

**T.C.  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**ARPA UNU ile ZENGİNLEŞTİRMENİN  
MAKARNANIN BAZI BESİNSEL ve KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**Mehmet KÖTEN**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA  
2010**

Prof. Dr. Ayhan ATLI danışmanlığında, Mehmet KÖTEN'in hazırladığı “Arpa Unu ile Zenginleştirilen Makarnanın Bazı Besinsel ve Kalite Özelliklerine Etkisi” konulu bu çalışma 15/09/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Ayhan ATLI

Üye : Prof. Dr. Hamit KÖKSEL

Üye : Prof. Dr. Şenol İBANOĞLU

Üye : Doç. Dr. İrfan ÖZBERK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ahmet Sabri ÜNSAL

**Bu tezin Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım**

  
Prof. Dr. Mehmet CİCİ  
Enstitü Müdürü

**Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.**  
Proje No: 852

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	v
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	4
2.1. Makarnanın Tarihçesi .....	4
2.2. Makarna ve Makarnanın Beslenme Yönünden Önemi .....	5
2.3. Makarna Çeşitleri ve Şekilleri .....	6
2.4. Makarna Kalitesi .....	7
2.4.1. Makarna kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan bazı parametreler .....	8
2.4.1.1. Makarna görünüşü .....	8
2.4.1.2. Makarna pişme kalitesi .....	9
2.4.2. Makarna kalitesinin tekstürel yöntemlerle belirlenmesi .....	10
2.4.2.1. Makarnanın tekstürel özelliklerinin duyu analiziyle belirlenmesi .....	13
2.4.2.2. Makarnanın tekstürel özelliklerinin enstrümental yöntemlerle belirlenmesi ...	14
2.4.2.2.1. Pişmemiş makarnada tekstürel özelliklerin belirlenmesi .....	15
2.4.2.2.1.1. Spagetti bükülme testi .....	15
2.4.2.2.1.2. Spagetti kırılma testi .....	16
2.4.2.2.2. Pişmiş makarnada tekstürel özelliklerin belirlenmesi .....	16
2.4.2.2.2.1. Pişmiş makarna sertliği .....	16
2.4.2.2.2.2. Pişmiş makarnanın yüzey yapışkanlığı .....	17
2.4.3. Makarna kalitesinin teknolojik yöntemlerle belirlenmesi .....	19
2.5. Tam Tahıl ve Sağlık .....	21
2.6. Arpa .....	24
2.6.1. Beta glukan .....	27
2.6.2. Arpada kabuk soyma (Barley pearling) .....	28
2.7. Fitik Asit .....	30
2.8. Elementler (Mineraller) .....	33
2.9. Katkılı Makarna ile İlgili Yapılan Diğer Bazı Çalışmalar .....	35
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	40
3.1. Materyal .....	40
3.2. Teknolojik İşlemler .....	41
3.2.1. Materyallerin hazırlanması .....	41
3.2.2. Makarna üretimi .....	42
3.2.3. Ön denemeler .....	44
3.3. Analiz Yöntemleri .....	45
3.3.1. Fiziksel analizler .....	45
3.3.2. Kimyasal ve fizikokimyasal analizler .....	45
3.3.3. Renk analizleri .....	46
3.3.4. Fonksiyonel bileşenler .....	46
3.3.4.1. Element (Mineral) analizleri .....	46
3.3.4.2. Toplam besinsel lif analizi .....	48
3.3.4.3. -glukan analizi .....	49
3.3.4.4. Fitik asit analizi .....	51
3.3.5. Makarna pişme testleri .....	53

3.3.5.1. Hacim artışı .....	53
3.3.5.2. Su absorpsiyonu (ağırlık artışı) .....	54
3.3.5.3. Suya geçen madde miktarı (pişme kaybı) .....	54
3.3.5.4. Toplam organik madde miktarı (TOM) .....	55
3.3.5.5. Duyusal analiz .....	56
3.3.6. Tekstür analizleri .....	57
3.3.7. İstatistiksel analizler .....	58
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....	59
4.1. Hammadde Özellikleri .....	59
4.1.1. Araştırmada kullanılan irmiğin bazı özellikleri .....	59
4.1.2. Araştırmada kullanılan arpanın bazı özellikleri .....	61
4.2. Spagetti Özellikleri .....	64
4.2.1. Kimyasal özellikler .....	65
4.2.2. Renk özellikleri .....	66
4.2.3. Fonksiyonel bileşenler .....	68
4.2.4. Pişme özellikleri .....	71
4.2.4.1. Hacim artışı .....	71
4.2.4.2. Su absorpsiyonu (ağırlık artışı) .....	72
4.2.4.3. Suya geçen madde miktarı (pişme kaybı) .....	73
4.2.4.4. Toplam organik madde miktarı (TOM) .....	73
4.2.4.5. Duyusal özellikler .....	75
4.2.5. Tekstür özellikleri .....	77
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....	80
KAYNAKLAR .....	84
ÖZGEÇMİŞ .....	94
EKLER .....	95
EK 1. Pişmemiş spagetti fotoğrafları .....	95
EK 2. Pişmiş spagetti fotoğrafları .....	96
EK 3. Spagetti örneklerinin kimyasal özelliklerine ait varyans analiz çizelgeleri .....	97
EK 4. Spagetti örneklerinin renk özelliklerine ait varyans analiz çizelgeleri .....	98
EK 5. Spagetti örneklerinin fonksiyonel bileşenlerine ait varyans analiz çizelgeleri .....	99
EK 6. Spagetti örneklerinin pişme özelliklere ait varyans analiz çizelgeleri .....	103
EK 7. Spagetti örneklerinin tekstür özelliklere ait varyans analiz çizelgeleri .....	106
EK 8. Spagetti örneklerinin kimyasal özellikleri için soyma sayısı x oran interaksiyon çizelgeleri .....	108
EK 9. Spagetti örneklerinin renk özellikleri için soyma sayısı x oran interaksiyon çizelgeleri .....	109
EK 10. Spagetti örneklerinin fonksiyonel bileşenleri için soyma sayısı x oran interaksiyon çizelgeleri .....	110
EK 11. Spagetti örneklerinin pişme özellikleri için soyma sayısı x oran interaksiyon çizelgeleri .....	112
EK 12. Spagetti örneklerinin tekstür özellikleri için soyma sayısı x oran interaksiyon çizelgeleri .....	113
ÖZET .....	114
SUMMARY .....	115

## ÖZ

### Doktora Tezi

## ARPA UNU ile ZENGİNLEŞTİRMENİN MAKARNANIN BAZI BESİNSEL ve KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Mehmet KÖTEN

Harran Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayhan ATLI  
Yıl: 2010, Sayfa: 115

Bu çalışmada, spagetti yapımında besinsel lif içeriği diğer bazı lif kaynaklarına göre daha yüksek olan arpanın kullanımının spagettinin bazı besinsel ve kalite özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Kabuğu soyulmamış arpa unundan (SAU) kaynaklanabilecek fitik asit fazlalığını azaltmak için arpanın kabuğu 1 ve 2 kez soyulmuştur. İrmige SAU, 1 kez soyulmuş arpa unu (1KSAU) ve 2 kez soyulmuş arpa unu (2KSAU) değişik oranlarda katılmak suretiyle spagetti tipinde makarna üretilmiştir. Spagetti örnekleri toplam besinsel lif,  $\beta$ -glukan, fitik asit, mineral madde içeriği, duyuşal özellikler (yapışkanlık, sertlik, kümeleşme), tekstür özellikleri (kırılganlık, sertlik, yapışkanlık, elastiklik, çignenebilirlik) ve pişme özellikleri (hacim artışı, ağırlık artışı, suya geçen madde, toplam organik madde) bakımından değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; arpa unu ilavesi, spagetti örneklerinin protein ve kül miktarlarını kontrole göre artırmıştır. Renk özellikleri kontrole göre düşük bulunmuştur. Hacim artışı ve ağırlık artışı değerlerinde azalma olmuştur. Suya geçen madde miktarı ve toplam organik madde (TOM) miktarında artış gözlenmiştir. İrmige arpa katılması ile örneklerin tüm tekstür özellikleri olumsuz etkilenmiştir. Spagetti örnekleri duyuşal değerlendirmede kontrole göre daha düşük puanlar almıştır. Ancak, tüm bu olumsuzluklar kabuk soyma işlemi ile kısmen azaltılarak kontrole yakın değerler bulunmuştur. Örnekler fonksiyonel bileşenler (toplam besinsel lif,  $\beta$ -glukan, fitik asit) bakımından fitik asit hariç kontrolden daha üstün bulunmuştur. Ayrıca element içeriği bakımından da (Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn) kontrolden oldukça yüksek değerlere sahip olmuşlardır. Kabuk soyma işlemi ile amaçlandığı gibi fitik asit miktarında soyma sayısının artışına bağılı olarak azalma saptanmıştır. Sonuç olarak 2KSAU katkısının düşük oranlarda kullanılması durumunda spagetti kalitesinin çok olumsuz etkilenmediği, bununla birlikte fonksiyonel bileşenlerinin (toplam besinsel lif,  $\beta$ -glukan) önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Makarna, spagetti kalitesi, arpa, besinsel lif fitik asit.

## **ABSTRACT**

**Phd Thesis**

### **THE EFFECT of BARLEY FLOUR ENRICHMENT of PASTA on ITS SOME NUTRITIONAL and QUALITY PROPERTIES**

**Mehmet KÖTEN**

**Harran University  
Graduate School of Naturel and Applied Sciences  
Department of Food Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Ayhan ATLI**

**Year: 2010, Page: 115**

In this study, the effect of addition of barley, which contains a higher dietary fiber than other dietary fiber sources, were investigated on some nutritional and quality properties of spaghetti. To decrease the excess phytic acid due to hulled barley flour, barley was pearled one and two times. Spaghetti type pasta was produced by adding hulled, one or two times pearled barley flour to semolina at different ratios (10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %). Spaghetti samples were analyzed for total dietary fiber,  $\beta$ -glucan, phytic acid, mineral matter content, sensory properties (stickiness, firmness, bulkiness), texture properties (fracturability, hardness, stickiness, elasticity, chewiness) and cooking properties (volume increase, weight increase, cooking loss, total organic matter).

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. There was decrease in the volume and weight increase values. There have been increases in the amount of cooking loss and total organic matter (TOM). Texture properties of samples are negatively effected by adding barley to semolina. Sensory evaluation of spaghetti samples scored lower than control. Nevertheless, all this negative effects were reduced with pearling process and the values were found close to control. Samples were superior in terms of functional properties (total dietary fiber,  $\beta$ -glucan, phytic acid) than control except phytic acid. In addition, samples were have quite high values in terms of mineral matter content (Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn) compared to control. Phytic acid content is decreased depending on pearling process and times of pearling. Finally, functional properties (total dietary fiber,  $\beta$ -glucan) of spaghetti is increased significantly and at the same time spaghetti quality is not too much effected by addition of two times pearled barley flour at lower ratio.

