

TAM ARPA UNU İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ SPAGETTİ MAKARNANIN BESİNSEL, TEKSTÜREL VE PIŞME ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet Köten^{1*}, Ayhan Atlı²

¹Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Yusuf Şerefoğlu Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Kilis, Türkiye

²Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

Geliş / Received: 30.06.2020; Kabul / Accepted: 19.12.2020; Online baskı / Published online: 28.12.2020

Köten, M., Atlı, A. (2021). Tam arpa unu ile zenginleştirilmiş spagetti makarnanın besinsel, tekstürel ve pişme özelliklerinin belirlenmesi. *GIDA* (2021) 46(1) 53-68 doi: 10.15237/gida.GD20085.

Köten, M., Atlı, A. (2021). Determination of nutritional, textural and cooking properties of spaghetti pasta enriched with whole barley flour. *GIDA* (2021) 46(1) 53-68 doi: 10.15237/gida.GD20085.

ÖZ

Bu çalışmada, besinsel lif içeriği diğer bazı lif kaynaklarına göre daha yüksek olan arpanın makarna yapımında kullanım olanağı araştırılmıştır. İrmige tam arpa unu, değişik oranlarda (% 0, 10, 20, 30, 40 ve 50) katılmak suretiyle spagetti tipinde makarna üretilmiştir. Spagetti örnekleri bazı besinsel ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; arpa unu ilavesi, spagetti örneklerinin protein ve kül miktarlarını kontrole göre artırmıştır. Renk özellikleri kontrole göre düşük bulunmuştur. İrmige arpa unu katılması ile örneklerin tüm tekstür özellikleri olumsuz etkilenmiştir. Spagetti örnekleri duyuşal değerlendirmede kontrole göre daha düşük puanlar almıştır. Arpa unu katkılı spagetti örnekleri fonksiyonel bileşenler (toplam besinsel lif, β -glukan, fitik asit) bakımından fitik asit hariç kontrolden daha üstün bulunmuştur. Ayrıca örnekler element içeriği bakımından da kontrolden oldukça yüksek değerlere sahip olmuşlardır.

Anahtar kelimeler: Makarna, spagetti kalitesi, arpa, besinsel lif, fitik asit

DETERMINATION OF NUTRITIONAL, TEXTURAL AND COOKING PROPERTIES OF SPAGHETTI PASTA ENRICHED WITH WHOLE BARLEY FLOUR

ABSTRACT

In this study, the possibility of using barley, which contains a higher dietary fiber than some other dietary fiber sources in pasta making, was investigated. Spaghetti type pasta was produced by adding whole barley flour to semolina at different ratios (0, 10, 20, 30, 40, and 50%). Spaghetti samples were analyzed for some nutritional and quality properties. According to the results; addition of barley flour increased the protein and ash content of spaghetti samples compared to control. Color properties of spaghetti samples prepared with barley flour were lower than control. Texture properties of samples were negatively affected by adding barley flour. Sensory evaluation of spaghetti samples scored lower than control. Spaghetti samples with barley flour were superior in terms of functional properties (total dietary fiber, β -glucan, phytic acid) than control except phytic acid. In addition, samples had quite high values in terms of mineral matter content compared to control.

Key words: Pasta, spaghetti quality, barley, dietary fiber, phytic acid

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: mehmetkoten@gmail.com,

☎: (+90) 533 765 55 69

☎: (+90) 348 813 93 92

Mehmet Köten; ORCID no: 0000-0002-8232-8610

Ayhan Atlı; ORCID no: 0000-0003-4207-6671

GİRİŞ

Makarna tahıl ürünleri içerisinde çok eskiden beri bilinen ve dünyada da en yaygın olarak tüketilen gıdalardan birisidir. Makarna bugün buğdaydan yapılan sanayi ürünleri içerisinde, üretim miktarı ve beslenme üzerindeki önemi bakımından, ekmeğin sonraları gelmektedir. Makarnanın bu kadar yaygın olmasının nedenleri, uzun süre muhafaza edilebilmesi, çeşitliliği, kolayca hazırlanması, lezzeti, besleyiciliği ve ucuz bir gıda maddesi olmasıdır. Bu nedenle, makarna ülkemizde de gelecek vaat eden gıda sanayi ürünleri arasında yer almaktadır (Köten vd., 2014).

Özellikle ekonomik bakımdan gelişmiş, refah seviyesi yüksek toplumlarda bir yandan insanların bedensel etkinliklerinin azalması, diğer yandan rafine edilmiş besinsel lif içeriği düşük gıdaların beslenmede yaygın bir şekilde kullanılması sonucu; kalp-damar hastalıkları, sindirim sistemi hastalıkları, aşırı şişmanlık, diyabet (şeker) ve barsak hastalıkları gibi bazı rahatsızlıkların oranı artış göstermiştir. Bu nedenle besinsel lifin metabolik önemi ve sağlık açısından yararı üzerine yapılan çalışmalar yoğunlaşmıştır (Gül, 2007). Günlük diyetlerinin önemli bir kısmını saflaştırılmış ürünlerden sağlayan ve ekonomik bakımdan güçlü birçok Avrupa ülkesi ve ABD’de bu tür gıdaların neden olduğu ve medeniyet hastalıkları olarak bilinen rahatsızlıkların dikkate değer bir düzeye gelmesi sonucunda özellikle son yıllarda lifli gıdaların tüketimine doğru bir yönelme başlamıştır. Bunun sonucu olarak da başta kepekli ekmeğin olmak üzere tam tahıl ürünlerinin pazar payları önemli düzeyde artmıştır (Sungur ve Ercan, 2003). Tam tahıl; besinsel lif, mineral, vitamin, fenolik maddeler, antioksidan, nişasta, lignin ve çok az doymuş yağ asidi içermesi açısından önem taşımaktadır. Bu besleyici bileşenler tane içerisine düzgün bir şekilde dağılmamış olup en çok embriyo ve kepek kısmında bulunmaktadır. Ayrıca bu bileşenlerin kanser, bağırsak, kalp, yüksek kolesterol, yüksek kan basıncı, obozite ve tip 2 diyabet gibi hastalık risklerini azaltıcı etkilerinin olduğu bilimsel çalışmalarla ortaya konmuştur (Slavin, 2004; Anonymous, 2007a; Anonymous, 2007b). Ancak öğütme sırasında bu kısımlar ayrılmakta ve

hastalıklara karşı koruyucu etkisi olan önemli besin öğelerinin kaybı da kaçınılmaz olmaktadır.

FDA (Food and Drug Administration) tarafından 1949 yılında demir (Fe) ve vitaminlerce zenginleştirmede makarnanın en önde gelen gıda olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca WHO (World Health Organization) ile FDA beslenme yönü zenginleştirilecek en iyi gıdanın makarna olduğu üzerinde görüşler de dile getirmişlerdir (Chillo vd., 2008a).

Makarna ile ilgili olarak ürün çeşitlemesi ve yeni ürün geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar devam etmektedir. Makarnanın özellikle beslenme değerinin artırılması ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalarda genellikle makarnaya baklagil unları, kepek ve yağlı tohumlar katılıp makarnanın besin değeri artırılmaya çalışılmıştır (Gallegos-Infante vd., 2010; Petitot vd., 2010; Nasehi vd., 2009; Chillo vd., 2008b; Torres vd., 2007; Basman vd., 2006; Zhao vd., 2005). Makarnaya bunların dışında diğer tahılların katılması suretiyle de makarnanın besin değerinin artırılabilirliği göz ardı edilmemelidir. Özellikle günümüzde tam tahıllı ve lifçe zengin ürünlere ilginin artmasıyla fonksiyonel makarna üretmek için yeni bir takım formülasyonlara ihtiyaç vardır.

Arpa besinsel lif içeriği bakımından oldukça zengin bir tahıl olup bu amaçla yararlanılabilecek kaynakların başında gelmektedir. Arpa başlıca hayvan yemi olarak kullanılmasının yanı sıra bira ve viski üretiminde de kullanılmaktadır. Ancak, arpanın insan gıdalarında katkı olarak kullanılma potansiyelinin daha çok artırılması gerekmektedir. Çünkü son yıllarda, arpada yüksek miktarda bulunan β -glukanın fonksiyonel gıda katkısı olarak kullanılabilirliği bilimsel çalışmalarla ortaya konmuştur. Çözünebilen bir lif olan β -glukanın koroner kalp hastalıklarını tedavi edici, kan kolesterol düzeyini düşürücü, kan şekeri düzeyini dengeleyici ve oboziteyi önleyici etkisinin olduğu bildirilmektedir (Brennan ve Cleary, 2005). Bu nedenle arpanın lif içeriği düşük olan gıdalara katılması yukarıda sözü edilen hastalıklara yakalanma riskinin azaltılmasında pratik bir yol olarak görülmektedir.

