



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GLUTENSİZ MAKARNA
FORMÜLASYONLARININ FARKLI
İNGREDİYENTLERLE
ZENGİNLEŞTİRİLMESİ VE MAKARNA
KALİTESİNİN ARTIRILMASI

Abdullah SERİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kasım-2018

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

Ek-2

TEZ KABUL VE ONAYI

Abdullah SERİN tarafından hazırlanan “Glutensiz makarna formülasyonlarının farklı ingredientlerle zenginleştirilmesi ve makarna kalitesinin artırılması” adlı tez çalışması 16/11/2018 tarihinde aşağıdaki jüri-üyesi tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan
Doç. Dr. M. Kürşat DEMİR

Danışman
Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KOYUNCU

İmza

.....
.....
.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ahmet AVCI
Enstitü Müdürü

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.

Abdullah SERİN

31/10/2018

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GLUTENSİZ MAKARNA FORMÜLASYONLARININ FARKLI İNGREDİYENTLERLE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ VE MAKARNA KALİTESİNİN ARTIRILMASI

Abdullah SERİN

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

Jüri

Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ (Danışman)

Doç. Dr. M. Kürşat DEMİR

Dr. Öğ. Üyesi Mehmet KOYUNCU

2018, 63 Sayfa

Bu araştırmada; 5 farklı glutensiz un karışımı (pirinç-mısır, mercimek unu, nohut unu, kinoa unu, karabuğday unu içeren) ve 4 farklı gam (guar gam, ksantan gam, hidroksi propil metil selüloz (HPMC), keçiyoynuzu gamı) kullanılarak glutensiz makarna üretilmiştir. Glutensiz makarna örneklerinin fiziksel, kimyasal, besinsel ve tekstürel özellikleri belirlenmiştir. Glutensiz makarna örneklerinde en yüksek L* değerini %70mısır-pirinç + %30mercimek unu karışımı ile elde edilen glutensiz makarna örnekleri göstermiş, HPMC ve keçiyoynuzu gamı ilavesi parlaklığı artırırken, guar gam ve ksantan gam ilavesi parlaklıkta azalmaya sebep olmuştur. %70mısır-pirinç + %30nohut karışımli glutensiz makarna örnekleri en yüksek ağırlık artışı, %70mısır-pirinç + %30mercimek ve %70mısır-pirinç + %30nohut en yüksek hacim artışı değerleri göstermiştir. Ksantan gam ilavesi suya geçen kuru madde miktarının azalmasında etkili olmuştur. Ksantan gam ilavesi sertliğin artmasına, HPMC ilavesi ise sertliğin azalmasına neden olmuştur. Glutensiz makarna formülasyonlarına ilave edilen nohut ilavesi makarna örneklerinin su, kül ve protein içeriğini artırmış, karabuğday unu ilavesi ise yağ ve fitik asit miktarında artışına yol açmıştır. Duyusal açıdan en yüksek skorlar %70mısır-pirinç + %30kinoa + ksantan gam ile elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Glutensiz, makarna, mısır, pirinç, ksantan gam, guar gam, hpmc, keçiyoynuzu

ABSTRACT

MS THESIS

ENRICHMENT OF GLUTEN FREE PASTA FORMULATIONS WITH DIFFERENT INGREDIENTS AND IMPROVING THE PASTA QUALITY

Abdullah SERİN

**The Graduate School Of Natural And Applied Science Of Necmettin Erbakan University The
Degree Of Master Of Science
In Food Engineering**

Advisor: Assoc. Prof. Nilgün ERTAŞ

Jury

Advisor Assoc. Prof. Nilgün ERTAŞ

Assoc. Prof. M. Kürşat DEMİR

Asst. Prof. Mehmet KOYUNCU

2018, 63 Pages

In this study, gluten free pasta samples were produced by using 5 different gluten free flour blends (contain rice- corn flour, lentil flour, chickpea flour, quinoa flour, buckwheat flour) and 4 different gums (guar gum, xanthan gum, hydroxy propyl methyl cellulose (HPMC), locust bean gum). Physical, chemical, nutritional and textural properties of gluten-free pasta samples were determined. Gluten-free pasta samples produced with 70% corn-rice + 30% lentil flour blend showed the highest L* value in gluten-free pasta samples and the addition of HPMC and locust bean gum increased lightness, while the addition of guar gum and xanthan gum decreased. 70% corn-rice + 30% chickpea flour blend gluten-free pasta samples showed the highest increase in weight, 70%corn-rice + 30%lentil and 70%corn-rice + 30%chickpea blends showed highest volume increase values. Xanthan gum addition was effective in decreasing the cooking loss. The addition of xanthan gum increased the hardness while HPMC caused a decrease. Addition of chickpea in gluten-free pasta formulations increased the moisture, ash and protein content of the pasta samples while the addition of buckwheat flour led to an increase in the fat and phytic acid content. Sensory highest scores were obtained with 70%corn-rice + 30%quinoa + xanthan gum.

Key words: Gluten-free, pasta, corn, rice, xanthan gum, guar gum, HPMC, locust gum

ÖNSÖZ

Tezimin hazırlanması sırasında, yardımlarını, desteğini ve fikirlerini esirgemeyen ve çalışmamın her aşamasında destek olan, anlayış gösteren ve bilgilerini paylaşarak bana yol gösteren değerli hocam Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ'a

Laboratuvar çalışmalarında, destek ve yardımlarını her an hissettiğim yeğenim Mustafa SERİN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Abdullah SERİN
KONYA-2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
2.1. Çölyak Hastalığı ve Tarihçesi	2
2.2. Gluten Proteini ve Özellikleri	4
2.3. Glutensiz Makarna Formülasyonunda Kullanılan Hammaddeler	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal	14
3.2. Yöntem.....	14
3.2.1. Glutensiz makarna üretimi	14
3.2.2. Laboratuvar Analizleri	15
3.2.2.1. Nem miktarı analizi	15
3.2.2.2. Kül miktarı analizi	15
3.2.2.3. Ham protein miktarı analizi	16
3.2.2.4. Ham yağ miktarı analizi.....	16
3.2.2.5. Mineral madde analizi	16
3.2.2.6. Fitik asit analizi.....	16
3.2.2.7. Renk ölçümü	16
3.2.2.8. Makarnada ağırlık ve hacim artışının belirlenmesi.....	17
3.2.2.9. Makarnada suya geçen kuru madde miktarının belirlenmesi	17
3.2.2.10. Makarnada sıklık değerinin belirlenmesi.....	17
3.2.2.11. Duyusal analizler	17
3.2.2.12. İstatistiksel analizler	18
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	19
4.1. Hammadde Analizi Sonuçları	19
4.2. Glutensiz Makarna Örneklerine Ait Analiz Sonuçları.....	24
4.2.1. Renk değerleri.....	24
4.2.1.1. L* (parlaklık) değeri	24
4.2.1.2. a* (kırmızılık) değeri	28
4.2.1.3. b* (sarılık) değeri.....	28
4.2.1.4. SI ve hue angle değerleri	29
4.2.2. Pişirme testleri	30
4.2.2.1. Ağırlık ve hacim artışı	33

4.2.2.2. Suya geçen kuru madde miktarı.....	34
4.2.2.3. Sertlik.....	36
4.2.3. Kimyasal analizler	37
4.2.3.1. Su	38
4.2.3.2. Kül	41
4.2.3.3. Protein.....	42
4.2.3.4. Yağ.....	43
4.2.3.5. Fitik asit	43
4.2.3.7. Mineral madde miktarı.....	44
4.3.4. Duyusal analizler	48
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	51
KAYNAKLAR	54
ÖZGEÇMİŞ	66



SİMGELER VE KISALTMALAR

a*	: (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
b*	: (+) sarı, (-) mavi renk değeri
Ca	:Kalsiyum
Fe	:Demir
dk	:Dakika
g	:Gram
Hue	:Renk özü
K	:Potasyum
L*	:Parlaklık renk değeri
M	:Molarite
mg	:Miligram
Mg	:Magnezyum
ml	:Mililitre
mm	:Milimetre
nm	:Nanometre
RDA	:Tavsiye edilen günlük alım miktarı
Rpm	:Dakikadaki dönüş sayısı
SI	:Doygunluk indeksi
Sn	:Saniye
Zn	:Çinko
µl	:Mikrolitre
µM	:Mikromolar
KG	:Xanthan gam
KBG	:Keçiboynuzu gamı
HPMC	:Hidroksi propil metil selüloz

1.GİRİŞ

Makarna, durum buğdayından irmik eldesi ve bu irmiğe, su ve bazı durumlarda zenginleştirici bileşenlerin karıştırılması ve istenilen şekiller verilip kurutulmasıyla oluşturulan yarı hazır bir gıda maddesidir. Üretim miktarı, beslenmedeki yeri açısından en az ekmek kadar önemli bir besindir. Makarna uzun süre saklanabilmesi, çeşitliliği, çabuk hazırlanabilmesi, besleyiciliği, lezzetli oluşu ve ucuz bir gıda maddesi olmasından dolayı kullanımı yaygın bir besin olmuştur. Makarnada kullanılan irmiğin kalitesi, makarnanın kalitesini belirleyen en önemli faktörlerdendir. Genel olarak makarna üretiminde durum buğdayı, makarnalık irmiğe indirgenerek kullanılmaktadır (Ciclitira ve ark., 2005; Urgancı ve ark., 2005).

Makarna zenginleştirilmesi için yapılan çalışmalarda besleyici yönünün fonksiyonel bileşenlerce geliştirilmesi amaçlanarak formülasyonlara hayvansal ve bitkisel kaynaklı takviyeler yapılmaktadır (Özgören ve Yapar, 2015). Bu amaçla; pseudo tahıl; meyve ve sebze lifleri, baklagil unları kullanılmaktadır.

Çölyak rahatsızlığında tek tedavi yöntemi, yaşam boyu sürdürülen gluten içermeyen diyet uygulamasıdır. Glutensiz diyetle arpa, çavdar, buğday unu içeren her türlü gıdanın yenilmesi uygun değildir. Bununla beraber çölyaklıların gıdalardaki glutene olan hassasiyet düzeyleri de farklılık gösterir. Bazı hasta bireylerin metabolizmaları az miktardaki gluteni tolere edemezken, bazıları daha büyük gluten miktarını tolere edebilirler (Ciclitira ve ark., 2005; Urgancı ve ark., 2005).

Çölyaklıların tükettikleri glutensiz ürünler genelde zengin bileşenlere sahip olmadıklarından ve/veya nişasta gibi hammaddelerden üretildikleri için, B grubu vitaminleri, diyet lifi ve demir içeriği bakımından glutenli diğer gıdalara nazaran daha fakirdir (Thompson ve ark., 2000).

Bu çalışmada; çölyak hastalarının tüketilebileceği, farklı glutensiz tahıl unları (mısır unu, pirinç unu, mercimek unu, nohut unu, kinoa unu, karabuğday unu) ve hidrokolloidler kullanılarak glutensiz makarna'nın besleyiciliğinin artırılması, glutensiz makarna formülasyonlarının zenginleştirilmesi ve makarna kalitesinin artırılması üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Çölyak Hastalığı ve Tarihçesi

Çölyak hastalığından kapadokyalı Aretaeus ilk kez ikinci yüzyılda bahsetmiştir. Çölyak hastalığı terimi ilk defa Samuel Gee tarafından kullanılmıştır. Çölyak hastalığı özellikle 1 ile 5 yaş arası çocukları etkileyen ama her yaş grubunda görülen sindirim bozukluğu olarak tanımlamıştır (Walker-Smith ve ark., 2004). İlk defa 1950 senesinde William Kard Dicke tarafından Çölyak hastalığında glutenin zararlı etkisinin olduğu gösterilmiş, 1950'li yıllarının ortasında tipik histopatolojik bulgulara rastlanmış, hastalığın genetik zeminde olduğu 1965 yılında öne sürülmüştür. Glutene karşı duyarlı antikorların 1970'li yıllarda keşfedilmesi çölyak hastalığında önemli adım olmuştur.

Çölyak hastalığı; arpa, çavdar, buğday ve yulafta depo proteini pozisyonunda bulunan gluten proteini'nin bünyeye alındıktan sonra bazı kişilerde meydana gelebilen ve ince bağırsağın inflamasyonuna neden olabilen kronik bir hastalık olarak tanımlanmıştır (Green ve Cellier, 2007).

Buğday ve buğday benzeri diğer tahıllar çölyaklıların vücutlarına alındıktan sonra, ince bağırsağın yüzeylerinde bulunan emici olgun epitel hücrelerini yok ederek immünolojik tepkilere sebep olmaktadır (Fasano ve Catassi, 2008). Glutenin alınmasıyla ince bağırsağın iç çeperindeki emilimi sağlayan villi adındaki çıkıntılar kısalmakta, hatta tamamen ortadan kalkarak bağırsak iç yüzeyini düzleştirmektedir. Villilerin yüzeyinde bulunan tek sıra "kripta" hücresinin kalınlaşmasıyla emilimin yapıldığı yüzey alanı azalmakta, bunun neticesinde besin alımı zorlaşmaktadır (Özkaya, 1999).

Gluten intoleransının özellikle mide ve bağırsaklardaki belirtileri olmak üzere birçok çeşitli semptomları bulunabilirken, bazı çölyak hastalarında, çocukluk çağında hastalık tamamen belirtisiz halde bulunabilmektedir (Paparo ve ark., 2005; Biagi ve ark., 2013). Çölyak hastalığının klinik belirtileri gluten intoleransı olan bireylerin yaşına bağlı olarak değişkenlik göstermekte, hastalık çocukluğun erken dönemlerinde (2 yaşına kadar) karın şişliği, ishal, kilo kaybı, kusma, iştahsızlık, büyüme geriliği ve kabızlık gibi belirtiler göstermektedir. Yetişkinlerde tedavi edilemeyen veya sebebi bilinmeyen kemik zayıflığı, kansızlık, çölyak hastalığı belirtisi olarak kabul edilmektedir. Tüm bunlara rağmen hastalık çoğu zaman atipik ve gizli şekilde seyreden bir hastalık olması sebebiyle, bazı durumlarda teşhis konulmakta güçlük çekilmekte, bunun neticesinde

kanser ve osteoporoz gibi uzun süreli komplikasyonlara neden olabilmektedir (Chand ve Mihas, 2006; Fasano ve Catassi, 2001; Urgancı, 2005; Türksoy ve Özkaya, 2006). Hastaların çoğunda görülen atipik form, sindirim sistemi problemleri, kısırlık, kemik ağrıları ve deri lezyonları gibi semptomlar ile karakterize olmuştur (Di Sabatino ve Corazza, 2009).

Son zamanlarda yapılan epidemiyolojik çalışmalara göre çölyak hastalığının nüfusunun yaklaşık %1'inde görülmektedir ve yaşam boyu devam eden kronik otoimmün bir hastalıktır. Çölyak hastalığı küresel bir sağlık sorunu olarak incelenmektedir (Kondolot ve ark., 2009; Catassi ve Yachha, 2009). Bu hastalık erkeklerde, bayanlara nazaran daha az görülmekte ve çölyak hastalarının 1. derece akrabalarında bu hastalığın görülme olasılığı %10 olarak bildirilmiştir. Hastalığın yetişkinlerde görülme durumuna ise "Sprue" ismiyle adlandırılmaktadır. (Köksal ve Gökmen, 2013).

Çölyaklılar için tek tedavi şekli gluten proteini tamamen diyetlerinden uzaklaştırmak ve glutensiz diyetin yaşam boyu uygulanmasıdır. Diyette böyle bir kısıtlama, klinik semptomlar, serolojik belirtiler ve bağırsak mukozasını normale çevirebilmektedir. (Biagi ve ark., 2012). Glutensiz ürünlerin fiyatlarının genelde gluten içerenlere göre fiyatlarının çok yüksek olmasında çölyak hastalarının karşılaştığı diğer bir sorundur (Arendt ve ark., 2008). Tüm bu şartlar çölyak hastalarının gluten içermeye diyetle uyum sağlamalarını zorlaştıran faktörlerdir.

Glutensiz diyetle bulunmaması gerekenler, tritikale unları, arpa, çavdar, buğday, ve bunlardan elde edilen katkı maddelerinden yapılan tüm ekmek ve gıda çeşitleri, konserve ürünleri, soslar ve sosisler, bazı peynir çeşitleri gibi kıvam artırıcı olarak buğday veya gluten türevlerini bulunduran gıdalar ve glutenin bulunduğu tıbbi ürünler olarak bildirilmiştir (Gianfrani ve ark., 2014).

Glutensiz diyet uygulaması, az miktarda B ve D vitaminleri, çinko, magnezyum demir ve kalsiyum ve diyet lif alınmasına neden olmaktadır (Wierdsma ve ark., 2013; Hallert ve ark., 2002; Shepherd ve ark., 2013). Hatta obezite ve metabolik sendromla alakalı olan hastalıkların gelişme riskinde bulunduğu bildirilmiştir (Kabbani ve ark., 2012). Glutensiz ürünlerin proseslerinde çeşitli katkı maddeleri kullanması gibi çok sayıda gelişme olmasına karşın, piyasadaki pekçok glutensiz endüstriyel ürünlere bakıldığında kötü tat, koku, lezzet, düşük besinsel kalite gibi özelliklerine sahip olmasına rağmen oldukça pahalıdır (Zannini ve ark., 2012; Arendt ve ark., 2002).

2.2. Gluten Proteini ve Özellikleri

Tahıllardaki depo proteinleri etanolde çözünen prolaminler ve polimerik gluteninler olmak üzere ikiye ayrılır. Prolaminler buğdayda gliadinler, yulafta aveninler, çavdarda sekalinler, arpada hordeinler, mısırdaki ise zeinler olarak isimlendirilir (Ciclitira ve ark. 2005). Gluten proteinleri suda yada tuzlu suda çözünmeyen özellikte olup, monomerik gliadinler ve polimerik gluteninler olarak iki ayrı fraksiyondan oluşur (Goesaert ve ark., 2005).

Yulaf prolaminlerinin toksisitesi halen tartışma konusudur, fakat prolaminlerin yulaftaki toplam proteinin %10'nu oluşturmaktayken buğdayda %70'ini oluşturması bazı çölyaklıların neden yulafta tolere edebildiklerini açıklamaktadır (Denery ve ark., 1999).

Prolaminler buğday, arpa, yulaf ve çavdar unlarıyla hazırlanan pasta, bisküvi, kek, ekmek gibi fırıncılık ürünlerinin yanında çorba, et, sosis gibi hazır gıdalarda da bulunur. Bu tür ürünlerde gluten; su ve yağ tutucu, tekstür geliştirici, inceltici olarak görev yapabilmektedir (Denery ve ark., 1999).

Gluten; gliadin ve glutenin olmak üzere iki ayrı proteinden oluşur. Gliadin viskoz yapıya katkıda bulunurken, glutenin ise gluten proteininin elastik yapısını sağladığı bilinmektedir (Wall, 1979; Ciaffi ve ark., 1996; Mills ve ark., 1990). Gluten, protein tabiatında olan ve hamura elastikiyet yapı verir (Hibberd ve Parker, 1975; Attenburrow ve ark., 1990).

Glutensiz bir makarna hamuru hazırlanırken diğer önemli husus, glutenin yerini alıp viskoelastik yapıyı sağlayacak hidrokolloidler, farklı tahıl ürünleri nişastalar, süt proteinleri, monogliseridler ve besinsel lifler gibi farklı katkı maddelerinin mutlaka ilave edilmesidir. Hidrokolloidler ve Hidroksi metil selüloz (HMC) gibi gamlar buğday gluteninin sağladığı gaz tutma ve su absorblama ve özelliklerini geliştirir (Ylimaki ve ark., 1991; Cato ve ark., 2002).

2.3. Glutensiz Makarna Formülasyonunda Kullanılan Hammaddeler

Pirinç (*Oryza sativa L.*), dünyanın önemli ana gıda maddelerinden biridir. Pirincin kimyasal kompozisyonu, uygulanan prosese, türüne ve çevresel faktörlere bağlıdır. Pirinç bileşenleri embriyo, aleurone ve danenin diğer bölümlerinde farklı olarak dağılmaktadır. Kahverengi pirincin protein içeriği ortama %9.2 olmak üzere %4.3 - 18.2 arasında değişmektedir. Pirinç tanesinin dış tabakaları albuminler ve

globulinler bakımından zenginken, endosperm glutelin bakımından zengindir. Kabuksuz pirinç sınırlı miktarda prolamin içerir ve protein dışı azot miktarı %2 - 4 arasındadır. Pirinç nişastası amilopektin ve amilozdan oluşmaktadır. Waxy pirinç nişastası %0.8 - 1.3 amiloz içermektedir. Pirinçte lipidler sferosomlar veya lipid damlacıkları olarak subaleurone tabakası, aleurone tabakası ve embriyoda bulunmaktadır. Pirinç ayrıca vitamin ve mineraller de içermektedir (Riahi and Ramaswamy, 2003). Pirinç diğer gluten içeren tahıllar gibi sorun oluşturmadığından tercih edilen glutensiz tahıllardandır. Çok düşük gluten seviyesine, düşük yağ, lif, protein, sodyum seviyelerine ve kolay bir şekilde sindirilebilen karbonhidratların yüksek miktarına sahip pirinç (*Oryza sativa*) glutensiz gıdalarda en sık şekilde buğdayın yerini alan hububatlardan birisidir (Sivaramakrishnan ve ark., 2004).

Pirinç unu karakteristik bir amilograf eğrisine sahiptir. Waxy pirinç amilotip pirinçlere oranla daha düşük sıcaklıklarda pik viskozitesi verir. Waxy pirinç unundan, waxy pirinç nişastasının amilograf eğrisine benzer eğrilerde elde etmek için iki kat konsantrasyona ihtiyaç duyulur. Bu muhtemelen pirinç ununda başta suda çözünmeyen proteinler olmak üzere nişasta dışı bileşenlerin bariyer görevi görmesinden dolayıdır (Juliano, 1972).

Pirinç nişastaları genelde glutensiz ürünlerde kullanılmaktadır. Sindirilebilirliğinin yüksek derecede olması, düşük sodyum seviyesi, glutensiz oluşu pirincin önemli özellikleri arasındadır (Eliasson ve Larsson, 1993).

