuş olup ileri kademe analizler için seçilmiştir. Ancak kurutma sıcaklığının yüksek olması karotenoid içeriğini düşürmüştür. Bu sebeple sarı biber

ununa düşük kurutma sıcaklığı uygulanarak karotenoid kaybı azaltılmıştır. Sarı biber unu ilave edilen makarna örneklerinde sadece mısır unu kullanılan örneklere kıyasla pişme kaybı fazla ve sertliği daha az olmasına rağmen yüksek protein ve lif içeriğine sahip bulunmuştur. Bunun yanında sindirim sırasında glukoz salınımı açısından mısır unu kullanılan makarna örneği ile arasında önemli bir fark belirlenememiştir (Padalino ve ark., 2013).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Glutenli makarna üretiminde kullanılan irmik Selva Gıda San. A.Ş. (Konya, Türkiye), kinoa tohumları Yayla Agro Bakliyat A.Ş. (Mersin, Türkiye) firmalarından alınmıştır. Glutensiz makarna üretiminde kullanılan pirinç ve mısır irmikleri Konya piyasasından temin edilen pirinç ve mısırın laboratuvar tipi değirmende öğütülmesi ile elde edilmiştir. Guar gum ise Kimbiotek Kimyevi Maddeler San. ve Tic. A.Ş. (İstanbul, Türkiye) firmalarından temin edilmiştir.

3.2. Metod

3.2.1. Deneme deseni

Denemeler glutenli ve glutensiz makarna üretimi şeklinde ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.

Glutenli makarna üretiminde ham ve çimlenmiş kinoa unları % 0, 10, 20 ve 30 oranlarında buğday irmiği ile yer değiştirerek kullanılmıştır. Deneme (2x4)x2 faktöriyel desene uygun olarak iki tekerrürlü yürütülmüştür.

Glutensiz makarna üretiminde ham ve çimlenmiş kinoa unları % 0, 10, 20 ve 30 oranlarında pirinç:mısır irmiği (50:50) paçalı ile yer değiştirerek kullanılmıştır. Deneme (2x4)x2 faktöriyel desene uygun olarak iki tekerrürlü yürütülmüştür.

3.2.2. Kinoa tohumlarının çimlenmesi

Hasat sonrası temin edilen işlem görmemiş kinoa tohumları oda sıcaklığındaki suda toz, kir ve yabancı maddeler uzaklaştırılmaya kadar yıkanmıştır. Bu aşama saponinden kaynaklanan köpürme giderilip, berrak yıkama suyu elde edilene kadar devam etmiştir. Yıkanan tohumlar dezenfeksiyon amacıyla % 2.5'lük NaOCl çözeltisinde 10 dk bekletildikten sonra süzülerek yeterli miktarda saf su ile yıkanmıştır. Suda bekletme işlemi tanenin boyutuna, karakteristik özelliklerine, su absorpsiyon kapasitesine ve tohum kabuğunun kalınlığına göre değişmekle birlikte denemede kullanılacak olan kinoa tohumları oda sıcaklığındaki suda 3 saat bekletilmiştir.

Temizlenen tohumlar tel ızgaralar üzerinde bulunan steril pamuk ve gazlı bez üzerine serilerek kontrollü kabin içerisinde 20 ± 2 °C’ de çimlenmeye bırakılmıştır (Şekil 3.1). Tohum yüzeyinde oluşabilecek mikrobiyal gelişimi önlemek amacıyla her 12 saatte bir saf sudan geçirilerek aynı zamanda tohumların nemlenmesi sağlanmış, pamuk ve gazlı bezler yenilenerek 2 gün boyunca çimlendirmeye tabi tutulmuştur (Şekil 3.2). Çimlenen taneler su içeriği % 10’a düşene kadar etüvde 45 °C’de kurutulmuş ve kurutulan taneler 500 µm’lik elek altına geçecek şekilde öğütülmüştür.



Şekil 3.1. Kinoa tohumlarının çimlenme aşaması



Şekil 3.2. Çimlenen kinoa tohumları

3.2.3. Makarnaların üretimi

3.2.3.1. Glutenli makarna üretimi

Glutenli makarna üretiminde buğday irmiği kullanılmıştır. Glutenli makarna üretimi Brennan ve Tudorica (2008)' da belirtilen metoda göre gerçekleştirilmiştir. Glutenli makarna örneklerinde kullanılacak su miktarı yapılan ön denemelerle belirlenmiştir. Makarna formülasyonlarına irmik ile yer değiştirme esasına göre % 0, 10, 20 ve 30 oranlarında ham ve çimlenmiş kinoa unu ilave edilmiştir. Şahit olarak üretilen makarnada sadece buğday irmiği kullanılmıştır. Makarna üretimi için La Monferrina, Dolly marka pilot makarna üretim makinesi kullanılmış ve makarna şekli olarak kısa kesme (penne) tercih edilmiştir. Çizelge 3.1' de belirtilen makarna bileşenleri irmikte istenen su hidrasyonu sağlanana kadar (yaklaşık 15 dakika) pilot makarna ünitesinin yoğurucu bölümünde karıştırılmış ve ekstrüde edilirken penne kalıbı kullanılarak kesilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Penne ucu kullanılarak kesilen makarna örnekleri

3.2.3.2. Glutensiz makarna üretimi

Glutensiz makarna üretimi, Cabrera-Chávez ve ark. (2012)' da belirtilen metot modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Gluten eksikliğinin meydana getirdiği yapısal kusurları tolere etmek amacıyla formülasyonda % 3 oranında guar gum kullanılmıştır. Glutensiz makarna üretiminde kullanılacak su miktarı ön denemelerle belirlenmiştir. Şahit olarak glutensiz makarna üretiminde 50:50 pirinç:mısır irmiği kullanılmıştır. Çizelge 3.2'de belirtilen makarna bileşenleri 10 dakika yoğurulduktan sonra penne

kalıbı kullanılarak makarna şekli verilmiştir. Diğer makarna formülasyonlarına pirinç:mısır irmiği ile yer değiştirme esasına göre % 0, 10, 20 ve 30 oranlarında ham ve çimlenmiş kinoa unu ilave edilmiştir.

Elde edilen glutenli ve glutensiz makarna örneklerinin kurutma işlemi laboratuvar tipi kurutucuda (La Monferrina, İtalya) 8 saat 50 dk, maksimum 58 °C'de % 10 su içeriğine kadar gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4 ve 3.5). Kurutulan makarna örnekleri polietilen ambalajlarda oda sıcaklığında depolanmış ve laboratuvar analizleri yapılmıştır.



Şekil 3.4. Kurutma tava larındaki makarna örnekleri



Şekil 3.5. Makarna kurutma ünitesi

Çizelge 3.1. Glutenli makarna formülasyonları

Bileşen	Örnekler							
	% 0	% 10	% 20	% 30	% 0	% 10	% 20	% 30
İrmik (g)	1000	900	800	700	1000	900	800	700
Ham kinoa unu (g)	-	100	200	300	-	-	-	-
Çimlenmiş kinoa unu (g)	-	-	-	-	-	100	200	300
Su (ml)	300	330-338	340-347	350-355	300	340-346	350-358	360-365

Çizelge 3.2. Glutensiz makarna formülasyonları

Bileşen	Örnekler							
	% 0	% 10	% 20	% 30	% 0	% 10	% 20	% 30
Pirinç irmiği (g)	485	435	385	335	485	435	385	335
Mısır irmiği (g)	485	435	385	335	485	435	385	335
Guar gum (g)	30	30	30	30	30	30	30	30
Ham kinoa unu (g)	-	100	200	300	-	-	-	-
Çimlenmiş kinoa unu (g)	-	-	-	-	-	100	200	300
Su (ml)	400	410-413	420-425	425-435	400	415-423	425-435	430-436

3.3. Laboratuvar Analizleri

Makarna üretiminde kullanılan hammaddeler (irmik, ham kinoa unu, çimlenmiş kinoa unu, pirinç ve mısır irmikleri) ile glutenli ve glutensiz makarna örneklerinde fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. İlâveten makarna örneklerinde bazı teknolojik ve duyuşal analizler de gerçekteşirilmiştir.

3.3.1. Su miktarı tayini

Hammaddeler ile glutenli ve glutensiz makarna örneklerinin su miktarı AACC 44-19 metoduna göre belirlenmiştir. Kurutma kapları etüvde kurutularak sabit tartıma getirilmiş ve bu kapların içine hammadde ya da makarna örneklerinin yaklaşık 2 g ± 1 mg öğütülmüş örnekleri tartılarak 135 °C' de 2,5 saat kurutulmuştur (AACC, 1990).

3.3.2. Kül miktarı tayini

Hammaddeler ile makarna örneklerinin kül miktarı, kül fırınında 550 °C' de yakılmak suretiyle AACC 08-01 metoduna göre belirlenmiştir (AACC, 1990).

3.3.3. Ham protein miktarı tayini

Örneklerdeki ham protein miktarları, Kjeldahl yöntemiyle AACC 46-12 metoduna göre belirlenmiştir. Sonuçlar kuru madde miktarına göre % olarak tespit edilmiştir (AACC, 1990). Hesaplamalarda irmik için 5,70; diğere makarna örnekleri ve hammaddeler için 6,25 faktörü kullanılmıştır.

3.3.4. Ham yağ miktarı tayini

Örneklerin ham yağ içerikleri, AACC 30-25 metoduna göre, Soxhelet sistemi kullanılarak tayin edilmiştir (AACC, 1990). Örnekler otomatik yağ ekstraksiyon cihazında hekzan ile ekstrakte edildikten sonra solventin uçurulmasıyla ham yağ miktarı % olarak belirlenmiş ve sonuç kuru madde esasına göre verilmiştir.

3.3.5. Mineral madde tayini

Hammadde ve makarna örneklerdeki Ca, Cu, Fe, K, Mg, P ve Zn elementlerinin belirlenmesi için 0,3 g kuru örneğin üzerine 7 ml HNO₃ + H₂SO₄ ilave edilerek mikrodalga fırında (Mars 5, USA) yakılmış ve bundan elde edilen süzüntülerdeki mineral madde miktarları ICP-AES (indüktif eşleşmiş plazma atomik emisyon spektroskopisi) cihazında (Vista Series, Varian International, AG, İsviçre) belirlenmiştir (Skujins, 1998).

3.3.6. Toplam besinsel lif (TBL) tayini

Örneklere bulunan TBL miktarı AACC 32-07 metoduna göre enzimatik yöntemlerle belirlenmiştir (AACC, 1990).

3.3.7. Fitik asit tayini

Hammadde ve makarna örneklerine ait fitik asit miktarı, Haug ve Lantzsch (1983) tarafından belirtilen metoda göre kolorimetrik olarak tayin edilmiştir. Örneklere bulunan fitik asit, HCl ile ekstrakte edilerek demir III çözültüsü ile çöktürülmüş ve serum kısmındaki demir miktarı spektrofotometrik yolla tespit edilmiştir. Örneklere bulunan fitik asit miktarı mg/100g olarak verilmiştir.

3.3.8. Toplam fenolik madde (TFM) tayini

Örneklere bulunan TFM içerikleri Folin Ciocalteu reaktifi kullanılarak kolorimetrik yöntemle belirlenmiştir. Öğütülen örnekler 40 ml çözücüde (metanol/0,16 M HCl/su, 8:1:1, h/h) 2 saat boyunca çalkalamalı su banyosunda (24 ± 1 °C) çalkalanmış ve elde edilen ekstrakt 3000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Daha sonra ekstraktlar 40 ml % 70' lik asetonla 2 saat muamele edilerek başlangıçtaki süzülen kısma ilave edilmiştir (Paško ve ark., 2009). Analizde 0,1 ml supernatant, 0,5 ml folin-ciocalteu reaktifi (% 10'luk, h/h, suda) ve 1,5 ml Na₂CO₃ çözültüsü (% 20' lik, a/h, suda) ile deney tüpünde karıştırılarak, 2 saat oda sıcaklığında (24 ± 1 °C) inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında örneklerin absorbans değerleri spektrofotometrede (Hitachi-U1800, Japonya)

725 nm dalga boyunda okunmuş ve TFM miktarı gallik asit eşdeğeri cinsinden hesaplanmıştır (Slinkard ve Singelton, 1977; Gamez-Meza ve ark., 1999).

3.3.9. Antioksidan aktivite (AA) tayini

Hammadde ve makarna örneklerinin sahip olduğu antioksidan aktivite (AA) DPPH (2-2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) metoduna göre belirlenmiştir (Gyamfi ve ark., 1999; Beta ve ark., 2005). DPPH yöntemi, DPPH'in örnekte bulunan antioksidan maddelerce yok edilmesi esasına dayanmaktadır. Ekstraksiyon TFM tayininde belirtilen prosedüre uygun olarak yürütülmüştür. Absorbans değerleri spektrofotometrede 514 nm'de ölçülmüş ve analiz sonuçları aşağıdaki formüle göre değerlendirilmiştir.

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(Abs_{\text{kontrol}} - Abs_{\text{örnek}}) / Abs_{\text{kontrol}}] \times 100$$

3.3.10. Renk ölçümü

Hammadde ve makarna örneklerinde renk değerleri Minolta CR-400 (Konica Minolta, Japonya) cihazı ile belirlenmiştir. L^* (parlaklık), a^* (kırmızı, yeşil) ve b^* (sarı, mavi) değerleri tespit edilmiştir. Hue (renk özü) değeri $a^* > 0$ ve $b^* > 0$ için $\arctan(b^*/a^*)$; $a^* < 0$ ve $b^* > 0$, için $\arctan(b^*/a^*) + 180^\circ$ formülü ile, SI (doygunluk indeksi) değeri ise $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır (Francis, 1998).

3.3.11. Makarnaların pişme özellikleri

Glutenli ve glutensiz makarna örneklerinde pişme özellikleri hacim artışı, ağırlık artışı ve suya geçen madde miktarı (SGMM) açısından değerlendirilmiştir. Ağırlık artışının tespitinde 20 g makarna örneğine 250 ml kaynayan saf su ilave edilerek glutenli makarna çeşitleri 10 dk, glutensiz makarna örnekleri ise 8 dk pişirilmiştir ve örneklerdeki ağırlık farkı % olarak belirlenmiştir. Hacim artışının belirlenmesi sırasında örnekler ağırlık artışı testindeki gibi pişirilip süzülerek 2 dk bekletilmiş, ardından içerisinde saf su bulunan mezürlere konup taşırdıkları suyun hacmi tespit edilerek hacim artışları hesaplanmıştır (Oh ve ark., 1985; Özkaya ve Kahveci, 1990). Makarna örneklerinde suya geçen madde miktarının hesaplanmasında pişme testi sonucunda süzülerek alınan makarnaların süzüntü suyu, kurutma dolabında (FN-500, Ankara, Türkiye) 135 °C'de kurutulmuş olarak % olarak hesaplanmıştır.

3.3.12. Makarna örneklerinde sıklık değerinin tespiti

Makarna örneklerinin sıklık değerleri, TAXTPlus Texture Analyzer (Stable Microsystems, UK) cihazında A/LKB-F probu kullanılarak belirlenmiştir (Yeyinli, 2006).

3.3.13. Makarna örneklerinde mikrobiyolojik analizler

Makarna örneklerinin mikrobiyal kalitesini tespit etmek amacıyla maya-küf sayımı gerçekleştirilmiştir. Maya-küf sayımı için, her bir makarna örneğinden aseptik koşullarda 10 g tartılarak içinde 90 ml % 0,85' lik fizyolojik tuzlu su bulunan steril poşete konulmuş ve stomacher ile 5 dk homojenize edilmiştir. Elde edilen 10^{-1} 'lik dilüsyondan 1 ml alınarak içinde 9 ml dilüsyon sıvısı bulunan tüpe ilave edilmiş, işlem aynı şekilde tekrarlanarak seri dilüsyonlar elde edilmiştir. Maya-küf yükünü belirlemek için, hazırlanan dilüsyonlardan 0,1 ml alınarak Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar'a (DRBC) paralelli olarak, yüzeye yayma yöntemi ile ekim yapılmış, petri kapları 25 °C' de 5 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda maya-küf sayımı yapılmıştır (Certel ve ark., 2009).

3.3.14. Makarna örneklerinin duyuşal özelliklerinin tayini

Makarna örneklerinin duyuşal özellikleri 20 panelist tarafından belirlenmiştir. Makarna örnekleri tat, koku, renk, görünüş, yapışkanlık ve genel beğeni açısından değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmelerde 1-7 arasındaki skala (1:aşırı kötü, 7: mükemmel) kullanılmıştır (Epler ve ark., 1998).

3.3.15. İstatistikî analizler

Araştırma sonucunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, farklılıkları istatistikî açıdan önemli olan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları da Duncan çoklu karşılaştırma testi vasıtasıyla karşılaştırılmıştır. İstatistikî analiz sonuçları çizelgeler şeklinde özetlenmiş, önemli bulunan interaksiyonlar şekiller üzerinde ifade edilmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987).

Çizelge 4.1. Makarna üretiminde kullanılan hammaddelerin renk değerleri¹

Hammadde	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	SI ²	Hue ³
Pirinç irmiği	92,50±0,12 ^a	0,34±0,03 ^d	6,65±0,21 ^c	6,66±0,14 ^c	86,30±0,16 ^{bc}
Mısır irmiği	87,18±0,07 ^c	1,85±0,02 ^a	31,09±0,05 ^a	31,15±1,06 ^a	86,61±0,13 ^b
Buğday irmiği	88,15±0,08 ^b	-0,73±0,04 ^e	19,94±0,26 ^b	19,95±0,26 ^b	92,08±0,07 ^a
Ham kinoa unu	85,60±0,02 ^c	0,90±0,01 ^c	13,47±0,07 ^c	13,50±0,07 ^c	86,18±0,08 ^c
Çimlenmiş kinoa unu	86,76±0,14 ^d	1,61±0,06 ^b	12,77±0,08 ^d	12,87±0,07 ^d	82,81±0,29 ^d

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05); *L**: Parlaklık renk değeri, *a**: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b**: Sarı-mavi renk değeri,

²Doygunluk indeksi, ³Renk özü

oranları ve çeşitlerine göre sarıdan kırmızıya kadar değişen renkleri veren yapıdır (Gandía-Herrero ve García-Carmona, 2013; Tang ve ark., 2015, Escribano ve ark., 2017). Çimlenme ile fenolik bileşiklerin artması ve dolayısıyla betalain grubu bileşiklerin de oransal olarak artmasının son ürüne daha kırmızı ve parlak bir yapı kazandırdığı düşünülmektedir.

Altındağ (2011), yapmış olduğu çalışmada mısır ununda L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 90,57; -5,02 ve 30,50, pirinç ununda ise aynı değerleri sırasıyla 92,28; -4,81 ve 11,07 olarak belirlemiştir. Bir başka çalışmada ise pirinç ununda L^* , a^* , b^* , SI ve Hue değerleri sırasıyla 94,68; 0,14; 5,21; 5,21 ve 88,46 olarak bulunmuştur (Yıldız, 2012).

Madenci (2017), makarna üretiminde kullandığı buğday irmiğine ait L^* , a^* , b^* , SI ve Hue değerlerini sırasıyla 88,11; -1,73; 22,53; 22,59 ve 94,40 olarak bildirmiştir.

Öncel (2017), yapmış olduğu bir çalışmada kinoada L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 71,1; 5,27 ve 20,78 olarak belirlerken, D'ambrosio ve ark. (2017), 2 farklı kinoa tohumunu 4 gün boyunca çimlenmeye tabi tutmuş ve L^* değerlerini 43,9-52,2; a^* değerlerini 2,93-6,85; b^* değerlerini 23,81-25,37; Hue ve SI değerlerini ise sırasıyla 1,30-1,44 ve 23,99-26,28 aralığında belirlemiştir.

4.1.2. Hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları

Makarna örneklerinin üretiminde kullanılan hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Hammaddelerdeki su miktarı % 3,51-11,33 arasında değişmiş; en yüksek su miktarına pirinç irmiği, en düşük su miktarına ise ham kinoa unu sahip olmuştur. Su miktarı hammaddelerin bekletildikleri/depolandıkları ortam koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Kinoa unlarında düşük su miktarının belirlenmesi ise hem ham, hem de çimlenmiş kinoaya uygulanmış olan ısı işleminden kaynaklanmış olabilir. Hammaddelerin kül miktarları % 0,64 ile 3,12 arasında değişmiş olup en düşük değere pirinç irmiği, en yüksek değere ise çimlenmiş kinoa unu sahip olmuştur. Çimlenme işlemi sonucunda kinoadaki kül içeriğinde önemli ($p < 0,05$) bir artış gerçekleşmiştir. Dilber ve ark. (2003), kül miktarındaki artışın sebebini, çimlenmeyle birlikte kuru madde kaybına bağlı oransal yükseliş olarak değerlendirmişlerdir. Bu duruma benzer bir başka çalışmada nohutta çimlenme işlemiyle su, ham protein ve kül miktarında artış olduğu belirtilmiştir (Bibi ve ark., 2008).

Çizelge 4.2. Makarna üretiminde kullanılan hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları¹

Hammadde	Su (%)	Kül (%)	Ham yağ (%)	Ham protein ² (%)	Fitik asit (mg/100g)	TFM ³ (mg GAE/ g)	AA ⁴ (%)	TBL ⁵ (%)
Pirinç irmiği	11,33±0,04 ^a	0,64±0,01 ^c	0,71±0,01 ^d	8,75±0,09 ^c	286,89±5,99 ^c	0,12±0,04 ^d	8,53±0,23 ^c	6,36±0,22 ^d
Mısır irmiği	10,47±0,01 ^b	0,91±0,01 ^c	3,83±0,02 ^c	9,49±0,11 ^d	720,49±11,08 ^b	1,18±0,04 ^b	18,61±0,26 ^c	8,49±0,11 ^c
Buğday irmiği	10,36±0,02 ^b	0,77±0,02 ^d	0,66±0,01 ^d	10,65±0,40 ^c	268,65±4,94 ^c	0,50±0,10 ^c	11,58±0,31 ^d	2,96±0,04 ^c
Ham kinoa unu	3,51±0,13 ^d	2,07±0,07 ^b	4,32±0,22 ^a	18,69±0,43 ^b	970,97±3,51 ^a	1,48±0,04 ^b	35,51±0,91 ^b	11,51±0,08 ^b
Çimlenmiş kinoa	4,38±0,09 ^c	3,12±0,02 ^a	3,98±0,07 ^b	25,68±0,19 ^a	221,05±7,68 ^d	3,13±0,20 ^a	79,26±1,56 ^a	13,46±0,29 ^a

¹Sonuçlar iki tekerrür ortalamasıdır. Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). ²Buğday irmiğinde N x 5,7, diğerlerinde N x 6,25 faktörü kullanılmıştır; ³Toplam fenolik madde; ⁴Antioksidan aktivite; ⁵Toplam besinsel lif

Bu sonuçlarla uyumlu bir başka çalışmada da Morgan ve Hunter (1993), arpada başlangıçta % 2,1 olan kül içeriğinin 6 günlük çimlenme ile % 3,1'e; 8 günlük çimlenme ile % 5,3'e yükseldiğini bildirmişlerdir.

Hammaddeler arasında ham kinoa unu yüksek ham yağ içeriği (% 4,32) ile dikkat çekici bulunmuştur. Çimlenmiş kinoa unundan ve mısır irmiğinden elde edilen unlardaki ham yağ içeriği, ham kinoa unundan sonra en yüksek değerler olarak belirlenmiştir. Çimlenme işlemi ham yağ içeriğinde azalmaya sebep olmuştur.

Hammaddeler ham protein miktarları açısından karşılaştırıldığında, en yüksek değer çimlenmiş kinoadan üretilen unda (% 25,68) elde edildiği, bunu sırasıyla ham kinoadan elde edilen unun (% 18,69) ve buğday irmiğinin (% 10,65) takip ettiği, en düşük değer ise pirinç irmiğinde (% 8,75) bulunduğu belirlenmiştir. Çimlenme işlemi kinoa ununda önemli ($p < 0,05$) ve çok dikkate değer bir ham protein artışına neden olmuştur.

Tohumlarda çimlenme işlemi üç safhada meydana gelmektedir. Birinci safhada, tohum fizyolojik oluşumlarda kullanacağı suyu bünyesine çeker. İkinci safha (lag fazı) su alımının durduğu ya da çok azaldığı bir evre olup, tohumda protein sentezinde büyük bir artışın olduğu aktif bir periyottur. Bu safhada çimlenme için ihtiyaç duyulan yeni proteinler sentezlenmekte ve depo maddelerinde çimlenme için dönüşümler başlamaktadır. Üçüncü safhada ise, çimlenmenin gözle görülür ilk belirtisi olan kökçük ortaya çıkmaktadır. Bu durum hücre bölünmesinden ziyade hücre büyümesinin sonucudur (Anonim, 2018). Bu duruma sebep olarak yeni amino asitlerin sentezlenmesi gösterilmektedir. Nitekim yapılan ön denemelerde çimlenmenin ilk aşamalarında ham protein oranı tıpkı lipaz enziminde olduğu gibi artan proteaz aktivitesine bağlı olarak düşmüş, ancak daha sonra artmıştır. Bu sonucu destekleyen bir başka çalışmada Fazaeli ve ark. (2012), arpayı 6, 7 ve 8 gün boyunca çimlendirmişler ve başlangıçta arpada % 11,73 olan ham protein oranının % 14,67'ye kadar yükseldiğini bildirmişlerdir.

Makarna üretiminde kullanılan hammaddelerde fitik asit miktarı 221,05 mg/100 g ile 970,97 mg/100 g arasında değişmiş olup en düşük fitik asit miktarı çimlenmiş kinoadan elde edilen unda, en yüksek değer ise ham kinoadan elde edilen unda belirlenmiştir. Çimlenme işlemi fitaz aktivitesini artırarak fitik asitin parçalanması üzerinde etkili olan önemli bir prostestir (Reddy ve ark., 1982; Yang, 2000). Yapılan çalışmaların çoğu çimlenmenin ilk aşaması olan suda bekletme esnasında fitaz aktivitesinin yoğun bir şekilde gözlemlendiğini ve bu durumun fitik asit miktarını düşürdüğünü göstermektedir. Ayrıca çimlenme süresince tanenin enerjiye olan ihtiyacı

sebebiyle fitaz aktivitesinin yüksek olduğu belirtilmektedir (Larsson ve Sandberg, 1992; Badau ve ark., 2005; Khattak ve ark., 2007).

Literatürde çimlenme işlemi ile tahıl ve baklagillerde bulunan fitik asitin azaltılmasını konu alan çok sayıda çalışma mevcuttur. Khalil ve Mansour (1995) yaptıkları bir çalışmada faba fasulyesinde çimlenme sonunda fitik asit miktarının % 54 oranında azaldığını, Mulimani ve ark. (2003), ise bezelyelerdeki 4 günlük çimlenme sonunda fitik asitte % 8-20 oranında azalma olduğunu belirlemişlerdir.

Hammaddelere ait toplam fenolik madde (TFM) miktarları incelendiğinde en düşük değerin pirinç irmiğinde (0,12 mg GAE/g) bulunduğu görülmektedir. Kinoanın çimlenmesiyle birlikte TFM miktarının hammaddeler arasında en yüksek düzeye ulaştığı (3,13 mg GAE/g) belirlenmiştir. Çimlenme ile meydana gelen bu artış; çimlenme sırasındaki endojen esteraz enzimleri vasıtasıyla hücre duvarına bağlı olan fenolik bileşenlerin salınımı veya yeni sentezlerin oluşumu şeklinde açıklanabilir (Diaz-Batalla ve ark., 2006). Alvarez-Jubete ve ark. (2010) yaptıkları bir çalışmada kinoa, buğday, amarant ve karabuğday tohumlarının TFM miktarlarını ham ve çimlenmiş olarak karşılaştırmıştır. Ham kinoa tohumunda TFM içeriği 71,7 mg GAE/100g olarak bulunurken, çimlenmiş tohumda bu değer 147 mg GAE/100g'a yükselmiştir.

Kinoa unları dışındaki hammaddelerde antioksidan aktivite (AA) değerleri % 8,53 ile 18,61 arasında değişirken, kinoa unlarında bu değerler % 35,51 ve 79,26 olarak bulunmuştur. Çimlenme işlemi TFM miktarında olduğu gibi, AA üzerinde de önemli ($p<0,05$) ve anlamlı artışlara neden olmuştur. Fenolik bileşiklerin antioksidan aktivite yetenekleri serbest radikalleri yakalamalarından, hidrojen atomlarını tutmaları ve metal katyonlarla şelat oluşturmalarından ileri gelmektedir. Cevallos-Casals ve Cisneros-Zevallos (2010) 13 yenilebilir tohumu çimlendirdiği çalışmada, çimlenme sonucu artan TFM içeriğiyle tohum filizlerinin mükemmel bir fenolik-antioksidan kaynağı olduğunu belirtmiştir. Laus ve ark. (2017), çimlenmiş kinoada antioksidan kapasiteyi TEAC ve ORAC yöntemlerini kullanarak tespit etmişler ve çimlenmiş kinoada ham kinoaya oranla sırasıyla 2 ve 2,8 kat artış olduğunu bildirmişlerdir.

Hammaddelerde toplam besinsel lif (TBL) miktarı en düşük buğday irmiğinde (% 2,96), en yüksek çimlendirilmiş kinoadan elde edilen unda (% 13,46) belirlenmiştir. Çimlendirme işlemi kinoadaki besinsel lif miktarında artışa neden olmuştur.

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde kinoada çimlenmenin etkisiyle kül, ham protein, TFM, AA ve TBL miktarı yükselirken fitik asit miktarında önemli bir azalma belirlenmiştir.

Kinoanın kimyasal kompozisyonunun incelendiği bazı çalışmalar mevcuttur. Cardozo ve Tapia (1979) kinoayı bazı tahıl ve tahıl benzeri ürünlerle kıyaslamışlar ve kinoaya ait su, kül, ham yağ, ham protein, karbonhidrat ve lif miktarlarını sırasıyla % 12,6; % 3,4; % 5; % 13,8; % 59,7 ve % 4,1 ve olarak belirlemişlerdir.

Alvarez-Jubete ve ark. (2009), amarant, kinoa ve karabuğday gibi pseudo-tahıllara ait besinsel içerikleri belirledikleri bir çalışmada kinoadaki kül, ham yağ, ham protein ve karbonhidrat miktarlarını % 2,7; % 5,2; % 14,5 ve % 64,2 olarak bildirmişlerdir.

Miranda ve ark. (2013), yaptığı bir çalışmada farklı kinoa çeşitlerini kullanmış ve protein miktarının % 11,32 ile 16,20 arasında değiştiğini kaydetmiştir. Tan ve Temel (2017) Erzurum ve Iğdır yörelerinde farklı kinoa genotiplerinin bazı verim ve kalite özelliklerini incelemişler ve 14 adet genotipte ham protein miktarlarının % 16,25-17,78 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Valencia ve Serna (2011) kinoanın besinsel lif ve diğer fonksiyonel özelliklerini araştırdıkları bir çalışmada 4 farklı kinoa çeşidinde (Blanca de Juli, Kcancolla, La Molina 89, Sajama) su miktarının % 10,78-12,62; kül miktarının % 3,04-5,46; ham yağ miktarının % 4,69-6,85, ham protein miktarının % 13,96-15,47 karbonhidrat miktarının % 68,84-75,82 ve TBL miktarının ise % 13,56-15,99 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Valencia (2011) bir başka çalışmada ise bazı kinoa çeşitlerine ait TBL içeriklerinin % 14,5-26,5 arasında değiştiğini belirtmiştir. Alvarez-Jubete ve ark. (2009), pseudo-tahılların besinsel değer ve kimyasal kompozisyonları inceledikleri bir çalışmada, kinoanın TBL miktarını % 14,2 olarak bulmuşlardır.

TFM miktarı ve AA bakımından zengin olan kinoa bitkisi, bu yönü itibarıyla de literatür araştırmalarına konu olmaktadır. Palombini ve ark. (2013), kinoa ve amarant tohumlarını besinsel bileşenleri yönünden incelemiş, kinoada 62,90 mg GAE/100g olan TFM miktarını amarantta 21,80 mg GAE/100g olarak belirlemişlerdir. Gorinstein ve ark. (2007), kinoadaki AA'yi % 20 olarak belirlemişlerdir. Valencia (2011) farklı kinoa çeşitlerinin besinsel içeriklerini karşılaştırdığı bir araştırmada TFM miktarlarının 1,42-1,97 mg GAE/g arasında değiştiğini belirtmiştir.

Glutenli makarna formülasyonlarının ana hammaddesi olan irmiğin kimyasal bileşiminin incelendiği çalışmalardan birinde Herken (2005), börülce unu kullanarak makarna örneklerini zenginleştirmiştir. Formülasyonunda kullandığı irmiğe ait kimyasal analiz sonuçlarında su, kül, ham yağ ve ham protein miktarlarını sırasıyla % 9,5; % 1; % 1,4 ve % 11,3 olarak belirlemiştir.

Farklı antioksidan ve besinsel lif kaynakları kullanılarak hazırlanan fonksiyonel makarna örneklerinde, hammadde olarak kullanılan irmiğin kül, ham yağ, ham protein, fitik asit, AA, TFM ve TBL miktarı sırasıyla % 0,8; % 0,59; % 10,65; 220 mg/100g; % 13,18; 0,45 mg GAE/g ve % 5,49 olarak bulunmuştur (Madenci, 2017). Farklı bölgelere ve çeşitlere ait irmiklerin fitik asit miktarları incelendiğinde 160-340 mg/100g arasında değiştiği bildirilmiştir (Tabekhia ve Donnelly, 1982). Gull ve ark. (2016), irmikteki antioksidan aktivitenin % 11,54 ve TFM içeriğinin 0,23 mg GAE/g olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada Sudha ve ark. (2011), irmikteki TBL miktarını % 7,3 olarak bulmuş, Petitot ve ark. (2010) ise, makarna üretimi için kullanılan irmiğe ait TBL miktarını % 2,4 olarak belirlemişlerdir.

Literatürde glutensiz ürünlerin hammaddesi olarak kullanılan pirinç unu ve mısır ununun kimyasal kompozisyonlarının belirlendiği birçok çalışma mevcuttur. Fernandes ve ark. (2013), glutensiz pirinç makarnasının teknolojik özelliklerini inceledikleri bir çalışmada pirinç ununda su, kül, ham yağ ve ham protein oranını % 5,63; % 0,39; % 0,38 ve % 8,71 olarak bulmuşlardır. Yıldız (2012) yapmış olduğu bir çalışmada pirinç ununun su, kül, ham yağ, ham protein ve fitik asit miktarlarını sırasıyla % 12,99; % 0,60; % 0,85; % 6,93 ve 310 mg/100g olarak belirlemişlerdir.

Memeli (2015) pirinç ununda TBL miktarını % 7,91 olarak bulmuştur. Föste ve ark. (2014), yaptıkları bir diğer çalışmada pirinç ununda su miktarını % 12,54; ham protein miktarını ise % 6,99 olarak belirlemişlerdir. Altındağ (2011) karabuğday, mısır ve pirinç unları kullanarak yaptığı bir kurabiye çalışmasında, TBL miktarının pirinç ununda % 2,96; mısır ununda ise % 5,50 olarak belirlemişlerdir.

Vilcacundo ve Ledesma (2017) kinoa lif oranının % 7 ile % 11,7 arasında değiştiğini; buğdayda % 12,2 ve pirinçte ise % 0,6 oranında olduğunu bildirmiştir.

Adom ve Liu (2002) tarafından yapılan bir çalışmada buğday, mısır, yulaf ve pirinç örnekleri incelenmiş, en yüksek TFM ile antioksidan kapasitesinin mısırdaki olduğu ve mısır için TFM 2,92 mg GAE/g, toplam antioksidan kapasitenin ise 181,4 µmol C vitamini eşdeğeri/g olduğu belirlenmiştir. Kayışoğlu (2017) yaptığı çalışmada farklı renklerdeki mısırlarda TFM içeriklerini 117,63-235,42 mg GAE/kg olarak belirtmiştir. Wungkana ve ark. (2013), farklı ekstraksiyon yöntemleri kullanarak yaptıkları TFM analizinde, % 70'lik etanol kullanılarak mısırdaki TFM miktarını 0,019 mg GAE/g ve AA değerini ise % 16,65 olarak bildirmişlerdir.

Bazı tahıl ve darı çeşitlerinin besin kompozisyonlarının incelendiği bir çalışmada mısıra ait kül, ham yağ, ham protein ve lif miktarları sırasıyla % 1,2; % 4,6;

% 9,2 ve % 2,8 olarak belirlenmiştir (Saleh ve ark., 2013; Shahidi ve Chandrasekara, 2013). Mısır çeşitlerinin serbest, bağlı ve ester halde olmak üzere 0,55-81,6 g FAE/g arasında değişen fenolik madde içerebildikleri bildirilmiştir. Ayrıca mısır çeşitlerinde fenolik madde içeriğinin mısır çeşidinin tipine ve tanenin morfolojik kısımlarına bağlı olarak da değişiklik gösterdiği ifade edilmiştir. Örneğin *E. coracana* darı çeşidinde tohum kabuğunda bulunan fenolik madde miktarı % 6,2 iken, aynı çeşidin unlarında bu oran % 0,8 düzeylerine inebilmektedir (Pradeep ve Guha, 2011; Shahidi ve Chandrasekara, 2013). Gıda boyutlarının küçültülmesi ile doku bütünlüğü bozulmakta ve reaksiyon yüzey alanı arttığı için antioksidan kapasite düşmektedir. Gıdalarda kabuk soyma işlemi ve ileri derece rafinasyon; gıdaların lif içeriğini azaltırken antioksidan kapasiteyi de azaltmaktadır. Buğday gibi tahılların antioksidan aktivitesi; dış tabakalarda yoğunlaşan selenyum gibi minerallerden ve ferulik asit gibi bazı fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Ragae ve ark., 2006). Ancak bu bileşiklerin çoğu, tanelerin işlenmesi esnasında kepeğin ayrılmasıyla un ve irmikten uzaklaştığı için, ürünün antioksidan kapasitesi oldukça azalmaktadır (Astley, 2003; Ragae ve ark., 2006).

4.1.3. Hammaddelere ait mineral madde analizi sonuçları

Makarna üretiminde kullanılan hammaddelerin bazı mineral madde içerikleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Hammaddelerin Ca, Cu, Fe, K, Mg, P ve Zn miktarları sırasıyla 13,88-87,24 mg/100g; 0,09-0,89 mg/100g; 0,45-4,56 mg/100g; 116,48-959,55 mg/100g; 34,99-154,07 mg/100g; 177,54-516,89 mg/100g ve 1,02-3,75 mg/100g arasında değişmiştir. Kinoanın ham ve çimlenmiş formlarının diğer hammaddelere kıyasla daha zengin Ca kaynağı olduğu görülmektedir. Ayrıca çimlenme işlemi kinoanın Ca miktarında yaklaşık 1,9 katlık bir artışa neden olmuştur. Kinoa ununun her iki formu da diğer hammaddelerden daha yüksek Cu ve Fe içeriği sergilemiştir. Ham ve

Çizelge 4.3. Makarna üretiminde kullanılan hammaddelerin mineral madde (mg/100g) analizi sonuçları¹

Hammadde	Ca	Cu	Fe	K	Mg	P	Zn
Pirinç irmiği	16,18±0,21 ^d	0,23±0,04 ^d	0,45±0,05 ^c	116,48±0,38 ^c	65,73±0,84 ^c	187,00±0,96 ^d	1,59±0,01 ^c
Mısır irmiği	13,88±0,04 ^e	0,09±0,01 ^e	0,77±0,03 ^d	181,82±0,71 ^d	61,77±0,69 ^d	177,54±3,03 ^d	1,02±0,01 ^e
Buğday irmiği	24,68±0,45 ^c	0,38±0,03 ^c	1,53±0,04 ^c	244,18±2,09 ^c	34,99±2,13 ^e	211,91±1,75 ^c	1,44±0,01 ^d
Ham kinoa unu	46,34±1,11 ^b	0,61±0,07 ^b	3,90±0,05 ^b	652,40±5,78 ^b	124,47±1,24 ^b	398,33±4,26 ^b	2,41±0,06 ^b
Cimlenmiş kinoa unu	87,24±0,35 ^a	0,89±0,01 ^a	4,56±0,05 ^a	959,55±6,84 ^a	154,07±1,96 ^a	516,89±6,41 ^a	3,75±0,08 ^a

¹Sonuçlar iki tekerrür ortalaması olup, kuru madde üzerinden verilmiştir. Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

çimlenmiş kinoa unlarının, pirinç irmiği ile karşılaştırıldığında sırasıyla yaklaşık 5,6 ve 8,2 kat daha fazla K içeriğine sahip olduğu ve kinoanın her iki formunun da K açısından önemli bir kaynak olduğu ortaya çıkmaktadır. Pirinç ve mısır irmikleri buğday irmiğine oranla yaklaşık iki kat daha fazla Mg içeriği sergilemiş ancak yine de ham kinoa ve çimlenmiş kinoa da bulunan miktarı yakalayamamıştır. P miktarları incelendiğinde ise bu sefer tam tersi bir durum belirlenmiş, buğday irmiğinin sahip olduğu P miktarı mısır ve pirinç irmiklerinden daha yüksek bulunmuştur. Zn miktarları açısından ise ham kinoa ve çimlenmiş kinoa ununun diğer bileşenlere oranla daha yüksek değerler sergilediği görülmüştür.