β -glukan gibi besinsel lifçe zengin olan arpanın sağlığa olan olumlu etkileri göz önüne alındığında makarna ürünlerinin besin değerini artırmada kullanılabilmesi kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada tam arpa unu irmiğe ne oranda katılabileceği, ayrıca irmiğe arpa unu katılarak yapılan makarnanın bazı besinsel ve teknolojik özellikleri ile pişme kalitesi üzerine etkileri araştırılmak amaçlanmıştır. Böylece hem besin değeri yüksek hem de teknolojik kalitesi iyi olan dolayısıyla besinsel lif açısından da zengin çeşnili makarna üretiminin mümkün olup olmadığını da belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırmada Filiz Gıda San. ve Tic. A.Ş. (Bolu)'den temin edilen Svevo durum buğday çeşidinin irmiği kullanılmıştır. Çalışmada materyal olarak iki sıralı Bülbül-89 arpa çeşidi kullanılmış olup Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nün Haymana Çiftliği'nden 2008 hasat yılında temin edilmiştir.

Yöntem

Materyallerin hazırlanması

Arpa örneği laboratuvara getirildikten sonra öncelikle Midwest Welding and Machine (Germany) marka 2320N model kılçık kırıcısından geçirilerek kılçıklarından temizlenmiştir. Daha sonra Quatuor (Chopin Manufacturing) marka dokaj aletinden geçirilerek 3.5 mm'lik elek üstünde kalan (tanelerin %97.5'i bu elek üzerinde kalmıştır) taneler alınmıştır. Çalışmada irmiğe ilave edilen tam arpa taneleri Retsch marka (tip 17.140) değirmende öğütülerek tam arpa unu elde edilmiştir. Bu aşamadan sonra arpa unu ile irmik değişik oranlarda karıştırılarak araştırmada spagetti yapımında kullanılacak karışımlar hazırlanmıştır.

Makarna üretimi

İrmiğe arpa unu % 0-kontrol, 10, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında katılıp 6 farklı spagetti hamur formülasyonu hazırlanmıştır. Bu formülasyonlardan 3 tekerrürlü olmak üzere Köksel vd. (1992) tarafından önerilen yöntemine göre Namad firması tarafından üretilen ön yoğurucu, makarna presi ve kurutucu dolabı

kullanılarak toplam 18 spagetti tipinde makarna yapılmıştır. İrmikten yapılan kontrol örneğine ve arpa unu-irmik karışımlarına ilave edilecek su miktarı (%31 ile %40.50 arasında değişmiştir) ön denemelerle belirlenmiştir. Su ilavesinden sonra ön yoğurucuda 15 dakika yoğurma işlemi yapılarak elde edilen hamur makarna presinde 400-600 torr vakum ve 45°C başlık sıcaklığında şekillendirilmiştir. Başlık sıcaklığı, içerisinden su sirküle edilerek sabit tutulmaya çalışılmıştır. Şekil verilen ve askıya alınan 1.7 mm kalınlıktaki makarnalar kurutma dolabında 40°C sıcaklıkta ve dolap içerisindeki nispi nemin kademeli olarak azaltılması suretiyle kurutulmuş, nispi nem %60'ın altına düşüncüye kadar kurutma işlemi sürdürülmüştür. Kontrol olarak üretilen spagetti örneği yaklaşık 24 saat, arpa katkılı spagetti örnekleri yaklaşık 30 saat kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra elde edilen makarnanın nem içeriği maksimum %12 olmuştur. Elde edilen makarna örnekleri 30 cm uzunlukta kesilerek naylon torbalar içinde paketlenmiştir.

Kimyasal analizler

İrmik, arpa unu ve pişmemiş spagetti örneklerinin nem (metod 44-19), kül (metod 08-01) ve protein (metod 46-12) içeriklerinin belirlenmesinde AACC metotları kullanılmıştır (AACC, 2000).

Renk analizleri

İrmik, arpa unu ve pişmemiş spagetti örneklerinde renk analizleri HunterLab ColorQuest, Xe model (HCL-405) renk ölçüm cihazıyla yapılmış ve değerler yine bu cihazda CIALAB ölçüm sistemine göre ifade edilmiştir. HunterLab renk skalasında L*=0 (siyah), L*=100 (beyaz); -a* (yeşillik), +a* (kırmızılık); -b* (mavilik), +b* (sarılık) değerleri gün ışığı (D65/10°) ayarında okunmuştur. Spagetti çubukları 3 cm boyunda kesilerek 8-10 adet yan yana dizilmiş ve renk cihazının 20 mm lik küvetine yerleştirildikten sonra okumalar gerçekleştirilmiştir.

Fonksiyonel bileşenler

Element (Mineral) analizleri: İrmik, arpa unu ve pişmemiş spagetti örneklerinde AOAC Metot 984.27'ye göre ICP atomik emisyon spektroskopisi cihazıyla belirlenmiştir (Anonymous, 1990).

Toplam besinsel lif analizi: İrmik, arpa unu ve spagetti örneklerinde yapılmıştır. Makarna örnekleri öncelikle partikül büyüklüğü 0.5 mm den küçük olacak şekilde öğütülmüş ve kuru madde içerikleri tespit edilmiştir. Yöntemde toplam besinsel lif test kitü (Megazyme International Ireland Ltd., Bray Business Park, Bray, Co. Wicklow, IRELAND) kullanılmıştır. Yöntem, Lee vd. (1992), Prosky vd. (1988), Prosky vd. (1992) tarafından geliştirilen yöntemlerin modifiye edilmiş şeklindedir.

β -glukan analizi: İrmik, arpa unu ve spagetti örneklerinde gerçekleştirilmiştir. Makarna örnekleri öncelikle partikül büyüklüğü 0.5 mm'den küçük olacak şekilde öğütülmüş ve kuru madde içerikleri tespit edilmiştir. Yöntemde β -glukan test kitü (Megazyme 2/11 Ponderosa Parade, Warriewood Sydney, n.S.W., 2102 Australia) kullanılmıştır. Yöntem, McCleary and Glennie-Holmes (1985), McCleary and Codd (1991), McCleary and Mugford (1992) tarafından geliştirilen yöntemlerin modifiye edilmiş şeklindedir ve McCleary metodu olarak bilinmektedir.

Fitik asit analizi: Örneklerdeki fitik asitin Fe^{+3} ile çözünmez formu olan demirfitat şeklinde çöktürülüp arda kalan yani çökemeyen Fe^{+3} miktarının bipyridine ile oluşturduğu rengin spektrofotometrik olarak ölçülmesi esasına dayalı bir yöntem kullanılmıştır. Bu ölçüm miktarı ile fitik asite bağlanıp çöken Fe^{+3} miktarı da dikkate alınarak fitik asit konsantrasyonu hesaplanmaktadır (Haug ve Lantzsch, 1983).

Makarna pişme testleri

Analizler için 4 cm uzunluğunda kesilen makarnalardan 25 g tartılarak 400 ml'lik beherde kaynamakta olan su içerisine atılmış, ağızları saat camı ile kapatılarak hot plate üzerinde zaman zaman karıştırmak suretiyle pişirilmiştir. Pişme test parametrelerinden olan hacim artışı, ağırlık artışı ve pişme kaybı analizleri Köksel vd. (2000) tarafından bildirilen metoda göre yapılırken, toplam organik madde (TOM) analizi ise D'Egidio vd. (1982)'nin bildirdiği metoda göre yapılmıştır.

Duyusal analiz

Pişmiş makarnalarda duyuusal analiz Köksel vd. (1992)'nin bildirdiği metoda göre gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde göre 100 g spagetti kırılmadan kaynamakta olan 1 litre tuzsuz su içerisinde 13 dakika sabit süreyle pişirilmiştir. Pişirme sırasında makarnalar her 4 dakikada bir karıştırılmıştır. Süre sonunda pişen makarna gözenek açıklığı 2 mm ve çapı 20 cm olan plastik elekte 15 saniye yavaşça sallanarak süzölmüştür. Süzölen makarna porselen bir tabak içerisine alınıp 6. dakikada yüzeyinin nişastalı olup olmadığına parmakla, iki cam levha arasında ezerek setliğine, içerisinde damar halinde pişmemiş kısım kalıp kalmadığına bakılmıştır. 9. dakika sonunda ise makarna elle kaldırılıp bırakılarak birbirine yapışıp yapışmadığına göre kümeleşme durumu kontrol edilmiştir. Kaliteli makarna pişikten sonra birbirine yapışmamalı, başlangıçtaki şeklini ve rengini muhafaza etmeli, dayanıklı ve elastik olmalıdır. Bu yöntemde puanlama değerleri her özellik (yapışkanlık, sertlik, kümeleşme) için 0 ile 100 arasında olup, 3 uzman panelist tarafından yapılan değerlendirilmenin ortalaması verilmiştir.