Mısır, Türkiye’de arpa ve buğday sonra en geniş ekim alanına sahip bir tahıldır. Mısır, hem insan beslenmesinde hemde hayvan yemi olarak kullanılan çok geniş bir kullanımı olan önemli bir tahıldır. Dünya’da mısır yetiştiren ülkeler arasında ilk sırayı ABD almaktadır. Meksika, Çin, Brezilya, Arjantin ve Fransa’da mısır üretiminde önde gelen ülkeler arasındadır. Dünya mısır üretiminin yaklaşık yarısı yıllara göre değişmekle birlikte Amerika kıtasından sağlanmaktadır (Şahin, 2001). Mısırdaki nişasta başlıca karbonhidratlar arasında olup tanenin %72 - 73’ünü oluşturur (Watson ve Ramstad, 1991). Mısırın yaklaşık olarak %10 - 12’si zein proteindir. Zein hububatlarda spesifik şekilde oluşan bir prolaminler olarak bilinen karakteristik protein sınıfındadır. Mısır unu yüksek yağ ve beta-karoten içeriği ile fırıncılık ürünlerinde tat, lezzet, renk oluşumunda çok etkilidir. Makarna ürünlerinin besin değerini arttırmak için makarna formülüne ilave edilmektedir (Hummel, 1996). Mısırdan yapılan makarna tekstürünün oluşması için hidrotermik olarak 15–20 dk. muamele edilmesi gerekmektedir (Milatoviç ve Mondelli, 1991).

Mısır da glutensiz ürünler için kullanılan tahıllardan olup, çölyak hastaları tarafından rahatlıkla tüketilebilmektedir. Mısırdaki bulunan yüksek prolamin (%18) içeren çapraz bağlı zein, çok sert bir proteindir (Hoseney, 1994).

Besleyicilik yönünden bakıldığında, mısırın kimyasal bileşimi buğdaydakinden farklı değildir; sadece protein içeriği daha az miktarda ve daha düşük kalitededir. Daha da önemlisi gluteni oluşturan proteinler mısır proteininde bulunmaz.

Glutensiz ürün formülasyonlarında çok sık kullanılan mısır ve pirinç unu gibi hammaddeler kohesif hamur yapısını oluşturan buğday gluteni içermemesi sebebiyle, hamura viskoelastik yapı kazandıracak bazı ön işlemler uygulanır. Bu işlemlerden bir tanesi hamura yüksek sıcaklıkta ısı işlemler uygulanması sonucunda unda bulunan nişastasının jelatinizasyonu sağlanmaktadır (Lai, 2001; Mestres ve ark., 1993;). Literatürlerde ısı işlemler uygulamasının, unun sıcak su ile harmanlanıp belirli süre kaynar suda bekletilmesi, ekstrüzyon esnasında düşük sıcaklık yerine yüksek sıcaklık uygulanması, hamura şekil verildikten sonra buhar uygulanması ve haşlama ve/veya mikrodalga ısı uygulaması olmak üzere farklı şekillerde yapılabilmektedir (Mestres ve ark., 1993). Yapılan araştırmalar sonucunda prejelatinizasyon işleminin makarna ve glutensiz erişte üretiminde uygulanması ile tekstür, renk, ve besinsel değer gibi kalite parametrelerinde gelişme olduğu görülmüştür (Marti ve ark., 2010; Yalçın, 2005;).

Baklagiller çok yüksek protein içeriklerinden dolayı insan beslenmesinde çok önemli bir yere sahiptir. Ayrıca baklagiller çok iyi birer kompleks karbonhidrat (nişasta ve besinsel lif), mineral (demir ve özellikle kalsiyum) ve B vitamini kaynağıdır (Kaur ve ark., 2007). Baklagiller az miktarda sülfürlü aminoasit ve triptofan içerir iken lizin bakımından zengindir. Tahıllar ise az miktarda lizin ve yüksek miktarda sülfürlü aminoasit içermektedirler. Bu sebeple tahıllar ve baklagiller amino asit açısından tamamlayıcıdır ayrıca birlikte tüketildiklerinde ise dengeli bir amino asit modeli oluştururlar (Duranti ve ark., 2005).

Baklagiller fizyolojik bakımdan birçok faydası olan besinsel lifler açısından da zengindir. Baklagillerde bulunan oligosakkaritlerden olan çözünebilir rafinozlar potansiyel bir prebiyotiklerdir. Bu oligosakkaritler ince bağırsakta sindirilemez ve adsorplanamamaktadır, kalın bağırsakta kolon mikrofloraları tarafından fermente edilmektedir. Fermantasyon ürünleri ise gaz ve kısa zincirli yağ asitleridir. Bu kısa zincirli yağ asitleri kolon mukozası sağlığını desteklemektedir (Yada ve Tosh, 2009).

Baklagiller doğal antioksidanlar olarak bilinen bir çok fenolik maddeyi içerir. Baklagiller içerisinde en çok fenolik madde ise mercimekte bulunmaktadır. Nohut

flavonoller, oligomerik, flavon glikozitleri ve polimerik proantosiyeninler olmak üzere bir çok fenolik bileşeni içermektedir (Campos-Vega, 2009).

Baklagillerin unlarının gıda ingrediyesi olarak iyi performansları son ürün üzerinde etki gösteren duyu kalitelerine ve fonksiyonel özelliklerine bağlıdır. Bu fonksiyonel özellikler emülsiyon oluşturma, köpük oluşturma, tekstür, viskozite, jelleşme, su ve yağ adsorpsiyon kapasiteleri olarak sıranabilir (Kaur et al., 2007).

Bahnassey ve ark. (1986) yaptıkları çalışmada, baklagil unları veya baklagil proteini konsantratu ilaveli bir spagetti üretmiş ve tahıllara baklagil ilavesinin protein içeriğini ve lisinden yararlanılmasını arttırdığını saptamıştır. Zhao ve ark., (2005) sarı ve yeşil bezelye, nohut ve mercimek unu kullanarak durum buğdayı irmiğinden elde ettikleri spagettilerin besinsel içeriğinin arttığını göstermiştir. Çalışmada nihai ürün kalitesinin eklenecek baklagil unları çeşit ve miktarına bağlı olduğunu saptanmışlardır. Wood (2009) buğday irmiği ve nohut unu ile zenginleştirilen spagettilerin insanlar tarafından kabul edilebilir olduğunu ayrıca amino asit profili bakımından besinsel değerlerini arttırdığını belirtmiştir.

Sabanis ve ark. (2006) lazanya üretiminde durum buğdayına şu oranlarda %5, 10, 20, 30 ve 50 nohut unu katkısının lazanya özellikleri ve lazanya hamuruna etkilerini incelemişlerdir. %20 nohut unu ilavesi ile lazanya hamurunun güçlendiği, farinograf kalite değerinin arttığı belirlenmiştir. Nohut unu ilavesi %10 oranına kadar istenilen sarı rengi sağlar iken, oran arttığı zaman lazanya renginde bozulmalara, hatta kahverengi renk oluşumuna neden olduğu belirtilmiştir. %30 ve 50 oranında nohut unu içeren lazanyaların koyu renkli olduğu, pişirildiğinde çiğneme özelliklerinin istenilen kalitede olmadığı, yüzeylerinin yapışkan olduğu sonucuna varılmıştır. Lezzet bakımından en beğenilen lazanya çeşidinin %5 nohut unu katkılı olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılara göre nohut unundaki temel depo proteini olan leguminle esnek ağ oluşmasına rağmen kalitesinin glutenin oluşturduğu gibi iyi olmadığını belirtmişlerdir.

Demir (2008) tarafından yapılan bir çalışmada ise erişte üretiminde pişmiş ve çiğ nohut unları, 5 farklı oranda (%10, 20, 30, 40, 50), yumurta ilaveli ve ilavesiz olarak kullanılmıştır. Kuskus üretiminde, ıslatılan buğday bulguru tanelerinin üstüne 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0 oranlarında çiğ buğday unu: nohut unu paçalı ile kaplanmıştır. Kuskus ve erişte numunelerinde kül, protein ve mineral miktarının artan nohut unu ilavesiyle arttığı belirlenmiştir.

Gam terimi ilk kez yapışkan, zankımsı bitkilerden salgılanan doğal maddeler için kullanılmıştır. Gamlar jelleştirici ve/veya kıvam artırıcı etki vermek için suda dağılabilen veya çözünebilen polimerik karbonhidratlardır. Bu tip maddeler hidrofilik kolloid özellikte ve kolloidal yapıda olduklarından “hidrokolloidler” olarak ta adlandırılırlar (Glicksman, 1969). Hidrokolloidler, kıvam artırıcı emülsiyonları kararlı hale getiren, jel ve film oluşturabilen, tekstürel özellikleri, su hareketini kontrol eden, su tutmayı arttıran, ve genel olarak gıda kalitesini arttıran, muhafaza edici ajanlar olarak kullanılmaktadır (Schenz, 1995; Christianson ve ark., 1981; Dziezak, 1991; Ward ve Andon, 2002). Hidrokolloidler bazı biyolojik kaynaklardan elde edilerek ve değişik arıtma işlemlerine tabii tutulurlar. Hidrokolloidlerin çoğunluğu molekül içinde birleşmiş olarak magnezyum, kalsiyum, potasyum ve bazen diğer metalik katyonları bulunduran nötral kompleks veya anyonik ve dallanmış heteropolisakkaritlerin bir grubunu oluşturmaktadırlar (Glicksman, 1980). Hidrokolloidler, hamur karışımlarında yüzde 1’den düşük miktarda kullanıldığında, ekmek içi sertliğini ve nişasta retrogradasyonunu azaltmakta, su absorpsiyonunu ve hamur hacmini artırmaktadır (Brummer, 1977).

Hidrokollidlerin eklenmesi, nişastaların reolojik özelliklerini ve jlatinizasyon özelliklerini etkilemektedir. Bu sebepten dolayı ürünün işlenmesini kolaylaştırmak, kararlılığını geliştirmek, yapısını modifiye etmek ve genellikle tüm kaliteyi geliştirmek için kullanılır (Mandala ve ark., 2004; Chaisawang ve Suphantharika, 2005; Kim ve Yoo, 2006; Nussinovitch, 1997).

Gamlar ve nişastalar, katıldıkları ürünün görünüş ve doku özelliklerini iyileştirmek amacıyla yaygın olarak kullanılabilir (Cunin, 1999). Modifiye nişastalar, keçi boynuzu gamı, ksantan gam kullanılan makarnanın dokusal ve duyuşal özelliklerinin buğdaydan üretilen makarnaların özelliklerine benzer özellikler gösterdiği yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Huang, 2001).

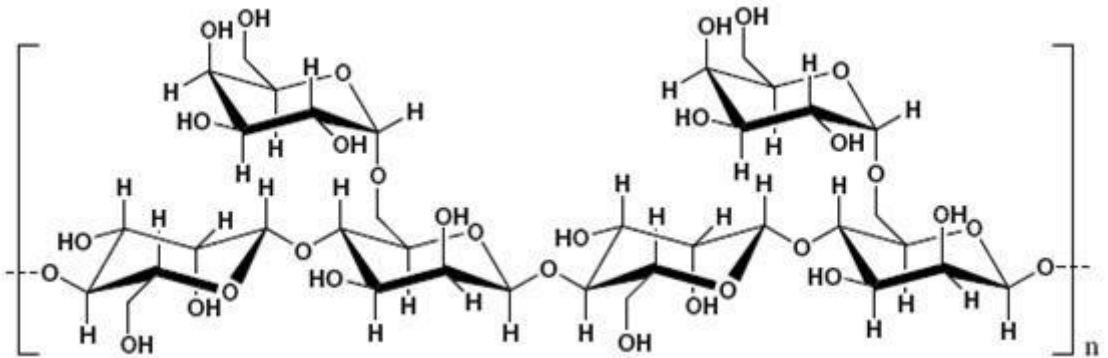
Gamlar, gıda sanayinde katkı maddesi olarak gıdanın yapısını geliştirmek, nem kaybını azaltmak, nişasta retrogradasyonunu yavaşlatmak, ürünün kalitesini geliştirmek, glutensiz ekmek üretiminde glutenin ekmeğe kazandırdığı viskoelastik yapıyı kazandırmak için kullanılmaktadır. Guar gam, ksantan gam ve keçi boynuzu gam bunlara örnek gösterilebilir (Rojas ve ark., 1999). Gamlar nişastayla birlikte kullanıldığında, maliyeti azaltmakta, ürünün kalite ve stabilitesini geliştirmekte ve işlemeyi kolaylaştırmaktadır (Shi ve BeMiller, 2002).

Hong ve Nip (1990) yaptıkları çalışmada, tropik meyve püresi üretiminde keçi boynuzu gamı, karragenan gam ve karboksimetilselüloz vb ticari gıda gamlarının

yerine ön pişirme işlemi uygulanmış gölevez unu kullanımı üzerine bir araştırma yapmışlardır. Fonksiyonel özelliklerinde önemli bir değişiklik olmaksızın keçi boynuzu gamı, karragenan, karboksimetilselüloz yerine ön pişirme uygulanmış gölevez ununun ikame edilebileceğini tespit etmişlerdir.

Ksantan, *Xanthomonas campestris* bakterilerince aerobik fermentasyonla üretilen anyonik bir polisakkarittir. Ksantan gam molekülünde ana zincir (1-4) bağıyla bağlanmış β -D glucandır. Yan zincirlerdeki trisakkaritler (β -D-mannopiranozil-(1,4)- β -D-glukupranozil-(1,2)-6-O-asetil- β -D-mannopiranozil) birbirlerini izleyen β -D glukozil birimlerine O-3 pozisyonunda bağlanmaktadır. Ana zincirle yan zincirlerdeki trisakkaritlerin yakın uyumluluğu ksantan gam molekülüne asit, ısı ve alkaliye karşı olağanüstü kararlılık sağlamaktadır (Suphantharika ve Achayuthakan, 2008). Çözeltileri ise psödoplastik özellik gösterir (García-Ochoa et al., 2000). Ksantan, sıcak veya soğuk suda çözünebilmesi, düşük konsantrasyonlarda bile yüksek viskozite sağlaması, 0-100°C arasında çözelti viskozitesinin stabil olmasından dolayı gıda sanayinde büyük bir ilgi görmektedir (Köksel, 2007) .

Guar gam, *C. psoraloides* ve *Cyamopsis tetragonolobus* adlı iki bitkiden elde edilir. Hindistan, Banglades ve Pakistanda yıllardır yetiştirilen bu bitkiler besin kaynağı olarak insanlar ve hayvanlar tarafından kullanılmıştır. Guar bitki tohumlarının öğütülmesiyle oluşan endospermden elde edilen guar gam, gıda ve endüstriyel saflıkta iki türde satılır. Gıda saflığında olan guar gam, öğütülmüş endosperm olmasına rağmen, endüstriyel saflıkta olan guar gam ise bazı çeşitli kimyasal katkılarla muamele ederek üretilmektedir. Guar gam galaktomannan yapısında olup; D-galaktoz ve D- mannoz birimlerinden oluşmaktadır (Zorba, 2006).



Sekil 2.1. Guar gamın yapısı (Anonim, 2011 a)

Toz formdaki guar gam, soğuk su içerisinde çok iyi hidratlanabilmekte ve gıda sanayinde bir çok uygulama alanı bulabilen kolloidal çözeltiler oluşturabilmektedir.

Guar gam, kullanıldığı ürünün viskozitesini hızlı bir şekilde arttırmakta, ısıtıldığında 10-15 dakika içinde son viskozite değerinin yaklaşık olarak yarısına ulaşmaktadır (Anonim, 2011b).

Guar gam, E412 koduyla bilinir ve unlu mamullerde kullanıldığında yapıyı geliştirir, raf ömrünü azaltır ve gevrekliği arttırmaktadır. Bunun yanında; etler, dondurma, işlenmiş peynir, sos ve çeşniler, çorbalar, içecekler (aromalı içecekler, salep, boza, limonata, toz karışımlar) üretiminde sıklıkta kullanılmaktadır (Anonim, 2011b).

Karabuğday unu ve çeşitli gamların (ksantan gam, guar gam, akasya gamı, ve kitre gamı) glutensiz bisküvi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada, gamların karabuğday ununa ilave edilmesinin su absorpsiyon kapasitesi, yağ absorpsiyonu kapasitesi ve emülsiyon aktivitesi gibi çeşitli kalite parametreleri üzerindeki önemli ($p < 0.05$) seviyede etkili olduğu gözlemlenmiştir. Hazırlanan bisküvilerde kalınlık, nem içeriği, çap, ağırlık özellikleri yüksek, dayanıklılığı ise düşük bulunmuştur. Gamların ilave edilmesinin duyu özellikleri iyileştirmesine karşın buğday unuyla yapılmış örneklerle kıyaslandığında örnekler daha düşük puanlar almıştır. Ksantan gam kullanılması bisküvilerin görünüş, renk, lezzet ve kabul edilebilirlik özelliklerinde gelişmeleri sağlamıştır (Kaur ve ark., 2014).

Bir başka çalışmada ise bisküvi, pide ve erişte üretiminde nohut unu, pirinç unu, mısır unu, patates nişastası, patates unu, farklı oranlarda karıştırılmış; ürünlerin fiziksel, kimyasal, duyu ve tekstürel özellikleri tespit edilmiştir. Eriştelerde protein değeri mısır unu içeren örnekte yüksek, diğerlerinde ise birbirine yakın sonuçlar bulunmuştur. %40 mısır nişastası ve %60 pirinç unu içeren örnek duyu olarak en çok beğenilen örnek olmuştur (Ergin, 2011).

Makarna hamurunun reolojisi üzerinde jelatinizasyonun, gamların ve proteinlerin etkisi belirlenmiştir. Yayılma-toparlanma verilerine bakarak, jelatinize olmuş fraksiyon arttıkça örneklerin elastiklerinde artış olduğu açıkça görülmüştür. Ancak, %75, 100 jelatinize pirinç irmiği formülasyonu ile üretilen örneklerin pürüzlü bir yapıda olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarından, guar gam ve protein karışımlarının %50 ön jelatinize pirinç irmiğiyle birlikte stabilizatör olarak kullanılabilmesi saptanmıştır (Sözer, 2009).

Erişte üretiminde karabuğday kullanımının araştırıldığı çalışmada, %35 pirinç unu, %30 karabuğday unu, %35 mısır nişastası içeren erişte örnekleri en yüksek hacim ve ağırlık artışı göstermiştir. Karabuğday unu içeren glutensiz erişte numuneleri kontrol grubuyla kıyaslandığında yüksek pişme kaybı gözlemlenmiştir. %30 karabuğday unu içeren

erişte örneklerinde ise özellikle magnezyum ve potasyum miktarı yüksek bulunmuştur. Duyusal analizler sonucunda %20 oranında karabuğday unu içeren numuneler en yüksek puanları almıştır (Bilgiçli, 2008).

Hosta (2012) yaptığı çalışmada, farklı baklagil unlarıyla zenginleştirilmiş glutensiz pirinç eriştelerinin besinsel ve kalite özelliklerini incelemiştir. Erişte örnekleri pirinç ununa %30, 40, 50 oranlarında nohut, bezelye veya kırmızı mercimek unları katılarak hazırlanmıştır. Erişteler pişme özellikleri bakımından değerlendirildiğinde en düşük pişme kaybına %50 nohut unu katkılı erişte örneklerinde rastlanmıştır. Tat bakımından en yüksek skorları %30 ve %50 mercimek unu katkılı pirinç erişteleri almıştır. Baklagil unu katkısının eriştelerin riboflavin, tiamin, niasin, antioksidan kapasite, diyet lif ve fenolik madde içeriklerini arttırdığı bildirilmiştir.

Savtekin (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, çölyak hastaları için baklagil unlarıyla zenginleştirilmiş mısır eriştesi üretimi gerçekleştirilmiştir. Bunun için soya, nohut ve mercimek unları %30, 40 ve 50 oranlarında mısır ununa ilave edilmiştir. Numunelere nohut veya mercimek unu katkısının, numunelerin kopma direncini ve kırılma kuvveti değerini arttırdığı bildirilmiştir. Ayrıca baklagil unu ilavesiyle numunelerde diyet lif, B vitamini, protein, fenolik madde ve antioksidan kapasite içeriğinin arttığı ve duyusal açıdan beğenilen erişte elde edildiği belirtilmiştir.

Bir başka çalışmada ise, glutensiz makarna üretiminde yeşil muz unu kullanılmış ve üretilen glutensiz makarnalar çölyak hastası, hasta olmayan bireyler tarafından incelenmiştir. Çölyak hastası bireylerin %84.5'i ve hasta olmayan bireylerinde %61.2'si tarafından beğenilen glutensiz makarna numunelerinin yaklaşık %98 daha az lipid içerdiği belirtilmiştir (Zandonadi ve ark., 2012).

Yapılan bir diğer çalışmada, mısır unu ve çeşitli sebze unları (kabak, enginar, kuşkonmaz, balkabağı, yeşil biber, domates, sarı biber, kırmızı biber, ıspanak, havuç, brokoli, rezene ve patlıcan) glutensiz spagetti üretiminde denenmiştir. Sarı biber ilavesi yapılan spagettiler duyusal kalite açısından en yüksek puan alırken, kurutma prosesinin yüksek sıcaklığı nedeniyle karotenoid içeriği bakımından düşük bulunmuştur (Del Nobile ve ark., 2013).

Bir başka çalışmada ise, protein içeriğiyle zenginleştirilmiş glutensiz makarnaların gelişimi, allerjenitesinin değerlendirilmesi, ürün kalitesi amaçlanmıştır. Makarna gamlarının yanı sıra soya unu, channa unu, sorgum unu, peynir altı suyu protein konsantresi gibi yüksek protein unlar kullanılarak zenginleştirilmiştir. Pişme testleri, glutensiz makarnanın pişme kaybının *Triticum durum* buğday türü kullanılan

kontrollerden biraz daha yüksek olduğunu ve gamların ilave edilmeye nişasta kaybının azaldığı görülmüştür. Glutensiz makarna diğer tüm kalite parametrelerinde kontrol grubuyla yakın özellikler göstermiştir. Ayrıca, daha yüksek protein ve daha az nişasta sindirilebilirliği gözlenmiştir. ELISA ve Dot-Blot immünojenik testleri uygulanarak, üretilen makarnaların çölyak hastalarına uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Susanna ve Prabhasankar, 2013).