Sonuç olarak kinoanın her iki formunun da diğer hammaddelerden daha yüksek mineral madde içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca çimlenme işlemi kinoa ununda analiz edilen tüm mineral maddelerde artışa neden olmuştur. Çimlenme ile birlikte artan kuru madde kaybı (özellikle karbonhidrat ve yağ) sonucunda, mevcut kuru maddedeki oransal değişimin bu duruma sebep olabileceği düşünülmektedir (Jones ve Jacobsen, 1991; Vadiraj ve Mulimani, 1993; Garciarubio ve ark., 1997). Sonuç olarak bu çalışmada da çimlenme işlemi sonrası kinoa tanesinde mineral madde miktarında artış gözlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarıyla paralellik arz eden başka araştırmalar da mevcuttur. Kim ve ark. (2001), farklı sürelerde çimlendirdikleri karabuğdayın mineral madde miktarlarını incelemişler; Ca, Cu, Fe, K, Mg ve Zn miktarlarında çimlenme süresi arttıkça, çimlenmemiş tohumu göre mineral madde miktarlarında artış olduğunu gözlemlemişlerdir. 6 günlük çimlendirme sonucunda Ca miktarı 85,5 mg/100g'dan 782,7 mg/100g'a; Cu miktarı 2,7 mg/100g'dan 3,8 mg/100g'a; Fe miktarı 16,2 mg/100g'dan 17,3 mg/100g'a; K miktarı 460,7 mg/100g'dan 978,7 mg/100g'a; Mg miktarı 231,3 mg/100g'dan 542,7 mg/100g'a; Zn miktarı ise 4,3 mg/100g'dan 8,4 mg/100g'a yükselmiştir.

Çimlenme işleminin tohumların mineral miktarında artışa sebep olduğunu gösteren bir diğer çalışmada Zielinski ve ark. (2005) turp, kolza tohumları ve beyaz hardal tohumlarını karanlıkta, % 95 nemde ve 25 °C'de 4 gün süreyle çimlendirmişlerdir. Tohumlara ait bazı mineral maddelerden Ca, Mg, Cu ve Zn miktarları sırasıyla % 12, 14, 25 ve 45 oranında artış göstermiştir. Yapılan bir başka çalışmada farklı çeşitlerdeki mung fasulyesinde 2 günlük çimlenme sonucunda Ca miktarında % 34, Fe miktarında % 50 ve K miktarında % 65 oranında artış belirlenmiştir (Vayupharp ve Laksanalama, 2013).

Makarna üretiminde hammadde olarak kullanılan kinoanın içerdiği bazı mineral madde miktarlarının belirlendiği bir araştırmada Ruales ve Nair (1993) kinoaya ait Ca, Mg, Zn ve Fe miktarlarını sırasıyla 123; 246; 4,5 ve 5,9 mg/100g olarak bulmuş, Alvarez-Jubete (2009) ise kinoaya ait aynı mineral madde miktarlarını sırasıyla 32,9; 206; 1,8 ve 5,5 mg/100g olarak belirlemiştir. Miranda ve ark. (2013) 63 farklı bölgeye ait 6 değişik kinoa örneğinin besinsel özelliklerini incelemiş ve Ca, Mg, K, Fe, Cu, Mn, Zn ve P miktarlarını sırasıyla 77,10-211,29 mg/100g; 150,91-160,55 mg/100g; 1672,79-2325,56 mg/100g; 4,82-7,19 mg/100g; 0,75-1,52 mg/100g; 2,36-6,47 mg/100g; 2,73-5,01 mg/100g ve 285,06-526,36 mg/100g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Nascimento ve ark. (2014) kinoa, pembe mısır ve amarantın besinsel profilini inceledikleri bir çalışmada kinoaadaki Cu, Mn, Fe, Zn, Mg, P ve K miktarlarını mısırdaki miktarlarla karşılaştırarak sırasıyla 0,16; 0,57; 2,78; 2,54; 118; 291 ve 458 mg/100g olarak bulmuş, Ca değerini ise hesaplanabilir değerlerin altında olduğunu belirtmişlerdir.

Palombini ve ark. (2013), kinoa ve amarant tanelerinin besinsel bileşenlerini inceledikleri bir araştırmada Ca, Mg, K, Fe, Cu, Mn ve P miktarlarını sırasıyla 108,41; 298,24; 935,70; 10,28; 1,55; 3,41 ve 45,86 mg/100 g olarak bildirmişlerdir.

Koziol (1992) kinoya ait Ca, Mg, K, P, Fe, Cu ve Zn değerleri ise sırasıyla 148,7 mg/100g; 249,6 mg/100g; 926,7 mg/100g; 383,7 mg/100g; 13,2 mg/100g; 5,1 mg/100g ve 4,4 mg/100g olarak belirtmiştir.

Glutensiz makarna formülasyonunda kullanılan pirinç ununa ait Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, P ve Zn miktarları sırasıyla 5,69; 0,19; 0,47; 120,3; 49,7; 0,62; 187,6 ve 1,04 mg/100g olarak bulunmuştur (Yıldız, 2012).

Nascimento ve ark. (2014) pirinç ununun Cu, Mn, Fe, Zn, Mg, P ve K miktarlarını sırasıyla 0,12; 0,83; 0,22; 0,95; 27; 107 ve 91 mg/100g olarak bulmuşlardır.

Koziol (1992) pirinçteki Ca, Mg, K, P, Fe, Cu ve Zn miktarlarını sırasıyla 6,9; 73,5; 118,3; 137,8; 0,7; 0,2 ve 0,6 mg/100g olarak belirtmiştir.

Glutensiz makarna üretiminde kullanılan bir diğer bileşen olan mısır ununda yapılan mineral madde tayininde Ca, Fe, Mg, P, K, Zn, Cu ve Mn miktarları sırasıyla 7; 2,71; 127; 210; 287; 2,21; 0,31 ve 0,49 mg/100 g olarak rapor edilmiştir (Gwartz ve Garcia-Casal, 2014).

Saleh ve ark. (2013) mısır ve darı çeşitlerinde yaptıkları bir çalışmada ise Fe ve Ca değerlerini 2,7 ve 26 mg/100g olarak belirlemişlerdir.

Glutenli makarna formülasyonunun ana hammaddesi olan irmikteki Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, P ve Zn miktarları sırasıyla 26,43; 0,33; 1,62; 236,57; 36,77; 0,86; 201,12 ve 1,50 mg/100g olarak belirlenmiştir (Madenci, 2017).

Diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlarla yürütülen bu tez çalışmasıyla ortaya çıkan farklılık çeşit, çimlendirme ortamı, süresi ve yıkama suyu gibi faktörlerden kaynaklanmış olabilir.

4.2. Glutenli Makarna Analiz Sonuçları

4.2.1. Glutenli Makarna örneklerine ait renk ölçüm sonuçları

Makarnada renk kriteri, fiziksel şartlar ve makarna üretimi esnasındaki teknolojik işlemlerden etkilenmekle birlikte, üretimde kullanılan hammaddeler de son ürünün rengini belirlemede etkili olmaktadır. Makarnalara ait renk değerleri Çizelge 4.4'te, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5'te ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

4.2.1.1. L^* (parlaklık) değeri

Makarna örneklerine ait L^* değerleri 81,44 ile 84,72 arasında değişmiştir (Çizelge 4.4). Varyans analizi sonuçlarına göre, makarna örneklerinin L^* değeri üzerinde, çimlenme ve kinoa unu oranı faktörlerinin $p < 0,01$ düzeyinde, “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonunun ise $p < 0,05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde L^* değeri 83,28 iken, çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde 83,72'ye yükselmiştir (Çizelge 4.6). Makarna formülasyonunda çimlenmiş kinoa unu kullanımı, ham kinoa unu kullanımına göre L^* değerini yükseltmiştir. Ancak bu artış istatistikî olarak önemli olsa da, sayısal olarak çok düşük bulunmuştur. Hammadde olarak kullanılan çimlenmiş kinoa ununun ham kinoa unundan daha yüksek L^* değerine sahip olması (Çizelge 4.1) bu sonucun elde edilmesinde etkili olmuş olabilir. Daha önce belirtildiği gibi, çimlenme ile kinoaada artan toplam fenolik madde miktarı daha parlak renkli görüntüye sebep olmuş ve bu durum son ürün rengine yansımış olabilir.

Çizelge 4.4. Glutenli makarna örneklerinin renk değerleri¹

Uygulama	KUO ² (%)	L*	a*	b*	SI ³	Hue ⁴
Ham	0	84,72±0,21	0,39±0,08	19,69±0,73	19,69±0,73	88,87±0,27
	10	83,95±0,20	0,48±0,03	19,11±0,16	19,11±0,16	88,56±0,10
	20	83,01±0,33	0,58±0,01	17,99±0,04	18,00±0,04	88,15±0,05
	30	81,44±0,27	0,71±0,03	17,33±0,04	17,34±0,03	87,65±0,10
Çimlenmiş	0	84,72±0,21	0,39±0,08	19,69±0,73	19,69±0,73	88,87±0,27
	10	83,93±0,12	0,53±0,03	18,44±0,21	18,45±0,21	88,35±0,11
	20	83,75±0,08	0,77±0,04	17,61±0,09	17,62±0,09	87,51±0,13
	30	82,34±0,04	0,90±0,04	16,98±0,06	17,00±0,05	86,98±0,13
Minimum-maksimum		81,44-84,72	0,39-0,90	16,98-19,69	17-19,69	86,98-88,87
Ortalama ± std		83,48±1,12	0,59±0,18	18,35±1,05	18,36±1,05	88,12±0,67

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, ²Kinoa unu oranı, ³Doygunluk indeksi, ⁴Renk özü,

Çizelge 4.5. Glutenli makarna örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	L*		a*		b*		SI ²		Hue ³	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Çimlenme (A)	1	0,78	15,94**	0,04	20,51**	0,49	3,39ns	0,48	3,38ns	0,49	19,57**
KUO ⁴ (B)	3	5,40	110,62**	0,14	62,76**	4,93	34,41**	4,88	34,70**	2,02	81,44**
A x B	3	0,29	5,90*	0,01	4,16*	0,08	0,52ns	0,08	0,52ns	0,09	3,60ns
Hata	8	0,05		0,03		0,14		0,14		0,03	

¹*p< 0,05 düzeyinde önemli,** p< 0,01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz. L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, ² Doygunluk indeksi, ³ Renk özü, ⁴Kinoa unu oranı

Çizelge 4.6. Glutenli makarna örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	L^*	a^*	b^*	SI^2	Hue ³
Çimlenme						
Ham	8	83,28 ^b	0,54 ^b	18,53 ^a	18,54 ^a	88,28 ^a
Çimlenmiş	8	83,72 ^a	0,64 ^a	18,18 ^a	18,19 ^a	87,93 ^b
KUO⁴ (%)						
0	4	84,72 ^a	0,39 ^d	19,69 ^a	19,69 ^a	88,88 ^a
10	4	83,94 ^b	0,51 ^c	18,77 ^b	18,78 ^b	88,46 ^b
20	4	83,38 ^c	0,67 ^b	17,80 ^c	17,81 ^c	87,83 ^c
30	4	81,97 ^d	0,80 ^a	17,15 ^d	17,17 ^d	87,25 ^d

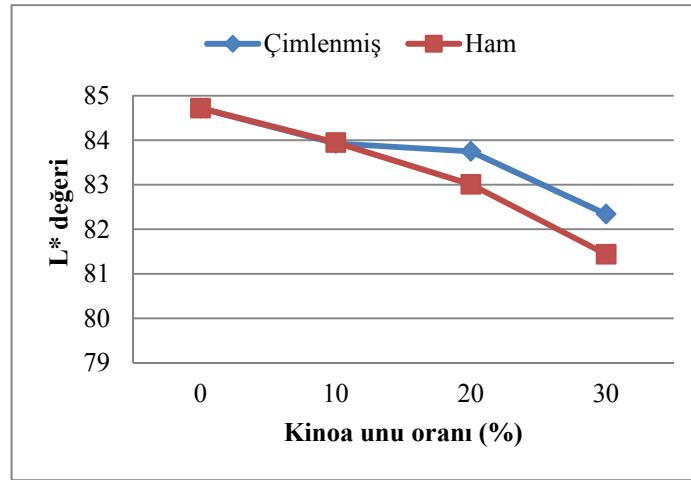
¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$). L^* : Parlaklık renk değeri, a^* : Kırmızı-yeşil renk değeri, b^* : Sarı-mavi renk değeri, ²Doygunluk indeksi, ³Renk özü, ⁴Kinoa unu oranı

Sonuçlar kinoa unu kullanım oranı açısından değerlendirildiğinde, makarna formülasyonunda artan kinoa unu oranının L^* değerini düşürdüğü görülmektedir (Çizelge 4.4). Kinoa unu ilave edilmemiş makarna örneğinde L^* değeri 84,72 iken, en yüksek oranda (%30) kinoa unu ilave edilen makarna örneğinde bu değer 81,97'ye düşmüştür.

Bu durum makarnanın ana hammaddesi olan buğday irmiğinin L^* değerinin, kinoa unlarının L^* değerinden daha yüksek olmasından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca kinoa unlarının buğday irmiğinden daha yüksek protein ve lizin miktarına sahip olmasının yanı sıra kinoa unlarının hazırlanması sırasında ve makarna kurutma aşmasında kullanılan ısı işlemler, Maillard reaksiyonunda artışa dolayısıyla L^* değerinin düşmesine neden olmuş olabilir (Prinyawiwatkul ve ark., 1993).

Herken ve ark. (2007), farklı ön işlemler (çimlenmiş, fermente edilmiş ve pişirilmiş) uygulayarak elde ettikleri börülce unlarını farklı oranlarda (% 10, 15 ve 20) makarna üretiminde kullanmış ve formülasyonda çimlenmiş börülce oranı arttıkça L^* değerinin düştüğünü belirtmişlerdir.

Üretilen makarna örneklerinin L^* değeri üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonuna göre makarna örneklerinde ham ve çimlenmiş kinoa unu kullanım oranı arttıkça makarnalardaki L^* değerinin azaldığı yani parlaklığın düştüğü görülmektedir (Şekil 4.1). Ancak bu düşüş çimlenme işlemi uygulanmış unlardan hazırlanan makarnalarda daha düşük oranda gerçekleşmiştir. % 20 ve 30 kinoa unu kullanım oranlarında ham ve çimlenmiş kinoa unu kullanılarak hazırlanan makarnaların L^* değerleri arasındaki fark açılmıştır.



Şekil 4.1. Glutenli makarna örneklerinin L^* değeri üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonu

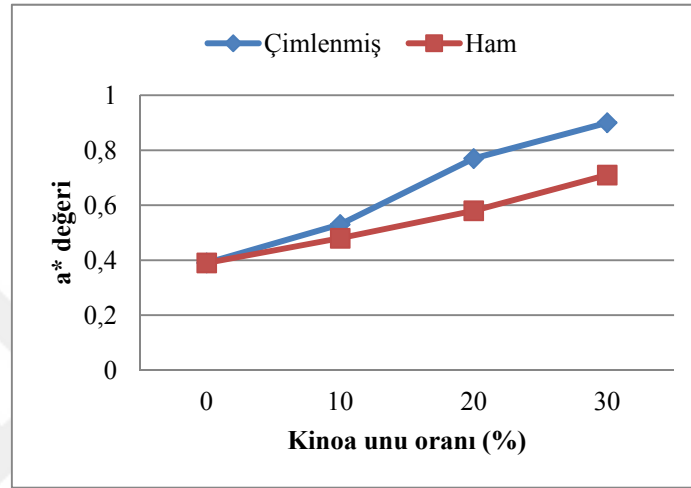
4.2.1.2. a^* (kırmızılık) değeri

Makarna örneklerine ait ortalama a^* değeri $0,59 \pm 0,18$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Varyans analizi sonuçlarına göre makarna örneklerindeki a^* değeri üzerinde, çimlenme ve kinoa unu oranı faktörlerinin $p < 0,01$ düzeyinde, “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonunun ise $p < 0,05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre makarna formülasyonunda çimlenmiş kinoa unu kullanımı, ham kinoa unu kullanımına göre a^* değerini yükseltmiştir (Çizelge 4.6). Çizelge 4.1 de görülebileceği gibi, çimlenmiş kinoa ununun ham kinoa unundan yüksek a^* değerine sahip olması bu sonucun elde edilmesinde etkili olmuş olabilir. Diğer taraftan çimlenme ile kinoa ununda serbest amino asit ve şeker miktarındaki artış, makarna örneklerinde Maillard reaksiyonunu artırarak a^* değerinin yükselmesine neden olmuş olabilir.

Sonuçlar kinoa unu kullanım oranı açısından değerlendirildiğinde, makarna formülasyonunda artan kinoa unu oranına bağlı olarak a^* değerinin arttığı görülmektedir (Çizelge 4.4). Kinoa unu ilave edilmemiş makarna örneklerinde a^* değeri 0,39 iken, % 30 oranda kinoa ilave edilen makarna örneklerinde bu değer 0,80'e yükselmiştir. Bu durumun nedeni kinoa unlarının sahip olduğu a^* değerlerinin, makarna formülasyonunda kullanılan buğday irmiğinden yüksek olması (Çizelge 4.1) ve kinoa unu ilavesiyle daha önce bahsedildiği gibi Maillard reaksiyonundaki artış olabilir.

Makarna örneklerinin a^* değeri üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu Şekil 4.2’de verilmiştir. Makarna örneklerinde artan oranda ham ya da çimlenmiş kinoa unu kullanımının makarnada a^* değerini artırdığı ve bu artışın çimlenmiş kinoa unu kullanılarak hazırlanan makarna örneklerinde daha yüksek olduğu görülmektedir. Kinoa unu kullanım oranı arttıkça ham ve çimlenmiş kinoa unu kullanılarak hazırlanan makarna örneklerinin a^* değerleri arasındaki fark da yükselmiştir.



Şekil 4.2. Glutenli makarna örneklerinin a^* değeri üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu

Yapılan bir çalışmada makarna örneklerine % 20 oranlarında ham ve fermente kinoa ilavesinin makarnanın kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Sadece buğday irmiğinden yapılan kontrol makarna örneklerinde a değeri -3,18 iken, % 20 kinoa ilave edilen makarnalarda bu değer -1,14’e yükseldiği bildirilmiştir (Lorusso ve ark., 2017).

Herken ve ark. (2007), çimlenme işlemi uyguladıkları börülceyi makarna üretiminde kullanmışlar ve makarnada çimlenmiş börülce unu oranı arttıkça kontrol grubu örneğine göre a değerinin yükseldiğini bildirmişlerdir.

4.2.1.3. b^* (sarılık) değeri

Makarna örneklerine ait b^* değeri 16,98-19,69 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.4). Varyans analizi sonuçlarına göre makarna örneklerinin b^* değeri üzerinde kinoa unu oranı faktörünün önemli ($p < 0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ham kinoa ilaveli makarna örneklerinin b^* değeri (18,53) çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinin b^* değerinden (18,18) sayısal olarak yüksek olmasına rağmen istatistiki olarak farklı bulunmamıştır (Çizelge 4.6).

Makarnaların b^* değerlerine ait sonuçlar, kinoa unu kullanım oranı açısından değerlendirildiğinde; kinoa unu ilavesinin b^* değerini düşürdüğü ve en düşük değerin % 30 kinoa unu ilavesiyle elde edildiği görülmektedir (Çizelge 4.6). Makarnada durum buğdayı irmiğinin karotenoid pigmentlerinden kaynaklanan ve makarnaya arzu edilen rengi veren sarı renk intensitesi, ham ya da çimlenmiş kinoa unu ilavesi ile seyrelmiş ve özellikle yüksek kinoa unu kullanım oranlarında renkte arzu edilmeyen sarı renk kaybı oluşmuştur.

Lorusso ve ark. (2017), sadece buğday irmiğinden yapılan makarna örneklerindeki 19,34 olan b^* değerinin, % 20 oranında ham kinoa ilavesiyle 16,48'e ve yine aynı oranda fermente kinoa unu ilavesiyle de 13,68'e düştüğünü bildirmişlerdir.

4.2.1.4. SI ve Hue değerleri

Makarna örneklerine ait SI ve Hue değerleri ortalama 18,36 ve 88,12 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4). Varyans analizi sonuçlarına göre makarna örneklerinin SI değeri üzerinde kinoa unu oranı faktörünün ($p<0,01$), Hue değeri üzerinde ise çimlenme ve kinoa unu oranı faktörlerinin ($p<0,01$) önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Makarnaların SI değerleri b^* değerlerine paralel bir gidiş sergilemiş ve çimlenme işlemi makarnaların SI değerlerini değiştirmemiştir. Hue değerleri ise çimlenme işlemi uygulanmış kinoa unu ilavesinden elde edilen unlardan hazırlanan makarnalarda düşüş göstermiştir. İstatistiki olarak önemli bulunan bu düşüş, sayısal olarak çok anlamlı bulunmamıştır.

Duncan testi sonuçları kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde, makarna formülasyonunda artan oranda kinoa unu kullanımının hem SI hem de Hue değerlerini düşürdüğü görülmektedir. Burada da SI değerleri b^* değerlerine çok paralel bir gidiş sergilemiştir. Kinoa unlarının SI ve Hue renk değerlerinin (Çizelge 4.1), son ürüne yansıdığı düşünülmektedir.

Seol ve Sim (2017) yaptıkları bir çalışmada, çimlendirdikleri siyah kinoa unununun % 20 oranına kadar erişte üretiminde kullanmışlar ve kinoa unu kullanım oranı arttıkça eriştelerin L, a ve b değerlerinin düştüğünü rapor etmişlerdir.

Liu ve ark. (2017), buğdayı çimlendirerek ve çimlendirmeden tortilla tipi makarna üretiminde kullanmış ve renk parametrelerini incelemişlerdir. Kontrol grubu makarna örnekleri ile karşılaştırıldığında makarnada çimlenmiş buğday ilavesi oranı arttıkça L değerinin arttığını, a ve b değerlerinin ise düştüğünü belirlemişlerdir. Liu ve ark. (2016), makarna örneklerinde çimlenme işlemi ile artan şeffaflığı nişasta jelatinizasyonunun artması ile ilişkilendirmişlerdir.

4.2.2. Glutenli makarna örneklerine ait pişme testi ve sıklık sonuçları

Makarnada pişme kalitesi ağırlık artışı, hacim artışı ve suya geçen madde miktarı (SGMM) gibi kriterler ile değerlendirilmektedir. Makarnalara ait pişme testi sonuçları ve pişirilmiş makarnalarda sıklık değerleri Çizelge 4.7’ de, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8’ de verilirken Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.9’ da özetlenmiştir.

4.2.2.1. Ağırlık artışı

Makarna örneklerinin ağırlık artışı değerleri % 201,28 ile 253,75 arasında değişmiştir (Çizelge 4.7). Varyans analizi sonuçlarına göre makarna örneklerinin ağırlık artışı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre çimlenmiş kinoa unu ilave edilmiş makarnaların ağırlık artışı değerleri (% 217,36) ham kinoa unu ilave edilmiş makarnaların ağırlık artışı değerinden (% 231,84) daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.9). Elde edilen bu sonuçlara paralel olarak, Grant ve ark. (1993), buğdayı çimlendirerek ve çimlendirmeden makarna üretiminde kullanmışlardır. Çimlenmenin etkisiyle makarnalarda kontrol grubuna göre ağırlık artışının düştüğünü belirtmişlerdir.

Sonuçlar kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde, makarna örneklerinde kinoa unu kullanım oranı arttıkça ağırlık artışı değerinin de arttığı görülmüştür. Kontrol grubu makarnalarda ağırlık artışı % 201.29 iken; % 30 kinoa unu ilave edilmiş makarnalarda % 245,26’ya çıkmaktadır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.7. Glutenli makarna örneklerine ait pişme testi sonuçları ve sıklık değerleri¹

Uygulama	KUO ² (%)	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGMM ³ (%)	Sıklık (g)
Ham	0	201,28±1,44	239,06±1,36	2,55±0,52	97,23±0,08
	10	227,74±3,20	263,64±1,22	3,67±0,15	84,47±3,55
	20	244,58±0,68	280,75±0,86	4,20±0,08	55,83±1,24
	30	253,75±2,21	294,38±1,39	4,83±0,19	48,67±1,08
Çimlenmiş	0	201,28±1,44	239,06±1,36	2,55±0,52	97,23±0,08
	10	211,90±0,76	247,75±3,70	3,65±0,07	72,44±1,65
	20	219,48±1,16	271,88±1,76	4,13±0,09	52,80±0,74
	30	236,78±2,31	288,11±2,82	6,46±0,04	41,95±0,62
Minimum-maksimum		201,28-253,75	239,06-294,38	2,55-6,46	41,95-97,23
Ortalama± std		224,60±18,96	265,58±21,14	4,00±1,24	68,83±21,40

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır, ² Kinoa unu oranı, ³Suya geçen madde miktarı

Çizelge 4.8. Glutenli makarna örneklerinin pişme ve sıklık özelliklerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	Ağırlık artışı		Hacim artışı		SGMM ²		Sıklık	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Çimlenme (A)	1	838,25	248,95**	240,95	59,19**	0,59	7,60**	118,70	50,01**
KUO ³ (B)	3	1398,11	415,22**	2099,77	515,80**	6,60	84,70**	2217,81	934,53**
A x B	3	110,16	32,72**	43,28	10,63**	0,61	8,84**	26,81	11,30**
Hata	8	3,37		4,07		0,08		2,37	

¹** p< 0,01 düzeyinde önemli, ²Suya geçen madde miktarı, ³Kinoa unu oranı

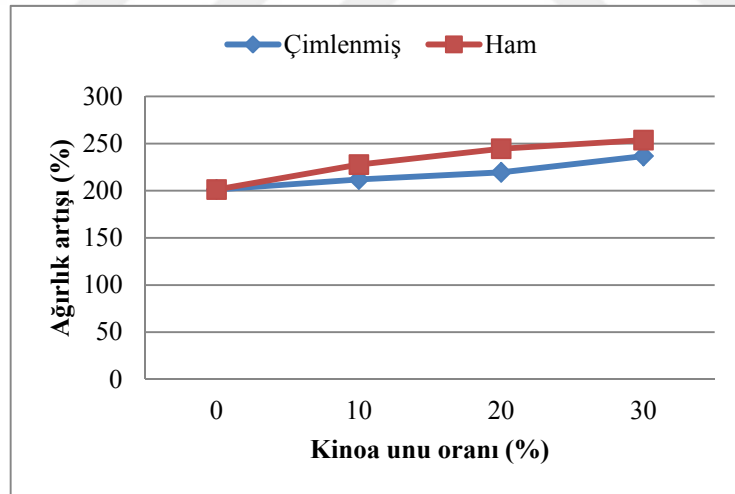
Çizelge 4.9. Glutenli makarna örneklerinin pişme ve sıklık özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGMM ² (%)	Sıklık (g)
Çimlenme					
Ham	8	231,84 ^a	269,46 ^a	3,81 ^b	71,55 ^a
Çimlenmiş	8	217,36 ^b	261,70 ^b	4,20 ^a	66,10 ^b
KUO³ (%)					
0	4	201,29 ^d	239,06 ^d	2,55 ^d	97,23 ^a
10	4	219,82 ^c	255,69 ^c	3,66 ^c	78,45 ^b
20	4	232,03 ^b	276,31 ^b	4,16 ^b	54,31 ^c
30	4	245,26 ^a	291,24 ^a	5,65 ^a	47,31 ^d

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05), ² Suya geçen madde miktarı, ³Kinoa unu oranı

Bilgiçli (2009) yaptığı çalışmasında % 30 karabuğday katkılı eriştelere ağırlık artışının % 266 olduğunu belirtmiştir. Alamprese ve ark. (2007), glutenli ve glutensiz olmak üzere iki farklı makarna denemesi gerçekleştirmiştir. Karabuğdayın makarna formülasyonuna dahil edildiği glutensiz makarna çeşidinde kontrol grubuna göre % 70 daha fazla ağırlık artışı olduğu kaydedilmiştir. Buna sebep olarak birçok faktör gösterilmiştir. Bunlardan biri nişasta tabiatında olmayan polisakkaritlerin yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğu gerçeğidir. Bir diğeri ise karabuğdayın buğdaya göre alışlagelmişin dışında küçük, düzensiz ve daha fazla amorf yapıda nişasta konfigürasyonuna sahip olması ve protein matriksindeki bozulmalar olarak gösterilebilmektedir (Qian ve ark., 1998; Manthey ve ark., 2004; Izydorczyk ve ark., 2005).

Makarna örneklerinin ağırlık artışı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksyonu incelendiğinde, makarna örneklerinde ham ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki ağırlık artışı değerinin de arttığı görülmektedir (Şekil 4.3). Çimlenmiş kinoa unundan üretilen makarnaların ham kinoa unu kullanılarak elde edilen makarnalara göre daha düşük ağırlık artışına sebep olduğu görülmektedir.



Şekil 4.3. Glutenli makarna örneklerinin ağırlık artışı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksyonu

4.2.2.2. Hacim artışı

Makarna örneklerinin Çizelge 4.7’de verilen hacim artışı değeri ortalama % 265,58±21,14 olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre makarnaların

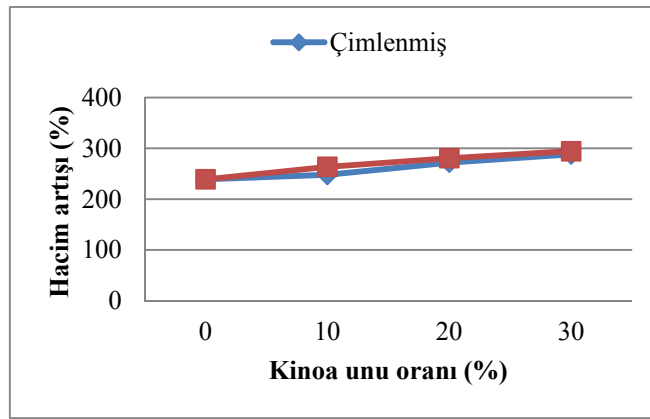
hacim artışı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre çimlenmiş kinoa unu kullanılan makarna örneklerinin hacim artışı ham kinoa unu ilave edilerek üretilen makarna örneklerinden daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.9). Bu durum çimlenmiş kinoa unu kullanımının makarnalarda hacim artışında azalmaya sebep olduğunu göstermektedir. Liu ve ark. (2017), çimlenmeyle su absorpsiyon kapasitesinin azalmasının, hacim artışında azalmaya sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Hacim artışı miktarı makarna üretiminde kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde, sonuçlar artan kinoa ununa paralel olarak hacim artışının da yükseldiğini göstermektedir. Kinoa unu kullanılmayan makarnalarda hacim artışı % 239,06 iken % 30 kinoa unu ilave edilmiş makarnalarda bu oran % 291,24'e yükselmiştir. Öncel (2017) farklı oranlarda (% 10, 20 ve 30) kinoa, amarant ve karabuğday ununu erişte üretiminde kullanmış ve % 100 buğday unundan ürettiği şahit grupla kıyaslandığında kinoa unu ilave oranı arttıkça ağırlık artışı, hacim artışı ve SGMM değerlerinin de yükseldiğini belirtmiştir.

Hacim ve ağırlık artışı benzer sebeplerden kaynaklanmakta olup, formülasyonlara eklenen yüksek su tutma kapasitesine sahip olan maddeler kontrol gruplarıyla kıyaslandıklarında son ürünlerde bu şekildeki artışlara sebep olabilmektedir. Morad ve ark. (1980), % 4 ve 6 oranında lupin unu ilave ettikleri makarna örneklerinin kontrol grubundan daha yüksek hacim artışı gösterdiklerini ifade etmiştir. Aydın (2009) erişte kalitesi üzerine yulaf katkısının etkisini incelediği çalışmasında hacim artışı değerlerinin % 145,16 ile 238,46 arasında olduğunu rapor etmiştir.

Üretilen makarna örneklerinin hacim artışı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonu Şekil 4.4' te verilmiştir. Makarna örneklerinde ham kinoa ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki hacim artışı değerinin de arttığı belirlenmiştir. Ancak ham kinoa unu ilavesinin makarnalarda çimlenmiş kinoa unu ilavesinden daha yüksek hacim artışına sebep olduğu, % 30 kullanım oranında ise hacim artışı değerlerinin birbirine çok yaklaştığı görülmektedir.



Şekil 4.4. Glutenli makarna örneklerinin hacim artışı miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu

4.2.2.3. Suya geçen madde miktarı (SGMM)

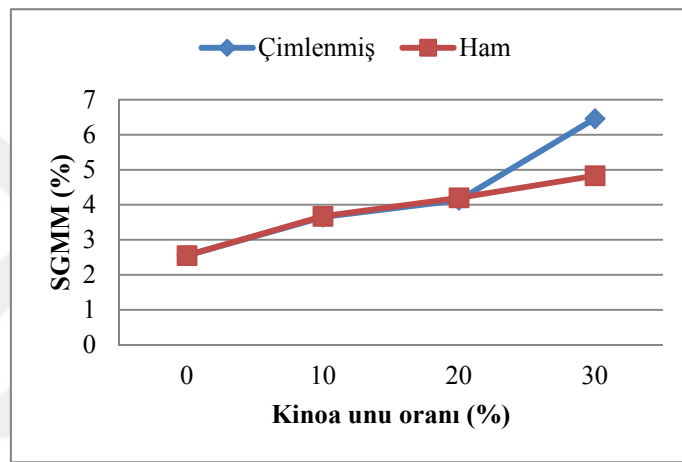
Makarna örneklerinin SGMM değerleri % 2,55-6,46 arasında değişmiştir (Çizelge 4.7). Varyans analizi sonuçlarına göre makarnaların SGMM değeri üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonunun önemli ($p < 0,01$) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.8).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre makarnalardaki SGMM, çimlenmiş kinoa unu ilave edilmiş makarnalarda ham kinoa unu ilave edilmiş makarnalardan daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.9). Kruger ve Matsuo (1982) çimlenmiş buğdaydan yaptıkları makarnalarda kontrol grubuna göre daha fazla SGMM belirlerken, Izydorczyk ve ark. (2005) bu durumu gluten içermeyen unların ilavesiyle zayıf şekilde teşkil eden protein-nişasta interaksyonu ya da bozulmuş protein matriksi sebebiyle pişme kayıplarının artacağı şeklinde açıklamışlardır.

Makarnaların SGMM kullanılan kinoa unu oranı yönünden değerlendirildiğinde kinoa unu oranı arttıkça SGMM'nin de arttığı belirlenmiştir. Kinoa unu içermeyen makarnalarda SGMM % 2,55 iken, en yüksek oranda kinoa unu (% 30) ilave edilmiş makarnalarda bu oran % 5,65'e kadar yükselmektedir. Bunun nedeni ise makarna formülasyonuna ilave edilen kinoa unu ile birlikte mevcut gluten miktarının azalması ve gluten matriksinin bozulması şeklinde açıklanabilir (Izydorczyk ve ark., 2005). Torres ve ark. (2007), çimlenmiş bezelye unu ilave ederek ürettikleri makarnalarda artan orana paralel olarak pişme kayıplarının da arttığını belirtmişlerdir. Kontrol grubu makarnalarda % 3 olan SGMM, % 10 çimlenmiş bezelye unu oranında % 5,51'e yükselmiştir. Meydana gelen bu kayıplara sebep olarak protein ağlarındaki yapısal değişiklikler ve buğday proteininin yerini baklagil proteininin alması gösterilmiştir.

Köten ve ark. (2014), 15 farklı makarna çeşidine ait kimyasal bileşen ve kalite özelliklerini belirledikleri bir çalışmada makarna örneklerinde SGMM'nin % 7,63-10,06 arasında değiştiğini belirtirken, Chillo ve ark. (2008) yapmış oldukları eriştede kinoa ilavesinin suya geçen madde miktarının % 11,4 olduğunu ve kinoa ilavesinin SGMM arttırdığını belirlemişlerdir.

Makarna örneklerinin SGMM üzerinde etkili "*çimlenme x kinoa unu oranı*" interaksiyonuna göre makarna örneklerinde ham ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki SGMM'nin da arttığı, bu artışın % 20 oranda çimlenmiş kinoa ilavesinden sonra daha belirgin olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Glutenli makarna örneklerinin SGMM miktarı üzerinde etkili "*çimlenme x kinoa unu oranı*" interaksiyonu

4.2.2.4. Sıklık

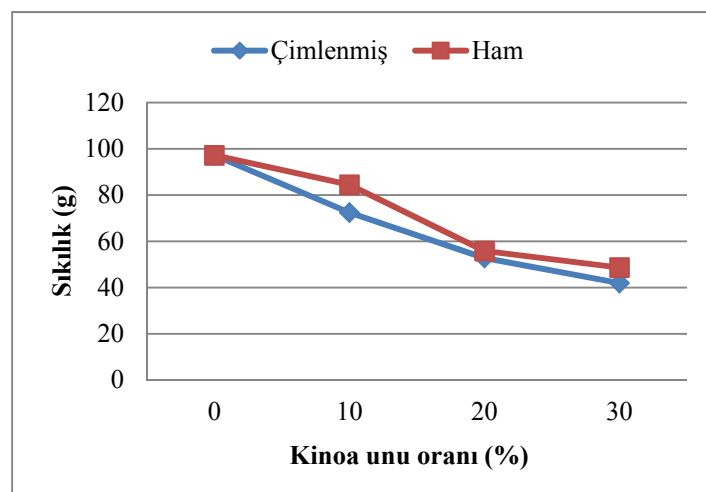
Makarna örneklerine ait sıklık değerleri Çizelge 4.7'de verilmiş olup ortalama $68,83 \pm 21,40$ g olarak belirlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre makarnalardaki sıklık değeri üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile "*çimlenme x kinoa unu oranı*" interaksiyonunun önemli ($p < 0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre çimlenmiş kinoa unu ilave edilmiş makarnalardaki sıklık değeri, ham kinoa unu ilave edilmiş glutenli makarnalardan daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.9). Çimlenmiş kinoa unu kullanımı makarnalardaki sıklık değerini düşürmüştür. Liu ve ark. (2017), buğdayda çimlenme işleminin makarna üretimi üzerine etkilerini araştırmışlar ve çimlenme işleminin buğdayda gluten indeks değerini 93,7'den 80,9'a düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Bu duruma bağlı olarak protein kalitesinin düştüğünü ve makarnalarda çimlenmiş buğday

ilavesi arttıkça daha zayıf bir yapı elde edildiğini belirtmişlerdir. Buğdayın çimlendirilerek makarna üretiminde kullanılması üzerine yapılan bazı araştırmalarda da çimlenmiş buğday unu miktarının kullanımındaki artışa paralel olarak makarnalarda sertlik değerinin azaldığı gösterilmiştir (Kruger ve Matsuo, 1982; Grant ve ark. 1993). Seol ve Sim (2017), çimlenmiş kinoa ununu erişte üretiminde kullanmışlar ve % 20 oranında çimlenmiş kinoa ununun erişteelerde sıklık değerini yaklaşık % 76 oranında düşürdüğünü rapor etmişlerdir.

Makarna örneklerinde sıklık değeri kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde ilave edilen kinoa unu oranı ile sıklık değeri arasında ters bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Literatürde glutenin makarnalardaki sertlikten sorumlu olduğu bildirilmektedir (Chompreeda ve ark., 1987). Manthey ve ark. (2008)' na göre; kinoa ilavesi glutenli makarna yapısındaki mevcut gluten miktarını seyrelterek gluten ağlarını zayıflatmakta, pişirme sırasında nişasta kaybını artırmakta ve sıklık değerini düşürmektedir. Matsuo ve Irvine (1970) glutenin makarnalardaki sertlik üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu, zayıf glutene sahip buğday irmiğinden yapılan makarnalarda yumuşak bir tekstür elde edileceğini belirtmiştir. Benzer bir çalışmada Yalla ve Manthey (2006), makarna formülasyonuna ilave edilen % 30 karabuğday kepeğinin hidrasyonu artırarak sertliği düşürdüğünü belirtmiştir.

Makarna örneklerinin sıklık değeri üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu Şekil 4.6’da gösterilmiştir. Buna göre makarnalarda ham ya da çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki sıklık değeri azalmaktadır. Çimlenmiş kinoa unu ilavesinin ise makarnalarda sıklık değerini daha çok azalttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Glutenli makarna örneklerinin sıklık değeri üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu

4.2.3. Glutenli makarna örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları

Ham ve çimlenmiş kinoa ununun makarnaların besinsel-antibesinsel özellikleri üzerine etkilerini ortaya koymak üzere bazı kimyasal analizler (su, kül, ham yağ, ham protein, fitik asit, TFM, AA ve TBL) yapılarak analiz sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11'de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.12'de özetlenmiştir.

4.2.3.1. Su

Makarna örneklerinin su miktarı % 7,27-7,80 arasında değişmiştir (Çizelge 4.10). Varyans analizi sonuçlarına göre makarnaların su miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksyonunun önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinin su miktarı ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.12). Kahverengi pirincin çimlenerek ve çimlenmeden bisküvi üretiminde kullanıldığı bir çalışmada, çimlenmiş pirinçten üretilen bisküvilerde su oranının diğer gruba göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Bunun sebebi olarak da çimlenme esnasında artan enzim aktivitesine bağlı olarak büyük moleküllerin degradasyonun artması ve ozmotik basıncın yükselerek su tutma kapasitesinin artması gösterilmektedir (Chung ve ark., 2014).