**KEYWORDS:** Pasta, spaghetti quality, barley, dietary fiber, phytic acid.

## TEŞEKKÜR

Tez konumun seçimimden araştırmanın yürütülmesi ve değerlendirilmesine kadar yardımlarını esirgemeyen, değerli katkılarıyla beni yönlendiren, bilgi ve deneyimlerinden faydalanma şansı bulduğum değerli danışmanım Prof. Dr. Ayhan ATLI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın her aşamasında yardım ve sabrından dolayı sevgili eşim Nilüfer KÖTEN'e, değerli çalışma arkadaşım Arş. Gör. Dr. H. Avni KIRMACI'ya,

Üretimde hammadde olarak kullandığım irmiğin teminini sağlayan Filiz Gıda San. ve Tic. A.Ş. (Bolu)'dan sayın Dr. Bülent AKTAN'a, arpanın teminini sağlayan Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden sayın Dr. İsmail SAYIM'a,

Tezimin en önemli kısmı olan makarna üretimi için bana laboratuvarını açan Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Tahıl Teknolojisi Bölüm Başkanı Turgay ŞANAL'a ve bu laboratuvarında çalışırken bana çok büyük yardımları olan laboratuvar çalışanlarından başta Oğuz MIZRAK olmak üzere, Nurettin ÇINKAYA, Aliye PEHLİVAN, Asuman KAPLAN EVLİCE ile Safure GÜLER'e ve tüm diğer kalite laboratuvarı çalışanlarına,

Tezimdeki bazı analizlerin gerçekleştirilmesinde beni yönlendiren ve bana laboratuvarlarını açan Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden sayın Prof. Dr. Ahmet KAYA'ya, Bolu İzzet Baysal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden sayın Yrd. Doç. Dr. Erkan YALÇIN ile Arş. Gör. Gül AKILLIOĞLU'na, Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi'nden sayın Prof. Dr. İsmail ÇAKMAK'a ve Doç. Dr. Levent ÖZTÜRK'e,

Tez İzleme Komitemde bulunan hocalarım Doç. Dr. İrfan ÖZBERK ve Yrd. Doç. Dr. Ahmet Sabri ÜNSAL ile Doktora tez jürimde yer alan Prof. Dr. Hamit KÖKSEL ve Prof. Dr. Şenol İBANOĞLU'na,

Evde bir gülüşü ile bana tüm yorgunluğumu unutturan, hayatımın en değerli varlığı biricik oğlum Kerem'e,

Teşekkürü bir borç bilirim.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
Şekil 3.1. Strong Scott arpa soyucusu (barley pearler) .....	42
Şekil 3.2. Pilot makarna yapma makinesi .....	43



## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
Çizelge 2.1. Makarnanın duysal özelliklerine göre puan dağılımı .....	14
Çizelge 2.2. Makarna örneklerinin TOM içeriği ve pişme kalitesi arasındaki ilişki .....	20
Çizelge 3.1. Spagetti formülasyonları .....	43
Çizelge 3.2. Makarna hamuruna eklenen arpa unu ve su miktarları .....	44
Çizelge 3.3. Makarna duysal testlerinde kullanılan puanlama sistemi .....	57
Çizelge 4.1. Araştırmada kullanılan irmiğin bazı kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri .....	59
Çizelge 4.2. Araştırmada kullanılan irmiğin renk ve fonksiyonel bileşenleri .....	60
Çizelge 4.3. Araştırmada kullanılan irmiğin element içeriği .....	60
Çizelge 4.4. Araştırmada kullanılan arpanın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	61
Çizelge 4.5. Araştırmada kullanılan arpanın renk ve fonksiyonel bileşenleri .....	62
Çizelge 4.6. Araştırmada kullanılan arpanın element içeriği .....	64
Çizelge 4.7. Arpa katkı spagettilerin bazı kimyasal özellikleri .....	66
Çizelge 4.8. Arpa katkı spagettilerin renk özellikleri .....	67
Çizelge 4.9. Arpa katkı spagettilerin toplam besinsel lif, $\beta$ -glukan ve fitik asit içerikleri.....	69
Çizelge 4.10. Arpa katkı spagettilerin element içerikleri .....	71
Çizelge 4.11. Arpa katkı spagettilerin pişme özellikleri .....	74
Çizelge 4.12. Arpa katkı spagettilerin duysal özellikleri .....	76
Çizelge 4.13. Arpa katkı spagettilerin tekstürel özellikleri .....	79

## 1. 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 beslenmedeki önemi bakımından, ekmekten sonra gelmektedir. Ancak, son yıllarda dünyada makarna tüketimi ekmek tüketimine oranla artmaktadır. 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 (Anonim, 2010a).

Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği'ne göre Makarna "*Triticum durum* buğdayından üretilen irmiğe su katılıp tekniğine uygun yoğrularak hazırlanan hamurun şekillendirilip kurutulmasıyla elde edilen bir ürün olup, sade, tam buğday, çeşnili, zenginleştirilmiş, güçlendirilmiş" olarak adlandırılır (Anonim, 2010b).

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).

Diyet lif (besinsel lif, bitkisel lif), bitkisel materyalin organizma tarafından sindirilemeyen kısmı olarak tanımlanmakta ve selüloz, hemiselüloz, pektin, lignin ve gum olmak üzere 5 farklı formda bulunmaktadır (Şenol ve Karababa, 2004).

Besinsel lifin eksikliğinden kaynaklanan sağlık sorunlarına karşı lifli gıdaların koruyucu etkisi artık açık bir biçimde bilinmekte ve bu hastalıklara karşı önlem olarak; diyetlerin dikkatle seçilip düzenlenmesi ve günlük diyetlerde lif içeriği yüksek gıdaların bulundurulması önerilmektedir (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 ekmekler 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 ve ark., 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 ve ark., 2010; Petitot ve ark., 2010; Nasehi ve ark., 2009a; Chillo ve ark., 2008b; Torres ve ark., 2007; Başman ve ark., 2006; Zhao ve ark., 2005; Rayes-Duarte ve ark., 1996; Bergman ve ark., 1994; Kordonowy ve Youngs, 1985). Makarnaya baklagil ve durum buğdayı dışında diğer tahılların katılması suretiyle de makarnanın besin değerinin artırılabilceği 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 potansiyeli de göz ardı edilmemelidir. Çünkü son yıllarda, arpada yüksek miktarda bulunan -glukanın fonksiyonel gıda katkısı olarak kullanılabilceği bilimsel çalışmalarla ortaya konmuştur. Çözünebilen bir lif olan -glukanın kronik kalp hastalıklarını tedavi edici, kan kolesterol düzeyini düşürücü, kan şeker 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.

-**glukan** gibi besinsel lifçe zengin olan **arpanın** sağlığa olan olumlu etkileri göz önüne alındığında makarna ürünlerinin besin değerini artırmada kullanılabilceği kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada tam arpa unu ve kabuğu soyulmuş arpa ununun (kabuk soyma işlemi kepek kısmında yoğunlaşmış olarak bulunan ve vücutta olumsuz etkileri olan fitik asitin kısmen veya tamamen uzaklaştırılması ve makarnanın renginde oluşabilecek esmer rengi azaltmak için yapılmıştır) irmiğe ne oranda ve hangisinin katılabileceği, ayrıca irmiğe arpa unu katılarak yapılan makarnanın bazı besinsel ve teknolojik özellikleri ile pişme kalitesi üzerine etkil eri araştırılmak amaçlanmıştır. Böylece hem besin değeri yüksek hem de teknolojik kalitesi iyi olan dolayısıyla besinsel lif açısından da zengin çeşnili makarna üretiminin mümkün olup olmadığı da belirlenmiştir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Makarnanın Tarihçesi

Eski kaynaklara göre makarna M.Ö. 1700'lerde Çinliler tarafından keşfedilmiştir. Gıda tarihçileri de makarnanın anavatanı hakkında sürekli bir tartışma içerisindedirler. Örneğin, Marco Polo'nun 1292 yılında Çin'e yaptığı seyahat sırasında beraberinde "Spagetti" çeşidini, makarnanın anavatanı sayılan İtalya'ya getirdiği söylenmektedir. Ancak İtalyan tarihçiler, makarnanın Marco Polo'dan çok önce bilindiğini iddia etmektedirler. Sicilyalılar ise çeşitli kaynaklarda yer alan "Macarruni" kelimesini referans gösterip, makarnayı kendilerinin bulduğunu söylemektedirler. Bazı araştırmalara göre, İtalyanlar binlerce yıl önce makarnayı Araplardan almışlardır. Ortadoğu ile ticaret yapan İtalyanlar, o dönemde "el -rişta" diye adlandırılan, günümüz mutfağında "erişte" diye bilinen yemeği, hem lezzetli hem pratik bularak ülkelerine taşımışlardır. 14. yüzyıl yazarlarından Boccaccio'nun "**Dacameron**" isimli eserinde makarna üzerine hikayeler bulunmaktadır. O yıllarda Sicilya ve Napoli'de makarna teknolojisi iyice yaygınlaşmış İtalya'dan sonra Çin'de geleneksel bir yemeğe dönüşmüştür. İtalya'da hızla gelişen makarna üretimi diğer Avrupa ülkelerine yayılırken, ABD'ye göç eden İtalyanlar beraberinde makarnayı da bu ülkeye götürmüşlerdir. Dünyada ilk makarna fabrikası ise 1848 yılında ABD'de kurulmuştur ve makarna insanlık tarihinin vazgeçilmez lezzetlerinden biri olarak şimdi tüm dünyada sofraların baş tacı konumundadır. Türkiye'de 1922 yılından itibaren ev yapımı erişte olarak tüketilen makarna sanayileşmeye başlamıştır. Zamanla küçük ölçekli işletmeler yerini yavaş yavaş yüksek kapasiteli modern fabrikalara bırakmıştır (Haboğlu, 2007; Anonim, 2006).

## 2.2. Makarna ve Makarnanın Beslenme Yönünden Önemi

Buğdayın 2 bin yıllık bir evrim içinde yabani atalarından başlayan ve ilk ekilen Siyez (*Triticum monococcum*) ve Gernik (*Triticum dicoccum*) türlerinden günümüzde iri taneli, uzun boylu ve kavuzsuz, dolayısıyla işlenmesi çok daha kolay olan makarnalık (*Triticum durum*) buğday ve ekmeçlik (*Triticum aestivum*) buğday türleri ortaya çıkmıştır (Armay, 2007). Makarna ürünleri değişik ülkelerde çok farklı şekillerde ve değişik malzeme kullanılarak yapılmaktadır. Hatta bazı yerlerde yumuşak buğday kullanılarak da makarna yapılmaktadır (Özkaya ve Özkaya, 1993a). Ancak durum buğdayı (*Triticum durum* L.) spagetti, erişte vb. makarna ürünlerinin üretimi için en uygun buğday türü olarak kabul edilmektedir. Çünkü durum buğdayı, yüksek sarı pigment içeriğine, düşük lipoksigenaz aktivitesine ve yüksek protein içeriğine sahiptir (Aalami ve ark., 2007).

Yıllık dünya makarna üretimi, 10.5 milyon ton civarında olup bunun yaklaşık %5.3'lük kısmını 5. sırada bulunan Türkiye üretmektedir. İtalya 3.16 milyon ton/yıl ile 1. durumdadır (Anonim, 2010a). Ülkemizdeki makarna tüketimi maalesef istenilen düzeyde değildir. Geleneksel yemek kültürümüzdeki farklılıklar, sos kullanımının yaygın olmaması ve çok fazla gelişmiş olmaması, makarnanın çok ciddi bir yemek olarak görülmemesi, “şişmanlatır” şeklindeki yanlış bilgi gibi nedenlerden dolayı beklenen düzeye ulaşmamıştır. Makarna rafine bir gıda değildir. Tam aksine kompleks karbonhidrat, vitamin, protein ve enerji veren minerallerden oluşan bir gıdadır (Arıca, 2007). Yıllık kişi başı tüketimi 6 kg düzeyindedir. Üretimde ilk beş içerisinde yer alan Türkiye, kişi başı tüketimde 19. sıradadır (Anonim, 2010c).

Makarna tüm Avrupa, Güney Amerika, Kuzey Amerika, Avustralya, Kuzey Afrika, Orta Asya, Orta Doğu ve dünyanın pek çok yerinde temel gıda maddesi olarak tüketilmektedir. Kompleks karbonhidratların en zengin kaynağı olup, protein için de orta derecede kaynak sayılmaktadır. B12 dışındaki bütün B vitaminleri ve mineralleri içerir. Ancak bunların oranı tam buğday irmiğinden üretilen makarnalarda daha yüksektir. Tam buğday irmiğinden üretilen makarnalar besinsel lif açısından da en iyi kaynaklardandır. Makarna çok az yağ içerir. Pişirilmesi sırasında pişme suyuna nişasta, protein, B vitaminleri geçtiğinden kayıplar

olmaktadır. Bunun yanında sudaki kalsiyumu çektiği için kalsiyum içeriği de bir miktar artmaktadır (Baysal, 2008; Yıldız, 2008).