Yapılan bir çalışmada, fungal proteazlar ve ekşi maya laktik asit bakterisi fermentasyonu kullanılarak glutensiz hale getirilmiş buğday unu, düşük sıcaklıkta kurutmayla geleneksel prosese göre deneysel olarak glutensiz makarna üretilmesi için kullanılmıştır. Besinsel, kimyasal, teknolojik, yapısal ve duyuşal özellikleri karakterize edilmiş, ticari durum buğdaylı makarna ve ticari glutensiz makarnayla karşılaştırma yapılmıştır. İmmünojenik analizlerle, hidrolize buğday ununun kalan gluten konsantrasyonunun 10 ppm'in altında olduğu görülmüştür. Deneysel glutensiz makarna, diğer makarnalar ile kıyaslandığında hızlı su alması, daha kısa optimum pişme süresi göstermiştir. Gluten ağının yokluğuna rağmen, ön jelatinize edilmiş pirinç unu ile takviye etme, ticari glutensiz makarnayla kıyaslandığında deneysel glutensiz makarnaya yapısal özellikler kazandırdığı görülmüştür. Deneysel glutensiz makarnanın in vitro protein sindirilebilirliği en yüksek bulunmuştur. Duyusal analizlere kıyasla, deneysel glutensiz makarnanın özellikleri kabul edilebilir bir halde bulunmuştur (Rizzello ve ark., 2013).

Lee ve ark. (2013) kuru ve yaş öğütölmüş pirinç unlarıyla hazırlanan glutensiz eriştelere reolojik, pişme özelliklerini karakterize etmiştir. Kuru öğütölmüş pirinç ununun, oda sıcaklığı şartlarında daha yüksek nişasta zedelenmesi derecesiyle yaş öğütölmüş pirinç ununa nazaran daha fazla su aldığı tespit edilmiştir. Ancak pirinç unu süspanسیونlarının yapışma (pasting) sonuçları, yaş öğütölmüş pirinç unu nişasta jelatinizasyonu üzerindeki oluşturduğu mükemmel şişme gücü sayesinde daha yüksek viskozite değeri göstermiştir. Benzer olarak termo-mekanik eğilim, Mixolab cihazı ile bir pirinç hamuru sisteminde gözlenmiştir. Düzlemsel genişlemeli testte, kuru öğütölmüş pirinç unuyla hazırlanan erişte hamuru numuneleri, kuru öğütölmüş pirinç eriştelere şeritlerinin genişlemesine ve daha fazla mukavemetiyle ilişkili olan daha yüksek uzama viskozitesi göstermiştir. Pirinç eriştelere pişirildiği zaman, kuru öğütölmüş pirinç eriştelere, daha yüksek nişasta zedelenmesi derecesinden kaynaklanan yüksek çözünürlüğün artan pişme kaybına neden olduğu olduğu bildirilmiştir.

Bir çalışmada ise, pirinç makarnası hamurunun reolojik özellikleri, yumurta beyazı (%1), guar gam (%0.5), kazein (%1) karışımlarını içeren bazı formülasyonlar için yayılma-toparlanma (creep-recovery) testleri araştırılmıştır. Herbir formülasyon için jelatinize olmamış pirinç irmiği, farklı oranlarda (%0, 25, 50, 75, 100) jelatinize pirinç irmiği ile mix edilmiştir.

Bilgiçli (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, glutensiz erişte üretiminde baklagil (soya ve nohut), tahıl benzeri ürün (kinoa ve amarant) ve tahıl (pirinç ve mısır) unları kullanılmıştır. Hamur oluşumunu geliştirmek için tüm un karışımlarına %25 oranında jelatinizasyon işlemi uygulanmıştır. Kinoa, karabuğday, mısır ve pirinç unları içeren erişteler kontrol grubundan düşük skorlar almasına karşın panelistler tarafından ençok beğenilen örnekler olmuştur.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Glutensiz makarnanın üretilmesinde Tekirdağ bölgesinden temin edilen pirinç irmiği, Adana bölgesinden temin edilen mısır irmiği, yurtiçi piyasadan temin edilen nohut unu, sarı mercimek unu, karabuğday unu, kinoa unu ve hidrokolloidlerden guar gam, hidroksipropil metil selüloz, ksantan gam, ve keçiyoynuzu gamı gibi bileşenler kullanılmıştır. Gamlar glutenin yokluğunda hamura toparlayıcılık ve bağlayıcılık vermesi amaçlanmıştır.

3.2. Yöntem

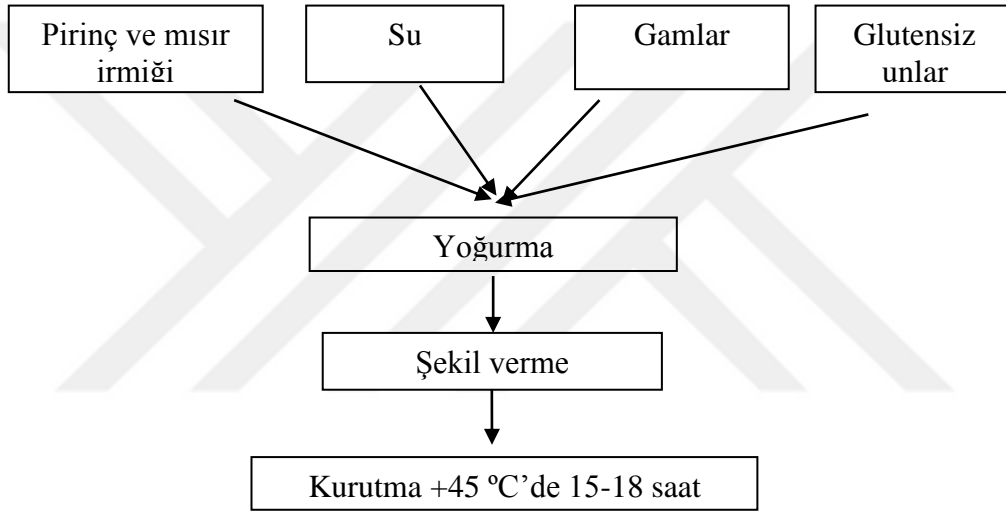
3.2.1. Glutensiz makarna üretimi

Deneme 5 farklı glutensiz un karışımı (%100 mısır-pirinç, %70mısır-pirinç+%30mercimek, %70mısır-pirinç+%30nohut, %70mısır-pirinç+%30kinoa ve %70mısır-pirinç+%30 karabuğday unu) ve 4 farklı gam (guar gam, ksantan gam, hidroksipropil metil selüloz (HPMC), keçiyoynuzu gamı) kullanılarak, 2 tekerrürlü olarak (5 x 4) x 2 faktöriyel deneme desenine göre yürütülmüştür.

Pirinç ve mısır 50:50 oranında birebir oranında karıştırılmış, % 100 oranında kullanılan mısır-pirinç kontrol örneği olarak kullanılmış, diğer glutensiz un karışımlarının oluşturulmasında ise %70 oranında kullanılmıştır. Glutensiz un karışımlarının oluşturulmasında %30 oranında 4 farklı zenginleştirmede kullanılan glutensiz unların (mercimek, nohut, kinoa ve karabuğday unu) ilave edilmesi, glutensiz hamurda yapıyı sağlamak için olmak üzere 4 farklı gam karışımı %1.5 oranında ilave edilerek 20 farklı formülasyon hazırlanmıştır (Çizelge 3.1). Bütün formüller aşağıda verilen akım şemasında belirtildiği gibi; toz formda karıştırıcıda 1 dk. karıştırıldıktan sonra %20 su ilave edilerek Doly marka laboratuvar tipi makarna makinesinde (La Monferrina, Doly, İtalya) 10 dk. süreyle karıştırılmış kısa kesme makarna (penne ucu) kalıbında 3 cm uzunluğunda örnekler elde edilmiştir. Makarna örneklerinin kurutma işlemleri max. 45 °C'de 15-18 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Örnekler polietilen ambalajlarda analiz edilinceye kadar depolanmıştır.

Çizelge 3.1. Glutensiz makarna örneklerine ait deneme deseni

	Guar gam (% 1.5)	Ksantan gam (% 1.5)	HPMC (% 1.5)	Keçiboynuzu gamı (%1.5)
%100 Mısır/Pirinç irmiği	1	2	3	4
% 70 Mısır/Pirinç + %30 Mercimek	5	6	7	8
% 70 Mısır/Pirinç + %30 Nohut	9	10	11	12
% 70 Mısır/Pirinç + %30 Kinoa	13	14	15	16
% 70 Mısır/Pirinç + %30 Karabuğday	17	18	19	20



Şekil 3.1. Makarna üretim akım şeması

3.2.2. Laboratuvar Analizleri

3.2.2.1. Nem miktarı analizi

Örneklerin nem içeriklerinin belirlenmesi amacıyla 135 °C de 2.5 saat süre uygulanmış, bu analiz AACC 44–19'a göre yapılmıştır (AACC, 1990).

3.2.2.2. Kül miktarı analizi

Örneklerin kül içerikleri 550 °C'de sıcaklıkta kül fırınında yakılarak AACC 08–01'ye göre kül oranı tespit edilmiştir (AACC, 1990).

3.2.2.3. Ham protein miktarı analizi

Örneklerin ham protein miktarı analizleri AACC 46–12 ye göre Kjeldahl yöntemiyle yapılmış, sonrasında sonuçlar kuru madde esasına göre % olarak hesaplanmıştır (AACC, 1990).

3.2.2.4. Ham yağ miktarı analizi

Örneklerin ham yağ içerikleri Soxhelet yöntemiyle AACC 30-25 metoduna göre analiz edilmiştir (AACC, 1990).

3.2.2.5. Mineral madde analizi

Örneklerdeki Ca, Mg, K, P, Fe ve Zn tayini amacıyla 0.3 g kuru örnek 7 ml HNO₃ + H₂SO₄ kullanılarak mikrodalga sistemine göre (CEM Corporation, Mars 5, USA) yakılmış ve elde edilen süzüklerde mineral madde içerikleri ICP-AES (inductively-coupled plasma spectrometer) cihazında analiz edilmiştir (Skujins, 1998).

3.2.2.6. Fitik asit analizi

Fitik asit analizi, Haug ve Lantzsch (1983)'in belirlediği gibi kolorimetrik metod kullanılarak yapılmıştır. Numunedeki fitik asit, hidroklorik asit çözeltisi ile muamele edilerek Demir III çözeltisiyle çöktürülmüş, serum kısmında kalan demir miktarı spektrofotometrik yolla belirlenerek fitik asit miktarı hesaplanmıştır.

3.2.2.7. Renk ölçümü

Hammadde ve makarna numunelerinin renk değerleri Minolta CR-400 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. L* (parlaklık), a* (kırmızı ve yeşil) ve b* (sarı ve mavi) değerleri hesaplanmıştır. Hue (renk özü) değeri arctan (b*/a*) formülüyle, SI (doygunluk indeksi) değeri $(a^*2+b^*2)^{1/2}$ formülüyle hesaplanmıştır (Francis, 1998).

3.2.2.8. Makarnada ağırlık ve hacim artışının belirlenmesi

Ağırlık artışının belirlenmesi için 20 gr makarna 250 ml kaynayan saf suda optimum pişme süresi içerisinde pişirilmiş, çiğ ve pişmiş numunelerdeki ağırlık farkı % olarak belirlenmiştir. Hacim artışının saptanması için örnekler aynı ağırlık artışı testindeki gibi pişirilip süzölmüş ve 2 dk. bekletildikten sonra içinde saf su bulunan ölçü silindirine alınarak taşıdığı suyun hacmi belirlenmiştir. Elde edilen değerden hacim artışı değerleri hesaplanmıştır (Oh ve ark., 1985; Özkaya ve Kahveci, 1990).

3.2.2.9. Makarnada suya geçen kuru madde miktarının belirlenmesi

20 gr makarna numunesi 250 ml saf su içinde optimum pişme süresince pişirilmiş ve süzölmüştür. Süzölen su kurutma dolabında 135 °C’de kurutma dolabında (FN-500, Ankara, Türkiye) kurutulmuş, suya geçen kuru madde miktarı (%) olarak hesaplanmıştır (Kahveci ve Özkaya, 1989).

3.2.2.10. Makarnada sıklık değerinin belirlenmesi

Sıklık değeri TAXTPlus Texture Analyzer cihazı (Stable Microsystems, Surrey, UK) kullanılarak makarna numunelerinde sıklık ölçümü yapılmıştır. Analiz için A/LKB-F bıçak donanımı kullanılmıştır (Yeyinli, 2004).

3.2.2.11. Duyusal analizler

Glutensiz makarna örnekleri, Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünün öğretim elemanları, yüksek lisans, doktora öğrencilerinin bulunduğu yaşları 22-50 arasında değişen 15 kişi tarafından duyusal analize tabi tutulmuştur. Numuneler, konu ile ilgili kısa bir eğitime tabi tutulmuş panelistler tarafından, standart bir şekilde ışıklandırılan ortamda kişisel olarak analiz edilmiştir. Teknolojik bakımdan üstün görülen makarnalar duyusal değerlendirmede kullanılmıştır. Makarna örnekleri; renk, tat, koku, görünüş, yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve genel beğeni özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Örneklerin duyusal özellikleri 5’lik hedonik skalaya göre yapılmıştır.

- 5 Puan: Çok iyi
- 4 Puan: İyi
- 3 Puan: Kabul edilebilir
- 2 Puan: Yeterli değil
- 1 Puan: Kötü

3.2.2.12. İstatistiki analizler

Denemeler 2 tekerrürlü şekilde yürütölmüş, araştırma sonucunda elde edilen bilgiler varyans ve student's t testi analizlerine tabi tutulmuş, istatistiki analiz sonuçları tablolar halinde özetlenmiş, önemli bulunan interaksyonlar ise şekiller üzerinde tartışılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analizi Sonuçları

Glutensiz makarna üretiminde kullanılan çeşitli hammaddelerin renk (L^* , a^* , b^* , SI ve Hue) değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Bunlar arasında en yüksek L^* (parlaklık) değeri mısır-pirinç unu karışımında bulunmuş, bunu sırasıyla mercimek unu, nohut unu, kinoa unu ve karabuğday unu takip etmiştir. a^* (kırmızılık) değeri açısından karabuğday unu en yüksek (2.75), mercimek unu ise en düşük (-2.20) değeri vermiştir. Hammaddeler b^* (sarılık) değeri bakımından incelendiğinde mısır-pirinç unu karışımı 22.12 ile en yüksek değeri verirken, kinoa unu ve karabuğday unu sırasıyla 17.05 ve 16.90 olarak ölçülmüş ve en düşük sarılık değerleri vermişlerdir.

Karabuğdayın koyu kabuk rengi ve yoğun pigmentasyonu, tam un şeklinde öğütülmesi kırmızılık değerlerindeki yüksek olmasına neden olmaktadır (Marshall ve Pomeranz, 1982).

Glutensiz makarna üretiminde kullanılan hammaddelerden en yüksek SI değeri mısır-pirinç unu karışımında tespit edilmiş, bunu nohut unu, mercimek unu, karabuğday ve kinoa unu takip etmiştir. Hammaddeler hue angle değeri açısından incelendiğinde en yüksek değeri 96.22 ile mercimek unu almış, bu değeri sırasıyla mısır-pirinç unu karışımı, nohut unu ve kinoa unu almıştır, en düşük değer ise karabuğday ununda belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Glutensiz makarna üretiminde kullanılan hammaddelere ait renk değerleri¹

Hammadde	L^*	a^*	b^*	SI	Hue angle
Mısır-Pirinç unu	91.28±0.00 ^a	-1.32±0.06 ^d	22.12±0.12 ^a	22.15±0.12 ^a	93.40±0.18 ^b
Mercimek unu	90.40±0.02 ^b	-2.20±0.01 ^e	20.19±0.06 ^c	20.31±0.06 ^c	96.22±0.02 ^a
Nohut unu	86.36±0.03 ^c	0.43±0.05 ^c	20.80±0.12 ^b	20.80±0.12 ^b	88.83±0.14 ^c
Kinoa unu	79.87±0.08 ^d	1.03±0.01 ^b	17.05±0.01 ^d	17.08±0.01 ^d	86.56±0.02 ^d
Karabuğday unu	73.33±0.01 ^e	2.75±0.00 ^a	16.90±0.07 ^d	17.12±0.07 ^d	80.76±0.04 ^e

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$).

Literatürlerdeki değerlerle çalışmada bulunan değerler birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Atalay (2009) karabuğdayunun L^* , a^* ve b^* renk değerlerini sırasıyla 77.01, 3.20 ve 15.78 olarak bulmuş, Bilgiçli (2008) karabuğdayunun L^* , a^* ve b^* renk değerlerini sırasıyla 77.36, 3.41 ve 16.22 olarak tespit etmiştir. Yıldız (2009) yaptığı çalışmada, karabuğdayunun L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 77.96, 3.55, 17.19 olduğunu rapor etmiştir.

Demir (2015) farklı oranlarda (%0, 10, 25, 50, 75, 100) kinoa unu ve buğday unu karışımını kinoa taneleri ve bulgur tanelerini kaplamada kullanarak kuskus üretimi üzerine çalışmıştır. Hammadde olarak kullanılan kinoanın L*, a* ve b* renk değerleri sırasıyla 85.27, 0.14, 14.37 olarak ölçülmüştür.

Çevik (2016) çalışmasında, karabuğday unu L*, a*, b*, SI ve Hue angle renk değerlerini sırasıyla 74.44, 3.69, 18.91, 19.27, 78.96 ve kinoa ununun değerlerini ise sırasıyla 89.34, -0.57, 12.03, 12.04 ve 82.71 olarak tespit etmiştir.

Dilek (2015), yaptığı çalışmada karabuğday ununun L*, a*, b*, SI ve Hue angle renk değerlerini sırasıyla 95.10, -0.83, 5.56, 5.62 ve 98.47 olarak tespit etmiştir.

Yıldız (2012) çalışmasında, pirinç ununda L*, a*, b*, SI ve Hue angle değerlerini sırasıyla 94.68, 0.14, 5.21, 5.21 ve 88.46 olarak belirlerken, mısır nişastasına ait aynı renk değerlerini sırasıyla 99.41, 0.65, 4.11, 4.16 ve 81.02 olarak bildirmiştir.

Ergin (2011) glutensiz erişte çalışmasında, hammadde olarak pirinç ununun L*, a*, b* renk değerlerini 87.19, -1.92 ve 6.18; mısır unu ve nohut ununun L*, a*, b* renk değerlerini sırasıyla 84.41, 1.02, 25.67 ve 80.05, 0.24, 19.04 olarak belirlemiştir.

Yalçın (2005), çalışmasında mısır unu L*, a*, b* renk değerlerini 89.52, 5.84 ve 30.77; pirinç unu'nun L*, a*, b* renk değerlerini ise 95.28, 0.21 ve 7.36 olarak tespit etmiştir.

Hosta (2012) çalışmasında, mısır unu L*, a*, b* renk değerlerini 91.28, -0.55, 5.01; nohut unu L*, a*, b* renk değerlerini 88.83, 2.22 ve 17.53 olarak tespit etmiş, mercimek ununun L*, a*, b* renk değerlerini ise 84.53, 11.25 ve 20.74 olarak belirlemiştir.

Glutensiz makarna üretiminde kullanılan hammaddelere ait bazı kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Kullanılan hammaddelerin su miktarları %10.36 ile 11.48 arasında değişirken en yüksek su miktarı mısır-pirinç unu karışımı ve nohut ununda tespit edilmiştir. Mısır-pirinç unu karışımı, mercimek unu, nohut unu, kinoa unu ve karabuğday ununa ait kül miktarları sırasıyla %1.69, 2.39, 2.63, 2.21 ve 2.15 olarak belirlenmiş, nohut unu yüksek kül içerikleriyle dikkat çekmektedir. Hammaddeler içinde en yüksek protein içeriğine nohut unu ile mercimek unu sahipken, en düşük protein oranına mısır-pirinç unu karışımı sahiptir. Yağ bakımından en yüksek değerler karabuğday unundan elde edilirken (%3.00), en düşük yağ miktarı ise mısır-pirinç unu karışımında (%0.51) belirlenmiştir.

Ahmed ve arkadaşları'nın (2016) yaptıkları bir çalışmada, mercimekte nem değerini %7.27, kül miktarını %2.68 ve protein miktarını %29.58 olarak tespit etmişlerdir.

Ghumman ve arkadaşları'nın (2016) yaptığı bir çalışmada, ham mercimek tanesinde protein miktarı 24.69 ± 0.05 g/100g, Sereewat ve ark. (2015) pirinç ununda protein, yağ ve kül miktarlarını sırasıyla 7.2 g/100g, 0.5 g/100g ve 0.3 g/100g olarak bildirmişlerdir.

Shim ve ark. (1998) karabuğday için buldukları ortalama değerler ise %13 ham protein, %2.9 lipit, %2.7 kül şeklindedir.

Demir (2015) yaptığı bir kuskus çalışmasında, kullandığı kinoa tanelerinin su içeriğinin %10.97, ham kül oranının %2.91, ham protein içeriğinin %14.92 olduğunu tespit etmiştir.

Çizelge 4.2. Glutensiz makarna üretiminde kullanılan hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları*

Hammadde	Su (%)	Kül (%)	Protein ¹ (%)	Yağ (%)	Fitik asit (mg/100g)
Mısır-Pirinç unu	11.48±0.04 ^a	1.69±0.00 ^c	6.41±0.01 ^c	0.51±0.02 ^e	779.10±2.97 ^d
Mercimek unu	10.47±0.24 ^b	2.39±0.00 ^b	19.3±0.01 ^a	0.72±0.01 ^d	816.90±2.97 ^c
Nohut unu	11.29±0.43 ^a	2.63±0.00 ^a	20.1±0.01 ^a	2.61±0.02 ^b	932.40±9.94 ^b
Kinoa unu	10.36±0.53 ^b	2.21±0.00 ^c	12.8±0.06 ^b	2.45±0.02 ^c	938.70±8.91 ^b
Karabuğday unu	10.83±0.57 ^{ab}	2.15±0.00 ^d	12.1±0.04 ^b	3.00±0.02 ^a	1522.49±8.91 ^a

* Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). Ortalamaların karşılaştırılmasında Tukey HSD test kullanılmıştır.

