

Ticari Olarak Satışta Olan Glutensiz Makarnaların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Tekstürel Kalitelerinin Belirlenmesi

Fatma HAYIT¹, Sultan ACUN², Hülya GÜL³

¹Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Yozgat.

²Amasya Üniversitesi, Suluova Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Amasya.

³Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta.

¹<http://orcid.org/0000-0003-0097-406X>

²<http://orcid.org/0000-0003-1954-6102>

³<http://orcid.org/0000-0002-6791-817X>

*Sorumlu yazar: fatma.hayit@bozok.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi:

Geliş tarihi: 04.07.2022

Kabul tarihi: 01.09.2022

Online Yayınlanma: 10.03.2023

Anahtar Kelimeler:

Çölyak

Makarna

Gluten

Glutensiz beslenme

Makarna kalitesi

ÖZ

Bu çalışmada, piyasada farklı üretici firmalar tarafından satışa sunulan glutensiz makarnaların bazı fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi ve bu kalite özellikleri bakımından glutenli makarna ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Glutensiz makarna örneklerinde nem %8,73–11,82, kül %0,30-0,76, toplam fenolik madde %5,50-10,17, antioksidan aktivitelerini gösteren % inhibisyon değerleri %1,45-3,14 aralığında tespit edilmiştir. Suya geçen madde miktarları kuru maddede %6,85 ile %24,04 arasında, su absorpsiyon değerleri %231,68 ile %282,63, hacim artışı %64,51 ile %77,49, ağırlık artışı %115,52-241,64, pişme süreleri 4,49 ile 10,15 dakika, şişme derecesi %2,07-3,45 arasında belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmede tat 2,1-3,71, genel beğenilirlik 2,00-3,71, satın alma bilirlik 1,29-2,57 aralığında puanlar almıştır. Tekstürel özellikler incelendiğinde kuru makarna örneklerinde sertlik 182,23-403,74 g aralığında, kırılma değeri ise 25,61 - 31,80 mm aralığında olduğu belirlenmiştir. Pişmiş makarna örneklerinde sertlik 1891-3172 g; yapışkanlık ise 16,06—21,37 g.sec olarak tespit edilmiştir. Glutensiz makarna örneklerinde suya geçen madde miktarının glutenli makarna örneğine göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Glutensiz makarnaların duyuşal değerlendirilmesinde tüm duyuşal parametreler bakımından glutenli makarna örneğine göre daha düşük puanlar almışlardır. Çalışmada, ticari olarak satılan glutensiz makarnaların - tüketici beğenisi de dikkate alınarak- mineral madde, antioksidan ve fenolik maddelerce zengin glutensiz ürünlerle takviye edilmek suretiyle yeni formülasyonların geliştirilmesine ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır.

Determination of Some Physical, Chemical and Textural Quality of Commercially Available Gluten-Free Pasta

Research Article

Article History:

Received: 04.07.2022

Accepted: 01.09.2022

Published online: 10.03.2023

Keywords:

Celiac disease

Pasta

Gluten

Gluten-free nutrition

Pasta quality

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine some physical, chemical, textural and sensory properties of gluten-free pasta offered for sale by different manufacturers in the market and to compare them control pasta with gluten in terms of these quality characteristics. In the examined gluten-free pasta samples, moisture was 8.73 – 11.82%, ash 0.30-0.76%, total phenolic substance 5.50-10.17%, and inhibition values showing antioxidant activities 1.45-3.14%. The amount of substance that passes into water is between 6.85% and 24.04% in dry matter, water absorption values are between 231.68% and 282.63%, volume increase is 64.51-77.49%, weight gain is 115.52-241.64%, cooking times are 4.49-10.15 minutes, swelling degree is 2.07%. It was determined between 2.07-3.45%. In sensory evaluation, taste was scored between 2.1-3.71, general acceptability 2.00-3.71, affordability

1.29-2.57. When the textural properties were examined, it was determined that the hardness was between 182.23-403.74 g and the brittleness value was between 25.61 -31.80 mm in the dry pasta samples. Hardness in cooked pasta samples was 1891-3172 g; the stickiness was determined as 16.06—21.37 g.sec. It was determined that the amount of substance transferred to the water in the gluten-free pasta samples was higher than the control sample. In the sensory evaluation of gluten-free pasta, it was determined that all sensory parameters were lower than the control group. In the study, it was concluded that commercially sold gluten-free pastas need to be supplemented with gluten-free products rich in mineral substances, antioxidants and phenolic substances, and new formulations need to be developed, taking into account consumer acceptability.

To Cite: Hayıt F., Acun S, Gül H. Ticari Olarak Satışta Olan Glutensiz Makarnaların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Tekstürel Kalitelerinin Belirlenmesi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2023; 6(1): 700-719.

1. Giriş

Makarna; lezzeti, düşük maliyeti ve besin değeri nedeniyle tüketilen en basit ve en eski gıda ürünlerinden biridir (Marti ve Padalino, 2013; Simonato ve ark., 2015). Kolay hazırlanması ve saklanması, uzun raf ömrü ve arzu edilen duyuşsal özellikleri nedeniyle dünya çapında en çok tüketilen ikinci gıda olan buğday bazlı bir temel gıdadır (El-Sohaimy ve ark., 2020; Teterycz ve ark., 2020). Tüm yaş gruplarının ve sosyal sınıfların tüketiminde de yer almaktadır (Simonato ve ark., 2015).

Çin’de M.Ö. 1700 yıllarında tüketildiği düşünölen makarnanın Marco Polo tarafından 1292 yılında, makarnanın anavatanı sayılan İtalya’ya getirildiği iddia edilmektedir. İtalya’dan da kısa zaman içinde Avrupa ölkelerine yayılmıştır (Değirmenci, 2017). Kaşgarlı Mahmud tarafından 11. yüzyılda yazılan *Divan-ü Lügat-it-Türk*’te geçen “tutmaç”ın ise erişteli bir yemek olduğu düşünöldüğünde makarna tarihinin net olmadığı görölmektedir (Int Kyn., 2022). Türkiye’de ise Cumhuriyet dönemiyle birlikte 1922 yılında makarna üretimi başlamıştır. İlk makarna tesisi İzmir’de kurulmuş, 1960 yılından sonra da makarna fabrikalarının sayısı ve üretim kapasiteleri artarak, makarna üretimi günümüze kadar devam etmiştir (Elgün ve ark., 2015).

Makarna Türk Gıda Kodeksi makarna tebliğinde; *Triticum durum* buğdayından üretilen irmiğe su katılıp tekniğine uygun yoğrulularak hazırlanan hamurun şekillendirilip kurutulmasıyla elde edilen bir ürün olup; sade, tam buğday, çeşnili, zenginleştirilmiş, güçlendirilmiş makarna ile vitamin ve mineral ilaveli makarna olarak tanımlanmıştır (Tebliğ No: 2005/29).

Durum buğdayı irmiği, kaliteli makarna üretimi için tercih edilen ve en sık kullanılan hammaddedir (Fuad ve Prabhasankar, 2010; Simonato ve ark., 2015). İrmikte bulunan proteinlerin -özellikle gluten proteinlerinin- miktar ve kalitesi makarna kalitesini etkileyen en önemli unsurlardan bir tanesidir. Gluten, çoğunlukla buğdayda, ayrıca arpa, çavdar ve yulafta da bulunan prolamin proteinlerinin bir karışımıdır (Balakireva ve Zamyatnin, 2016). Ancak çölyak hastalığı olan kişiler genellikle gluten içeren ürönlere karşı olumsuz reaksiyon verirler. Nedeni ise bağışıklık sitemlerinin glutene karşı antikorlar üretmesi ve bu antikorların bağırsak duvarında bulunan besin emilimini sağılayan villuslara zarar vermesidir. Gluten intoleransı olan bireylerin, gluten içeren gıdaları tüketmeleri durumunda vöcutlarında gıda emilimi gerçekleşmez (Larrosa ve ark., 2013). Hastaların şu an için tek tedavi

yöntemi gluten içeren gıdaları diyetlerinden çıkarmaktır (Arcangelis ve ark., 2020). Gluten intoleransı terimi, otoimmün çölyak hastalığı haricinde buğday alerjisi ve çölyak dışı gluten duyarlılığı için de kullanılır. Bu üç tip rahatsızlığı olanların yanı sıra, son yıllarda glutensiz ürünler ile beslenmeyi hedefleyen genel tüketicilerin sayısında da artış görülmektedir (Silva ve ark., 2019). Bu durum glutensiz gıda çeşitliliğini ve glutensiz ürünlerin kalitesinin artırılmasını gerekli kılmaktadır.