Makarna piştikten sonra %65 su içeren tipik bir bitkisel besin kaynağı konumundadır. Önemli ve eksikliği duyulan tiamin, riboflavin, niacin, pridoksin, folik asit gibi vitaminlerin ve potasyum, magnezyum, çinko, bakır, selenyum gibi minerallerin günlük ihtiyacının %20 ve daha fazlasını karşılamaktadır. Bir tabak makarnanın 300-350 gram olduğu düşünülürse en düşük maliyetle besin yoğunluğu yüksek bir gıda tüketilmiş olduğu anlaşılmaktadır (Yıldız, 2008).

### 2.3. Makarna Çeşitleri ve Şekilleri

Dünyada yüzlerce şekilde ve lezzette makarna bulunmaktadır. Genel olarak makarna çeşit olarak kuru, taze ve ev yapımı olmak üzere 3 grupta toplanabilir. Kuru makarna, genellikle sadece irmik, su ve tuzdan yapılır fakat başka unlardan ve çeşni maddelerinden yapılanları da vardır. Nadiren yumurta içerir ve soğutmadan veya dondurmadan uzun süre saklanabilir. Taze makarna, kuru makarna kadar olmasa da çeşitli boyutlarda ve biçimlerde olabilmektedir. Tam kurutulmadan paketlenip satışa sunulmaktadır. Taze makarna genellikle yumurta içerir ve yüksek su içeriğine sahiptir. Bu nedenle bozulmasını engellemek için makarnayı soğutmak veya dondurmak gerekmektedir. Taze makarna İtalya'da özel işletmelerde günlük olarak yapılır ve marketlerde soğutulmuş ve dondurulmuş olarak satılır. Eğer soğutulmuşsa satın alınmasından itibaren 3-4 gün içinde, dondurulmuşsa 1-2 ay içinde tüketilmesi gerekir. Taze makarna kuru makarnaya göre daha kısa pişirme süresi gerektirir. Taze ev yapımı makarna çok farklı makarna tatları yaratılmasına olanak verir. Buğday unu, karabuğday unu, pirinç unu, soya unu ve yulaf unu gibi çeşitli unlar kullanılarak farklı lezzetler elde edilebilir (Galterio ve ark., 2008).

Birçok şekil ve boyutta makarna vardır. Makarna şekillerinin çoğu İtalya kökenlidir, fakat dünyanın diğer ülkelerinde de farklı şekillerde makarna üretilmektedir. Makarna genel olarak; boru, çubuk (spagetti), şerit, çorba ve mantı

usulü makarna olmak üzere ve genellikle kuru olarak üretilmektedir (Galterio ve ark., 2008).

#### 2.4. Makarna Kalitesi

Durum buğdayı kalitesi ve bu buğdaydan elde edilen irmiğin kalitesi makarna kalitesini belirleyen önemli parametrelerdir. Makarna kalitesi genel olarak makarnanın görünüşü ve pişme kalitesi ile değerlendirilmektedir. Makarna pişme kalitesi yapışkanlık, sertlik, pişme ve pişme sonrası dayanım, su absorpsiyonu, hacim artışı ve pişirme kaybı gibi parametrelerle belirlenmektedir (Nobile ve ark., 2005; Feillet ve ark., 2000; Cole, 1991). İyi kalitede makarna yarı şeffaf, parlak sarı renkte, nokta benek ve çatlaklardan arı, düzgün bir yüzeye sahip olmalıdır (Dick ve Matsuo, 1988). Pişirildiğinde parlak sarı renkte, elastik, yüzey dağılmasına ve yapışkanlığa dirençli olmalı, sert yapısını ve sağlam tekstürünü koruyabilmelidir (Gonzalez ve ark., 2000). Son yıllarda makarnanın görünüş ve pişme kalitesinden başka besleyicilik (fonksiyonel) kalitesi de incelenmeye başlanmıştır.

Makarna kalitesinde en önemli görevi **proteinler** üstlenmiştir. İrmikte protein miktarının en az %11 olması istenir. Daha düşük proteinli irmikten kaliteli makarna üretmek mümkün olmamaktadır. Protein miktarının yüksek olması tek başına kalite için yeterli değildir. Protein miktarının yanı sıra **gluten kalitesinin** de yüksek olması önemlidir. Gluten proteinleri içerisinde glutenin oranı yüksek olan çeşitlerin üstün pişme kalitesine sahip olduğu bilinmektedir. Gliadin oranı yüksek olan çeşitlerden elde edilen makarnalar pişirildiğinde ise, istenilen dirilik ve sertlik azalmaktadır (Özkaya ve Özkaya, 1993b).



### 2.4.1. Makarna kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan bazı parametreler

#### 2.4.1.1. Makarna görünüşü

Makarmanın görünüşü kalite değerlendirilmesinde ilk ele alınan kriterdir. Kaliteli bir makarna, şekil ve biçim olarak düzgün ve üniform bir görünüme sahip olmanın yanı sıra yarı şeffaf parlak sarı renkte olmalı, fazla çatlak içermemeli, hava kabarcıkları, beyaz ve koyu renkli benekler, damar bulundurmamalı, pürüzsüz bir yüzey yapısına sahip olmalıdır (Koca ve Anıl, 2007). Kaliteli makarnayı tanımlayan en önemli özelliklerden birisi pişmemiş **makarnanın rengidir**. Aranılan bu renk parlak sarı ‘amber’ rengidir. Bu kalite kriteri, tüketicinin ürünü kabul etmesini büyük oranda etkiler. Makarna rengi durum buğdayının özellikleri, irmik kalitesi, öğütme koşulları, yoğurma, ekstrüzyon ve kurutma şartlarından etkilenmektedir (Feillet ve Dexter, 1996; Dick ve Matsuo 1988). Ekstraksiyon oranı çok yüksek veya nokta benek sayısı fazla olan irmikten yapılan makarnaların rengi endosperm dışı maddelerin irmiğe karışması nedeniyle matlaşmakta ve kahverengileşmektedir (Matsuo ve Dexter, 1980; Dexter ve Matsuo, 1978). Makarnada gözlenen sarılık irmikteki karotenoid pigmentlerinin ve lipoksidaz aktivitesinin bir sonucudur (Borrelli ve ark., 1999). Ancak tam buğday irmiğinden üretilen makarna ve diğer tam tahıl katkılı makarna esmer renkte olmaktadır. Bu tip ürünler fonksiyonel ürünler olup esmer renkte olması tüketici açısından sorun yaratmamaktadır.

Lipoksidaz işleme sürecinde karotenoidleri oksidasyona uğratarak sarı rengin açılmasına yol açar. Makarnada istenilen rengin elde edilmesi için düşük lipoksidaz aktiviteli buğdayların seçimi yanında vakumlu mikserlerin kullanılması önerilmektedir. Ayrıca son yıllarda yüksek sıcaklıklarda kurutma işlemi parlak sarı rengin eldesinde önemli avantajlar sağlamaktadır. Makarna renginin değerlendirilmesi duyuşal olarak gözle yapılabildiği gibi, enstrümental olarak renk ölçüm cihazlarıyla da yapılmaktadır (Koca ve Anıl, 2007).

Makarna görünüşüne ait diğer bir özellik kurutulmuş **makarnada çatlakların** oluşmasıdır. Bu durumun oluş nedeni uygunsuz kurutma koşullarıdır. Yüzey nemi

çok hızlı uçarsa, makarnanın yüzeyi sertleşir. Makarnanın ortası kuruduğunda çubuk, uygulanan kuvvete karşı koyamayarak kırılma gerçekleşir (Feillet ve Dexter, 1996). Makarnanın yüzey düzgünlüğü de makarnanın üretimi sırasında kullanılan kalıbın özelliklerine bağlıdır (Donnelly, 1982). Kullanılan kalıbın özellikleri makarnanın düzgün veya pürüzlü yüzeye sahip olmasını belirler. Modern kalıplar makarnaya parlak, düzgün yüzey sağlayan teflon malzemedendir yapılmaktadır (Feillet ve Dexter, 1996). Makarna yüzeyindeki renk kaybı, nokta ve beneklerin varlığına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Renk kaybı beyaz nokta veya çizgiler halinde ise bu durum uygunsuz yoğurma veya yetersiz suya bağlı olarak irmiğin homojen olmayan su alımından kaynaklanmaktadır. Kahverengi noktalara ise irmiğin öğütülmesi sırasında uzaklaştırılmayan kepek parçaları neden olmaktadır. Durum buğdayını öğütülmesi sırasında kepeğin varlığına bağlı olarak meydana gelen noktalar buğdayın fiziksel durumu, öğütme tekniği ve irmik ekstraksiyon oranına bağlıdır (Feillet ve Dexter, 1996).

#### 2.4.1.2. Makarna pişme kalitesi

Makarna pişme kalitesi durum buğdayı irmiğinin makarna üretimi için uygunluğunu değerlendirmede en önemli kriterlerden biridir (Sharma ve ark., 2002). Makarna pişme kalitesi, üretim koşulları ve irmiğin ekstraksiyon oranından etkilenmekle birlikte esas olarak üretildiği irmiğin özelliklerine bağlıdır (Cubadda 1989; 1988). Pişme kalitesi, pişirme sonrası makarnanın sertliği ve yüzey durumu ile değerlendirilmektedir (Troccoli ve ark., 2000). Spagetti pişme kalitesini tam olarak değerlendirebilmek için birden fazla faktörün göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Makarna pişme kalitesi tüketicinin tat ve alışkanlıklarına bağlı olarak değişmekle birlikte ürünün pişme sonrası yapısını koruması, yapışkan ve kalın bir kütle halini almaması olarak açıklanmaktadır (Cubadda, 1988). **Protein miktar ve kalitesi**, pişmiş makarna sertliği ve pişme stabilitesini sağlaması açısından makarna pişme kalitesini etkileyen en önemli özelliklerdir (Novaro ve ark., 1993; D'Egidio ve ark., 1990). İyi kalitede makarnanın pişmesi sırasında protein, suyu emerek nişastadan daha hızlı bir şekilde şişer. Zayıf kalitede makarnada protein sürekli bir matriksten ziyade kütleler halinde kümeleşir. Protein fraksiyonunun nişasta

jelatinizasyonundan önce hidrasyonu sert, iyi kalitede pişmiş makarna üretimi için gereklidir. Protein matriksinin parçalanması makarnanın yüzey yapısında değişimlere neden olmaktadır (Smewing, 1997). Makarna kalitesini birinci derecede etkileyen faktörün **protein içeriği**, ikinci derecede etkileyen faktörün ise **gluten kuvveti** olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur (Feillet ve Dexter, 1996; Novaro ve ark., 1993; D'Egidio ve ark., 1990; Matsuo ve ark., 1982). Makarna yapımında proteinlerin ağ şeklinde bir yapı oluşturarak diğer bileşenleri ve özellikle de nişasta granüllerini tutabilme kabiliyetlerinin kalite üzerine etkili olduğu belirtilmektedir (Cubadda, 1988). Protein ağı spagetti yüzeyinin dağılmasını önleyip karbonhidrat ve proteinlerin pişirme suyuna geçmesini engeller (Malcolmson ve ark., 1993). Eğer protein ağı çok gevşek yapıda ise pişme sırasında nişasta granüllerini tutamaz ve makarna yüzeyinde bir nişasta tabakası meydana gelir. Bu da makarnanın yapışkan bir hal almasına neden olur (Feillet, 1988). Yapılan çeşitli araştırmalarda protein miktarının artmasıyla pişmiş spagettinin sertliğinin arttığı, pişme kaybının azaldığı ve aşırı pişirmeye karşı dayanıklılığının daha iyi olduğu belirtilmektedir (Autran ve ark., 1986; Dexter ve ark., 1983b; Grzybowski ve Donnelly, 1979). Gluten özellikleriyle belirlenen spagetti protein kalitesi de pişme kalitesini etkilemektedir (Grzybowski ve Donnelly, 1979; Dexter ve Matsuo, 1977; Matsuo ve ark., 1972; Matsuo ve Irvine, 1969; Sheu ve ark., 1967). Kaliteli makarna elde etmek için yüksek protein ve kuvvetli gluten istenmektedir. İyi kalitede bir makarna pişirildiğinde parlak sarı renkte, elastik, yüzey dağılmasına ve yapışkanlığa dirençli olmalı, sert yapısını ve sağlam tekstürünü koruyabilmelidir (Gonzalez ve ark., 2000). Pişme kalitesinin belirlenmesinde sabit sıcaklıkta belli bir süre pişirme sonunda hacim artışı, ağırlık artışı (su absorpsiyonu) ve pişirme suyuna geçen madde analizleri yapılmaktadır.