¹Tüm hammaddelerde N x 6.25 faktörü kullanılmıştır.

Ergin (2011) glutensiz erişte çalışmasında, kullandığı pirinç ununda nem, kül, protein ve yağ değerlerini sırasıyla %12.63, 0.47, 7.53 ve 3.47; mısır ununda %6.65, 0.48, 4.54 ve 5.15; nohut ununda ise %11.16, 2.79, 20.22 ve 8.25 olduğunu belirlemiştir.

Yalçın (2005) çalışmasında, mısır ununda kül ve protein değerlerini %0.51 ve 7.5; pirinç ununda ise sırasıyla %0.19 ve 6.4 olarak tespit etmiştir.

Hosta (2012) çalışmasında, nem, kül ve protein değerlerini mısır unu %13.2, 0.34, 7.04, mercimek unu %9.7, 2.41, 29.83, nohut unu %9.4, 2.89, 26.09 olarak tespit etmiştir.

Çevik (2016) kinoa ununda nem, kül, protein, fitik asit değerlerini %10.85, 2.02, 11.57 ve 905.10 mg/100g; karabuğday ununda %11.29, 2.05, 12.24 ve 1556.09 mg/100g olduğunu tespit etmiştir.

Dilek (2015) nem, kül, protein, yağ, fitik asit değerlerini pirinç ununda %12.01, 0.29, 7.21, 1.29 ve 195.00 mg/100g olarak belirlenmiştir.

Demir (2008) nohut ununda protein miktarının %21.88 olduğunu rapor etmiştir. Literatürde protein miktarının bezelyede %19.4-34.7, nohutta %18.4-29.0 ve mercimekte %26.4-31.4 arasında olduğu belirtilmiştir (Boye ve ark., 2009). Pirinç ununda Yalçın ve Başman (2008) protein miktarını %6.9 olarak saptamıştır. Juliano ve ark. (1985) öğütülmüş pirinç'te protein içeriğinin %6.3-7.1 aralığında olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar bu değerler ile uyumludur.

Baljeet ve ark. (2010) karabuğday tam ununda nem, kül, protein ve yağ miktarlarını sırasıyla; %11.60, 1.42, 8.73 ve 1.81 olarak belirlemişlerdir.

Krkošková ve Mrázová (2005) karabuğday ununun kül, protein ve yağ miktarlarını sırasıyla, %2.2, 11.5 ve 3.2 olarak bulmuşlardır.

Iglesias-Puig ve ark. (2014) yaptığı bir çalışmada, kinoa ununun nemini %10.3, protein içeriğini %11.00, kül değerini ise %2.69 olarak ölçmüştür.

Fitik asit, insan beslenmesi açısından gerekli olan minerallerle kompleks oluşturarak, bunların emilimini engellemekte ve ayrıca protein emilimini de olumsuz yönde etkilemektedir (Bilgiçli, 2002).

Hammaddeler fitik asit içeriği bakımından değerlendirildiğinde en yüksek fitik asit değeri karabuğday ununda (1522.49 mg/100g), en düşük değer ise mısır-pirinç unu karışımında (779.10 mg/100g) tespit edilmiştir.

Bilgiçli (2008) karabuğday ununun fitik asit miktarını 1510 mg/100g olarak bildirmiştir.

Demir (2015) yaptığı bir çalışmada, kinoa ununun fitik asit içeriğini 995 mg/100g olarak tespit etmiştir.

Glutensiz makarna üretiminde kullanılan hammaddelere ait mineral madde miktarları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Hammaddeler arasında kalsiyum Ca miktarı bakımından en yüksek değerler kinoa ununa (49.41 mg/100g) ait olup, en düşük Ca miktarının ise mısır-pirinç unu karışımı ve karabuğday ununa ait olduğu belirlenmiştir (14.66 mg/100g ve 16.25 mg/100g). Magnezyum (Mg) bakımından en yüksek değer karabuğday (293.94 mg/kg) ununda belirlenmiş, en düşük değere mısır-pirinç unu karışımında (21.27 mg/100g) rastlanmıştır. Nohut unu en yüksek K içeriğine sahipken (840.38 mg/100g), en düşük K içeriği mısır-pirinç unu karışımından elde edilmiştir (51.85 mg/100g). Nohut unu yaklaşık olarak mısır-pirinç unu karışımınının 17 katı fazla K içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. P bakımından en yüksek değere karabuğday

ununda rastlanmış (665.30 mg/100g), en düşük değer ise mısır-pirinç unu karışımında 221.61 mg/100g tespit edilmiştir. Fe içeriği bakımından; mercimek unu 6.45 mg/100g en yüksek değeri vermiş, kinoa ve karabuğday unu Fe içeriği bakımından yakın sonuçlar vermiş, en düşük değerler ise mısır-pirinç unu karışımı ile elde edilmiştir (4.44 mg/100g, 4.51 mg/100g). Mısır-pirinç unu karışımı en düşük Zn (0.81 mg/100g) değerine sahip olduğu, nohutunun ise en yüksek Zn değerlerini verdiği tespit edilmiştir. Pirinç ve mısır unu karışımının Ca, Mg, K, P, Fe ve Zn içeriği açısından en düşük değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Glutensiz makarna üretiminde kullanılan hammaddelere ait mineral madde miktarları (mg/100g)¹

Hammaddeler	Ca	Mg	K	P	Fe	Zn
Mısır-Pirinç unu	14.66±0.27 ^d	21.27±0.19 ^c	51.85±0.35 ^e	221.61±6.79 ^e	0.58±0.00 ^d	0.81±0.00 ^d
Mercimek unu	39.56±0.56 ^c	77.02±0.40 ^d	730.30±5.15 ^b	355.51±8.21 ^c	6.45±0.07 ^a	2.53±0.01 ^c
Nohut unu	46.29±0.74 ^b	142.19±0.73 ^c	840.38±8.52 ^a	307.40±2.91 ^d	4.85±0.02 ^b	2.82±0.00 ^a
Kinoa unu	49.41±0.60 ^a	149.4±1.60 ^b	652.23±4.31 ^c	398.62±1.13 ^b	4.44±0.15 ^c	2.49±0.02 ^c
Karabuğday unu	16.25±0.28 ^d	293.94±1.70 ^a	613.51±2.88 ^d	665.30±2.94 ^a	4.51±0.01 ^c	2.68±0.01 ^b

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

Çevik (2016), Ca, Mg, K, P, Fe, Zn miktarlarını kinoa ununda mg/100g olarak 49.55, 32.77, 748.66, 392.62, 3.53, 1.71; karabuğday ununda ise 30.04, 235.95, 404.16, 433.89, 2.89, 2.21 olduğunu rapor etmiştir.

Yıldız (2009) karabuğdayununun Ca, Fe, K, Mg ve P miktarlarını sırasıyla 22 mg/100g, 2.8 mg/100g, 433 mg/100g, 235 mg/100g ve 455 mg/100g olarak, Wijngaard ve Arendt (2006), Ca, Fe, K, Mg, P, Zn, Mn ve Cu miktarlarını sırasıyla 19.7 mg/100g, 3.03 mg/100g, 565 mg/100g, 267 mg/100g, 490 mg/100g, 2.92 mg/100g, 1.64 mg/100g ve 0.71 mg/100g olarak tespit etmiştir.

Iglesias-Puig ve ark. (2014) kinoaununun Ca, Fe ve Zn içeriğini sırasıyla 15.3 mg/100g, 1.29 mg/100g ve 1.61 mg/100g olarak belirlemiş, Demir (2015) yaptığı çalışmada, mineral içeriğini mg/100gr cinsinden Ca 38.97, Mg 192.56, Zn 3.29, Fe 4.12, P 458.01, K 778.49 olarak tespit etmiştir.

Makarna yapımında ikame unlara ait mineral madde miktarları literatürlerle uyum sağlamaktadır.

4.2. Glutensiz Makarna Örneklerine Ait Analiz Sonuçları

4.2.1. Renk değerleri

Tüketicilerin gıda seçiminde etkili olan unsurlardan biriside renktir. Ürünün üretiminde kullanılan hammaddeden işleme yöntemlerine kadar pek çok faktör son ürün rengini etkilemektedir. Makarna üretiminde de renk önemli kalite kriterlerindedir. Üretim prosesi esnasında birçok işlem basamağında renk kayıplarını önlemek amaçlı farklı teknolojik uygulamalar yapılmaktadır.

4.2.1.1. L* (parlaklık) değeri

Glutensiz makarna örneklerine ait renk sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiş olup, glutensiz makarna örneklerinde L* değerlerinin 39.07 ile 60.69 arasında değişmiştir.

Makarna örneklerine ait varyans analiz sonuçlarına göre L* değeri üzerinde varyasyon kaynaklarından; glutensiz un karışımları, gamlar ve “*glutensiz un karışımları x gamlar*” interaksiyonunun istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.5).

Student's t testi sonuçları incelendiğinde makarna üretiminde en yüksek L* değerini %70(Mısır-Pirinç)+%30Mercimek unu karışımı ile elde edilen glutensiz makarna örnekleri (57.19) gösterirken, en düşük L* değeri %70(Mısır-Pirinç)+%30Karabuğday unu karışımında (41.37) tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Student's t testi sonuçları gamlar açısından incelendiğinde en yüksek L* değeri keçiboynuzu gamı (51.11) ve HPMC (51.06) ilavesiyle elde edilmiş, en düşük L* değeri ise guar gam ve ksantan gam ilaveli glutensiz makarna örneklerine (49.06 ve 48.58) ait bulunmuştur.

Renk ve görünüş, tüketici tarafından gözlemlenen ilk kalite özelliğidir. Parlaklık, eriştelere yüksek kaliteli olarak algılanmasında önemli bir özelliktir (Wu ve Corke, 2005).

Ergin (2011) glutensiz erişte çalışmasında, %60 pirinç ununa %30 nişasta ilave etmiş ve L değerini 79.37 ± 0.07 bulmuştur. Örneklerimizin literatürdeki kaynaklara göre daha düşük parlaklık değerlerine sahip olması bizim çalışmamızda bulunan %70 mısır-pirinç karışımının formülasyonda kullanılması ve mısır ununun parlaklık değerlerinde düşüşe yol açabileceğidir.

Hosta (2012) çalışmasında, %70 pirinç unu bazlı glutensiz makarna formülasyonuna ve %30 mercimek ve %30 oranında nohut unu ilave etmiş ve sırasıyla L* değerlerini 83.33 ± 0.69 ve 85.72 ± 1.37 , %100 pirinç eriştesinin L* değerini 91.19 ± 1.17 olarak bulmuştur.

Ertaş (2006) mısır makarnası üzerine yaptığı bir çalışmada, mısır makarnası örneklerinin L* değerini 67.255 ile 76.410 arasında bulmuştur.

Susanna ve Prabhasankar (2013) yaptıkları bir çalışmada, glutensiz makarna formülasyonuna ilave edilen tüm glutensiz unların L* değerlerinin düşük olmasından dolayı kontrol makarna örneklerine göre daha düşük L* değerleri verdiğini, daha koyu renkli makarnalar elde edildiğini rapor etmiştir. L* değerlerinin 27.5 - 31.05 arasında değiştiğini belirten araştırmacılar, kontrol makarna örneğinde L* değerini 39.76 olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.4. Glutensiz makarna örneklerine ait renk değerleri¹

Glutensiz Un Karışımları	Gamlar	L*	a*	b*	SI (chroma)	Hue angle
%100 M-P	GG	48.81 ± 1.00	-0.71± 0.11	26.97± 0.08	26.97± 0.07	91.51± 0.24
	KG	54.17± 0.85	-0.46± 0.03	30.37± 0.71	30.37± 0.71	90.87± 0.03
	HPMC	51.93 ± 1.50	-0.94± 0.03	28.32± 0.06	28.34± 0.06	91.90± 0.06
	KBG	55.66 ± 0.74	-1.04± 0.12	30.57± 0.28	30.59± 0.28	91.94± 0.24
%70 M-P + %30Mercimek	GG	52.13± 0.83	1.30± 0.03	26.01± 0.98	26.04± 0.98	87.13± 0.17
	KG	55.49± 1.47	1.03± 0.12	28.29± 0.36	28.30± 0.36	87.93± 0.22
	HPMC	60.47± 0.77	0.89± 0.08	28.65± 0.08	28.66± 0.09	88.22± 0.16
	KBG	60.69± 1.31	1.32± 0.08	28.07± 0.43	28.10± 0.43	87.31± 0.13
%70 M-P + %30Nohut	GG	55.89± 0.32	3.58± 0.10	23.80± 0.62	24.07± 0.60	81.44± 0.45
	KG	54.23± 1.75	3.67± 0.03	23.46± 0.18	23.74± 0.17	81.11± 0.13
	HPMC	56.63± 0.48	3.94± 0.06	27.98± 0.39	28.25± 0.38	81.99± 0.24
	KBG	54.97± 0.72	3.90± 0.02	24.66± 0.76	24.96± 0.75	81.02± 0.22
%70 M-P + %30Kinoa	GG	47.62± 0.50	4.56± 0.02	23.57± 0.05	24.00± 0.05	79.06± 0.03
	KG	39.96± 0.47	4.68± 0.36	18.52± 0.40	19.10± 0.30	75.82± 1.34
	HPMC	43.79± 0.30	4.68± 0.03	20.35± 0.33	20.88± 0.32	77.04± 0.28
	KBG	41.22± 0.13	4.58± 0.04	18.57± 0.16	19.13± 0.14	76.14± 0.23
%70 M-P + %30Karabuğday	GG	40.88± 0.66	3.94± 0.31	17.66± 0.64	18.09± 0.69	77.43± 0.52
	KG	39.07± 0.14	4.23± 0.07	18.06± 0.34	18.55± 0.35	76.82± 0.03
	HPMC	42.50± 0.41	4.44± 0.06	19.81± 0.05	20.30± 0.06	77.36± 0.13
	KBG	43.01± 0.35	4.67± 0.06	20.32± 0.83	20.85± 0.82	77.05± 0.36
Minimum-maksimum		39.07 – 60.69	-1.04 - 4,68	17.66 – 30.57	18.08 – 30.59	75.82 – 91.94

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır, M-P: Mısır-pirinç, GG: Guar gam, KG: Ksantan gam, HPMC: Hidroksipropilmetilselüloz, KBG: Keçiyoynuzu gamı

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

VK	SD	L*		a*		b*		SI (chroma)		Hue angle	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
GUK (A)	4	1677.92	643.95**	176.27	2878.34**	638.80	745.49**	572.46	671.11**	1337.53	2405.69**
Gamlar (B)	3	52.35	26.79**	0.12	2.63 ^{ns}	13.01	20.24**	13.39	20.92**	5.21	12.49**
AxB	12	198.05	25.34**	1.32	7.20**	82.65	32.15**	80.87	31.60**	12.23	7.33**
Hata	1	12.38		0.29		4.07		4.05		2.64	

¹ * p<0.05 düzeyinde önemli, ** p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, GUK: Glutensiz un karışımları

Çizelge 4.6. Glutensiz makarna örneklerinin renk değerlerine ait Student's t testi sonuçları¹

	N	L*	a*	b*	SI (chroma)	Hue angle
Glutensiz Un Karışımları						
%100 M-P	8	52.64 ^c	-0.79 ^e	29.06 ^a	29.07 ^a	91.55 ^a
%70 M-P + %30Mercimek	8	57.19 ^a	1.33 ^d	27.75 ^b	27.78 ^b	87.65 ^b
%70 M-P + %30Nohut	8	55.43 ^b	3.77 ^c	24.97 ^c	25.25 ^c	81.39 ^c
%70 M-P + %30Kinoa	8	43.14 ^d	4.62 ^a	20.25 ^d	20.78 ^d	77.02 ^d
%70 M-P + %30Karabuğday	8	41.37 ^e	4.32 ^b	18.96 ^e	19.45 ^e	77.17 ^d
Gamlar						
GG	10	49.06 ^b	2.53 ^b	23.60 ^c	23.84 ^c	83.32 ^a
KG	10	48.58 ^b	2.63 ^{ab}	23.74 ^c	24.01 ^c	82.51 ^b
HPMC	10	51.06 ^a	2.60 ^{ab}	24.44 ^b	25.28 ^a	83.30 ^a
KBG	10	51.11 ^a	2.69 ^a	25.02 ^a	24.73 ^b	82.69 ^b

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

M-P: Mısır-pirinç, GG: Guar gamı, KG: Ksantan gamı, HPMC: Hidroksipropilmetilselüloz, KBG: Keçiyoynuzu gamı

4.2.1.2. a* (kırmızılık) değeri

Glutensiz makarna örneklerine ait renk ölçüm sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiş olup, glutensiz makarna örneklerine ait a* değerleri -1.04 – 4.68 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.5'de verilen varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna numunelerinin a* değeri üzerinde glutensiz un karışımları ve “*glutensiz un karışımları x gamlar*” interaksiyonları açısından istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli etkisi olduğu görülmüş, gamların ise istatistiki olarak ($p > 0.05$) bir etkisi bulunmamaktadır.

Çizelge 4.6'da verilen Student's t testi sonuçlarına göre, %70(Mısır-Pirinç)+%30Kinoa unu en yüksek (4.62) a* değerine, %100(Mısır-Pirinç) karışımı ise en düşük (-0.79) a* değerine sahiptir. Student's t testi sonuçları gamlar açısından incelendiğinde keçiyoynuzu gamı 2.69, HPMC ve ksantan gam ise birbirine yakın değerler vererek sırasıyla 2.60 ve 2.63 gibi değerler vermiş, guar gam ise 2.53 ile en düşük a* değerini vermiştir.

Hosta (2012) çalışmasında, elde ettiği makarna örneklerinde %70 pirinç ununa %30 mercimek ve %30 oranında nohut unu ilave etmek suretiyle sırasıyla a* değerlerini 9.66 ± 0.28 ve 0.95 ± 0.38 olarak tespit etmiştir.

Ergin (2011) glutensiz erişte çalışmasında, %50 pirinç ununa %50 mısır unu ilave etmiş ve a* değerini 9.69 ± 0.01 bulmuştur.

Ertaş (2006) mısır makarnası üzerine yaptığı bir çalışmada, mısır makarnası örneklerinin a* değerini 1.895-3.608 arasında bulmuştur.

4.2.1.3. b* (sarılık) değeri

Glutensiz makarna örneklerine ait renk ölçüm sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiş olup, glutensiz makarna örneklerine ait b* değerleri 17.66 – 30.57 arasında değişmektedir.

Varyans analiz sonuçları makarna örneklerine ait b* değeri açısından incelendiğinde glutensiz un karışımları, gamlar, “*glutensiz un karışımları x gamlar*” interaksiyonları açısından istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli farklılıkların olduğu görülmüştür (Çizelge 4.5).

Student's t testi sonuçları incelendiğinde makarna üretiminde en yüksek b* değerine %100(Mısır-Pirinç) unu karışımı sahip bulunmuş (29.06), sarılık değerinin

yüksek olmasının sebebinin içerisindeki mısır unu oranının en yüksek olduğu karışım olmasından dolayı olduğu düşünülmektedir. En düşük b* değeri %70(Mısır-Pirinç)+%30 karabuğday unu karışımında (18.96) görülmüştür.

Student's t testi sonuçları gamlar açısından incelendiğinde en yüksek b* değerine keçiyoynuzu gamı ilavesiyle (25.02), en düşük b* değeri ise guar gam ve ksantan gam ilavesi ile (23.60 ve 23.74) elde edilmiştir (Çizelge 4.6).

Ergin (2011) glutensiz erişte çalışmasında, %50 pirinç ununa %50 mısır unu ilave etmiş ve b* değerini 33.35 ± 0.01 olarak tespit etmiştir.

Çalışmada %100 mısır-pirinç unu karışımına %1.5 ksantan gam ve %1.5 keçiyoynuzu gamı ilave edilen örneklerde sırasıyla bulduğumuz b* değerleri 30.37 ve 30.57 olup bu değerler Ergin (2011) glutensiz erişte çalışmasında bulunduğu 33.35 değeri ile benzerlik göstermektedir.

Hosta (2012) yaptığı çalışmasında, %70 pirinç ununa %30 mercimek ve %30 oranında nohut unu ilave edilmesiyle b* değerlerini 13.31 ve 13.16 olarak belirlemiştir.

Ertaş (2006) mısır makarnası üzerine yaptığı bir çalışmada, mısır makarnası örneklerinin b* değerini 20.293-25.080 arasında bulmuştur.

4.2.1.4. SI ve hue angle değerleri

Glutensiz makarna örneklerinde SI değeri 18.08 – 30.59 değişmektedir. Glutensiz makarna numunelerinin hue angle değerleri ise 75.82 – 91.94 arasında değişmektedir (Çizelge 4.4).

Makarna örneklerine ait varyans analiz sonuçları SI değeri açısından incelendiğinde; glutensiz un karışımları, gamlar, “*glutensiz un karışımları x gamlar*” interaksiyonları açısından istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli farklar olduğu görülmüştür.

Sonuçlar hue angle değeri bakımından incelendiğinde glutensiz makarna örneklerinin glutensiz unlar, gamlar, “*glutensiz unlar x gamlar*” interaksiyonları açısından istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli farklar olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.5).

Student's t testi sonuçları incelendiğinde makarna üretiminde en yüksek SI değerine %100(Mısır-Pirinç) karışımında (29.07), en düşük SI değeri ise %70(Mısır-Pirinç)+%30Karabuğday unu karışımında (19.45) görülmüştür.

Hue angle bakımından Student's t testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek değere %100(Mısır-Pirinç) karışımı (91.55) sahipken, en düşük hue angle değerine ise %70(Mısır-Pirinç)+%30Kinoa unu karışımı ve %70(Mısır-Pirinç)+%30Karabuğday karışımında (77.02 ve 77.17) rastlanmıştır.

Student's t testi sonuçları gamlar bakımından SI ve Hue angle değerleri olarak incelenecek olursa en yüksek SI değerini HPMC verirken (25.28), en düşük SI değeri ise guar gam ve ksantan gamda rastlanmıştır. Guar gam ve HPMC en yüksek Hue angle değerlerini verirken (83.32 ve 83.30), ksantan gam ve keçiyoynuzu gamı daha düşük (82.51 ve 82.69) hue angle değerlerini vermiştir (Çizelge 4.6).