Ne yazık ki diğer glutensiz gıdalarda olduğu gibi glutensiz makarnalarda da gluten bulunmaması beraberinde bazı üretim zorluklarını ve kalite kusurlarını da getirmektedir. Bu ürünlerde karşılaşılan diğer sorunlar ise standart gıdalara kıyasla genel olarak besin öğeleri bakımından yetersiz kalmaları ve fiyatlarının yüksek olmasıdır. Glutensiz unlar ile hazırlanan makarnaların durum buğday irmiğinden üretilen standart makarnalara kıyasla dokusal kaliteleri oldukça düşüktür ve tamamen farklı reolojik davranış sergilerler. Bununla birlikte pişirmeye karşı toleransları da düşük olup yüksek pişme kaybı gösterirler (Lucisano ve ark., 2012).

Glutensiz makarnaların teknolojik ve besinsel kalitesini arttırabilmek için çok sayıda çalışma yapılmaktadır (Larrosa ve ark., 2016; Gao ve ark., 2018). Bu amaçla; çeşitli proteinler, meyve ve sebze unları, karabuğday, amaranth, kinoa vb gibi yalancı tahıllar, baklagil unları, deniz ürünleri, hidrokolloidler, emülgatörler vb formülasyona ilave edilmektedir (Rachman ve ark., 2020; Aínsa ve ark., 2021; Culetu ve ark., 2021; Ertaş ve ark., 2022; Suo ve ark., 2022; Thakur ve ark., 2022; Udachan ve ark., 2022). Bunların yanı sıra onların ısıl işleme muamelesi, kızılötesi-mikrodalga kombinasyonlu pişirme ve ekstrüzyonla pişirme gibi optimum işleme teknikleri ile transgenез, enzimoliz ve fermentasyon gibi bazı yeni teknolojiler de glutensiz makarna kalitesini arttırmak amacıyla kullanılmaktadır (Padalino ve ark., 2016).

Çölyak, buğday alerjisi, çölyak dışı gluten hassasiyeti olan veya kendi istekleri ile glutensiz beslenmeyi tercih eden bireyler için üretilen glutensiz makarnaların hem teknolojik hem duyuşal hem de besinsel kalite kriterleri bakımından standart makarnalar ile aynı ya da en azından yakın değerlerde olması tüketiciler tarafından beklenen bir durumdur. Böylesine önemli bir konudan hareketle bu çalışmada; piyasada satışa sunulan glutensiz makarnaların bu beklentileri ne düzeyde karşıladığı, glutensiz makarnalar ile standart makarnalar arasında bazı kalite kriterleri bakımından fark olup olmadığının incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında piyasada hali hazırda satışta olan altı adet glutensiz makarna örneğinin bazı kalite parametreleri incelenmiştir. Yine piyasada satılan buğday irmiğinden yapılan standart makarna örneği ile glutensiz makarna üretimlerinde kullanılan bileşenler, bazı kalite parametreleri, glutensiz makarnaların bazı fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşal kalite özellikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışmada, piyasada satılan altı farklı firmaya ait toplam altı adet glutensiz spagetti tipi makarna örneği materyal olarak kullanılmıştır. Glutensiz makarna örneklerinden üç tanesi Isparta'da bulunan

marketten diğ er üç tanesi ise internet satış sitelerinden satın alınmıştır. Yine piyasada satılan buğday irmiğ inden üretilmiş standart makarna örneğ i (spagetti tipi) kontrol örneğ i olarak kullanılmış tır.

2.2. Metot

Glutensiz ve glutenli makarna örneğ lerinde aşağ ıda ayrı başlıklar altında verilen analizler yapılmış tır. Tüm analizler 3 paralel ve 3 tekerrür olarak çalışılmış tır.

2.2.1. Optimum pişme süresi

Makarnaların optimum pişme süresi AACC 66.50.01'e göre üç tekerrürlü olarak belirlenmiş tir. Bu amaçla her 30 sn'de bir makarna örneğ i alınarak iki cam arasında sıkıştırılmış ve pişmemiş nişastanın göstergesi olan beyaz çizgi kaybolduğ unda süre kaydedilmiştir.

2.2.2. Su absorbsiyonu

25 g makarna örneğ i 250 ml su içerisinde optimum pişme süresine kadar pişirildikten sonra 3 dakika süzölmüş ve ağırlıkları belirlenmiştir. Pişmemiş ve pişmiş ağırlıkları oranlanarak % su absorbsiyon değerleri hesaplanmıştır (Elgün ve Erturgay, 2002).

2.2.3. Hacim artışı

Su absorbsiyonunda yapılan işlemlere benzer şekilde 25 g makarnanın pişmeden önce hacmi ölçölmüş ve optimum pişme süresi sonunda makarna hacimleri tekrar belirlenmiştir. Hacim artışı % olarak hesaplanmıştır (Elgün ve Erturgay, 2002).

2.2.4. Suyu geçen madde miktarı (pişme kaybı)

25 g makarna 250 ml kaynayan suya ilave edilmiş ve optimum pişme süresi pişmesi sağlanmış tır. Süre sonunda beher içeriğ i buhner hunisinden damlama kesilinceye kadar süzölmüş tır. Üzerine 90 ml su ilave edilerek yıkanan makarnalar tekrar süzölmüş ve pişirme suyu ile yıkama suyu birleştirilmiştir. Saf su ile toplam hacim 350 ml'ye tamamlandıktan sonra daha önceden sabit tartıma getirilerek darası alınmış behere 50 ml pişme suyu eklenmiştir. Su banyosunda suyu uçurulduktan sonra $100 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'deki etüvde sabit ağırlığ a kadar kurutularak tartılmış tır (AACC 66.50.01, AACC 2000).

2.2.5. Renk

Makarnaların rengi Minolta CR-410 (Osaka, Japonya) renk cihazı yardımıyla aydınlık (L), kırmızılık (a) ve sarlık (b) değeri olarak belirlenmiştir (Larrosa ve ark., 2016).

2.2.6. Kimyasal özellikler

Makarna örneğ lerinde nem (AACC 44-01.01,2000) ve kül (AACC 08-01.01,2000) analizleri yapılmış tır. Fenolik maddelerin ekstraksiyonu ve analizi, makarnaların toplam fenolik madde ve

antioksidan aktivite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla toplam fenolik maddeler (TFM) Rocchetti vd. (2017)'nin kullandığı ekstraksiyon metodunun modifiye edilmesiyle elde edilmiştir. Bir gram makarna örneği alınmış ve 10 ml metanol ilave edilerek Ultraturax (Catx120, Almanya) ile 3 dakika 25000 rpm'de homojenize edilmiş daha sonra ultrasonik su banyosunda (Say Ultrasonik, İstanbul, Türkiye) 30 dakika 60 C'de ekstrakte edilmiştir. Ekstrakt 6000 rpm'de 15 dakika santfirüjlendikten (Hermle Z206A, Wehingen, Almanya) sonra filtre kâğıdından süzölmüş ve süzöntü toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite tayininde kullanılmıştır.

Makarnaların toplam fenolik madde miktarı Singleton ve Rossi (1965)'ye ve antioksidan aktivite (AA) (DPPH) değeri ise Aksoylu (2012)'ya göre belirlenmiştir.

2.2.7. *Tekstürel özellikler*

Kuru makarnada kırılmalık

Kuru makarnaların kırılmalık özellikleri Ungureanu-Iuga vd. (2020) tarafından kullanılan analiz metodunun modifiye edilmesiyle belirlenmiştir. 8 cm uzunluğunda kesilen makarnaların, kırılmalığı ve sertliği 3 nokta bükme tertibatlı alüminyum prob kullanılarak belirlenmiştir. Prob üzerine yerleştirilen makarnalar ön test hızı 1 mm/s, test hızı 3 mm/s, son test hızı 10 mm/s ve 50 g yük hücresi ile kesilmiş ve makarnaları kırmak için gerekli olan maksimum kuvvet kırılmalık değeri olarak kaydedilmiştir.

2.2.8. *TPA (Teskür profil analizi)*

Bu amaçla Padalino vd. (2013) ve Larrosa vd. (2016) tarafından kullanılan metotlar modifiye edilmiş ve makarnaların dokusal özelliklerini belirlenmiştir. Optimum pişirme süresince pişirilmiş makarnalardan 5 adet makarna taban üzerinde yan yana dizilmiş ve 2 cm çapındaki düz silindirik prob ile iki kez sıkıştırılarak sıkıştırma-gevşeme-gerilim profil eğrisi elde edilmiştir. Sıkıştırma mesafesi olarak da makarnanın orijinal boyutunun %50'si alınmıştır. Zaman kuvvet eğrisinden sertlik, kohezyon, adezyon (ilk sıkıştırma döngüsünün negatif kuvveti), esneklik, çignene bilirlilik ve elastikiyet değerleri belirlenmiştir (Szczeniak, 2002). Test parametreleri ön test hızı 1 mm/2, test hızı 5 mm/s, son test hızı 5 mm/s; yük hücresi 5 g.