Duncan testi sonuçları kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde artan kinoa unu kullanım oranına bağlı olarak makarnalarda su miktarının düştüğü görülmüştür (Çizelge 4.12). Aydın (2009) yaptığı bir çalışmada yulaf unu ilave oranı arttıkça (% 10- 40) erişte örneklerinde su miktarının düştüğünü belirtmiştir.

Liu ve ark. (2017) ise çimlenmiş buğdayı tortilla tipi makarna üretiminde % 0, 25, 50 ve 100 oranlarında kullanmışlar ve çimlenmiş buğday oranı arttıkça makarnalarda su oranının yükseldiğini rapor etmişlerdir.

Makarna örneklerinin su miktarı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksyonu incelendiğinde, ham kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki su oranının azaldığı, bu azalışın çimlenmiş kinoa unu ilaveli olan makarnalarda sadece % 30 ilave oranında gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 4.7).

Çizelge 4.10. Glutenli makarna örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları¹

Uygulama	KUO ² (%)	Su (%)	Kül (%)	Ham yağ (%)	Ham protein (%)	Fitik asit (mg/100g)	TFM ³ (mg GAE/ g)	AA ⁴ (%)	TBL ⁵ (%)
Ham	0	7,76±0,06	0,81±0,02	0,50±0,02	12,56±0,19	205,08±5,25	0,54±0,05	12,39±0,78	3,09±0,01
	10	7,42±0,04	0,83±0,05	0,87±0,02	13,74±0,12	255,45±1,88	0,64±0,01	15,49±0,04	3,70±0,02
	20	7,40±0,06	0,97±0,04	1,15±0,03	14,09±0,12	314,53±4,08	0,83±0,03	18,66±0,50	4,14±0,03
	30	7,27±0,04	1,18±0,06	1,51±0,02	15,01±0,68	391,52±1,15	0,97±0,06	23,05±0,15	5,27±0,02
Çimlenmiş	0	7,76±0,06	0,81±0,02	0,50±0,02	12,56±0,19	205,08±5,25	0,54±0,05	12,39±0,78	3,09±0,01
	10	7,80±0,01	1,04±0,08	0,77±0,02	14,18±0,37	195,42±4,16	0,70±0,08	18,57±0,17	3,80±0,04
	20	7,77±0,06	1,23±0,02	1,02±0,01	15,49±0,74	184,09±2,18	1,09±0,02	25,33±0,64	4,37±0,04
	30	7,74±0,01	1,53±0,04	1,28±0,04	18,29±0,25	173,82±2,35	1,46±0,05	32,18±0,06	5,60±0,02
Minimum-maksimum		7,27-7,80	0,81-1,53	0,50-1,51	12,56-18,29	173,82-391,52	0,54-1,46	12,39-32,18	3,09-5,60
Ortalama ± std		7,61±0,21	1,05±0,25	0,95±0,35	14,19±1,81	240,62±73,70	0,85±0,31	19,76±6,60	4,13±0,89

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiş olup, iki tekerrürün ortalamasıdır, ²Kinoa unu oranı, ³Toplam fenolik madde, ⁴Antioksidan aktivite ⁵Toplam besinsel lif

Çizelge 4.11. Glutenli makarna örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	Su		Kül		Ham yağ		Ham protein		Fitik asit	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Çimlenme (A)	1	0,38	152,74**	0,17	85,43**	0,05	67,70**	6,52	39,67**	41651,71	3194,55**
KUO ² (B)	3	0,05	18,17**	0,22	115,16**	0,59	809,26**	11,67	71,06**	4449,94	341,30**
A x B	3	0,04	17,88**	0,02	11,09**	0,01	13,91**	2,12	12,88**	8787,32	673,96**
Hata	8		0,01		0,01		0,01		0,16		13,04

¹**p<0,01 düzeyinde önemli, ²Kinoa unu oranı

Çizelge 4.11. Glutenli makarna örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹ (devamı)

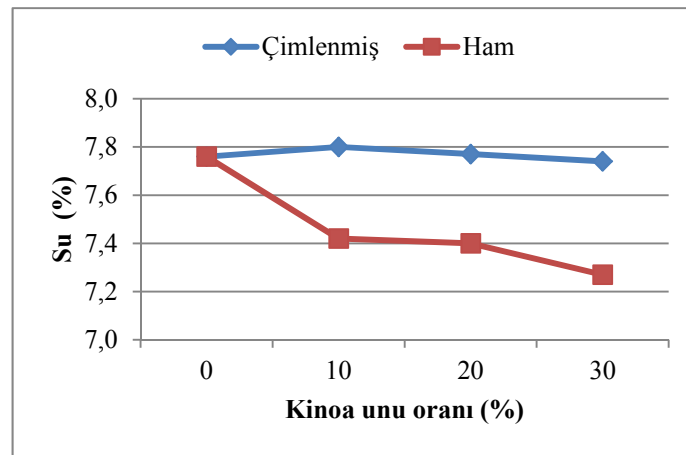
VK	SD	TFM ²		AA ³		TBL ⁴	
		KO	F	KO	F	KO	F
Çimlenme (A)	1	0,16	66,67**	89,26	371,44**	0,11	169,91**
KUO ⁵ (B)	3	0,37	154,90**	171,24	712,62**	3,91	6198,98**
A x B	3	0,05	20,31**	16,09	66,95**	0,02	32,88**
Hata	8	0,01		0,24		0,01	

¹** p<0,01 düzeyinde önemli, ²Toplam fenolik madde, ³Antioksidan aktivite, ⁴Toplam besinsel lif, ⁵Kinoa unu oranı

Çizelge 4.12. Glutenli makarna örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Su (%)	Kül (%)	Ham yağ (%)	Ham protein (%)	Fitik asit (mg/100g)	TFM ² (mg GAE/g)	AA ³ (%)	TBL ⁴ (%)
Çimlenme									
Ham	8	7,46 ^b	0,94 ^b	1,00 ^a	13,85 ^b	291,64 ^a	0,75 ^b	17,39 ^b	4,05 ^b
Çimlenmiş	8	7,77 ^a	1,15 ^a	0,89 ^b	15,13 ^a	189,60 ^b	0,95 ^a	22,12 ^a	4,21 ^a
KUO ⁵ (%)									
0	4	7,76 ^a	0,81 ^d	0,49 ^d	12,56 ^d	205,08 ^d	0,54 ^d	12,39 ^d	3,09 ^d
10	4	7,61 ^b	0,93 ^c	0,82 ^c	13,96 ^c	225,44 ^c	0,68 ^c	17,03 ^c	3,75 ^c
20	4	7,58 ^{bc}	1,10 ^b	1,09 ^b	14,79 ^b	249,31 ^b	0,96 ^b	21,99 ^b	4,25 ^b
30	4	7,50 ^c	1,35 ^a	1,39 ^a	16,65 ^a	281,67 ^a	1,22 ^a	27,61 ^a	5,43 ^a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05), ²Toplam fenolik madde, ³Antioksidan aktivite, ⁴Toplam besinsel lif, ⁵Kinoa unu oranı



Şekil 4.7. Glutenli makarna örneklerinin su miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonu

4.2.3.2. Kül

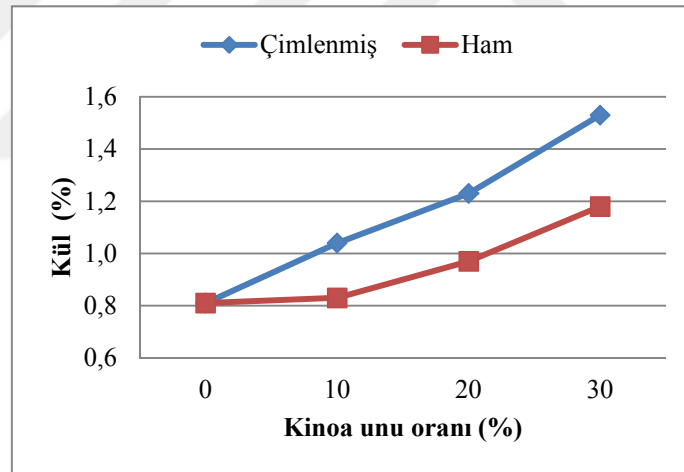
Deneme desenine göre üretilen makarna örneklerine ait kül miktarı ortalama % $1,05 \pm 0,25$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Varyans analizi sonuçlarına göre makarnaların kül miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinin kül miktarı ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.12). Çimlenme işlemi esnasında tanenin kimyasal kompozisyonundaki değişikliklerin araştırıldığı birçok çalışma mevcuttur. Çimlenmeyle artan alfa amilaz etkisiyle ilk önce karbonhidratlar yıkıma uğramakta ve solunumda kullanılmak üzere basit şekerlere dönüşmektedir. Bu durum da; kimyasal kompozisyonda bulunan diğer bileşenlerin oransal bir artış göstermesine neden olmaktadır (Jones ve Jacobsen, 1991; Vadiraj ve Mulimani, 1993; Garciarubio ve ark., 1997). Çimlenmeyle artan kül miktarı kinoa ununun ve dolayısıyla ilave edildiği makarnanın kül miktarında artışa neden olmaktadır. Nitekim, Donkor ve ark. (2012), yedi farklı tahıl çeşidini (buğday, karabuğday, arpa, yulaf, pirinç, sorgum ve kahverengi pirinç) çimlendirmiş, 5 günlük çimlenme sonunda buğdayda kül miktarının $1,85 \text{ g/100g}$ ’dan $2,18 \text{ g/100g}$ ’a yükseldiğini belirtmişlerdir.

Sonuçlar kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde, hiç kinoa unu kullanılmayan makarnalarda kül miktarı % 0,81 iken en yüksek oranda kinoa unu

ilaveli makarnalarda bu miktarın % 1,35'e yükseldiği görülmüştür. (Çizelge 4.12). Kinoada bulunan mevcut kül miktarı buğday irmiğine göre yüksek olduğundan kinoa ilavesi arttıkça makarnalardaki kül miktarı da bu duruma paralel bir şekilde artış göstermiş olabilir. Lorusso ve ark. (2017), kinoa ham ve fermente ederek makarna üretiminde kullanmıştır. Buğday irmiğinden yapılan makarna örneklerinde kül miktarı % 0,81 bulurken, % 20 oranında ham kinoa ilaveli makarna örneklerinde % 1,08'e yükselmiştir. Farklı ticari makarna örneklerindeki kimyasal kompozisyonunun araştırıldığı bir başka çalışmada da kül miktarının % 0,69-1,18 arasında değiştiği bildirilmiştir (Köten ve ark., 2014).

Makarna örneklerinin kül miktarı üzerinde etkili "*çimlenme x kinoa unu oranı*" interaksiyonu Şekil 4.8'de gösterilmektedir. Ham ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki kül miktarı artmış, bu artış çimlenmiş kinoa unu ilaveli olan makarna çeşitlerinde daha yüksek olarak belirlenmiştir. % 30 ilave oranında ham ve çimlenmiş kinoa unu kullanılarak hazırlanan makarnaların kül miktarları arasındaki fark en yüksek düzeye ulaşmıştır.



Şekil 4.8. Glutenli makarna örneklerinin kül miktarı üzerinde etkili "*çimlenme x kinoa unu oranı*" interaksiyonu

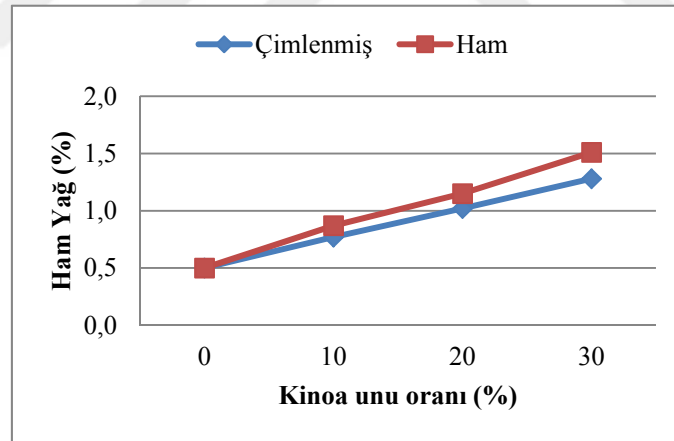
4.2.3.3. Ham yağ

Makarna örneklerine ait ham yağ miktarı % 0,50 ile % 1,51 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.10). Varyans analizi sonuçlarına göre makarnaların ham yağ miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile "*çimlenme x kinoa unu oranı*" interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre örneklerin ham yağ miktarı ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde % 1 iken, çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerde % 0,89' a düşmüştür (Çizelge 4.12).

Elde edilen sonuçlar kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde makarna örneklerinde ham yağ içeriğinin artan kinoa oranı ile yükseldiği görülmüştür. Hiç kinoa unu ilave edilmemiş makarna örneklerinde ham yağ miktarı % 0,49 iken % 30 oranında kinoa unu ilaveli makarnalarda % 1,39'a yükselmiştir (Çizelge 4.12). Kinoa'nın yağ içeriği buğday irmiğinden yüksek olduğundan artan kinoa ilavesine paralel olarak makarna örneklerindeki yağ miktarının da arttığı tahmin edilmektedir.

Makarna örneklerinin ham yağ miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” etkileşimi incelendiğinde ham ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki yağ miktarının arttığı, ancak çimlenmiş kinoa unu ilave edilen makarnalarda bu artışın daha az olduğu görülmektedir (Şekil 4.9). Çimlenme işlemi kinoa tohumunda yağ miktarının azalmasına sebep olduğundan (Çizelge 4.2) çimlenmiş kinoa ilaveli makarnalarda bu artışın ham kinoa unu ilaveli makarnalardan daha az olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.9. Glutenli makarna örneklerinin ham yağ miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” etkileşimi

4.2.3.4. Ham protein

Makarna örneklerine ait ham protein miktarı % 12,56 ile % 18,29 arasında değişmiştir (Çizelge 4.10). Varyans analizi sonuçlarına göre makarnaların ham protein miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” etkileşimi $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinin protein miktarı (% 13,85) çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinden (% 15,13) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları kullanılan kinoa unu oranı açısından incelendiğinde ham ya da çimlenmiş kinoa unu kullanımı arttıkça makarna örneklerindeki protein miktarı da yükselmiştir. Bu durum kinoa'nın sahip olduğu protein miktarının makarna formülasyonundaki buğday irmiğinden daha yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Kinoa ununun kullanılmadığı makarna örneklerinde ham protein miktarı % 12,56 iken, en yüksek oranda kinoa unu kullanılan makarnalarda bu miktar % 16,65'e yükselmiştir (Çizelge 4.12)

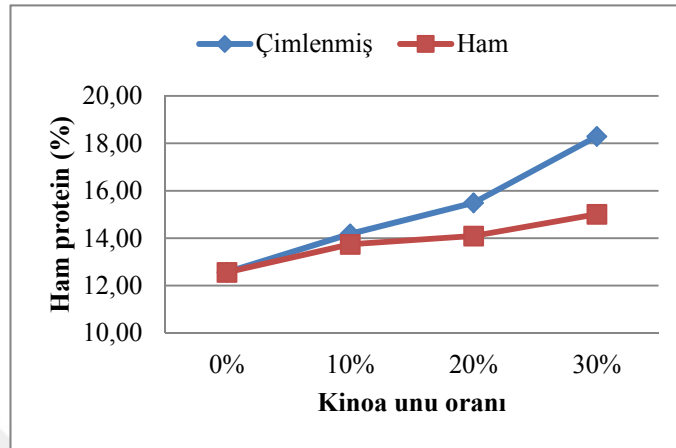
Torres ve ark. (2007), 4 gün süreyle çimlendirdikleri bezelyeleri makarna yapımında farklı oranlarda kullanmışlardır. Makarnaya % 10 oranında çimlenmiş bezelye unu ilave edildiğinde, protein miktarının % 14,8'den % 17,3'e yükseldiğini belirtmişlerdir.

Kim ve ark. (2001), karabuğdayı 6, 7 ve 8 gün boyunca çimlendirmeye tabi tutmuşlar ve başlangıçta % 11,6 olan protein miktarının sırasıyla % 19; 20,6 ve 24,3'e kadar çıktığını belirtmişlerdir.

Vayupharp ve Laksanalamaı (2013) benzer bir çalışmada mung fasulyesini farklı çimlenme periyotlarında incelemişler ve protein miktarının % 26'dan % 35'e yükseldiğini belirtmişlerdir. Bunun sebebi olarak da depo proteinlerin çimlenme esnasında hidroliz yoluyla amino asitlere parçalanması ve nükleik asit gibi NPN (non protein nitrogen) miktarının artmasına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Bir diğer sebep, çimlenme sırasındaki artan enzim aktivitelerine bağlı olarak nişasta miktarının azalmasının protein miktarındaki oransal artışa yansımadır (Rodriguez ve ark., 2008; Blessing ve Gregory, 2010).

Fouad ve Rehab (2015) yaptıkları çalışmada mercimekte 23,65 g/100g olan protein miktarının 3, 4, 5 ve 6 günlük çimlenme sonucunda sırasıyla 27,51; 27,90; 28,41 ve 28,86 mg/100g olduğunu belirtmişlerdir. Bu artışın sebebi olarak çimlenme esnasında gerçekleşen solunumla birlikte özellikle karbonhidratların yıkımından kaynaklanan kuru madde kaybı gösterilmektedir (Mahmoud ve El-Anany, 2014; Uppal ve Bains, 2012). Nonogaki ve ark. (2010) ise protein miktarındaki artışın sebebini çimlenme sürecindeki hormonal değişimler ve imbibisyon sırasında yeni protein sentezi olarak açıklamaktadır.

Makarna örneklerinin ham protein miktarı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonu incelendiğinde makarna örneklerinde ham ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça, protein miktarının da arttığı, çimlenmiş kinoa unu kullanımının bu artışı daha fazla yükselttiği görülmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Glutenli makarna örneklerinin *ham protein miktarı* üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonu

4.2.3.5. Fitik asit

Makarna örneklerinin içerdiği fitik asit miktarı ortalama $240,62 \pm 73,70$ mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Makarna örneklerinin fitik asit miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu Çizelge 4.11’ de gösterilen varyans analizi sonuçlarında belirtilmiştir.

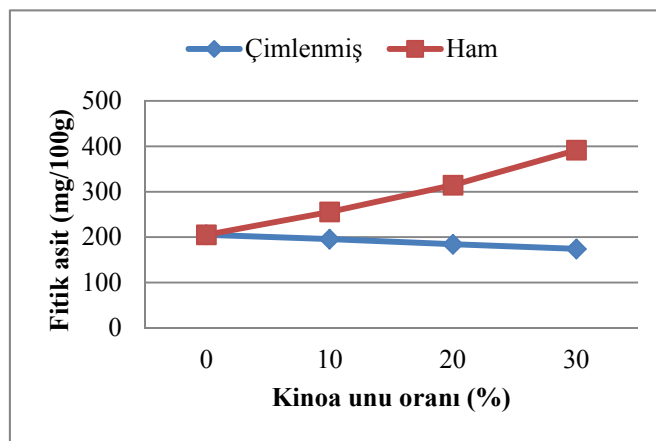
Duncan çoklu karşılaştırma testi incelendiğinde ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde 291,64 mg/100g olan fitik asit miktarının çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde 189,60 mg/100g’a düştüğü görülmektedir. (Çizelge 4.12). Çimlenme işlemi sonucunda kinoanın fitik asit miktarındaki azalmanın son ürün makarnalara da yansıdığı düşünülmektedir.

Çimlenme işlemi, tohumların yapısında bulunan anti-besinsel bileşenlerin miktarını azaltan en önemli proseslerden biridir. Çimlenmeyle artan fitaz enzimi aktivitesi sebebiyle fitik asit miktarı önemli oranda düşmekte ve minerallerin biyoyararlılığı artmaktadır. Yaklaşık 7 ile 8 günlük çimlendirme işlemi sonunda fitat içeriğinin neredeyse tamamının parçalandığı bildirilmektedir (Ashton ve Williams 1958). Ghavidel ve Prakash (2007) mercimek, börülce, manş fasulyesi ve nohut gibi

bazı tahıllarda yaptıkları bir araştırmada çimlenme işlemi sonrasında % TBL miktarının artarken, fitik asit miktarının % 18-21 oranında azaldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da kinoanın çimlendirilmesi sonucunda fitik asit miktarı 970,97 mg/100g'dan 221,05 mg/100g'a düşmüş (Çizelge 4.2) dolayısıyla çimlenmiş kinoa unundan hazırlanan makarnaların fitik asit miktarı ham kinoa unundan hazırlanan makarnalardan düşük bulunmuştur.

Duncan testi sonuçlarına göre hiç kinoa ilavesi yapılmamış makarna örneklerinde fitik asit miktarı 205,08 mg/100g iken, % 30 kinoa unu ilaveli makarnalarda bu miktar 281,67 mg/100g'a çıkmıştır. Ancak sonuçlar Şekil 4.11'de verilen fitik asit miktarı üzerinde etkili "*çimlenme x kinoa unu oranı*" interaksyonu ile beraber değerlendirildiğinde ham ve çimlenmiş kinoa unu ilavesinin makarnalardaki fitik asit miktarını farklı yönde etkilediği görülmektedir. Herken (2005) çimlenmiş bürülce unlarını farklı oranlarda makarna üretiminde kullanmıştır. Kullanılan oran arttıkça makarnalardaki fitik asit miktarının arttığı belirlenmiştir.

Makarna örneklerinin fitik asit miktarı üzerinde etkili "*çimlenme x kinoa unu oranı*" interaksyonuna göre makarna örneklerinde ham kinoa unu oranı arttıkça fitik asit miktarı da artmaktadır (Şekil 4.11). Ancak çimlenme işlemi fitik asit miktarını düşürdüğünden çimlenmiş kinoa unu ilave edilen örneklerde fitik asit miktarı azalırken ham kinoa unu ilave edilen makarnalarda artış olmaktadır.



Şekil 4.11. Glutenli makarna örneklerinin *fitik asit miktarı* üzerinde etkili "*çimlenme x kinoa unu oranı*" interaksyonu

4.2.3.6. Toplam fenolik madde (TFM)

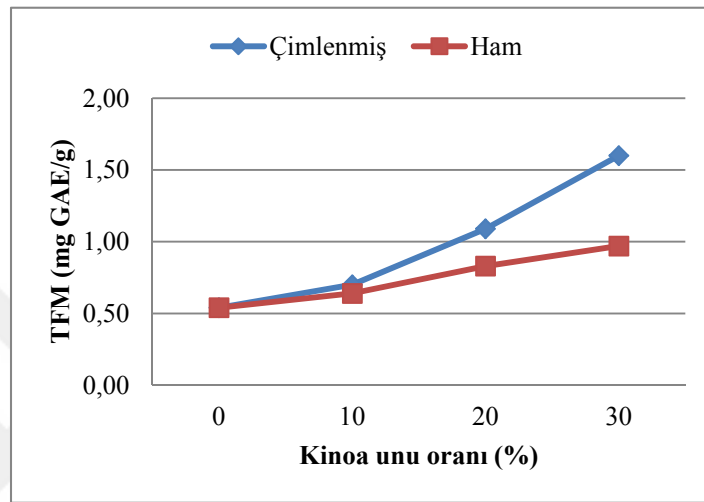
Makarna örneklerinin içerdiği toplam fenolik madde (TFM) miktarı 0,54 - 1,46 mg GAE/g arasında değişmiştir (Çizelge 4.10). Varyans analizi sonuçlarına göre makarna örneklerindeki TFM miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinin TFM miktarı ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Tohumların çimlenmesi esnasında birincil ve ikincil metabolitler kompozisyonunda toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite değişikliği gibi radikal değişikliklere yol açan, birçok biyokimyasal süreç gerçekleşir (Xu ve ark. 2009). Çimlenme işlemiyle birlikte yeni bileşiklerin sentezi artmakta ve TFM miktarı da bu prosesle beraber artış göstermektedir. Kim ve ark. (2004), yaptıkları bir çalışmada karabuğdaydaki polifenol içeriğinde çimlenme işlemi vasıtasıyla önemli derecede artış kaydetmişlerdir.

Carciochi ve ark. (2014), kinoa tanelerinin çimlenme esnasında fenolik madde içeriklerini ve antioksidan kapasitelerini incelemişlerdir. Ham kinoaada TFM miktarı 39,29 mg GAE/100 g iken, 1. günün sonunda çimlenmiş kinoaada TFM miktarı 47,04 mg GAE/100g, 2. günün sonunda 61,68 mg GAE/100g, 3. günün sonunda ise 79,04 mg GAE/100g olarak bulunmuştur. Bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş olup, kinoaanın TFM içeriği başlangıçta 1,48 mg GAE/100g iken çimlenme sonucunda 3,13 mg GAE/100g'a yükseldiği için hammaddede olan bu artışın makarna örneklerine de yansımış olabileceği düşünülmektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde, makarna örneklerinde ham ya da çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça TFM miktarının da arttığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.12). Kinoaanın sahip olduğu TFM miktarının buğday irmiğinden yüksek olması bu durumun nedeni olarak yorumlanabilir. Hiç kinoa unu kullanılmayan makarna örneklerinde TFM miktarı 0,54 mg GAE/g iken, en yüksek oranda kinoa unu ilaveli makarnalarda bu miktar 1,22 mg GAE/g'a yükselmiştir. Yapılan bir başka çalışmada % 20 oranında kinoa kullanılan makarna örneklerindeki TFM miktarının, şahit makarnalara oranla % 36,65 oranında arttığı bildirilmiştir (Lorusso ve ark., 2017).

Makarna örneklerinin TFM miktarı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonuna göre makarna örneklerinde ham ya da çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça TFM miktarı da artmaktadır (Şekil 4.12). Ancak çimlenmiş kinoa ununun makarnalarda kullanımıyla bu artış daha fazla olmaktadır. Ayrıca kinoa unu kullanım oranı arttıkça ham ve çimlenmiş kinoa unu kullanılarak hazırlanan makarna örneklerinin TFM miktarları arasındaki fark da yükselmiştir.



Şekil 4.12. Glutenli makarna örneklerinin TFM miktarı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonu

4.2.3.7. Antioksidan aktivite (AA)

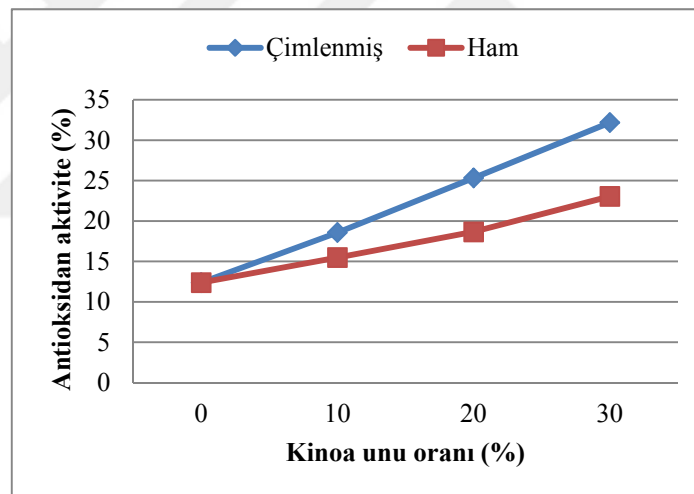
Makarna örneklerine ait antioksidan AA miktarı % 12,39 ile 32,18 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.10). Varyans analizi sonuçlarına göre makarna örneklerinin AA miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinin AA miktarı ham kinoa unu ilaveli makarnalardan yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.12). Çimlenmiş kinoa ununun makarnalarda kullanımı AA miktarını artırmıştır. AA miktarındaki artışın sebebi TFM miktarındaki artışla benzer sebebe bağlı olmakla birlikte, Carciochi ve ark. (2014) yaptıkları bir araştırmada kinoa tanelerinde çimlenme işlemi sonunda antioksidan kapasitedeki değişimi incelemişler ve antioksidan kapasiteyi ham kinoa da % 13,61 iken, 2. günün sonunda % 16,59, 3.günün sonunda ise % 27,39’ a yükselmiş olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada da çimlenme işlemi sonucunda kinoa tanelerinde artan AA miktarının, ilave edildikleri makarna

örneklerine yansımış olabileceği düşünülmektedir. Herken (2005) % 20 oranında çimlenmiş börülce unu ilave ettiği makarnaların kontrol grubuna göre % 41 daha fazla antioksidan kapasiteye sahip olduğunu belirtmiştir.

Duncan testi sonuçları kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde makarnalardaki kinoa unu oranı arttıkça AA miktarının da arttığı belirlenmiştir. Hiç kinoa ikamesinin yapılmadığı makarna örneklerinde AA miktarı % 12,39 olarak bulunurken % 30 oranda kinoa unu ilaveli makarna grubunda % 27,61'e çıkmıştır. Lorusso ve ark. (2017) % 20 oranında kinoa ilave edilen makarna örneklerinin kontrol grubuna göre % 85 daha fazla antioksidan aktiviteye sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Makarna örneklerinin AA miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonu Şekil 4.13'te verilmiştir. Makarna örneklerinde ham kinoa unu oranı arttıkça AA miktarının da arttığı ancak çimlenmiş kinoa unu ilave edilen makarnalarda bu artışın daha fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 4.13. Glutenli makarna örneklerinin *antioksidan aktivite* miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonu

4.2.3.8. Toplam besinsel lif (TBL)

Makarna örneklerinin içerdiği TBL miktarı ortalama % $4,13 \pm 0,89$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Varyans analizi sonuçlarına göre makarna örneklerinin TBL miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

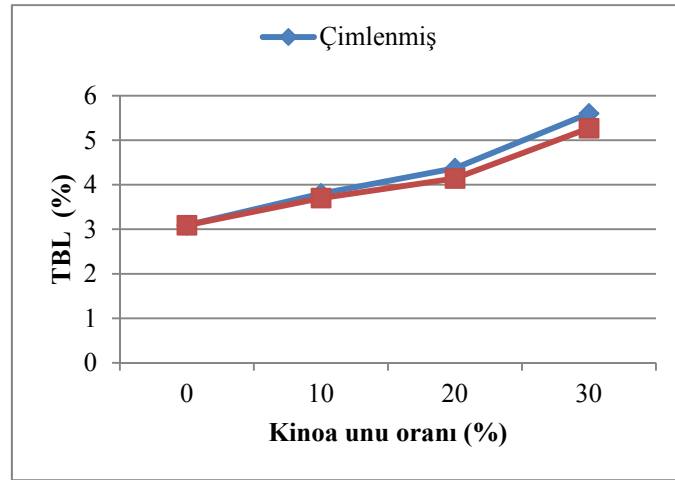
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre örneklerin TBL miktarı ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde % 4,05 olarak bulunurken, çimlenmiş kinoa unu

ilaveli makarna örneklerinde bu miktar % 4,21'e yükselmiştir. Çimlenmeyle beraber artan lif miktarı; nişasta miktarındaki oransal azalma veya bitkinin sürgün vermesi esnasında bitkinin yapısal karbonhidratlarından selüloz ve hemiselülozun sentezlenmesinden kaynaklanabileceği şeklinde açıklanmaktadır (Vayupharp ve Laksanalama, 2013). Kim ve ark. (2001), karabuğday tanelerindeki nem oranının 6 günlük çimlenme sonucunda yaklaşık 9 kat arttığını, ham lif oranının ise % 3,82'den 4,39'a yükseldiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da kinoa'nın çimlenmesiyle birlikte TBL miktarı % 11,51'den % 13,46'ya yükselmiştir (Çizelge 4.2). Kinoa'nın TBL miktarındaki bu artışın ilave edildiği makarna örneklerine de yansıdığı düşünülmektedir.

Elde edilen sonuçlar kinoa unu kullanım oranı açısından değerlendirildiğinde kinoa'daki TBL miktarının buğday irmiğinden yüksek olması sebebiyle makarnalardaki kinoa oranı arttıkça TBL miktarı da artmıştır. Kinoa ilavesi yapılmayan makarna örneklerinde TBL miktarı % 3,09 iken, en yüksek oranda kinoa unu ilave edilen makarna grubunda % 5,43'e yükseldiği belirlenmiştir.

Alvarez-Jubete ve ark. (2009) bir araştırmada amarant, kinoa ve karabuğdayı doğrudan ve çimlendirerek unlarını ekmek üretiminde kullanmışlardır. Çimlenmemiş karabuğday unu ilave edilen ekmekte TBL miktarı % 23,3 iken çimlenmiş karabuğday ilave edilen ekmekte TBL miktarı % 27,5 olarak tespit edilmiştir. Bir başka çalışmada Torres ve ark. (2007), bezelyeyi 4 gün süreyle çimlendirmişler ve makarnaya farklı oranlarda ilave etmişlerdir. Kontrol grubu makarnalarda TBL oranı % 4,73 iken % 10 çimlenmiş bezelye katkılı makarnalarda bu oran % 5,56'ya çıkmıştır.

Makarna örneklerinin TBL miktarı üzerinde etkili "*çimlenme x kinoa unu oranı*" interaksiyonuna göre, makarna örneklerinde kinoa unu oranı arttıkça TBL miktarı da artmaktadır. Ancak çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde bu artış daha fazla olmaktadır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Glutenli makarna örneklerinin TBL miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu

4.2.4. Glutenli makarna örneklerine ait mineral madde sonuçları

Makarna örneklerinin mineral madde miktarları (Ca, Cu, Fe, K, Mg, P ve Zn) Çizelge 4.13’te, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14’te, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.15’de verilmiştir.

4.2.4.1. Ca (Kalsiyum)

Makarna örneklerine ait Ca miktarı 24,34-40,90 mg/100g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.13). Varyans analizi sonuçlarına göre makarna örneklerinin Ca miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonunun önemli ($p < 0,01$) olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde Ca miktarı 28,31 mg/100g iken; çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde bu miktar 32,93 mg/100g’a yükselmiştir (Çizelge 4.15).

Sonuçlar kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde artan kinoa unu oranına bağlı olarak makarnalardaki Ca miktarı da artmıştır. Kinoa ilavesi yapılmayan makarna örneklerinde Ca miktarı 24,34 mg/100g olarak bulunurken, % 30 oranında kinoa unu ilave edilen makarna örneklerinde bu miktar 36,46 mg/100g’a yükselmiştir.

Çizelge 4.13. Glutenli makarna örneklerine ait mineral madde (mg/100g) sonuçları¹

Uygulama	KUO ² (%)	Ca	Cu	Fe	K	Mg	P	Zn
Ham	0	24,34±0,31	0,39±0,01	1,58±0,01	229,64±4,31	34,90±0,30	212,17±1,81	1,44±0,01
	10	27,26±0,15	0,42±0,01	1,77±0,02	271,80±0,55	43,11±0,56	229,63±0,68	1,54±0,02
	20	29,63±0,06	0,46±0,01	2,02±0,01	311,16±1,83	50,75±0,17	251,99±0,92	1,66±0,01
	30	32,02±0,18	0,51±0,01	2,24±0,02	351,98±2,53	60,64±1,10	281,93±0,65	1,77±0,02
Çimlenmiş	0	24,34±0,31	0,39±0,01	1,58±0,01	229,64±4,31	34,90±0,30	212,17±1,81	1,44±0,01
	10	30,47±0,16	0,44±0,01	1,85±0,01	303,18±2,73	45,86±1,07	240,14±1,67	1,67±0,01
	20	36,02±0,80	0,51±0,01	2,15±0,01	370,02±2,34	57,62±0,37	274,09±2,27	1,88±0,04
	30	40,90±0,30	0,57±0,03	2,40±0,01	442,30±3,56	70,48±0,52	303,76±0,45	2,09±0,03
Minimum-maksimum		24,34-40,90	0,39-0,57	1,58-2,40	229,64-442,30	34,90-70,48	212,17-303,76	1,44-2,09
Ortalama ± std		30,62±5,52	0,46±0,04	1,95±0,29	313,71±70,44	49,78±12,18	250,73±32,40	1,68±0,22

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiş olup, iki tekerrürün ortalamasıdır, ²Kinoa unu oranı

Çizelge 4.14. Glutenli makarna örneklerinin mineral madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	S D	Ca		Cu		Fe		K		Mg		P		Zn	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Çimlenme (A)	1	85,42	680,43**	0,01	15,16ns	0,04	170,46**	8150,03	894,93**	94,67	232,31**	740,66	360,90**	0,11	264,13**
KUO ² (B)	3	108,63	865,28**	0,02	72,21**	0,41	2002,78**	20583,56	2260,23**	690,65	1693,99**	4883,83	2379,76**	0,18	417,09**
A x B	3	14,87	118,42**	0,01	3,16ns	0,01	24,84**	1486,33	163,10**	18,97	46,55**	111,44	54,30**	0,02	43,42**
Hata	8	0,13		0,01		0,01			9,11		0,41		2,05		0,01

¹** p< 0,01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, ²Kinoa unu oranı

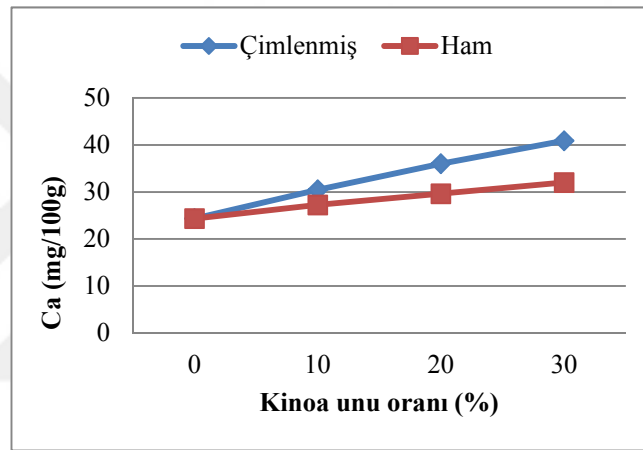
Çizelge 4.15. Glutenli Makarna örneklerinin mineral madde (mg/100g) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Ca	Cu	Fe	K	Mg	P	Zn
Çimlenme								
Ham	8	28,31 ^b	0,45 ^a	1,89 ^b	291,14 ^b	47,35 ^b	243,93 ^b	1,60 ^b
Çimlenmiş	8	32,93 ^a	0,48 ^a	1,99 ^a	336,28 ^a	52,21 ^a	257,54 ^a	1,77 ^a
KUO² (%)								
0	4	24,34 ^d	0,39 ^d	1,58 ^d	229,64 ^d	34,90 ^d	212,17 ^d	1,44 ^d
10	4	28,86 ^c	0,43 ^c	1,81 ^c	287,49 ^c	44,48 ^c	234,89 ^c	1,60 ^c
20	4	32,82 ^b	0,48 ^b	2,08 ^b	340,59 ^b	54,19 ^b	263,04 ^b	1,77 ^b
30	4	36,46 ^a	0,54 ^a	2,32 ^a	397,14 ^a	65,56 ^a	292,84 ^a	1,93 ^a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır, ²Kinoa unu oranı

Ca vücutta en çok bulunan mineraldir. İskeletin hammaddesini oluşturan kalsiyumun % 99'u kemiklerde, az bir kısmı da dişlerde bulunur. Sinir ve kas sistemi fonksiyonları, kanın pıhtılaşması, enerji üretimi, kalbin düzenli bir şekilde çalışması gibi hayati öneme sahip olan Ca süt ve süt ürünleri, yumurta, tahıllar, balık, badem ve yeşil yapraklı sebzelerde bol miktarlarda mevcuttur (Theobald, 2005; Samur, 2008).

Makarna örneklerinin Ca miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonuna göre makarna örneklerinde ham ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça Ca miktarının da arttığı belirlenmiştir. Ayrıca kullanılan kinoa unu miktarı arttıkça çimlenmiş kinoa unu içeren makarnaların Ca miktarı, ham kinoa unu içeren makarnaların Ca miktarından daha fazla oranda artış göstermiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Glutenli makarna örneklerinin Ca miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonu

4.2.4.2. Cu (Bakır)

Makarna örneklerinin Cu miktarı Çizelge 4.13'te gösterilmiş olup ortalama $0,46 \pm 0,04$ mg/100g olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre makarna örneklerinin Cu miktarı üzerinde kinoa unu oranı faktörünün önemli ($p < 0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre örneklerin Cu miktarı çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde (0,48 mg/100g) ham kinoa unu ilave edilen makarna örneklerinden (0,45 mg/100g) deskriptif olarak yüksek bulunurken istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir (Çizelge 4.15).

Elde edilen sonuçlar kullanılan kinoa unu açısından değerlendirildiğinde makarnalardaki ham ya da çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça Cu miktarı da buna bağlı

olarak artırmıştır. Hiç kinoa ilavesinin yapılmadığı makarna örneklerinde Cu miktarı 0,39 mg/100g olarak bulunurken, en yüksek miktarda kinoa unu ilaveli makarnalarda bu miktar 0,54 mg/100g'a yükselmiştir.

Cu gibi bazı iz elementler canlılar için hayati öneme sahip olup hücre içi enzim reaksiyonlarında, sinirsel ve kas uyarımlarda, hormonların sentezlenmesinde, büyümede ve immun sistemin fonksiyonlarında önemli rollere sahiptir (Nollet ve ark., 2007). Cu, demirin (Fe^{+2}) düzenli olarak kullanılması için elzemdir. Cu olmaksızın demir asimile olarak karaciğerde depolanır ancak hemoglobine dönüşemez (Köksal, 2007).