#### **2.4.2. Makarna kalitesinin tekstürel yöntemlerle belirlenmesi**

Makarna ürünlerinin tekstürel özellikleri renk, tat ve besleyici değerinin yanı sıra tüketici tercihini belirlemede esas rol oynamaktadır (D'Egidio ve Nardi, 1996). Bu nedenle spagetti kalitesini belirlemede esas kriter pişmiş makarnanın tekstürünün değerlendirilmesi olarak kabul edilir (Edwards ve ark., 1993; Dexter ve ark., 1985).

Bir gıdanın tekstürü farklı yapısal özelliklerinin ve bu özelliklerin duyu organlarıyla etkileşiminin bir bileşimidir (Szczesniak, 1963). Szczesniak tarafından önerilen gıda tekstürünün genel sınıflandırmasında, pişmiş makarnanın genel özellikleri geometrik ve mekanik özellikler olmak üzere iki genel kategoride değerlendirilmektedir. Geometrik özellikler materyalin boyut, şekil gibi genel fiziksel durumuna ilişkin özelliklerdir. Mekanik özellikler ise makarna ürünleri için esas öneme sahiptir. Bu özellikler şöyle tanımlanmaktadır: Sertlik (firmness), duysal olarak makarnayı ısırma için gerekli kuvvet, enstrümental olarak ise bir pişmiş spagetti çubuğunu özel bir bıçakla bölmek için gerekli iş (g.cm) olarak tanımlanır (Anonymous, 1992a). Yapışkanlık (stickiness), pişmiş makarnanın damak, dil, diş ve parmaklara yapışma durumu olarak ifade edilir. Elastikiyet (elasticity), bir spagetti örneğine deforme edici gerilme kuvveti uygulanıp kaldırıldığında deforme olmuş makarnanın ilk durumuna geri dönme kapasitesini ifade eder. Kıvam (consistency) makarnayı bir arada tutan kuvvet olarak ifade edilir (D'Egidio ve Nardi, 1996). Sertlik, kıvam ve elastikiyet parçacıklar arasında dağılmaya karşı koyan çekim kuvveti ile yapışkanlık ise yüzey özellikleri ile ilgilidir. Pişmiş makarnanın tekstürünü karakterize etmede kullanılan ikinci derecede öneme sahip parametreler ise çiğnenebilirlik ve kümeleşmedir. Çiğnenebilirlik (chewiness) bir örneği yutmaya uygun kıvama getirmek için saniyede bir çiğneme hızında çiğnemek için gerekli süredir. Sertlik, kıvam ve elastikiyete bağlı bir parametredir. Kümeleşme (bulkiness) pişmiş makarnanın birbirine yapışma oranıdır. Yapışkanlıkla ilgili bir parametredir (D'Egidio ve Nardi, 1996).

Dexter ve ark. (1983b), yüksek ve düşük sıcaklıkta kurutulan, değişik sertliklerdeki pişirme sularında pişirilen makarna örneklerinin yapışkanlık, pişmiş makarnada ağırlık artışı, pişme kaybı, yumuşaklık indeksi (tenderness index) ve sıkıştırılabilirliklerini incelemiştir. Yüksek sıcaklıkta kurutulan spagetti örneklerinin düşük sıcaklıkta kurutulanlara oranla daha az yapışkan, daha esnek, sert ve daha az pişme kaybına sahip olduğu gözlenmiştir. Manthey ve Schorno (2002), tam durum buğday unu ve irmikten elde edilen spagettilerin fiziksel ve pişme kalitelerini incelemiş, kurutma sıcaklığının ve yetiştirme tekniğinin bu özellikler üzerine etkisini ortaya koymuştur. Tam buğday unundan elde edilen spagettinin irmikten elde edilen

spagettiye oranla daha düşük mekanik kuvvet ve sertliğe, daha fazla pişme kaybına sahip olduğu gözlenmiştir. Yüksek sıcaklıkta kurutulan her iki çeşit spagettinin de pişme kaybı düşük sıcaklıkta kurutulanlara oranla daha düşüktür. Optimum pişirme süresi + 6 dakika pişirilen yüksek sıcaklıkta kurutulan örneklerde sertlik, düşük sıcaklıkta kurutulan örneklere oranla daha fazladır. D'Egidio ve ark. (1993), 50°C ve 90°C'lerde kurutulan spagettinin toplam organik madde miktarı ve duyuşal özelliklerini karşılaştırmış ve kurutma sıcaklığının toplam organik madde miktarı ve duyuşal değerlendirme üzerine etkisini incelemiştir. 50°C'da kurutulan örneklerin toplam organik madde miktarı, yapışkanlık ve sertlikleri 90°C'da kurutulan örneklere oranla daha fazla olmuştur. Bununla birlikte, sıkıştırılabilirlik (mm), kıvam(%), geri kazanım derecesinin (recovery) (mm), düşük sıcaklıkta kurutulan örneklerde daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bu çalışma ile düşük kurutma sıcaklıklarında toplam organik madde miktarı testinin makarna pişme kalitesinin değerlendirilmesinde uygun bir test tekniğı olduğunu ancak yüksek kurutma sıcaklıklarında TOM testine ek olarak sertlik testinin de pişme kalitesinin değerlendirilmesinde önem kazandığını ortaya koymuştur.

Pişirme süresi tüm tekstürel özellikleri etkilemektedir; genel olarak deneysel çalışmalarda, spagettinin ortasındaki beyaz hattın (nişastanın) tamamen kaybolması için geçen süre olarak ifade edilen optimum pişme süresi (minumun pişme süresi) kullanılır (Manthey ve Schorno, 2002). Bazı durumlarda normal pişme süresi (optimum pişme süresi + 1-3 dakika), sabit standart bir pişme süresi (12-13 dk) ve aşırı pişme süresi (normal pişme süresi + 10-12 dakika) kullanılabilir (D'Egidio ve Nardi, 1996). Dexter ve ark. (1985), makarna pişme kalitesini değişik sertliklerde su kullanarak incelemiştir. Musluk suyu kullanılarak pişirilen makarnaların yapışkanlığı, pişme kaybı, toplam pişme puanı ve toplam organik madde miktarının tampon çözelti kullanılarak pişirilen makarnaya oranla daha düşük olduğu saptanmıştır.

Pişmiş spagettinin tekstürel özellikleri duyuşal ve deneysel (kimyasal ve enstrümental) yöntemlerle belirlenebilmektedir. Duyusal değerlendirme yöntemi tüketici tercihine en yakın sonuçlar vermesi ve pişmiş makarnanın tüm tekstürel

özelliklerinin değerlendirilmesini mümkün kılması nedeniyle gıdaların tekstürel özelliklerinin belirlenmesinde en temel yöntem durumundadır. Bunun yanı sıra, duyuşal değerlendirme yöntemi, kimyasal veya enstrümental yöntemlerin geliştirilmesi ve kabul edilmesinde referans bir yöntemdir (D'Egidio ve Nardi, 1996).

#### 2.4.2.1. Makarnanın tekstürel özelliklerinin duyuşal analizle belirlenmesi

Makarna pişme kalitesinin duyuşal analizle değerlendirilmesi için standart bir metot hazırlanmıştır (Anonymous, 1985). Bu metotta makarnanın yüzey yapışkanlığı referans fotoğraflar kullanılarak, sertlik ise çiğneme yolu ile tespit edilmektedir. Her bir parametre için puanlama 1'den 9'a kadar olup, artan kalitesi ile artış göstermektedir. Bu metotta, suyun bileşimine bağılı farklılıkları ortadan kaldırmak ve örnekler arası kalitatif farklılıkları arttırmak için yapay olarak sertleştirilmiş su kullanılmaktadır (D'Egidio ve Nardi, 1996). Makarna ürünlerinin geleneksel olarak üretildiğı ve tüketildiğı İtalya'da duyuşal analiz oldukça yaygındır. İtalyan araştırma ve makarna üretim laboratuvarları genel olarak yapışkanlık, sertlik ve kümeleşmeyi değerlendirmektedir. Yapışkanlık ve kümeleşme görsel yolla ve elle inceleyerek değerlendirilirken, sertlik makarnayı dişlerle kesme yoluyla değerlendirilir. Genel olarak eğitimli 3 panelist duyuşal analizde görev alır. Panelistler her bir parametreyi bağımsız olarak değerlendirip 0-100 arasında puanlandırır (Çizelge 2.1). Toplam pişme puanı tüm sonuçların aritmetik ortalaması olarak ifade edilir. İyi kalitede makarna 70'in üzerinde, orta kalitede makarna 50-70 arası, düşük kalitede makarna ise 50'nin altında bir puanla ifade edilir (D'Egidio ve Nardi, 1996). Cubadda (1988), toplam puanı 40 veya altındaki makarnanın zayıf kalitede olduğunu, 40-50 arasında kalitenin tamamen yeterli olmadığını, 50-70 arası orta kalitede, 70-80 arası iyi kalitede ve 80'in üzeri ise çok iyi kalitede olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 2.1. Makarnanın duyuşal özelliklerine göre puan dağılımı\*

Puan	Yapışkanlık	Kümeleşme	Sertlik
<20	Çok yüksek	Çok yüksek	Yok
40	Yüksek	Yüksek	Az
60	Az	Az	Yeterli
80	Neredeyse yok	Neredeyse yok	İyi
100	Yok	Yok	Çok iyi

\*Cubadda (1988)

Makarnanın duyuşal değerlendirilmesinde şimdiye kadar yapılan çalışmalarda farklı puanlama skalaları kullanılmıştır. Bunlardan bazıları 8 puan skalası, 9 puan skalası, 5 puan skalası, 3 puan skalası ve 100 puan skalasıdır. Her ne kadar terminoloji ve duyuşal teknikler gelişmeye açık olsa da farklı puanlama sistemlerinin kullanılması, terimlerde anlam karmaşası veya terimlerin iki anlamının bulunması, tanım karmaşası; örneğin yapışkanlık/sakızimsılık'ın aynı anlamda kullanılması gibi faktörler duyuşal analizi zorlaştırmaktadır (Cole, 1991). Bunun yanı sıra özellikle örnek miktarının kısıtlı olduğu ve fazla sayıda örneğin değerlendirileceği durumlarda duyuşal değerlendirme pratik değildir, maliyeti arttırır ve zaman alıcıdır (Edwards ve ark., 1993). İtalyan, Alman ve Fransız laboratuvarları tarafından gerçekleştirilen deneysel bir çalışmada pişme kalitesinin değerlendirilmesinde kritik faktörün panelistlerin deneyimlerindeki farklılığın olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle makarnanın tekstürel özelliklerin belirlenmesinde duyuşal test tekniklerine alternatif olarak çeşitli enstrümental metotlar geliştirilmiştir (Cubadda, 1988).

#### 2.4.2.2. Makarnanın tekstürel özelliklerinin enstrümental yöntemlerle belirlenmesi

Pişmiş spagetti için özel olarak geliştirilen bazı deneysel ekipmanların yanı sıra gıdaların tekstürel özelliklerini ölçen Kramer Shear Press, General Food Texturometer, Ottawa Texture Measuring System, Instron Universal Tester, Texture Analyzer gibi genel tekstür cihazlarında pişmiş ve pişmemiş makarnanın tekstürel özellikleri uygun donanımlarla belirlenebilmektedir. Bu enstrümental testler kesme, sıkıştırma, gerilme veya uzama, yapışma ya da birkaç kuvvetin ölçülmesi esasına dayanmaktadır (D'Egidio ve Nardi, 1996). En son geliştirilen tekstür ölçüm cihazı

TA-XT Plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems, England) dır. Bilgisayar kontrollü bu cihaz sıkıştırma, delme ve nüfuz etme, kesme ve bölme, ekstrüzyon, gerilme, kırılma, bükülme, kopma ve yapışma prensiplerine göre çalışmaktadır. Her prensip için geliştirilmiş uygun prob ve donanımlarla çeşitli gıda maddelerinin sertlik, yumuşaklık, elastikiyet, yapışkanlık, gevreklik gibi tekstürel özellikleri kısa sürede ölçülebilmektedir.