2.2.9. *Duyusal Analiz*

Makarnalar OPS boyunca pişirilerek duyusal analize tabi tutulmuşlardır. Duyusal analiz için rasgele seçilen üç basamaklı kodlama kullanılmıştır. Makarna örnekleri panelistlere her biri ayrı ayrı ve sıcak olarak sunulmuş ve örnekler arasında ağız tadının nötrlenmesi için su ikram edilmiştir. Makarnaların renk, koku, tekstür, tat, genel beğeni ve satın alına bilirlilik özellikleri 7 puanlık (1: Aşırı kötü, 7: Mükemmel) bir skalayla değerlendirildi. 10 panelistin verdiği puanların ortalaması alınarak makarnaların duyusal özellikleri belirlenmiştir (Özgören, 2019).

2.2.10. İstatistiksel analiz

Analizlerde elde edilen bulgular SPSS (Versiyon 26.0) istatistik programı ile Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda aralarındaki farklılıklar 0,05 güven sınırına göre önemli bulunan değerler, ilgili tablolarda aynı harfle işaretlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Glutensiz makarna örneklerinin içerikleri

Piyasada satışa sunulan farklı markalara ait altı adet glutensiz spagetti tipi makarna örneği ile bir adet durum buğdayı irmiğinden üretilen standart spagetti tipi makarna örneğinin ambalajları incelenmiş ve üretimlerinde kullanılan ham maddeler ve kullanım miktarları (%) Tablo 1’de verilmiştir. Glutensiz makarna formülasyonlarında ilk sırada mısır unu ikinci olarak ise pirinç ununun yer aldığı görülmektedir. Benzer şekilde İtalya’da ticari glutensiz makarnalar üzerine yapılan bir araştırmada da tüm ürünlerin öncelikle mısır ve pirinç unları ve/veya nişastaları içerdiği rapor edilmiştir (Morreale ve ark., 2019). İncelenen altı adet glutensiz makarnalardan bir tanesinin (GM3) %100 mısır unu, bir tanesinin ise (GM5) %100 pirinç unu kullanılarak üretildiği görülmüştür. Pirinç unu yerine esmer pirinç unu da GM2 örneğinde kullanılırken, GM6 no’lu örnekte %70 mısır unu ve %18 pirinç unu ile birlikte %3 kinoa ve %8 mısır nişastası karışımlarının bileşimde yer aldığı saptanmıştır. Önceleri tamamen tıbbi gereklilikler nedeniyle tüketilen glutensiz gıdalar son yıllarda tıbbi açıdan bir ihtiyacı olmayan kişiler tarafından da yaygın bir şekilde tercih edilmeye başlamıştır. Fakat glutensiz ürünler üzerine yapılan araştırmalar, gluten içeren eşdeğerlerine kıyasla daha düşük bir beslenme profiline sahip olduklarını ve genellikle vitaminler, mikro besin elementleri ve lif gibi besin öğelerince yoksun olduklarını ortaya çıkarmıştır (Johnston ve ark., 2017). Bu eksiklik glutensiz diyet yapan bireylerde beslenme yetersizlikleri veya metabolik hastalıkların gelişmesine yol açabilir. Ayrıca, hızlı sindirilebilir nişasta içeriğinin yüksek olması nedeniyle, bu ürünler genellikle gluten içeren muadillerinden daha yüksek glisemik indeks değerlerine sahiptir (Suo ve ark., 2022).

Tablo 1. Makarna örneklerinin bileşimleri (%)

Örnek	Buğday Unu	Mısır Unu	Pirinç Unu	Esmer Pirinç Unu	Kinoa	Mısır Nişastası
Kontrol	100					
GM1		80	20			
GM2		90		10		
GM3		100				
GM4		50	50			
GM5			100			
GM6		70	18		3	9

*GM: Glutensiz makarna örneği

İncelenen glutensiz makarna örneklerinin de temel bileşenler olan pirinç unu ve/veya bunların nişastaları haricinde besin öğeleri açısından farklı bir bileşen içermemeleri dikkat çekicidir. Tüm

dünyada glutensiz diğer ürünlerde olduğu gibi glutensiz makarnaların da besin öğeleri açısından zenginleştirilmesi yönünde yapılan çalışmalar artarak devam etmektedir. Bu araştırma Türkiye’de satışa sunulan spagetti/uzun makarna çeşitlerinin de besin öğeleri yönünden zenginleştirilmesinin önemli bir gereklilik olduğunu göstermiştir.

3.2. Glutensiz makarna örneklerinin kimyasal özellikleri

Glutensiz makarna örneklerinin nem ve kül değerleri sırasıyla %9,34-12,02 ve %0,30-0,76 aralığında belirlenmiştir (Tablo 2). Türk gıda kodeksi makarna tebliği’ ne (Anonim 2020) göre makarnaların nem değeri en fazla %13, kül miktarı da en fazla %1 olmalıdır. Glutensiz makarna örnekleri, makarna tebliğine bu açıdan uygun bulunmuştur. 7. örneğin kül miktarının diğer örneklerden yüksek olduğu görülmektedir. Sebebinin formülasyonunda kinoa içermesi olduğu düşünülmüştür. Bu durumu destekleyici olarak yapılan çalışmalarda, buğday ununa ve glutensiz un karışımlarına kinoa unu ilavesinin, örneklerde ki kül miktarını arttırdığı görülmektedir (Alencar ve ark., 2015; Iglesias-Puig ve ark., 2015). Yapılan farklı bir çalışmada, glutensiz ticari bir makarna örneğinin kül miktarı %0,44 iken; mısır nişastası ve mısır unu kullanılarak üretilen glutensiz makarna örneğinin kül miktarının %1 olduğu, bu formülasyona kül içeriği yüksek kabak unu ve durian tohum unu ilavesinin kül miktarını ise önemli olarak arttırdığı görülmektedir (Mirhosseini ve ark., 2015). Benzer başka bir çalışmada da pirinç unu ile soya ununun yer değiştirmesi ile elde edilen glutensiz makarnalarda kül içeriğinin soya unu artışına bağlı olarak arttığı belirtilmiştir (%0,59 dan – 2,17'ye kadar) (Bolarinwa ve Oyesiji, 2021). Kül içeriği mineral madde varlığı ile de ilişkili olduğu için, kül miktarındaki farklılık makarnaların üretimlerinde kullanılan hammaddelerin farkından ve farklı oranlarda kullanılmasından da kaynaklanmaktadır.

Makarna örneklerinin farklı nem değerine sahip olması kurutma süresi ve sıcaklığı, depolama koşulları gibi üretim şartlarından kaynaklanabilmektedir (Köten ve ark., 2014). Ambalaj özelliklerinin de yine nem miktarında etkili olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 2. Makarna örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

Örnek	Kül (%)	Nem (%)	TFM (µg örnek)	GAE/g	Antioksidan aktivite (% inhibisyon)
Kontrol	0,44 ±0,05 ^c	11,82 ±0,08 ^a	10,17 ±0,87 ^a		3,14 ±0,81 ^a
GM1	0,63 ±0,02 ^b	9,85 ±0,32 ^c	8,17 ±0,94 ^{ab}		1,45 ±0,43 ^{bc}
GM2	0,46 ±0,01 ^c	11,38 ±0,16 ^b	8,67 ±0,52 ^{ab}		2,86 ±0,35 ^{ab}
GM3	0,60 ±0,10 ^b	8,91 ±0,18 ^e	9,83 ±0,49 ^b		2,23 ±0,27 ^{ab}
GM4	0,76 ±0,24 ^a	9,34 ±0,26 ^d	5,50 ±0,64 ^c		1,78 ±0,51 ^{abc}
GM5	0,30 ±0,01 ^d	12,02 ±0,14 ^a	0,00 ±0,00 ^d		0,56 ±0,06 ^c
GM6	0,78 ±0,15 ^a	8,73 ±0,05 ^e	11,50 ±0,26 ^a		2,39 ±0,12 ^{ab}

* a-e; Bir kritere ait kolondaki farklı harfler, istatistiksel olarak ortalamalar arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir (P<0,05).