4.2.4.3. Fe (Demir)

Makarna örneklerine ait Fe miktarı 1,58-2,40 mg/100g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.13). Varyans analizi sonuçlarına göre makarna örneklerinin Fe miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

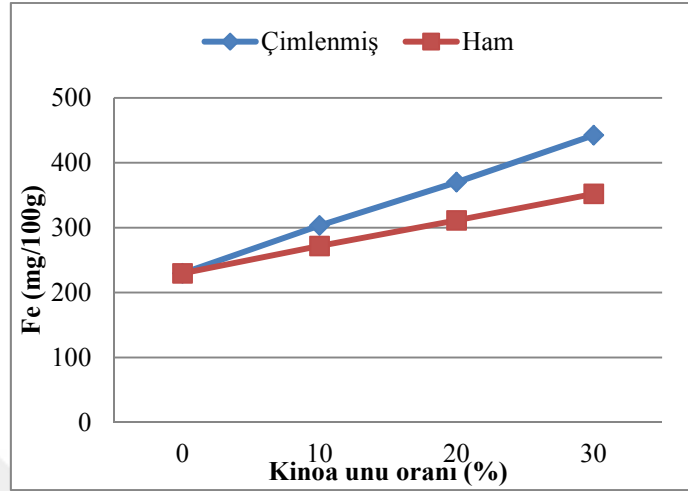
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinin Fe miktarı ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Makarna örneklerinin içerdiği Fe miktarı kullanılan kinoa unu oranı açısından incelendiğinde, kinoaadaki Fe miktarının buğday irmiğindeki kadar yüksek olması sebebiyle makarnalardaki artan kinoa ununa paralel olarak Fe miktarının da artış göstermiş olabileceği düşünülmektedir (Çizelge 4.15). Hiç kinoa ilave edilmeyen makarna örneklerinde Fe miktarı 1,58 mg/100g olarak bulunurken % 30 oranda kinoa ilave edilen makarnalarda bu miktar 2,32 mg/100g'a yükselmiştir.

Enerji metabolizmasında yer alan Fe; DNA sentezi, dokularda oksijenin taşınması, elektron transferi, enzimlerin yapısı ve işlevinde rol oynamaktadır. Eksikliğinde demir anemisine bağlı iştahsızlık, halsizlik, yorgunluk, baş dönmesi gibi rahatsızlıklar ortaya çıkmaktadır. Vücuttaki toplam Fe'in azalması ve Fe depolarının boşalması kansızlığa neden olmaktadır. Kansızlık halinde kırmızı kan hücrelerinin sayısı ve toplam kan hacminin yüzdesi düşmektedir. Hemoglobin düzeyindeki azalmayla birlikte kanın oksijen taşıma yeteneği azalmaktadır (Beutler ve ark. 2003; Fairweather-Tait, 2004).

Makarna örneklerinin Fe miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu incelendiğinde makarna örneklerinde ham ve çimlenmiş kinoa unu oranı

artıkça Fe miktarının da arttığı görülmektedir (Şekil 4.16). Ancak çimlenmiş kinoa ununun ilave edildiği makarnalarda Fe artışı ham kinoa unu ilaveli makarnalardan daha fazla olmuştur.



Şekil 4.16. Glutenli makarna örneklerinin Fe miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu

4.2.4.4. K (Potasyum)

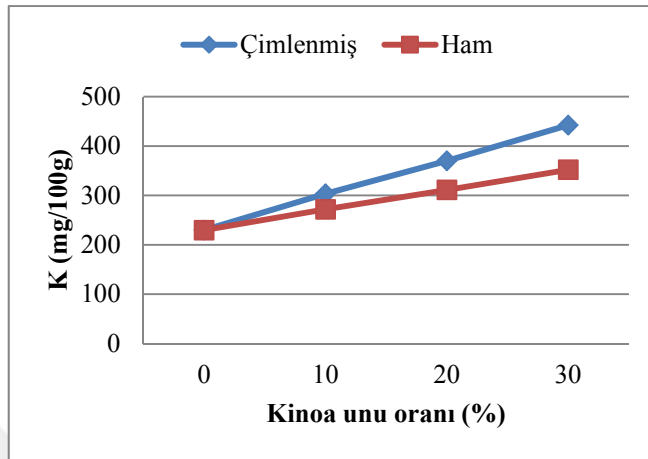
Makarna örneklerine ait K miktarı ortalama $313,71 \pm 70,44$ mg/100g olup Çizelge 4.13’te belirtilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre; makarnaların K miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre örneklerin K miktarı ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde 291,14 mg/100g iken çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde 336,28 mg/100g’a yükselmiştir (Çizelge 4.15).

Makarnalara ait K miktarı kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde artan ham ya da çimlenmiş kinoa unu oranına paralel olarak makarnalardaki K miktarı da artış göstermiştir (Çizelge 4.15). Hiç kinoa ilavesi yapılmamış makarna örneklerinde K miktarı 229,64 mg/100g olarak bulunurken, en yüksek oranda kinoa unu ilaveli makarna grubunda 397,14 mg/100g’a çıkmaktadır.

Araştırmalar K açısından zengin gıdaların insanlarda kemik mineral yoğunluğunun devamını sağladığını ortaya koymakta, Na içeriği düşük K içeriği zengin gıdaların hipertansiyon ve kalp krizi riskini azalttığını, hatta sodyumun kan basıncı üzerindeki olumsuz etkilerini giderebileceğini belirtmektedir (Anonymous, 2018).

Makarna örneklerinin K miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonuna göre makarna örneklerinde kinoa unu oranı arttıkça K miktarı da artmaktadır (Şekil 4.17). Çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarnalarda ise ham kinoa unu ilaveli makarnalardan daha fazla miktarda artış olduğu görülmektedir.



Şekil 4.17. Glutenli makarna örneklerinin K miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonu

4.2.4.5. Mg (Magnezyum)

Makarna örneklerine ait Mg miktarı 34,90-70,48 mg/100g arasında değişmiştir (Çizelge 4.13’). Varyans analizi sonuçlarına göre makarna örneklerinin Mg miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonunun önemli ($p < 0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

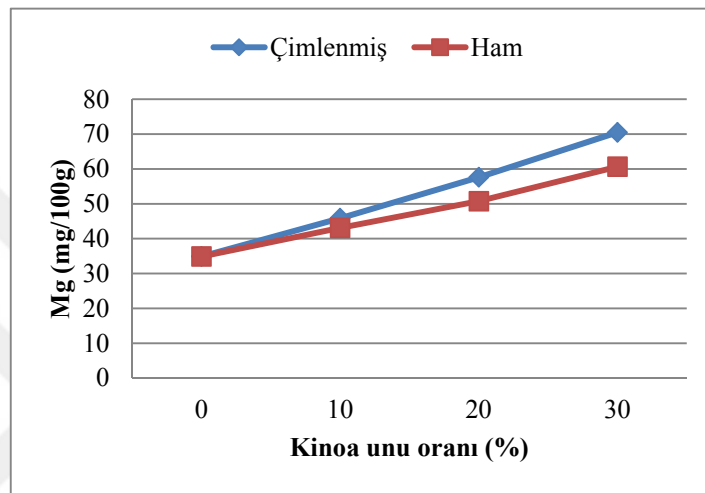
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde Mg miktarı ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. (Çizelge 4.15).

Duncan karşılaştırma testi sonuçları kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde, makarnalardaki kinoa unu ilavesi arttıkça Mg miktarının da yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.15). Kinoa ilavesi yapılmayan makarna örneklerinde Mg miktarı 34,90 mg/100g olarak bulunurken, % 30 oranda kinoa unu ilaveli makarnalarda bu miktar 65,56 mg/100g’a kadar yükselmiştir.

Yağlı tohumlar, kuru baklagiller, rafine edilmemiş tahıl taneleri ve koyu yeşil yapraklı sebzeler önemli Mg kaynaklarıdır (Altiner ve Şahan, 2016). Kemik ve dişlerin yapısında Ca ve P ile birlikte bulunur. Vücuttaki asit-baz dengesinin ve osmatik basıncın

sağlanmasında yardımcı olur. Ayrıca metabolizmada birçok enzimin çalışmasında da rol alır (Demirci, 2009).

Makarna örneklerinin Mg miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonunun verildiği grafiğe göre (Şekil 4.18) makarna örneklerinde kullanılan ham ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça Mg miktarının da arttığı, ancak çimlenmiş kinoa ununun makarnalarda kullanımıyla bu artışın biraz daha fazla olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.18. Glutenli makarna örneklerinin Mg miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonu

4.2.4.6. P (Fosfor)

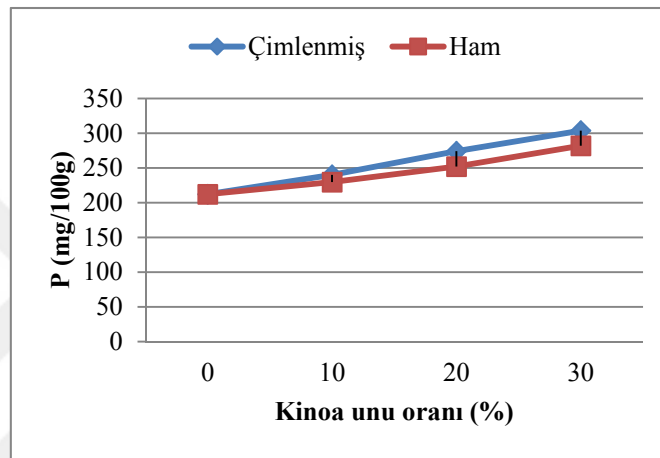
Makarna örneklerine ait P miktarı 212,17 ile 303,76 mg/100g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.13). Varyans analizi sonuçlarına göre makarnaların P miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonu $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testinin verildiği Çizelge 4.15’e göre örneklerin P miktarı ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde 243,93 mg/100g iken; çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde 257,54 mg/100g’a yükselmiştir.

Elde edilen sonuçlar kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde makarnalarda kullanılan kinoa unu oranı arttıkça P miktarı da artırmıştır (Çizelge 4.15). Hiç kinoa ilave edilmeyen makarna örneklerinde P miktarı 212,17 mg/100g olarak bulunurken, en yüksek oranda kinoa unu ilave edilen makarnalarda 292,84 mg/100g’a çıkmıştır.

Ca' dan sonra vücutta en çok bulunan mineral P'dur. Ortalama % 80'i diş ve kemiklerin yapısında bulunmaktadır. Ayrıca ATP oluşumunda, nükleotidlerin yapısında ve şeker esterlerinin oluşumunda yer alır. Ca ve proteince zengin gıdalar P yönünden de zengindir (Demirci, 2009)

Makarna örneklerinin P miktarı üzerinde etkili "*çimlenme x kinoa unu oranı*" interaksiyonuna göre makarna örneklerinde kinoa unu oranı arttıkça P miktarı da artmaktadır (Şekil 4.19). Ancak çimlenmiş kinoa ununun kullanımı ile bu artış daha fazla olmaktadır.



Şekil 4.19. Glutenli makarna örneklerinin P miktarı üzerinde etkili "*çimlenme x kinoa unu oranı*" interaksiyonu

4.2.4.7. Zn (Çinko)

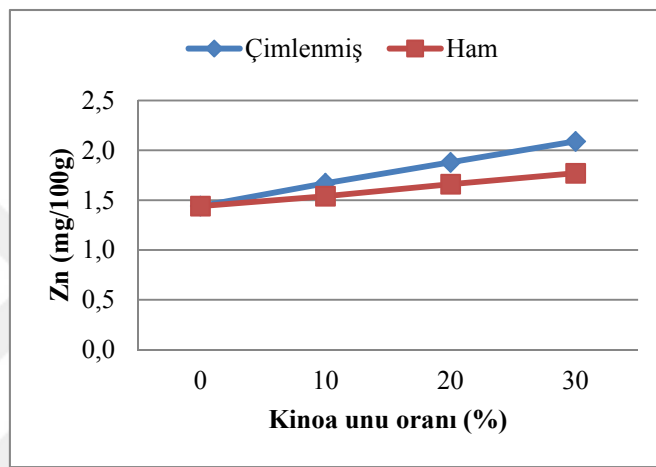
Makarna örneklerine ait Zn miktarı ortalama $1,68 \pm 0,22$ mg/100g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.13). Varyans analizi sonuçlarına göre makarna örneklerinin Zn miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile "*çimlenme x kinoa unu oranı*" interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre örneklerin Zn miktarı ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde (1,60 mg/100g) çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinden (1,77 mg/100g) daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Makarna örneklerinin Zn içeriği kullanılan kinoa unu oranı yönünden ele alındığında makarnalardaki kinoa unu oranı arttıkça Zn miktarının da arttığı görülmektedir (Çizelge 4.15). Hiç kinoa ilave edilmemiş makarna örneklerinde Zn miktarı 1,44 mg/100g iken, % 30 oranda kinoa unu ilave edilen makarnalarda 1,93 mg/100g'a yükselmiştir.

Zn bağımsızlık sistemi üzerinde önemli rol oynar. Doğuştan gelen bağımsızlık hücrelerinin ve nötrofillerin gelişimi ve işlevi için önemlidir. Ayrıca antioksidan özelliği sayesinde bağırsaklarda sindirim sırasında serbest radikallerin neden olduğu hasarın önlenmesinde etkilidir (Prasad, 2008).

Makarna örneklerinin Zn miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu incelendiğinde makarna örneklerinde ham ya da çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça Zn miktarının da arttığı, ancak çimlenmiş kinoa unu kullanılan makarnalarda bu artışın daha fazla olduğu görülmektedir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Glutenli makarna örneklerinin Zn miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu

Makarna üretiminde kullanılan hammaddelere ait mineral madde analiz sonuçları üretilen makarna örneklerine de yansımış olup, artan ham ve çimlenmiş kinoa ununa paralel olarak son üründe mineral madde içeriği de yükselmiştir (Çizelge 4.3).

Çimlenme esnasında solunumda kullanılan kuru madde kaybı tanenin kimyasal kompozisyonunda değişikliğe sebebiyet vermekte ve bu durum bazı bileşenlerde olduğu gibi mineral miktarında da oransal artışa yol açmaktadır (Jones ve Jacobsen, 1991; Vadiraj ve Mulimani, 1993; Garciarubio ve ark., 1997). Çimlenme işlemi tohumlara bir takım farklı üstün özellikler de kazandırmaktadır. Fitik asit, gıdaların yapısında bulunan Cu, Zn, Fe, Ca, Mg, Mn ve Co gibi mineralleri bağlayarak fitat kompleksleri oluşturmakta ve bu minerallerin biyoyararlılığı azalmaktadır. Çimlenme işlemi ile artan fitaz aktivitesi sayesinde mineraller de serbest bırakılmaktadır (Camacho ve ark., 1992; Kanmaz, 2017). 4 gün çimlendirilen yonca filizinde Fe içeriğinin % 201, Ca içeriğinin % 102, Zn mineral içeriğinin % 148 ve Mg içeriğinin ise % 92 oranında artış gösterdiği bildirilmiştir (Kanzmaz, 2017).

Bu çalışmada kinoanın çimlenmesiyle Ca, Cu, Fe, K, Mg, P ve Zn miktarlarında sırasıyla % 88,3; % 45,9; % 16,9; % 47,1; % 23,8; % 29,8 ve % 55,6'lık artış belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Bu artışlar son ürün makarnaya da yansiyarak çimlenmiş kinoa unu ilave edilen makarnalarda daha yüksek mineral madde değerlerinin elde edilmesine sebep olmuş olabilir.

Duncan testi sonuçlarında verilen ortalama mineral madde miktarları günlük ihtiyaç duyulan RDA değerleri açısından hesaplandığında kinoa unu ilave edilmeden hazırlanan makarna örneklerinin Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn ihtiyacının sırasıyla % 3,5; 15,8; 12,6; 10; 26,5 ve 9,6'sını karşıladığı görülmektedir. Aynı hesaplama % 30 kinoa unu içeren makarnanın ortalama mineral madde değerleri kullanılarak yapıldığında, Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn'nun sırasıyla % 4,56; 23,2; 22,1; 18,7; 36,6 ve 12,9'unun karşılandığı belirlenmiştir.

Jambrec ve ark. (2016), tagliatelle tipi makarna üretiminde karabuğdayı farklı oranlarda kullanmışlardır. Kontrol grubu ile kıyaslandığında Ca, Mg, Zn, Cu, Mn ve Fe miktarları sırasıyla 35,09 mg/100g'dan 36,18'ye; 103,9 mg/100g'dan 135,8'e; 2,23 mg/100g'dan 2,78'e; 2,63 mg/100g'dan 3,27'ye; 6,15 mg/100g'dan 11,69 mg/100g'a kadar yükselmiştir. Demirkol ve İçöz (2002) de inceledikleri makarnanın bileşiminde Fe, Ca, K ve Mg miktarlarını sırasıyla 1,5; 16; 125 ve 34 mg/100g şeklinde belirtmişlerdir.

Torres ve ark. (2007), farklı oranlarda çimlenmiş bezelye ununu makarnaya ilave ettikleri bir çalışmada şahit numunede Ca, K, Mg, Zn ve Fe oranlarını sırasıyla 51,7; 134; 52,9; 3,78 ve 2,63 mg/100g olarak bulurken, % 10 oranında çimlenmiş bezelye ilave edilen makarnalarda bu değerler sırasıyla 70,7; 172,2; 55,9; 2,91; 2,70 ve 17,3 mg/100g olarak belirlemişlerdir.

4.2.5. Glutenli makarna örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları

Makarna örneklerinde mikrobiyolojik kalite özelliklerini ortaya koymak için yapılan maya-küf analizine ait sonuçlar Çizelge 4.16' da verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde çimlenmiş % 30 kinoa unu ilave edilen makarna örnekleri hariç, diğer hiçbir makarna örneğinde maya-küf gelişimine rastlanmamıştır. Gelişim gösteren makarna örneğinde ise 10 adet in altında bir mikrobiyal gelişim söz konusu olmuştur.

Türk Gıda Kodeksi (TGK) Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğine (Tebliğ No: 2009/6) göre; makarnada maya-küf $1,0 \times 10^2$ kob/g yüküne kadar müsaade edilebilen

limitlerin olduğu, $1,0 \times 10^3$ kob/g üzerindeki mikrobiyal yükün ise sağlık açısından tüketilemez nitelik kazandırdığı belirtilmiştir (Anonim, 2009).

Gıda maddelerinin su aktivitesi değerlerinin yüksek olması, o gıdanın mikrobiyal yükünün de artmasına neden olan başlıca faktörlerden birisidir. Makarna vb ürünlerde su aktivitesi değerleri 0,50'nin altındadır (Anonim, 2005). Bu veriler doğrultusunda, çalışma kapsamında üretilen glutenli makarnaların, TGK Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'ne de uygun olduğu belirlenmiştir.

Gerek kurutma prosesi gerekse kurutma prosesi sonrası son ürünlerdeki nem içeriğinin % 10'un altına düşmesi ve buna bağlı olarak su aktivitelerinin 0,50' in altına inmiş olması son ürününde mikrobiyal açıdan herhangi bir mikroorganizmanın gelişmemesini de beraberinde getirmektedir.

Çizelge 4.16. Glutenli makarna örneklerine ait maya-küf sayım sonuçları

Uygulama	KUO ¹ (%)	Maya -Küf sayısı (adet)
Ham	0	-
	10	-
	20	-
	30	-
Çimlenmiş	0	-
	10	-
	20	-
	30	<10

¹ Kinoa unu oranı

4.2.6. Glutenli makarna örneklerine ait duyu analizi sonuçları

Hububat ürünleri içinde durum buğdayından elde edilen ve en büyük pazar payını oluşturan ürün makarnadır (Cubadda, 1985). Makarnada önemli kalite kriterleri pişme kalitesi ve makarnanın görünüşüdür (Cole 1991; Feillet ve ark., 2000). Bunun yanı sıra pişmiş makarnanın besin değeri ve duyu özellikleri üretici ve tüketicinin önem verdiği diğer kalite özellikleridir (D'Egidio ve Nardi 1996; Güler ve ark., 2002).

Makarna örneklerinin tat ve koku puanları sırasıyla 5,88-6,90 ve 5,73-6,88 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.17). Makarna formülasyonunda artan oranda ham ya da çimlenmiş kinoa ununa yer verilmesi tat puanlarında düşüşe neden olmuştur. Çimlenmiş kinoa unu kullanılan makarna örneklerinin tatları, ham kinoa unu kullanılan örneklerden biraz daha fazla beğenilmiş ve daha yüksek puanlar toplamıştır.

Çizelge 4.17. Glutenli makarna örneklerinin duyu analizi sonuçları

Uygulama	KUO ¹ (%)	Tat	Koku	Renk	Görünüş	Yapışkanlık	Genel beğeni
Ham	0	6,90	6,83	6,93	6,85	6,70	6,83
	10	6,50	6,88	6,73	6,83	6,45	6,75
	20	6,15	6,80	6,53	6,45	6,33	6,45
	30	5,88	6,40	6,05	6,33	5,91	5,93
Çimlenmiş	0	6,90	6,83	6,93	6,85	6,70	6,83
	10	6,80	6,40	6,70	6,45	6,35	6,53
	20	6,33	6,05	6,25	6,38	5,95	6,13
	30	6,13	5,73	5,50	6,23	5,53	5,65
Ortalama ± std		6,45±0,39	6,49±0,4	6,45±0,4	6,55±0,26	6,24±0,41	6,39±0,44

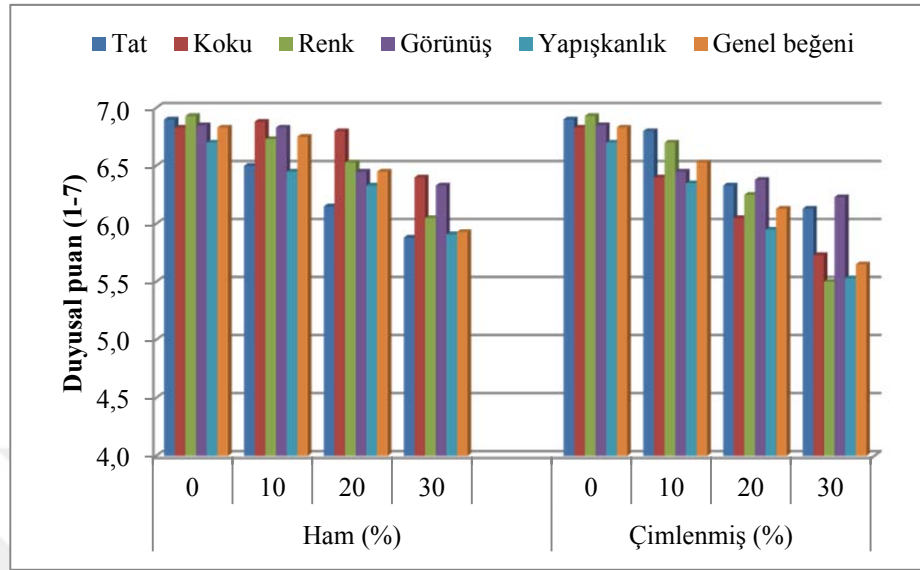
¹ Kinoa unu oranı

Ham kinoa kullanılan makarna örneklerinde % 10'un üzerinde kullanım oranı koku puanında düşüşe neden olurken, çimlenmiş kinoa unu kullanılan makarnalarda tüm kullanım oranları koku puanlarını düşürmüştür. Genel olarak çimlenmiş kinoa ilaveli makarna örneklerinin koku puanları, ham kinoa unu kullanılarak hazırlanan örneklerden düşük bulunmuştur. Tat ve koku puanları birlikte değerlendirildiğinde, yüksek ham/çimlenmiş kinoa unu kullanım oranlarının (% 20-30) tat-koku puanlarını düşürdüğü, ancak bu düşüşün tüketici beğenisini olumsuz etkileyecek düzeyde olmadığı anlaşılmaktadır.

Makarnanın renk ve görünüş puanları 5,50-6,93 ve 6,23-6,85 arasında değişim göstermiştir. Makarna üretiminde kullanılan kinoa unu oranı arttıkça renk puanları düşmüş ve bu düşüş çimlenmiş kinoa unu ilave edilen makarnalarda daha fazla gerçekleşmiştir. Çizelge 4.6 incelendiğinde, artan ham/çimlenmiş kinoa unu oranına bağlı olarak L^* ve b^* değerleri düşerken, a^* değerinin ise arttığı görülmektedir.

Çiğ makarna örneklerinde aletsel ölçüm sonucunda elde edilen bu renk değerlerinin, pişmiş makarna örneklerinde duyu analizi sonuçlarında da panelistler tarafından benzer şekilde değerlendirildiği anlaşılmaktadır. Yani artan koyuluk ve azalan sarılık değerlerinin panelistler tarafından daha düşük puanlarla değerlendirildiği tahmin edilmektedir. Renk değerlerindeki değişimin sebepleri 4.2.1 başlığı altında detaylı olarak tartışılmıştır. Makarna örneklerinin görünüş puanları, renk puanları ile paralel bir sonuç sergilemiştir. Genel olarak çimlenmiş kinoa unu kullanılarak hazırlanan makarnaların görünüş puanları, ham kinoa unu kullanılarak hazırlananlardan

daha düşük bulunmuştur. Artan ham/çimlenmiş kinoa unu oranları görünüş puanlarını düşürmüştür.



Şekil 4.21. Glutenli makarna örneklerine ait duyu analizi sonuçları

Görünüş puanları renk ve yüzey özelliklerinden etkilenmektedir. Artan kinoa ununa bağlı olarak renk puanlarındaki düşüş yukarıdaki paragrafta özetlenmiştir. Yüzey özellikleri ise formülasyondaki gluten miktarı ve kurutma koşullarına bağlı değişim gösterebilmektedir. Kinoa unu kullanım oranının artışına bağlı olarak makarna hamurunda mevcut gluten miktarının seyrelmesi yüzey özelliklerinin bozularak daha düşük puanların elde edilmesinde en önemli etken olarak görülmektedir. Makarnaların renk ve görünüşlerinde kinoa unu kullanımına bağlı yukarıda bahsedilen düşüşler oldukça sınırlı düzeyde olup, genel beğeni sınırları içinde kalmıştır.

Makarna örneklerinde yapışkanlık değerleri 5,53-6,70 arasında değişim göstermiştir. Makarna formülasyonunda artan oranda ham ya da çimlenmiş kinoa ununa yer verilmesi pişmiş makarna örneklerinin daha düşük yapışkanlık puanlarıyla değerlendirilmesine neden olmuştur. Daha önce bahsedildiği gibi kinoa unu ilavesiyle gluten miktarında meydana gelen seyrelme bu sonucun elde edilmesinde etkili olmuş olabilir.

Makarnaların genel beğeni puanları panelistler tarafından 5,65-6,83 arasında değerlendirilmiştir. Artan ham/çimlenmiş kinoa unu kullanımı genel beğeni değerlerinde düşüşe neden olsa da en yüksek kullanım oranı (%30) bile tüketici beğeni sınırı içinde kalmış ve kabul edilebilir genel beğeni puanına sahip olmuştur. Koku, renk,

görünüş ve yapışkanlık puanlarında olduğu gibi, genel beğeni puanlarında da çimlenmiş kinoa unu kullanılarak hazırlanan örnekler daha düşük puanlar toplamıştır.

Seol ve Sim (2017) çimlenmiş kinoa ununu erişte üretiminde kullanmış ve duyuşal özelliklerini incelemiştir. % 5, 10, 15 ve 20 oranlarında kinoa ilavesi yapılan eriştelere renk, aroma, tat, tekstür ve genel beğenilirlik açısından değerlendirilmiş ve % 15 ilave oranı kabul edilebilirlik seviyesi en yüksek olan olarak değerlendirilmiştir.

Kinoanın fermente edilerek ve edilmeden belli oranlarda buğday irmiğiyle yer değiştirilerek makarna üretiminde kullanıldığı bir çalışmada % 20 oranında kinoa unu kullanımının makarnalarda besinsel kaliteyi, teknolojik ve duyuşal özellikleri olumsuz etkilemeden iyileştirebildiği belirtilmiştir (Lorusso ve ark., 2017).

Eydemir ve Hayta (2008) yaptıkları çalışmada kayısı ununu % 5, 10, 15, 20 oranlarında erişte üretiminde kullanmışlardır. Eriştelelerde genel beğenilirlik puanlarının en düşük % 20 kayısı unu kullanımında görüldüğü tat, koku ve görünüş değerlerinde de kullanılan kayısı unu oranı arttıkça puanlamanın düştüğü belirtilmiştir.

4.3. Glutensiz Makarna Analiz Sonuçları

4.3.1. Glutensiz makarna örneklerine ait renk ölçüm sonuçları

Makarna üretiminde bireylerin tüketim alışkanlıkları ve bazı besinsel ihtiyaçlar göz önünde bulundurulmaktadır. Bununla birlikte teknolojik özelliklerin iyileştirilmesi ve ürüne albeni kazandırılması da önem arz etmektedir. Kullanılan hammaddeler son üründe renge etki etmekle birlikte, kurutma ve pişirme gibi bazı prosesler sonucunda da makarnalarda renk değişimleri meydana gelmektedir.

Glutensiz makarnalara ait renk ölçüm sonuçları Çizelge 4.18’de, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19’da ve makarnaların renk değeri ortalamalarının karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir.

4.3.1.1. L^* değeri

Glutensiz makarna örneklerine ait L^* değeri 84,48 ile 90,53 arasında değişmiştir (Çizelge 4.18). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin L^* değeri üzerinde çimlenme, kinoa unu oranı ve “çimlenme x kinoa unu oranı” etkileşiminin $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ham kinoa unu ilaveli glutensiz makarna örneklerinin L^* değeri 87,12 iken çimlenmiş kinoa unu ilaveli glutensiz makarnalarda bu değer 87,68 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.20). Çimlenmiş kinoa ununun kullanıldığı glutensiz makarnaların L^* değeri, ham kinoa unu kullanılarak hazırlanan glutensiz makarna örneklerinin L^* değerinden istatistiki olarak yüksek olmasına rağmen, aralarındaki fark sayısal olarak çok düşük bulunmuştur. Benzer sonuç glutenli makarna örneklerinde de belirlenmiş ve bu küçük artışın muhtemel sebebi ilgili kısımda tartışılmıştır.

Glutensiz makarnaların L^* değerine ait sonuçlar kinoa unu kullanım oranı açısından değerlendirildiğinde kinoa unu kullanılmayan glutensiz makarnaların 90,53 olan L^* değerinin, yüksek oranda kinoa unu (% 30) ilave edilen glutensiz makarnalarda 85,09'a düştüğü görülmektedir. Glutenli makarna örneklerinin L^* değerleri, glutensiz makarnalardan düşük bulunmuştur (Çizelge 4.6 ve 4.20). Glutenli ve glutensiz makarna formülasyonlarında kullanılan hammaddelerin farklı olması, bu sonucun elde edilmesine neden olmuş olabilir. Ancak hem glutenli, hem de glutensiz makarna örneklerinde kinoa unu kullanım oranının artmasına bağlı olarak L^* değeri düşmüştür. Daha öncede belirtildiği gibi, kinoa unlarının glutenli makarna üretiminde kullanılan buğday irmiğinden ve glutensiz makarna üretiminde kullanılan diğer irmiklerden daha yüksek protein ve lizin miktarına sahip olması, makarna üretim aşamalarında Maillard reaksiyonunda artışa dolayısıyla L^* değerinin düşmesine neden olmuş olabilir. Bu sonuçlara göre glutensiz makarnalarda çimlenmiş kinoa unu kullanımı, ham kinoa unu kullanımına göre L^* değerini yükseltirken, artan kinoa unu ilavesi makarnalarda L^* değerinin düşmesine neden olmuştur.

Glutensiz makarna örneklerinin L^* değeri üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonunun verildiği Şekil 4.22 incelendiğinde, glutensiz makarna örneklerinde ham kinoa ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça L^* değerinin de düştüğü görülmektedir (Çizelge 4.20). Ancak çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarnalarda daha fazla azalma gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.18. Glutensiz makarna örneklerinin renk değerleri¹

Uygulama	KUO ² (%)	L*	a*	b*	SI ³	Hue ⁴
Ham	0	90,53±0,07	0,18±0,02	20,37±0,41	20,37±0,41	89,51±0,05
	10	87,71±0,21	0,23±0,04	19,10±0,15	19,10±0,15	89,32±0,11
	20	85,79±0,25	0,27±0,01	18,43±0,18	18,43±0,18	89,18±0,03
	30	84,48±0,13	0,34±0,03	17,70±0,25	17,70±0,25	88,90±0,11
Çimlenmiş	0	90,53±0,07	0,18±0,02	20,37±0,41	20,37±0,41	89,51±0,05
	10	88,11±0,13	0,31±0,03	19,39±0,08	19,39±0,08	89,08±0,08
	20	86,39±0,45	0,41±0,02	18,33±0,16	18,33±0,16	88,73±0,06
	30	85,71±0,23	0,52±0,04	17,65±0,11	17,66±0,11	88,33±0,10
Minimum- maksimum		84,48-90,53	0,1-0,52	17,65-20,37	17,66-20,37	88,33-89,51
Ortalama ± std		87,40±2,17	0,30±0,12	18,92±1,06	18,92±1,06	89,07±0,40

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, ²Kinoa unu oranı, ³Doygunluk indeksi, ⁴Renk özütü

Çizelge 4.19. Glutensiz makarna örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

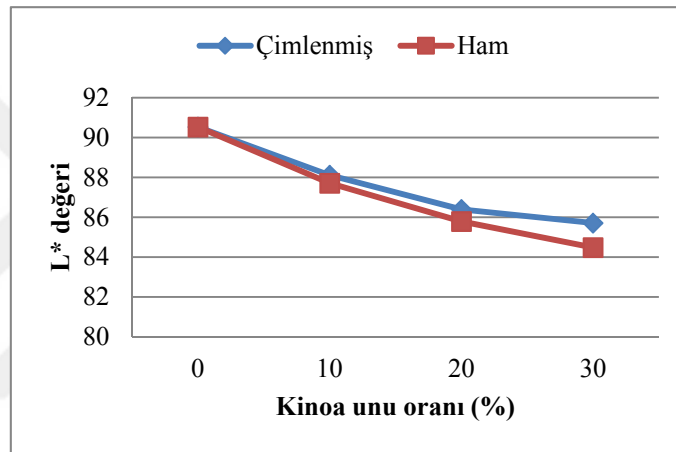
VK	SD	L*		a*		b*		SI ²		Hue ³	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Çimlenme (A)	1	1,25	24,67**	0,04	58,18**	0,01	0,09ns	0,01	0,09ns	0,39	66,03**
KUO ⁴ (B)	3	22,82	448,72**	0,05	66,24**	5,40	86,81**	5,38	86,54**	0,57	97,69**
A x B	3	0,26	5,17**	0,01	8,46**	0,03	0,48ns	0,03	0,48ns	0,06	10,39**
Hata	8		0,05		0,01		0,06		0,06		0,01

¹** p<0,01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz. L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, ²Doygunluk indeksi, ³Renk özütü, ⁴Kinoa unu oranı

Çizelge 4.20. Glutensiz Makarna örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	L^*	a^*	b^*	SI^2	Hue ³
Çimlenme						
Ham	8	87,12 ^b	0,25 ^b	18,90 ^a	18,90 ^a	89,23 ^a
Çimlenmiş	8	87,68 ^a	0,35 ^a	18,93 ^a	18,93 ^a	88,91 ^b
KUO⁴ (%)						
0	4	90,53 ^a	0,18 ^d	20,37 ^a	20,37 ^a	89,51 ^a
10	4	87,91 ^b	0,27 ^c	19,24 ^b	19,24 ^b	89,21 ^b
20	4	86,09 ^c	0,34 ^b	18,38 ^c	18,38 ^c	88,96 ^c
30	4	85,09 ^d	0,43 ^a	17,68 ^d	17,68 ^d	88,61 ^d

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$). L^* : Parlaklık renk değeri, a^* : Kırmızı-yeşil renk değeri, b^* : Sarı-mavi renk değeri, ²Doygunluk indeksi, ³Renk özü, ⁴Kinoa unu oranı



Şekil 4.22. Glutensiz makarna örneklerinin L^* değeri üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonu

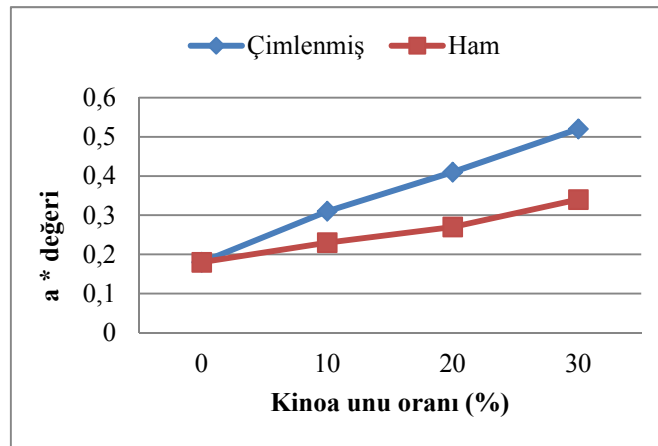
4.3.1.2. a^* değeri

Glutensiz makarna örneklerine ait a^* değeri ortalama $0,30 \pm 0,12$ olarak bulunmuştur (Çizelge 4.18). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin a^* değeri üzerinde çimlenme, kinoa unu oranı ve “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.19).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinin a^* değeri 0,25 iken; çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde bu değer 0,35’e yükselmiştir (Çizelge 4.20). Glutenli makarna örneklerinde de benzer artış elde edilmiş olup (Çizelge 4.6), kinoaunun çimlenmesi ile serbest amino asit ve şeker miktarındaki artışın, makarna örneklerinde Maillard reaksiyonunu artırarak a^* değerinin yükselmesine neden olabileceği daha önce de ifade edilmiştir.

Sonuçlar kullanılan kinoa unu ilave oranı açısından değerlendirildiğinde kinoa ilave edilmemiş glutensiz makarna örneklerinin a^* değeri 0,18 iken, en yüksek oranda kinoa unu ilave edilmiş makarna örneklerinde a^* değerinin 0,43'e kadar yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.20). Kullanılan kinoa ununun a^* değerinin glutensiz makarna formülasyonundaki pirinç ve mısır irmiğinden yüksek olması bu sonucun elde edilmesinde etkili olmuş olabilir. Ayrıca daha önceki kısımlarda da belirtildiği gibi kinoa unu ilavesinin makarna prosesinde Maillard reaksiyonunu artırıcı etkisi a^* değerinin yükselmesinde etkili olmuş olabilir. Çimlenmenin makarnalardaki bazı parametreler üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada çimlenmiş buğdayın % 25 oranında formülasyona ilave edildiği spagettelerde a değerinin arttığı belirtilmiştir (Fue ve ark., 2014).

Glutensiz makarna örneklerinin a^* değeri üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonuna göre, glutensiz makarna örneklerinde ham ya da çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki a^* değerinin de arttığı görülmektedir (Şekil 4.23). Çimlenmiş kinoa unu ilave edilen makarnalarda a^* değerindeki artış, ham kinoa ilaveli makarnalardan daha yüksek olmuştur. Kinoa ununun düşük kullanım oranlarında ham ve çimlenmiş kinoa unu kullanılan glutensiz makarnaların a^* değerleri arasındaki fark düşük iken, yüksek kinoa unu kullanım oranlarında bu fark artmıştır.



Şekil 4.23. Glutensiz makarna örneklerinin a^* değeri üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonu

4.2.1.3. b^* değeri

Glutensiz makarna örneklerine ait b^* değeri 17,65 ile 20,37 arasında değişmiştir (Çizelge 4.18). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin b^*

değeri üzerinde kinoa unu oranı faktörünün $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.19).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ham kinoa unu ilaveli glutensiz makarna örneklerinin b^* değeri 18,90 çimlenmiş kinoa unu ilaveli glutensiz makarna örneklerinin b^* değeri ise 18,93 olarak belirlenmiş ve farklılık istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.20).

Glutensiz makarna formülasyonunda artan oranda kinoa unu kullanımı b^* değerinin düşmesine neden olmuştur. Nitekim hiç kinoa unu ilave edilmeyen makarna örneklerinin b^* değeri 20,37 iken, % 30 oranında kinoa unu ilave edilen makarna örneklerinde bu değer 17,68'e düşmüştür (Çizelge 4.20). Bu durumun sebebi glutensiz makarna formülasyonunda kullanılan hammaddelerden yüksek sarı renk yoğunluğuna sahip mısır irmiği yerine kinoa ununun kullanılmasıyla makarnada sarı renk yoğunluğunun düşmesi şeklinde açıklanabilir.