#### **2.4.2.2.1 Pişmemiş makarnada tekstürel özelliklerin belirlenmesi**

Makarna yapımında kullanılan irmiğin gluten kuvveti ve kalitesi pişmemiş makarnanın kuvvetini belirlemede kullanılır. Makarna kuvveti, ürünün taşımada dayanma toleransının ve pişmeye karşı dayanıklılığının belirlenmesi amacıyla kırılma kuvveti testleri ile belirlenebilmektedir (Smewing, 1997).

##### **2.4.2.2.1.1. Spagetti bükülme testi**

Makarna üretiminde en zor ve kritik aşama kurutmadır. Eğer makarna çok hızlı kurutulursa hamurdan suyun uzaklaşması sırasında makarna çatlayabilmekte veya kırılabilmektedir. Bu durumun ortam bağıl nemi ve makarnanın bağıl nemi arasındaki farktan kaynaklandığı ifade edilmiştir. Çatlaklar kurutucuda olabileceği gibi makarna ambalajlanıp satışı çıkarıldıktan birkaç hafta sonra da olabilir (Hahn, 1990). Üretim hatalarından kaynaklanan çatlaklar spagetti çubuklarının çok daha kolay kırılmasına ve bükülme testinde kırılma kuvvetinin normalden düşük çıkmasına neden olur (Smewing, 1997). Bükülme testiyle belirlenen kırılma kuvveti kuru makarnanın paketleme ve dağıtım sırasında kırılmaya karşı hassasiyetini belirlemede (Cole, 1991), makarna yapımında kullanılan irmiğin özellikleri ve kurutma koşulları ile yakından ilişkili olması nedeniyle bir kalite kontrol kriteri olarak değerlendirilmektedir (Donnelly, 1991; Matsuo ve ark., 1982; D'Egidio ve ark., 1982). Bunun yanı sıra makarnanın nem içeriği bükülme kuvvetini önemli ölçüde etkilemektedir (Cole, 1991). Pişmemiş makarnanın mekanik kuvvetinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan bükülme testinde makarna çubuğuna sıkıştırma ve gerilme kuvveti uygulanmaktadır. Bu testte spagetti çubukları dikey olarak



Tekstür Cihazının bükülme donanımı yuvalarına yerleştirilir. Uygulanan baskı kuvvetine karşı spagetti çubuğunun bükülerek kırılma kuvveti (breaking strength) ve kırılma mesafesi (breaking distance) belirlenir. Kırılma kuvveti spagettinin zayıflığı, kırılma noktasındaki mesafe ise esnekliği hakkında bilgi verir (Smewing, 1997).

#### **2.4.2.2.1.2. Spagetti kırılma testi**

Spagetti ve eriştenin kırılma kuvvetinin ölçülmesinde iki tanesi Texture Analyzer'ın alt tablasına, bir tanesi ise yük hücreğine adapte edilmiş üç parçalı donanım kullanılmaktadır. Spagetti çubuğu Texture Analyzer cihazının alt tablasındaki donanım üzerine yerleştirilmektedir. Yük hücreğine adapte edilmiş donanımın aşağı doğru hareketiyle örneğin merkezine bir kuvvet uygulanarak makarnanın kırıldığı andaki kuvvet ve kırılma mesafesi belirlenir. Örneğin kırılma kuvveti veya kırılma gerilimi, elde edilen kuvvet zaman grafiğinin maksimum kuvvet veya gerilim değeri olarak alınır. Kırılma mesafesi örneğin kırılma noktasını (fracturability) ifade eder ve bir örneğin kırılmadan önce ne kadar deforme olabileceğini gösterir. Kırılma testi kullanılan farklı katkıların kaliteye etkisini değerlendirmede kullanılabilir (Smewing, 1997).

#### **2.4.2.2.2. Pişmiş makarnada tekstürel özelliklerin belirlenmesi**

Pişmiş makarnanın tekstürel özelliklerinin enstrümental ölçümünde uygulanan temel test prensipleri gerilme veya uzama, bölme veya kesme, sıkıştırma ve yapışmadır (Cole, 1991).

##### **2.4.2.2.2.1. Pişmiş makarna sertliği**

Makarna ürünlerinin enstrümental olarak kesilmesi çiğnemenin ilk aşamalarında gıda üzerine uygulanan ısırma hareketini yerine getirmekte ve dişi anımsatan ince bir bıçak yardımıyla gerçekleştirilmektedir (Walsh, 1971; Walsh ve Gilles, 1971; Matsuo ve Irvine, 1969). Matsuo ve Irvine (1969), Bükülme Kuvveti Ölçer'i (Bending Stress Tester) modifiye ederek pişmiş makarnaya ilk defa kesme

testini uygulamışlardır. Grain Research Laboratory (GRL) Spagetti Tenderness Tester olarak bilinen cihaz, birim zamanda bıçağın örneğin içine penetrasyon derinliğini grafiksel olarak gösterir. Walsh (1971), Matsuo ve Irvine (1969)'un geliştirdiği GRL spaghetti tenderness tester yerine Instron Universal Testing Machine'ı adapte etmiştir. Makarna pişme kalitesinin belirlenmesinde 1989 yılında önerilen AACCC Metot (16-50) günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu test diğer enstrümental testler gibi makarna örneği üzerine uygulanan deformasyon kuvvetinin ölçülmesi esasına dayanır. 1 mm kalınlığında özel plastik bir bıçakla kesilen spagettilerin sertliği g.cm olarak ifade edilmiştir. Walsh (1971), spagetti sertlikölçüsü olarak birim alan başına uygulanan maksimum kesme kuvvetini de kullanmış ve her iki testin sonuçlarının pişirme testleri ile elde edilen verilerle yüksek korelasyon gösterdiği görülmüştür. Sertlik testi hammadde ve kullanılan işleme metotlarına göre makarna örneklerinin pişme toleranslarının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Smewing, 1997). Pişirme ve pişirme sonrası bekleme süresi, sertliği büyük ölçüde etkilemektedir. Gonzalez ve ark. (2000), lazanyaların tekstürel özellikleri üzerine pişme süresi (9.5-11-15. dakikalar) ve pişirme sonrası bekleme süresinin (4-185 dakika) etkisini incelemiştir. Sertlik artan pişme ve bekleme süresiyle azalmıştır. Pişme süresindeki artış makarna tarafından suyun emilimini artırarak makarnanın orta bölgesine geçen suyun miktarının artışına neden olur. Böylece örneğin kesmeye karşı direnci azalır (Gonzalez ve ark., 2000). Pişme süresinin yanı sıra pişmiş makarna sertliğinin protein içeriğiyle ilişkili olduğu da bildirilmiştir (Grzybowski ve Donnelly, 1979; Dexter ve Matsuo, 1977).

#### **2.4.2.2.2. Pişmiş makarnanın yüzey yapışkanlığı**

Pişmiş makarna kalitesinin değerlendirilmesinde diğer bir parametre yüzey yapışkanlığıdır. Bu parametre duyu analiziyle kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Ancak duyu değerlendirmenin zaman alıcı olması ve fazla miktarda örnek gerektirmesi alternatif bir enstrümental metot geliştirilmesini gerekli kılmıştır. Bu amaçla çeşitli araştırmacılar (Guan ve Seib, 1994; Dexter ve ark., 1983a; Voisey ve ark., 1978) yüzey yapışkanlığının daha az örnekle belirlendiği hızlı bir enstrümental metot üzerinde araştırmalar yapmışlardır. Dexter ve ark. (1983a), pişmiş spagettinin

yüzey yapışkanlığının ölçülmesi için 10 g örnek gerektiren enstrümental bir test metodu geliştirmiştir. Bu metotta 40×19 mm boyutlarında bir alüminyum plaka veya prob kullanılarak pişmiş makarnaya belirli bir sıkıştırma kuvveti uygulanmaktadır. Sıkıştırma kuvvetine ulaşıldıktan sonra makarna serbest kalana kadar plaka kaldırılmaktadır. Yapışkanlık, plakayı örnek yüzeyinden ayırmak için gerekli maksimum kuvvet (g) olarak tanımlanmaktadır (Smewing, 1997). Kuvvet ne kadar fazlaysa örnek o kadar yapışkandır. Plakayı örnek yüzeyinden ayırmak için gerekli iş (g.s) de yapışkanlık olarak ifade edilebilmektedir. Yapışkanlık pişmiş makarnada absorblanmayan su miktarı, makarnayı süzme ve test arasında geçen süre, test alanının bağıl nemi gibi faktörlerden etkilenmektedir (Dexter ve ark., 1983b). Dexter ve ark. (1983b), yapışkanlığın ayrıca buğday sınıfı, yetiştirme koşulları, hammadde granülasyonu ve protein içeriğinden etkilendiğini ifade etmişlerdir. Dexter ve ark. (1983a), makarna yapışkanlığının protein içeriğinden çok fazla etkilenmediğini ortaya koymuşlardır. Ancak pişirme suyu sertliğindeki artış (CaCO<sub>3</sub> ilavesi) yapışkanlığı arttırmaktadır. Yapışkanlığın birçok faktöre bağlı olarak değişmesi ve enstrümental test metotlarıyla belirlenmesindeki zorluk nedeniyle araştırmacılar tarafından diğer tekstürel kalite parametrelerine oranla daha az ilgi çekmiştir (Dexter ve ark., 1983b). Pişmiş spagettide yüzey yapışkanlığını etkileyen faktörler aşağıda özetlenmiştir:

Örnek yüzeyinde bulunan suyun miktarı: Pişirme sonrası süzildükten hemen sonra test edilen örnekler, yüzeyde bulunan suya bağlı olarak çok az yapışkanlık değeri verirler veya hiç yapışkanlık değeri vermezler (Smewing, 1997). Yapışkanlığın enstrümental ölçümü örnek yüzeyindeki su ve pişirme sonrası beklemeye karşı spagetti çubuklarının değişen özellikleri nedeniyle oldukça karmaşıktır. Spagetti çubuklarının test öncesinde bekletilmesi sırasında örneklerin altında biriken su yapışkanlıkta azalmaya neden olur (Guan ve Seib, 1994).

Pişmiş makarnanın zamanla değişen özellikleri: Makarna tekstürü genel olarak pişirme sonrasında kısa bir süre içinde değerlendirilmektedir. Yapışkanlık testinin kesinliği süzme ve ölçüm arasında geçen zaman arttıkça azalmaktadır. Bu nedenle yapışkanlık ölçümleri için önerilen ideal zaman örneğin süzülmesinden 10 dakika

sonradır (Dexter ve ark., 1983a). Guan ve Seib (1994), pişirme ile test etme arasında geçen sürenin, pişirme suyunun özelliğinin ve buğday çeşidinin spagetti ve eriştelere yapışkanlığı üzerine etkisini incelemiştir. Pişirme ile test etme arasında geçen zamanın etkisine bakıldığında artan zamanla yapışkanlığın önce arttığı sonra azaldığı ifade edilmiştir. Makarna örneğinin süzülmesi ve test edilmesi arasındaki zaman 20 dakikaya kadar arttıkça yüzey yapışkanlığının arttığı bildirilmiştir. Bunun nedeni spagettinin yüzeyinden suyun uzaklaşmasına bağlı olarak kayganlığın yok olması ve yüzeyin daha yapışkan hale gelmesidir. Süzme ve test etme arasında geçen zamanın 20 dakikayı aşması durumunda ise spagetti yüzeyinin fazla kurummasına bağlı olarak yapışkanlık azalmaktadır (Dexter ve ark., 1983a). Yun ve ark. (1997), pişmiş eriştelere tekstürünün pişirmeden 12 dakika sonrasına kadar stabil olduğunu ortaya koymuşlardır.

Ölçüm öncesinde örneğin konumu: Plaka ve örnek arasındaki yapışkanlık kuvvetini ölçerken ölçümün doğru olabilmesi ve plakayla beraber yerinden oynamaması için örneğin donanımın alt tabanına sıkıca tutunmuş olması gerekir (Guan ve Seib, 1994).