Tablo 2 incelendiğinde glutensiz makarnaların toplam fenolik madde içerikleri 0-11,50 µg GAE/g örnek aralığında, antioksidan aktivitelerini gösteren % inhibisyon değerleri ise %0,56- %2,86 aralığında olduğu görülmektedir. Çölyak hastalarına özel olarak üretilecek ürünlerde fenolik madde ve antioksidan içeriğinin yüksek olması hasta beslenmesi açısından önem arz etmektedir. Makarna örneklerinde bu değerlerin farklı aralıkta olması, glutensiz makarna üretimde kullanılan hammaddelerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Glutensiz makarna örneklerinin fenolik madde ve antioksidan içerikleri kontrol gruba göre kıyaslandığında düşük olduğu görülmektedir (Tablo 2). 2, 3 ve 5. örnekler mısır unu ve pirinç ununu farklı oranlarda içermektedir. Fakat mısır unu miktarının azalması, pirinç unu miktarının artması örneklerdeki fenolik madde miktarının azalmasına sebep olmuştur. 7. Örneğin fenolik madde ve antioksidan içeriğinin diğerlerinden yüksek olması, bileşiminde kinoa ununun olmasından kaynaklanmaktadır. Benzer olarak yapılan çalışmada, makarna formülasyonuna kinoa ilavesinin, fenolik madde ve antioksidan içeriğini arttırdığı belirtilmiştir (Lorusso ve ark., 2017). Glutensiz makarna formülasyonu geliştirmek için yapılan bir çalışmada nişasta kaynağının %50'si olarak sorgum kullanıldığında toplam fenolik madde içeriğinin (69,9 mg/100 g ve 42,8 mg/100g) önemli miktarda yükseldiği görülmektedir (Orlandin ve ark., 2019). Çalışmada incelenen ticari olarak satılan glutensiz makarnaların, fenolik ve antioksidan içeriği bakımından yetersiz olduğu görülmektedir.

3.3. Glutensiz makarna örneklerinin pişme özellikleri

Makarna kalitesinin belirlenmesinde pişirme özelliklerinin değerlendirilmesi önemlidir (Köten ve ark., 2014). Makarna örneklerinde tespit edilen bu özelliklere ait sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Glutensiz makarna örneklerinin pişme sürelerinin 4,49 ile 12,87 dakika gibi geniş bir aralıkta dağılım gösterdiği saptanmıştır. %100 pirinç unu ile üretilen 6 numaralı örnek en kısa pişme süresine sahip olurken, mısır unu, pirinç unu, kinoa ve mısır nişastası içeren 7 numaralı örnek en uzun pişme süresi göstermiştir. 7 numaralı örnek haricinde diğer glutensiz makarna örnekleri glutenli olan muadillerine göre daha kısa sürede pişmişlerdir. %100 pirinç unu ile yapılan glutensiz makarnanın pişme süresinin kısa olmasının nedeni bu örneğin su absorpsiyonunun diğer örneklerle göre daha yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Bu makarna örneği yapısal olarak suyun daha iyi penetrasyonuna izin verdiği için makarna matrisinin daha hızlı yumuşamasını sağlayarak pişme süresinin çok kısa olması sonucuna yol açmış olabilir.

Glutensiz makarna örneklerinin su absorpsiyon değerleri %115,52 ile %241,64 arasında bulunmuştur. Su absorpsiyonlarındaki fark, kullanılan hammadde farkından kaynaklanmaktadır. 6. örnek dışında tüm glutensiz makarnalar farklı oranlarda mısır unu içermektedir. Bu durum mısır ununun su absorpsiyonunu olumsuz etkilediğini düşündürmüştür. Benzer olarak; Özkaya ve Özkaya (1992) tarafından yapılan çalışmada mısır ununun hamurun reolojik özelliklerini olumsuz etkilediği, karışımdaki mısır unu miktarının artmasına bağlı olarak su absorpsiyonunun azaldığı belirtilmiştir. Mısır unu içermeyen tek formülasyon olan 6. yani %100 pirinç unu içeren glutensiz makarna

örneğin su absorpsiyonu en yüksek değeri aldığı tespit edilmiştir. Bu örneğin hacim artışının da diğerlerine ve hatta glutenli kontrol örneğine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Pirinç unu düşük lipid içeriğine sahiptir, bu da yüksek su emme kapasitesine izin verir (Albuja-Vaca ve ark., 2019).

Tablo 3. Glutensiz makarna örneklerinin pişme özellikleri

Örnek	Pişme süresi(dakika)	Su absorpsiyonu(%)	Hacim artışı(%)	Suya geçen madde miktarı(%)
Kontrol	10,15 ±0,02 ^b	146,49±11,65 ^c	66,62±1,02 ^{cd}	6,85±0,02 ^e
GM1	9,30 ±0,21 ^c	131,84±18,21 ^d	67,26 ±1,12 ^c	17,71 ±0,47 ^b
GM2	8,44 ±0,14 ^d	115,52±20,13 ^e	64,51 ±0,94 ^e	23,75 ±0,21 ^a
GM3	9,21 ±0,30 ^c	153,93±23,84 ^c	73,30±1,31 ^b	10,77 ±0,35 ^c
GM4	8,04±0,10 ^d	122,23±20,18 ^{de}	65,38 ±1,00 ^{de}	24,04 ±0,15 ^a
GM5	4,49 ±0,03 ^e	241,64±19,45 ^a	77,49±1,69 ^a	11,56 ±0,16 ^c
GM6	12,87 ±0,16 ^a	224,52 ±21,16 ^b	78,75 ±1,83 ^a	8,69±0,28 ^d

Glutensiz makarna örnekleri arasında en yüksek hacim artışı %3 kinoa unu içeren 7 numaralı örnek (%78,75) ile %100 pirinç unu içeren 6 numaralı örnekte (%77,49) ölçülmüştür. %90 mısır unu+%10 esmer pirinç unu ile üretilen 3 numaralı örneğin su absorpsiyonu en düşük (%115,52) ve bu değer ile paralel olarak da hacim artışı daha düşük olarak saptanmıştır. Glutenli örnek ile glutensiz örnekler karşılaştırıldığı zaman 6, 7 ve 4 numaralı örneklerin daha yüksek 2 ve 5 numaralı örneklerin ise benzer hacim artışı değerleri gösterdiği belirlenmiştir. Su absorpsiyonu ile hacim artışı arasında beklenildiği üzere doğrusal bir ilişki bulunmuştur.

Glutensiz makarna örneklerinin suya geçen madde miktarı %24,04 ile %6,85 arasında bulunmuştur. En Suya geçen madde miktarı glutenli kontrol örneğinde en düşük değeri gösterirken onu %8,69 ile 7 numaralı örnek yani formülasyonunda %3 kinoa içeren glutensiz makarna örneği olduğu dikkat çekmiştir. Kinoa unu ilavesi ile makarnanın lif içeriğinde artış olduğu ve yapıdaki bu liflerin adeta bir ağ görevi görerek madde kaybını engellediği düşünülmüştür. Nitekim kinoa ununun lif içeriğinin yüksek olduğu bilinmektedir (Hayıt ve Gül 2019). Su absorpsiyonu düşük olan 3 ve 5 numaralı glutensiz makarna örneklerinin suya geçen madde miktarları da en yüksek değerleri göstermiştir. Glutenli muadillerine göre bu glutensiz makarnaların suya geçen madde miktarlarının yaklaşık 3-4 kat fazla olduğu saptanmıştır. Suya geçen madde miktarı yani katı madde kaybı, pişmiş makarnanın kalitesini ölçmek için önemli bir faktördür. Durum buğday irmiği ile yapılan makarnaların kaliteli bir makarna elde etmek için katı madde kaybının 12 g/100 g'dan daha az olması önemlidir (Delcour ve Hosoney, 2010). Türk gıda kodeksi makarna tebliği'ne (Int Kyn. 2021) göre makarnaların suya geçen madde miktarı en çok %10 olmalıdır. Makarna örneklerinin suya geçen madde miktarlarına bakılınca glutensiz makarna örneklerinin suya geçen madde miktarlarında 7. örnek dışında %10 dan fazla olduğu görülmektedir.

Izydorczyk ve ark. (2005), formülasyona gluten içermeyen un ilavesinin, yapıda protein-niştasta interaksyonunu ya da protein matriksini bozduğunu ve bu sebeple pişme kaybının arttığını bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde; makarna formülasyonlarında buğday unu ile gluten

içermeyen farklı bir un ya da un karışımının yer değiştirmesi, gluten miktarını azaltarak suya geçen madde miktarının artmasına yol açmıştır (Torres ve ark., 2007; Chillo ve ark., 2008; Rajeswari ve ark., 2013; Rosa-Sibakov ve ark., 2016). Bu bilgilerden yola çıkarak bu çalışmada, glutensiz makarnaların suya geçen madde miktarlarının kontrol gruba göre çok olması makarna formülasyonunun da gluten içeriğinin önemli olduğunu göstermektedir. Bu görüş yanında mısır nişastası ve mısır unu karışımlarına peynir altı suyu tozu ve üzüm kabuğu tozu ilave edilerek üretilen glutensiz makarnaların kalite özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, suya geçen madde miktarının peynir altı suyu tozu ve üzüm kabuğu tozu ilavesi ile arttığı; bu durumun, glutensiz ürünlerde gluten ağının olmaması nedeniyle jelatinize nişastanın sızmasına neden olabilecek yüksek lif içeriğinden kaynaklandığını belirtilmiştir (Ungureanu- Iuga ve ark., 2020). Bu durumu destekleyen başka bir çalışmada protein içeriği yüksek glutensiz unların (bezelye, nohut ve mercimek unu) glutensiz makarna formülasyonuna ilavesi durumunda suya geçen madde miktarı %10 aşmadığı fakat kontrol gruba göre arttığı bildirilmiştir (Bouasla ve ark., 2017). Bu sebeplerle glutensiz makarna üretiminde formülasyon geliştirme çalışmalarında bu durum göz önünde bulundurularak, jelatinize nişastanın sızmasına engel olunacak ek çalışmaların da yapılmasının gerektiği düşünülmektedir.