4.3.1.4. SI ve Hue değerleri

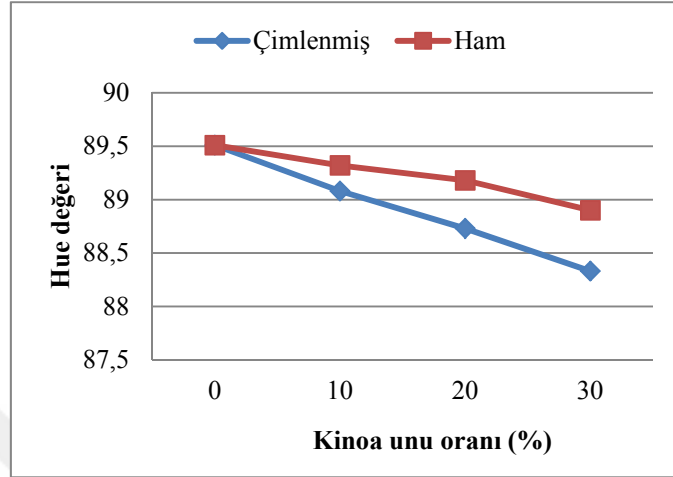
Glutensiz makarna örneklerine ait ortalama SI ve Hue değerleri sırasıyla 18,92 ve 89,07 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.18). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin SI değeri üzerinde kinoa unu oranı faktörünün $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu, Hue değeri üzerinde ise çimlenme ve kinoa unu oranı faktörü ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonunun $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ham kinoa unu ilave edilmiş glutensiz makarnaların SI değeri çimlenmiş kinoa unu ilaveli glutensiz makarna örneklerinden deskriptif olarak az olsa da istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Hue değeri ise çimlenmiş kinoa unu ilaveli glutensiz makarnalarda ham kinoa unu ilaveli glutensiz makarnalardan istatistiki olarak daha düşük bulunmuştur. (Çizelge 4.20).

Glutensiz makarnaların SI ve Hue değerlerine ait sonuçlar kinoa unu kullanım oranı açısından değerlendirildiğinde, artan oranda kinoa unu kullanımına bağlı olarak makarnaların SI ve Hue değerlerinin düştüğü görülmektedir (Çizelge 4.20). Bu durumun sebebi kinoa ununun SI ve Hue değerlerinin formülasyondaki diğer hammaddelerden düşük olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Glutensiz makarna örneklerinin Hue değeri üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonunda glutensiz makarna örneklerinde ham ya da çimlenmiş

kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki Hue değerinin düştüğü görülmektedir (Şekil 4.24). Çimlenmiş kinoa ilaveli makarnalardaki düşüş daha fazla gerçekleşmiştir. Yüksek kinoa unu kullanım oranında (% 30) ham ve çimlenmiş kinoa unu kullanılarak hazırlanan makarnaların Hue değerleri arasındaki fark en yüksek değere ulaşmıştır.



Şekil 4.24. Glutensiz makarna örneklerinin Hue değeri üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu

Ergin (2011) mısır unu ve pirinç unu ile yaptığı şahit glutensiz erişte örneğinde L , a ve b değerlerini sırasıyla 74,85; 9,69 ve 33,35 olarak belirlemiştir.

Larrosa ve ark. (2016) glutensiz ürettikleri makarnalarda L değerini 78,46; a değerini 0,72; b değerini ise 22,16 olarak belirlemişlerdir.

Yaqoob ve ark. (2018) çimlendirilmiş arpa ununu kek üretiminde kullanmışlar, L^* ve b^* değerinin kontrol grubuna göre azaldığını bildirmişlerdir.

Esmer pirinç ununa; fermente edilmemiş, fermente edilmiş ve çimlendirilmiş sorgum unu ilave edilerek glutensiz makarna üretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda çimlendirilmiş sorgum unu ilave edilen makarnaların fermente edilmemiş sorgum unu ilave edilmiş makarnalara göre a değerinin arttığı belirtilmiştir (Marengo ve ark., 2015).

4.3.2. Glutensiz makarna örneklerine ait pişme testi ve sıklık sonuçları

Glutensiz olarak üretilen makarnalarda pişme testleri kapsamında ağırlık artışı, hacim artışı ve SGMM gibi özellikler incelenmiştir. Glutensiz makarnalara ait pişme ve

sıklık testi analiz sonuçları Çizelge 4.21’de, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.22’de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.23’te verilmiştir.

4.3.2.1. Ağırlık artışı

Glutensiz makarna örneklerine ait ağırlık artışı değeri ortalama % 214,27±7,95 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.21). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarnaların ağırlık artışı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.22).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre çimlenmiş kinoa unu ilave edilmiş glutensiz makarnaların ağırlık artışı (% 210,46) ham kinoa unu ilave edilmiş glutensiz makarnaların ağırlık artışından (% 218,09) daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.23). Bu çalışmayla paralel olarak Kruger ve Matsuo (1982) çimlenmiş buğday unundan yaptıkları makarnalarda ağırlık artışının, çimlenmemiş buğday unundan elde ettikleri makarnalardan daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Savdemir (2014) yapmış olduğu glutensiz eriştelelerin baklagil unlarıyla zenginleştirdiği bir çalışmada şahit erişte olarak mısır unu eriştesini kullanmış, artan baklagil unları (soya, nohut ve mercimek) ilavelerine bağlı olarak makarnaların su absorpsiyon ve hacim artışı değerlerinin önemli düzeyde azaldığını ortaya koymuştur. Bir başka çalışmada Ergin (2011) pirinç unu ve mısır unu kullanarak yaptığı şahit glutensiz erişte örneğinde ağırlık artışını % 139,54 olarak bulmuştur.

Glutensiz makarnalar kinoa unu kullanım oranı açısından değerlendirildiğinde, örneklerde kullanılan kinoa unu oranı arttıkça makarnaların ağırlık artışının azaldığı görülmektedir. Hiç kinoa kullanılmayan glutensiz makarnalarda ağırlık artışı % 223,80 iken; % 30 kinoa unu ilave edilmiş makarnalarda bu değer % 207,08’e düşmektedir (Çizelge 4.23).

Schoenlechner ve ark. (2010a), kinoa, amarant ve karabuğday unlarını farklı oranlarda kullanarak yaptıkları bir makarna çalışmasında % 100 buğdaydan üretilen makarnalarda ağırlık artışını % 303 olarak bulurken, % 100 kinoa unu kullanılan makarnalarda bu oranın % 244’e düştüğünü belirtmişlerdir.

Çizelge 4.21. Glutensiz makarna örneklerine ait pişme testi sonuçları ve sıklık değerleri¹

Uygulama	KUO ² (%)	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGMM ³ (%)	Sıklık (g)
Ham	0	223,79±1,92	264,17±1,60	4,66±0,11	56,49±1,94
	10	221,52±1,64	260,87±2,43	4,86±0,10	60,81±0,63
	20	216,55±1,34	250,13±0,04	5,13±0,11	67,23±0,11
	30	210,50±0,28	242,85±0,35	6,02±0,06	70,44±0,06
Çimlenmiş	0	223,79±1,92	264,17±1,60	4,66±0,11	56,49±1,94
	10	207,35±1,48	246,57±0,78	4,83±0,16	58,39±0,35
	20	207,04±0,80	241,71±0,49	5,58±0,11	63,61±0,21
	30	203,65±0,92	235,26±0,21	6,65±0,17	64,26±0,19
Minimum- maksimum		203,65-223,79	235,26-264,17	4,66-6,65	56,49-70,44
Ortalama± std		214,27±7,95	250,71±10,77	5,30±0,71	62,21±4,97

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır, ² Kinoa unu oranı, ³ Suya geçen madde miktarı,

Çizelge 4.22. Glutensiz Makarna örneklerinin pişme ve sıklık özelliklerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	Ağırlık artışı		Hacim artışı		SGMM ²		Sıklık	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Çimlenme (A)	1	233,10	119,47**	229,60	152,78**	0,28	19,82**	37,36	36,83**
KUO³ (B)	3	198,21	101,59**	465,35	309,65**	2,26	159,14**	101,63	100,17**
A x B	3	35,05	17,96**	34,44	22,92**	0,11	7,77**	6,62	6,52*
Hata	8	1,95		1,50		0,01		1,02	

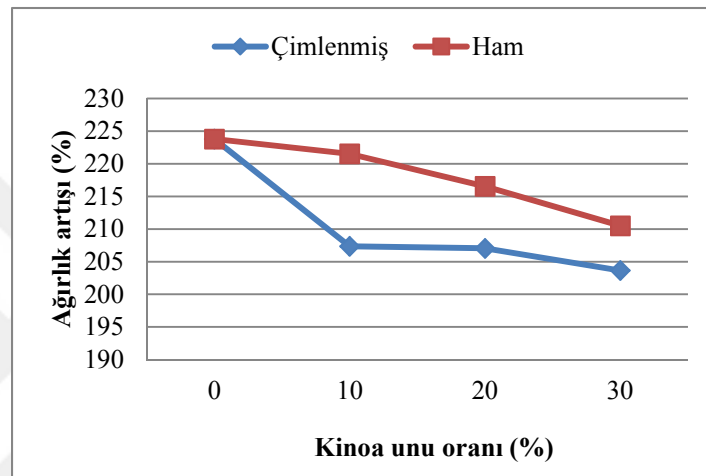
¹** p< 0,01 düzeyinde önemli, * p< 0,05 düzeyinde önemli, ² Suya geçen madde miktarı, ³Kinoa unu oranı

Çizelge 4.23. Glutensiz makarna örneklerinin pişme ve sıklık özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGMM ² (%)	Sıklık (g)
Çimlenme					
Ham	8	218,09 ^a	254,50 ^a	5,16 ^b	63,74 ^a
Çimlenmiş	8	210,46 ^b	246,93 ^b	5,42 ^a	60,68 ^b
KUO³ (%)					
0	4	223,80 ^a	264,17 ^a	4,66 ^d	56,49 ^d
10	4	214,44 ^b	253,72 ^b	4,85 ^c	59,60 ^c
20	4	211,79 ^c	245,92 ^c	5,35 ^b	65,42 ^b
30	4	207,08 ^d	239,06 ^d	6,33 ^a	67,35 ^a

¹ Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). ²Suya geçen madde miktarı, ³ Kinoa unu oranı

Glutensiz makarna örneklerinin ağırlık artışı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonuna göre glutensiz makarnalarda kullanılan ham ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki ağırlık artışı değerinin düştüğü görülmektedir (Şekil 4.25). Çimlenmiş kinoa unu kullanılan makarnalarda, % 10 ilave oranında makarnaların ağırlık artışında hızlı bir düşüş gerçekleşirken, daha yüksek kullanım oranlarında ağırlık artışındaki düşme hızı azalmıştır. % 30 kinoa unu kullanım oranında ham ve çimlenmiş kinoa unu kullanılarak hazırlanan makarnaların ağırlık artışı değerleri birbirine yaklaşmıştır.



Şekil 4.25. Glutensiz makarna örneklerinin ağırlık artışı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonu

4.3.2.2. Hacim artışı

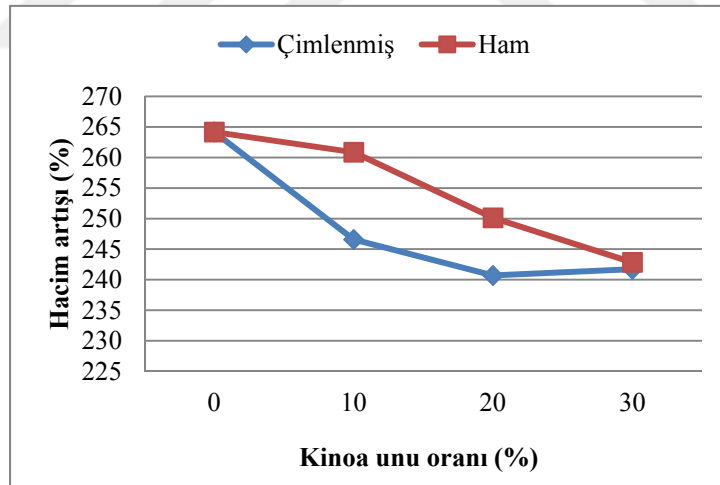
Glutensiz makarna örneklerinin hacim artışı değerleri % 235,26 ile 264,17 arasında değişmiştir (Çizelge 4.21). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarnaların hacim artışı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.22).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde çimlenmiş kinoa unu kullanılan makarnalarda hacim artışı değerinin ham kinoa unu kullanılan makarnalara kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.23). Makarnaların ağırlık ve hacim artışında çimlenmiş kinoa unu kullanımıyla beraber görülen azalmanın sebebi benzer nedene bağlıdır. Yani artan protein oranıyla birlikte suyun makarnalara difüzyonunun azalması hacim artışında da azalmaya neden olabilmektedir. Ha ve Park (2011)

yaptıkları çalışmada arpayı çimlendirerek ve çimlendirmeden noodle üretiminde kullanmışlardır. Çimlendirerek kullandıkları arpa ilaveli noodlede hacim artışı % 126,92 iken, çimlendirmeden ilave ettikleri arpadan yaptıkları noodle çeşidinde ise % 141,66 olarak rapor etmişlerdir.

Makarnaların hacim artışı değerlerine ait sonuçlar kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde glutensiz makarna örneklerinin hacim artışı değerlerinin kinoa unu oranı arttıkça azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.23). Kinoa ilave edilmeyen glutensiz makarnalarda hacim artışı % 264,17 iken yüksek oranda (% 30) kinoa unu ilave edilmiş makarnalarda % 239,06' ya düşmektedir.

Glutensiz makarnaların hacim artışı üzerine etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonu incelendiğinde glutensiz makarna örneklerinde ham ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki hacim artışı değerinin düştüğü görülmektedir (Şekil 4.26). Glutensiz makarna üretiminde kullanılan kinoa unu oranı arttıkça ham ve çimlenmiş kinoa unu kullanılarak hazırlanan makarnaların hacim artışı değerleri birbirine yaklaşmış ve % 30 kinoa unu kullanım oranında makarnaların hacim artışı değerleri arasındaki fark ortadan kalkmıştır.



Şekil 4.26. Glutensiz makarna örneklerinin hacim artışı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonu

4.3.2.3. SGMM

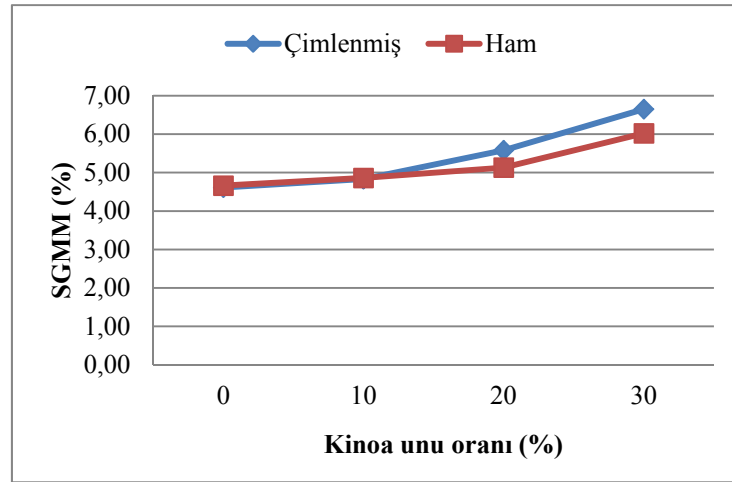
Glutensiz makarna örneklerinin SGMM sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiş olup, ortalama % $5,30 \pm 0,71$ olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarnaların SGMM üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x

kinoa unu oranı” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.22).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde ham kinoa unu ilave edilmiş glutensiz makarnalarda % 5,16 olan SGMM’nın çimlenmiş kinoa unu ilave edilmiş glutensiz makarnalarda % 5,42’ye yükseldiği görülmektedir (Çizelge 4.23). Shams ve ark. (1997) makarnalardaki yüksek oranda suda çözünebilir protein ve mineral içeriğinin SGMM’ni artırdığını bildirmektedirler. Nitekim çimlenmeyle birlikte kinoa da artan protein ve mineral madde miktarı sebebiyle SGMM da artış gerçekleşmiş olabilir.

Elde edilen sonuçlar kullanılan kinoa unu açısından değerlendirildiğinde makarna örneklerindeki SGMM kullanılan kinoa unu oranı arttıkça yükseliş göstermiştir (Çizelge 4.23). Kinoa unu kullanılmayan glutensiz makarnalarda SGMM % 4,66 iken % 30 oranda kinoa unu ilave edilmiş makarnalarda % 6,33’e yükselmiştir. Pişme kaybı; kinoa yapısında bulunan katı maddelerin pişirme suyuna geçmesi olarak ifade edilir ve makarnanın direncini göstererek pişme kalitesini işaret eden önemli bir kriterdir (D’Egidio ve ark., 1982; Matsuo ve ark., 1992). Glutensiz makarnalarda nişasta polimerleri gluten ağlarının eksikliği sebebiyle zayıf bir şekilde tutulmaktadır ve bu sebeple son üründe pişme kayıpları daha fazla olmaktadır (Marti ve ark., 2010). Bu sonuca benzer bir başka çalışmada glutenli makarnada kuru madde kaybı 2,58 g/100g iken, % 40 karabuğday ilave edilen makarna örneğinde bu oran 3,77 g/100g’a yükselmiştir (Alamprese ve ark., 2007). Schoenlechner ve ark. (2010b) amarant, kinoa ve karabuğday unlarını farklı oranlarda kullanarak yaptıkları makarna çalışmasında % 100 buğdaydan üretilen makarnalarda SGMM’nı % 5,98 olarak bulurken, % 100 kinoa unu kullanılan makarnalarda % 10,21’e yükseldiğini belirtmişlerdir.

Glutensiz makarna örneklerinin SGMM üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonu incelendiğinde glutensiz makarna örneklerinde ham ya da çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki SGMM’nın da arttığı görülmektedir (Şekil 4.27). % 10’a kadar çimlenmiş ve ham kinoa unu kullanımı arasında belirgin bir fark olmazken, % 20’den fazla ilave oranında çimlenmiş kinoa unundan yapılmış glutensiz makarnalarda SGMM daha fazla olmaktadır.



Şekil 4.27. Glutensiz makarna örneklerinin *SGMM* üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonu

4.3.2.4. Sıklık (g)

Glutensiz makarna örneklerinin sıklık değerleri 56,49 g ile 70,44 g arasında değişmiştir (Çizelge 4.21). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarnaların sıklık değeri üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörlerinin $p < 0,01$ düzeyinde “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonunun ise $p < 0,05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre çimlenmiş kinoa unu ilave edilmiş makarnaların sıklık değerinin ham kinoa unu ilave edilmiş glutensiz makarnalardan daha düşük olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.23). Yapılan araştırmalar sonucunda çimlenme işlemi esnasında artan proteaz aktivitesinin; yüksek molekül ağırlıklı proteinleri düşük molekül ağırlıklı proteinlere parçaladığı, bu durumun da makarna hamurunda sertliği ve kuvveti düşürerek zayıflattığı belirtilmiştir (Sekhon ve ark., 1992; Singh ve ark., 2001; Barbeau ve ark., 2006). Bir diğer çalışmada Hara ve ark. (2009), glutensiz bir pseudo-tahıl olan karabuğdayı çimlendirerek ve çimlendirmeden noodle üretiminde kullanmışlar; artan alfa amilaz etkisiyle nişastanın degrade olarak sindiriminin artmasıyla birlikte viskozite ve noodle sertliğinde azalma olduğunu belirlemişlerdir.

Dick ve ark. (1974) ise, 7 farklı çimlenmiş durum buğdayını makarna yapımında kullanmışlar ve çimlenmiş buğdayların oldukça yüksek miktarda amilolitik aktiviteye sahip olduklarını bildirmiştir. Bunun yanında çimlenen durum buğdayının pişme

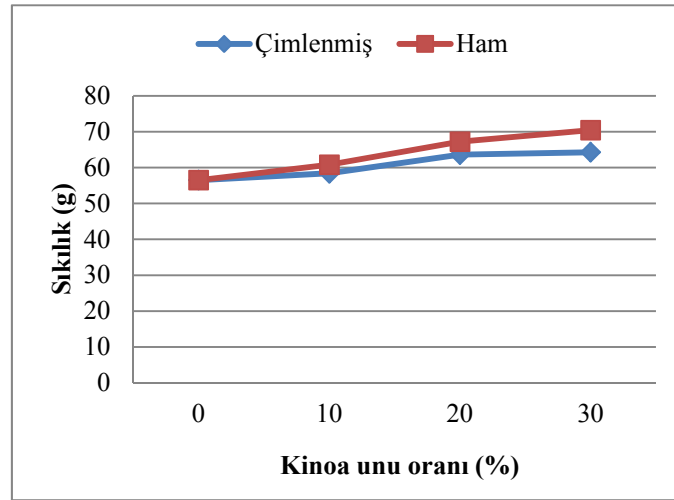
ağırlığı, pişme süresi, ağırlık kaybı, sertlik, renk gibi parametreler yönünden makarna kalitesine herhangi bir olumsuz etkide bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Ha ve Park (2011) çimlenmemiş arpa ilaveli (% 10) makarnalarda sertlik değerini $472,90 \text{ g/cm}^2$ olarak bulurken, aynı oranda çimlenmiş arpa ilaveli makarnalarda sertlik değerini $396,10 \text{ g/cm}^2$ olarak bulmuşlardır. Pişme sırasında eriştelerin kütle ve hacim artışının fazla olması istenmektedir. Kütle artışının az olması sonucunda eriştelerin pişme sonrası sert tekstüre sahip olduğunu, hacim artışının az olmasının, eriştelerin daha az su çektiklerini gösterdiğini ve bu durumun da eriştelerin pişme sonrası sert yapıda olmasına yol açtığını bildirilmektedir (Bhattacharya ve ark., 1999).

Glutensiz makarnaların sıklık değerlerine ait sonuçlar kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde, ham ve çimlenmiş kinoa unu kullanımı arttıkça glutensiz makarnalarda sıklık değerinin de arttığını göstermektedir (Çizelge 4.23). Fiorda ve ark. (2013)'na göre yüksek lif oranına bağlı olarak aratan su tutma kapasitesi makarnalardaki sıklığı artırmaktadır. Nitekim kinoa unu ilavesi glutensiz makarnalarda önemli derecede lif artışına neden olmuştur.

Rakhesh ve ark. (2015), farklı besinsel liflerin ilavesiyle makarnalarda oluşan teknolojik değişimleri inceledikleri bir çalışmada β -glukan gibi yüksek su tutma kapasitesine sahip olan liflerin nişasta ile rekabete girerek nişastanın su alıp şişmesini engellediğini ve sıklığı artırdığını belirtmektedirler.

Glutensiz makarna örneklerinin sıklık değeri üzerinde etkili "*çimlenme x kinoa unu oranı*" interaksiyonunun verildiği Şekil 4.28 incelendiğinde, glutensiz makarna örneklerinde ham kinoa ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki sıklık değerinin de arttığı görülmektedir. Ham kinoa unu ilavesi, çimlenmiş kinoa ilavesine göre makarnalarda sıklık değerini daha fazla arttırmıştır.



Şekil 4.28. Gluteniz makarna örneklerinin *sıklık değeri* üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonu

4.3.3. Gluteniz makarna örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları

Üretilen gluteniz makarna örneklerinde su, kül, ham yağ, ham protein, fitik asit, TFM, AA ve TBL analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.24’te, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25’te ve makarnaların kimyasal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.26’da verilmiştir.

4.3.3.1. Su

Gluteniz makarna örneklerinin su miktarı % 6,06-7,00 arasında değişmiştir (Çizelge 4.24). Varyans analizi sonuçlarına göre gluteniz makarnaların su miktarı üzerinde, çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde çimlenmiş kinoa unu ilaveli gluteniz makarna örneklerinin su miktarı, ham kinoa ilaveli makarna örneklerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.26). Benzer artış glutenli makarnaların su miktarı sonuçlarında da belirlenmiş olup nedeni daha önce 4.2.3.1 başlığı altında açıklanmıştır.

Çizelge 4.24. Glutensiz makarna örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları¹

Uygulama	KUO ² (%)	Su (%)	Kül (%)	Ham yağ (%)	Ham protein (%)	Fitik asit (mg/100g)	TFM ³ (mg GAE/ g)	AA ⁴ (%)	TBL ⁵ (%)
Ham	0	7,00±0,04	0,67±0,02	1,60±0,07	8,10±0,06	455,81±5,15	0,65±0,01	13,39±0,38	8,31±0,08
	10	6,39±0,01	0,83±0,01	1,87±0,02	9,81±0,25	503,38±2,85	0,74±0,02	15,99±0,17	8,61±0,01
	20	6,09±0,04	0,98±0,01	2,04±0,02	10,46±0,31	543,92±1,79	1,03±0,05	20,05±0,59	9,12±0,02
	30	6,06±0,04	1,15±0,06	2,14±0,04	11,91±0,25	594,79±1,39	1,28±0,03	23,58±0,30	9,54±0,05
Çimlenmiş	0	7,00±0,04	0,67±0,02	1,60±0,07	8,10±0,06	455,81±5,15	0,65±0,01	13,39±0,38	8,31±0,08
	10	6,72±0,01	0,87±0,01	1,80±0,02	10,85±0,13	431,15±1,46	0,97±0,07	19,42±0,36	8,70±0,02
	20	6,55±0,03	1,12±0,07	1,94±0,02	11,99±0,25	406,03±1,89	1,23±0,04	26,39±0,09	9,29±0,04
	30	6,36±0,11	1,40±0,04	2,02±0,01	13,39±0,13	379,22±0,57	1,67±0,02	33,95±0,28	9,96±0,03
Minimum-maksimum		6,06-7,00	0,67-1,40	1,60-2,14	8,10-13,39	379,22-594,79	0,65-1,67	13,39-33,95	8,31-9,96
Ortalama ± std		6,52±0,36	0,96±0,25	1,88±0,20	10,57±1,88	471,26±69,69	1,02±0,35	20,77±6,81	8,98±0,58

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiş olup, iki tekrerrün ortalamasıdır, ²Kinoa unu oranı, ³Toplam fenolik madde, ⁴Antioksidan aktivite, ⁵Toplam besinsel lif

Çizelge 4.25. Glutensiz makarna örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹

VK	SD	Su		Kül		Ham yağ		Ham protein		Fitik asit	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Çimlenme (A)	1	0,31	129,55**	0,02	34,24**	0,02	8,34*	4,11	102,43**	45304,06	4873,75**
KUO ² (B)	3	0,49	206,73**	0,27	202,90**	0,19	113,86**	14,57	363,01**	668,60	74,08**
A x B	3	0,04	16,44**	0,01	8,75**	0,01	1,07ns	0,50	12,56**	8466,45	910,81**
Hata	8	0,01		0,01		0,01		0,04		9,30	

¹**p< 0,01 düzeyinde önemli, *p< 0,05 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, ²Kinoa unu oranı

Çizelge 4.25. Glutensiz makarna örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları¹ (devamı)

VK	SD	TFM ²		AA ³		TBL ⁴	
		KO	F	KO	F	KO	F
Çimlenme (A)	1	0,17	128,08**	101,36	834,32**	0,12	53,47**
KUO ⁵ (B)	3	0,51	390,51**	178,26	1467,35**	1,60	730,50**
A x B	3	0,03	19,14**	19,37	159,45**	0,03	15,24**
Hata	8	0,01		0,12		0,02	

¹** p< 0,01 düzeyinde önemli, ²Toplam fenolik madde, ³Antioksidan aktivite ⁴Toplam besinsel lif, ⁵Kinoa unu oranı

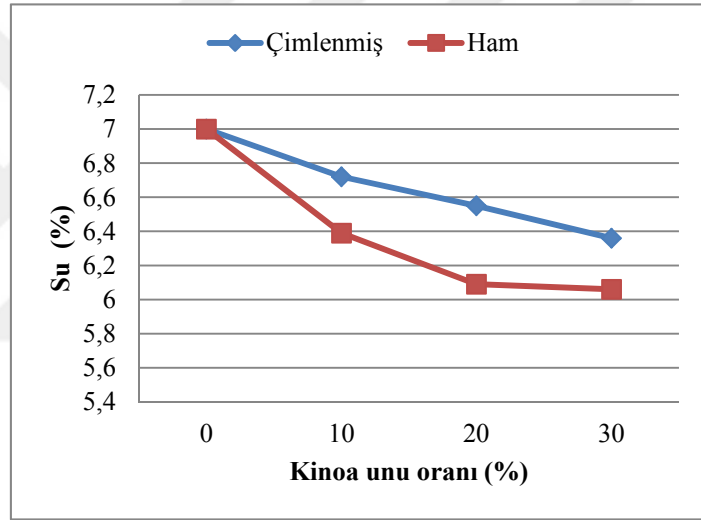
Çizelge 4.26. Glutensiz makarna örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Su (%)	Kül (%)	Ham yağ (%)	Ham protein (%)	Fitik asit (mg/100g)	TFM ² (mg GAE/g)	AA ³ (%)	TBL ⁴ (%)
Çimlenme									
Ham	8	6,38 ^b	0,91 ^b	1,91 ^a	10,06 ^b	524,47 ^a	0,92 ^b	18,25 ^b	8,89 ^b
Çimlenmiş	8	6,66 ^a	1,01 ^a	1,85 ^b	11,08 ^a	418,05 ^b	1,13 ^a	23,28 ^a	9,06 ^a
KUO ⁵ (%)									
0	4	7,00 ^a	0,67 ^d	1,60 ^d	8,10 ^d	455,81 ^d	0,65 ^d	13,39 ^d	8,31 ^d
10	4	6,55 ^b	0,85 ^c	1,83 ^c	10,33 ^c	467,26 ^c	0,85 ^c	17,70 ^c	8,65 ^c
20	4	6,32 ^c	1,05 ^b	1,99 ^b	11,22 ^b	474,97 ^b	1,13 ^b	23,22 ^b	9,20 ^b
30	4	6,21 ^d	1,27 ^a	2,10 ^a	12,65 ^a	487,00 ^a	1,47 ^a	28,76 ^a	9,75 ^a

¹ Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05), ² Toplam fenolik madde, ³ Antioksidan aktivite, ⁴ Toplam besinsel lif, ⁵ Kinoa unu oranı

Sonuçlar kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde glutensiz makarna örneklerinde kinoa unu oranı arttıkça su miktarının düştüğü görülmektedir (Çizelge 4.26). Kinoa ilavesi yapılmayan glutensiz makarnalarda su miktarı % 7 iken, en yüksek oranda kinoa unu ilaveli makarnalarda bu miktarın % 6,21'e düştüğü belirlenmiştir. Glutenli makarnalarda da kinoa unu ilavesiyle su miktarında benzer azalma gerçekleşmiştir.

Glutensiz makarna örneklerinin su miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu incelendiğinde, glutensiz makarna örneklerinde ham ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki su miktarının azaldığı görülmektedir (Şekil 4.29). Ham kinoa unu ilavesinin makarnalarda su miktarını çimlenmiş kinoa unu ilavesine oranla daha fazla düşürdüğü görülmektedir.



Şekil 4.29. Glutensiz makarna örneklerinin su miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu

4.3.3.2. Kül

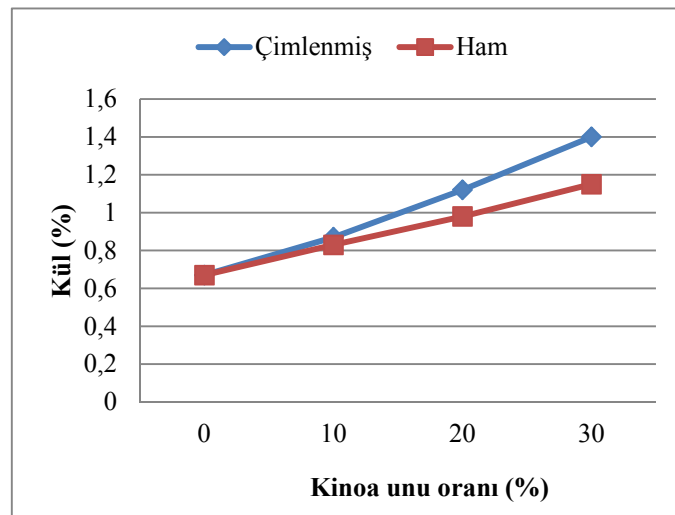
Glutensiz makarna örneklerinde kül miktarı ortalama $0,96 \pm 0,25$ olarak bulunmuştur (Çizelge 4.24). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarnaların kül miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre çimlenmiş kinoa ilaveli makarna örneklerinde kül miktarı ham kinoa ilaveli makarna örneklerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.26). Çimlenme işlemi ile kinoa da kül miktarı arttığından bu durumun son ürün olan makarnaya da yansımış olacağı düşünülmektedir. Dick ve ark.

(1974), 7 farklı buğday çeşidinde 4 farklı çimlenme şekli uygulamış ve çimlenme sonucunda buğday çeşitlerinin kül içeriğinin arttığını belirtmiştir. Bir başka çalışmada Fouad ve Rehab (2015) mercimekte 3 günlük çimlenme sonucunda kül oranının % 2,77'den % 3,10'a yükseldiğini belirtmiştir. Çimlenme ile kül miktarındaki artış 4.2.3.2 başlığı altında detaylı olarak anlatılmıştır. Kinoa da çimlenmeyle artan kül miktarı son ürüne yansımıştır.

Glutensiz makarna örneklerinin kül miktarına ait sonuçlar kinoa oranı açısından değerlendirildiğinde, kullanılan kinoa unu oranı arttıkça kül miktarının da yükseldiği görülmüştür. Kinoa ununun hiç kullanılmadığı glutensiz makarnalarda kül miktarı % 0,67 iken en % 30 oranda kinoa unu ilaveli makarnalarda bu miktar % 1,27'ye çıkmıştır (Çizelge 4.26). Kinoa'nın kül miktarı glutensiz makarna formülasyonunda kullanılan diğer hammaddelerden yüksek olduğu için, ilave oranı arttıkça makarnalardaki kül miktarı da buna paralel olarak artmıştır. Benzer artış glutenli makarna örneklerinde de gerçekleşmiştir.

Glutensiz makarna örneklerinin kül miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu incelendiğinde, glutensiz makarna örneklerinde ham kinoa ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki kül miktarının da buna bağlı olarak arttığı görülmektedir (Şekil 4.30). % 10 oranındaki kinoa unu kullanımından sonra da çimlenmiş kinoa unu kullanımıyla kül miktarındaki artış daha belirgin hale gelmiştir.



Şekil 4.30. Glutensiz makarna örneklerinin kül miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu

4.3.3.3. Ham yağ

Glutensiz makarna örneklerinde ham yağ miktarı % 1,60-2,14 arasında değişmiştir (Çizelge 4.24). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarnaların ham yağ miktarı üzerinde kinoa unu oranı faktörünün $p < 0,01$ düzeyinde, çimlenme faktörünün ise $p < 0,05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinin ham yağ miktarı ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinden daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.26). Fouad ve Rehab (2015); başlangıçta 27,70 g/100g olan yağ miktarının 3 gün çimlenen mercimekte 22,30 g/100g'a düştüğünü bildirmiştir. Bu duruma sebep olarak; çimlenmeyle birlikte yağları yağ asidi ve gliserole parçalayan lipolitik aktivite artışı gösterilebilmektedir (Uvere ve Orji, 2002). Çünkü tanede çözünmez formda bulunan kompleks organik bileşikler çimlenme işlemiyle suda çözünebilen basit organik bileşenlere dönüşmektedir (Wang ve ark., 1997). Buna ilave olarak çimlenme öncesinde suda bekletme esnasında kuru madde kaybıyla yağ oranının azaldığı ya da tanedeki yağın çimlenme esnasında enerji kaynağı olarak kullanıldığı belirtilmiştir (El-Adawy, 2002). Kinoa tohumlarının çimlenmesi sırasında yağ miktarı % 4,32'den % 3,98'e düşmüştür (Çizelge 4.2). Bu azalma, ilave edildiği glutensiz makarna örneğinde sayısal olarak küçük ancak istatistikî olarak önemli bir azalmaya neden olmuştur.

Atwell ve ark. (1988), çimlenmiş kinoa ununun nişastalı ürünlerde kullanımı üzerine yaptıkları bir araştırmada 24 saatlik çimlendirme sonunda ham kinoa ham yağ oranının % 5,39 dan % 4,88'e düştüğünü, su oranının da % 10,19'dan % 60,65'e yükseldiğini belirtmişlerdir.

Hahm ve ark. (2009), susam tanelerinde yaptıkları 4 günlük çimlendirme işlemi sırasında nem miktarının artarken toplam yağ oranının düştüğünü tespit etmişlerdir. 4 günlük susam filizlerindeki oleik asit ve linoleik asit miktarlarının sırasıyla % 40,98 ve % 42,87 seviyesinde olduğunu ve toplam yağ içeriklerinin ise susama oranla 2 kat azalarak % 29 seviyesine gerilediğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş olup çimlenme işleminin kinoda yağ miktarının azalması ve çimlenmiş kinoa unu kullanımıyla bu durumun son ürün olan glutensiz makarnalara yansımış olabileceği düşünülmektedir.

Elde edilen sonuçlar kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde, kinoa unu oranı arttıkça ham yağ miktarının arttığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.26). Kinoa ununun kullanılmadığı glutensiz makarnalardaki ham yağ miktarı % 1,60 iken en yüksek oranda kinoa unu ilaveli makarnalarda bu miktar % 2,10'a yükselmiştir. Kinoa'nın hem ham hem de çimlenmiş formunda yağ oranı, glutensiz makarna formülasyonunda kullanılan diğer hammaddelerden yüksek olduğu için olduğu için, kinoa unu ilavesi arttıkça glutensiz makarnalardaki ham yağ miktarının da buna bağlı olarak arttığı düşünülmektedir. Glutenli makarnalarda da buğday irmiğindeki yağ miktarı kinoa unundan düşük olduğu için benzer sonuçlar elde edilmiştir.

4.3.3.4. Ham protein

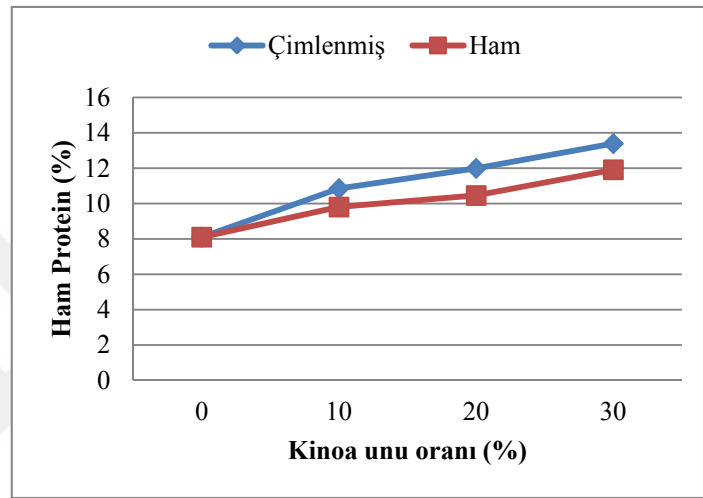
Glutensiz makarna örneklerine ait ham protein miktarı % 8,10 ile % 13,39 arasında değişmiştir (Çizelge 4.24). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarnaların ham protein miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinin ham protein miktarı (% 11,08) ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinin ham protein miktarından (% 10,06) daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.26). Çimlenme işlemi ile tohumların protein miktarının artmasına sebep olarak nişastanın hidrolize olarak oransal açıdan düşmesi gösterilebilmektedir (Liu ve ark., 2017). Bir başka sebep ise gerçek proteinin değil de nitrojen içeren diğer bileşiklerin sentezlenmesi sonucu oluşan artıştır (Lemar ve Swanson, 1976). Benzer şekilde kinoa'nın çimlenmesi sonucunda protein miktarı % 18,69' dan % 25,68' e yükselmiş (Çizelge 4.2), bu durum son ürün glutensiz makarnanın protein miktarına da yansımıştır.

Glutensiz makarna örneklerinin ham protein miktarı kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde, kinoa unu oranı arttıkça ham protein miktarının da arttığı görülmektedir. Kinoa ununun hiç kullanılmadığı glutensiz makarnalarda ham protein miktarı % 8,10 iken % 30 oranda kinoa unu ilaveli makarnalarda bu miktar % 12,65'e çıkmıştır (Çizelge 4.26). Hem çimlenmiş hem de ham kinoa'nın protein miktarı glutensiz makarna formülasyonunda bulunan diğer hammaddelerden yüksek olduğu

için, ilave edilen kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki protein miktarı buna bağlı olarak artmış olabilir.