Sıkıştırma Kuvveti: Voisey ve ark. (1978), Dexter ve ark. (1983a) yapışkanlığın oldukça geniş bir aralıkta uygulanan sıkıştırma kuvvetinden bağımsız olduğunu göstermişlerdir. Ancak düşük sıkıştırma kuvveti, spagetti ve plaka arasındaki zayıf temastan dolayı düşük, çok yüksek sıkıştırma kuvveti ise spagettilerin fazla deforme olmasından dolayı yüksek yapışkanlık değerleri verir.

### **2.4.3. Makarna kalitesinin teknolojik yöntemlerle belirlenmesi**

Spagettinin yüzey yapışkanlığını belirlemede enstrümental metotlara ek olarak D'Egidio ve ark. (1982) tarafından kimyasal bir metot ileri sürülmüştür. Pişmiş spagetti çubukları süzülüp kendi haline bırakıldıktan sonra suda durularak 12 dakika boyunca 3 kez karıştırılmış, spagetti çubukları çıkarıldıktan sonra çalkalama suyundaki toplam organik madde miktarı (TOM) kuvvetli asitte kromat oksidasyonu ile belirlenmiştir. TOM testi pişmiş makarnanın yüzeyinden su ile durulanabilen maddelerin kimyasal olarak belirlenmesine dayanmaktadır (D'Egidio

ve Nardi, 1996). Yıkama suyu pişmiş makarnanın yüzeyine yapışan ve yapışkanlığa neden olan maddeleri uzaklaştırır. Makarna pişme kalitesinin duyuşal olarak değerlendirilmesine alternatif bir metot olarak geliştirilen TOM değeri ile duyuşal değerlendirme ve yapışkanlık arasında önemli düzeyde korelatif ilişki bulunmuştur (D'Egidio ve ark., 1982). Aktan ve ark. (1993) yaptıkları bir çalışmada duyuşal test değeri ile TOM arasında -0.90 gibi % 1 düzeyinde önemli korelasyon katsayısı elde etmişlerdir. Yine aynı çalışmada benzer şekilde yapışkanlık, sertlik ve kümeleşme ile TOM arasındaki ilişkilerde sırası ile -0.90, -0.88 ve -0.88 olarak belirlenmiştir. D'Egidio ve ark. (1982), spagetti pişme kalitesinin pratik olarak değerlendirilebilmesi için TOM değerlerine dayalı bir sınıflandırma önermiştir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Makarna örneklerinin TOM içeriği ve pişme kalitesi arasındaki ilişki

<b>TOM değeri (g nişasta/100 g)</b>	<b>Pişme kalitesi</b>
>2.1	Düşük
2.1-1.4	İyi
<1.4	Çok iyi

Makarna yüzeyindeki madde miktarı arttıkça TOM değeri de artmaktadır. Sonuçlar, g nişasta/100 g makarna olarak ifade edilir. Nişasta, yıkama suyunda asılı halde bulunan ana bileşendir (D'Egidio ve Nardi, 1996). D'Egidio ve ark. (1983), yıkama suyundaki toplam organik maddeleri analiz etmiş ve bileşenin amilopektince zengin nişasta olduğunu belirtmiştir. Pişmiş makarna yüzeyindeki yüksek oranda amilopektin içeriği, duyuşal değerlendirme sonucu yapışkanlıkve TOM değerleri arasındaki korelasyonu açıklamaktadır (D'Egidio ve Nardi, 1996). Çünkü makarnanın yüzey özellikleri ve makarnadaki nişastanın durumunun yapışkanlığın oluşumunda etkili olduğu bildirilmektedir (Sözer ve Kaya, 2003). TOM testi pişirme suyunun sertliğine oldukça duyarlıdır, bu nedenle pişirme sırasında sertliği standardize edilmiş su kullanılması önemlidir (D'Egidio ve Nardi, 1996). TOM testinin toplam makarna kalitesini ve yapışkanlığını belirlemede etkin bir yöntem olması, makarna üretimindeki kurutma sistemine bağlıdır. Yapışkanlığın duyuşal değerlendirme üzerinde etkili olduğu düşük kurutma sıcaklıklarında, TOM testi toplam makarna kalitesini değerlendirmede en iyi ölçüttür. Ancak yapışkanlığın duyuşal değerlendirme üzerinde öneminin azaldığı yüksek kurutma sıcaklıklarında

TOM testi yapışkanlığı değerlendirmede de iyi bir ölçüt olmasına karşın sonuçların toplam makarna kalitesini temsil etmesi için bir sertlik ölçümü ile desteklenmesi gerekmektedir (D'Egidio ve ark., 1993).

Makarna pişme kalitesini değerlendirmede kullanılan bir diğer teknolojik özellik pişme kaybı (pişirme suyuna geçen madde miktarı)'dır. Bu parametre pişirme sırasında spagettinin dağılmasıyla ilgili olup toplam pişme kalitesinin bir göstergesi olarak kabul edilir (D'Egidio ve Nardi, 1996). Pişme kaybı buharlaştırma veya dondurarak kurutma sonrası pişirme suyunun kalıntısı tartılarak belirlenebilir. Dexter ve ark. (1985), pişme kaybı ile yapışkanlık arasında korelasyon olduğunu bildirmiştir. Pişme kaybının yüksek olması, yüksek nişasta çözünürlüğünün ve düşük pişme toleransının göstergesi olduğu için istenmez (Sözer ve Kaya, 2002). Makarna pişme kalitesinin ve toleransının belirlenmesinde TOM miktarı ve pişme kaybının yanı sıra kullanılan diğer parametreler makarna pişme ağırlığı ve makarna pişme hacmidir. Cubadda (1988), iyi bir makarnanın pişirildiği zaman gerçek hacminin iki katı kadar şişmesi, şekil ve sıklığını muhafaza etmesi gerektiğini bildirmiştir.

Yukarıda sayılan makarna kalitesi ile ilgili parametreler dışında son yıllarda tüketiciler sağlıklı yaşam bilinciyle daha doğal, yararlı ve sağlıklı gıdalara yöneldiklerinden gıdaların besleyicilik özellikleri (tam tahıllı, kepekli, lifli ürün olması vb) de incelenmeye başlanmıştır. Bu bağlamda bu tezin de kapsamında olan ve makarna kalitesini etkileyeceği düşünülen **tam tahıl, diyet (besinsel) lif, fitik asit, arpa, -glukan ve mineral** gibi fonksiyonel bileşenler le ilgili bilgiler aşağıda özetlenmiştir:

### 2.5. Tam Tahıl ve Sağlık

Günümüzde modern yaşam koşulları ile beraber, tüketilen posalı (lifli) gıda oranı azalmış, teknolojinin gelişmesi ile rafine edilmiş tahıl ürünleri tercih edilmeye başlanmıştır. Örneğin kahverengi ekmek ve pirinç yerine beyaz yumuşak ekmek ve beyaz pirinç tüketme oranı artarak, insanlar posa (lif) dahil bir çok yararlı besin maddesinden yararlanamaz duruma gelmişlerdir. Ancak son yıllarda insanlarda

beslenmeye bağlı olarak görülen hastalık risklerinin önlenmesinin besinsel lifle ilişkisinin ortaya çıkmasıyla lifli gıdalara ve özellikle tam tahıl ürünlerine olan ilgi artmıştır.

Bitki hücre duvarını oluşturan sindirilemeyen bileşenler ilk kez 1953 yılında Hispley tarafından “besinsel lif” olarak adlandırılmıştır (Devries ve ark., 1999). Besinsel lif; insan ince bağırsağında sindirim ve emilime; kalın bağırsağında ise tamamen veya kısmen fermantasyona karşı dayanıklı olan bitkilerin ya da karbonhidrat benzeri maddelerin yenilebilir kısımlarıdır (Anonymous, 2001b). Besinsel lif suda çözünen ve suda çözünmeyen olmak üzere iki grup altında incelenir. Suda çözünmeyen lifler; lignin, sellüloz ve suda çözünmeyen pentozanları içerirken, suda çözünen lifler; suda çözünen pentozanları, pektinleri ve zamksı maddeleri içerirler (Sullavin, 1998).

Besinsel lifin sağlık üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır. Besinsel lifi yüksek gıdalardaki karbonhidrat yavaş sindirildiğinden ince bağırsaktaki basit şeker oluşumu yavaş olduğundan kan şekerinin yükselmesi de yavaş olmaktadır. Ayrıca lif içeriği yüksek karbonhidratlı gıdanın sindirimini yavaş olmasıyla tokluk hissi arttığından besin alımı da yavaşlamaktadır. Dolayısıyla besin alımı azaldığından günümüzün önemli sağlık sorunu obezite riski de azalmış olmaktadır (Baysal, 2008).

Tüm besin liflerinin %99'u polisakkaritlerden oluşmaktadır. Çoğunlukla gıdaların aşırı rafine edildiği günümüzde, normal bir kişinin sağlıklı yaşamı için günde en az 30 g lif tüketmesi tavsiye edilmektedir. Bu lifli gıdanın da %50'si suda çözünebilir liflerden, %50'sinin ise suda çözünmeyen liflerden oluşması önerilmektedir. Çözünmeyen lifler; sindirim sisteminin daha iyi çalışmasını, kandaki glikoz ve kolesterolün düşmesini, insülin salgısını azalttığı belirlenmiştir. Bu fonksiyonları ile kabızlık, hemoroid, şeker hastalığı, divertikulöz gibi hastalıkları önlemede yardımcı olmaktadır. Diğer taraftan suda çözünen lifler ise kolon, bağırsak ve mide kanserlerini azalttığı bildirilmektedir. Çözünen lifli gıdalar, kanserojen maddelerin vücuttan atılmasını sağlamaktadır, Lifli gıdalar, ince ve kalın bağırsakta bulunan bakteriler tarafından fermente edilerek insan metabolizması için faydalı

bileşiklere dönüştürerek bağışıklık sistemini güçlendirmektedir. Bu yolla kanser hastalıklarının azalmasında rol oynadığı kabul edilmektedir (Yıldız, 2008).

Besinsel lif açısından tahıl ürünleri ve özellikle kepek kısmı ayrılmamış tam tahıllar önemli bir potansiyele sahiptir. Tam tane ya da tam tahıl; tahıl tanesinin endosperm, kepek ve embriyo kısımlarının taneden ayrılmamış halde bulunması demektir. Tam tahıl; kalp hastalıkları, kanser, şeker hastalıkları, obezite ve diğer kronik hastalık risklerinin önlenmesinde etkili olan besinsel lif, nişasta, yağ, antioksidan maddeler, mineraller, vitaminler ve fenolik maddeler gibi bileşenlerce zengindir. Koruyucu özellikteki bileşenlerin çoğu kepek ve embriyoda bulunmaktadır ve bu bileşenler özellikle öğütme sırasında taneden uzaklaştırılmaktadır. Endosperm; özellikle enerji sağlayıcı kompleks karbonhidratlar, protein ve az miktarda da B vitamini içermektedir. Kepek kısmı; yüksek oranda lif, B vitamini, mineral ve fitokimyasal maddelerce zengindir. Embriyo kısmı ise; özellikle B vitaminleri, E vitamini, iz mineraller, doymamış yağlar, fitokimyasal maddeler ve antioksidanlarca oldukça zengindir (Anonymous, 2007b; Slavin, 2004). Bu anlamda besinsel lif içermesinden dolayı tam tahıldan yapılacak ürünlerin sağlığa yararı da kaçınılmaz olmaktadır.

Gıda endüstrisi, tüketicilerin sağlıklı gıdalara olan taleplerine karşılık fonksiyonel gıdalara ve fonksiyonel gıda katkılarına yönelmiş ve bu anlamda tahılları fonksiyonel gıda üretiminde alternatif olarak kullanmaya başlamıştır.

Tahıllar özellikle probiyotik mikroorganizmaların gelişiminde fermente olabilir substrat olarak kullanılabilirler gibi sindirilmez karbonhidrat kaynağı olmalarından dolayı olumlu fizyolojik etkilerde de bulunabilmektedirler. Ayrıca tahıllar prebiyotik etkiye yardımcı oldukları bilinen -glukan ve arabinoksilan gibi suda çözünür lif, frukto ve galakto-oligosakkaritler ile dirençli nişasta içermektedirler (Charalampopoulos ve ark., 2002).