3.4. Glutensiz makarna örneklerinin renk özellikleri

Glutenli ve glutensiz makarna örneklerinin renk değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Makarna örneklerinin renk özellikleri

Örnek	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	ΔE
Kontrol	54,71 \pm 0,69 ^d	9,23 \pm 0,41 ^b	16,45 \pm 0,22 ^b	16,45 \pm 0,18 ^a
GM1	58,27 \pm 0,49 ^b	5,90 \pm 0,10 ^d	15,40 \pm 0,51 ^b	15,40 \pm 0,65 ^b
GM2	48,71 \pm 0,53 ^g	10,69 \pm 0,35 ^a	14,05 \pm 0,38 ^c	14,05 \pm 0,28 ^c
GM3	52,35 \pm 0,38 ^e	7,34 \pm 0,02 ^c	12,46 \pm 0,24 ^d	12,46 \pm 0,21 ^d
GM4	50,08 \pm 0,26 ^f	9,36 \pm 0,18 ^b	25,03 \pm 0,15 ^a	10,40 \pm 0,10 ^e
GM5	62,38 \pm 0,85 ^a	-0,04 \pm 0,33 ^e	14,69 \pm 0,29 ^e	14,69 \pm 0,66 ^e
GM6	52,25 \pm 0,54 ^c	6,92 \pm 0,21 ^c	10,08 \pm 0,12 ^c	11,08 \pm 0,84 ^c

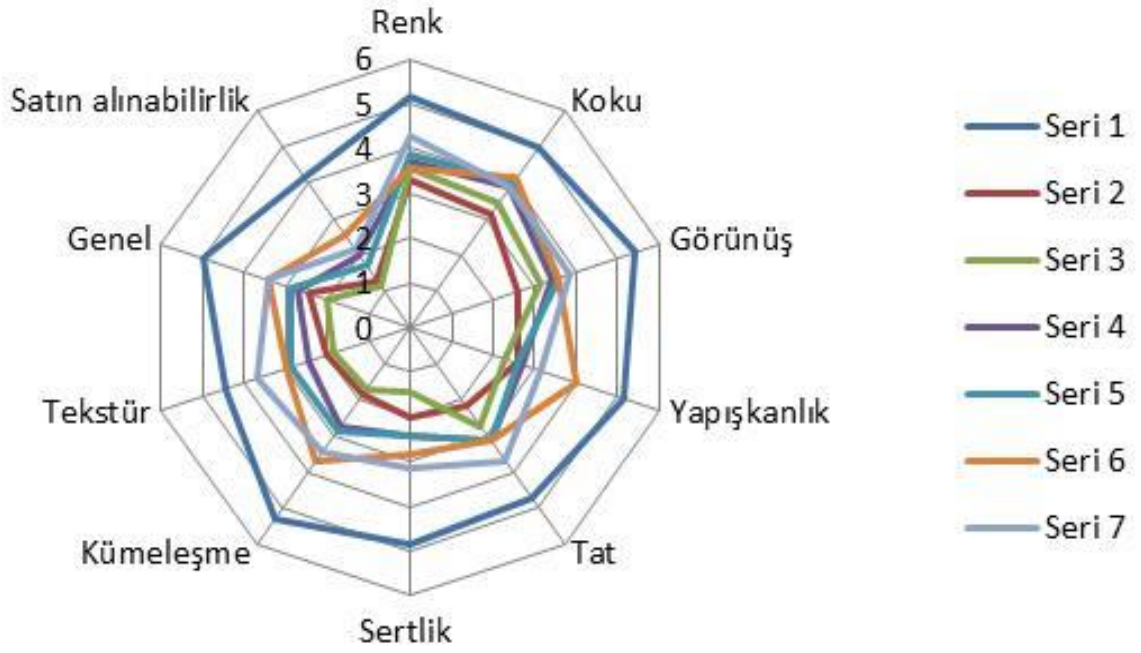
* a-e; Bir kritere ait kolondaki farklı harfler, istatistiksel olarak ortalamalar arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir (P<0,05).

Renk, gıda ürünlerine estetik değer kattığı için önemli bir parametredir (Bolarinwa ve Oyesiji, 2021). Makarna rengi ise, makarna kalite değerlendirmesi için önemlidir (Petitot ve ark., 2010) Makarna örneklerinin renk değeri incelendiğinde L değeri için 48,71-62,38 aralığında; a değeri için -0,04-10,69 aralığında; b değeri için 10,69-25,03 aralığında değerler aldığı görülmektedir. Glutensiz makarna örneklerinin L parlaklık değerleri en fazla 62,38 değeri ile %100 pirinç unundan yapılan 6 numaralı örnekte, en düşük ise %90 mısır unu %10 esmer pirinç unu ile yapılan 3 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Şekil 1'de verilen makarna örneklerinden de 6 numaralı örneğin diğerlerine göre daha açık renk olduğu net bir şekilde görülebilmektedir. Makarna formülasyonuna %10 esmer pirinç unu eklenmesi makarnaların renklerinin daha koyu olmasına neden olmuştur.

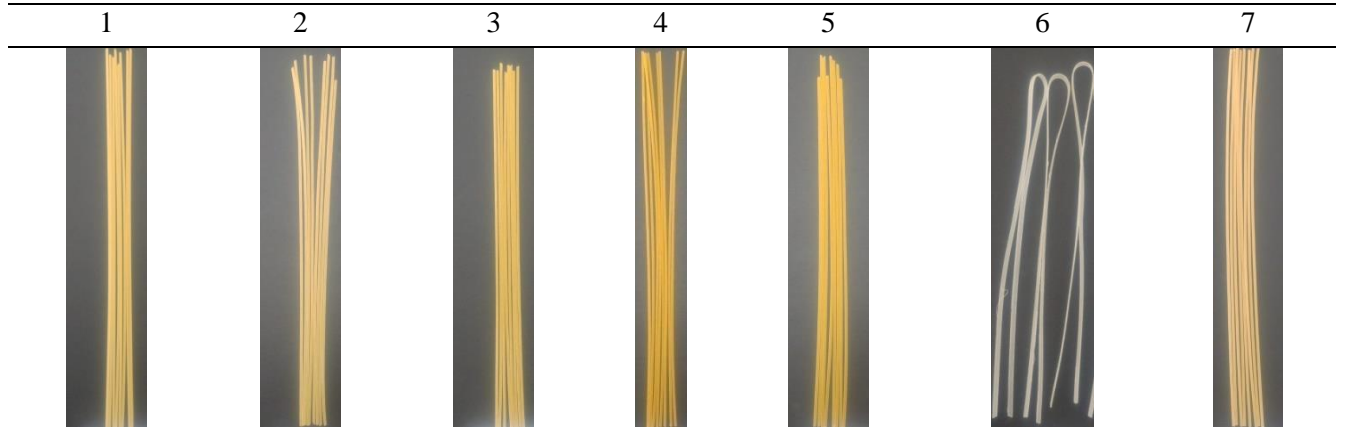
Makarna örneklerinin renk değerleri üzerinde; katkı çeşidi, dolgu materyali ve katkı oranı faktörleri ile “Katkı çeşidi x dolgu materyali”, Katkı çeşidi x katkı oranı”, “Dolgu materyali x katkı oranı” ve “Katkı çeşidi x dolgu materyali x katkı oranı” interaksiyonları istatistiki olarak önemlidir (Cankurtaran, 2016). Çalışmada incelenen glutensiz makarnaların bileşimlerinin farklı olması L, a, b ve ΔE değerinde farklılıklara sebep olmuştur. Mısır unu içeren örneklerde parlaklığın azaldığı görülmektedir. a (kırmızılık) değeri -0,04 ve 10,69 aralığında; b (sarılık) 12,46-25,03 aralığında; ΔE 10,40-16,45 aralığında değerler almıştır. Kırmızılık değeri %100 pirinç unundan yapılan glutensiz makarnalarda en düşük, %90 mısır unu+%10 esmer pirinç unu içeren glutensiz makarnalarda ise en yüksek değeri almıştır. Makarna tüketici tercihleri için sarı renk tercih sebebi olmaktadır (Pehlivan ve ark., 2008). Özellikle sarı renk değeri olan b değeri incelendiğinde glutensiz örneklerin kontrol gruptan farklı değerler aldığı görülmektedir. Mısır ununun sarılık renk değeri oldukça yüksektir (Altındağ 2011). Geleneksel buğday makarnaları da genellikle sarı olduğu için (Ugarcic-Hardi ve ark., 2003) glutensiz makarna üretiminde kullanılan mısır ununun ürünün sarılık renk değeri üzerinde etkisinin önemli olduğu düşünülmektedir.