Glutensiz makarna örneklerinin protein miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonuna göre glutensiz makarna örneklerinde kullanılan ham ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki protein miktarının arttığı görülmektedir (Şekil 4.31). Çimlenmiş kinoa unu kullanılan makarnalarda ham protein miktarı, ham kinoa unu kullanılan makarnalara oranla daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 4.31. Glutensiz makarna örneklerinin ham protein miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonu

4.3.3.5. Fitik asit

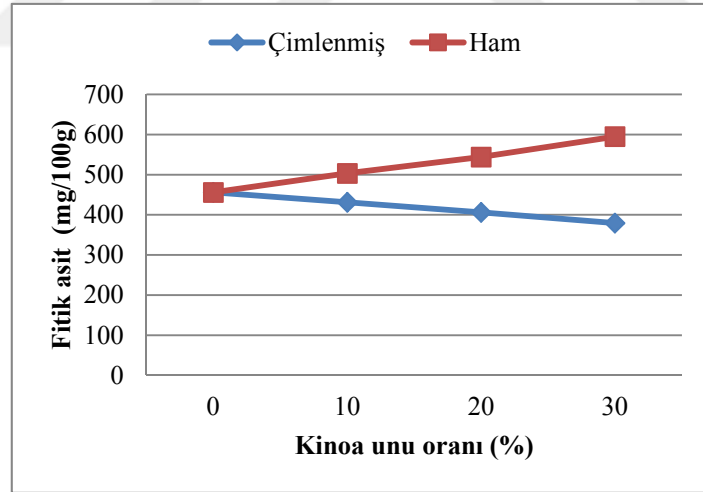
Glutensiz makarna örneklerine ait fitik asit miktarı ortalama $471,26 \pm 69,69$ mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.24). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarnaların fitik asit miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde çimlenmiş kinoa ilaveli makarna örneklerinin fitik asit miktarı ham kinoa ilaveli makarna örneklerinden daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.26). Yapılan çalışmalar çimlenme işleminin fitik asit miktarını azalttığını göstermektedir. Birçok çalışma fitik asitteki bu düşüşün sebebini çimlenmenin ilk aşaması olan suda bekletme işlemi sırasındaki endojen fitaz aktivitesi olarak belirtmektedir (Badau ve ark., 2005; Frias ve ark., 2005; Khattak ve ark., 2007; Al-Numair ve ark., 2009). Cornejo ve ark. (2015), esmer pirinci

çimlendirerek glutensiz ekmek üretiminde kullanmış ve ham pirinç ununun şahit olarak kullanıldığı ekmekte fitik asit miktarını 1,09 g/100g olarak, çimlenmiş pirinç unu kullandığı ekmekte ise 0,95 g/100g olarak belirlemişlerdir. Kinoanın çimlenmesi ile fitik asit miktarı 970,97 mg/100g'dan 221,05 mg/100g'a düşmüştür (Çizelge 4.2). Çimlenme sonucu azalan fitik asit miktarı son ürün makarnaya da yansımış olabilir.

Sonuçlar kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde, glutensiz makarna örneklerinin fitik asit miktarı kullanılan kinoa unu oranı arttıkça yükselmiştir. Hiç kinoa unu kullanılmayan glutensiz makarnalarda fitik asit miktarı 455,81 mg/100g iken en yüksek oranda kinoa unu ilavesi yapılan makarnalarda bu miktar 487 mg/100g'a çıkmıştır (Çizelge 4.26).

Glutensiz makarna örneklerinin fitik asit miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu incelendiğinde glutensiz makarna örneklerinde ham kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki fitik asit miktarı artarken, çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki fitik asit miktarının ise azaldığı görülmektedir (Şekil 4.32). Bu durum çimlenme işleminin kinoaadaki fitik asit miktarını azalttığını ve bunun da son ürün olan makarnaya yansıdığını göstermektedir.



Şekil 4.32. Glutensiz makarna örneklerinin fitik asit miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu

4.3.3.6. Toplam fenolik madde (TFM)

Glutensiz makarna örneklerine ait TFM miktarı 0,65-1,67 mg GAE/g arasında değişmiştir (Çizelge 4.24). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarnaların TFM miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa

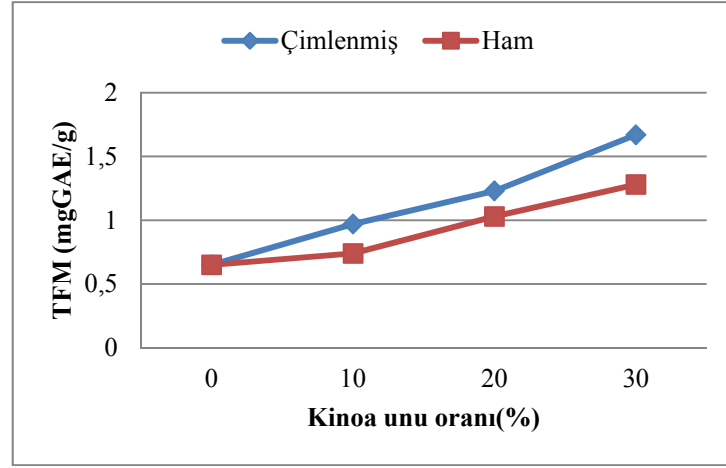
unu oranı” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre çimlenmiş kinoa ilaveli makarna örneklerinde TFM miktarı ham kinoa ilaveli makarna örneklerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.26). Gan ve ark., (2017)’na göre; çimlenme işlemi esnasında gama-amino bütirik asit, vitaminler ve polifenoller gibi yeni sentezlenen bileşikler oluşmaktadır. Aynı araştırmacılar farklı tahıl ve tahıl benzeri tohumları çimlendirmişler, buğdayda 1830 mg GAE/ kg olan TFM miktarının 5 günlük çimlenme sonucunda 1957 mg GAE/kg olarak; karabuğdayda 3 günlük çimlenme sonucunda 3,03 mg GAE/g olan TFM miktarının ise 8,42 mg GAE/g’a yükseldiğini bildirmişlerdir. Lopez-Amoros ve ark. (2006), bezelye, mercimek ve fasulyede çimlendirme sonrasında biyoaktif bileşenler ve fenolik bileşikler yönünden artış meydana geldiğini, bu artışın çimlendirme koşulları ve tane özelliklerinden etkilenebileceğini belirtmiştir.

Cornejo ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada çimlenmiş pirinç unu ilave edilen glutensiz ekmeklerde, çimlenmemiş pirinç ununun kullanıldığı kontrol grubu ekmeklere oranla 1,5 kat fazla TFM miktarı olduğunu tespit etmişlerdir. Bu duruma sebep olarak da enzimlerin indüksiyonu ve hücre duvarındaki protein ve polisakkaritlerin degradasyonu neticesinde bağlı formdaki fenoliklerin salınımı gösterilmiştir (He ve ark., 2011).

Glutensiz makarnaların TFM miktarına ait sonuçlar kullanılan kinoa unu açısından değerlendirildiğinde hiç kinoa unu ilave edilmemiş makarnalarda TFM miktarı 0,65 mg GAE/g iken % 30 oranda kinoa ilave edilen makarnalarda bu miktarın 1,47 mg GAE/g’a yükseldiği belirlenmiştir.

Glutensiz makarna örneklerinin TFM miktarı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonuna göre, makarnalarda ham kinoa ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki TFM miktarının da arttığı görülmektedir (Şekil 4.33). Çimlenmiş kinoa unu ilavesinin ise makarnalardaki TFM miktarını ham kinoa unu ilavesine oranla daha fazla yükselttiği belirlenmiştir.



Şekil 4.33. Glutensiz makarna örneklerinde TFM miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu

4.3.3.7. Antioksidan aktivite (AA)

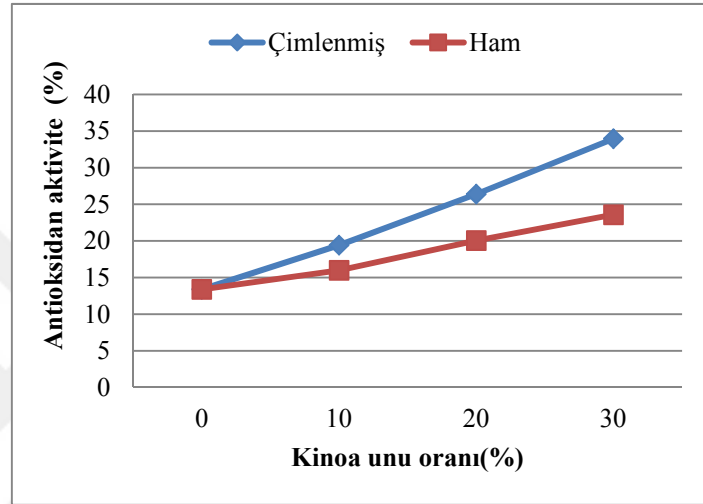
Glutensiz makarna örneklerine ait AA miktarı % 13,39 ile 33,95 arasında değişmiştir (Çizelge 4.24). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarnaların AA miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

Duncan çoklu karşılaştırma testi incelendiğinde çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerindeki AA miktarı ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.26). Çimlenmiş kinoa ununun yüksek AA’si bu durumun oluşmasında etkili olmuş olabilir. Sharma ve Gujral (2010) çimlenme esnasında C vitamini ve tokoferol gibi bileşenlerin sentezlenmesi nedeniyle AA’nin arttığını ifade ederken tanede çimlenme esnasında birçok metabolik değişikliğe sebep olan endojen hidrolitik enzim aktivitesinin artmasının da AA’nin artmasına sebep olabileceği belirtilmektedir (Chavan ve Kadam, 1989; Alvarez-Jubete ve ark., 2009).

Paucar-Menacho ve ark. (2017), kinoaaya 20°C’de 42 saat çimlenme işlemi uyguladıktan sonra TFM ve antioksidan aktivite yönünden değerlendirmişler ve çimlenmiş kinoaada TFM ve antioksidan aktivitenin sırasıyla % 80 ve % 30 oranında arttığını tespit etmişlerdir.

Elde edilen sonuçlar kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde kinoa kullanılmayan glutensiz makarna örneklerinde AA % 13,39 olarak bulunurken en yüksek oranda kinoa unu ilave edilen makarnalarda % 28,76’ya kadar yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

Glutensiz makarna örneklerinin AA üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksyonu incelendiğinde glutensiz makarna örneklerinde çimlenmiş ve ham kinoa unu oranı arttıkça makarnalardaki AA'nın da arttığı görülmektedir (Şekil 4.34). % 10 kinoa unu kullanım oranlarında birbirine yakın olmakla birlikte bu orandan sonra çimlenmiş ve ham kinoa unlarının AA arasındaki fark açılmaya başlamış, çimlenmiş kinoa unu kullanılan makarnaların AA'lerinin ham kinoa unu kullanılan makarnalardan daha fazla olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.34. Glutensiz makarna örneklerinin AA miktarı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksyonu

4.3.3.8. Toplam besinsel lif (TBL)

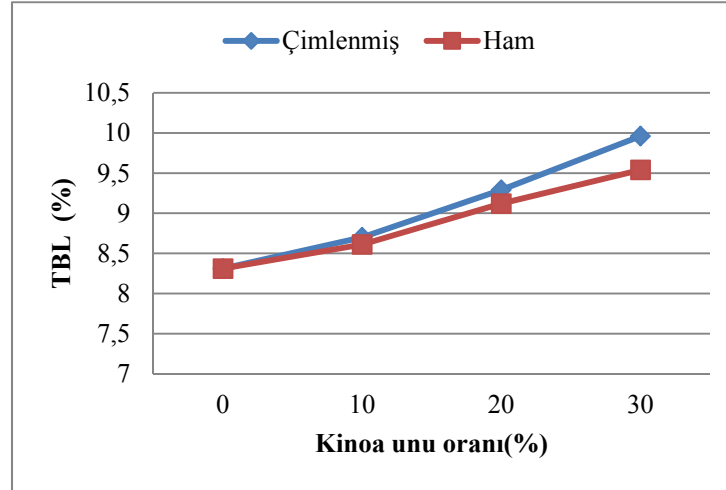
Glutensiz makarna örneklerinin TBL miktarı ortalama % $8,98 \pm 0,58$ olarak bulunmuştur (Çizelge 4.24). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin TBL miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinin TBL miktarı ham kinoa ilaveli makarna örneklerine oranla daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.26). Chung ve ark. (1989), arpada lif içeriğini 5 günlük çimlenme sonrasında % 3,75'ten % 6'ya çıktığını belirtmişlerdir. Martin-Cabrejas ve ark. (2004) da çimlenme sonrasında bezelyelerde TBL miktarının kontrol grubuna göre arttığını rapor etmişlerdir. Ghavidel ve Prakash (2007) manş fasulyesi, börülce, mercimek ve nohudun % 20, % 27,3, % 16,47, % 27,8 olan TBL miktarının 24 saatlik

çimlenme işlemi sonucunda sırasıyla % 20,51, % 28,1, % 17 ve % 27,98 olarak belirlemiştir. Benzer şekilde bu çalışmada da çimlenme işlemi sonrasında kinoaadaki TBL miktarı yükselmiş ve bu durum son ürün olan makarnanın TBL miktarına da yansımıştır. Buğdayın 20-25 °C’de çimlenerek un haline getirildiği ve ekmek üretiminde kullanıldığı bir çalışmada çimlenmeyle birlikte değişen kimyasal kompozisyon incelenmiştir. Çimlenmiş buğday ununun ekmek üretiminde kullanılmasıyla çözüner diyet lifi miktarı artarken çözünmeyen diyet lifi miktarı azalmış, ancak artış miktarı azalış miktarından az olduğundan toplam diyet lifi miktarında artış kaydedilmiştir (Koehler ve ark., 2007).

Makarnaların TBL miktarına ait sonuçlar kinoa unu kullanım oranı yönünden değerlendirildiğinde artan kinoa unu oranına paralel olarak TBL miktarının da arttığını gözlemlenmiştir (Çizelge 4.26). Lorusso ve ark. (2017), makarna örneklerine % 20 oranında kinoa unu ilave etmişler, kontrol makarna grubunda toplam diyet lifi oranı % 3,10 iken % 20 kinoa ilave edilen makarnalarda bu oranı % 4,64 olarak bulunmuşlardır.

Glutensiz makarna örneklerinin TBL miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu incelendiğinde glutensiz makarna örneklerindeki ham ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça TBL miktarının da arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.35). Ancak çimlenmiş kinoa unu kullanımı ile bu artış daha fazla olmaktadır.



Şekil 4.35. Glutensiz makarna örneklerinin TBL miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu

4.3.4. Glutensiz makarna örneklerine ait mineral madde sonuçları

Glutenli makarna örneklerinde olduğu gibi glutensiz makarna örneklerinde de mineral madde içerikleri (Ca, Cu, Fe, K, Mg, P ve Zn) belirlenmiştir. Glutensiz makarna örneklerine ait mineral madde sonuçları Çizelge 4.27’de, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.28’de ve makarna örneklerinin mineral madde değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.29’da verilmiştir.

4.3.4.1. Ca

Glutensiz makarna örneklerinin Ca miktarı 14,73-36,46 mg/100g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.27). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin Ca miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.28).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde Ca miktarı 19,50 mg/100g iken çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde 25,66 mg/100g’a yükselmiştir (Çizelge 4.29). Çimlenme işlemiyle kinoa ununun Ca içeriği yükselmiş, bu durum da makarnaya yansımıştır.

Sonuçlar kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde kinoa ilavesinin yapılmadığı glutensiz makarna örneklerinde Ca miktarı 14,73 mg/100g olarak bulunurken, % 30 oranda kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde bu oranın 30,40 mg/100g’a yükseldiği belirlenmiştir.

Glutensiz makarna örneklerinin Ca miktarı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonu incelendiğinde ham ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça Ca miktarının da arttığı görülmektedir (Şekil 4.36). Kullanılan kinoa unu oranı arttıkça çimlenmiş kinoa unu kullanılan makarnalardaki Ca miktarı ile ham kinoa unu kullanılan makarnalardaki Ca miktarı arasındaki fark da artmaktadır. Glutenli makarna örneklerinde olduğu gibi glutensiz makarna örneklerinde de özellikle çimlenmiş kinoa unu kullanımı Ca miktarında yaklaşık 2 kata kadar artışa neden olmuştur. Her iki makarna çeşidinin Ca açısından zenginleştirilmesinde özellikle çimlenmiş kinoa ununun yüksek oranlarda kullanımı etkili görülmektedir.

Çizelge 4.27. Glutensiz makarlara ait mineral madde (mg/100g) sonuçları¹

Uygulama	KUO ² (%)	Ca	Cu	Fe	K	Mg	P	Zn
Ham	0	14,73±0,23	0,17±0,02	0,59±0,01	149,24±0,77	61,52±1,20	182,90±0,72	1,27±0,02
	10	17,84±0,40	0,21±0,01	0,83±0,04	196,63±1,37	67,80±0,98	204,97±0,91	1,37±0,01
	20	21,07±0,41	0,25±0,01	1,23±0,02	249,18±3,21	74,20±0,16	226,52±1,94	1,46±0,01
	30	24,35±0,45	0,29±0,01	1,61±0,01	283,51±2,96	83,20±0,74	242,55±1,07	1,60±0,02
Çimlenmiş	0	14,73±0,23	0,17±0,02	0,59±0,01	149,24±0,77	61,52±1,20	182,90±0,72	1,27±0,02
	10	22,04±0,11	0,24±0,02	1,00±0,02	230,76±1,24	69,79±0,43	215,08±0,57	1,47±0,04
	20	29,41±0,06	0,31±0,01	1,38±0,04	300,00±1,79	78,54±0,13	247,02±2,01	1,65±0,01
	30	36,46±0,08	0,39±0,02	1,83±0,04	364,69±1,12	87,04±0,85	277,00±2,52	1,88±0,02
Minimum-maksimum		14,73-36,46	0,17-0,39	0,59-1,83	149,24-364,69	61,52-87,04	182,90-277,00	1,27-1,88
Ortalama ± std		22,58±7,22	0,25±0,07	1,13±0,44	240,40±72,65	72,95±9,22	222,37±31,62	1,49±0,20

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiş olup, iki tekerrürün ortalamasıdır, ²Kinoa unu oranı

Çizelge 4.28. Glutensiz makarna örneklerinin mineral madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Ca		Cu		Fe		K		Mg		P		Zn	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Çimlenme (A)	1	151,84	1855,01**	0,01	31,39**	0,08	114,35**	6898,96	1964,69**	25,88	39,01**	1058,36	484,42**	0,08	190,58**
KUO ² (B)	3	182,58	2230,54**	0,02	74,03**	0,95	1487,31**	22931,76	6530,52**	410,36	618,45**	4422,10	2024,01**	0,16	382,62**
A x B	3	27,33	333,92**	0,01	6,75**	0,01	14,07**	1145,97	326,35**	3,91	5,89*	217,12	99,38**	0,02	34,09**
Hata	8	0,08		0,01		0,01		3,51		0,66		2,19		0,01	

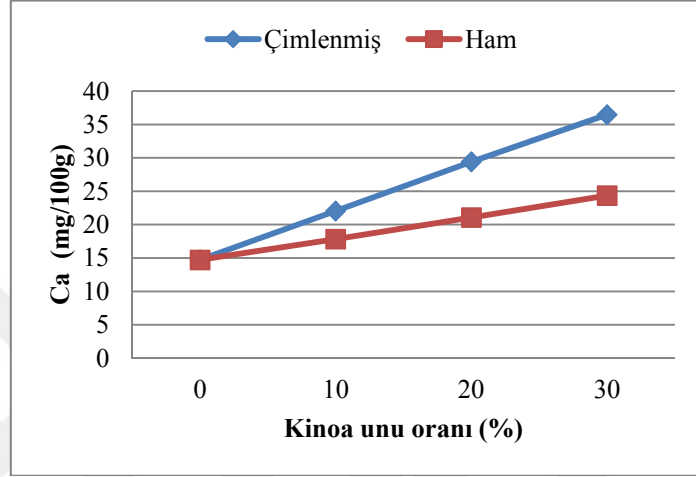
¹** p< 0,01 düzeyinde önemli, *p< 0,05 düzeyinde önemli, ² Kinoa unu oranı

Çizelge 4.29. Glutensiz makarna örneklerinin mineral madde (mg/100g) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Ca	Cu	Fe	K	Mg	P	Zn
Çimlenme								
Ham	8	19,50 ^b	0,23 ^b	1,06 ^b	219,64 ^b	71,68 ^b	214,23 ^b	1,42 ^b
Çimlenmiş	8	25,66 ^a	0,27 ^a	1,20 ^a	261,17 ^a	74,22 ^a	230,50 ^a	1,56 ^a
KUO² (%)								
0	4	14,73 ^d	0,17 ^d	0,59 ^d	149,24 ^d	61,52 ^d	182,90 ^d	1,27 ^d
10	4	19,74 ^c	0,22 ^c	0,91 ^c	213,69 ^c	68,79 ^c	210,02 ^c	1,42 ^c
20	4	25,24 ^b	0,28 ^b	1,30 ^b	274,59 ^b	76,37 ^b	236,77 ^b	1,55 ^b
30	4	30,40 ^a	0,34 ^a	1,72 ^a	324,10 ^a	85,12 ^a	259,77 ^a	1,74 ^a

¹ Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p< 0,05), ² Kinoa unu oranı

Kemik ve dişlerin yapısında bulunan Ca, sinir ve kas sisteminin duyarlılığında ve kanın pıhtılaşmasında da rol oynar. Ayrıca metabolizmadaki enzimlerin kofaktörü olarak görev yapar (Elgün ve ark., 1994). Ca gereksinimi bireylerde çeşitli faktörlere bağlı olarak farklılık göstermekle birlikte 11-24 yaş arası kadın ve erkeklerde günde 1200 mg Ca alınması önerilirken, daha ileri yaş gruplarında 800 mg Ca düzeyinin yeterli olduğu belirtilmektedir (Saldamlı, 2005).



Şekil 4.36. Glutensiz makarna örneklerinin Ca miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonu

4.3.4.2. Cu

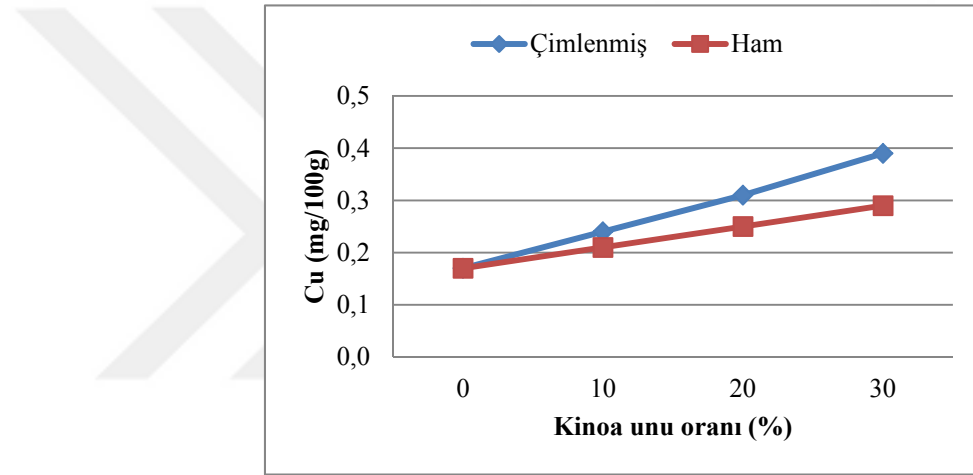
Glutensiz makarna örneklerine ait Cu miktarı ortalama $0,25 \pm 0,07$ mg/100g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.27). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin Cu miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.28).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinin Cu miktarı (0,27 mg/100g) ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinden (0,23 mg/100g) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.29).

Makarnaların Cu miktarına ait sonuçlar kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde, kullanılan orana paralel olarak makarnalardaki Cu miktarının da arttığı görülmüştür. Hiç kinoa kullanılmayan glutensiz makarnalarda Cu miktarı 0,17 mg/100g olarak bulunurken, % 30 oranda kinoa unu ilave edilmiş makarnalarda bu miktarın 0,34 mg/100g’a yükseldiği belirlenmiştir.

Kuru baklagillerde yüksek oranda bulunan Cu, Vücutta demirin kullanılması ve enzimlerin çalışmasında rol almaktadır (Elgün ve ark., 1994). Gereksinimden fazla alındığında toksik etkiye sebep olmaktadır. Fizyolojik işlevleri arasında bağ doku sentezi, kardik işlevinin korunması, iskelet mineralizasyonu, miyelin formasyonu, antioksidan koruma, kolesterol metabolizması ve bağışıklık sistemi yer almaktadır (Saldamlı, 2005).

Glutensiz makarna örneklerinin Cu miktarı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonu incelendiğinde, glutensiz makarna örneklerinde ham ya da çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça Cu miktarı da artmaktadır. Çimlenmiş kinoa ununun makarnalarda kullanımı ise bu artışı daha da hızlandırmıştır (Şekil 4.37).



Şekil 4.37. Glutensiz makarna örneklerinin Cu miktarı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonu

4.3.4.3. Fe

Glutensiz makarna örneklerine ait Fe miktarının 0,59 ile 1,83 mg/100g arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.27). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin Fe miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonunun $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.28).

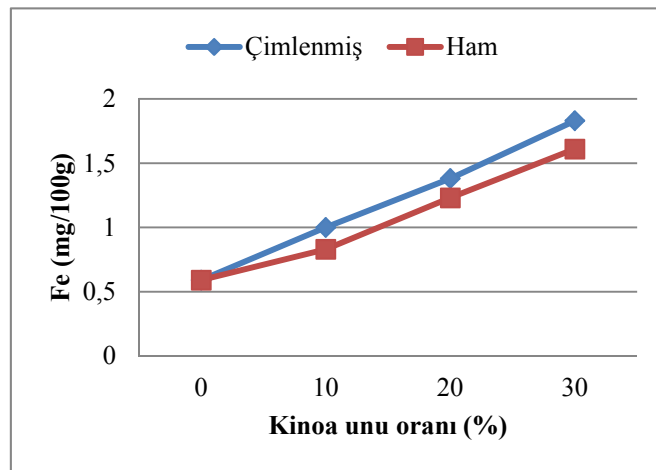
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde çimlenmiş kinoa unu kullanılan makarnaların Fe miktarının ham kinoa unu kullanılan makarnalara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.29). Çimlenmiş kinoa unu kullanımı makarnaların Fe miktarında yaklaşık % 13'lük bir artış sağlamıştır. Glutenli makarna

örneklerinde de çimlenmiş kinoa unu kullanımı ile % 5'lik bir artış gerçekleşmiştir (Çizelge 4.15).

Elde edilen sonuçlar kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde makarna örneklerinde kinoa unu kullanım oranı arttıkça Fe miktarının da arttığı görülmektedir. Hiç kinoa unu kullanılmayan glutensiz makarnalarda Fe miktarı 0,59 mg/100g olarak bulunurken, en yüksek oranda kinoa ilaveli makarnalarda 1,72 mg/100g'a yükselmiştir (Çizelge 4.29). % 30 kinoa unu kullanım oranında glutensiz makarnaların Fe miktarında yaklaşık 3 katlık bir artış gerçekleşmiştir.

Fe, yeryüzünde oldukça fazla bulunan ve insan fizyolojisi için gerekli olan bir elementtir. Fe içeren bileşikler gıdalara eklendiğinde renk ve tatta değişikliğe sebep olabilmektedirler. Yaygın olarak kırmızı et, kuruyemişler ve yeşil yapraklı sebzelerde bulunurlar (Altın ve Şahan, 2016)

Glutensiz makarna örneklerinin Fe miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu Şekil 4.38’de verilmiştir. Glutensiz makarna örneklerinde ham ve çimlenmiş kinoa unu oranının artmasıyla birlikte Fe miktarı da artmaktadır. Makarnaların Fe içeriğinde çimlenmiş ve ham kinoa unu artışları birbirine oldukça paralel bir gidiş sergilemiştir. Kinoa ununun çimlenmiş formda ve yüksek oranda kullanımının glutensiz makarnaların Fe içeriği açısından en yüksek zenginleştirmeyi sağlayacağı belirlenmiştir.



Şekil 4.38. Glutensiz makarna örneklerinin Fe miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksyonu

4.3.4.4. K

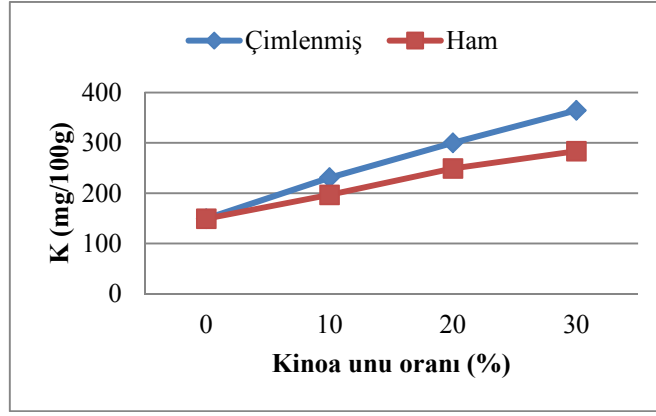
Glutensiz makarna örneklerinin K miktarı ortalama $240,40 \pm 72,65$ mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.27). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin K miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonunun önemli ($p < 0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.28).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre örneklerin K miktarı ham kinoa unu ilavelilerde 219,64 mg/100g iken çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde 261,17 mg/100g'a kadar yükselmiştir (Çizelge 4.29).

Sonuçlar kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde kinoa ununun hiç kullanılmadığı glutensiz makarna örneklerinde K miktarı 149,24 mg/100g olarak bulunurken % 30 oranda kinoa unu ilaveli makarna grubunda bu miktarın 324,10 mg/100g'a yükseldiği görülmektedir. % 30 kullanım oranı K miktarında yaklaşık 2 katlık bir artış sağlamıştır. Benzer artış daha önce Ca, Cu ve Fe minerallerinde de belirlenmiştir. Kinoaadaki K miktarının glutensiz makarna formülasyonunda bulunan diğer hammaddelerden yüksek olması sebebiyle, glutensiz makarnalardaki kinoa unu oranı arttıkça K miktarının da arttığı tahmin edilmektedir. (Çizelge 4.29).

Vücut hücreleri içerisindeki pozitif yüklü iyon olarak yer alan K; hücre bütünlüğünü korumada ve sıvı-elektrolit dengesini sağlamada önemli rol oynar. Hücre içerisinde osmotik basıncı düzenler. K yetmezliğinde, bazı böbrek rahatsızlıklarında diyabetik asidoz ya da diğer bazı metabolik sorunlar ortaya çıkabilir. K ihtiyacı gıda yoluyla kolaylıkla karşılanabilir (Saldamlı, 2005).

Glutensiz makarna örneklerinin K miktarı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonu incelendiğinde, glutensiz makarna örneklerinde ham ve çimlenmiş kinoa unu kullanım oranının artmasına paralel olarak K miktarının da arttığı, glutensiz makarnalarda çimlenmiş kinoa unu kullanımıyla bu artışın daha fazla olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.39).



Şekil 4.39. Glutensiz makarna örneklerinin *K* miktarı üzerinde etkili “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonu

4.3.4.5. Mg

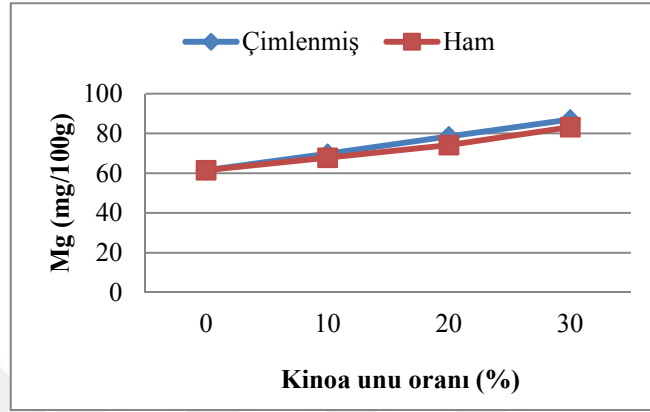
Glutensiz makarna örneklerine ait Mg miktarı 61,52 mg/100g ile 87,04 mg/100g arasında değişmiştir (Çizelge 4.27). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin Mg miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörlerinin $p < 0,01$ düzeyinde, “çimlenme x kinoa unu oranı” interaksiyonunun ise $p < 0,05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.28).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde; ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinin Mg miktarı (71,68 mg/100g) çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinin Mg miktarından (74,22 mg/100g) daha düşük bulunmuştur. Çimlenme işlemi Ca, Cu, Fe ve K minerallerinde olduğu gibi Mg miktarının da artmasına neden olmuştur. Çimlenme ile kinoa da artan Mg miktarı son ürüne de yansımış görülmektedir.

Makarnaların Mg miktarına ait sonuçlar kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde hiç kinoa unu kullanılmayan glutensiz makarna örneklerinde Mg miktarı 61,52 mg/100g olarak bulunurken, en yüksek oranda kinoa ilaveli makarnalarda bu miktarın 85,12 mg/100g'a yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.29). Mg son zamanlarda üzerinde en çok durulan minerallerden biridir. Glutensiz makarna formülasyonunda yüksek oranda (% 30) kullanımının sağladığı yaklaşık % 38'lik bir artışın beslenme ve sağlık açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Mg kan basıncının düzenlenmesinde ve metabolizmada birçok enzimin çalışmasında etkilidir (Demirci, 2009). Eksikliğinde büyümede gerilik, huzursuzluk, mental bozukluk, sinir ve kas sisteminin çalışmasında aksaklıklar görülmektedir (Altınar ve Şahan, 2016).

Glutensiz makarna örneklerinin Mg miktarı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonuna göre makarna örneklerinde ham ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça Mg miktarı da artmaktadır. Yüksek oranlarda (% 20-30) çimlenmiş kinoa unu kullanılarak hazırlanan makarnaların Mg miktarının ham kinoa unu kullanılanlardan biraz daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.40).



Şekil 4.40. Glutensiz makarna örneklerinin Mg miktarı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonu

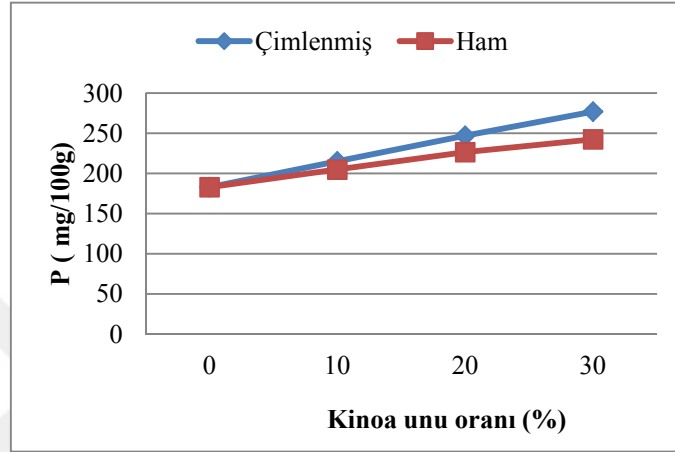
4.3.4.6. P

Glutensiz makarna örneklerinin P miktarı 182,90 ile 277 mg/100g arasında bulunmuştur (Çizelge 4.27). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin P miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonunun önemli ($p < 0,01$) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.28).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre P miktarı, ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde 214,23 mg/100g iken çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinde 230,50 mg/100g’a yükselmiştir (Çizelge 4.29).

Sonuçlar kinoa unu oranı açısından ele alındığında kinoa ununun hiç kullanılmadığı makarnalarda P miktarı 182,90 mg/100g olarak bulunurken % 30 oranda kinoa unu ilaveli makarnalarda bu miktarın 259,77 mg/100g’a kadar yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.29). % 30 kinoa unu kullanımı glutensiz makarnaların P miktarında yaklaşık % 42’lik bir artış sağlarken, glutenli makarnalarda % 37’ lik bir artış olmuştur (Çizelge 4.15)

Glutensiz makarna örneklerinin P miktarı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksyonu incelendiğinde glutensiz makarna örneklerinde ham ya da çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça P miktarının da arttığı ancak glutensiz makarnalarda çimlenmiş kinoa unu kullanımı ile bu artışın daha fazla olduğu görülmektedir (Şekil 4.41). % 10 oranına kadar çimlenmiş ve ham kinoa ununun P miktarındaki artış birbirine oldukça yakınken bu orandan sonra aradaki fark açılmaya başlamıştır.



Şekil 4.41. Glutensiz makarna örneklerinin P miktarı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksyonu

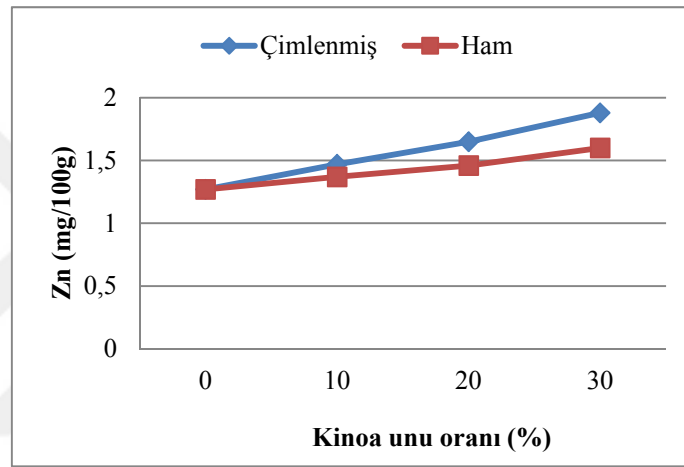
4.3.4.7. Zn

Glutensiz makarna örneklerine ait Zn miktarı ortalama $1,49 \pm 0,20$ mg/100g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.27). Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin Zn miktarı üzerinde çimlenme ve kinoa unu oranı faktörleri ile “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksyonunun önemli ($p < 0,01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.28).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ham kinoa unu ilaveli makarna örneklerinin Zn miktarı, çimlenmiş kinoa unu ilaveli makarna örneklerinden daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.29).

Elde edilen sonuçlar kullanılan kinoa unu oranı açısından değerlendirildiğinde kinoa ununun hiç kullanılmadığı glutensiz makarna örneklerinde Zn miktarı 1,27 mg/100g olarak bulunurken, en yüksek oranda kinoa ilaveli makarna grubunda bu miktarı 1,74 mg/100g’a kadar yükselmiştir (Çizelge 4.29). Formülasyonda artan kinoa unu kullanım oranına bağlı olarak Zn miktarı da artış göstermiştir.

Zn yetersizliğinde bağışıklık sisteminin zayıflaması, yaraların iyileşmesinde gecikme ve cüceliğin görülebileceği bildirilmektedir. Et ve et ürünleri, balık, süt, yumurta, peynir, yağlı tohumlar ve kuru baklagiller Zn açısından zengin kaynaklar olarak kullanılabilir (Baysal, 2012). Glutensiz makarna örneklerinin Zn miktarı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonuna göre glutensiz makarna örneklerinde ham ve çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça Zn miktarının da artmakta olduğu, çimlenmiş kinoa ununun glutensiz makarnalarda kullanılmasının ise daha fazla oranda Zn artışına sebep olduğu görülmektedir (Şekil 4.42). Bu artış ham ve çimlenmiş kinoa ununun makarnalarda % 10 oranında kullanımından sonra daha belirgin hale gelmiştir.



Şekil 4.42. Glutensiz makarna örneklerinin Zn miktarı üzerinde etkili “*çimlenme x kinoa unu oranı*” interaksiyonu

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, glutensiz makarna formülasyonunda çimlenmiş kinoa unu kullanımı ile Ca, Cu, Fe, K, Mg, P ve Zn miktarının ham kinoa unu kullanımına göre sırasıyla yaklaşık % 31,6; % 17,4; % 13,2; % 18,9; % 3,5; % 7,6 ve % 9,9 artış gösterdiği belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada 5 günlük buğday ve pirinç filizinin toplam mineral içeriğinin % 18 ve % 46 oranında arttığı belirtilmiştir. 4 günlük soya fasulyesi filizinin Ca miktarında % 242 oranında, Zn miktarında % 259 oranında ve Mg miktarında ise % 14 oranında artış olduğu bildirilmiştir (Kanmaz, 2017). Farklı uygulama tekniklerinin ürünlerin mineral madde miktarındaki değişimini gösteren çeşitli çalışmalar mevcuttur. Çimlenmenin ilk aşaması olan suda bekletme esnasında Zn ve Mg gibi bazı minerallerde azalma görülse de (Urbano ve ark.; 2006), çimlenme işlemi ile karbonhidratlar yıkıma uğramakta ve bu durum da mineral madde miktarlarında oransal bir artışa sebep olmaktadır (Sattar ve ark., 1985; Harmuth-Hoene ve ark., 1987). Kinoa

ununun yüksek kullanım oranı (% 30) Ca, Cu, Fe, K, Mg, P ve Zn miktarında sırasıyla % 106,4; % 100,0; % 191,5, % 117,2, % 38,4, % 42,0 ve % 37'lik artışların gerçekleşmesini sağlamıştır. Kinoanın ham ya da çimlenmiş formda glutensiz makarna hammaddelerinden daha yüksek mineral madde içeriğine sahip olması bu sonuçların elde edilmesinde etkili olmuş olabilir.

Duncan testi sonuçlarında verilen ortalama mineral madde miktarları kullanılarak günlük ihtiyaç duyulan RDA değerleri açısından sonuçlar değerlendirildiğinde; kinoa unu kullanılmadan hazırlanan makarna örneklerinin Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn ihtiyacının sırasıyla % 1,8; 5,9; 8,3; 17,6; 22,9 ve % 8,5' unu karşıladığı görülmektedir. Aynı hesaplama % 30 kinoa unu içeren glutensiz makarnanın mineral madde değerleri kullanılarak yapıldığında, Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn'nun sırasıyla % 3,8; % 17,2; % 18; % 24,32; % 32,47 ve % 11,6'sını karşıladığı belirlenmiştir.

Fazaeli ve ark. (2012), yaptıkları bir çalışmada arpada çimlenme işlemi gerçekleştirmişler ve Ca, P, Mg, Fe ve Zn miktarında artış belirlerken K, Mn ve Cu miktarında azalma olduğunu belirtmişlerdir.