Tekstür analizleri

Kuru ve pişmiş makarnalarda tekstürel analizler TA-XT2i Tekstür Analiz cihazıyla (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, UK) gerçekleştirilmiştir. Kuru makarnalarda kırılma direnci testi (breaking strength) Sözer (2006)'nin bildirdiği metoda göre yapılırken, pişmiş makarnalarda tekstür profil analizleri (Texture Profile Analysis-TPA) Sozer vd. (2007) tarafından bildirilen metoda göre yapılmıştır. Kırılma direnci analizi için üç noktalı bükme testi tekniği (Pre-test speed: 1 mm/s, test speed: 1 mm/s, post-test speed: 10 mm/s, test distance: 30 mm, trigger value: 5 g) kullanılmıştır. 5 cm boyunda kesilmiş makarna 2 cm aralıklı iki dik alüminyum bariyer üzerine yerleştirilerek orta noktasına doğru 1 mm/s hızında kuvvet uygulanmıştır. Kırılma noktasındaki maksimum güç Newton (N) olarak kaydedilmiştir. TPA için 10 g makarna (10 cm boyunda kesilmiş) örneği 200 ml saf suda 12 dakika sabit sürede pişirilmiştir. Pişirilen makarnalar yavaş bir şekilde buhner hunisinde süzölüp 5 dakika soğutulmuş, daha sonra kurutma

kağıdı ile fazla suyu alınmıştır. Bu şekilde hazırlanan 3 adet makarna şeridi birbirine bitişik şekilde cihazın çelik tablasına yerleştirilmiş ve analize başlanmıştır. TPA, P/36R donanımı ile (Pre-test speed: 3 mm/s, test speed: 1 mm/s, post-test speed: 1 mm/s, test distance: 1 mm, trigger type: Auto (Force), trigger force: 5 g) gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kuvvet-zaman eğrisinden sertlik, yapışkanlık, esneklik ve çignenebilirlik parametreleri belirlenmiştir.

İstatistiksel analizler

Sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde IBM SPSS Statistics 23

paket programı kullanılmıştır. Sonuçlar için tek yönlü ANOVA istatistik modeli uygulanarak grup ortalamaları arasındaki fark belirlenmiş ve farklılıklar $P \leq 0.05$ düzeyinde Duncan testi ile belirlenmiştir.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Spagetti üretiminde kullanılan irmik ve tam arpa ununun özellikleri

Hammadde özellikleri son ürün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Spagetti üretiminde hammadde olarak kullanılan irmik ve tam arpa ununun kimyasal, besinsel ve renk özelliklerine ait değerler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Hammadde özellikleri

Table 1. Raw material properties

Özellikler <i>Properties</i>	İrmik <i>Semolina</i>	Tam arpa unu <i>Whole barley flour</i>
Kül (%) [†] <i>Asb (%)</i> [†]	0.86±0.03	1.96±0.13
Protein (%) [†] <i>Protein (%)</i> [†]	11.40±0.35	15.19±0.30
Toplam besinsel lif (%) [†] <i>Total Dietary Fiber (%)</i> [†]	2.36±0.06	23.61±0.13
Fitik asit (mg/g) [†] <i>Phytic acid (mg/kg)</i> [†]	1.82±0.06	3.52±0.10
β-glukan (%) [†] <i>β-glucan (%)</i> [†]	0.19±0.01	3.85±0.00
L*	85.98±0.05	83.00±0.15
a*	1.43±0.01	1.49±0.04
b*	22.12±0.06	13.50±0.01
Na (mg/kg)	120.00±0.35	188.00±2.76
K (mg/kg)	2071.00±14.85	3405.00±44.55
Ca (mg/kg)	254.00±18.03	274.00±8.27
Mg (mg/kg)	421.00±6.58	870.00±33.57
Fe (mg/kg)	18.60±0.94	29.50±1.22
Cu (mg/kg)	3.05±0.66	3.00±0.59
Zn (mg/kg)	14.00±0.10	19.00±1.51

[†]Kuru maddede hesaplanmıştır

[†]Calculated in dry matter

Üretimde kullanılan irmiğin kül ve protein değerleri sırasıyla %0.86 ve %11.40 olarak tespit edilmiş ve bu değerlerin Türk Gıda Kodeksi İrmik Tebliği (Anonymous, 2002b)’nde belirtilen değerler açısından uygun olduğu görülmüştür. İrmikte ve son ürün olan makarnada açık ve

parlak bir sarı renk istenilen bir özelliktir ve makarnalık buğday bütün buğdaylar arasında yeterli miktarda ve doğal sarı renk pigmenti (karotenler ve ksantofiller) içermesi nedeniyle eşsizdir (Hailu and Merker, 2008). İrmik örneğinin renk değerlerine bakıldığında özellikle

makarna için önem taşıyan b* değerinin istenen düzeyde olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Coşkun vd. (2010), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen 6 makarnalık buğday çeşidine ait irmiklerde b değerini 21.12 ile 25.88 arasında bulmuşlardır. Madenci (2017), makarna üretiminde kullandığı buğday irmiğine ait L*, a* ve b* değerlerini sırasıyla 88.11, -1.73 ve 22.53 olarak bildirmiştir. İrmikte saptanan toplam besinsel lif, fitik asit ve β -glukan içeriklerinin arpa ununda saptanan değerlerden düşük olduğu görülmüştür. İrmikte belirlenen toplam besinsel lif ve β -glukan değerleri daha önce yapılan çalışmalarda (Cleary ve Brennan, 2006; Marconi vd., 2000; Marconi vd., 1999) bildirilen değerlere yakın bulunmuştur. Çizelge 1'de görülebileceği gibi irmik örneğinde potasyum (K) en fazla, bakır (Cu) en az miktarda saptanmıştır. Matsuo (1996), irmikte potasyum miktarının 1976 mg/kg, magnezyum miktarının 690 mg/kg ve kalsiyum miktarının 190 mg/kg olduğunu bildirmiştir. Köse ve Mut (2019), on üç farklı arpa çeşidinin element içeriklerini belirledikleri çalışmalarında K miktarını 3166.7-5483.2 mg/kg, Ca miktarını 334.6-802.7 mg/kg, Na miktarını 409.2-670.2 ve Mg miktarını 853.8-1604.7 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Bu literatür sonuçlarıyla karşılaştırıldığında irmik ve arpa ununda bulduğumuz sonuçların yaklaşık olarak benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Çizelge 1'den de görülebileceği gibi arpa ununun tüm kimyasal ve besinsel içeriklerinin yanı sıra mineral içeriklerinin de buğday irmiğinden oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Özellikle toplam besinsel lif ve β -glukan değerleri arpa ununda sırasıyla %23.61 ve %3.85 olarak saptanırken buğday irmiğinde %2.36 ve %0.19 olarak saptanmıştır. Yapılan bir çalışmada, kavuzsuz arpa veya kabuğu soyulmuş arpa tanesinin %11-20 arasında toplam besinsel lif içerdiği, bunun %11-14'ünün çözünemeyen besinsel lif ve % 3-10'unun çözünür besinsel lif olduğu rapor edilmiştir. Aynı araştırmacılar tam arpa tanesinin %4.0-9.0 arasında β -glukan içerdiğini bildirmişlerdir (Baik ve Ulrich, 2008). Panfili vd. (2008)'in yaptığı bir çalışmada kabuğu soyulmamış arpada β -glukan değerini % 4.34 olarak bulmuşlardır. Yeung ve Vasanthan (2001),

arpada kabuk soyma sayısına bağlı olarak β -glukan değerinin arttığını bildirdikleri çalışmalarında kabuğu soyulmamış arpada β -glukan değerini % 5.9 olarak saptamışlardır. Spagetti üretiminde katkı olarak kullanılan tam arpa ununda belirlenen kül (%1.96) ve protein (%15.19) değerlerinin de literatürde (Yalçın ve Çelik, 2006; Helm ve de Francisco, 2004) bildirilen değerlerle uyum içerisinde olduğu bulunmuştur. Arpa ununun renk sonuçlarına bakıldığında L* ve a* değerleri açısından irmikle benzer olduğu ancak b* değeri bakımından irmikten daha az sarı olduğu söylenebilir. Tahıl tanelerinin temel depo fosfor bileşeni olan fitik asit değeri Çizelge 1 incelendiğinde arpa ununda 3.52 mg/g olarak tespit edilirken, irmikte 1.82 mg/g olarak tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, fitik asitin arpanın alöron tabakasında ve embriyosunda yoğunlaştığı saptanmıştır (O'Dell vd., 1972). Dai vd. (2007), 2 yıl 7 lokasyonda 100 arpa genotipinde yaptıkları çalışmada fitik asit içeriğinin birinci yılda 1.19 mg/g ile 8.72 mg/g arasında değiştiğini, ikinci yılda ise 1.00 mg/g ile 6.19 mg/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Köksel vd. (1999), prosesin ve pişirmenin arpa bulgurunun kimyasal kompozisyonuna etkisi üzerine yaptıkları çalışmalarında Bülbül 89 arpa çeşidinde element içeriklerini sırasıyla Fe (24 ppm), Cu (4.9 ppm), Zn (22 ppm), Mn (83 ppm), Ca (320 ppm) ve Mg (840 ppm) olarak belirlemişlerdir. Çizelge 1 incelendiğinde tam arpa ununda bulunan element içeriklerinin bu çalışmayla yaklaşık uyum içinde olduğu söylenebilir.

Spagetti örneklerinin kimyasal, fonksiyonel ve renk özellikleri

Farklı oranlarda tam arpa unu ilaveli pişmemiş makarnaların ve kontrol makarnasının kül ve protein miktarı sonuçları Çizelge 2'de gösterilmiştir. Buna göre, örneklerin kül değerleri arpa unu ilave oranının artışına bağlı olarak yükselmiştir. Değerlerdeki yükseliş istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$) Pişmemiş tüm makarna örneklerinde kül değerleri %0.88-%1.51 arasında değişmiş ve en düşük değer %0.88 ile kontrol örneğinde saptanmıştır.