4.2.2. Pişirme testleri

Glutensiz makarna örneklerine ait pişirme testi sonuçları Çizelge 4.7'de, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8'de, Student's t testi sonuçları da Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.7. Glutensiz makarna örneklerine ait pişme testleri sonuçları¹

Glutensiz Un Karışımları	Gamlar	Ağırlık artışı(%)	Hacim artışı(%)	SGMM ² (%)	Sertlik (g)
%100 M-P	GG	110.85± 0.78	202.05± 0.64	9.45±0.07	1676.01± 20.77
	KG	111.05± 0.35	152.86± 0.00	5.50±0.14	1656.19± 17.37
	HPMC	118.05± 0.78	173.40± 0.21	6.10±0.14	1978.32± 28.08
	KBG	115.15± 0.35	155.71± 0.57	9.25±0.07	1427.24± 27.03
%70 M-P + %30Mercimek	GG	130.90± 0.57	200.37± 0.49	9.30±0.14	1670.27± 28.48
	KG	129.25± 0.49	185.71± 0.49	7.40±0.14	1814.43± 22.73
	HPMC	132.85± 0.64	173.19± 0.14	8.70±0.14	1252.81± 46.00
	KBG	133.10± 0.57	176.19± 0.42	8.75±0.07	1448.12± 13.75
%70 M-P + %30Nohut	GG	135.20± 0.85	218.75± 0.21	8.40±0.00	1437.67± 19.40
	KG	137.00± 0.28	179.24± 0.49	6.45±0.07	1493.58± 7.40
	HPMC	134.85± 1.06	156.41± 0.14	7.25±0.07	1272.86± 29.53
	KBG	133.15± 0.78	200.00± 0.28	8.25±0.07	1337.45± 17.79
%70 M-P + %30Kinoa	GG	126.05± 1.06	182.14± 0.78	8.95±0.07	1650.76± 24.18
	KG	120.70± 0.57	168.10± 0.42	6.65±0.07	1491.90± 16.34
	HPMC	127.05± 0.49	169.05± 0.49	7.25±0.07	1290.39± 21.40
	KBG	125.90± 0.42	169.05± 0.07	7.65±0.07	1650.92± 17.17
%70 M-P + %30Karabuğday	GG	107.80± 0.85	150.00± 0.42	9.55±0.07	1275.19± 27.14
	KG	109.80± 0.28	157.21± 0.21	6.35±0.07	2198.15± 29.39
	HPMC	105.75± 0.92	148.33± 0.49	7.15±0.07	1388.22± 22.10
	KBG	106.75± 1.06	157.14± 0.42	9.15±0.07	1495.95± 13.02
Minimum-maksimum		105.75 – 137.00	148.33 – 218.75	5.50 – 9.55	1252.81 – 2198.15

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

²SGMM: Suya geçen madde miktarı, M-P: Mısır-pirinç, HPMC: Hidroksipropilmetilselüloz, KBG: Keçiyoynuzu gamı

Çizelge 4.8. Glutensiz makarna örneklerine ait pişme kalitesi, sertlik ve pişme süresi değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Ağırlık Artışı		Hacim Artışı		SGMM		Sertlik	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
GUK (A)	4	4361.54	2217.18**	4023.65	10.09**	5.64	158.45**	379723.4	162.59**
Gamlar (B)	3	25.45	17.25**	25.46.75	8.51**	44.32	1660.72**	516546.0	294.90**
AxB	12	148.57	25.18**	3518.32	2.94*	10.21	95.68**	1427603.6	203.76**
Hata	1	9.34		1895.08		0.17		11093.3	

¹ p<0.05 düzeyinde önemli, ** p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, GUK: Glutensiz un karışımları

Çizelge 4.9. Glutensiz makarna örneklerine ait pişme kalitesi, sertlik ve pişme süresi değerlerine ait Student's t testi sonuçları¹

	N	Ağırlık Artışı %	Hacim Artışı %	SGMM %	Sertlik g
Glutensiz Un Karışımları					
%100 M-P	8	113.78 ^d	158.55 ^b	7.58 ^c	1684.44 ^a
%70 M-P + %30Mercimek	8	131.53 ^b	175.12 ^a	8.54 ^a	1546.41 ^c
%70 M-P + %30Nohut	8	135.05 ^a	171.00 ^a	7.59 ^c	1385.39 ^e
%70 M-P + %30Kinoa	8	124.93 ^c	168.92 ^{ab}	7.63 ^c	1520.99 ^d
%70 M-P + %30Karabuğday	8	107.53 ^e	147.37 ^c	8.05 ^b	1589.38 ^b
Gamlar					
GG	10	122.16 ^{bc}	152.00 ^c	9.13 ^a	1541.98 ^b
KG	10	121.56 ^c	168.04 ^{ab}	6.47 ^d	1730.85 ^a
HPMC	10	123.71 ^a	163.07 ^b	7.29 ^c	1436.52 ^d
KBG	10	122.81 ^b	173.67 ^a	8.61 ^b	1471.93 ^c

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). M-P: Mısır-pirinç, HPMC: Hidroksipropilmetilselüloz

4.2.2.1. Ağırlık ve hacim artışı

Glutensiz makarna örneklerinin ağırlık artışı değerleri %105.75 – 137 arasında değişmektedir. Hacim artışı değerleri ise %148.33 - 218.75 arasında değişmektedir (Çizelge 4.7).

Yalçın (2005) yapmış olduğu glutensiz erişte çalışmasında, ksantan gam ve keçiyoynuzu gamı ilave etmiş ve ağırlık artışı sonuçlarını %118.3 ve 116.0 olarak bulmuştur. Bu değerler çalışmamızdaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Aynı çalışmada, hacim artışı değerleri ksantan gam ve keçiyoynuzu gam katkılı eriştelere 156.7 ve 149.0 olarak bulunmuştur, bu sonuçlar da çalışmamızdaki bulunan sonuçlar ile çok benzerlik göstermektedir.

Glutensiz makarna örneklerinin varyans analizi sonuçlarına göre ağırlık artışı değerleri üzerinde glutensiz un karışımları, gamlar, “*glutensiz un karışımları x gamlar*” interaksiyonları açısından istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli farklar olduğu görülmüştür. Hacim artışı bakımından ise, glutensiz un karışımları ve gamlar istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli farklar olduğu görülmüş, “*glutensiz un karışımları x gamlar*” interaksiyonları ise istatistiki olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Student’s t testi sonuçları incelendiğinde makarna üretiminde en yüksek ağırlık artışı %135.05 değeriyle %70(Mısır-Pirinç)+%30Nohut unu ile yapılan makarna örneklerinde görülmüş, en düşük ağırlık artışı 107.53 değeriyle %70(Mısır-Pirinç)+%30Karabuğday unu karışımından üretilen makarnalarda gözlenmiştir.

Student’s t testi sonuçları incelendiğinde makarna üretiminde en yüksek hacim artışı %175.12 ve 171.00 değerleriyle %70(Mısır-Pirinç)+%30Mercimek ununda ve %70(Mısır-Pirinç)+%30Nohut ununda görülmüş, en düşük hacim artışı %147.37 değeriyle %70(Mısır-Pirinç)+%30Karabuğday unu ile üretilen makarnalarda gözlenmiştir (Çizelge 4.9). Karabuğday unu ilavesi hacim artış değerlerini düşürmüştür. Bilgiçli (2013) glutensiz erişte çalışmasında, mısır ve pirinç unu oranının azalmasıyla ağırlık ve hacim artışı değerlerinin de azaldığını belirtmiştir. Aynı durum bu çalışmada karabuğdayda rastlanmıştır.

Student’s t testi sonuçları gamlar açısından incelendiğinde, en yüksek ağırlık artışı %123.71 değeriyle HPMC ilaveli makarna örneklerinde görülürken, en düşük ağırlık artış %121.56 değeri ksantan gam ilavesinde gözlenmiştir.

Student's t testi sonuçları gamlar açısından incelendiğinde, en yüksek hacim artışı %173.67 değeriyle keçiyoynuzu gamında elde edilirken, en düşük hacim artışına %152.00 değerine guar gam'da rastlanmıştır. Bu durum keçiyoynuzu gamı'nın guar gam'a göre daha fazla su çekmesi ile açıklanabilir.

Bhattacharya ve ark. (1999) yaptıkları çalışmada, pişme sonrası kütle artışının az olması sonucunda makarnaların sert tekstür verdiğini bildirmişlerdir. Hacim artışının az olmasında eriştelerin az su çekmesi ile ilgili olduğu bildirilmektedir. Pirinç unu içeren örneklerde ağırlık artışı değerlerini mısır unu içeren örneklere göre daha fazla olduğunu bulmuşlardır.

Yoenyong-buddhagal ve Noomhorm (2002) yaptıkları çalışmada, pirinç unu içeren vermicellilerin su absorpsiyonu değerlerinin %76.01 ile %77.16 arasında değiştiği bildirilmiştir.

Ergin (2011) glutensiz erişte çalışmasında, %50 pirinç ununa %50 mısır unu ilave etmiş ve ağırlık ve hacim artışını sırasıyla 139.54 ± 10.13 ve 233.33 ± 0.00 değerlerini bulmuştur.

Hosta (2012) elde ettiği makarnalarda, %70 pirinç ununa %30 mercimek ve %30 oranında nohut unu ilave etmiş ve sırasıyla ağırlık artış değerlerini 192.89 ve 169.89, hacim artış değerlerini ise sırasıyla 191.67 ve 190.00 olarak bulmuştur.

4.2.2.2. Suya geçen kuru madde miktarı

Pirinç ve mısır proteini, hamur yapısını sağlayan buğday proteini içermediği için birçok araştırmacı tarafından pirinç ve mısır unununun makarna üretimi için işlem koşulları geliştirilmeye çalışılmıştır (Mestres ve ark., 1993). Pişme süresince dağılmanın meydana gelmesi glutensiz makarna ve bu gibi ürünlerin hazırlanmasını zorlaştırmaktadır (işleroğlu ve ark., 2009). Suya geçen madde miktarı, makarnaların değerlendirilmesinde iyi parametredir. İyi kalitede bir makarnanın pişme esnasında dağılıp deforme olmaması, şeklini ve diriliğini koruması yani suya geçen madde miktarının yüksek olmaması istenmektedir (Köksel ve ark., 2005). Yüksek pişme kaybı nişastanın yüksek oranda çözündüğünü ve pişme toleransının düşük olduğunu göstermektedir, nişastanın fazla oranda çözünmesi ağızda yapışkanlığa neden olmaktadır (Bhattacharya ve ark., 1999). Pişirme sırasında erişte şeklini korumalı yani dağılmamalı, yapışkanlık göstermemelidir, ayrıca pişme suyuna geçen madde miktarı az olmamalıdır (Lai, 2001).

Glutensiz makarna örneklerine ait suya geçen kuru madde miktarı değerleri %5.50 – 9.55 arasında değişmektedir (Çizelge 4.7).

Makarna örneklerine ait varyans analiz sonuçları suya geçen kuru madde miktarı değerleri açısından incelendiğinde glutensiz un karışımları, gamlar ve “*glutensiz un karışımları x gamlar*” interaksiyonlarının istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.8).

Student’s t testi sonuçları incelendiğinde makarna üretiminde en yüksek suya geçen kuru madde miktarı değerine %70(Mısır-Pirinç)+%30Mercimek unu karışımı (%8.54) ile üretilen makarnalar sahiptir. En düşük suya geçen kuru madde miktarı değerleri ise; %70(Mısır-Pirinç)+%30Kinoa unu karışımında (%7.63), %70(Mısır-Pirinç)+%30Nohut unu karışımında (%7.59) ve %100(Mısır-Pirinç) unu karışımından üretilen makarnalarda (%7.58) tespit edilmiştir.

Student’s t testi sonuçları gamlar açısından incelendiğinde en yüksek suya geçen kuru madde miktarı değeri %9.13 guar gamda, en düşük suya geçen kuru madde miktarı değeri ise ksantan gamda (%6.47) görülmüştür (Çizelge 4.9).

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ile Sağlık Bakanlığı tarafından 5 Mart 2002 tarih ve 24686 sayılı resmi gazetede yayınlanan 2002/20 tebliğ numaralı Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği’ne göre; sade makarnada suya geçen madde miktarı kuru madde esasına göre en çok %10 olmalıdır. Çalışmada üretilen glutensiz makarna örneklerinin suya geçen madde miktarı değerleri bu tebliğe uygun bulunmuştur.

Glutensiz olarak üretilen makarna örneklerinde gluten eksikliği sebebiyle nişasta polimerleri zayıf bir şekilde tutunduğundan suya geçen kuru madde kaybı fazla olmaktadır (Marti ve ark. 2010). Makarna örneklerinde pişirme sonrası ağırlığın kuru ağırlıktan 3 kat daha fazla olması ve pişme kaybının spagetti tipi makarnalar için %7-8 olması ideal değerlerdir (Dick ve Youngs, 1988).

Ergin (2011) glutensiz erişte çalışmasında, %50 pirinç ununa %50 mısır unu ilave etmiş ve pişme kaybını 5.70 ± 1.13 olarak tespit etmiştir.

Hosta (2012) elde ettiği makarnalara, %70 pirinç ununa %30 mercimek ve %30 oranında nohut unu ilave etmiş ve sırasıyla suya geçen madde miktarlarını %9.77 ve %8.70 olarak tespit etmiştir.

Çalışmamızda suya geçen madde miktarları %5.50 – 9.55 arasında değerler bulunmuştur, ksantan gam ve HPMC suya geçen madde miktarını, keçiyoynuzu gamı ve guar gama göre daha fazla azaltmıştır.

Bhattacharya ve ark. (1999) pişme kaybının çok olmasının, nişastanın yüksek oranda çözündüğünün ve pişme toleransının düşük olduğunun bir göstergesi olduğunu, pişme kaybının eriştelerin kalitesini etkileyen önemli faktörlerden olup, yüksek pişme kaybı, nişastanın fazla çözünüp pişirme suyuna karışmasına ve ağızda yapışkanlık hissiyatına neden olduğu belirtilmiştir. Lai (2001) pişme sırasında makarnaların şeklini koruması gerektiğini, yapışkanlık göstermemesi gerektiğini ve pişme suyuna geçen madde miktarında az olması gerektiğini bildirmiştir.

Yalçın ve Başman (2006)'nın çalışmalarında farklı jelatinizasyon oranı veya farklı gam ilavesinin pirinç ve mısır unundan yapılan makarnaların kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada; gam miktarı arttıkça pişme suyuna geçen madde miktarı daha düşük, ağırlık ve hacim artışı değerleri daha yüksek bulunmuştur.

Schoenlechner ve ark. (2010) amarant, kinoa ve karabuğday unlarını farklı oranlarda kullanarak yaptıkları makarna çalışmasında %100 buğdaydan üretilen makarnalarda suya geçen madde miktarını %5.98 olarak bulurken, %100 kinoa unu kullanılan makarnalarda %10.21'e yükseldiğini belirtmişlerdir.

Yalçın (2005) %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç eriştelerinin, pişme kaybını %11.1 olarak tespit etmiştir. Cham and Suwannaporn (2010) ise pirinç eriştelerinin pişme kayıplarını %8.45-8.85 arasında olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada glutensiz makarna için tespit edilen pişme kaybı önceki çalışmalarda elde edilen değerler ile uyum içerisindedir .

4.2.2.3. Sertlik

Glutensiz makarna örneklerinin sertlik değerleri 1252.81 – 2198.15g arasındadır (Çizelge 4.7).

Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin sertlik değerleri üzerinde glutensiz un karışımları, gamlar, “*glutensiz un karışımları x gamlar*” interaksiyonları açısından istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Student's t testi sonuçları incelendiğinde makarna üretiminde en yüksek sertlik (1684.44g) %100(Mısır-Pirinç) karışımında görülmüş, en düşük sertliğe 1385.39g değeriyle %70(Mısır-Pirinç)+%30Nohut unu karışımından üretilen makarnalarda rastlanmıştır.

Student's t testi sonuçları gamlar açısından incelendiğinde, en yüksek sertlik değeri; 1730.85g değeriyle ksantan gamda görülürken, en düşük sertlik değeri (1436.52g) HPMC ilaveli makarnalardan elde edilmiştir (Çizelge 4.9).

Sıkı bir yapının elde edilmesi, yapışkanlığın azalması ve nişastanın yapıda daha iyi tutunması için erişteye gamlar gibi stabilizatörler ve emülsifiye edici ajanlar da eklenmektedir (Lai, 2001). Yapılan bir çalışmada pirinç ununa farklı oranlarda (%0.5, 1.0, 1.5 ve 2) guar gam ilave edilerek elde edilen makarnalarda tekstürel özellikler açısından %1.5 guar gam ilave edilen örnekten en iyi sonuç alınmıştır (Raina ve ark., 2005).

Eriştelere kopma için uygulanan kuvvetin yüksek olması istenmektedir. En yüksek sertlik %100 mısır-pirinç karışımında görülmüştür, buradaki yüksek değerin mısır unuyla alakalı olduğu düşünülmektedir. Lai (2001), tarafından yapılan bir çalışmada pirinç ununun sertlik, kırılgenlik ve çignenebilirlik gibi tekstürel özelliklerini azalttığı bildirilmiştir.

Raina ve ark. (2005)'nin yaptıkları bir çalışmada, makarna üretiminde pirinç unu ve farklı oranlarda guar gam kullanılarak tekstürel özellikleri incelenmiş, pirinç ununun sertlik değerlerini düşürdüğü fakat kullanılan guar gam miktarının artmasıyla sertliğinde arttığını gözlemlemişlerdir.

Gallegos-Infante ve ark. (2010) yaptıkları bir çalışmada, meksika fasulyesi unu %15 ve 30 buğday irmiğiyle karıştırılıp erişte üretimi yapılmıştır. Meksika fasulyesi unu ilavesiyle pişme süresinde azalma, pişme kaybında artış, sertlikte ise azalma meydana gelmiştir.

Protein içeriğinin artırılması için yapılan bir çalışmada hardal protein izolatlarıyla %2.5, 5 ve 10 oranlarında zenginleştirilen makarnalar incelenmiştir. Sertlik değerleri kontrol örneğinde 77 gf bulunurken %2.5, 5 ve 10 hardal protein izolatı ilaveli örneklerde 90 gf'ye yükselmiştir (Alireza Sadeghi ve Bhagya, 2008).

4.2.3. Kimyasal analizler

Glutensiz makarna örneklerine ait olan kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Bu değerlere ait varyans analizlerinin sonuçları Çizelge 4.11'de, Student's t testi sonuçları da Çizelge 4.12'de özetlenmiştir.

4.2.3.1. Su

Glutensiz makarna örneklerinin su miktarı %7.84 – 9.39 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.10).

Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin su miktarı üzerinde glutensiz un karışımları, gamlar, “*glutensiz un karışımları x gamlar*” interaksiyonları açısından istatistiki olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Student’s t testi sonuçları incelendiğinde glütensiz un karışımları ve gamlar açısından incelendiğinde makarna örneklerindeki su miktarı olarak birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. (Çizelge 4.12).

Fiorda ve ark. (2013) çeşitli glutensiz hammaddelerden elde edilen prejelatinize un kullanarak üretilen glutensiz makarnaların su miktarını yaklaşık olarak ortalama %12.64±0.65 olarak belirlemişlerdir.

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ile Sağlık Bakanlığı tarafından 5 Mart 2002 tarih ve 24686 sayılı resmi gazetede yayınlanan 2002/20 tebliğ numaralı Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği’ne göre; makarnanın rutubet miktarı en çok %13 olmalıdır. Çalışmada üretilen glutensiz makarna örneklerinin su içeriği bu tebliğe uygun bulunmuştur.

Ergin (2011) %50 pirinç ununa %50 mısır unu ilave ederek yapmış olduğu çalışmasında glutensiz eriştelere rutubet oranını %5,88 olarak tespit etmiştir.