Lintschinger ve ark. (1997), farklı solüsyonlar kullanarak kinoada, buğdayda ve karabuğdayda çimlenmenin iz elementler üzerine etkilerinin araştırmışlar ve Fe miktarının 84,3 mg/kg'dan 85,7 mg/kg'a; Cu miktarının 5,88 mg/kg'dan 7,31 mg/kg'a; Zn miktarının ise 27,1 mg/kg'dan 31,6 mg/kg'a yükseldiğini belirtmiştir.

Alvarez-Jubete ve ark. (2009), farklı pseudo-tahılları glutensiz ekmeklerde ilave olarak kullanmış, karabuğdayı çimlendirmeden kullandığı ekmeklerde Ca, Mg, Zn ve Fe miktarlarını sırasıyla 41,3; 99,8; 1,5 ve 3,9 mg/100g olarak bulurken; karabuğdayı çimlendirerek ilave ettikleri ekmeklerde aynı mineral madde içeriklerini sırasıyla 96,6; 168,6; 1,1 ve 4,7 mg/100g olarak bulmuşlardır.

4.3.5. Glutensiz makarna örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları

Glutensiz olarak üretilen makarna örneklerinde yapılan maya-küf analizi sonuçları Çizelge 4.30' da gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre % 30 oranında çimlenmiş ve ham kinoa unu ilaveli glutensiz makarna örnekleri dışındaki örneklerde maya-küf gelişimi görülmemiştir. Gelişim gösteren makarna örneğinde ise 10 adet altında bir mikrobiyal gelişim söz konusu olup bunun da çevresel faktörlerden kaynaklı bir kontaminasyon olabileceği düşünülmektedir.

Daha önce 4.2.5 no'lu başlık altında belirtildiği gibi Türk Gıda Kodeksi (TGK) Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğine (Tebliğ No: 2009/6) göre makarnada maya-küf 1.0×10^2 kob/g yüküne kadar müsaade edilebilen limitlerin olduğu, $1,0 \times 10^3$ kob/g üzerindeki mikrobiyal yükün ise sağlık açısından ürüne tüketilemez nitelik kazandırdığı açıkça belirtilmiştir (Anonim, 2009). Bu çalışmada bulunan değerler de Türk Gıda Kodeksi (TGK) Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği (Tebliğ No: 2009/6)' de belirtilen limitlerin altında bulunmuştur.

Çizelge 4.30. Glutensiz makarna örneklerine ait maya-küf sayım sonuçları

Uygulama	KUO ¹ (%)	Maya-Küf Sayısı (adet)
Ham	0	-
	10	-
	20	-
	30	<10
Çimlenmiş	0	-
	10	-
	20	-
	30	<10

¹Kinoa unu oranı

Tohumların çimlendirilerek tüketilmesi gıdalarda mikrobiyal yükü artırabilmektedir. Buna sebep olarak da çimlenme sırasındaki yüksek nem ve 21-25 °C aralığındaki ortam sıcaklığı gösterilebilir (Piernas ve Guiraud, 1997). Ancak uygun dezenfeksiyon işleminin gerçekleştirilmesi ve su aktivitesinin düşürülmesi ile bu risk minimuma inmektedir.

Makarna vb. ürünlerin yapım aşaması genelde toksin oluşumuna müsaade etmeyecek sürede tamamlanmakta ve bu tür ürünlerde mikotoksin tehlikesi söz konusu olmamaktadır (Karapınar ve Gönül, 1999). Bu çalışmada elde edilen veriler mikrobiyolojik yönden makarna üretiminde her hangi bir problem olmadığını göstermektedir.

4.3.6. Glutensiz makarna örneklerine ait duyu analizi sonuçları

Gluten içermeyen makarna örneklerinin duyu analizi sonuçları Çizelge 4.31 ve Şekil 4.43' te gösterilmiştir. Glutensiz makarnalar da glutenli makarnalar gibi tat, koku, renk, görünüş, yapışkanlık ve genel beğeni kriterleri açısından değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Glutensiz makarna örneklerinin tat ve koku puanları sırasıyla 5.68-6.43 ve 5.83-6.10 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.31).

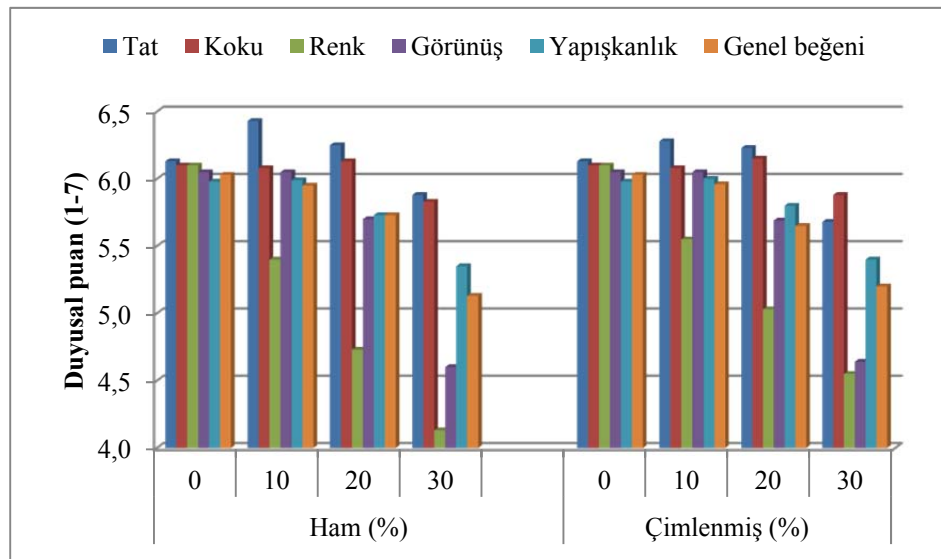
Çizelge 4.31. Glutensiz makarna örneklerinin duyusal analiz (1-7 puan) sonuçları

Uygulama	KUO ¹ (%)	Tat	Koku	Renk	Görünüş	Yapışkanlık	Genel beğeni
Ham	0	6,13	6,10	6,10	6,05	5,98	6,03
	10	6,43	6,08	5,40	6,05	5,99	5,95
	20	6,25	6,13	4,73	5,70	5,73	5,73
	30	5,88	5,83	4,13	4,60	5,35	5,13
Çimlenmiş	0	6,13	6,10	6,10	6,05	5,98	6,03
	10	6,28	6,08	5,55	6,05	6,00	5,96
	20	6,23	6,15	5,03	5,69	5,80	5,65
	30	5,68	5,88	4,55	4,64	5,40	5,20
Ortalama±std		6,13±0,24	6,04±0,12	5,20±0,72	5,60±0,63	5,78±0,27	5,71±0,36

¹ Kinoa unu oranı

%10 ham kinoa unu kullanımı tüm glutensiz makarna örnekleri arasında en yüksek tat puanının elde edilmesini sağlamıştır. Hem ham hem de çimlenmiş kinoa unu ilave edilerek hazırlanan glutensiz makarna örneklerinde sadece % 30 kinoa unu kullanım oranı, hiç kinoa unu kullanılmayan örnekten daha düşük tat puanının elde edilmesine neden olmuştur. % 10 ve 20 ham ya da çimlenmiş kinoa unu kullanım oranları, panelistler tarafından hiç kinoa unu kullanılmayan glutensiz makarna örneğinden daha fazla beğenilmiştir.

Yüksek oranda (% 30) ham ya da çimlenmiş kinoa unu kullanım oranı koku puanlarını olumsuz etkileyerek düşmesine neden olmuştur. % 30 kinoa unu kullanım oranlarında tat ve koku puanlarında meydana gelen bu düşüşler tüketici beğeni sınırlarının içinde kalmış değerlerdir.



Şekil 4.43. Glutensiz makarna örneklerine ait duyusal analiz sonuçları

Glutensiz makarna örneklerinin renk ve görünüş puanları 4,13-6,10 ve 4,60-6,05 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.3.1). Glutensiz makarna formülasyonunda artan oranda ham ya da çimlenmiş kinoa unu kullanımı renk puanlarının düşmesine neden olmuştur. Benzer sonuç glutenli makarna örneklerinde de elde edilmiştir. Çimlenmiş kinoa unu kullanılarak hazırlanan glutensiz makarnaların renk puanları, ham kinoa unu kullanılarak hazırlananlardan biraz daha yüksek bulunmuştur. % 20-30 oranlarında ham ya da çimlenmiş kinoa ununun glutensiz makarna formülasyonunda kullanılması görünüş puanlarının düşmesine neden olmuştur.

Glutensiz makarna örneklerinin yapışkanlık puanları 5,35-6,00 arasında değişmiştir. % 20-30 ham ya da çimlenmiş kinoa unu kullanımı pişmiş makarnanın yapışkanlık puanında düşüşe, yani beğenide azalmaya neden olmuştur.

Duyusal analiz sonuçları genel beğeni puanı açısından değerlendirildiğinde, glutensiz makarnaların genel beğeni puanlarının 5,13-6,03 arasında değiştiği görülmektedir. Ham ya da çimlenmiş kinoa ununun yüksek kullanım oranları (% 20-30) genel beğeni puanlarında hafif bir düşüşe neden olsa da elde edilen tüm puanlar 5'in üzerinde olduğu için genel beğeni açısından kabul edilebilir düzeyde bulunmuştur.

Srujana ve ark. (2017) yaptıkları bir çalışmada çimlendirilmiş kinoaı % 0, 25, 50 ve 75 oranlarında glutensiz Ladoo (mısır unu, esmer şeker ve yağ kullanılarak yapılan bir çeşit Hindu tatlısı) yapımında kullanmışlardır. Hiç çimlenmiş kinoa unu ilave edilmeden sadece mısır unundan yapılan Ladoo çeşitleri en yüksek genel beğeni puanı alırken, çimlenmiş kinoa unu oranı arttıkça genel beğeni puanlarının düştüğü belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada buğday unu, çimlenmemiş ve çimlenmiş amarant unundan bisküvi üretimi gerçekleştirilmiş ve sonuçlar duyusal özellikleri yönünden incelenmiştir. Çimlenmemiş amarant unundan yapılan bisküviler buğday unundan yapılan bisküvilerle kıyaslandığında renk, görünüş tat ve genel beğeni açısından daha düşük puan almıştır. Çimlenmiş amarant unundan yapılan bisküviler ise tüm parametrelerde çimlenmemiş amarant unundan ve buğday unundan yapılmış bisküvilerden daha yüksek puan almıştır (Chauhan ve ark., 2015).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada kullanılan kinoa tohumları ham (çimlendirilmemiş) ve çimlendirilmiş formda kurutulup öğütülmüş, glutenli ve glutensiz makarna formülasyonlarına % 0, 10, 20 ve 30 oranlarda ilave edilmiştir. Elde edilen makarnaların fiziksel, kimyasal, teknolojik ve mikrobiyolojik analizleri yapılarak elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Kimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde en dikkat çekici sonuçlar kinoaanın çimlendirilmesi ile protein oranının yaklaşık % 37' lik bir artış göstermesi ve fitik asit miktarının yaklaşık % 77 oranında azalması olarak göze çarpmaktadır. Bunun yanında su, kül, ham protein, TFM, AA ve TBL miktarı çimlenmenin etkisiyle artarken ham yağ miktarı ise azalmıştır. Kinoa tohumlarının Ca, Cu, Fe, K, Mn, P ve Zn içeriği formülasyonda bulunan tüm hammaddelerden yüksek bulunurken çimlenmenin etkisiyle bu miktar daha da artış göstermiştir.

Glutenli ve glutensiz makarna örneklerinde çimlenmiş kinoa unu kullanımı, ham kinoa unu kullanımına göre L^* ve a^* değerlerini yükseltmiştir. Makarna formülasyonlarında artan oranda kinoa ununa yer verilmesi ise L^* ve b^* değerlerini düşürürken, a^* değerinin artmasına neden olmuştur. Kinoa unlarının kullanımıyla her iki makarna çeşidinin koyuluk ve kırmızılık değerlerindeki artışlar kinoaanın yüksek protein içeriği ile Maillard reaksiyonunu artırma ihtimaline atfedilmiştir.

Her iki makarna çeşidinde de çimlenmiş kinoa unu kullanımı; ağırlık artışı, hacim artışı ve sıklık değerlerini düşürürken, SGMM değerini artırmıştır. Glutenli makarnalarda artan oranlarda kinoa unu kullanımı; ağırlık artışı, hacim artışı, SGMM miktarını artırmış, sıklık değerini düşürmüştür. Glutenli makarna formülasyonunda kinoa unu, buğday irmiği ile yer değiştirilerek kullanılmıştır. Artan oranda kinoa unu, makarna hamurunda glutenin seyrelmesine, lif içeriğinin yükselmesine neden olarak pişme özellikleri üzerinde yukarıda ifade edilen değişikliklere neden olmuştur. Glutensiz makarna formülasyonunda kinoa unları, yine gluten içermeyen mısır ve pirinç irmikleri ile yer değiştirmiştir. Glutenli makarnanın aksine, glutensiz makarna formülasyonunda artan oranda kinoa unu kullanımı ağırlık artışı ve hacim artışı değerlerini düşürürken, SGMM ve sıklık değerlerinde artışa neden olmuştur.

Ham ve çimlenmiş kinoa unlarının glutenli ve glutensiz makarnanın kimyasal özellikleri üzerindeki etkileri aynı yönde gerçekleşmiştir. Çimlenmiş kinoa unu her iki makarna çeşidinde de daha yüksek kül, ham protein, TFM, AA ve TBL ile daha düşük ham yağ ve fitik asit değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur. Çimlenme ile kinoa tohumunun kimyasal bileşiminde meydana gelen değişim, son ürünler olan glutenli ve glutensiz makarnaya da yansımıştır. Her iki makarna çeşidinde de artan oranda kinoa unu kullanımı; kül, ham protein, fitik asit, TFM, AA ve TBL miktarlarında önemli artışlara neden olmuştur. Artış oranları, çimlenmiş kinoa unu kullanımıyla daha da yükselmiştir. İnteraksiyon grafiklerinden çimlenmiş kinoa unu ve yüksek oran kombinasyonunun besinsel kompozisyonu en olumlu yönde etkileyen faktör olduğu belirlenmiştir.

Glutenli ve glutensiz makarna formülasyonunda çimlenmiş kinoa unu kullanımı, ham kinoa unu kullanımına göre mineral madde (Ca, Cu, Fe, K, Mg, P ve Zn) miktarlarında önemli ($p < 0,05$) artışa neden olmuştur. Çimlenme sonucu meydana gelen kuru madde kaybı, minerallerde oransal artışa neden olmuş, bu durum son ürün makarna örneklerine de yansımıştır. Her iki makarna formülasyonunda da artan oranda kinoa unu kullanımı, tüm mineral madde değerlerinde artışa neden olmuştur. Kinoa'nın hem ham hem de çimlenmiş formunun, buğday irmiği ile pirinç ve mısır irmiklerinden daha zengin mineral bileşimine sahip olması bu sonucun elde edilmesinde etkili olmuş olabilir. % 30 çimlenmiş kinoa unu kullanımı ile glutenli-glutensiz makarnalarda Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn için RDA değerlerinin % 5,1 ve 4,6; % 24,0 ve 18,3; % 24,6 ve 20,3; % 20,1 ve 24,9; % 38 ve 34,6; % 13,9 ve 12,5'ünü karşılayabilecek duruma ulaşmıştır.

Glutenli ve glutensiz makarna örneklerinde özellikle çimlenmiş kinoa'dan üretilen un kullanımı sonucunda, makarnada meydana gelebilecek olası mikrobiyal yük araştırılmış ve hem ham kinoa unu hem de çimlenmiş kinoa unu kullanımı sonucunda glutenli/glutensiz makarnalarda maya-küf sayısının Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğine uygun olduğu belirlenmiştir. Kinoa'nın çimlenmesi öncesinde kullanılan NaOCl ve çimlenmiş kinoa'nın una dönüştürülmesi esnasında uygulanan ısı işlem ve makarna kurutma prosesi mikrobiyal yükün artmasına engel olmuştur.

Glutenli makarna örneklerinde yüksek kinoa unu kullanım oranları (% 20-30) duyusal puanlarda hafif bir azalmaya neden olmuştur. Ham kinoa unu ilaveli makarna örnekleri, çimlenmiş kinoa unu ilaveli örneklerden, duyusal özellikler (tat hariç) açısından daha yüksek puanlar toplamıştır. Glutensiz makarna örneklerinde, ham ya da

çimlenmiş kinoa ununun % 20 seviyesine kadar kullanımı tat puanlarını yükseltmiştir. Diğer duyuşsal özellikler ise yüksek kinoa unu kullanım oranlarında (% 20-30) düşüş göstermiştir. Ancak hem glutenli hem de glutensiz makarna örneklerinde yüksek kinoa unu kullanım oranlarında meydana gelen bu düşüşler panelistlerin genel kabul edilebilirlik sınırları içinde kalmıştır.

5.2. Öneriler

1. Çimlenme işlemi uygun ortam koşulları sağlandığında ucuz ve pratik bir işlemdir. Çimlenme işlemi esnasında mikrobiyal gelişimin kontrol altında tutulması gerekir. Çimlenme esnasında bir miktar kuru madde kaybı ile beraber, vücut için faydalı pek çok mikro ve makro besin bileşenin miktarında önemli artış gerçekleşir. Ancak kontrolsüz koşullarda gerçekleştirilen çimlenme işlemi yoğun mikrobiyal yük ile birlikte, kimyasal bileşimi de olumsuz yönde etkileyebilmektedir.
2. Kinoa tohumunun çimlendirilmesi sonucunda besinsel kompozisyon gelişirken, antibesinsel faktörlerde azalma meydana gelmektedir. Bu durum kinoa tohumlarını besleyici açıdan daha da üstün konuma getirmektedir. Çimlenmiş kinoa unu, glutenli ve glutensiz pek çok hububat ürününün besinsel içeriğinin zenginleştirilmesinde kullanılabileceği ve bu konuda çalışmaların başlatılması ile fonksiyonel gıda endüstrisine yeni ürünlerin kazandırılabilceği tahmin edilmektedir.
3. Glutenli makarna üretiminde ham/çimlenmiş kinoa ununun yüksek kullanım oranları, seyrelen gluten miktarı nedeniyle teknolojik kalite üzerinde olumsuz etkilere sebep olmuştur. Diğer glutenli hububat ürünlerinde de yüksek kullanım oranları teknolojik kalitede azalmaya neden olabilir. Bu durumda uygun katkı maddelerinin kullanımı (vital gluten, gum, çeşitli enzim ve emülgatörler) ile teknolojik kalitedeki kayıplar giderilebilir.
4. Bundan sonraki çalışmalarda çimlenmiş kinoa ununun yüksek protein, mineral, TFM, AA ve düşük fitik asit gibi üstün besinsel özelliklerinden faydalanılmak üzere glutenli ya da glutensiz ekmek, kek ve bisküvi üretiminde kullanımı önerilmektedir.

EKLER

Çimlenmemiş (Ham) Kinoa İlaveli Glutenli Makarna Örnekleri



Şahit



% 10



%20



%30

Çimlenmiş Kinoa İlaveli Glutenli Makarna Örnekleri



Şahit



% 10



%20



%30

**Çimlenmemiş (Ham) Kinoa İlaveli
Glutensiz Makarna Örnekleri**



Şahit



% 10



%20



%30

**Çimlenmiş Kinoa İlaveli
Glutensiz Makarna Örnekleri**



Şahit



% 10



%20



%30

KAYNAKLAR

- AACC, 1990, Approved method of the American association of cereal chemists, U.S.A.
- Adom, K. K. and Liu, R. H., 2002, Antioxidant activity of grains, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 6182-6187.
- Alamprese, C., Casiraghi, E. and Pagani, M. A., 2007, Development of gluten-free fresh egg pasta analogues containing buckwheat, *European Food Research and Technology*, 225 (2), 205-213.
- Alexander, J. C., Gabriel, H. G. and Reichertz, J. L., 1984, Nutritional value of germinated barley, *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 17 (4), 224-228.
- Al-Numair, K. S., Ahmed, S. E. B., Al-Assaf, A. H. and Alamri, M. S., 2009, Hydrochloric acid extractable minerals and phytate and polyphenols contents of sprouted faba and white bean cultivars, *Food Chemistry*, 113 (4), 997-1002.
- Altındağ, G., 2011, Karabuğday, mısır ve pirinç unundan üretilen kurabiyelerin bazı kalite özellikleri ve raf ömürlerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Antalya, 137 sayfa.
- Altınır, D.D ve Şahan, Y., 2016, Gıdaların minerallerle zenginleştirilmesine yönelik uygulamalar, *Türkiye 12. Gıda Kongresi*, 5-7 Ekim 2016, Edirne.
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K. and Gallagher, E., 2009, Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredient, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60 (4), 240-257
- Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E. K. and Gallagher, E., 2010, Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking, *Food Chemistry*, 119 (2), 770-778.
- Amici, M. Bonfili, L., Spina, M., Cecarini, V., Calzuola, I., Marsili, V., Angeletti, M., Fioretti, E., Tacconi, R., Gianfranceschi, G. L. and Eleuteri, A. M., 2008, Wheat sprout extract induces changes on 20S proteasomes functionality, *Biochimie*, 90 (5), 790-801.
- Anonim, 2002, Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği. Tebliğ No: 2005/29, Ankara.
- Anonim, 2005, Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, A.K. Halkman (ed), Başak Matbaacılık Ltd. Şti., 358 sayfa, Ankara.
- Anonim, 2009, Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği, Tebliğ No: 2009/6, Ankara.

- Anonim, 2012, Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği, Tebliğ No: 2012/4, Ankara.
- Anonim, 2017, <http://hammaddeler.com> [Ziyaret Tarihi: 4 Ekim 2017].
- Anonim,2018,
https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/33555/mod_resource/content/0/TOHUMLA%20%C3%87O%C4%9EALTIM-DERS%20NOTU.pdf [Ziyaret Tarihi:31 Mart 2018].
- Anonymous, 2016, Phytochemicals. www.phytochemicals.info/plants/broccoli.php [Erişim tarihi: 03 Ocak 2016].
- Anonymous,2018,https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/33555/mod_resource/content/0/TOHUMLA%20%C3%87O%C4%9EALTIM-DERS%20NOTU.pdf, [Ziyaret Tarihi: 5 Ekim 2017].
- Aravind, N., Sissons, M., Egan, N. and Fellows, C., 2012, Effects of insoluble dietary fiber addition on technological, sensory and structural properties of durum wheat spaghetti, *Food Chemistry*, 130 (2), 299-309.
- Arın, L., 1997, Sebze olarak çimlendirilmiş tohum nedir?, *Hasad*, 144-145, 41-43.
- Ashish, S., Shilpa, K., Singh, R. R., Sanjay, K. and Rajendran, N., 2012, Wheatgrass: An alternative household nutritional food security, *International Research Journal of Pharmacy*, 3 (7), 246-250.
- Ashton, W. M. and Williams, P. C., 1958, The phosphorus compounds of oats. I. The content of phytate phosphorus, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 9 (8), 505-511.
- Astley, S. B., 2003, Dietary antioxidants-past, present and future?, *Trends in Food Science and Technology*, 3 (14), 93-98.
- Atwell, W. A., Hyldon, R. G., Godfrey, P. D., Galle, E. L., Sperber, W. H., Pedersen, D. C., Evans, W. D. and Rabe, G. O., 1988, Germinated quinoa flour to reduce to viscosity of starchy foods, *Cereal Chemistry*, 65 (6), 508-509.
- Axel, C., Röcker, B., Brosnan, B., Zannini, E., Furey, A., Coffey, A. and Arendt, E., 2015, Application of *Lactobacillus amylovorus* DSM19280 in gluten-free sourdough bread to improve the microbial shelf life, *Food Microbiology*, 47, 36-44.
- Aydın, E., 2009, Yulaf katkısının eriştinin kalite kriterlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Bursa, 72 sayfa.
- Badau, M. H, Nkama, I. and Jideani, I. A., 2005, Phytic acid content and hydrochloric acid extractability of minerals in perl millet as affected by germination time and cultivar, *Food Chemistry*, 92 (3), 425-435.

- Bagdi, A., Szabó, F., Gere, A., Kókai, Z., Sipos, L. and Tömösközi, S., 2014, Effect of aleurone-rich flour on composition, cooking, textural, and sensory properties of pasta, *LWT-Food Science and Technology*, 59 (2), 996-1002.
- Barbeau, W. E., Griffey, C. A. and Yan, Z., 2006, Evidence that minor sprout damage can lead to significant reductions in gluten strength of winter wheats, *Cereal Chemistry*, 83 (3), 306-310.
- Battais, F., Courcoux, P., Popineau, Y., Kanny, G., Moneret-Vautrin, D. A. and Denery-Paini, S., 2005, Food allergy to wheat: differences in immunoglobulin E-binding proteins as a function of age or symptoms, *Journal of Cereal Science*, 42 (1), 109-117.
- Bau, H. M., Villaume C., Nicolas, J. P. and Mejean, L., 1997, Effect of germination on chemical composition, biochemical constituents and antinutritional factors of soya bean (*Glycine max*) seeds, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 73 (1), 1-9.
- Baysal, A., 2012, Beslenme, *Hatiboğlu Yayınları*, Ankara.
- Bertero., H. D. and Ruiz, R. A., 2010, Reproductive partitioning in sea level quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars, *Field Crops Research*, 118 (1), 94-101.
- Beta, T., Nam S., Dexter J. E., Sapirstein H. D., 2005, Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions, *Cereal Chemistry*, 82 (4), 390-393.
- Beutler E, Hoffbrand A.V. and Cook J.D., 2003, Iron deficiency and overload, *ASH Education Program Book*, 1: 40-61.
- Bhargava, A., Shukla, S. and Ohri, D., 2006, *Chenopodium quinoa*-an indian perspective, *Industrial Crops and Products*, 23 (1), 73-87.
- Bhattacharya, M., Zee, S. Y. and Corke, H., 1999, Physicochemical properties related to quality of rice noodles, *Cereal Chemistry*, 76 (6), 861-867.
- Bibi, N., Aurang, Z., Amal, B. K. and Mohammad, S. K., 2008, Effect of germination time and type of illumination on proximate composition of chickpea seed (*Cicer arietinum* L.), *American Journal of Food Technology*, 3 (1), 24-32.
- Bilalis, D. J., Travlos, I. S., Karkanis, A., Gournaki, M., Katsenios, G., Hela, D. and Kakabouki, I., 2013, Evaluation of the allelopathic potential of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*), *Romanian Agricultural Research*, 30, 359-364.
- Bilgiçli, N., 2009, Effect of buckwheat flour on cooking quality and some chemical, antinutritional and sensory properties of erişte Turkish noodle, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60 (4), 70-80.

- Bilgiçli, N., 2013, Some chemical and sensory properties of gluten-free noodle prepared with different legume, pseudocereal and cereal flour blends, *Journal of Food and Nutrition Research*, 52 (4), 251-255.
- Blessing, I. A. and Gregory, I. O., 2010, Effect of processing on the proximate composition of the dehulled and unde-hulled mungbean [*Vigna radiate (L.) Wilczek*] flours, *Pakistan Journal of Nutrition*, 9 (10), 1006-1016.
- Brajdes C. and Vizireanu C., 2012, Sprouted buckwheat an important vegetable source of antioxidants, *The Annals of The University Dunarea de Jos Of Galati Fascicle, VI – Food Technology*, 36 (1), 53-60.
- Brennan, C. S. and Tudorica, C. M., 2008, Evaluation of potential mechanisms by which dietary fibre additions reduce the predicted glycemic index of fresh pastas, *International Journal of Food Science and Technology*, 43 (12), 2151-2162.
- Butterworth, J. R., Banfield, L. M., Iqbal, T. H. and Cooper, B. T., 2004, Factors relating to compliance with a gluten-free diet in patients with celiac disease: comparison of white Caucasian and South Asian patients, *Clinical Nutrition*, 23 (5), 1127-1134.
- Cabrera-Chávez, F., De la Barca, A. M. C., Islas-Rubio, A. R., Marti, A., Marengo, M., Pagani, M. A., Bonomi, F. And Iametti, S., 2012, Molecular rearrangements in extrusion processes for the production of amaranth-enriched, gluten-free rice pasta, *LWT - Food Science and Technology*, 47 (2), 421-426.
- Camacho, L., Sierra, C., Campos, R., Guzman, E. and Marcus, D., 1992, Nutritional changes caused by the germination of legumes commonly eaten in Chile, *Archivos Latinoamericanos De Nutricion*, 42 (3), 283–290.
- Caperuto, L. C., Amaya-Farfan, J. and Camargo, C., 2000, Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81 (1), 95-101.
- Carciochi, R. A., Manrique, G. D. and Dimitrov, K., 2014, Changes in phenolic composition and antioxidant activity during germination of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa Willd.*), *International Food Research Journal*, 21 (2), 767-773.
- Cardozo, A. and Tapia M., 1979, Valor Nutritivo. Tapia M., Gandarillos H., Alandia S., Cardozo A. and Mujica A. (Eds). In: *Quinoa y la kaniwa: cultivos Andinos*. Bogota CIID, Oficina Regional Para la America Latina, pp. 149-192.
- Carlsson, R., Hanczakowski P. and Kaptur T., 1984, The quality of the green fraction of leaf protein concentrate from *chenopodium quinoa willd.* grown at different levels of fertilizer nitrogen, *Animal Feed Science and Technology*, 11 (4), 239-245.

- Certel, M., Erem, F. ve Karakaş, B. 2009. Farklı depolama koşullarında normal ve kepekli ekmeklerin mikrobiyolojik özellikleri, su aktivitesi ve sünme durumunun değişimi, *Gıda Dergisi*, 34 (6), 351-358.
- Cevallos-Casals, B. A. and Cisneros-Zevallos, L., 2010, Impact of germination on phenolic content and antioxidant activity of 13 edible seed species, *Food Chemistry*, 119 (4), 1485-1490.
- Chauhan, A., Saxena, D.C. and Singh, S., 2015, Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus spp.*) flour, *LWT - Food Science and Technology*, 63 (2), 939-945.
- Chavan, J. K. and Kadam, S. S., 1989, Nutritional improvement of cereals by sprouting, *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 28 (5), 401-437.
- Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P.M., and Del Nobile, M.A., 2008, Quality of spaghetti in base amaranthus wholemeal flour added with quinoa, broad bean and chick pea, *Journal of Food Engineering*, 84, 101-107.
- Chillo, S., Ranawana, D. V., Pratt, M. and Henry, C. J. K., 2011, Glycemic response and glycemic index of semolina spaghetti enriched with barley β -glucan, *Nutrition*, 27 (6), 653-658.
- Chompreeda, P., Resurreccion, A.V.A., Hung, Y. C. and Beuchat, L. R., 1987, Quality evaluation of peanut-supplemented Chinese type noodles, *Journal of Food Science*, 52 (6), 1740-1741.
- Chung, H. J., Cho, A. and Lim, S. T., 2014, Utilization of germinated and heat-moisture treated brown rices in sugar-snap cookies, *LWT - Food Science and Technology*, 57 (1), 260-266.
- Chung, T. Y., Nwokolo, E. N. and Sim, J. S., 1989, Compositional and digestibility changes in sprouted barley and canola seeds, *Plant Foods for Human Nutrition*, 39 (3), 267-278.
- Cole, M. E., 1991, Prediction and measurement of pasta quality, *International Journal of Food Science and Technology*, 26 (2), 133-151.
- Cornejo, F., Caceres, P. J., Villaluenga, C. M., Rosell, C. M. and Frias, J., 2015, Effects of germination on the nutritive value and bioactive compounds of brown rice breads, *Food Chemistry*, 173, 298-304.
- Cubadda, R. 1985, Methods and topical problems in the evaluation of the technological quality of durum wheat, *Symposium on Analyses as Practical Tools in the Cereal Field, Sundvollen (Norway), 22-23 May 1985*, Norway.
- D'ambrosio, T., Amodio, M. L., Pastore, D., Santis, G. And Colelli, G., 2017, Chemical, physical and sensorial characterization of fresh quinoa sprouts (*Chenopodium quinoa Willd.*) and effects of modified atmosphere packaging on quality during cold storage, *Food Packaging and Shelf Life*, 14, 52-58.

- D'Egidio, M. G. and Nardi, S., 1996, Textural Measurement of Cooked Spaghetti. Kruger, J. E., Robert, B., Dick W. (Eds). *Pasta and Noodle Technology*. AACC. St. Paul Minnesota, U.S.A: AACC.
- D'Egidio, M., De Stefanis, E., Fortini, S., Galterio, G., Nardi, S., Sgrulletta, D. and Bozzini, A., 1982, Standardization of cooking quality analysis in macaroni and pasta products, *Cereal Foods World*, 27, 367-368.
- Demirci, M., 2009, Beslenme Ders Kitabı, Namık Kemal Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Yayınları*, 286 sf. Tekirdağ.
- Demirci, M., 2012, *Gıda Kimyası*, Gıda teknolojisi derneği yayın no:40, 150-151.
- Demirkol, O. ve İçöz, A., 2002, Makarnanın besin değeri ve mikrobiyal kalitesi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6 (1), 115-118.
- Desphande, S. S. and Cheryan, M., 1984, Effect of phytic acid, divalent cations and their interactions on α -amilase activity, *Journal of Food Science*, 49 (2), 516-519.
- Devi, M. A., Gondi, M., Sakthivelu, G., Giridhar, P., Rajasekaran, T. and Ravishankar, G. A., 2009, Functional attributes of soybean seeds and products, with reference to isoflavone content and antioxidant activity, *Food Chemistry*, 114 (3), 771-776.
- Diaz-Batalla, L., Widholm, J. M., Fahey, G. C., Castaño-Tostado, E. and Paredes-López, O., 2006, Chemical components with health implications in wild and cultivated Mexican common bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (6), 2045-2052.
- Dick, J. W., Walsh, D. E. and Gilles, K. A., 1974, The effect of field sprouting on the quality of durum wheat, *Cereal Chemistry*, 51, 180-188.
- Dilber, A., Türker, S. ve Elgün, A., 2003, Çimlendirilmiş bir buğday ürünü olan azık üzerine araştırmalar, *Gıda Dergisi*, 28 (4), 409-414.
- Dini, I., Tenore G. C. and Dini A., 2010, Antioxidant compound contents and antioxidant activity before and after cooking in sweet and bitter *Chenopodium quinoa* Seeds, *LWT - Food Science and Technology*, 43 (3), 447-451.
- Doğan, H. and Karwe, M. V., 2003, Physicochemical properties of quinoa extrudates, *Food Science and Technology International*, 9 (2), 101-114.
- Donkor, O. N., Stojanovska, L., Ginn, P., Ashton, J. and Vasiljevic, T., 2012, Germinated grains-Sources of bioactive compounds, *Food Chemistry*, 135 (3), 950-959.
- Durairaj, V., Hoda, M., Shakya, G., Babu, S. P. P. and Rajagopalan, R., 2014, Phytochemical screening and analysis of antioxidant properties of aqueous

extract of wheatgrass, *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 7 (1), 398-404.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987, Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistiksel Metodları-II), *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi* Yayın No: 1021, Ankara, 381 sayfa.

Early, D. K., 1990, Amaranth Production in Mexico and Peru. J. E. Simon (Eds), *Advances in Mew crops, Timber Press, Portland*, 140-142.

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.

El-Chammas K. and Danner, E., 2011, Gluten-free diet in nonceliac disease, *Nutrition in Clinical Practice*, 26 (3), 294-299.

Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1992, Tahıl Teknolojisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, Erzurum, No. 297.

Elgün, A., Ertugay, Z., Kurt, A. ve Gökalp H., 1994, Gıda bilimi ve teknolojisi, Ders kitapları serisi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No; 53, Erzurum.

Enwere, N. J., 1998, Food of Plant Origin - Afro-Orbis, Nsukka.

Epler, S., Chambers, E., Kemp, K. E., 1998, Hedonic scales are a better predictor than just-about-right scales of optimal sweetness in lemonade, *Journal of Sensory Studies*, 13 (2), 191-197.

Ergin, A., 2011, Çölyak hastalarına özel bisküvi, erişte ve pide üretimi. Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Antalya, 76 sayfa.

Ergün, A., Tuncer, Ş. D., Çolpan, İ. Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, M. K., Küçükersan, S., Önel, A. G., Muğlalı, Ö. H. ve Şehu, A., 2002., Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı*, Ankara, 465 sayfa.

Escribano, J., Cabanes, J., Jiménez-Atiénzar, M., Ibañez-Tremolada, M., Gómez-Pando, L. R., García-Carmona, F. and Gandía-Herrero, F., 2017, Characterization of betalains, saponins and antioxidant power in differently colored quinoa (*Chenopodium quinoa*) varieties, *Food Chemistry*, 234, 285-294.

Eyidemir, E. ve Hayta, M., 2008, The effect of apricot kernel flour incorporation on the physicochemical and sensory properties of noodle, *African Journal of Biotechnology*, 8 (1), 85-90.

Fairweather-Tait S.J., 2004, Iron nutrition in the UK: getting the balance right. *Proc Nutr Soc.*, 63: 519-528.

- Falcioni, G., Fedeli, D., Tiano, L., Calzuola, I., Mancinelli, L., Marsili, V. and Gianfranceschi, G., 2002, Antioxidant activity of wheat sprouts extracts in vitro: Inhibition of DNA oxidative damage, *Journal of Food Science*, 67 (8), 2918-2922.
- Fazaeli, H., Golmohammadi, H. A., Tabatabayee, S. N. and Asghari-Tabrizi, M., 2012, Productivity and nutritive value of barley green fodder yield in hydroponic system, *World Applied Sciences Journal*, 16 (4), 531-539.
- Feillet, P., Autran, J. C. and Verniere, C. I., 2000, Pasta brownness: An assessment, *Journal of Cereal Science*, 32 (2), 215-233.
- Fernandes, M. S., Sehn, G. A. R., Leoro, M. G. V., Chang, Y. K. and Steel, C. J., 2013, Effect of adding unconventional raw materials on the technological properties of rice fresh pasta, *Food Science and Technology*, 33 (2), 257-264.
- Finney, P. L., 1985, Effect of germination on cereal and legume nutrients changes and food or feed value: A Comprehensive Review, *Recent Advanced Phytochemistry*, 17, 229-305.
- Fiorda, F. A., Soares Jr., M. S., Silva, F. A., Grosmann, M. V. E. and Souto, L. R. F., 2013, Microstructure, texture and colour of gluten-free pasta made with amaranth flour, cassava starch and cassava bagasse, *LWT - Food Science and Technology*, 54 (1), 132-138.
- Fouad, A. A. and Rehab, F. M., 2015, Effect of germination time on proximate analysis, bioactive compounds and antioxidant activity of lentil (*Lens culinaris* Medik.) sprouts, *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 14 (3), 233-245.
- Föste, M., Nordlohne, S. D., Elgeti, D., Linden, M. H., Heinz, V., Jekle, M. and Becker, T., 2014, Impact of quinoa bran on gluten-free dough and bread characteristics, *European Food Research and Technology*, 239 (5), 767-775.
- Francis, F. J., 1998, Color Analyses, Food Analysis. Nielson, S.S. (eds), *Chapman and Hall*, New York, NY.
- Frias, J., Zieliński, H., Piskula, M. K., Kozłowska, H. and Vidal-Valverde, C. 2005, Inositol phosphate content and trypsin inhibitor activity in ready-to-eat cruciferous sprouts, *Food Chemistry*, 93 (2), 331-336.
- Fue, B. X., Hatcher, D. W. and Schlichting, L., 2014, Effects of sprout damage on durum wheat milling and pasta processing quality, *Canadian Journal of Plant Science*, 93 (3), 545-553.
- Gallegos-Infante, J. A., Rocha-Guzman, N. E., Gonzalez-Laredo, R. F., Ochoa-Martínez, L. A., Corzo, N., Bello-Perez, L. A., Medina-Torres, L. and Peralta-Alvarez, L. E., 2010, Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.), *Food Chemistry*, 119 (4), 1544-1549.

- Gambus, H., Gambus, F., Pastuszka, D., Wrona, P., Ziobro, R., Sabat, R., Mickowska, B., Nowotna, A. and Sikora, M., 2009, Quality of gluten- free supplemented cakes and biscuits, *International Journal of Food Properties*, 60 (Sup4), 31-50.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J. A., Medina-Juarez, L. A., Ortega Garcia, J., Cazarez-Casanova, R. and Angulo-Guerrero, O., 1999, Antioxidant activity in soybean oil of extracts from Thompson grape bagasse, *Journal of the American Oil Chemists Society (JAOCS)*, 76, 1445-1447.
- Gan, R. Y., Lui, W. Y., Wu, K., Chan, C. L., Dai, S. H., Sui, Z. Q. and Corke, H., 2017, Bioactive compounds and bioactivities of germinated edible seeds and sprouts: An updated review, *Trends in Food Science and Technology*, 59, 1-14.
- Gandía-Herrero, F. and García-Carmona, F., 2013, Biosynthesis of betalains: yellow and violet plant pigments, *Trends in Plant Science*, 18 (6), 334-343.
- Garcia, M., 2003, Agroclimatic study and drought resistance analysis of quinoa for an irrigation strategy in the bolivian altiplano, *Dissertationes de Agricultural Faculty of Applied Biological Sciences*, K.U. Leuven, Belgium, 556 sayfa.
- Garciarubio, A., Legaria, J. P. and Covarrubies, A. A., 1997, Abscisic acid inhibit germination of mature arabidopsis seeds by limiting the availability of energy and nutrients, *Planta*, 203 (2), 182-187.
- Gatti, E., Catenazzo, G., Camisasca, E., Torri, A., Denegri, E. and Sirtori, C. R., 1984, Effects of guar-enriched pasta in the treatment of diabetes and hyperlipidemia, *Annals of Nutrition and Metabolism*, 28 (1), 1-10.
- Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Taboada, C., Miranda, R., Cusicanqui, J., Mhizhac T. and Vacher, J., 2009, Modeling the potential for closing quinoa yield gaps undervarying water availability in the bolivian altiplano, *Agricultural Water Management*, 96 (11), 1652-1658.
- Ghavidel, R. A. and Prakash, J., 2007, The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds, *Learning with Technologies*, 40, 1292-1299.
- Giuberti, G., Gallo, A., Cerioli, C., Fortunati, P. and Masoero, F., 2015, Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour, *Food Chemistry*, 175, 43-49.
- Gorinstein, S., Vargas, O. J. M., Jaramillo, N. O., Salas, I. A., Ayala, A. L. M., Avila, P. A., Toledo, F., Katrich, E. and Trakhtenberg, S., 2007, The total polyphenols and the antioxidant potentials of some selected cereals and pseudocereals, *European Food Research and Technology*, 225 (3-4), 321-328.
- Grant, L. A., Dick, J. W. and Shelton, D. R., 1993, Effect of drying temperature, starch damage sprouting and additives on spaghetti quality characteristics, *Cereal Chemistry*, 70 (6), 676-684.