Çizelge 2. Spagetti örneklerinin kimyasal, fonksiyonel ve renk özellikleri[‡]
 Table 2. Chemical, functional and color properties of spaghetti samples[‡]

Özellikler Properties	Tam arpa unu oranı (%) Whole barley flour ratio (%)					
	0	10	20	30	40	50
Kül (%) [†] Ash (%) [†]	0.88±0.06 ^c	1.02±0.04 ^d	1.14±0.08 ^c	1.29±0.07 ^b	1.42±0.05 ^a	1.51±0.05 ^a
Protein (%) [†] Protein (%) [†]	12.43±0.20 ^d	12.67±0.11 ^{cd}	12.85±0.08 ^{bc}	12.90±0.08 ^{ab}	13.00±0.05 ^{ab}	13.11±0.13 ^a
Toplam besinsel lif (%) [†] Total dietary fiber (%) [†]	1.60±0.00 ^f	3.70±0.44 ^c	4.59±0.50 ^d	6.62±0.57 ^c	8.18±0.34 ^b	9.69±0.60 ^a
β-glukan (%) [†] β-glucan (%) [†]	0.18±0.05 ^f	0.60±0.09 ^e	1.11±0.01 ^d	1.58±0.10 ^c	2.19±0.02 ^b	2.44±0.06 ^a
Fitik asit (mg/g) [†] Phytic acid* (mg/kg) [†]	1.23±0.03 ^f	1.36±0.03 ^c	1.43±0.07 ^d	1.55±0.03 ^c	1.61±0.01 ^b	1.74±0.03 ^a
L*	50.98±0.51 ^a	45.33±0.60 ^b	43.58±0.30 ^b	40.30±2.21 ^c	39.04±0.55 ^c	38.00±0.48 ^c
a*	2.43±0.12 ^c	4.99±0.64 ^b	6.12±0.30 ^b	7.29±0.51 ^a	7.34±0.17 ^a	7.35±0.38 ^a
b*	29.93±0.50 ^a	26.81±1.15 ^b	24.25±1.17 ^c	21.48±1.43 ^d	19.48±1.94 ^e	17.56±2.44 ^f

[‡]Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0.05$)

^{*}The difference between the means shown with different letters on the same line is statistically significant ($P \leq 0.05$)

[†]Kuru maddede hesaplanmıştır

[‡]Calculated in dry matter

Makarnaların protein miktarları incelendiğinde, kontrol örneğinin kuru madde üzerinden protein miktarı %12.43 olarak belirlenirken, tam arpa unu ilaveli pişmemiş makarnaların kuru madde üzerinden protein miktarları %12.67-13.11 arasında değişmiştir (Çizelge 2). Çizelgeden de görüldüğü gibi arpa unu ilave oranının artışına bağlı olarak pişmemiş makarnaların protein miktarlarında artış olmuştur. Arpa unu ilaveli makarnalarda en yüksek protein miktarı %50 arpa unu ilaveli örnekte saptanırken düşük protein değeri %10 arpa unu ilaveli örnekte saptanmıştır. Kontrol ve arpa unu ilaveli pişmemiş makarnaların protein değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Köten vd. (2014), Türkiye'de üretilen makarnaların kimyasal kompozisyonu üzerine yaptıkları çalışmalarında, makarna örneklerinde kül miktarını %0.69-1.18 ve protein miktarını da %9.53-11.73 arasında tespit etmişlerdir. Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği'ne göre, sade ve zenginleştirilmiş makarnaların protein miktarının kuru madde üzerinden en az %10.50, tam buğday makarnasının en az %11.0, tam buğday makarnasının kül miktarının ise kuru madde

üzerinden en çok %2.0 olması gerekmektedir (Anonymous, 2002a). Bu çalışmada, tüm makarna örneklerinin bu iki parametre açısından Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği'ne uygun olduğu görülmüştür. Marconi vd. (2000)'nin arpa soyma yan ürünlerini kullanarak β-glukan miktarı bakımından zenginleştirilmiş makarna çalışmasında, kontrol makarnasında protein miktarını %12.20, zenginleştirilmiş makarnalarda protein miktarını %15.3-18.5 arasında, kül miktarlarını ise kontrol makarnasında %0.73, zenginleştirilmiş makarnalarda %1.69-1.82 arasında tespit etmişlerdir.

Fonksiyonel bileşen olarak nitelendirilebilen toplam besinsel lif, β-glukan ve fitik asit içeriği bakımından makarna örneklerinde yapılan analiz sonuçları Çizelge 2'de sunulmuştur. Makarna örneklerinde toplam besinsel lif değerleri %1.06 ile %9.69 arasında değişirken, β-glukan ve fitik asit değerleri sırasıyla %0.18-2.44 ve 1.23 -1.74 mg/g aralıklarında değişmiştir. Makarna formülasyonuna tam arpa unu ilavesi tüm katkılı örneklerin besinsel lif, β-glukan ve fitik asit miktarlarında kontrol örneğine göre önemli bir

artışa neden olmuştur ($P \leq 0.05$). Arpa unu ilave oranı arttıkça makarna örneklerinde bu parametrelerin tümünde artış olmuştur. En yüksek toplam besinsel lif (%9.69), β -glukan (%2.44) ve fitik asit (1.74 mg/g) içerikleri %50 arpa unu ilaveli makarna örneğinde tespit edilmiştir. Fitik asitin bitki için çok önemli fonksiyonları olmasına karşın insan vücudunda bir takım olumsuzlukları bulunmaktadır. Bunların başında Ca, Fe, Zn, Mn gibi bazı esansiyel minerallerle kompleks oluşturarak bunların absorpsiyonunu engellemesi gelir. Ayrıca fosforun büyük bir kısmını fitat fosforu olarak bünyesinde bağlayarak veya bazı amino asitlerle interaksiyona girerek de etkili olabilmektedir (Dendougui ve Schwedt, 2004; Egli vd., 2004; Hurrell, 2004). Bu açıdan bakıldığında gıdalarda miktarının düşük olması istenir. Ancak son yıllarda fitik asidin insan sağlığı üzerindeki etkisi konusunda yapılan çalışmalar fitik asidin antikanserojen ve antioksidan etkisi nedeniyle pozitif etkilere de sahip olduğunu göstermiştir (Tolay vd., 2005). Bashir vd. (2012), yağı alınmış soya unu ile nohut unu katkılı makarna çalışmalarında üretilen makarnalardaki diyet lif oranlarını %4.04 ile %4.30 arasında belirlemişlerdir. Güvendi (2011) besinsel lif ve antioksidanca zengin tahıllardan geleneksel yöntem ile erişte üretimi üzerine yaptığı tez çalışmasında, kontrol eriştesinde toplam besinsel lif miktarını %5.64, erişte formülasyonuna kavuzsuz arpa unu ilave ederek (%25, 50, 100 oranlarında) yaptığı eriştelerde toplam besinsel lif miktarlarını sırasıyla %5.6, %6.19 ve %7.28 olarak belirlemiştir. Aynı çalışmada, β -glukan miktarları kavuzsuz arpa unu ilaveli eriştelerde sırasıyla %1.25, %2.02 ve %2.66 olarak saptanmıştır. Yapılan diğer bir çalışmada kontrol makarna örneğinde β -glukan miktarı %0.29 olarak bulunurken %30 ve %50 oranında arpa unu ile zenginleştirilmiş makarnalarda sırasıyla %2.93 ve %5.00 olarak bulunmuştur (De Paula vd., 2017). Çalışmamızda üretilen makarnaların toplam diyet lif ve β -glukan miktarları bu çalışmalarla benzer bulunmuştur.

Spagetti örneklerinin element içerikleri

Arpa mineral madde bakımından oldukça zengin olup, insan ve hayvan beslenmesinde hayati bir

öneme sahiptir. Mineral maddeler doku ve organların yapısına katılarak, vücutta asit baz dengesini ve osmotik dengeyi düzenlerler. Ayrıca, bazı vitamin, hormon ve enzimlerin yapısına katılarak metabolik faaliyetlerin yerine getirilmesinde, kas ve sinirlerin uyarılmasında görev alırlar. Genetik farklılıklar ve çevre faktörleri arpanın mineral madde içeriğine etki eden iki ana temel faktördür (Köse ve Mut, 2019). Arpa unu katkılı spagetti örneklerinin element içerikleri Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde arpa unu ilave oranının artışına bağlı olarak değerlerde artış gözlenmiştir. Bu artış istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Spagetti örneklerinde en fazla bulunan elementin K olduğu, en az bulunan elementin ise Cu olduğu çizelgeden de görülmektedir. En düşük K miktarı 2089 mg/kg ile kontrol örneğinde tespit edilirken, en yüksek değer 3726 mg/kg ile %50 arpa unu ilaveli makarna örneğinde tespit edilmiştir. Bakla ve kinoa unu ilaveli mısır makarnalarının kalite özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada kontrol makarna örneğinde Zn ve Fe miktarı sırasıyla 5.4 mg/kg ve 39.0 mg/kg olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada %30 bakla unu ilaveli makarna örneğinde Zn miktarı 17.3 mg/kg, Fe miktarı 84.8 mg/kg; %20 kinoa unu ilaveli makarna örneğinde Zn miktarı 15.4 mg/kg ve Fe miktarı 58.0 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Gimenez vd., 2016).