Dilek (2015) yaptığı çalışmada, glutensiz erişte örneklerinin su miktarı %8.11-9.20 arasında değişiklik gösterdiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.10. Glutensiz makarna örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları¹

Glutensiz Un Karışımları	Gamlar	Su (%)	Kül (%)	Protein ³ (%)	Yağ (%)	Fitik asit (mg/100g)
%100 M-P	GG	9.30±0.00	1.793 ± 0.01	6.82±0.06	2.02± 0.04	182.28±7.72
	KG	9.26±0.21	2.098 ± 0.02	6.85±0.01	2.02± 0.02	162.96±27.92
	HPMC	8.85±0.93	1.598 ± 0.00	6.83±0.09	2.02± 0.06	178.92±2.38
	KBG	9.39±0.42	1.765 ± 0.01	6.83±0.03	2.01± 0.02	179.97±1.48
%70 M-P + %30Mercimek	GG	8.07±0.18	2.020 ± 0.00	11.59±0.08	2.09± 0.01	183.34±0.99
	KG	8.49±1.36	2.311± 0.02	11.58±0.01	2.10± 0.02	193.62±2.38
	HPMC	8.04±1.57	1.811± 0.01	11.59±0.06	2.07± 0.03	192.57±2.08
	KBG	7.84±0.78	2.040 ± 0.00	11.59±0.04	2.07± 0.02	182.47±5.49
%70 M-P + %30Nohut	GG	8.32±1.45	2.072 ± 0.01	12.24±0.06	2.67± 0.00	196.77±6.83
	KG	7.99±2.17	2.378 ± 0.01	12.26±0.02	2.68± 0.04	199.50±0.00
	HPMC	8.17±1.90	1.877± 0.03	12.23±0.05	2.70± 0.11	197.82±4.75
	KBG	9.04±0.22	2.119 ± 0.00	12.23±0.07	2.68± 0.01	199.08±1.19
%70 M-P + %30Kinoa	GG	8.55±1.69	1.946 ± 0.01	8.02±0.01	2.67± 0.08	198.58±0.59
	KG	8.30±1.10	2.241± 0.00	8.01±0.05	2.67± 0.01	186.69±10.99
	HPMC	8.72±1.70	1.740 ± 0.00	7.99±0.07	2.64± 0.03	190.89±2.08
	KBG	8.71±1.15	1.947 ± 0.02	8.01±0.03	2.64± 0.03	195.74±6.08
%70 M-P + %30Karabuğday	GG	9.06±0.32	1.928 ± 0.03	7.95±0.03	2.80± 0.08	216.30±10.10
	KG	8.04±2.49	2.234 ± 0.01	7.98±0.06	2.79± 0.02	220.50±4.75
	HPMC	9.00±0.33	1.711 ± 0.43	7.95±0.04	2.78± 0.03	216.51±12.18
	KBG	7.91±2.47	1.939 ± 0.00	7.93±0.05	2.79± 0.03	220.71±3.27
Minimum-maksimum		7.84-9.39	1.598-2.378	6.82-12.26	2.01-2.80	162.96-220.71

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. M-P: Mısır-pirinç, HPMC: Hidroksipropilmetilsütoz, KBG: Keçiyoynuzu gamı

²TFMM: Toplam fenolik madde miktarı

³N x 6.25 faktörü kullanılmıştır

Çizelge 4.11. Glutensiz makarna örneklerinin bazı kimyasal analiz değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Su		Kül		Protein		Yağ		Fitik Asit	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
GUK (A)	4	5.20	0.66 ^{ns}	3.80	100.36 ^{**}	187.56	17879.75 ^{**}	4.27	588.01 ^{**}	7807.24	27.74 ^{**}
Gamlar (B)	3	0.32	0.05 ^{ns}	0.45	15.71 ^{**}	0.002	0.278 ^{ns}	0.00	0.20 ^{ns}	59.51	0.28 ^{ns}
AxB	12	4.23	0.18 ^{ns}	0.15	1.29 ^{ns}	0.04	0.1271 ^{ns}	0.00	0.19 ^{ns}	828.08	0.98 ^{ns}
Hata	1	37.22		0.18		0.05		0.03		1336.98	

¹ * p< 0.05 düzeyinde önemli, ** p< 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, GUK: Glutensiz un karışımları
²TFMM: Toplam fenolik madde miktarı

Çizelge 4.12. Glutensiz makarna örneklerine ait bazı kimyasal Student's t testi sonuçları¹

	N	Su	Kül	Protein	Yağ	Fitik Asit
Glutensiz Un Karışımları						
%100 M-P	8	9.20 ^a	1.83 ^e	6.83 ^e	2.02 ^d	176.03 ^d
%70 M-P + %30Mercimek	8	8.11 ^a	2.05 ^b	11.59 ^b	2.08 ^c	188.00 ^c
%70 M-P + %30Nohut	8	8.38 ^a	2.11 ^a	12.24 ^a	2.68 ^b	198.29 ^b
%70 M-P + %30Kinoa	8	8.57 ^a	1.97 ^c	8.01 ^c	2.65 ^b	192.97 ^{bc}
%70 M-P + %30Karabuğday	8	8.50 ^a	1.95 ^d	7.95 ^d	2.79 ^a	218.50 ^a
Gamlar						
GG	10	8.66 ^a	1.91 ^d	9.32 ^a	2.45 ^a	195.45 ^a
KG	10	8.41 ^a	1.97 ^a	9.33 ^a	2.45 ^a	192.65 ^a
HPMC	10	8.56 ^a	1.95 ^b	9.32 ^a	2.44 ^b	195.34 ^a
KBG	10	8.58 ^a	1.92 ^c	9.32 ^a	2.44 ^a	195.59 ^a

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). M-P: Mısır-pirinç, HPMC: Hidroksipropilmetilselüloz, KBG: Keçiboynuzu gamı

²TFMM: Toplam fenolik madde miktarı

4.2.3.2. Kül

Glutensiz makarna örneklerinin kül miktarı %1.598 – 2.378 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.10).

Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin kül miktarı üzerinde glutensiz un karışımları, gamlar istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, “*glutensiz un karışımları x gamlar*” interaksiyonları istatistiki olarak önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Student’s t testi sonuçları incelendiğinde makarna üretiminde en yüksek kül miktarı %2.11 değeri ile %70(Mısır-Pirinç)+%30Nohut unu karışımından üretilen makarna örneklerinde görülmüş, en düşük kül miktarı ise %1.83 değeriyle %100(Mısır-Pirinç) karışımından üretilen makarnalarda gözlenmiştir.

Student’s t testi sonuçları gamlar açısından incelendiğinde, en yüksek kül içeriği %1.97 değeriyle ksantan gam ilaveli örneklerde görülürken, en düşük kül miktarı ise (%1.91) guar gam ilaveli örneklerde gözlenmiştir (Çizelge 4.12).

Ergin (2011) %50 pirinç ununa %50 mısır unu ilave ederek yapmış olduğu glutensiz erişte çalışmasında kül oranını 2.47 ± 0.01 olarak tespit etmiştir.

İlave edilen glutensiz unların kül oranları mısır-pirinç karışımından yüksek olduğu için %30 ilaveli diğer unların karışımlarından elde edilen makarnaların kül oranlarının yüksek çıktığı görülmüştür. Gamlar arasında ksantan gam diğer gamlara göre bütün örneklerde kül miktarında artışa neden olmuştur.

Bilgiçli (2009) farklı oranlarda (%0-40) pirinç unu, mısır nişastası ve karabuğday unu kullanarak yaptığı glutensiz erişteelerde, artan karabuğday ununa paralel olarak örneklerin kül miktarının arttığını bildirmiştir.

Hosta (2012) yaptığı bir çalışmada, farklı baklagil unlarıyla zenginleştirilmiş glutensiz pirinç erişteelerinin, %70 pirinç ununa, sırasıyla %30 nohut unu ve %30 mercimek unu ilave etmiş ve erişteelerin kül oranlarını %1.27 ve %1.23 olarak tespit etmiştir. Ayrıca formülasyondaki baklagil unu miktarı arttıkça kül içeriğinin de arttığını bildirmiştir.

4.2.3.3. Protein

Glutensiz makarna örneklerinin protein miktarı %6.82 – 12.26 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.10).

Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin protein miktarı üzerinde glutensiz un karışımları açısından istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, gamlar ve “*glutensiz un karışımları x gamlar*” interaksyonları açısından istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Student’s t testi sonuçları incelendiğinde makarna üretiminde en yüksek protein miktarı %12.24 değeri ile %70(Mısır-Pirinç)+%30Nohut unu karışımından üretilen makarnalarda görülmüş, en düşük protein miktarı %6.83 değeriyle %100(Mısır-Pirinç) karışımında gözlenmiştir.

Student’s t testi sonuçları gamlar açısından incelendiğinde makarna örneklerindeki protein miktarları bakımından birbirine benzer sonuçlar (%9.32 – 9.33) tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Protein içeriğinin arttırılması için yapılan bir çalışmada hardal protein izolatlarıyla %2.5, 5, 10 oranlarında zenginleştirilen makarnalar üretilmiştir. Kontrol örneğinde protein oranı %11.5 iken %10 oranında zenginleştirilen makarnalarda %20.6’ya çıkmıştır (Alireza Sadeghi ve Bhangya, 2008).

Shogren ve ark. (2006) yüksek beslenme değerine sahip bir ürün elde etme amacıyla makarna formülasyonuna %25, 35 ve 50 oranlarında soya fasulyesi unu ilave ederek yaptıkları bir çalışmada, ham protein miktarında önemli düzeyde bir artış olduğu belirlenmiştir.

İlave edilen unların protein miktarları mısır-pirinç karışımından yüksek olduğu için; %30 ilaveli diğer unların karışımlarından elde edilen makarnaların protein oranlarında %100 mısır-pirinç karışımından üretilen makarnalara göre daha yüksek çıktığı görülmüştür.

Wood (2009) yılında yaptığı çalışmada, irmiğe %10, 15, 20, 25 ve 30 oranlarında nohut unu ilave edilerek makarna elde edilmiştir. Protein miktarının kontrol örneğinde %12.4 iken, %30 oranında zenginleştirilmiş makarnada %17.4’e yükseldiği bildirilmiştir.

Hosta (2012) yaptığı çalışmasında, glutensiz eriştelere %30 nohut veya %30mercimek unu ilavesiyle protein oranlarının arttığını tespit etmiştir

4.2.3.4. Yağ

Glutensiz makarna örneklerinin yağ miktarı %2.01– 2.80 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.10).

Varyans analizi sonuçlarına göre glutensiz makarna örneklerinin yağ miktarı üzerinde glutensiz un karışımları, açısından istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, gamlar ve “*glutensiz un karışımları x gamlar*” interaksiyonları açısından istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Student’s t testi sonuçları incelendiğinde makarna üretiminde en yüksek yağ miktarı (%2.79) %70(Mısır-Pirinç)+%30Karabuğday unu karışımı ile üretilen makarna örneklerinde görülmüş; en düşük yağ miktarı ise, %2.02 değeriyle %100(Mısır-Pirinç) karışımından üretilen makarna örneklerinde gözlenmiştir.

Student’s t testi sonuçları gamlar açısından incelendiğinde birbirine yakın sonuçlar (%2.45 – 2.44) elde edilmiştir (Çizelge 4.12).

Karabuğday hammadde olarak en yüksek yağ oranına sahip olduğu için Glutensiz makarna örneklerinde en yüksek yağ değeri karabuğday ilaveli makarnalarda rastlanmıştır.

4.2.3.5. Fitik asit

Glutensiz makarna örneklerinin fitik asit miktarı 162.96 – 220.71mg/100g arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.10).

Glutensiz makarna örneklerinin varyans analizi sonuçlarına göre fitik asit miktarı üzerinde glutensiz unlar istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, gamlar ve “*glutensiz unlar x gamlar*” interaksiyonları istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Student’s t testi sonuçları incelendiğinde makarna üretiminde en yüksek fitik asit miktarı 218.50mg/100g değeri ile %70(Mısır-Pirinç)+%30Karabuğday unu karışımından üretilen makarnalarda görülmüş, en düşük fitik asit miktarı (176.03mg/100g) ise %100(Mısır-Pirinç) karışımından üretilen makarnalarda gözlenmiştir.

Student’s t testi sonuçları gamlar açısından incelendiğinde birbirine yakın sonuçlar 195.34mg/100g – 195.65mg/100g değerleri arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

4.2.3.7. Mineral madde miktarı

Glutensiz makarna örneklerinde kalsiyum, magnezyum, potasyum, fosfor, demir ve çinko mineralleri belirlenmiştir. Glutensiz makarna örneklerine ait mineral madde miktarları Çizelge 4.13'te, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'te, Student's t testi sonuçları ise Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Glutensiz makarna örneklerinin Ca miktarı 15.31 – 28.91 mg/100g arasında, Mg miktarı 46.49 – 95.50mg/100g arasında, K miktarı 193.13 – 550.53 mg/100g arasında, P miktarı 205.46 – 548.07mg/100g arasında, Fe miktarı 0.64 – 3.32mg/100g arasında Zn miktarı ise 1.78 – 1.30mg/100g arasında değişim göstermiştir.

Glutensiz makarna örneklerinin varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.14) göre; Ca, Mg, K, P, Fe, Zn miktarı üzerinde glutensiz un karışımları istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, gamlar ve “*glutensiz un karışımları x gamlar*” interaksiyonları istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Glutensiz makarna örneklerine ait mineral madde miktarları (mg/100g)¹

Glutensiz Un Karışımları	Gamlar	Ca	Mg	K	P	Fe	Zn
%100 M-P	GG	15.65±2.25	46.63± 0.16	193.13±10.84	209.84±12.19	0.64±0.04	1.30±0.03
	KG	15.78±2.38	46.49± 4.91	198.72±1.08	210.33±2.66	0.64±0.04	1.30±0.03
	HPMC	15.31±1.35	46.49± 0.34	198.11±4.44	209.83±10.40	0.64±0.06	1.30±0.01
	KBG	15.42±1.08	46.83± 4.08	199.20±1.32	205.46±3.24	0.64±0.06	1.30±0.01
%70 M-P + %30Mercimek	GG	23.30±0.65	58.79± 3.63	521.16±4.47	460.64±6.37	3.32±0.02	1.63±0.04
	KG	23.16±0.46	59.09± 2.37	517.28±8.69	466.20±1.03	3.32±0.01	1.63±0.01
	HPMC	23.25±0.76	58.98± 3.02	517.60±4.26	461.69±8.79	3.32±0.01	1.63±0.04
	KBG	22.70±0.64	59.12± 3.16	519.18±8.59	466.26±0.30	3.32±0.02	1.62±0.01
%70 M-P + %30Nohut	GG	25.07±6.21	77.69± 1.24	550.53±1.34	396.00±4.22	1.72±0.01	1.70±0.01
	KG	26.03±1.29	77.38± 1.55	549.75±0.57	394.86±3.77	1.74±0.07	1.70±0.03
	HPMC	24.89±5.19	77.99± 0.72	549.76±2.70	395.24±4.07	1.73±0.01	1.70±0.01
	KBG	26.08±1.51	76.99± 0.19	548.78±6.18	395.11±3.19	1.74±0.07	1.70±0.03
%70 M-P + %30Kinoa	GG	26.51±5.71	78.30± 5.91	411.72±7.98	493.69±1.74	1.51±0.05	1.64±0.04
	KG	26.61±4.34	78.37± 5.66	415.08±0.40	493.29±2.90	1.51±0.02	1.65±0.01
	HPMC	28.91±0.36	80.86± 0.56	414.01±8.33	493.71±0.73	1.51±0.02	1.64±0.06
	KBG	24.95±6.97	79.40± 0.65	414.33±1.48	493.72±1.56	1.51±0.05	1.65±0.01
%70 M-P + %30Karabuğday	GG	16.92±2.58	94.77± 0.78	313.49±8.50	547.11±2.78	1.31±0.03	1.78±0.02
	KG	15.95±4.97	93.86± 2.40	316.05±8.60	548.07±1.00	1.31±0.03	1.78±0.04
	HPMC	16.07±4.97	95.50± 0.14	314.37±5.91	547.79±0.74	1.34±0.01	1.78±0.00
	KBG	16.90±2.44	94.29± 4.35	315.79±5.01	547.47±2.38	1.34±0.02	1.78±0.01
Minimum-maksimum		15.31–28.91	46.49–95.50	193.13–550.53	205.46–548.07	0.64–3.32	1.78-1.30

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

M-P: Mısır-pirinç, GG: Guar gam, KG: Ksantan gam, HPMC: Hidroksipropilmetilselüloz, KBG: Keçiyoynuzu gamı

Çizelge 4.14. Glutensiz makarna örneklerinin mineral madde miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Ca		Mg		K		P		Fe		Zn	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
GUK (A)	4	857.38	16.51**	11244.7	306.98**	680313.8	4514.96**	550262.4	5454.6**	31.32	5120.89**	1.08	398.91**
Gamlar (B)	3	1.15	0.03 ^{ns}	4.83	0.18 ^{ns}	13.53	0.12 ^{ns}	7.42	0.10 ^{ns}	0.00	0.09 ^{ns}	0.00	0.01 ^{ns}
AxB	12	19.55	0.13 ^{ns}	8.13	0.07 ^{ns}	77.30	0.17 ^{ns}	79.02	0.26 ^{ns}	0.00	0.09 ^{ns}	0.00	0.03 ^{ns}
Hata	1	246.66		173.99		715.73		479.18		0.03		0.01	

¹ * p<0.05 düzeyinde önemli, ** p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, GUK: Glutensiz un karışımları

Çizelge 4.15. Glutensiz makarna örneklerinin mineral madde miktarı değerlerine ait Student's t testi sonuçları¹

	N	Ca	Mg	K	P	Fe	Zn
Glutensiz Un Karışımları							
%100 M-P	8	15.54 ^b	46.61 ^d	197.29 ^e	208.87 ^e	0.64 ^e	1.30 ^d
%70 M-P + %30Mercimek	8	23.10 ^a	58.99 ^c	518.81 ^b	463.70 ^c	3.32 ^a	1.62 ^c
%70 M-P + %30Nohut	8	25.52 ^a	77.51 ^b	549.71 ^a	395.30 ^d	1.73 ^b	1.70 ^b
%70 M-P + %30Kinoa	8	26.75 ^a	79.23 ^b	413.78 ^c	493.60 ^b	1.51 ^c	1.64 ^c
%70 M-P + %30Karabuğday	8	16.46 ^b	94.60 ^a	314.93 ^d	547.61 ^a	1.32 ^d	1.78 ^a
Gamlar							
GG	10	21.49 ^a	71.23 ^a	398.01 ^a	421.46 ^a	1.70 ^a	1.61 ^a
KG	10	21.51 ^a	71.04 ^a	399.38 ^a	422.55 ^a	1.70 ^a	1.61 ^a
HPMC	10	21.68 ^a	71.96 ^a	398.77 ^a	421.66 ^a	1.71 ^a	1.61 ^a
KBG	10	21.21 ^a	71.33 ^a	399.46 ^a	421.60 ^a	1.71 ^a	1.61 ^a

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

M-P: Mısır-pirinç, GG: Guar gamı, KG: Ksantan gamı, HPMC: Hidroksipropilmetilselüloz, KBG: Keçiyoynuzu gamı

Student's t testi sonuçları incelendiğinde Ca miktarı %70Mısır-Pirinç + %30Karabuğday unu ve %100Mısır-Pirinç karışımından üretilen örneklerde sırasıyla 16.46 mg/100g, 15.54 mg/100g iken, %70Mısır-Pirinç + %30Kinoa unu, %70Mısır-Pirinç + %30Nohut unu ve %70Mısır-Pirinç + %30Mercimek unu karışımından üretilen makarnalarda sırasıyla 26.75 mg/100g, 25.52 mg/100g, 23.10 mg/100g olarak daha yüksek kalsiyum miktarları tespit edilmiştir. Gamlar açısından incelendiğinde, glutensiz makarna örneklerinin Ca miktarı 21.68 mg/100g ile 21.21 mg/100g değerleri arasında birbirine yakın sonuçlar tespit edilmiştir.

En yüksek Mg miktarı (94.60mg/100g) %70Mısır-Pirinç + %30Karabuğday unu karışımından üretilen makarna örneklerinde görülmüş, en düşük Mg miktarı ise 46.61 mg/100g değeriyle %100Mısır-Pirinç karışımından üretilen örneklerde gözlenmiştir. Student's t testi sonuçları gamlar açısından incelendiğinde, 71.04 mg/100g ile 71.96 mg/100g değerleri arasında birbirine yakın sonuçlar tespit edilmiştir.

%70Mısır-Pirinç + %30Nohut unu karışımından üretilen örneklerde potasyum miktarı (549.71 mg/100g) diğer glutensiz makarna örneklerine kıyasla daha yüksek bulunmuş, %100Mısır-Pirinç ile üretilen örnekler 197.29 mg/100g ile en düşük potasyum miktarı vermiştir. Gamlar açısından K miktarları incelendiğinde ise değerler 399.46 ile 398.01 mg/100g arasında bulunmuş ve birbirine yakın sonuçlar tespit edilmiştir.

Sonuçlar glutensiz un karışımları açısından incelendiğinde; en yüksek P miktarı (547.61 mg/100g) %70Mısır-Pirinç + %30Karabuğday unu karışımından üretilen makarnalarda görülmüş, en düşük P miktarı ise 208.87 mg/100g değeriyle %100Mısır-Pirinç karışımından üretilen örneklerde gözlenmiştir. Gamlar açısından incelendiğinde, P miktarı 421.46 - 422.55mg/100g değerleri arasında birbirine benzer sonuçlar tespit edilmiştir.

Student t testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek Fe miktarı (3.32 mg/100g) %70Mısır-Pirinç + %30Mercimek unu karışımından üretilen makarnalarda, en düşük Fe miktarı ise 0.64 mg/100g değeriyle %100Mısır-Pirinç karışımından üretilen örneklerde gözlenmiştir. Gamlar açısından incelendiğinde, birbirine benzer sonuçlar tespit edilmiş, değerler 1.70 mg/100g - 1.71 mg/100g arasında bulunmuştur.

Glutesiz makarna örneklerinin Zn miktarına ait sonuçlar kullanılan glutensiz un karışımları açısından değerlendirildiğinde %70Mısır-Pirinç + %30Karabuğday unu (1.78mg/100g) en yüksek Zn değerlerini, %100 Mısır-Pirinç karışımından üretilen

örnekler ise en düşük Zn değerlerini vermiştir. Gamlar açısından incelendiğinde, birbirine benzer Zn sonuçları tespit edilmiştir.

Günlük alınması gereken mineral miktarları ortalama olarak; kalsiyum 1000 mg, demir 18 mg, potasyum 3500 mg, magnezyum 400 mg, fosfor 1000 mg, çinko 15 mg şeklindedir (Anon., 2017). %70Mısır-Pirinç + %30Nohut unu karışımından elde edilen makarna örneğinin 100 gramının içerdiği Ca miktarı günlük alınması gereken miktarının %2.55'ini; Fe miktarının %9.6'sını; K miktarının %15.71'ini; Mg miktarının %19.38'ini; P miktarının %39.53'ünü; Zn miktarının ise %11.33'ünü karşılamaktadır.

Pop ve ark. (2014) kırmızı kinoa ununu tagliatelle tipi makarna yapımında %15, 20 ve 50 oranlarında kullanılmışlardır. Yapılan analizler neticesinde kinoa unu kullanım oranı arttıkça makarnalarda besinsel özelliklerin geliştiği fakat duyuşal özelliklerin ise tersi yönde etkilendiğini belirlemiştir.