3.5. *Glutensiz makarna örneklerinin duyuusal özellikleri*

Şekil 1 incelendiğinde; glutensiz makarna örnekleri duyuusal parametrelerin hepsinde kontrol gruba göre daha düşük puanlar aldığı görülmektedir. Renk, görünüş (Şekil 2), koku, tat ve tekstür bakımından kontrol gruba en yakın glutensiz örnek 7. örnek olurken; genel beğenilirlik ve satın alına bilirlik puanları tüm glutensiz makarnalarda kontrol gruba göre düşmüştür. Pirinç unu ile yapılan glutensiz makarna formülasyonuna soya unu ilavesi ürünün duyuusal özelliklerini arttırmaktadır (Bolarinwa ve Oyesiji 2021). Benzer olarak Mirhosseini ve ark. (2015), tarafından yapılan çalışmada da ticari olarak satılan glutensiz makarnalar kabak unu ilaveli glutensiz makarna örneklerine göre duyuusal değerlendirme de düşük puanlar almıştır. Çalışmada incelenen glutensiz makarna örnekleri pirinç unu, pirinç ve mısır nişastasından üretilmiş olması beğenilirliğin düşük olmasını açıklamaktadır. Diğerlerinden farklı olarak sadece 7. örnek kinoa ilavelidir. Renk, koku, tat ve tekstürde kontrol gruba benzer değerler alması bununla ilişkilendirilmiştir. Aksi fikir olarak bir çalışmada bezelye, nohut ve mercimek unununun pirinç unu ile yapılan glutensiz makarna örneklerine ilavesi duyuusal değerlendirmede görünüm, renk, lezzet, yapışkanlık ve genel kabul edilebilirlik açısından fark yaratmadığı bildirilmiştir (Bouasla ve ark., 2017).



Şekil 1. Makarna örneklerinin duysal özellikleri



Şekil 2. Makarna örneklerinin görselleri

3.6. Glutensiz makarna örneklerinin tekstür özellikleri

Gıdaların tekstür özellikleri, tüketicilerin ürün beğenisini sağlanması açısından kritik bir parametredir (Desai ve ark., 2018). Makarnaların paketlenme, taşıma ve depolama prosesleri sırasında dayanıklı olması, kırılmaması gerekmektedir (Jayasena ve Nasar-Abbas 2012). Bu sebeple kuru makarnalar için analiz edilen kırılma ve sertlik değerleri önemli parametrelerdir.

İncelenen makarna örneklerinin sertlik ve kırılma değerleri Tablo 5'te verilmiştir. Kuru makarna örneklerinde sertlik değeri 182,23-403,74 g aralığında değişkenlik göstermiştir. Glutensiz makarnalardan bazıları sertlik ve kırılma değerleri açısından kontrol gruba benzermiştir. Daha yüksek ve daha düşük sertlik değerine sahip olan glutensiz makarna örnekleri de mevcuttur. Kırılma değerleri tüm örneklerde 25,61- 31-80 mm değerleri arasında değerler göstermiştir.

Tablo 5. Kuru makarna örneklerinde sertlik ve kırılgenlik

Örnek	Sertlik (g)	Kırılgenlik (mm)
Kontrol	310,26 [*] ±1,76 ^b	30,48±0,07 ^c
GM1	330,30±6,87 ^b	31,19±0,03 ^b
GM2	403,74±6,60 ^a	30,36±0,07 ^c
GM3	253,43±7,58 ^c	30,21±0,15 ^c
GM4	242,82±7,79 ^c	31,80±0,04 ^a
GM5	182,23±2,23 ^d	25,61±0,22 ^d
GM6	258,58±12,41 ^c	31,60±0,10 ^a

* a-d; Bir kritere ait kolondaki farklı harfler, istatistiksel olarak ortalamalar arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir (P<0,05).

Makarnanın pişme kalitesini belirlemede en önemli kıstas tekstürel özelliklerdir. Pişmiş makarna yenilirken yapışkan olmamalı ve ısırdığı zaman ağızda hafif sertlik hissini vermelidir (Büyükbeşe ve ark., 2020). Glutenli ve glutensiz pişmiş makarna örneklerinin tekstür değerleri Tablo 6’da verilmiştir. Pişmiş makarnaların sertlik değeri 1891-3172 g aralığında tespit edilmiştir. Değerler incelendiğinde glutensiz makarnaların sertlik değerinin kontrol gruba göre yüksek olduğu görülmektedir. Sertlik, bir kuvvet uygulandığında malzemenin mekanik direnci hakkında bilgi veren, dağılmaya karşı koyan kuvvet ile ilgili bir kavramdır (D’Egidio ve Nardi, 1996). Bu özellik genellikle ilk ısırık ile ilgilidir ve bu nedenle gıda ne kadar sert olursa, ilk ısırık için o kadar fazla kuvvet gerekir. Bu faktör, doğal gıda özellikleri ve tüketici beğenisi dikkate alındığında son derece önemlidir (Vieira ve ark., 2021). Tüketiciler için gıdaların tekstür özellikleri ürünün kabul edilebilirliği açısından kritik bir parametredir (Desai ve ark., 2018)

Tablo 6. Makarna örneklerinin TPA özellikleri

Örnek	Sertlik g	Yapışkanlık g. sec	Esneklik	Kohezyon	Çiğneyebilirlik	Elastikiyet
Kontrol	2074,84 [*] ±16,28 ^d	-22,13±4,23 ^a	0,88±0,00 ^{abc}	0,69±0,01 ^{abc}	1276,22±28,78 ^c	1,05±0,02 ^c
GM1	2840,33±30,29 ^b	-18,11±1,40 ^a	0,88±0,01 ^{abc}	0,66±0,01 ^{abc}	1648,92±16,31 ^{ab}	0,97±0,01 ^{cd}
GM2	2322,78±33,63 ^c	-17,70±1,56 ^a	0,87±0,01 ^{bc}	0,73±0,01 ^a	1477,17±50,30 ^{bc}	1,22±0,05 ^b
GM3	2956,84±44,63 ^b	-17,93±1,10 ^a	0,90±0,00 ^a	0,59±0,04 ^c	1590,59±117,38 ^{ab}	0,99±0,06 ^{cd}
GM4	2850,23±68,41 ^b	-21,37±2,55 ^a	0,89±1,11 ^{ab}	0,71±0,06 ^{ab}	1807,17±48,73 ^a	1,10±0,05 ^{bc}
GM5	1891,73±60,35 ^e	-20,01±0,56 ^a	0,85±0,01 ^c	0,76±0,07 ^a	1247,78±187,65 ^c	1,48±0,04 ^a
GM6	3172,06±12,41 ^a	-16,06±1,44 ^a	0,90±0,00 ^a	0,61±0,01 ^{bc}	1737,63±57,28 ^{ab}	0,85±0,02 ^d

* a-d; Bir kritere ait kolondaki farklı harfler, istatistiksel olarak ortalamalar arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir (P<0,05).

Serin (2018) tarafından yapılan çalışmada, mısır ve pirinç bazlı glutensiz un formülasyonu ile üretilen glutensiz makarna örneklerinde sertlik değeri 1427-1978g aralığında değişmiştir. Aynı çalışmada belirlenen glutensiz un formülasyonuna %30 mercimek, nohut, kinoa ve karabuğday unlarının ilavesi ile sertlik değeri 1252- 2198 g aralığında değiştiği raporlanmıştır. Baah vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada, glutensiz makarna örneklerinin sertlikleri 8,69-22,1 N (869-2210 G); yapışkanlık değerlerinin -0,37 ile -0,58 N aralığında olduğu, sertlik arttıkça yapışkanlık değerinin de azaldığı bildirilmiştir. Yeyinli (2006) tarafından yapılan çalışmada, pişmiş makarnaların sertlik değeri 6,96-7,30g.cm aralığında; yapışkanlık değeri 82,64-105,76 g aralığında belirlenmiştir. İncelenen makarna

örneklerinde de sertliğin farklı bir aralıkta çıkması formülasyonlarında farklılıklarının olmasından kaynaklanmaktadır (Lai 2001; Raina ve ark., 2005; Gallegos-Infate ve ark., 2010)

Gluten içermeyen gıdalarda genel olarak karşılaşılan önemli bir kalite kusuru da tekstürel özelliklerdir. Bu durumu önlemek için genellikle formülasyona farklı gamlar, enzim ve modifiye nişasta ilave edilerek tekstürel özellikleri iyileştirilmeye çalışılmaktadır (Gusmão ve ark., 2019). Buğday irmiğinden yapılan makarna formülasyonuna farklı glutensiz ürünlerin ilavesiyle birlikte sertliğin artması beklenen bir durumdur. Bu durum glutenin azalması veya toplam proteinin artmasına bağlanmaktadır (Bahnassey ve Khan, 1986; Doxastakis ve ark., 2007).