Silva vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada kahverengi pirinç ve mısır unu karışımları ile hazırlanan glutensiz makarna örneklerinin Ca içerikleri 59.1-84.1 mg/kg, Fe içerikleri 14.4-19.5 mg/kg, Mg içerikleri 775-1070 mg/kg ve K içerikleri 1643.1-2008.0 mg/kg olarak saptanmıştır. Çalışmamızda tam arpa unu ilaveli makarnalarda belirlenen element içeriklerinin literatürde bildirilen değerlere benzer ve yakın olduğu görülmüştür.

Spagetti örneklerinin pişme özellikleri

Tam arpa unu ilavesi ile değişik formülasyonlarda elde edilen makarnaların hacim artışı, ağırlık artışı, pişme kaybı ve toplam organik madde (TOM) gibi pişme kalitesi özelliklerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 3. Spagetti örneklerinin element içerikleri*
Table 3. Element contents of spaghetti samples*

Özellikler Properties	Tam arpa unu oranı (%) Whole barley flour ratio (%)					
	0	10	20	30	40	50
Na (mg/kg)	123.33±1.53 ^f	140.33±2.52 ^e	158.17±1.26 ^d	178.67±2.52 ^c	197.50±2.29 ^b	217.33±3.51 ^a
K (mg/kg)	2089.00±9.00 ^f	2403.00±7.00 ^e	2740.00±12.49 ^d	3049.00±46.36 ^c	3412.00±18.52 ^b	3726.00±38.79 ^a
Ca (mg/kg)	271.00±3.00 ^e	292.67±2.52 ^e	314.33±2.08 ^d	349.00±2.65 ^c	372.00±2.65 ^b	399.67±1.53 ^a
Mg (mg/kg)	430.33±1.53 ^f	515.67±2.08 ^e	601.67±3.06 ^d	690.33±2.52 ^c	782.67±3.06 ^b	865.00±4.58 ^a
Fe (mg/kg)	19.52±0.11 ^d	27.80±1.26 ^c	30.66±2.52 ^c	36.83±1.04 ^b	40.16±0.76 ^a	43.30±1.53 ^a
Cu (mg/kg)	3.10±0.03 ^f	3.42±0.03 ^e	3.73±0.02 ^d	4.05±0.03 ^c	4.37±0.02 ^b	4.68±0.02 ^a
Zn (mg/kg)	14.01±0.02 ^f	16.27±0.25 ^e	17.95±0.05 ^d	19.76±0.05 ^c	21.64±0.05 ^b	23.55±0.06 ^a

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0.05$)

*The difference between the means shown with different letters on the same line is statistically significant ($P \leq 0.05$)

Çizelge 4. Spagetti örneklerinin pişme özellikleri*
Table 4. Cooking properties of spaghetti samples*

Özellikler Properties	Tam arpa unu oranı (%) Whole barley flour ratio (%)					
	0	10	20	30	40	50
Hacim artışı (%) Volume increase (%)	317.23±23.47 ^a	317.07±14.69 ^a	305.55±10.02 ^{ab}	305.05±18.07 ^{ab}	294.55±14.82 ^{ab}	280.55±10.02 ^b
Ağırlık artışı (%) Weight increase (%)	242.55±1.73 ^a	231.70±6.97 ^{ab}	220.82±5.83 ^{bc}	216.83±5.74 ^{bcd}	209.58±3.42 ^{cd}	204.65±5.62 ^d
Pişme kaybı (%) Cooking loss (%)	7.57±0.19 ^d	8.24±0.14 ^c	8.43±0.13 ^{bc}	8.74±0.14 ^b	9.16±0.14 ^a	9.28±0.22 ^a
TOM (%)** TOM (%)**	1.37±0.04 ^d	1.43±0.05 ^c	1.45±0.05 ^c	1.50±0.05 ^{bc}	1.62±0.02 ^{ab}	1.70±0.03 ^a

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0.05$)

*The difference between the means shown with different letters on the same line is statistically significant ($P \leq 0.05$)

**Toplam organik madde

**Total organic matter

Spagetti örneklerinin hacim artışı değerleri %280.55 ile %317.23 arasında değişmiştir. Arpa ilave oranının hacim artışı değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Katkı oranının artışına bağlı olarak hacim artışı değerlerinde düşüş gözlenmiştir. En yüksek hacim artışı değerine (%317.23) kontrol örneği sahip olurken arpa unu ilaveli spagetti örneklerinde en yüksek değere (%317.07) %10 arpa unu ilaveli spagetti örneği sahip olmuştur. En düşük hacim

artışı değeri %280.55 ile %50 arpa unu ilaveli spagetti örneği sahip olmuştur. Çizelge 4'ten de görülebileceği gibi arpa katkılı spagetti örneklerinin su absorpsiyon değerleri %231.5 ile %242.55 arasında değişmiş ve en yüksek ağırlık artışı değeri kontrol örneğinde saptanmıştır. Katkılı makarnalarda ağırlık artışı kontrole göre düşük bulunmuştur. Ağırlık artışı arpa unu ilave oranı arttıkça azalış göstermiş ve bu durum istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur (P

≤ 0.05). Isısal işlemler protein moleküllerinin denatürasyonuna (molekül ağlarının açılmasına) sebep olmaktadır. Bu yüzden pişirme sırasında denatüre olan protein moleküllerinin içindeki fonksiyonel bileşenler açığa çıkarak protein molekülünün yüzey hidrofobikliğini artırmaktadırlar (Bergman vd., 1994). Makarna örneklerindeki ağırlık artışı değerlerinin düşmesinin bu durumdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Yani pişirme ile arpa protein moleküllerinin su çekme kapasitesinde bir düşüş olmuş ve dolayısıyla ağırlık artışında azalma görülmüştür. Pınarlı vd. (2004)'nın buğday embriyosu katkılı makarna üzerine yaptıkları çalışmada embriyo katkılı örneklerde ağırlık artışı kontrol örneğine göre daha düşük bulunmuştur. Yapılan diğer çalışmalarda (Gallegos-Infante vd., 2010; Petitot vd., 2010; Wood, 2009) da benzer sonuçlar bildirilmiştir. Suya geçen madde miktarı (pişme kaybı), makarnanın değerlendirilmesinde en önemli kalite kriterlerinden birisidir. İyi kaliteli bir makarnanın pişirme sırasında dağılıp parçalanmaması, şeklini koruması ve diri özellikte olması, dolayısıyla suya geçen madde miktarının az olması istenmektedir (Köksel vd., 2000). Suya geçen madde miktarının yüksek olması nişastanın fazla çözüldüğünü ve makarnanın pişme toleransının düşük olduğunu ifade etmektedir. Farklı oranlarda arpa unu içeren spagetti örneklerinin pişme kaybı değerleri %7.69 ile %9.28 arasında değişmiş olup kontrol örneğinden yüksek bulunmuştur. Arpa katkı oranı arttıkça suya geçen madde miktarında da artış olmuştur ($P \leq 0.05$). İrmige arpa unu katılması ile formülasyonda zayıf bir gluten ağının oluşması pişme kaybına neden olmuş olabilir. Bu durum birçok araştırmacının (Nasehi vd., 2009; Doxastakis vd., 2007; Manthey ve Hall, 2007; Basman vd., 2006; Manthey vd., 2004) bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

TOM analizi, pişmiş spagettinin yüzeyinde bulunan ve yıkama suyuna geçen nişasta ve diğer organik maddelerin belirlenmesi esasına dayanır. Makarna yüzeyinde fazla miktarda madde bulunması TOM değerinin yüksek olması anlamına gelmektedir (D'Egidio ve Nardi, 1996). Bu analizi geliştirerek değerlendirme kriterlerini belirleyen araştırmacılar tarafından spagetti kalitesi

eğer TOM değeri 1.4'ten küçükse çok iyi, 1.4-2.1 arasında ise iyi ve 2.1 den büyükse düşük kaliteli şeklinde ifade edilmiştir (D'Egidio vd., 1982). Aynı araştırmacılar ve diğer bazı araştırmacılar TOM değeri ile duyu testler arasında önemli düzeyde korelatif ilişkinin bulunduğunu bildirmişlerdir (Aktan vd., 1993). Çizelge 4'e bakıldığında TOM değerleri 1.37 ile 1.70 arasında değişmiş ve arpa katkılı spagetti örneklerinde TOM miktarı kontrolden daha yüksek bulunmuştur. En düşük TOM değeri (%1.37) kontrol örneğinde belirlenmiştir. Özderen vd. (2008) Svevo durum buğday çeşidinin irmiğinden ürettikleri spagettide TOM değerini 1.27 olarak saptamışlardır. TOM değerinin yüksek çıkmasının arpa unu ilavesi makarnalarda gluten ağının zayıflamasından dolayı pişme sırasında suya daha fazla madde geçişinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Spagetti örneklerinin tekstürel özellikleri

Çalışmada pişmemiş spagetti örneklerinin kırılma özelliği, pişmiş spagetti örneklerinin ise Tekstür Profil Analizi (TPA) metodu kullanılarak sertlik, yapışkanlık, elastiklik ve çignenebilirlik özellikleri incelenmiştir. Değişik oranlarda arpa unu katılarak üretilen spagetti örneklerinin tekstürel özelliklerine ilişkin bulgular Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi arpa unu ilave oranının artışına bağlı olarak kırılma değerlerinin arttığı (uygulanan kuvvetin az olması) saptanmıştır. Saptanan bu değişimler istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Değerlere bakıldığında en kırılma örneğinin %50 arpa unu katkılı örneğin, en az kırılma örneğinin ise kontrol örneğinin olduğu belirlenmiştir. Arpa unu katkılı örneklerin daha kırılma olması kepek içermesinden dolayı spagetti çubuklarının sıkı yapısının bozulmasıyla açıklanabilir.