4.3.4. Duyusal analizler

Duyusal analizler 20 farklı makarna örneği arasından pişirme testleri sonrasında tekstürel açıdan iyi bulunan 12 örnek üzerinde duyuşal analiz gerçekleştirilmiştir. Duyusal teste tabi tutulan glutensiz makarna örnekleri Çizelge 4.16'da gösterilmiştir. Duyusal özellikler renk, tat, koku, görünüş, yapışkanlık, çiğnenebilirlik, genel beğeni bakımından değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Çizelge 4.16. Duyusal teste tabi tutulan glutensiz makarna örnekleri¹

Örnekler	Örnek No
%100 M-P + KG	1
%100 M-P + HPMC	2
%70 M-P + %30 Kinoa + GG	3
%70 M-P + %30 Kinoa + KG	4
%70 M-P + %30 Kinoa + HPMC	5
%70 M-P + %30 Kinoa + KBG	6
%70 M-P + %30 Karabuğday + GG	7
%70 M-P + %30 Karabuğday + KG	8
%70 M-P + %30 Karabuğday + HPMC	9
%70 M-P + %30 Karabuğday + KBG	10
%70 M-P + %30 Mercimek + HPMC	11
%70 M-P + %30 Nohut + HPMC	12

¹M-P: Mısır-pirinç, KG: Ksantan gam, GG: Guar gam, HPMC: Hidroksi propilmetilselüloz, KBG: Keçiboynuzu gamı

Glutensiz makarna örneklerinin 1-5 puan arasında ortalama organoleptik değerlerinden; renk değerleri 4.0-5.0, tat 4.0-4.9, koku 4.1-5.0, görünüş 4.1-5.0, yapışkanlık 3.6-5.0, çiğnenebilirlik 4.1-5.0, genel beğeni 4.3-4.8 arasında skorlar alınmıştır (Şekil 4.1).

Duyusal teste tabi tutulan glutensiz makarna örnekleri renk açısından en beğenilen 2 nolu (%100M-P + HPMC) makarna örneği olmuş, 3 nolu makarna örneği ise en düşük skorları almıştır.

3 ve 4 nolu (%70M-P + %30Kinoa + GG ve %70M-P + %30Kinoa + KG) glutensiz makarna örnekleri tat açısından en beğenilen makarna olarak seçilirken, 12 nolu makarna örneği en düşük skorları almıştır.

Koku açısından değerlendirilen glutensiz makarna örnekleri arasında 3-4-5 ve 6 nolu kinoa ununun ilave edildiği glutensiz makarna örnekleri en beğenilen kokuya sahip bulunmuş; 8-9-10 ve 12 nolu örnekler koku olarak en düşük skorları alan örnekler olarak seçilmiştir. Kinoa unu kullanımı karabuğday ununa kıyasla daha iyi koku skorları vermiştir. Karabuğdayın kendine has kokusu son üründe de belirgin bir şekilde hissedilmiştir.

Ksantan gamin kullanıldığı 1 ve 4 nolu makarna örnekleri yüksek görünüş skorlarına sahipken, 2 nolu örnek görünüş olarak en kötü puanı almıştır.

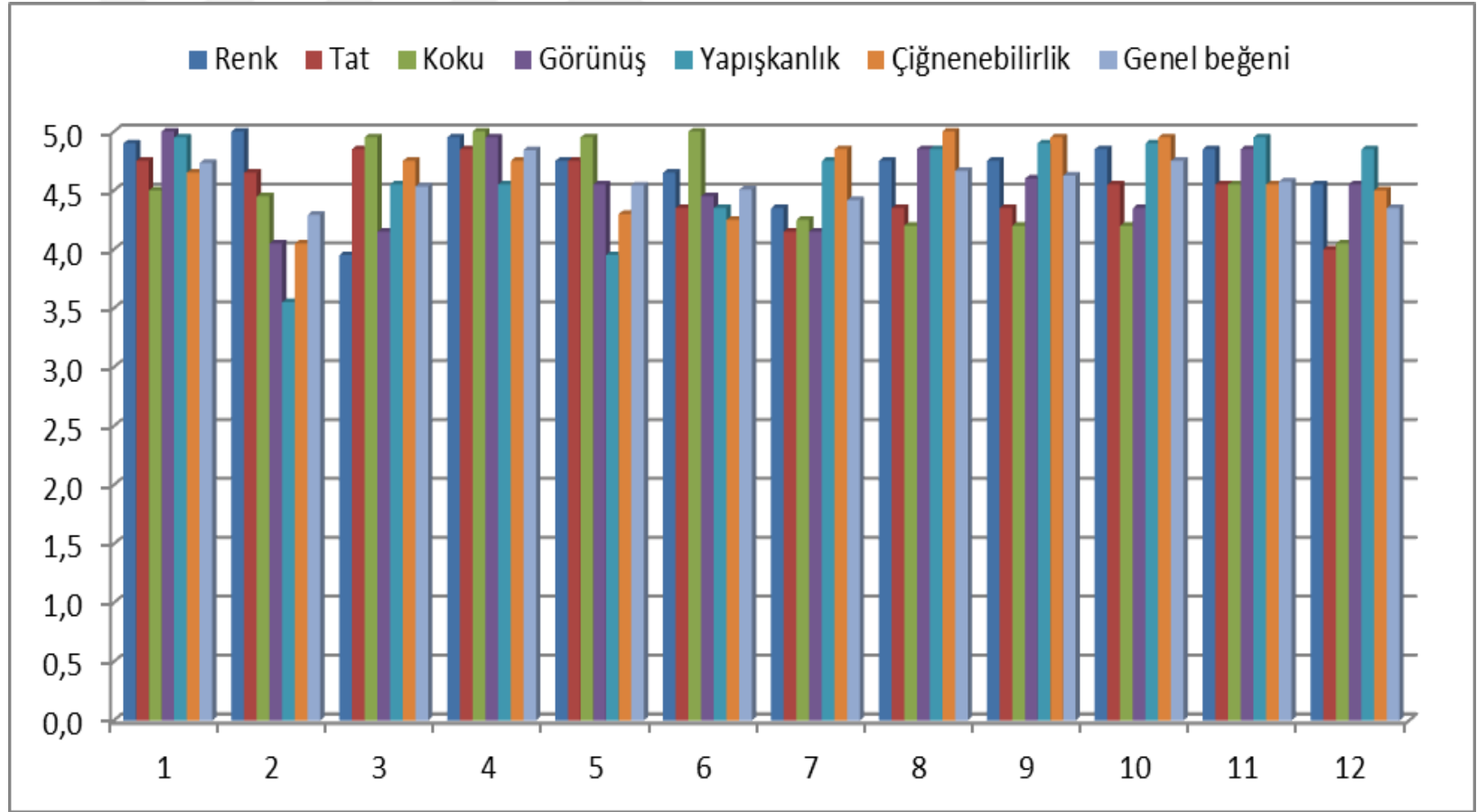
Yapışkanlık açısından bakıldığında 1-11-9 ve 10 nolu örneklerden en iyi puanları almış, en düşük skorlar ise 2 nolu makarna örneğinden elde edilmiştir.

İçerisinde karabuğdayın kullanıldığı glutensiz un karışımlarından üretilen 7-8-9 ve 10 nolu örnekler en iyi çiğnenebilirlik özelliği gösterirken, 2 nolu örnek en düşük skorları göstermiştir.

Genel beğeni olarak en iyi makarna 4 nolu (%70M-P + %30Kinoa + KG) örnek iken, 2 nolu örnek (%100 M-P + HPMC) en düşük skorları alan makarna seçilmiştir.

Yalçın (2005) yüzey özelliklerinin makarna örneklerinin kayganlık, nemlilik ve pürüzlülük özelliklerini ifade ettiğini çiğneme özelliklerinin makarna örneklerinin yapışkanlık, sertlik ve ağızda bıraktığı nişasta hissiyatıyla alakalı olduğunu belirtmiştir.

Ergin (2011) glutensiz erişte çalışmasında, %60 pirinç unu ve %40 mısır nişastasası içeren numuneleri diğer örneklerle nazaran duyusal olarak en çok beğenilen ve kabul gören örnek olarak belirlemişlerdir.



Şekil 4.1. Glutensiz makarna örneklerinin duysal analiz sonuçları

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Hammaddeler arasında en yüksek L* (parlaklık) değeri mısır-pirinç unu karışımında bulunmuş, karabuğday unu ilavesi ise parlaklığın azalmasına sebep olmuştur. a* (kırmızılık) değeri açısından karabuğday unu en yüksek (2.75), mercimek unu ise en düşük (-2.20) değeri vermiştir. b* (sarılık) değeri bakımından incelendiğinde mısır-pirinç unu karışımı 22.12 ile en yüksek değeri verir iken, kinoa unu ve karabuğday unu sırasıyla 17.05 ve 16.90 olarak ölçülmüş ve en düşük değerleri vermişlerdir. Glutensiz makarna üretiminde kullanılan hammaddelerden en yüksek SI değeri mısır-pirinç unu karışımında bulunmuştur, bunu nohut unu, mercimek unu, karabuğday ve kinoa unu takip etmiştir. Hammaddeler hue angle değeri açısından incelendiğinde en yüksek değeri 96.22 ile mercimek unu almış, bu değeri sırasıyla mısır-pirinç karışımı, nohut unu ve kinoa almıştır, en düşük değer ise karabuğday ununda belirlenmiştir. Kullanılan hammaddelerin su miktarları %10.36 ile %11.48 arasında değişirken en yüksek su miktarı mısır-pirinç unu karışımında ve nohut ununda tespit edilmiştir. Hammaddeler içinde en yüksek kül içeriğine nohut unu; protein içeriğine mercimek unu ile nohut unu sahipken, en düşük kül, protein ve yağ miktarı mısır-pirinç unu karışımında tespit edilmiştir. Yağ miktarı bakımından en yüksek değere karabuğday unu sahip (%3.00) bulunmuştur. Hammaddeler fitik asit içeriği bakımından değerlendirildiğinde en düşük fitik asit içeriği mısır-pirinç unu karışımında en yüksek değer ise karabuğday ununda tespit edilmiştir. Kinoa unu kalsiyum (Ca) bakımından, karabuğday unu magnezyum (Mg) ve fosfor (P) açısından, mercimek unu ise demir (Fe), nohut unu ise potasyum (K) ve çinko (Zn) açısından diğer unlardan daha üstün bulunmuştur.

Glutensiz makarna örneklerinde en yüksek L* değeri %70Mısır-Pirinç + %30Mercimek unu karışımı ile elde edilmiştir. Glutensiz makarna örneklerinde en yüksek a* değerini %70Mısır-Pirinç + %30Kinoa unu karışımı ile üretilen glutensiz makarna örnekleri gösterirken, %70Mısır-Pirinç + %30Karabuğday unu karışımı en düşük parlaklık, sarılık, chroma ve hue angle değerleri vermiştir. HPMC ve keçiyoynuzu gamı ilavesi parlaklığı artırırken, guar gam ve ksantan gam ilavesi parlaklıkta azalmaya sebep olmuştur.

Ağırlık artışı ve hacim artışı bakımından %70Mısır-Pirinç + %30Karabuğday unu karışımı en düşük (%107.53) değerlere sahipken, %70Mısır-Pirinç + %30Nohut karışımı glutensiz makarna örneklerinde en yüksek ağırlık artışı, %100Mısır-Pirinç + %30Mercimek ve %100Mısır-Pirinç + %30Nohut unu karışımı makarna örnekleri ise

en yüksek hacim artışı değerlerini vermiştir. Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği'ne göre; glutensiz makarna örneklerinin suya geçen madde miktarı %10'dan düşük bulunmuş olup, tebliğe uygundur. %100Mısır-Pirinç + %30Mercimek örneği en yüksek SGMM değerlerini vermiştir. Guar gam ilavesi SGMM'nin artmasına, ksantan gam ilavesi ise azalmasına neden olmuştur. %70Mısır-Pirinç glutensiz makarna örnekleri ile en yüksek sertlik değerleri, %70Mısır-Pirinç + %30Nohut unu karışımı ise en düşük sertlik değerleri elde edilmiştir. Ksantan gam ilavesi sertliğin artmasına, HPMC ilavesi ise azalmasına neden olmuştur.

Su miktarı genel olarak un karışımlarından elde edilen makarna örneklerinin rutubetleri %7.84 - 9.39 arasında birbirine yakın sonuçlar bulunmuştur. Gamların ilavesi su içeriğinde değişikliğe neden olmamıştır. En yüksek kül miktarı %70Mısır-Pirinç + %30Nohut unu karışımında, en düşük kül miktarı ise %100Mısır-Pirinç karışımında gözlenmiştir. Ksantan gam ilavesi ile kül içeriği bir miktar artmış, guar gam ilavesi ile kül içeriği daha düşük bulunmuştur. En yüksek protein miktarı %70Mısır-Pirinç + %30Nohut unu karışımında, en düşük protein miktarı ise %100Mısır-Pirinç karışımından üretilen glutensiz makarna örneklerinde tespit edilmiştir. Gamların ilavesi protein içeriğini etkilememiştir. En yüksek yağ miktarı %70Mısır-Pirinç + %30Karabuğday unu karışımında gözlenirken, en düşük yağ miktarı %100Mısır-Pirinç karışımında belirlenmiştir. Fitik asit miktarı açısından sonuçlar incelendiğinde; en yüksek fitik asit miktarı %70Mısır-Pirinç + %30Karabuğday unu karışımında görülmüş, en düşük fitik asit miktarı ise %100Mısır-Pirinç karışımında gözlenmiştir.

Duyusal teste tabi tutulan 12 adet glutensiz makarna örneklerinden en beğenilenler; renk açısından 2 nolu (%100 M-P + HPMC) makarna örneği olmuş, tat açısından 3 ve 4 nolu (%70M-P + %30Kinoa + GG ve %70M-P + %30Kinoa + KG) glutensiz makarna örnekleri, koku açısından 3-4-5 ve 6 nolu kinoa ununun ilave edildiği glutensiz makarna örnekleri, görünüş açısından ksantan gamın kullanıldığı 1 ve 4 nolu makarna örnekleri, yapışkanlık açısından 1-11-9 ve 10 nolu örnekler, çignenebilirlik açısından içerisinde karabuğdayın kullanıldığı glutensiz un karışımlarından üretilen 7-8-9 ve 10 nolu örnekler panelistler tarafından seçilmiştir.

Genel beğeni açısından en yüksek skorlar %70M-P + %30Kinoa + KG ile üretilen glutensiz makarna örneğine verilmiştir.

Glutensiz makarna örnekleri besinsel açıdan incelendiğinde, mineral bakımından karabuğday ve nohut unu, protein ve yağ bakımından nohut unu, pişme kalitesi açısından değerlendirildiğinde mercimek unu, duyusal açıdan bakıldığında ise kinoa

kullanımı kaliteli glutensiz makarna özellikleri göstermektedir. Glutensiz makarna üretiminde optimum pişirme kalitesinin sağlanması ve besinsel özelliklerin artırılması amacıyla mercimek unu ve kinoa ununun birlikte kullanımı önerilebilir. Glutensiz makarna tekstürel açıdan değerlendirildiğinde ise en yüksek sertlik, düşük pişme kaybı gösteren, makarna yapısını geliştirmede kullanılabilecek gamlar arasında ksantan gam önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Achayuthakan, P., Supphantharika, M., 2008, Pasting and rheological properties of waxy corn starch as affected by guar gum and xanthan gum, *Carbohydrate Polymers*, 71, 9–17.
- Ahmed, J., Taher, A., Mulla, M. Z., Al-Hazza, A., Luciano, G., 2016, Effect of sieve particle size on functional, thermal, rheological and pasting properties of Indian and Turkish lentil flour, *Journal of Food Engineering*, 186, 34-41.
- Alireza Sadeghi, M., Bhagya, S., 2008, Quality characterization of pasta enriched with mustard protein isolate. *Journal of Food Science*, 73(5): 229-237.
- Anonim, 2011a, <http://www.csaceliacs.org/news-press-release/USAToday.CD.May2010.pdf> [Ziyaret Tarihi: 20 Ocak 2011].
- Anonim, 2011b, http://www.hammaddeler.com/index.php?option=com_content&view=article&id=3151&Itemid=300 [Ziyaret Tarihi: 22 Ocak 2011].
- Anonim, 2014a, <https://www.glutensiz.info>. [Ziyaret Tarihi: 18 Aralık 2014].
- Anonim, 2014b, <http://www.resmigazete.gov.tr>. [Ziyaret Tarihi: 15 Aralık 2014].
- Anonim, 2017, <http://www.fda.gov/nutritioneducation>, [Ziyaret Tarihi: 27.11.2017].
- Arendt, E. K., O'Brien, C. M., Schober, T., Gormley, T. R. and Gallagher, E., 2002, Development of gluten-free cereal products, *Farm Food*, 12, 21–27.
- Arendt, E. K., Morrissey, A., Moore, M. M. and DalBello, F., 2008, Gluten-free breads, gluten-free cereal products and beverages, 289-311.
- Atalay, M.H., 2009, Karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) öğütme ürünlerinin ekmek üretiminde kullanılma imkanları, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Attenburrow, G., Barnes, D. J., Davies, A. P., and Ingman, S. J., 1990, Rheological properties of wheat gluten, *Journal of Cereal Science*, 12, 1–14.
- Battais F, Courcoux P, Popineau Y, Kanny G, Moneret-Vautrin D. A, Denery-Paini S., 2005, Differences in immunoglobulin e-binding proteins as a function of age or symptoms, *Journal of Cereal Science*, Food allergy to wheat, 42: 109-117.
- Bahnassey, Y., Khan, K. and Harrold, R., 1986, Fortification of spaghetti with edible legumes, i. physicochemical, antinutritional, amino acid and mineral composition, *Cereal Chem.*, 63, 210-215.

- Baljeet, S. Y., Ritika, B. Y. ve Roshan, L. Y., 2010, Studies on functional properties and incorporation of buckwheat flour for biscuit making. *International Food Research Journal*, 17, 1067-1076.
- Başman, A., Köksel, H., Atlı, A., 2005, Effects of increasing levels of transglutaminase on cooking quality of bran supplemented spaghetti, *European Food Research and Technology*.
- Biagi, F., Bianchi, P. I., Marchese, A., Trotta, L., Vattiato, C., Balduzzi, D., Brusco, G., Andrealli, A., Cisarò, F. and Astegiano, M., 2012, A score that verifies adherence to a gluten-free diet, A cross-sectional, multicentre validation in real clinical life, *British Journal of Nutrition*, 108, 1884–1888.
- Biagi, F., Trotta, L., Alfano, C., Balduzzi, D., Staffieri, V., Bianchi, P. I., Marchese, A., Vattiato, C., Zilli, A. and Luinetti, O., 2013, Prevalence and natural history of potential celiac disease in adult patients, *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 48, 537-542.
- Bilgiçli, N., 2002, Fitik asitin beslenme açısından önemi ve fitik asit miktarı düşürülmüş gıda üretim metotları, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(30), 79-83.
- Bilgiçli, N., 2008, Utilization of buckwheat flour in gluten-free egg noodle production, *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6 (2), 113 - 115.
- 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.
- Bhattacharya, M., Zee, S. Y., Corke, H., 1999, Physicochemical properties related to quality of rice noodles. *Cereal Chemistry*, 76(6): 861-867.
- Brummer, J. M., 1977, Spezielle hydrokolloide bei der brotherstellung, *Getreide, Mehl und Bröt*, 31, 296-299.
- Campos-Vega, R., Loarca-Pina, G., Dave Oomah, B., 2009, Minor components of pulses and their potential impact on human health, *Food Research International*, doi:10.1016/j.foodres.2009.09.004.
- Caperuto, L. C., Amaya-Farfan, J. and Camargo, C. R. O., 2000, Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 95-101.
- Catassi, C. and Fasano, A., 2008, Celiac disease, Gluten-free cereal products and beverages, 1-22.

- Catassi, C. and Yachha, S. K., 2009, The epidemiology of celiac disease, *The science of gluten-free foods and beverages*, 1-13.
- Cato, L., Rafael, L. G. B., Gan, J., and Small, D. M., 2002, The use of rice flour and hydrocolloid gums for gluten-free breads, *Proceedings of The 51st Australian Cereal Chemistry Conference*, pp:304-308.
- Chand, N. and Mihas, A., 2006, Celiac disease: Current concepts in diagnosis and treatment, *Journal of Clinical Gastroenterology*, 40, 3-14.
- Christianson, D. D., Hodge, J. E., Osborne, D., and Detroy, D. W., 1981, Gelatinization of wheat starch as modified by xanthan gum, guar gum and cellulose gum, *Cereal Chemistry*, 58, 513-517.
- Ciaffi, M., Tozzi, L. and Lafiandra, D., 1996, Relationship between flour protein composition determined by size-exclusion high-performance liquid chromatography and dough rheological parameters, *Cereal Chemistry*, 73, 346–351.
- Ciclitira P. J, Ellis H. J, Lundin K. E. A., 2005, Gluten-free diet—what is toxic? *Practice&Research Clinical Gastroenterology*, 19 (3) 359-371.
- Cunin, C., 1999, Xanthan gum-a food stabiliser of choice, *Innovations in Food Technology*, 5, 13–15.
- Darkwa, S. and Darkwa, A. A., 2013, TARO “Colocasia esculenta”: It’s utilization in food products in Ghana, *Journal of Food Processing and Technology*, 4, 5.
- Del Nobile, M. A., Cozzolino, F., Lecce, L., Mastromatteo, M. and Padalino, L., 2013, Manufacture and characterization of gluten-free spaghetti enriched with vegetable flour, *Journal of Cereal Science*, 57, 333-342.
- Demir, B., 2008, Nohut ununun geleneksel erişte ve kuskus üretiminde kullanım imkanları üzerine bir araştırma, *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Demir, K., 2015. Geleneksel kuskus üretiminde kinoa tanesi ve ununun kullanım imkanları, *Necmettin Erbakan Üniversitesi, BAP Projeleri*, Konya.
- Denery-Papini S., Nicolas Y., Popineau Y., 1999, Efficiency and limitations of immunochemical assays for the testing of gluten-free foods. *J. of Cereal Science*, 30: 121-131.
- Dick, J. W., Youngs, V. L., 1988, Evaluation of durum wheat, semolina, and pasta in the United States. Pages 237-248 in: *Chemistry and Technology*.
- Di Sabatino, A. and Corazza, G. R., 2009, Coeliac disease, *Lancet*, 373, 1480–1493.