## 2.6. Arpa

Arpa, buğdayla beraber dünyanın en eski kültür bitkisidir. Arpa dünyada tahıllar içinde üretimde buğday ve mısırdan sonra 3. sırada yer almaktadır. Türkiye'de ise buğdaydan sonra ikinci sıradadır. Türkiye, 7.3 milyon ton üretimi ile dünyanın önemli arpa üreticileri arasında yer almaktadır. Sözü edilen üretim dünya toplam üretiminin %6'sıdır. Ülkemiz tahıl üretimi 2009 yılında yaklaşık 34 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Üretim miktarı açısından da bitkisel ürünler içerisinde en önemli yeri tutan tahıl grubu ürünlerin üretiminde en önemli yeri %61'lik paya sahip olan buğday tutmakta, %22'lik payı ile arpa ikinci sırada, % 12.5 ile mısır üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim, 2010c).

Arpa diğer tahıllara göre çevresel koşullara daha iyi uyum sağlayabilmekte ve farklı koşullarda üretilebilmektedir. Arpanın kimyasal bileşimi ve özellikleri çeşide, agronomik ve çevresel faktörlere göre değişkenlik göstermekte ve arpa hammadde olarak farklı ürünlerin geliştirilmesinde kullanılabilir. Arpa diploid, yedi çift kromozomlu tek yıllık bir tahıldır. Başaktaki dane sıra sayısı ve kılçık yapısına göre tabiatta 2 sıralı (*Hordeum distichum*) ve 6 sıralı (*Hordeum vulgare*) olarak bulunmaktadır (Jadhav ve ark., 1998).

Arpa tanesi yaklaşık 8-12 mm uzunluk, 3-4 mm genişlik ve 2-3 mm kalınlıktadır. Bu boyutlar çeşitlere ve özellikle iki ya da altı sıralı ve sık ya da seyrek basaklı olusuna göre değişir. Bin tane ağırlığı 30-62 gr, hektolitreye ağırlığı 60-72 kg arasında bulunur (Anonim, 2010d). Arpa bileşiminde kuru maddede yaklaşık %52-72 nişasta, %9-14 protein ve nişasta olmayan polisakkarit olmak üzere sırayla %4-6 selüloz/lignin, %3-6 -glukan ve %4-7 arabinoksilan bulunmaktadır. Arpa antioksidant olarak etki eden tokotrienol ve tokoferollerin bütün izomerlerini (a, b, g ve d) içermektedir. Ayrıca, arpa B vitaminleri özellikle tiamin, pridoksin, riboflavin ve pantotenik asit kaynağıdır (Altan ve ark., 2006).

Arpa; hayvan yemi, malt ürünleri ve insan gıdası olarak dünya tahıl kaynakları arasında önemli bir yer tutmaktadır. Dünyada ve ülkemizde üretilen arpanın büyük

çoğunluğu hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Zayıf pişme kalitesiyle birlikte tat ve görünüş, arpanın insan beslenmesinde kullanımını sınırlamıştır. Gelişmiş ülkelerde arpanın insan gıdası olarak kullanımı toplam üretimin %5'inden azdır. Batı ülkelerinde düşük miktarlarda arpa kahvaltılık tahıllarda, çorbalarda, turlülerde, su veya sütle pişirilmiş lapalarda, fırıncılık ürünlerinde ve bebek gıdalarında kullanılmaktadır. Fakat son yıllarda arpa; içerdiği protein, besinsel lif özellikle -glukan ve zengin nişasta miktarına sahip olması nedeniyle gıda üretiminde ilgi çekmektedir. Tarih öncesi devirlerinde ilk kültür bitkisi olan arpayı insanlar besin olarak kullanmışlardır. Bugün bile, buğdayın ekilemediği kutup bölgeleri ve yüksek dağlık bölgelerde arpa ekilerek besin maddesi olarak kullanılır. Ayrıca, Tibet yaylası, Çin, Kore ve Japonya'nın bazı bölgelerinde çeltik ile birlikte çıplak taneli arpa yetiştirilerek oradaki halkın besin kaynağını oluşturur. Arpanın unundan ekmek yapıldığı gibi, irmik, unundan yine ayrıca çorba, hamur işleri ve bazı ülkelerde kahve (ersatz) de yapılır (Karahocagil ve Ege, 2004; Jadhav ve ark., 1998).

Arpa çeşitli amaçlarla kullanılabilen sağlıklı bir tahıl olması ve birçok gıdada katkı olarak kullanılabilme özelliği nedeniyle geleceğin tahılı olarak nitelendirilmekte ve arpanın insan beslenmesinde kullanım olanaklarının artırılması için çalışmalar yapılmaktadır. -glukanlar, tokoller, pentozanlar, protein ve nişastaya dayanan fonksiyonel gıdaların bileşimi arpanın birçok yeni gıdada kullanımı için imkanlar sağlamaktadır. Arpada bulunan besinsel lifin kan kolesterolünü düşürmede buğdayinkine göre daha etkili olduğu bilinmektedir. Koroner kalp rahatsızlıkları için ana risk faktörü olan düşük dansiteli lipoproteinleri (LDL) düşürmede de etkilidir. Ayrıca arpa -glukan dışında E vitamini izomerleri, bitki sterolleri, trigliseritler ve fosfolipidleri içeren lipid bileşenlerine sahiptir ve bu bileşenlerin de insanlarda serum kolesterolünü düşürdüğü ileri sürülmektedir (Yalçın, 2004).

Knuckles ve ark. (1997), ekmeklik buğday ve makarnalık buğday ununu farklı oranlarda (% 5, % 20, % 40) arpa unu ile karıştırarak besinsel lifçe ( -glukan) zengin ekmek ve erişte üretmişlerdir. Araştırmacılar % 20 oranındaki -glukan ile zenginleştirilmiş arpa unu içeren ekmek ve eriştelerin kabul edilebilir yeme

kalitesine sahip olduklarını ve artan lif ile porsiyon başına azaltılmış kalorilerinden dolayı potansiyel olarak sağlıklı olduklarını belirlemişlerdir.

Basınç ile pişirme ve atmosferik basınç altında pişirme yöntemleri kullanılarak üç farklı arpa çeşidinden arpa bulguru yapılarak prosesin tiamin, riboflavin, mineral (Fe, Cu, Zn, Mn, Ca, Mg), fitik asit ve -glukan miktarı üzerine etkisi araştırılmıştır. Prosesle ilgili olarak kül, riboflavin ve tiamin miktarlarında önemli azalış gözlenirken -glukan seviyesinin ham arpayla karşılıklı tırıldığında pişirilmiş arpada önemli düzeyde arttığı gözlenmiştir (Köksel ve ark., 1999).

Arpadan ekstrüzyon teknolojisi ile elde edilen ürünlerde dirençli nişasta miktarının arttığı ve -glukan miktarının makromoleküler yapıda korunabildiği ifade edilmiştir. Ayrıca, ekstrüde arpa ürünlerinin iyi tekstürel özelliklerinden dolayı direkt olarak tüketilebileceği ya da kahvaltılık tahıl ve diğer gıda ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Huth ve ark., 2000).

Dhingra ve Jood (2001), soya unu ve arpa ununun, değişik oranlarda buğday ununa ilavesiyle elde edilen ekmeğin besinsel ve duyuşsal özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Arpa unu ve soya unu ilavesiyle oran artışına bağılı olarak ekmeklerin protein, toplam lizin, besinsel lif ve -glukan miktarları önemli düzeyde artmıştır. Araştırmacılar ayrıca ekmeklerin duyuşsal ve besinsel olarak kabul edilebilir olduğu sonucuna varmışlardır.

Baik ve ark. (2004), değışik arpa unları kullanılarak ekstrüde edilmiş kahvaltılık tahıl ürünlerini inceleyerek arpa çeşidinin ve ekstrüzyon parametrelerinin ürün üzerindeki etkilerini belirlemişlerdir. Kullanılan arpa çeşidinin elde edilen ekstrüde ürünün kalitesinde önemli rol oynadığı bunun da nişasta ve protein miktarlarındaki farklılıklardan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ayrıca, arpa ununun granül haline getirilmesi ve ekstrüzyon parametrelerinin kontrolü sayesinde kolayca kabul edilebilir patlamış , yemeye hazır gıda üretilebileceğini de saptamışlardır.

Literatürdeki diğer bir çalış ma da, farklı arpa çeşitlerinden yüksek -glukan içerikli tarhana üretilmesi ve üretilen tarhana örneklerinin kimyasal ve duyuşal özelliklerinin araştırılarak geleneksel buğday tarhanası ile karşılaştırılmasıdır. Bir miktar -glukan'ın fermentasyon sırasında zarar görmesine rağmen sonuçlar arpa ununun yüksek -glukan içerikli tarhana üretmek için kullanılabilir olduğunu göstermiştir. Genel duyuşal analiz sonuçları, birçok duyuşal özelliklerin kabul edilebilir çorba özellikleri niteliğinde olması arpa unlarının tarhana formülasyonunda kullanılabileceğini göstermiştir (Erkan ve ark., 2006).

Arpa, geleneksel bir ürün olan kavut yapımında da kullanılmaktadır. Kavut tahıl bazlı bir ürün olup kavurulmuş buğday ve arpa ya da arpa ununun süt, yağ ve şeker ile karıştırılarak yoğrulmasından elde edilmektedir. Dört farklı un kombinasyonu (%100 buğday, %75 buğday + %25 arpa, %50 buğday + %50 arpa, %25 buğday + %75 arpa), iki farklı yağ (tereyağı ve margarine) ve 250 °C'de üç farklı kavurma zamanı (1, 1.5, 2 dk) kullanarak kavut için en iyi proses metodu ve formülasyonu araştırılmıştır. Arpa un oranının artması kavutun nem, protein ve pH değerlerini azaltırken, kül miktarını artırmıştır. Ayrıca formülasyonda arpa un miktarı arttıkça kavutun rengine kararma gözlenmiştir. Arpa unu fazla kepek içerdiği için kavurma işleminden daha fazla etkilenmiş ve kavutun duyuşal kalitesini azaltmıştır. Buna rağmen tat en iyi %50 buğday ve %50 arpa unu karışımı ile yapılan kavutta elde edilmiştir (Karaoğlu ve Kotancılar, 2005).

### 2.6.1. Beta glukan

-glukan çapraz bağı (1-3) (1-4)  $\beta$ -D-glukoz polimerlerinden oluşan suda çözünür bir kompleks karbonhidrattır. Yulaf, arpa ve buğday gibi tahıllarda çoğunlukla alöron ve endosperm hücre duvarında bulunan nişasta olmayan bir polisakkarittir. Ayrıca arpa ve yulaf ta en önemli çözünür besinsel lif bileşenidir (Liu, 2007; Johansson ve ark., 2004; Vis ve Lorenz, 1997). Diğer tahıllarla karşılaştırıldığında arpa ve yulaf oldukça yüksek oranda -glukan içermektedir. Bu oran arpada % 5-11, yulaf ta % 3-7 ve buğdayda yaklaşık %1 kadardır. Yıllardan beri özellikle bira endüstrisindeki öneminden dolayı arpa -glukanları en çok çalışılan -

glukanlar olmuştur. Son yıllarda besinsel lif olarak insan beslenmesindeki kullanılabilirliğinin anlaşılması ile çalışmalar bu yönde ağırlık kazanmıştır (Çelik ve Köksel, 1995; Brennan ve Cleary, 2005). -glukanın değişik formlarının kronik kalp hastalıklarını tedavi edici ve kan şekeri ile kan kolesterol düzeyini düşürücü etkisinin olduğu da bildirilmektedir (Charalampopoulos ve ark., 2002). -glukandan ya bileşiminde bulunduğu tahılın doğrudan gıdalarda kullanılması ile ya da o tahılın öğütme yan ürünlerinin gıdalara katılması ve o tahıldan -glukanın ekstrakte edilerek gıdalara katılması şeklinde yararlanılmaktadır (Newman ve Newman, 2008a).