Makarna sertliği pişme sırasında nişasta granüllerinin hidrasyonu ve daha sonra kısmen denatüre olmuş protein ağı içerisine gömülmesiyle ilişkilendirilebilen bir kavramdır (Brennan vd., 2004). Çizelge 5 incelendiğinde arpa unu katkılı spagettilerin sertliği katkı oranının artışına bağlı olarak düşmüştür ($P \leq 0.05$). Bu durum literatürle (Cleary ve Brennan, 2006; Manthey ve Schorno, 2002; Marconi vd., 2000) de uyum içerisinde bulunmuştur. Sertlik değerindeki azalma spagetti

formülasyonuna arpa katılmasıyla gluten kuvvetinin azalmasıyla açıklanabilir. Arpa unu ilave oranının artışına bağlı olarak spagetti örneklerinin sertliği 33.47 N'dan 28.02 N'a

düşmüş ve tüm örneklerin sertlik değerleri kontrol örneğinden düşük bulunmuştur. Kontrole en yakın sertliğe %10 arpa unu katılı spagetti örneği sahip olmuştur.

Çizelge 5. Spagetti örneklerinin tekstürel özellikleri*
Table 5. Textural properties of spaghetti samples*

Özellikler Properties	Tam arpa unu oranı (%) Whole barley flour ratio (%)					
	0	10	20	30	40	50
Kırılabilirlik (N)** Fracturability**	1.83±0.13 ^a	1.54±0.02 ^{ab}	1.41±0.08 ^{bc}	1.25±0.16 ^{bc}	1.19±0.13 ^c	1.11±0.07 ^c
Sertlik (N) Hardness	38.54±0.73 ^a	33.47±0.45 ^b	31.79±0.80 ^c	29.77±0.62 ^{cd}	28.81±0.87 ^d	28.02±0.52 ^d
Yapışkanlık Adhesiveness	-0.65±0.03 ^a	-0.76±0.04 ^b	-0.83±0.01 ^{bc}	-0.88±0.01 ^{cd}	-0.96±0.06 ^d	-1.07±0.06 ^e
Esneklik Springiness	0.94±0.01 ^a	0.94±0.01 ^a	0.94±0.01 ^a	0.95±0.00 ^a	0.94±0.00 ^a	0.94±0.01 ^a
Çiğnenebilirlik Chewiness	28.79±1.13 ^a	24.86±3.68 ^{ab}	25.93±1.47 ^{ab}	22.85±1.05 ^b	21.41±1.62 ^b	21.51±0.30 ^b

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0.05$)

*The difference between the means shown with different letters on the same line is statistically significant ($P \leq 0.05$)

**Pişmemiş makarna örneklerinde belirlenmiştir.

**It was determined in uncooked pasta samples.

Yapışkanlık (adhesiveness), pişmiş makarnanın damak, dil, diş ve parmaklara yapışma durumu olarak ifade edilir (D'Egidio ve Nardi, 1996). Çizelgeden de görülebileceği gibi arpa unu katılı spagetti örneklerinin yapışkanlığı katkı oranının artışına bağlı olarak artmıştır (değerin eksi olarak sıfırdan uzaklaşması). Değerlerdeki bu değişim istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Arpanın kabuğunun soyularak spagettiin katılması ile örneklerin yapışkanlığında azalma saptamıştır. %10 arpa unu katılı spagetti örneğinde yapışkanlık değeri -0.76 iken %50 arpa unu katılı örnekte bu değer -1.07'ye yükselmiştir. Bu yükselmenin suya geçen madde miktarındaki artıştan dolayı meydana geldiği düşünülmektedir. Ayrıca bu sonuçlar zenginleştirilmiş makarna ile ilgili yapılan çalışmalarla (Petitot vd., 2010; Wood, 2009; Cleary ve Brennan, 2006) benzerlik göstermiştir.

Esneklik (springiness), bir spagetti örneğine deforme edici gerilme kuvveti uygulanıp kaldırıldığında deforme olmuş makarnanın ilk durumuna geri dönme derecesini ifade eder

(D'Egidio ve Nardi, 1996). Arpa unu ilave oranının artışına bağlı olarak örneklerin elastiklik değerleri birbirine yakın bulunmuştur ($P > 0.05$).

Çizelge 5'ten arpa unu katılı spagetti örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerine bakıldığında kontrol örneğine göre düşük olduğu görülmektedir. Yani spagetti örnekleri arpa katısı ile daha kolay çiğnenebilir özellik kazanmıştır. Arpa unu ilave oranının artışına bağlı olarak değerler önemli düzeyde azalmıştır ($P \leq 0.05$). Sertlik ile kıvam elastikiyete bağlı bir parametredir (D'Egidio ve Nardi, 1996). Bu nedenle spagetti örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri sertlik değerleriyle paralellik göstermiştir.

Spagetti örneklerinin duyu özellikleri

Arpa unu katılı spagetti örneklerinin duyu değerlendirilmesi D'Egidio vd. (1982) ve Cubadda (1988) tarafından önerilen yöntemlerden yararlanılarak eğitimli 3 panelist tarafından yapılmış ve sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre örneklerin yapışkanlık, sertlik ve kümeleşme özelliklerine

arpa unu ilave oranının etkili olduğu gözlenmiştir ($P \leq 0.05$). Duyusal analizde yapışkanlık, pişmiş makamanın parmaklara yapışma durumu olarak incelenmiştir. Çizelge 6'dan da görülebileceği arpa unu ilave oranı arttıkça spagetti örneklerinin

yapışkanlık puanlarının azaldığı (yapışkanlığının arttığı) saptanmıştır. En yapışkan spagetti örneği %50 arpa unu katkılı örnek olurken, yapışkanlığı en az olan örnek kontrol örneği olmuştur.

Çizelge 6. Spagetti örneklerinin duyusal özellikleri*
Table 6. Sensory properties of spaghetti samples*

Özellikler** Properties**	Tam arpa unu oranı (%) Whole barley flour ratio (%)					
	0	10	20	30	40	50
Yapışkanlık Stickiness	55.00±2.50 ^a	45.83±1.44 ^b	45.00±0.00 ^b	43.33±1.44 ^b	40.83±1.44 ^{bc}	38.33±2.89 ^c
Sertlik Hardness	65.83±1.44 ^a	60.00±2.50 ^b	57.50±2.50 ^{bc}	55.00±2.50 ^{bc}	53.33±2.89 ^{bc}	49.17±3.82 ^c
Kümeleşme Bulkiness	50.83±1.44 ^a	44.17±5.77 ^b	41.67±6.29 ^{bc}	39.17±6.29 ^{bc}	37.50±5.00 ^c	35.83±6.29 ^d

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0.05$)

**The difference between the means shown with different letters on the same line is statistically significant ($P \leq 0.05$)

**Puanlama her özellik için 100 puan üzerinden yapılmıştır.

**Scoring was made over 100 points for each feature.

Sertlik, duyusal olarak makarnayı ısırma için gerekli kuvvet olarak tanımlanmaktadır. Arpa katkılı spagettilerin sertlik puanlarına bakıldığında ilave oranının artışına bağlı olarak azalmıştır. En yüksek sertlik puanını 65.83 ile kontrol örneği alırken, en düşük sertlik puanını 49.17 ile %50 arpa unu ilaveli spagetti örneği almıştır.

Kümeleşme, pişmiş makarnanın birbirine yapışma oranıdır. Yapışkanlıkla ilgili bir parametredir (D'Egidio ve Nardi, 1996). Çizelge incelendiğinde örneklerin kümeleşme puanı yapışkanlık puanıyla paralellik göstermiştir. Yani katkı oranının artışıyla örneklerin kümeleşme durumu artmıştır (Verilen puanın sıfıra doğru yaklaşması kümeleşmenin yüksek olduğunu gösterir). Kümeleşme puanı açısından en yüksek puanı (kümeleşme durumu en az) kontrol örneği alırken, en düşük puanı (kümeleşme durumu en fazla) %50 arpa unu katkılı spagetti örneği almıştır. Çalışmada arpa unu katkılı spagetti örneklerinde bulunan duyusal özellik sonuçları daha önce yapılan çalışmalarla (Basman vd., 2006; Manthey ve Schorno, 2002; Marconi vd., 2000) benzerlik göstermiştir.