Tekstür özelliği olarak yapışkanlık, pişmiş makarna yüzeyinin dil, diş, damak veya ellere yapışma durumunu ifade etmektedir (Del Nobile ve ark., 2005). Yüzey özellikleri ile ilgili bir parametredir (D'Egidio ve Nardi, 1996). Örneklerin yapışkanlık değerleri -16,06 - -21,37 g.sec olarak belirlenmiştir. Örnekler arasında istatistiki bir fark olmadığı görülmektedir (Tablo 6).

Esneklik değerleri incelendiğinde glutensiz makarnalardan bazılarının kontrol gruba göre daha yüksek esneklik değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Oysaki gluten miktarının azalması esnekliği azaltan bir durumdur (Silva ve ark., 2013). Bu duruma makarna formülasyonuna ilave edilen farklı unların sebep olduğu öngörülmektedir. Kohezyon fiziksel anlamda iç bağların kuvveti hakkında bilgi veren bir değerdir. Makarna örneklerinin kohezyon değerinin 0,59 – 0,76 aralığında olduğu belirlenmiştir. Glutensiz makarnaların kontrol guruba yakın değerler aldığı görülmektedir. Bu durumda glutensiz makarna formülasyonuna ilave edilen katkı maddelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Makarna örneklerinin çignenebilirlik değeri 1247,78 - 1807,17 aralığında, elastikiyet değerinin ise 0,97 - 1,48 değerler almıştır. Glutensiz makarnalarda sertlikle birlikte bu değerlerin de kontrol gruba göre yüksek olduğu belirlenmiştir.

4. Sonuç

Çölyak hastaları ve glutensiz beslenmeyi seçmiş tüketiciler için üretilen ürünlerin çoğu farklı nişastalar kullanılarak üretildiği için besin değerleri düşmektedir. Özellikle hasta grup tüketicilerin iyi beslenmeleri gerektiği göz önünde bulundurulursa glutensiz ürün gruplarının formülasyonlarının gözden geçirilmesi gerekmektedir. Formülasyonlarda, mineral madde, antioksidan, fenolik madde, diyet lif içeriklerini geliştirecek özel bileşenler kullanılmalıdır. Bu çalışmada ticari olarak satışı olan altı farklı marka glutensiz makarna içeriği incelenmiş yine satışı olan normal makarna örneği ile karşılaştırılmıştır. Glutensiz makarnaların kül içerikleri, antioksidan ve fenolik madde içeriklerinin daha farklı glutensiz ürün grupları ile desteklenerek artırılması gerekmektedir. Tüketiciler ilk olarak ürünü görsel olarak değerlendirdikleri için renk ve şekil-yapı özelliklerinin kabul edilebilir özellikte olması ve daha sonra duyuşal olarak beğenmeleri gerekmektedir. Bu çalışmada incelenen glutensiz makarna örneklerinin duyuşal değerlendirilmesinde normal makarnaya göre tüm parametrelerin tüketiciler tarafından düşük puanlar aldığı belirlenmiştir. İleride yapılacak glutensiz makarna

formülasyon geliştirme çalışmalarında tüketicinin beğenisi de göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynakça

- AACC. Approved methods of the american association of cereal chemists methods 08-01, 44-01, 66-50, tenth ed. The Association, St Paul, MN. 2000.
- Ainsa A., Vega A., Honrado A., Marquina P., Roncales P., Gracia JAB., Morales JBC. Gluten-free pasta enriched with fish by-product for special dietary uses: technological quality and sensory properties. *Foods* 2021; 10(12): 3049.
- Aksoylu Z. Bisküvinin fonksiyonel özellik taşıyan bazı bitkisel ürünlerce zenginleştirilmesi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa no:144, Manisa, Türkiye, 2012.
- Albuja-Vaca D., Yopez C., Vernaza MG., Navarrete, D. Gluten-free pasta: development of a new formulation based on rice and lupine bean flour (*Lupinus Mutabilis*) using a mixture-process design. *Food Science and Technology* 2019; 40(1): 408-414.
- Arcangelis E., Cuomo F., Trivisonno MC., Marconi E., Messia MC. Gelatinization and pasta making conditions for buckwheat gluten-free pasta. *Journal of Cereal Science* 2020; 95(1): 103073
- Baah RO., Duodu KG., Emmambux MN. Cooking quality, nutritional and antioxidant properties of gluten-free maize-Orange-fleshed sweet potato pasta produced by extrusion. *LWT* 2022; 162(1): 113415.
- Bahnassef Y., Khan K. Fortification of spaghetti with edible legumes. II. Rheological, processing, and quality evaluation studies. *Cereal Chemistry* 1986; 63(3): 216-219.
- Balakireva AV., Zamyatnin AA. Properties of gluten intolerance: gluten structure, evolution, pathogenicity and detoxification capabilities. *Nutrients* 2016; 8(10): 644.
- Bolarinwa IF., Oyesiji OO. Gluten free rice-soy pasta: proximate composition, textural properties and sensory attributes. *Heliyon* 2021; 7(1): 06052.
- Büyükbese D., Emre EE., Kaya A. Farklı oranlarda gam, protein ve emülgatör kullanımı ve jelatinizasyonun pirinç makarnası kalitesine etkisi. *Akademik Gıda* 2020; 18(1): 45-63.

- Cankurtaran T. Dolgulu ve dolgunsuz yaş makarna üretiminde buğday kepeği ve buğday ruşeymi katkısının bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi,139, Konya,2016.
- Chillo S., Laverse J., Falcone PM., Del Nobile MA. Quality of spaghetti in base amaranthus wholemeal flour added with quinoa, broad bean and chick pea. *Journal of Food Engineering* 2008; 84(1): 101–107.
- Cleary L., Brennan C. The influence of a (1/3) (1/4) e b e d e glucan rich fraction from barley on the physico-chemical properties and in vitro reducing sugars release of durum wheat pasta. *International Journal of Food Science and Technology* 2006; 41(2): 910-918.
- Culetu A., Duta DE., Papageorgiou M., Varzakas T. The Role of hydrocolloids in gluten-free bread and pasta; rheology, characteristics, staling and glycemic index. *Foods* 2021; 10(12): 3121.
- D’Egidio MG., Nardi S. Textural measurement of cooked spaghetti”, (Eds: J. E. Kruger, R. B. Matsuo and J. W. Dick), *Pasta and noodles technology*, St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists 1996; 133-156.
- Değirmenci G. Bazı makarnalık buğday (*Triticum Durum* Desf.) çeşitlerinin verim, kalite ve antioksidan aktivite özelliklerinin belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 2017.
- Delcour J., Hosney R. *Principles of cereal science and technology* (pp. 229-239). Saint Paul: AACC International 2010.
- Desai A., Brennan MA. Brennan CS. The effect of semolina replacement with protein powder from fish (*Pseudophycis bachus*) on the physicochemical characteristics of pasta. *LWT - Food Science and Technology* 2018; 89(4): 52-57.
- Doxastakis G., Papageorgiou M., Mandalou D., Irakli M., Papalamprou E., D’Agostina A., Arnoldi A. Technological properties and non-enzymatic browning of white lupin protein enriched spaghetti. *Food Chemistry* 2007; 101(1): 57-64.
- Elgün A., Ertugay Z., Certel M., Kotancılar HG. Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, Erzurum 2002.
- Elgün A., Türker S., Bilgiçli N. Tahıl ürünleri teknolojisi. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü. Konya 2015.
- El-Sohaimy SA., Brennan M., Darwish AMG., Brennan C. Physicochemical, texture and sensorial evaluation of pasta enriched with chickpea flour and protein isolate. *Annals of Agricultural Sciences* 2020; 65(1): 28-34.
- Ertaş N., Aslan M., Çevik A. Improvement of structural and nutritional quality of gluten free pasta. *Journal of Culinary Science & Technology* 2022; 14(5):1-19.
- Fuad T., Prabhasankar P. Role of ingredients in pasta product quality: a review on recent developments. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2010; 50(8): 787-798.