- Dilek, N. M., 2015, Gövelez (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) ununun glutensiz bisküvi ve erişte üretiminde kullanımı, *Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Dubat, A., 2004, The importance and impact of starch damage and evolution of measuring methods, *Cereal Chemistry*, 70 (6): 676-684.
- Dueñas, M., Hernández, T. & Estrella, I., 2006, Assessment of in vitro antioxidant capacity of the seed coat and the cotyledon of legumes in relation to their phenolic contents, *Food Chemistry*, 98, 95-103.
- Duranti, M., 2005, Review grain legume proteins and nutraceutical properties, *Fitoterapia*, 77,67–82.
- Dursun, S., Yapar, A., Çelik, İ., 2009, Kadife balığı (*Tinca tinca* L., 1758) etiyle zenginleştirmenin hamurun reolojik özellikleri ve ekmeğin duyu özellikleri üzerine etkisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(3): 44-58.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz F., 1987, Araştırma ve deneme metodları (İstatistik Metodları–II) s. 298 *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* No.: 1021 Ders Kitabı: 295-298 s
- Dziezak, J. D., 1991, A focus on gums, *Food Technology*, 45, 115-132.
- Eliasson, A. and Larsson, K., 1993, In cereals in breadmaking, *Marcel Dekker*, Newyork.
- Ergin, A., 2011, Çölyak hastalarına özel bisküvi, erişte ve pide üretimi, *Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi*, Denizli.
- Ertaş, N., 2006, Mısır makarnası kalitesine bazı katkıların ve hamur ön pişirme metodlarının etkisi, *Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (40):(2006) 102-106.
- Fasano, A. and Catassi, C., 2001, Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum, *Gastroenterology*, 120, 636-651.
- Fiorda, F. A., Soares Jr., M. S., da Silva, F., 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: 132-138.
- Francis F. J., 1998, Colour analysis, in:nielsen s s (eds), food analysis, an aspen publishers, *Gaithersnurg*, pp. 599-612, USA.
- Fu, B. X., 2008, Asian noodles: History, classification, raw materials and processing, *Food Research International*, 41: 888-902.

- Gallagher, E., Gormley, T. R. and Arendt, E. K., 2004, Recent advances in formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science and Technology*, 15, 143-152.
- Gallegos-Infante, J. A., Rocha-Guzman, N. E., Gonzales-Laredo, R. F., Pulido- Alonso, J., 2010, Effect of processing on the antioxidant properties of extracts from mexican barley (*Hordeum vulgare*) cultivar, *Food Chemistry*, 119, 903- 906.
- Gallegos-Infante, J. A., Rocha-Guzman, N. E., Gonzales-Laredo, R. F., Ochoa-Martinez, L. A., Corzo, N., Bello-Perez, L. A., Medina-Torres, L. And Peralta-Alvarez, L. E., 2010, Quality of spaghetti pasta containnig mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris L.*) *Food Chemistry*, 119(4), 1544-1549.
- García-Ochoa, F., Santos, V. E., Casas, J. A. and Gómez, E., 2000, Xanthan gum: production, recovery and properties, *Biotechnology Advances*, 18, 549–579.
- Ghumman, A., Kaur, A., Singh, N., 2016, Impact of germination on flour, protein and starch characteristics of lentil (*Lens culinari*) and horsegram (*Macrotyloma uniflorum L.*) lines, *Food Science and Technology*, 65,137-144.
- Gianfrani, C., Lamacchia, C., Camarca, A., Picascia, S. and Di Luccia, A., 2014, Cereal-based gluten-free food: how to reconcile nutritional and technological properties of wheat proteins with safety for celiac disease patients, *Nutrients*, 6, 575-590.
- Giuberti, G., Gallo, A., Cerioli, C., Fortunati, P., Masoero, F., 2015, Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour, *Food Chemistry*, 175: 43-49.
- Glicksman, M., 1969, Gum technology in the food industry, *Academic Press*, New York.
- Glicksman, M., 1980, Food hydrocolloids, vol.1-3. *CRC. Press*, Boca Raton. F. L.
- Green, P. H. R. and Cellier, C., 2007, Celiac disease, *New England Journal of Medicine*, 357, 1731–1743.
- Goesaert H., Brijs K., Veraverbeke W. S., Courtin C. M., Gebrevers K., Del cour J. A., 2005, Wheat flour constituents, how they impact bread quality and how to impact thei functionality. *Trends in Food Science & Technology*, 16: 12-30.
- Göral, V., Yıldırım, N., Kaplan, A., Şit, D. ve Çelik, M., 2007, Gluten enteropatisi sıklığı, *Akademik Gastroenteroloji Dergisi*, 6 (3), 144-148.
- Hallert, C., Grant, C., Grehn, S., Grännö, C., Hultén, S., Midhagen, G., Ström, M., Svensson, H. and Valdimarsson, T., 2002, Evidence of poor vitamin status in

- coeliac patients on a gluten-free diet for 10 years, *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 16, 1333–1339.
- Haug, W. and Lantzsch, H. J., 1983, Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products. *J. Sci. Food Agric.* 34;1423-1426.
- Hibberd, G. E., and Parker, N. S., 1975, Measurement of the fundamental rheological properties of wheat-flour doughs, *Cereal Chemistry*, 52, 1r–23r.
- Hoseney, R. C., 1994, Principles of cereal science and technology, Am. Assoc. *Cereal Chem.*, St. Paul, MN.
- Hosta, H. G., 2012, Farklı baklagil unları ile zenginleştirilmiş glutensiz pirinç eriştelerinin kalite ve bazı besinsel özelliklerinin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Huang, J. C., 2001, Model prediction for sensory attributes of nongluten pasta, *Journal of Food Quality*, 24, 495.
- Hummel, C., 1996, Macaroni products, *Food Trade Press*, Ltd. London.
- Iglesias-Puig, E., Monedero, V., Haros, M., 2014, Bread with whole quinoa flour and bifidobacterial phytases increases dietary mineral intake and bioavailability, *LWT - Food Science and Technology*, 60, 71-77.
- İşleroğlu, H., Dirim, S. N., Ertekin K. F., 2009, Gluten içermeyen, Hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri. *Gıda hattı 34 (1): 29-36*.
- Juliano, B. O., 1972, The rice grain and its gross composition, rice: Chemistry and Technology, edited by D. F. Houston, page 30-31.
- Kabbani, T. A., Goldberg, A., Kelly, C. P., Pallav, K., Tariq, S., Peer, A., Hansen, J., Dennis, M. and Leffler, D. A., 2012, Body mass index and risk of obesity in celiac disease treated with the gluten-free diet, *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 35, 723–729.
- Kaur, M., Sandhu, K. S., Singh, N., 2007, Comparative study of the functional, thermal and pasting properties of flours from different field pea (*Pisum sativum L.*) and pigeon pea (*Cajanus cajan L.*) cultivars, *Food Chemistry* 104, 259–267.
- Kondolot, M., Demirçeken, F. ve Ertan, Ü., 2009, 52 vaka ile türk çocuklarında çölyak hastalığı, *Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi*, 3 (1), 10-17.
- Köksel, H., 2007, Karbonhidratlar, Gıda kimyası, Editör Saldamlı, İ., *Hacettepe Üniversitesi Yayınları*, 3. Baskı, ISBN 978-975-491-190-9.
- Köksal, G. ve Gökmen, H., 2013, Çocuk hastalıklarında beslenme tedavisi, *Hatiboğlu Yayınları*, Ankara.

- Krkoskova, B. ve Mrazova, Z., 2005. Prophylactic components of buckwheat, *Food Research International*, 38, 561-568.
- Lai, H. M., 2001, Effects of rice properties and emulsifiers on the quality of rice pasta, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 203-216.
- Lee, S., Heo, S., Lee, S. M., Shim, J. and Yoo, S., 2013, Effect of dry- and wet-milled rice flours on the quality attributes of gluten-free dough and noodles, *Journal of Food Engineering*, 116, 213-217.
- Losowsky M. S., 2008, A history of coeliac disease, *Dig Dis*, 26: 112-20.
- Malekzadeh R., Sachdev A., Ali A. F., 2005, Coeliac disease in developing countries, Middle east, India and North Africa, *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 19 (3) 351-358.
- Mandala, I. G. and Bayas, E., 2004, Xanthan effect on swelling, solubility and viscosity of wheat starch dispersions, *Food Hydrocolloids*, 18, 191-201.
- Marshall, H. G., Pomeranz, Y., 1982, Buckwheat, description, breeding, production and utilization, *Advances in Cereal Science and Technology*, 5, 157-210.
- Martínez-Villaluenga, C., Torres, A., Frias, J., Vidal-Valverde, C., 2010, Semolina supplementation with processed lupin and pigeon pea flours improve protein quality of pasta, *Food Science and Technology*, 43, 617-622.
- 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.
- Mazzeo, T., Brambillasca, F., Pellegrini, N., Valmarana, R., Corti, F., Colombo, C. and Agostoni, C., 2014, Evaluation of visual and taste preferences of some gluten-free commercial products in a group of celiac children. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 65, 112-116.
- Mestres, C., Colonna, P., Alexandre, M. C., Matencio, F., 1993, Comparison of various processes for making maize pasta. *Journal of Cereal Science*, 17: 277-290.
- Milatovic, L. J. and Mondelli, G., 1991, *Pasta Technology Today*, Italy.
- Mills, E. N. C., Burgess, S. R., Tahtam, A. S., Shewry, P. R., Chan, H. W. S. and Morgan, M. R. A., 1990, Characterization of a panel of monoclonal anti-gliadin antibodies, *Journal of Cereal Science*, 11, 89-101.
- Oberhuber G., Granditsch G., Vogelsang H., 1999, The histopathology of coeliac disease, time for a standardized report scheme for pathologists, *Eur J. Gastroenterol Hepatol*, 11: 1185-1194.

- Olexová, L., Dovicovicová, L., Švec, M., Siekel, P., Kuchta, T., 2006, Detection of glutencontaining cereals in flours and "gluten-free" bakery products by polymerase chain reaction, *Food Control*, 17: 234-237.
- Özgören, E., 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*, Mar. 82-88.
- Paparo, F., Petrone, E., Tosco, A., Maglio, M., Borrelli, M., Salvati, V. M., Miele, E., Greco, L., Auricchio, S. and Troncone, R., 2005, Clinical, HLA and small bowel immunohistochemical features of children with positive serum antiendomysium antibodies and architecturally normal small intestinal mucosa, *The American Journal of Gastroenterology*, 100, 2294–2298.
- Pop, A., Muste, S., Man, S. and Mureşan, 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.
- Purwandari, U., Hidayati, D., Tamam, B. and Arifin, S., 2014, Gluten-free noodle made from gathotan (an Indonesian fungal fermented cassava) flour, cooking quality, textural and sensory properties, *International Food Research Journal*, 21 (4), 1615-1621.
- Rai, S., Kaur, A. and Singh, B., 2014, Quality characteristics of gluten free cookies prepared from different flour combinations, *Journal of Food Science and Technology*, 51 (4), 785-789.
- Raina, C. S., Singh, S., Bawa, A. S., Saxena, D. C., 2005, Textural characteristics of pasta made from rice flour supplemented with proteins and hydrocolloids, *Journal of Texture Studies*, 36: 402-420.
- Riahi, E. and Ramaswamy, H. S., 2003, Edited by Ramaswamy, H. S., Vijaya Raghavan Technology. G. S., Chakraverty, A., Mujumdar, A. S., Structure and composition of cereal grains and legumes, *Handbook of Postharvest*
- Rizzello, C. G., Curiel, J. A., Coda, R., Limitone, A., Katina, K., Raulio, M., Giuliani, G. and Gobbetti, M., 2013, Manufacture and characterization of pasta made with wheat flour rendered gluten-free using fungal proteases and selected sourdough lactic acid bacteria, *Journal of Cereal Science*, 1-9.

- Rojas, J. A., Rosell, C. M., Barber, C. B., (1999), Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems, *Food Hydrocolloids*, 13: 27-33.
- Sabanis, D., Marki, E. and Doxastakis, G., 2006, Effect of durum flour enrichment with chickpea flour on the characteristics of dough and lasagne, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 1938-1944.74.
- Salem, A. A., El-Bostany, A. N., Al-Askalany, S. A., Thabet, H. A., 2014, Effect of domestic processing methods of some legumes on phytochemicals content and in vitro bioavailability of some minerals, *Journal of American Science*, 10, 276–288.
- Savtekin, N., 2014, Çölyak hastaları için baklagil unları ile zenginleştirilmiş mısır erişttesi, *Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Ankara.
- Schenz, T. W., (1995), Glass transition and product stability-an over review, *Food Hydrocolloids*, 9, 307-315.
- Schoenlechner, R., Wendner, M., Ehn, S. S. And Berghofer, E., 2010, Pseudocereals as alternative sources for high folate content in staple foods, *Journal of Cereal Science*, 52 (3), 475-479.
- Sereewat, P., Suthipinittham, C., Sumathaluk, S., Puttanlek, C., Uttapap, D. and Rungsardthong, V., 2015, Cooking properties and sensory acceptability of spaghetti made from rice flour and defatted soy flour, *LWT - Food Science and Technology*, 60, 1061-1067.
- Shepherd, S. J. and Gibson, P. R., 2003, Nutritional inadequacies of the gluten-free diet in both recently-diagnosed and long-term patients with celiac disease, *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 26, 349–358.
- Shi, X., BeMiller, J. N., (2002), Effects of food gums on viscosities of starch suspensions during pasting, *Carbohydrate Polymers*, 50: 7-18.
- Shim, T. H., Lee, H. H., Lee, S. Y., Choi, Y. S., 1998, Composition of buckwheat (*Fagopyrum esculentum Moench*) cultivars from Korea, *Korean Journal Food Science Technology*, 30(6), 1259-1266.
- 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.
- Sivaramakrishnan, H. P., Senge, B. and Chattopadhyay, P. K., (2004), Rheological Properties of Rice Dough for Making Rice Bread. *Journal of Food Engineering*, 62(9), 37-45.

- Skujins, J., (1998), Handbook for ICP-AES (Varian-Vista). A short Guide to Vista Series ICP-AES Operation, *Varian Int. AG*, Zug, Version 1-0, Switzerland.
- Sollid L. M, Jabri B., 2005, Is celiac disease an autoimmune disorder? *Current Opinion in Immunology*, 17 (6) 595-600.
- Sözer, N., 2009, Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums, *Food Hydrocolloids*, 23, 849-855.
- Susanna, S. and Prabhasankar, P., 2013, A study on development of gluten-free pasta and its biochemical and immunological validation, *LWT-Food Science and Technology*, 50, 613-621.
- Şahin, S., 2001, Türkiye’de mısır ekim alanlarının dağılışı ve mısır üretimi, *G. Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt:21 Sayı:1. Ss.73-90.
- Thompson, T., 2000, Folate, iron, and dietary fiber contents of the gluten-free diet, *J of the American Dietetic Association*, Nov. 100 (11).
- Tosh, S. M. and Yada, S., 2009, Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization. functional attributes and applications, *Food Research International*, doi:10.1016/j.foodres.2009.09.005.
- Türksoy, S. ve Özkaya B., 2006, Gluten ve çölyak hastalığı, *Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu*.
- Urgancı, N., 2005, Çölyak hastalarına ekmeğe zehir oluyor, http://212.174.46.149/w/dergi/basinpdf/kasim2004/18_19_20.pdf.
- Yalçın, S., 2005, Glutensiz erişte üretimi üzerine bir araştırma, *Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara*.
- Yalçın, S., Başman, A., (2006), Glutensiz makarna ve erişte üretimi, *Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs, Bolu*.
- Yalçın, S. and Başman A., 2008, Effects of gelatinisation level, gum and transglutaminase on the quality characteristics of rice noodle, *International Journal of Food Science and Technology* 43, 1637–1644.
- Yeyinli, N., Köse, E., 2004, Tekstür analiz cihazı ile makarnanın tekstürünün belirlenmesi, *Akademik Gıda*, Mart – Nisan 2004, sf 26-29.
- Yıldız, G., 2009, Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) ununun geleneksel Türk ekmeklerinde kullanılma imkanları üzerine araştırmalar, *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya*.

- Ylimaki, G., Hawrysh, Z. J., Hardin, R. T., and Thomson, A. B. R., (1991), Response surface methodology in the development of rice flour yeast breads: sensory measurements, *Journal of Food Science*, 56, 751-759.
- Yoenyong-buddhagal, S., Noomhorm, A., 2002, Effect of raw material preparation on rice vermicelli quality, *Starch/Starke*, 54, 534-539.
- Walker-Smith, J. A., Walker, W. A., Durie, P. R., Hamilton J. R., Watkins, J. B., 2004, Celiac Disease, In *Pediatric Gastrointestinal Disease*. St.Louis (Ed.), *Mosby-Year Book*, 28:156-68.
- Wall, J. S., (1979), Recent advances in biochemistry of cereals, Laidman, D. L. and Wyn-Jones, R. G. (Ed.), *Academic Press*, London, pp: 275–311.
- Ward, F. M. and Andon, S. A., (2002), Hydrocolloids as film formers adhesives and gelling agents for bakery and cereal products, *Cereal Foods World*, 47, 52-55.
- Watson, S. A. and Ramstad, P. E., (1991), Structure and composition, *In Cornchemistry and Technology*, pp. 53–82. St. Paul, USA: AACC.
- Wierdsma, N. J., Van Bokhorst, D. E., Van der Schueren, M. A., Berkenpas, M., Mulder, C. J. and Van Bodegraven, A. A., 2013, Vitamin and mineral deficiencies are highly prevalent in newly diagnosed celiac disease patients, *Nutrients*, 5, 3975–3992.
- Wijngaard, H. H. ve Arendt, E. K., 2006, Buckwheat, *Cereal Chemistry*, 83(4), 391-401.
- Wood, A. J., 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, 128-133.
- Zandonadi, R. P., Botelho, R. B. A., Gandolfi, L., Ginani, J. S., Montenegro, F. M. and Pratesi, R., 2012, Green banana pasta: An alternative for gluten-free diets, *Journal of The Academy of Nutrition and Dietetics*, 112 (7), 1068-1072.
- Zannini, E., Jones, J. M., Renzetti, S. and Arendt, E. K., 2012, Functional replacements for gluten, *Annual Review of Food Science and Technology*, 3, 227–245.
- Zhang, B., Deng, Z., Tang, Y., Chen, P. X., Liu, R., Ramdath, D. D., Tsao, R., 2014, Effect of domestic cooking on carotenoids, tocopherols, fatty acids, phenolics, and antioxidant activities of lentils (*Lens culinaris*), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(52), 12585–12594.
- Zhang, B., Deng, Z., Tang, Y., Chen, P. X., Liu, R., Ramdath, D. D., Liu, Q., Hernandez, M., Tsao, R., 2017, Reprint of “Bioaccessibility, in vitro antioxidant

- and anti-inflammatory activities of phenolics in cooked green lentil (*Lens culinaris*)”, *Journal of Functional Foods* 38 (2017) 698–705.
- Zhao, Y. H., Manthey, F. A., Chang, S. K. C., Hou, H. J., Yuan, S. H., 2005, Quality characteristics of spaghetti as affected by green and yellow pea, lentil, and chickpea flours, *Journal of Food Science*, 70, 371–376.
- Zorba, M., (2006), Gamlar, *Gıda Katkı Maddeleri* (Ed: Altug, T.) S: 77-103, *Meta Basım Matbaacılık*, izmir.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Abdullah SERİN
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Holanda 1980
Telefon : 0505 666 40 60
e-mail : serin70@hotmail.com

Eğitim Durumu :

2014 – 2018 **Konya Necmettin Erbakan Üniversitesi**
Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı ve
Bilim Dalı, Yüksek Lisans Eğitimi

2003 – 2007 **Selçuk Üniversitesi (Konya)**
Gıda Mühendisliği Lisans Eğitimi

2013 **Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi (Eskişehir)**
İşletme Bölümü Lisans Eğitimi

1998 – 2000 **Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksekokulu (İzmir)**
Gıda Teknolojisi Önlisans Eğitimi

Deneyimler :

2009 - 2016 **Golda - Komgıda a.ş (Karaman)**
Laboratuvar, Ar-Ge, Ürün ve proje geliştirme

2008 - 2009 **Biskot Bisküvi (Karaman)**
7 ay üretim şefi

Projeler :

Tübitak bigg 1512 projem kabul edildi. 2170590 numaralı “glutensiz ve diyabetik lifli gofret” isimli girişimcilik projesi, Proje yürütücüsü, 8 ay sürecek.

Golda Un Fabrikamızdaki Atık Ürünlerin(*irmik altı undan vital gluten eldesi*) Değerlendirilmesi İle İlgili, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi İle Birlikte Yürütülen **San-tez Projesinde**; Personel Olarak Görev Aldım. Tamamlandı.

Tübitak - Teydep destekli “Un Fabrikasında Öğütme Kalitesi ve Verimliliğin Artırılması” Adlı **1501 Sanayi ve Ar-Ge projesinde**, Proje Elemanı Olarak Görev Aldım. Tamamlandı(19ay)

Bilimsel yayınlar:

Abdulvahit Sayaslan, Mehmet Koyuncu, Selman Türker, Yavuz İrklı, Abdullah Serin, F. Gülsah Orhan, Use of durum wheat clear flour in vital gluten and bioethanol production. Journal of Cereal Science 80 (2018) 50-56

Ertas N., Serin Abdullah, Türker S., The effect of hydrocolloids on Gluten-Free Pasta Production. International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies ICAFOF 15-17May 2017 Cappadocia/Turkey

Koyuncu M., Sayaslan A., Türker S., İrklı Y., Orhan F. G., Serin Abdullah (2015). İrmikaltı undan vital gluten üretimi. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi (TARGİD 2015), Nevşehir

Koyuncu M, Sayaslan A., Türker S., İrklı Y., Orhan F. G., Serin Abdullah (2013). İrmikaltı Unların İsraftan Kurtarılarak Yerli Vital Gluten Üretiminde Kullanılması. Uluslararası 2. Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi. Kasım 2013, Konya (Poster)

Patent Başvurusu: Başvuru sahibi: Abdullah Serin Gıda Sanayi Limited Şirketi
Buluş sahibi: Abdullah SERİN
Başlık: Pirinç unu ve irmiğini pirince dönüştürme Yöntemi
Başvuru Numarası ve Tarihi: 2017/23328 30.12.2017

Patent Başvurusu: Başvuru sahibi: Abdullah SERİN
Başlık: Glutensiz ve Diyabetik Gofret
Başvuru Numarası ve Tarihi: 2017/07461 26.05.2017

Patent : Buluş sahibi: Abdullah SERİN, Yavuz İRKLİ
Başlık: Glutensiz Helvalık İrmik
Başvuru Numarası ve Tarihi: 2013/36665 26.03.2013

YABANCI DİLLER

İngilizce (orta)