SONUÇ

Elde edilen veriler ışığında;

Arpanın makarnada doğal bir katkı maddesi olarak belli oranlarda kullanılması ile kabul edilebilir nitelikte makarna yapılabildiği, Arpa unu katkılı spagetti örneklerinde makarna kalitesi ve renk değeri (b^*) irmikten yapılan spagetti örneğinin değerlerinden daha düşük bulunmasına karşın, arpa ununun belli oranlarda katılması ile kabul edilebilir kalitede spagetti üretilebildiği, Arpa unu katkılı tüm spagetti örneklerinde fonksiyonel bileşenler irmikten yapılan kontrol örneğine göre daha yüksek bulunduğu, Makarna kalitesi ve renginin (b^*) kabul edilebilirliği ve ticari olarak üretim dikkate alındığında makarna formülasyonuna tam arpa unu ilavesinin uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Böylece besinsel lif içeriği özellikle β -glukan içeriği yüksek olan ve ülkemizde genellikle hayvan yemi olarak ve biracılıkta değerlendirilen arpanın makarna üretiminde kullanılması ile belirli sağlık sorunu olan kişilerin ihtiyaçlarına da hizmet edilmiş olacaktır. Makarna örneklerinde arpa unu oranının artışına bağlı olarak fitik asit içeriği artmış olması olumlu bir durum olarak düşünülmektedir. Çünkü, son yıllarda fitik asidin insan sağlığı üzerindeki etkisi konusunda yapılan çalışmalar fitik asidin antikanserijen ve antioksidan etkisi

nedeniyle pozitif etkilere de sahip olduğunu göstermiştir (Tolay vd., 2005). Ayrıca bu çalışmanın, kullanılan arpanın değişik fraksiyonlarının da kullanılarak değişik gıdalarda yapılacak araştırmalara ışık tutacağı umulmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu makale Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 852 proje numarası ile desteklenen “Arpa Unu ile Zenginleştirilmenin Makarnanın Bazı Besinsel ve Kalite Özelliklerine Etkisi” başlıklı Doktora Tezi esas alınarak hazırlanmıştır. Desteklerinden dolayı Harran Üniversitesi Rektörlüğü’ne ve BAP Koordinasyon Birimi’ne teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar, bu makale ile ilgili başka kişi veya kurumlar ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

YAZAR KATKILARI

MK ve AA, araştırmayı tasarladı. MK, makalenin metodoloji, biçimsel analiz, istatistiksel analiz, yazma–orijinal taslak, yazma–inceleme, düzenleme ve görselleştirmesine katkı sunmuştur. AA, proje yönetimi, kavramsallaştırma, metodoloji, biçimsel analiz, yazma–orijinal taslak, yazma–inceleme ve düzenleme, görselleştirme ve danışman olarak katkı sağlamıştır. Yazarlar makalenin son halini okudu ve onayladı.

KAYNAKLAR

AACC, (2000). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of Analyses, 10th Edition, The Association: St. Paul, MN.

Aktan, B., Atlı, A., Tuncer, T. (1993). Makarnanın pişme kalitesinin tesbitinde kullanılan yöntemler arasındaki ilişkiler üzerine bir araştırma. Makarnalık Buğday ve Mamülleri Simpozyumu, 30 Kasım-3 Aralık, Ankara, Türkiye, s. 330-334

Anonymous, (2007a). Healthgrain Background, <http://www.healthgrain.org/pub/chapter-one.php>.

Anonymous, (2007b). Healthful whole grains. <http://www.oznet.k-state.edu/humannutrition/mf2560.pdf>.

Anonymous, (2002a). Türk gıda kodeksi. Makarna tebliği (2002/20). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. 5 Mart 2002 tarih ve 24686 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Anonymous, (2002b). Türk gıda kodeksi. İrmik tebliği (2002/21). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. 5 Mart 2002 tarih ve 24686 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Anonymous, (1990). Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists, 15th Edition, Arlington, VA:AOAC, pp. 152-169.

Baik, B.K., Ullrich, S.E. (2008). Barley for food: Characteristics improvement and renewed interest. *J Cereal Sci*, 48(2): 233-242. doi:10.1016/j.jcs.2008.02.002

Bashir, K., Aeri, V., Masoodi, L. (2012). Phytochemical and sensory characteristics of pasta fortified with chickpea flour and defatted soy flour. *IOSR J Environ Sci, Toxicol Food Technol*, 1(5): 34-39. ISSN: 2319-2402, ISBN: 2319-2399

Basman, A., Koxsel, H., Atlı, A. (2006). Effects of increasing levels of transglutaminase on cooking quality of bran supplemented spaghetti. *Eur Food Res Technol*, 223(4): 547-551. doi:10.1007/s00217-005-0235-3

Bergman, C.J., Gualberto, D.G., Weber, C.W. (1994). Development of a high-temperature-dried soft wheat pasta supplemented with cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) cooking quality, color and sensory evaluation. *Cereal Chem*, 71(6): 523-527.

Bourne, M.C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technol*, 32(7): 62-66

Brennan, C.S., Cleary, L.J. (2005). The potential use of cereal (1→3,1→4)-β-d-glucans as functional food ingredients. *J Cereal Sci*, 42(1): 1-13. doi:10.1016/j.jcs.2005.01.002

Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P.M., Protopapa, A., Del Nobile, M.A. (2008a). Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality. *J Cereal Sci*, 47(2): 144-152. doi:10.1016/j.jcs.2007.03.004

Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P.M., Del Nobile, M.A. (2008b). Quality of spaghetti in base amaranthus wholemeal flour added with quinoa,

- broad bean and chick pea. *J Food Eng*, 84(1): 101-107. doi:10.1016/j.jfoodeng.2007.04.022
- Cleary, L., Brennan, C. (2006). The influence of a (1-3)(1-4)- β -D-glucan rich fraction from barley on the physico-chemical properties and in vitro reducing sugars release of durum wheat pasta. *Int J Food Sci Technol*, 41(8): 910-918. doi:10.1111/j.1365-2621.2005.01141.x
- Coşkun, Y., İlkan, A., Köten, M., Coşkun, A. (2010). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetiştirilen farklı makarnalık buğday çeşitlerinin kalite yönünden değerlendirilmesinde b ve b* renk değerlerinin kullanılabilirliğinin incelenmesi. *HR.Ü.Z.F.Dergisi*, 14(3): 25-29.
- Cubadda, R. (1989). Current research and future needs in durum wheat chemistry and technology. *Cereal Foods World*, 34(2): 206-209.
- Dai, F., Wang, J., Zhang, S., Xu, Z., Zhang, G. (2007). Genotypic and environmental variation in phytic acid content and its relation to protein content and malt quality in barley. *Food Chem*, 105(2): 606-611. doi:10.1016/j.foodchem.2007.04.019
- De Paula, R., Abdel-Aal, E.-S. M., Messia, M. C., Rabalski, I., Marconi, E. (2017). Effect of processing on the beta-glucan physicochemical properties in barley and semolina pasta. *J Cereal Sci*, 75: 124-131. doi:10.1016/j.jcs.2017.03.030
- D'Egidio, M.G., Nardi, S. (1996). *Textural measurement of cooked spaghetti. Pasta and Noodle Technology*: Edited by James E. Kruger, Robert B. Matsuo and Joel W. Dick. AACC St. Paul Minnesota, U.S.A: AACC Inc., pp. 133-157
- D'Egidio, M.G., DeStefanis, E., Fortini, S., Galterio, G., Nardi, S., Sgrulletta, D., Bozzini, A. (1982). Standardization of cooking quality analysis in macaroni and pasta products. *Cereal Foods World*, 27(8): 367-368. ISSN: 0146-6283
- Dendougui, F., Schwedt, G. (2004). In vitro analysis of binding capacities of calcium to phytic acid in different food samples. *Eur Food Res Technol*, 219(4): 409-415. doi:10.1007/s00217-004-0912-7
- Doxastakis, G., Papageorgiou, M., Mandalou, D., Irakli, M., Papalamprou, E., D'Agostina, A., Resta, D., Boschin, G., Arnoldi, A. (2007). Technological properties and non-enzymatic browning of white lupin protein enriched spaghetti. *Food Chem*, 101(1): 57-64. doi:10.1016/j.foodchem.2005.12.054
- Egli, I., Davidsson, L., Zeder, C., Walczyk, T., Hurrell, R. (2004). Dephytinization of a complementary food based on wheat and soy increases zinc, but not copper, apparent absorption in adults. *J Nutr*, 134(5), 1077-1080. doi:10.1093/jn/134.5.1077
- Gallegos-Infante, J.A., Rocha-Guzman, N.E., Gonzalez-Laredo, R.F., Ochoa-Martinez, L.A., Corzo, N., Bello-Perez, L.A., Medina-Torres, L., Peralta-Alvarez, L.E. (2010). Quality of spaghetti pasta containing mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chem*, 119(4): 1544-1549. doi:10.1016/j.foodchem.2009.09.040
- Giménez, M.A., Drago, S.R., Bassett, M.N., Lobo, M.O., Sammán, N.C. (2016). Nutritional improvement of corn pasta-like product with broad bean (*Vicia faba*) and quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Food Chem*, 199: 150-156. doi:10.1016/j.foodchem.2015.11.065
- Gül, H. (2007). Mısır ve buğday kepeğinin hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, Türkiye, 232 s.
- Güvendi, Ö. (2011). Besinsel lif ve antioksidan zengin tahıllardan geleneksel yöntem ile erişte üretimi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bolu, Türkiye, 160 s.
- Hailu, F., Merker, A. (2008). Variation in gluten strength and yellow pigment in Ethiopian tetraploid wheat germplasm. *Genet Resour Crop Ev*, 55(2): 277-285. doi:10.1007/s10722-007-9233-6
- Haug, W., Lantzsch, H.J. (1983). Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products. *J Sci Food Agri*, 34(12): 1423-1426. doi:10.1002/jsfa.2740341217
- Helm, C.V., de Francisco, A. (2004). Chemical characterization of Brazilian hullless barley varieties, flour fractionation, and protein