- Gallegos-Infante JA., Rocha-Guzman NE., Gonzales-Laredo RF., OchoaMartinez LA., Corzo N., Bello-Perez LA., Medina-Torres L. PeraltaAlvarez LE. Quality of spaghetti pasta containnig mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry* 2010; 119(4): 1544-1549.
- Gao Y., Janes ME., Chaiya B., Brennan MA., Brennan CS., Prinyawiwatkul W. Gluten-free bakery and pasta products: prevalence and quality improvement. *International Journal of Food Science & Technology* 2018; 53(1): 19-32.
- Hayıt F., Gül H. Kinoa ununun ve kısmi pişirilerek dondurma yönteminin glutensiz ekmek kalitesi üzerine etkisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi* 2019; 9(2): 406-427.
<https://www.makarna.org.tr/d/makarna-sektoru/makarna-uretimi/41/> (Erişim 02.03.2022)
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2002/03/20020305.htm#10> (Erişim 12.04.2021)
- Izydorczyk MS., Lagasse SL., Hatcher DW., Dexter JE. Rossnagel BG. The enrichment of Asian noodles with fiber-rich fractionsderived from roller milling of hull-less barley. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2005; 85 (12): 2094-2104.
- Johnston CS., Snyder D., Smith C. Commercially available gluten-free pastas elevate postprandial glycemia in comparison to conventional wheat pasta in healthy adults: a double-blind randomized crossover trial. *Food & function* 2017; 8(9): 3139-3144.
- Kieffer R., Wieser H., Henderson MH. Graveland A. Correlations of the breadmaking performance of wheat flour with rheological measurements on a micro-scale. *Journal of Cereal Science* 1998; 27(5): 53-60.
- Lai HM. Effects of rice properties and emulsifiers on the quality of rice pasta. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2001; 82(1): 203-216.
- Larrosa V., Lorenzo G., Zaritzky N., Califano A. Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta. *LWT* 2016; 70(3), 96-103.
- Larrosa V., Lorenzo G., Zaritzky N., Califano A. Optimization of rheological properties of gluten-free pasta dough using mixture design. *Journal of Cereal Science* 2013; 57(3): 520-526.
- Lorusso A., Verni M., Montemurro M., Coda R., Gobbetti M. Rizzello CG. Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features, *LWT-Food Science and Technology* 2017; 78(1): 215-221.
- Lucisano M., Cappa C., Fongaro L., Mariotti M. Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: Evaluation of the cooking behaviour. *Journal of Cereal Science* 2012; 56(3): 667-675.
- Marti A., and Padalino MA. What can play the role of gluten in gluten free pasta?, *Trends in Food Science & Technology* 2013; 31(1): 63-71.
- Mirhosseini H., Rashid NFA., Amid BT., Cheong KW., Kazemi M., Zulkurnain M. Effect of partial replacement of corn flour with durian seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture

- properties, and sensory attributes of gluten free pasta. *LWT-Food science and Technology* 2015; 63(1): 184-190.
- Morreale F., Boukid F., Carini E., Federici E., Vittadini E., Pellegrini N. An overview of the Italian market for 2015: Cooking quality and nutritional value of gluten-free pasta. *International Journal of Food Science & Technology* 2019; 54(3): 780-786.
- Morreale F., Boukid F., Carini E., Federici E., Vittadini E., Pellegrini N. An overview of the Italian market for 2015: Cooking quality and nutritional value of gluten-free pasta. *International Journal of Food Science & Technology* 2019; 54(3): 780-786.
- Orlandin L., Botelho R., de Lacerda L., Zandonadi R., Figueiredo L., Queiroz V. Gluten-free sorghum pasta: composition and sensory evaluation with six different sorghum genotypes. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* 2019; 119(10): A127.
- Özgören E. 2019. Balık eti kullanımının makarna kalite özellikleri üzerine etkisi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 154, Denizli, 2019.
- Özkaya B., Özkaya H. Mısır katkı unların teknolojik özelliklerine vital gluten ve SSL'nin (Na-Stearoyl-2-Lactilate) etkileri. *Gıda* 1992; 17(6).
- Padalino L., Conte A., Del Nobile MA. Overview on the general approaches to improve gluten-free pasta and bread. *Foods* 2016; 5(4): 87.
- Padalino L., Mastromatteo M., Lecce L., Cozzolino F., Del Nobile MA. Manufacture and characterization of gluten-free spaghetti enriched with vegetable flour. *Journal of Cereal Science* 2013; 57(3): 333-342.
- Pehlivan A., Evlice A., Şanal T., Çinkaya N., Özderen T., Keçeli A. Makarnalık buğdaylarda (*Triticum durum* Desf.) irmik rengi ile tane rengi arasındaki ilişkinin incelenmesi. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran 2008, KONYA
- Petitot M., Boyer L., Minier C., Micard V. Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation. *Food Research International* 2010; 43(2): 634-641.
- Purwandari U., Khoiri A., Muchlis M., Noriandita B., Zeni NF., Lisdayana N., Fauziyah E. Textural, cooking quality, and sensory evaluation of gluten-free noodle made from breadfruit, konjac, or pumpkin flour. *International Food Research Journal* 2014; 21(4): 1623.
- Rachman A., Brennan MA., Morton J., Brennan CS. Gluten-free pasta production from banana and cassava flours with egg white protein and soy protein addition. *International Journal of Food Science & Technology* 2020; 55(8): 3053-3060.
- Raina CS., Singh S., Bawa AS., Saxena DC. Textural characteristics of pasta made from rice flour supplemented with proteins and hydrocolloids. *Journal of Texture Studies* 2005; 36(3): 402-420.
- Rajeswari G., Susanna S., Prabhasankar P., Venkateswara Rao G. Influence of onion powder and its hydrocolloid blends on pasta dough, pasting, microstructure, cooking and sensory characteristics. *Food Bioscience* 2013; 14(2):13-20.

- Rocchetti G., Lucini L., Chiodelli G., Giuberti G., Montesano D., Masoero F., Trevisan M. Impact of boiling on free and bound phenolic profile and antioxidant activity of commercial gluten-free pasta. *Food Research International* 2017; 10(5): 69-77.
- Rosa-Sibakov N., Heiniö RL., Cassan D., Holopainen-Mantila U., Micard V., Lantto R., Sozer N. Effect of bioprocessing and fractionation on the structural, textural and sensory properties of gluten-free faba bean pasta. *LWT-Food Science and Technology* 2016; 6(7): 27-36.
- Serin A. Glutensiz makarna formülasyonlarının farklı ingrediyeentlerle zenginleştirilmesi ve makarna kalitesinin artırılması. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans Tezi, 2018.
- Silva NAB., Silva JC., dos Reis Silva SL., Gonçalves ACA., da Silva WA., Pires CV., Trombete FM. Desenvolvimento e avaliação sensorial de massa de pizza sem glúten, fonte de fibras e adicionada de psyllium. *Caderno de Ciências Agrárias* 2019; 11(3): 1-8.
- Simonato B., Curioni A., Pasini G. Digestibility of pasta made with three wheat types: A preliminary study. *Food Chemistry* 2015; 17(4): 219-225.
- Singleton VL., Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology And Viticulture* 1965; 16(3): 144-158.
- Suo X., Dall'Asta M., Giuberti G., Minucciani M., Wang Z., Vittadini E. The effect of chickpea flour and its addition levels on quality and in vitro starch digestibility of corn-rice-based gluten-free pasta. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 2022; 73(5): 600-609.
- Szczesniak AS. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference* 2002; 13(4): 215-225.
- Teterycz D., Sobota A., Zarzycki P., Latoch A. Legume flour as a natural colouring component in pasta production. *Journal of Food Science and Technology* 2020; 57(1):301-309.
- Thakur A., Vaidya D., Kumar S., Kaushal M., Chauhan N. Standardization and characterization of Himalayan wild apricot (geographical indicator) kernel press cake protein isolate and utilization for manufacture of gluten-free pasta. *Journal of Food Processing and Preservation* 2022; 46(2): e16271.
- Torres A., Frias J., Granito M. Vidal-Valverde C. Germinated cajanus cajan seeds as ingredients in pastaproducts: Chemical, biological and sensory evaluation. *Food Chemistry* 2007; 101(1): 202-211.
- Udachan I., Gatade A., Ranveer R., Lokhande S., Mote G., Sahoo AK. Quality evaluation of gluten-free brown rice pasta formulated with green matured banana flour and defatted soy flour. *Journal of Food Processing and Preservation* 2022;10(1): 16448.
- Ugarčić-Hardi Ž., Hackenberger D., Šubarić D., Hardi J. Effect of soy, maize and extruded maize flour addition on physical and sensory characteristics of pasta. *Italian Journal of Food Science* 2003; 15(2): 277-286.
- Ungureanu-Iuga M., Dimian M., Mironeasa S. Development and quality evaluation of gluten-free pasta with grape peels and whey powders. *Lwt* 2020; 130(1): 109714.

Vieira A., Silva A., Albuquerque A., Almeida R., Rodrigues T., Silva L., Duarte M., Cavalcanti-Mata M., Rocha A. Effects of long-term frozen storage on the quality and acceptance of gluten-free cassava pasta. *Heliyon* 2021; 7(8): 1-9.