- Green, P. H. R. and Jabri, B., 2003, Celiac disease, *The Lancet*, 362 (9381), 383-391.
- Grobelnik, M. S., Turinek, M., Jakop, M., Bavec, M. and Bavec, F., 2009, Nutrition value and use of grain amaranth: potential future application in bread making, *Agricultura*, 6 (4), 43-53.
- Gross, R., Koch, F., Malaga, I., De Miranda, A. F., Schoeneberger, H. and Trugo, L. C., 1989, Chemical composition and protein quality of some local andean food sources, *Food Chemistry*, 34 (1), 25-34.
- Guandalini, S. and Gupta, P., 2002, Celiac disease a diagnostic challenge with many facets, *Clinical and Applied Immunology Reviews*, 2 (6), 293-305.
- Gull, A., Prasad, K. and Kumar, P., 2016, Nutritional, antioxidant, microstructural and pasting properties of functional pasta, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17 (2), 147-153.
- Guzmán-Maldonado, S. H., and Paredes-Lopez, O., 1998, Functional products of plants indigenous to Latin America: amaranth, quinoa, common beans, and botanicals, *Functional Foods Biochemical and Processing Aspects*, 293-328.
- Güler, S., Köksel, H. and Ng., P. K. W., 2002, Effects of industrial pasta drying temperatures on starch properties and pasta quality, *Food Research International*, 35 (5), 421-427.
- Gwartz, J. A. and Garcia-Casal, M. N., 2014, Processing maize flour and corn meal food products, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1312 (1), 66-75.
- Gyamfi, M. A., Yonamine, M. and Aniya, Y., 1999, Free radical scavenging action of medical herbs from Ghana: *Thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries, *General Pharma*, 32 (6), 661-667.
- Ha, D. H. and Park, Y. K., 2011, Quality characteristics of noodles added with domestic germinated Barley, *Korean Journal of Food Preservation*, 18 (2), 131-142.
- Hahm, T. S., Park, S. J. and Lo, Y. M., 2009, Effects of germination on chemical composition and functional properties of sesame (*Sesamum indicum L.*) seeds, *Bioresource Technology*, 100 (4), 1643-1647.
- Hamer, R. J., 2005, Coeliac Disease: Background and biochemical aspects, *Biotechnology Advances*, 23 (6), 401-408.
- Hamilton, M. J. and Vanderstoep, J., 1979, Germination and nutrient composition of alfalfa seeds, *Journal of Food Science*, 44 (2), 443-445.
- Hara, T., Sasaki, T., Tetsuka, T., Ikoma, H. and Kohyama, K., 2009, Effects of sprouting on texture of cooked buckwheat (*Fagopyrum esculentum moench*) noodles, *Plant Production Science*, 12 (4), 492-496 .

- Harmuth-Hoene, A. E., Bognar, A. E., Kornemann, U. and Diehl, J. F., 1987, The influence of germination on the nutritional value of wheat, mung beans and chickpeas, *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 185 (5), 386-393.
- Haug, W. and Lantzsch, H. J., 1983, Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereals product, *Journal of Science Food and Agriculture*, 34 (12), 1423-1426.
- He, D., Han, C., Yao, J., Shen, S. and Yang, P., 2011, Constructing the metabolic and regulatory pathways in germinating rice seeds through proteomic approach, *Proteomics*, 11 (13), 2693-2713.
- Herken, E. N., 2005, Effect of processing on the selected properties of cowpea flour to be incorporated into spaghetti, *Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Gaziantep, 85 sayfa.
- Herken, E. N., İbanoğlu, Ş., Öner, M. D., Bilgiçli, N. and Güzel, S., 2007, Effect of storage on the phytic acid content, total antioxidant capacity and organoleptic properties of macaroni enriched with cowpea flour, *Journal of Food Engineering*, 78 (1), 366-372.
- Hoseney, R. C. 1994, *Principles of Cereal Science and Technology* (2nd ed.). St. Paul, MN: Association of Cereal Chemists, Kansas State University, Manhattan, Kansas.
- Ihekoronye, A. L. and Ngody, P. O., 1985, *Integrated Food Science And Technology For The Tropics*. Macmillian Publishers, London, 386 sayfa.
- Izydorczyk, M. S., Lagasse, S. L., Hatcher, D.W., Dexter, J. E. and Rosnagel, B. G., 2005, The enrichment of Asian noodles with fiber-rich fractions derived from roller milling of hull-less barley, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85 (12), 2094-2104.
- Jacobsen, S. E. and Stolen, O., 1993, Quinoa-morphology, phenology and prospects for its production as a new crop in Europe, *European Journal of Agronomy*, 2 (1), 19-29.
- Jacobsen, S. E., 2003, The world wide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*), *Food Reviews International*, 19 (1-2), 167-177.
- Jacobsen, S. E., Monteros, C., Christiansen, J. L., Bravo, L. A., Corcuera, L. J. and Mujica, A., 2005, Plant responses of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*) to frost at various phenological stages, *European Journal of Agronomy*, 22 (2), 131-139.
- Jambrec, D., Sakac, M., Jovanov, P., Misan, A., Pestoric, M., Tomovic, V. and Mandic, A., 2016, Effect of processing and cooking on mineral and phytic acid content of buckwheat-enriched tagliatelle, *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, 22 (3), 319-326.

- Jancurová, M., Minarovicová, L. and Dandar, A., 2009, Quinoa-a review, *Czech Journal of Food Sciences*, 27 (2), 71-79.
- Jaya, T. V., Naik, H. S. and Venkataraman, L. V., 1979, Effect of germinated legumes on the rate of in vitro gas production by *Clostridium perfringens*, *Nutrition Reports International*, 20 (3), 393-401.
- Jayasena, V. and Nasar-Abbas, S. M., 2012, Development and quality evaluation of high-protein and high-dietary-fiber pasta using lupin flour, *Journal of Texture Studies*, 43 (2), 153-163.
- Jones, R. L. and Jacobsen, J. V., 1991, Regulation and syhntesis and transport of secreted proteins of in cereal aleurone, *International Review of Cytology*, 126, 49-88.
- Kahraman, Ö., 2011, Süt ve süt ürünlerinin çinko ile zenginleştirilmesine ilişkin yaklaşımlar, *Gıda*, 36 (4), 241-248.
- Kanmaz, E. ve Ova, G., 2014, Filizlenme işleminin fitokimyasal bileşikler üzerine etkisi, *Gıda*, 39 (1), 49-56.
- Kanmaz, E., 2017, Fonksiyonel Antioksidan Gıdalar: Yenilebilir Tohum Filizleri, *Sidas Yayıncılık*, İzmir, 250 sayfa.
- Karapınar, M. ve Gönül, A., 1999, Hububat Ve Hububat Ürünlerinde Mikrobiyolojik Bozulmalar, Patojen Mikroorganizmalar ve Muhafaza Yöntemleri, *Gıda Mikrobiyolojisi*, Mengi Tan Basımevi, 2. Baskı, İzmir. 369-384.
- Kaur, G., Sharma, S., Nagi, H. P. S. and Dar, B. N., 2012, Functional properties of pasta enriched with variable cereal brans, *Journal of Food Technology*, 49 (4), 467-474.
- Kayıoğlu, Ç., 2017, Renkli cin mısırların farklı metotlarla patlatılmasının bazı fonksiyonel bileşenler üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Samsun, 97 sayfa.
- Khalil, A. H. and Mansour, E. H., 1995, The effect of cooking, autoclaving and germination on the nutritional quality of faba beans, *Food Chemistry*, 54 (2), 177-182.
- Khattak, A. B., Zeb, A., Bibi, N., Khalil, S. A. and Khattak, M. A., 2007, Influence of germination techniques on phytic acid and polyphenols content of chickpea (*Cicer arietinum L.*) sprouts, *Food Chemistry*, 104 (3), 1074-1079.
- Kim, H. Y., Hwang, I. G., Kim, T. M., Wood, S. K., Park, D. S., Kim, J. H., Kim, D. J., Lee, J., Lee, Y. R. and Jeong, H. S., 2012, Chemical and functional components in different parts of rough rice (*Oryza sativa L.*) before and after germination, *Food Chemistry* 134 (1), 288–293.

- Kim, S. L., Kim, S. K. and Park, C. H., 2004, Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable, *Food Research International*, 37 (4), 319-327
- Kim, S. L., Son, Y. K., Hwang J. J., Kim, S. K., Hur, H. S. and Park, C. H., 2001, Development and utilization of buckwheat sprouts as functional vegetables, *Fagopyrum*, 18, 49-54.
- Koehler, P., Hartmann, G., Wieser, H. and Rychlik, M., 2007, Changes of folates, dietary fiber, and proteins in wheat as affected by germination, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (12), 4678-4683.
- Koning, F., 2003, The molecular basis of Celiac disease, *Journal of Molecular Recognition*, 16 (5), 333-336.
- Koyun, S., 2013, Güvenli gıda: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), *Mesleki Bilimler Dergisi*, 2 (2), 85-88.
- Koziol, M. J., 1991, Afrosimetric estimation of threshold saponin concentration for bitterness in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 54 (2), 211-219.
- Koziol, M. J., 1992, Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), *Journal of Food Composition and Analysis*, 5 (1), 35-68.
- Köksal, Y., H., 2007, Organizma için bakırın önemi ve eksikliğinde karşılaşılan olumsuzluklar, *Aktüel*, cilt78, sayı:4.
- Köten, M., Ünsal, S. and Atlı, A., 2014, Determination of cooking quality and some of the chemical compositions of pasta which produced in Turkey, *Journal of Food*, 39 (1), 33-40.
- Kruger, J. E. and Matsuo, R. R., 1982, Comparison of alpha-amylase and simple sugar levels in sound and germinated durum wheat during pasta processing and spaghetti cooking, *Cereal Chemistry*, 59, 26-31.
- Kulkarni, S. D., Tilak, J. C., Acharya, R., Rajurkar, N. S., Devasagayam, T. P. A. and Reddy, A. V. R., 2006, Evaluation of the antioxidant activity of wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) as a function of growth under different conditions, *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 20 (3), 218-227.
- Kumar, V., Rani, A., Pandey, V. and Chauhan, G. S., 2006, Changes in lipoxygenase isozymes and trypsin inhibitor activity in soybean during germination at different temperatures, *Food Chemistry*, 99 (3), 563-568.
- Kuo, Y. H., Rozan, P., Lambein, F., Frias, J. and Vidal-Valverde, C., 2004, Effects of different germination conditions on the contents of free protein and non-protein amino acids of commercial legumes, *Food Chemistry*, 86 (4), 537-545.

- Lai, H. M., 2002, Effects of rice properties and emulsifiers on the quality of rice pasta, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82 (2), 203-216.
- Larrosa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N. and Califano, N., 2016, Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta, *LWT-Food Science and Technology*, 70, 96-103.
- Larsson, M. and Sandberg, A. S., 1992, Phytate reduction in oats during malting, *Journal of Food Science*, 57 (4), 994-997.
- Laus, M. N., Cataldi, M. P., Robbe, C., D'Ambrosio, T., Luisa Amodio, M., Colelli, G., De Santis, G., Flagella, Z. and Pastore, D., 2017, Antioxidant capacity, phenolic and vitamin C contents of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*) as affected by sprouting and storage conditions, *Italian Journal of Agronomy*, 12 (1), 63-68.
- Lee, A. and Newman, J. M., 2003, Celiac diet: Its impact on quality of life, *Journal of The American Dietetic Association*, 103 (11), 1533-1535.
- Lee, J. C. and Hwang, Y. H., 1996, Variation of asparagine and aspartic acid contents in beansprout soybeans, *Korean Journal of Crop Science*, 41, 592-599.
- Lee, S. J., Ahn, J. K., Khanh, T. D., Chun, S. C., Kim, S. L., Ro, H. M., Song, H. K. and Chung, I. M., 2007, Comparison of isoflavone concentrations in soybean (*Glycine max (L.) Merrill*) sprouts grown under two different light conditions, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (23), 9415-9421.
- Lemar, L. E. and Swanson, B. G., 1976, Nutritive value of sprouted wheat flour, *Journal of Food Science*, 41 (3), 719-720.
- Lin, P. Y. and Lai, H. M., 2006, Bioactive compounds in legumes and their germinated products, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (11), 3807-3814.
- Lindeboom, N., 2005, Studies on the characterization, biosynthesis and isolation of starch and protein from quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*), Degree of Doctor of Philosophy in the Department of Applied Microbiology and Food Science University of Saskatchewan Saskatoon.
- Lintschinger, J., Fuchs, N., Moser, H., Jager, R., Hlebenia, T., Markolin, G. and Gössler, W., 1997, Uptake of various trace elements during germination of wheat, buckwheat and quinoa, *Plant Foods for Human Nutrition*, 50 (3), 223-237.
- Liu, T., Hou, G. G., Book, S. L. and Marquart, L., 2016, Effects of chemical leavening system and processing conditions on the opacity and other quality characteristics of whole-wheat flour tortillas, *LWT-Food Science and Technology*, 73, 123-130.
- Liu, T., Hou, G. G., Cardin, M., Marquart, L. and Dubat, A., 2017, Quality attributes of whole-wheat flour tortillas with sprouted whole-wheat flour substitution, *LWT - Food Science and Technology*, 77, 1-7.

- Lopez-Amoros, M. L., Hernandez, T. and Estrella, I., 2006, Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (4), 277-283.
- Lorenz, K. and Coulter, L., 1991, Quinoa flour in baked products, *Plant Foods for Human Nutrition*, 41 (3), 213-223.
- Lorenz, K., Lee, V. A. and Jackel, S. S., 1977, The nutritional and physiological impact of cereal products in human nutrition, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 8 (4), 383-456.
- Lorusso, A., Verni, M., Montemurro, M., Coda, R., Gobetti, M. and Rizzello, C. G., 2017, Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features, *LWT-Food Science and Technology*, 78, 215-221.
- Madenci, A. B., 2017, Besinsel lif ve antioksidan maddece zengin bileşenlerin yağ makarnanın bazı kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine etkisi, Doktora Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya*, 203 sayfa.
- Mahmoud, A. H. and El-Anany, A. M., 2014, Nutritional and sensory evaluation of a complementary food formulated from rice, faba beans, sweet potato flour, and peanut oil, *Food and Nutrition Bulletin*, 35 (4), 403-413.
- Mahoney, A. W., Lopez, J. G. and Hendricks, D. G., 1975, An evaluation of the protein quality of quinoa, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23 (2), 190-193.
- Manley, D., 1991, Technology of Biscuits, Crackers and Cookies, *Ellis Horwood Series in Science and Technology*, New York, ABD, 476 sayfa.
- Manthey, F. A., Sinha, S., Wolf-Hall, C. E. and Hall, C. A., 2008, Effect of flaxseed flour and packaging on shelf life of refrigerated pasta, *Journal of Food Processing and Preservation*, 32 (1), 75-87.
- Manthey, F. A., Yalla, S. R., Dick, T. J. and Badaruddin, M., 2004, Extrusion properties and cooking quality of spaghetti containing buckwheat bran flour, *Cereal Chemistry*, 81 (2), 232-236.
- Marengo, M., Bonomi, F., Marti, A., Pagani, M. A., Elkhalfa, A. E. O., and Iametti, S., 2015, Molecular features of fermented and sprouted sorghum flours relate to their suitability as components of enriched gluten-free pasta, *Lwt-Food Science and Technology*, 63 (1), 511-518.
- Marti, A., Seetharaman, K. and Pagani, M. A., 2010, Rice-based pasta: a comparison between conventional pasta-making and extrusion-cooking, *Journal of Cereal Science*, 52 (3), 404-409.
- Martín-Cabrejas, M. A., Sanfíz, B., Vidal, A., Mollá, E., Esteban, R., and López-Andréu, F. J., 2004, Effect of fermentation and autoclaving on dietary fiber

- fractions and antinutritional factors of beans (*Phaseolus vulgaris* L.), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (2), 261-266.
- Márton, M., Mándoki, Z., Csap-Kiss, Z. S. and Csapo, J., 2010, The role of sprouts in human nutrition. A review, *Acta Univ Sapientiae, Alimentaria*, 3, 81-117.
- Mastromatteo, M., Chillo, S., Lannetti, M., Civica, V., and Del Nobile, M. A., 2011, Formulation optimisation of gluten-free functional spaghetti based on quinoa, maize and soy flours, *International Journal of Food Science and Technology*, 46 (6), 1201-1208.
- Matsuo, R. R. and Irvine, G. N., 1970, Effect of gluten on the cooking quality of spaghetti, *Cereal Chemistry*, 47, 173-180.
- Matsuo, R. R., Malcolmson, L., Edwards, N. and Dexter, J., 1992, A colorimetric method for estimating spaghetti cooking losses, *Cereal Chemistry*, 69 (1), 27-29.
- Mbithi, S., Van Camp, J., Rodriguez, R. and Huyghebaert, A., 2001, Effects of sprouting on nutrient and antinutrient composition of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* var. *Rose coco*), *European Food Research and Technology*, 212 (2), 188-191.
- Memeli, Z., 2015, Bazı gıda liflerinin glutensiz kek formülasyonlarında kullanılması, Yüksek lisans tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, İzmir, 142 sayfa.
- Mestres, C., Colonna, P., Alexandre, M. C. and Matencio, F., 1993, Comparison of various processes for making maize pasta, *Journal of Cereal Science*, 17 (3), 277-290.
- Mikulikova, D. and Kraic, J., 2006, Natural sources of health-promoting starch, *Journal of Food and Nutrition Research*, 45 (2), 69-76.
- Mills, E. N. C. and Breiteneder, H., 2005, Food allergy and its relevance to industrial food proteins, *Biotechnology Advances*, 23 (6), 409-414.
- Miranda, M., Vega-Galvez, A., Quispe-Fuentes, I., Rodriguez, M. J., Maureira, H. and Mar-tinez, E. A., 2013, Nutritional aspects of six quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) ecotypes from the regeographic dareas of chile, *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72 (2), 175-181.
- Morad, M. M., El-Magoli, S. B. and Afifi, S. A., 1980, Macaroni supplemented with lupin and defatted soybean flours, *Journal of Food Science*, 45 (2), 404-405.
- Morgan, J. V. and Hunter, R. R., 1993, Limiting factors in hydroponic barley grass production, In *Proceedings of the 8th International Congress on Soilless Culture, Hunter's Rest, South Africa, 2-9 October*, 241-261.

- Mulimani, V. H., Nanda, S. K. and Thippeswamy, S., 2003, Effect of processing on phytic acid content in different red gram (*Cajanus cajan L.*) varieties, *Journal of Food Science and Technology*, 40 (4), 371–373.
- Nascimento, A. C., Mota, C., Coelho, I., Gueifão, S. and Santos, M., 2014, Characterisation of nutrient profile of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*), and purple corn (*Zea mays L.*) consumed in the North of Argentina: Proximates, minerals and trace elements, *Food Chemistry*, 148, 420-426.
- Ng, S. C., Anderson A., Coker J. and Ondrus, M., 2007, Characterization of lipid oxidation products in quinoa (*Chenopodium quinoa*), *Food Chemistry*, 101 (1), 185-192.
- Nollet L., Van der Klis JD., Lensing M., Spring P., 2007, The effect of replacing inorganic with organic trace minerals in broiler diets on productive performance and mineral excretion, *J. Appl. Poult. Res.*, 16, 592-597.
- Nonogaki, H., Bassel, G. W. and Bewley, J. D., 2010, Germination-still a mystery, *Plant Science*, 179 (6), 574-581.
- Oelke, E. A., Putnam, D. H., Teynor, T. M. and Oplinger, E. S., 1992, Alternative Field Crops Manual. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/quinoa.html> [Son erişim tarihi: 12 Ocak 2015].
- Oh, N. H., Seib, P. A., Chung, D. S., 1985, Noodle III. Effects of processing variables on the quality of dry noodle, *Cereal Chemistry*, 62 (6), 437-440.
- Omary, M. B., Fong, C., Rothschild, J. and Finney, P., 2012, Effects of germination on the nutritional profile of gluten-free cereals and pseudocereals, a review, *Cereal Chemistry*, 89 (1), 1-14.
- Orhun, G. E. and Arın, L., 2008, Determining the best sprouting conditions for germination of radish (*Raphanus sativus*) seeds consumed as vegetables, *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6 (1), 123-127.
- Öncel, E., 2017, Erişte üretiminde farklı oran ve kombinasyonlarda karabuğday, amarant ve kinoa unlarının kullanım imkanları, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Konya, 85 sayfa.
- Özgören, E. ve Yapar, A., 2015, Makarnanın zenginleştirilmesine yönelik yaklaşımlar, *Journal of Food and Health Science*, 1 (2), 103-108.
- Özkaya, B., 1999, Tahılların neden olduğu alerjiler ve önemi-2, *Food Hi-Tech*, Mart, 82-88.
- Özkaya, H. ve Kahveci, B., 1990, Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No:14, Ankara.

- Öztürk, İ., 2008, Çimlendirilmiş buğday tanesinin kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve doğal gıda katkı maddesi olarak değerlendirilme imkanlarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Kayseri, 121 sayfa.
- Padalino, L., Mastromatteo M., Lecce, L., Cozzolino, F. and Nobile, M. A. D., 2013, Manufacture and characterization of gluten-free spaghetti enriched with vegetable flour, *Journal of Cereal Science*, 57 (3), 333-342.
- Padalino, L., Mastromatteo, M., Sepielli, G., and Nobile, M. A. D., 2011, Formulation optimization of gluten-free functional spaghetti based on maize flour and oat bran enriched in β -glucan, *Materials*, 4 (12), 2119-2135.
- Palombini, S. V., Claus, T., Maruyama, S. A., Gohara, A. K., Souza, A. H. P., Souza, N. E., Visentainer, J. V., Gomes, S. T. M. and Matsushita, M., 2013, Evaluation of nutritional compounds in new amaranth and quinoa cultivars, *Food Science and Technology*, 33 (2) 339-344.
- Park, H. S. and Morita, N., 2004, Changes of bound lipids and composition of fatty acids in germination of quinoa seed, *Food Science and Technology Research*, 10 (3), 303-306.
- Paško, P., Bartoń, H., Zagrodzki, P., Gorinstein, S., Folta, M. and Zachwieja, Z., 2009, Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth, *Food Chemistry*, 115 (3), 994-998.
- Paucar-Menacho, L. M., Martínez-Villaluenga, C., Dueñas, M., Frias, J., and Peñas, E., 2017, Response surface optimisation of germination conditions to improve the accumulation of bioactive compounds and the antioxidant activity in quinoa, *International Journal of Food Science and Technology*, 53 (2), 516-524.
- Petitot, M., Boyer, L., Minier, C. and Micard, V., 2010, Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation, *Food Research International*, 43 (2), 634-641.
- Pınarlı, İ., İbanoğlu, Ş. and Öner, M. D., 2004, Effect of storage on the selected properties of macaroni enriched with wheat germ, *Journal of Food Engineering*, 64 (2), 249-256.
- Piernas V. and Guirand J. P., 1997, Microbial hazards related to rice sprouting, *International Journal of Food Science and Technology*, 32 (1), 33-39.
- Plaza, L., Ancos, B. and Cano, M. P., 2003, Nutritional and health-related compounds in sprouts and seeds of soybean (*Glycine max*), wheat (*Triticum aestivum l.*) and alfalfa (*Medicago sativa*) treated by a new drying method, *European Food Research and Technology*, 216 (2), 138-144.
- Pop, A., Muste, S., Man, S. and Muresan, C., 2014, Improvement of tagliatelle quality by addition of red quinoa flour, *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca: Food Science and Technology*, 71 (2), 225-226.

- Pradeep, S. R. and Guha, M., 2011, Effect of processing methods on the nutraceutical and antioxidant properties of little millet (*Panicum sumatrense*) extracts, *Food Chemistry*, 126 (4), 1643-1647.
- Prasad, A.S., 2008, Zinc in human health: Effect of zinc on immune cells. *Journal of Molecular Medicine*, 14 (5-6), 353-357.
- Prinyawiwatkul, W., Beuchat, L. R. and McWatters, K. H., 1993, Functional property changes in partially defatted peanut flour caused by fungal fermentation and heat treatment, *Journal of Food Science*, 58 (6), 1318-1323.
- Przybylski, R., Chauhan, G. S. and Eskin, N. A. M., 1994, Characterization of quinoa (*Chenopodium quinoa*) lipids, *Food Chemistry*, 51 (2), 187-192.
- Qian, J., Rayas-Duarte, P., and Grant, L., 1998, Partial characterization of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) starch, *Cereal Chemistry*, 75 (3), 365-373.
- Ragaei, S., Abdel-Aal, E. S. M. and Noaman, M., 2006, Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use, *Food chemistry*, 98 (1), 32-38.
- Rakshesh, N., Fellows, C. M. and Sissons, M., 2015, Evaluation of the technological and sensory properties of durum wheat spaghetti enriched with different dietary fibers, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95 (1), 2-11.
- Ramos Diaz, J. M., Kirjoranta, S., Tenitz, S., Penttilä, P. A., Serimaa, R., Lampi, A. M. and Jouppila, K., 2013, Use of amaranth, quinoa and kañiwa in extruded corn-based snacks, *Journal of Cereal Science*, 58 (1), 59-67.
- Rana, S., Kamboj, J. K. and Gandhi, V., 2011, Living life the natural way-wheatgrass and Health, *Functional Foods in Health and Disease*, 1 (11), 444-456.
- Ranhotra, G. S., Gelroth, J. A., Glaser, B. K., Lorenz, K. J. and Johnson, D. L., 1993, Composition and protein nutritional quality of quinoa, *Cereal Chemistry*, 70, 303-305.
- Reddy, N. R., Sathe, S. K. and Salunkhe, D. K., 1982, Phytates in legumes and cereals, *Advances in Food Research*, Vol. 28, Academic Press. , pp. 1-92.
- Reichert, R. D., Tatarynovich, J. T. and Tyler, R. T., 1986, Abrasive dehulling of quinoa (*Chenopodium quinoa*) effect on saponin content as determined by an adapted hemolytic assay, *Cereal Chemistry*, 63 (6), 471-475.
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C. and Jacobsen, S. E., 2003, Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*), *Food Reviews International*, 19 (1-2), 179-189.
- Repo-Carrasco-Valencia, R. A. M. and Serna, L. A., 2011, Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components, *Food Science and Technology (Campinas)*, 31(1), 225-230.

- Rodriguez, C., Frias, J., Valverde, V. and Hernandandez, A., 2008, Correlation between some nitrogen fractions, lysine, histidine, tyrosine, and ornithine contents during the germination of peas, beans, and lentils, *Food Chemistry*, 108, 245-252.
- Ruales, J. and Nair, B. M., 1993, Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds, *Food Chemistry*, 48 (2), 131-136.
- Saldamlı, İ., 2005, Gıda kimyası, *Hacettepe Üniversitesi Yayınları*, Ankara.
- Saleh, A. S. M., Zhang, Q., Chen, J. and Shen, Q., 2013, Millet Grains: Nutritional quality, processing, and potential health benefits, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12 (3), 281-295.
- Samur, G., 2008, *Vitaminler Mineraller ve Sağlığımız*, Birinci Baskı, Ankara: Klasmat Matbaacılık: 20-21
- Sattar, A., Mahmood, F., Khan, S. and Khan, I., 1985, Effect of radiation and germination on selected nutrients of corn, *Food Chemistry*, 17 (3), 183-192.
- Savdemir, N., 2014, Çölyak hastaları için baklagil unları ile zenginleştirilmiş mısır eriştəsi, Yüksek lisans tezi, *Hacettepe Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Gıda mühendisliği Anabilim Dalı*, Ankara, 101 sayfa.
- Schoenlechner, R., Siebendhandl, S. and Berghofer, E., 2008, Pseudocereals, Gluten-Free Cereal Products. E. K. Arendt and Bello D. F. (Eds.), *Food Science And Technology International Series*, 161-189.
- Schoenlechner, R., Drausinger, J., Ottenschlaeger, V., Jurackova, K. and Berghofer, E., 2010a, Functional Properties of gluten-free pasta produced from amaranth, quinoa and buckwheat, *Plant Foods for Human Nutrition*, 65 (4), 339-349.
- Schoenlechner, R., Wendner, M., Ehn, S. S. and Berghofer, E., 2010b, Pseudocereals as alternative sources for high folate content in staple foods, *Journal of Cereal Science*, 52 (3), 475-479.
- Sekhon, K. S., Singh, N. and Nagi, H. P. S., 1992, Effect of peering and blending on bread making properties of sprout-damaged wheat, *Cereal Food World*, 37, 715-724.
- Seol, H. and Sim, K. H., 2017, Quality characteristics of noodles with added germinated black quinoa powder, *Korean Food and Nutrition*, 30 (1), 19-30.
- Shahidi, F. and Chandrasekara, A., 2013, Millet grain phenolics and their role in disease risk reduction and health promotion: A review, *Journal of Functional Foods*, 5 (2), 570-581.
- Shams El-Din, M. H. A., Faheid, S. M. M. and Abd El-Kader, M. M., 1997, Quality of spaghetti supplemented with apricot kernel flour, *Egyptian Journal of Food Science*, 25, 21-38.

- Sharma, P. and Gujral, H. S., 2010, Antioxidant and polyphenols oxidase activity of germinated barley and its milling fractions, *Food Chemistry*, 120 (3), 673-678.
- Shogren, R. L., Hareland, G. A. and Wu, Y. V., 2006, Sensory evaluation and composition of spaghetti fortified with soy flour, *Journal of Food Science*, 71 (6), 428-432.
- Sigsgaard, L., Jacobsen, S. E. and Christiansen, J. L., 2008, Quinoa, *Chenopodium quinoa*, provides a new host for native herbivores in northern Europe case studies of the moth, *Scrobipalpa atriplicella* and the tortoisebeetle, *Cassidane bulbosa*, *Journal of Insect Science*, 8 (49), 1-4.
- Singh, H., Singh, N., Kaur, L. and Saxena, S. K., 2001, Effect of sprouting conditions on functional and dynamic rheological properties of wheat, *Journal of Food Engineering*, 47 (1), 23-29.
- Singh, N., Verma, P. and Pandey, B. R., 2012, Therapeutic potential of organic *Triticum aestivum* linn. (Wheat Grass) in prevention and treatment of chronic diseases: An overview, *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research*, 4 (1), 10-14.
- Skujins, S., 1998, Handbook for ICP – AES (Vartian-Vista), a short guide to vista series ICP– AES operation, *Variant Int. AG, Zug, version 1.0*, Switzerland.
- Slinkard, K. and Singelton, V. L., 1977, Total phenolic analysis, automation and comparison with manual methods, *American Journal of Enology and Viticulture*, 28 (1), 49-55.
- Srujana, M. N. S., Kumari, B. A., Maheswari, K.U., Devi, K.B.S., Suneetha, W.J., 2017, Sensory Quality Characteristics of Gluten-Free Products Prepared with Germinated Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild), *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* (2017) 6(8): 3507-3514
- Sudha, M. L., Ramasarma, P. R. and Rao, G. V., 2011, Wheat bran stabilization and its use in the preparation of high-fiber pasta, *Food Science and Technology International*, 17 (1), 47-53.
- Sung, H. G., Shin, H. T., Ha, J. K., Lai, H. L., Cheng, K. J. and Lee, J. H., 2005, Effect of germination temperature on characteristics of phytase production from barley, *Bioresource Technology*, 96, 1297-1303.
- Şanlıoğlu, Y. ve Özkaya, B., 1999, Makarnanın diyet lifçe zenginleştirilmesi, *Food Hi-Tech*, 70-78
- Tabekhia, M. M. and Donnelly, B. J., 1982, Phytic acid in durum wheat and its milled products, *Cereal Chemistry*, 59 (2), 105-107.
- Tan, M. ve Temel, S., 2017, Erzurum ve Iğdır şartlarında yetiştirilen farklı kinoa genotiplerinin kuru madde verimi ve bazı özelliklerinin belirlenmesi, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7 (4), 257-263

- Tan, M. ve Yöndem, Z., 2013, İnsan ve hayvan beslenmesinde yeni bir bitki: Kinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*), *Alinteri Zirai Bilimler Dergisi*, 25, 62-66.
- Tang, Y., Li, X., Zhang, B., Chen, P. X., Liu, R. and Tsao, R., 2015, Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa Willd.* Genotypes, *Food Chemistry*, 166, 380-388.
- Taylor, J. R. N. and Parker, M. L., 2002, Quinoa. Belton P. S, and J. R. N. Taylor (Eds.), *Pseudocereals and less common cereals Grain properties and utilization*. Berlin, Springer Verlag, pp. 93-122.
- Theobald, H.E., 2005, Dietary calcium and health. *Bnf.*, 30: 237-277.
- Torres, A., Frias, J., Granito, M. and Vidal-Valverde, C., 2007, Germinated *Cajanus cajan* seeds as ingredients in pastaproducts: Chemical, biological and sensory evaluation, *Food Chemistry*, 101 (1), 202-211.
- Türksoy, S. ve Özkaya B., 2006, Gluten ve Çölyak Hastalığı, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Uppal, V. and Bains, K., 2012, Effect of germination periods and hydrothermal treatments on in vitro protein and starch digestibility of germinated legumes, *Journal of Food Science and Technology*, 49 (2), 184-191.
- Urbano, G., Lopez-Jurado, M., Frejnagel, S., Gomez-Villalva, E., Porres, J. M., Vidal-Valverde, C. and Aranda, P., 2005a, Nutritional assessment of raw and germinated pea (*Pisum sativum L.*) protein and carbohydrate by in vitro and in vivo techniques, *Nutrition*, 21 (2), 230-239.
- Urbano, G., Aranda, P., Vilchez, A., Aranda, C., Cabrera, L., Porres, J. M. and Lopez-Jurado, M., 2005b, Effects of germination on the composition and nutritive value of proteins in *Pisum sativum*, *Food Chemistry*, 93 (4), 671-679.
- Urbano, G., Lopez-Jurado, M., Aranda, C., Vilchez, A., Cabrera, L., Porres, J. M. and Aranda, P., 2006, Evaluation of zinc and magnesium bioavailability from pea (*Pisum sativum L.*) sprouts. Effect of illumination and different germination periods, *International Journal of Food Science and Technology*, 41 (6), 618-626.
- Urgancı, N., 2005, Çölyak Hastalarına Ekmek Zehir Oluyor, <http://212.174.46.149/w/dergi/basinpdf/> [Ziyaret tarihi: 8 Kasım 2005].
- Uvere, P. O. and Orji, G. S., 2002, Lipase activities during malting and fermentation of sorghum for burukutu production, *Journal of the Institute of Brewing*, 108 (2), 256-260.
- Üstün, Ö. ve Çelik, İ., 2011, Phytase activity of wheat, barley and corn grains during germination and effect of germinated grain flour addition on bread quality, *Akademik Gıda*, 9 (6), 6-12.

- Vadiraj, S. and Mulimani, V. H., 1993, Changes and protease and beta amylase activity in germinating seeds of sorghum indian, *Indian Journal of Plant Physiology*, 36 (4), 253-254
- Valencia, M. R. C. and Serna, L. A., 2011, Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components, *Food Science and Technology*, 31 (1), 225-230.
- Valencia, R. R. C., 2011, Andean indigenous food crops: nutritional value and bioactive compounds, Department of Biochemistry and Food Chemistry, University of Turku, Finlandiya, 178 sayfa.
- Valencia-Chamorro, S. A., 2003, Quinoa. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. Editör: Caballero B. Amsterdam: Academic Press, Sayfa: 4985-4902.
- Van Schooten, H. A., and Pinxterhuis, J. B., 2003, Quinoa as an alternative forage crop in organic dairy farming. In Optimal forage systems for animal production and the environment, *Proceedings of the 12th Symposium of the European Grassland Federation, Pleven, Bulgaria, 26-28 May 2003*, 445-448.
- Vayupharp, B. And Laksanalamai, V., 2013, Nutrients and anti-nutrients of high chlorophyll-mungbean sprouts as affected by different periods of germination and sprouting stages, *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 6 (4), 121-129.
- Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., Martínez, E. A., 2010, Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90 (15), 2541-2547.
- Vilcacundo, R. and Ledesma, B. H., 2017, Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), *Current Opinion in Food Science*, 14, 1-6.
- Wang, N., Lewis, M. J., Brennan, J. G. and Westby, A., 1997, Effect of processing methods on nutrients and anti-nutritional factors in cowpea, *Food Chemistry*, 58 (1-2), 59-68.
- Wood, J. A., 2009, Texture, Processing and organoleptic properties of chickpea-fortified spaghetti with insights to the underlying mechanisms of traditional durum pasta quality, *Journal of Cereal Science*, 49 (1), 128-133.
- Wood, S. G., Lawson, L. D., Fairbanks, D. J., Robison L. R. and Andersen W. R., 1993, Seed lipid content and fatty acid composition of three quinoa cultivars, *Journal of Food Composition and Analysis*, 6 (1), 41-44.
- Wungkana, I., Suryanto, E. and Momuat, L., 2013, Aktivitas antioksidan dan tabir surya fraksi fenolik dari limbah tongkol jagung (*Zea mays L.*), *Pharmakon*, 2 (4), 149-155.
- Xu, J. G., Tian, C. R., Hu, Q. P., Luo, J. Y., Wang, X. D. and Tian, X. D., 2009, Dynamic changes in phenolic compounds and antioxidant activity in oats (*Avena*

- nuda L.*) during steeping and germination, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (21), 10392-10398.
- Xu, M. J., Dong, J. F. and Zhu, M. Y., 2005, Effect of germination conditions on ascorbic acid level and yield of soybean sprouts, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85 (6), 943-947.
- Yalla, S. R. and Manthey, F. A., 2006, Effect of semolina and absorption level on extrusion of spaghetti containing non-traditional ingredients, *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 86 (5), 841-848.
- Yang, F., 2000, Nutritional evaluation of germinated wheat and its use in a nutritional bar, Thesis of Master of Science, Edmonton, Canada, 106 page.
- Yaqoob, S., Baba, W. N., Masoodi, F. A., Shafi, M. and Bazaz, R., 2018, Effect of sprouting on cake quality from wheat-barley flour blends, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12 (2), 1253-1265.
- Yetim, H., Öztürk, İ., Törnük, F., Sağdıç, O. ve Hayta, M., 2010, Yenilebilir bitki ve tohum filizlerinin fonksiyonel özellikleri, *Gıda*, 35 (3), 205-210.
- Yeyinli, N., 2006, Makarna kalitesinin belirlenmesinde tekstürel yöntemlerin kullanılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Manisa, 71 sayfa.
- Yıldız, M., 2012, Karabuğday (*Fagopyrum Esculentum Moench.*) ve Lüpen (*Lupinus Albus L.*) unlarının glutensiz bisküvi üretiminde kullanımı üzerine bir araştırma, Yüksek lisans tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Konya, 97 sayfa.
- Yokoyama, W. H., Hudson, C. A., Knuckles, B. E., Chiu, M. C. M., Sayre, R. N., Turnlund, J. R. and Schneeman, B. O., 1997, Effect of barley β -glucan in durum wheat pasta on human glycemic response, *Cereal Chemistry*, 74 (3), 293-296.
- Zielinski, H., Frias, J., Piskula, M. K., Kozłowska, H. and Vidal-Valverde, C., 2005, Vitamin B1 and B2, dietary fiber and minerals content of Cruciferae sprouts, *European Food Research and Technology*, 221 (1-2), 78-83.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Berat DEMİR
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Konya, 1982
Telefon : 05555319822
Faks :
e-mail : beratdemir082@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Konya Lisesi	2000
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi	2005
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi	2008
Doktora	: Necmettin Erbakan Üniversitesi	2018

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2005-2011	Deltaş Eğitim Kurumları	Gıda Mühendisi
2011- Halen	Bahri Dağdaş U.T.A.E.	Gıda Mühendisi

UZMANLIK ALANI

- ✓ Tahıl ve Tahıl Ürünleri

YABANCI DİLLER

- ✓ İngilizce