- concentration. *Scientia Agricola*, 61(6): 593-597. doi:10.1590/s0103-90162004000600005
- Hurrell, R.F. (2004). Influence of vegetable protein sources on trace element and mineral bioavailability. *J Nutr*, 133(9): 2973S-2977S. doi:10.1093/jn/133.9.2973S
- Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Baflman, A., Karacan, H.D. (2000). *Hububat Laboratuvarı El Kitabı*. Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fak. Yayın No: 47, Ankara, Türkiye, 106 s. ISBN: 9754910928, 9789754910926
- Köksel, H., Edney, M. J., Özkaya, B. (1999). Barley bulgur: effect of processing and cooking on chemical composition. *J Cereal Sci*, 29(2): 185-190. doi:10.1006/jcrs.1998.0230
- Köksel, H., Atlı, A., Özkaya, H. (1992). Bazı durum buğday çeşitlerinde yetiştirme yerinin elektroforetik özellikler ve makarna pişme kalitesi üzerine etkileri. *Doğa-Türk J Agric For*, 16(3): 593-605.
- Köse, Ö.D.E., Mut, Z. (2019). Yerli ve yabancı bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin mineral madde içerikleri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg*, 22(5): 671-677. doi:10.18016/ksutarimdogavi.523982
- Köten, M., Ünsal, A.S., Atlı, A. (2014). Türkiye'de üretilen makarnaların bazı kimyasal bileşimlerinin ve pişme kalitelerinin belirlenmesi. *Gıda*, 39(1): 33-40. doi:10.5505/gida.76376
- Lee, S.C., Prosky, L., Devries, J.W. (1992). Determination of total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods-enzymatic-gravimetric method, mes-tris buffer: collaborative study. *J AOAC Int*, 75(3): 395-416. doi:10.1093/jaoac/75.3.395
- Madenci, A.B. (2017). Besinsel lif ve antioksidan maddece zengin bileşenlerin yaş makarnanın bazı kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine etkisi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Konya, Türkiye, 203 s.
- Manthey, F.A., Hall, C.A. (2007). Effect of processing and cooking on the content of minerals and protein in pasta containing buckwheat bran flour. *J Sci Food Agric*, 87(11): 2026-2033. doi:10.1002/jsfa.2953
- Manthey, F.A., Yalla, S.R., Dick, T.J., Badaruddin, M. (2004). Extrusion properties and cooking quality of spaghetti containing buckwheat bran flour. *Cereal Chem*, 81(2): 232-236. doi:10.1094/cchem.2004.81.2.232
- Manthey, F.A., Schorno, A.L. (2002). Physical and cooking quality of spaghetti made from whole wheat durum. *Cereal Chem*, 79(4): 504-510. doi:10.1094/cchem.2002.79.4.504
- Marconi, E., Graziano, M., Cubadda, R. (2000). Composition and utilization of barley pearling by-products for making functional pastas rich in dietary fiber and β -glucans. *Cereal Chem*, 77(2): 133-139. doi:10.1094/cchem.2000.77.2.133
- Marconi, E., Carcea, M., Graziano, M., Cubadda, R. (1999). Kernel properties and pasta-making quality of five european spelt wheat (*Triticum spelta* L.) cultivars. *Cereal Chem*, 76(1): 25-29. doi:10.1094/cchem.1999.76.1.25
- Matsuo, R.R. (1996). Durum wheat: its unique pasta-making properties. In: Wheat Production, Properties and Quality by W. Bushuk and V.F. Rasper. Published by Blacic Academic and Professional, an Imprint of Chapman and Hall, p. 173.
- McCleary, B.V., Mugford, D.C. (1992). Interlaboratory evaluation of β -glucan analysis methods. "The changing role of oats in human and animal nutrition". Proceedings of the Fourth International Oat Conference, October 19-23, Adelaide, Australia.
- McCleary, B.V., Cood, R. (1991). Measurement of (1-3), (1-4)- β -D-glucan in barley and oats: a streamlined enzymic procedure. *J Sci Food Agric*, 55: 303-312. doi:10.1002/jsfa.2740550215
- McCleary, B.V., Glennie-Holmes, M. (1985). Enzymic quantification of (1-3), (1-4)- β -D-glucan in barley and malt. *J Inst Brew*, 91(5): 285-295. doi:10.1002/j.2050-0416.1985.tb04345.x
- Nasehi, B., Mortazavi, S.A., Razavi, S.M.A., Mahallati, M.N., Karim, R. (2009). Optimization of the extrusion conditions and formulation of spaghetti enriched with full-fat soy flour based on the cooking and color quality. *Int J Food Sci Nutr*, 60(sup4): 205-214. doi:10.1080/09637480902787601

- O'Dell, B.L., De Boland, A.R., Koirtiyohann, S.R. (1972). Distribution of phytate and nutritionally important elements among the morphological components of cereal grains. *J Agric Food Chem*, 20(3): 718-723. doi:10.1021/jf60181a021
- Ozderen, T., Olanca, B., Sanal, T., Ozay, D.S., Koksel, H. (2008). Effects of suni-bug (*Eurygaster* spp.) damage on semolina properties and spaghetti quality characteristics of durum wheats (*Triticum durum* L.). *J Cereal Sci*, 48(2): 464-470. doi:10.1016/j.jcs.2007.11.004
- Panfili, G., Fratianni, A., Criscio, T. D., Marconi, E. (2008). Tocol and β -glucan levels in barley varieties and in pearling by-products. *Food Chem*, 107(1): 84-91. doi:10.1016/j.foodchem.2007.07.043
- Petitot, M., Boyer, L., Minier, C., Micard, V. (2010). Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation. *Food Res Int*, 43(2): 634-641. doi:10.1016/j.foodres.2009.07.020
- Pınarlı, İ., İbanoğlu, Ş., Öner, M.D. (2004). Effect of storage on the selected properties of macaroni enriched with wheat germ. *J Food Eng*, 64(2): 249-256. doi:10.1016/j.jfoodeng.2003.10.005
- Prosky, L., Asp, N.-G., Schweizer, T. F., Devries, J. W., Furda, I. (1992). Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food products: Collaborative study. *J AOAC Int*, 75(2): 360-367. doi:10.1093/jaoac/75.2.360
- Prosky, L., Asp, N.-G., Schweizer, T. F., Devries, J. W., Furda, I. (1988). Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory study. *J AOAC Int*, 71(5): 1017-1023. doi:10.1093/jaoac/71.5.1017
- Silva, E.M.M. da, Ascheri, J.L.R., Ascheri, D.P.R. (2016). Quality assessment of gluten-free pasta prepared with a brown rice and corn meal blend via thermoplastic extrusion. *LWT - Food Sci Technol*, 68: 698-706. doi:10.1016/j.lwt.2015.12.067
- Slavin, J. (2004). Whole grains and human health. *Nutr Res Rev*, 17(1): 99-110. doi:10.1079/nrr200374
- Sozer, N., Dalgıç, A.C., Kaya, A. (2007). Thermal, textural and cooking properties of spaghetti enriched with resistant starch. *J Food Eng*, 81(2): 476-484. doi:10.1016/j.jfoodeng.2006.11.026
- Sözer, N. (2006). Dirençli nişasta katkılı spagettinin reolojik özellikleri. Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Gaziantep, Türkiye, 124 s.
- Sungur, B., Ercan, R. (2003). Tam buğday unu ekmeklerinde suda çözünebilir gıamların kullanım olanakları. *Gıda*, 28(5): 453-460. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gida/issue/6978/92991>
- Tolay, İ., Aytaç, Z., Gülmezoğlu, N., Budak, Z., Kınacı, G., Kınacı, E. (2005). Tahıllarda fitik asit içeriği ve beslenme açısından önemi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya, Türkiye, s. 1187-1192.
- Torres, A., Frias, J., Granito, M., Vidal-Valverde, C. (2007). Germinated *Cajanus cajan* seeds as ingredients in pasta products: Chemical, biological and sensory evaluation. *Food Chem*, 101(1): 202-211. doi:10.1016/j.foodchem.2006.01.018
- Wood, J.A. (2009). Texture, processing and organoleptic properties of chickpea-fortified spaghetti with insights to the underlying mechanisms of traditional durum pasta quality. *J Cereal Sci*, 49(1): 128-133. doi:10.1016/j.jcs.2008.07.016
- Yalçın, E., Çelik, S. (2006). Kavuzsuz arpa proteinlerinin bazı fonksiyonel özelliklerinin incelenmesi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu, Türkiye, s. 657-660
- Yeung, J., Vasanthan, T. (2001). Pearling of hull-less barley: product composition and gel color of pearled barley flours as affected by the degree of pearling. *J Agric Food Chem*, 49(1): 331-335. doi:10.1021/jf000893e
- Zhao, Y.H., Manthey, F.A., Chang, S.K.C., Hou, H.-J., Yuan, S.H. (2006). Quality characteristics of spaghetti as affected by green and yellow pea, lentil, and chickpea flours. *J Food Sci*, 70(6): s371-s376. doi:10.1111/j.1365-2621.2005.tb11458.x