-glukan, arpadaki (*Hordeum vulgare*) nişasta dışındaki polisakkaritlerin büyük bölümünü oluşturur. Wood (1984)'ün bildirdiğine göre hem arpa hem yulaf endosperm hücre duvarları seçici olarak Kongo kırmızısı ve Calcoflour ile boyanmış ve floresan mikroskopunda incelenmiştir. Bu teknikle yapılan araştırmalarda arpada endosperm hücre duvarlarında -glukan dağılımının yulafa göre daha üniform olduğu saptanmıştır. Fakat çeşitler arasında önemli değişiklikler olduğu belirlenmiştir. Miller ve Fulcher (1994) mikrospektroflorometri tekniğini kullanarak 5 arpa çeşidinde çok yüksek konsantrasyonda  $\beta$ -glukana endospermin merkezi bölgelerinde rastlandığını saptamışlardır.

### 2.6.2. Arpada kabuk soyma (Barley pearling)

Kabuk soyma, sürtünerek aşındırma yoluyla arpa tanesinden aşamalı olarak kavuz, meyve kabuğu (perikarp), tohum zarı (testa), alöron, alt alöron ve embriyonun uzaklaştırılması işlemidir. Arpa, kabuk soyma işlemi ile gıda olarak tüketilebilir duruma getirilmektedir. Kabuk soyma sayısına (derecesine) bağlı olarak işlem sonunda kavuzsuz (dehulled, blocked) arpa, pot arpa ve pearled arpa elde edilmektedir. Blocked arpada sadece kavuz (husk) ayrılır. Pot arpada ayrılan katman perikarddır. Daha ileri soyma aşamasında ise elde edilen arpadan (pearled barley) tohum zarı, alöron ve altalöron katmanları ayrılır (Sullivan, 2010; Newman ve Newman, 2008b).

**Blocking**, arpanın temizlenmesinden hemen sonraki işlemdir. Bu işlemde arpa tanesine kuvvetli bir şekilde bağlı bulunan ve çoğunlukla sindirilemeyen lifi yapıdaki “kavuz” taneden ayrılmaktadır. Kavuz tanenin kuru ağırlığının % 10-13’ünü temsil etmektedir. Ancak bazı durumlarda (ticari olarak yapılan kabuk soyma işlemlerinde) bu oran % 20’lere kadar çıkabilmektedir. **Pearling** işlemi blocking işlemini takip eden üç ya da daha fazla aşamada gerçekleştirilmektedir. İkinci aşama ya da daha ileriki aşamalar bazen ağartma-parlatma amaçlı gerçekleştirilir. Soyma derecesi, genellikle yüzde olarak ifade edilen ve kabuk soyma sırasında taneden ayrılan kısımların miktarı anlamına gelmektedir. Bu terim farklı coğrafik bölgelerde değişik şekillerde ifade edilebilmektedir (Yeung ve Vasanthan, 2001).

Kabuk soymanın her aşaması son üründeki besin bileşenlerinin oranında bileşiminde büyük değişikliklere, ayrıca taneden ayrılan materyallerde de değişik konsantrasyonlarda besin bileşenlerinin oluşmasına neden olmaktadır. Kabuk soyma süresi elde edilecek son ürüne bağlı olarak değişiklik göstermekte olup bu süre kavuzlu ve kavuzsuz çeşitlerde waxy ve nonwaxy arpalarda farklı uygulanmaktadır. Aynı çeşitte kabuk soyma özelliklerindeki farklılık, çevresel faktörlerden etkilenen tane boyutu ve tane sertliğinden kaynaklanmaktadır. Kabuk soyma, tane renginin ve tane boyutunun tekdüze istendiği durumlarda tercih edilen bir işlemdir (Newman ve Newman, 2008b).

Weaver ve ark. (1981), yaptıkları bir çalışmada kabuk soyma ile protein değerinde % 8 oranında bir azalış olduğunu (% 13.2’den % 12.2’ye) saptamışlardır. Ayrıca iz element miktarlarında da yüksek oranda azalmanın olduğunu belirlemişlerdir.

Sumner ve ark. (1985) kavuzlu ve kavuzsuz arpada kabuk soyma işleminin etkilerini incelemişlerdir. Çalışmalarında protein oranının soyulmuş arpa tanelerinde düştüğünü, taneden ayrılan materyallerde birbirini izleyen ekstraksiyon oranlarında arttığını saptamışlardır. Aynı sonuçları kül ve yağ oranları için de tespit etmişlerdir. Bu durum tanenin dış katmanlarının mineral ve yağ bakımından zengin olduğunu bir kez daha göstermiştir.

Yapılan diğer kabuk soyma çalışmalarda, waxy ve nonwaxy çıplak arpalarda -glukan miktarının soyulmuş arpa örneklerinde özellikle nonwaxy arpa tanelerinde arttığını belirlemişlerdir. Ancak tanenin merkezine doğru aşama aşama -glukan miktarının azaldığını saptamışlardır ve bu durum -glukanın özellikle alöron, alt alöron ve endospermin dış tabakasında yoğunlaştığını göstermiştir. Buna karşın waxy arpa örneklerinde -glukan miktarı tanenin merkezine doğru aşamalı olarak artış göstermiştir. Bu sonuçlar ile yapılan bazı çalışmaların sonuçlarına göre waxy gen ile  $\beta$ -glukan miktarı arasında pozitif bir ilişkinin olduğu ortaya konulmuştur (Zheng ve ark., 2000; Yeung ve Vasanthan, 2001).

### 2.7. Fitik asit

Tahıl, baklagil, sert kabuklu yemişler, bazı bitki tohumları ile kök ve yumru bitkilerin bazılarında yaygın olarak bulunan fitik asit; bitkinin çimlenmesi ve büyümesi için gerekli olan yüksek enerjili fosforu depolaması nedeniyle hayati öneme sahip olan bir bileşiktir (Lasztity ve Lasztity, 1990). Bu bileşiğin 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 ve ark., 2004; Hurrel, 2004; Zhau ve Erdman, 1995).

Myo-inositolün hekzafosforik asit esteri olan fitik asit (myo-inositol 1,2,3,4,5,6-hexakis dihydrogen phosphate, IP6), tohum ve tahıl tanelerinin çoğunluğunda temel depo fosfor bileşeni olmakla birlikte toplam fosforun % 70' inden fazlasını teşkil etmektedir (Garcia-Estepa ve ark., 1999). Tahılların fitik asit içeriğinin % 0.06 ile % 2.22 değerleri arasında değiştiği, ancak genel olarak bu oranların % 0.5 ile % 2.0 arasında olduğu belirtilmektedir. Tahıllardaki fitik asit miktarını etkileyen pek çok faktör bulunmakla birlikte; iklim koşulları, toprak yapısı, yıl, çeşit, sulama ve lokasyon bunların başlıcalarıdır (Garcia-Estepa ve ark., 1999; Bassiri ve Nahapetian, 1977). Tahılda fitik asidin birikim bölgesi alöron tabakasıdır.

Buğday ve pirinç tanelerinin endospermi hemen hemen fitik asitten yoksundur. Fitik asit bu tanelerin kepek ve embriyo tabakalarında yoğunlaşmıştır. Mısırdaki ise fitik asidin %88'i embriyoda bulunmaktadır (Bilgiçli, 2002). Tahıla uygulanan teknolojik işlemler ile bu işlemlerin çeşitli aşamalarında fitik asit miktarlarında önemli değişimler meydana gelmektedir (Başman ve ark., 2001; Tangkongchitr ve ark., 1981; Harland ve Harland, 1980).

Fitik asitin beslenme açısından önemli olan minerallerle (Ca, Zn, Fe, Mn vb.) oluşturduğu kompleks bileşikler normal gastroentestinal pH'da yani pH 4-8 arasında en az çözünürlüktedir. Oluşan kompleks bileşiklerin çözünürlüğünün az olması minerallerin alınmamasında en temel neden olarak görülmektedir (Harland ve Harland 1980).

Fitik asidin proteinler üzerine de etkili olduğu ifade edilmektedir. Fitik asidin minerallerle kompleks oluşturmasıyla meydana gelen fitatlar proteolitik enzimler tarafından daha zor parçalanan fitat-protein kompleksleri oluşturarak protein emilimini olumsuz yönde etkilemektedir. İnsanlar tarafından günde 2-8 g fitik asit (0.57-2.20g fitat fosfora eşit) alındığında çinko (Zn), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe)'in biyolojik yararlılığı etkilenmekte ve bu minerallerin dışkı ile atılımı artmaktadır. Bir vejeteryan diyeti (200kca/gün) 3-4 g fitik asit içermektedir (Bilgiçli, 2002).

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 ve ark., 2005). Fitik asidin kolon kanserinin ve böbrek taşlarının oluşumunu azalttığı, kan kolesterolünü düşürdüğü literatürde bildirilmiştir (Empson ve ark., 1991). Ayrıca fitik asidin kemoterapide oldukça etkili olduğu (Shamsuddin, 1999) ve lipaz aktivitesinde önemli azalmaya sebep olduğu belirtilmiştir (Knuckles, 1988).

Günümüzde insanların fazla miktarda besinsel lif alımı için tam buğday ekmeği ya da kepekli ekmeğin tüketimine yönelmesi ile fitik asidin önemi daha da artmıştır.



Fitik asit konusunda yapılacak çalışmaların fitik asidin olumsuz ve olumlu etkisinin göz önünde tutularak ülkeler bazında yaygın sağlık problemlerinin ağırlıklı yönü dikkate alınarak yürütülmesi gerektiği belirtilmektedir. Buradan hareketle, fitik asit içeriği yüksek olan tahıl ağırlıklı tek yönlü bir beslenmenin fazla olduğu ve buna bağlı olarak özellikle çinko, demir gibi mikroelement noksanlıklarının ve sağlık sorunlarının yaygın olarak görüldüğü gelişmemiş ve ülkemizin de dahil olduğu gelişmekte olan ülkelerde tüketilen gıdalardaki fitik asit içeriğinin düşürülerek minerallerin biyolojik yararıyla artırılması ve mineral noksanlıklarının önlenmesi akılcı bir yaklaşım olarak görülmektedir (Tolay ve ark. , 2005). Bu nedenle bilim insanları fitik asit miktarı düşürülmüş gıda üretimi konusundaki çalışmalarını artırmışlardır. Tahıldaki fitik asit oranını düşürme yöntemleri iki grupta toplanabilir. Birincisi; fitik asit oranı düşük veya fitaz aktivitesi yüksek ürünler ıslah etmek veya tanedeki fitik asiti öğütme ve ayırma gibi işlemlerle kolayca uzaklaştırabilecek metotları ortaya koymaktır. İkinci yöntem ise hammaddedeki fitik asiti çeşitli fiziksel ya da kimyasal işlemlerle çözmek ya da taneden uzaklaştırmaktır (Bilgiçli, 2002).

Tahılda fitik asit tanenin spesifik bölgelerinde yoğunlaştığından mekaniksel işlemler, fitik asit içeren kısımları tanenin diğer kısımlarından seçici bir şekilde ayırır. Örneğin, buğday ve pirinçte, fitik asidin çoğu tanenin dış tabakalarında, mısırdakinin büyük kısmı embriyoda yer aldığından öğütme, soyma, parlatma, embriyo alma gibi işlemler ana ürünün fitik asit konsantrasyonunu etkili bir şekilde düşürmektedir (Cheryan, 1980).

Tr. Durum buğdayının irmiğe işlenmesi sırasında fitik asit miktarında ayrılan kepek nedeniyle % 61.24'lük bir düşüş söz konusudur. İrmiğin makarnaya işlenmesi sırasında fitik asit miktarında azalma olduğu bildirilmiştir. Bu azalma spagetti türünde % 23.44, kesme makarnalarda % 21.26 dolaylarındadır. Bu azalma makarnanın işlenmesi sırasında fitaz enziminin hidrolizi ile gerçekleşmektedir. Makarnanın pişirilmesiyle % 3.62'lik bir fitik asit kaybı söz konusudur. Bu kayıp pişme suyunda fitatın çözünmesi ile gerçekleşmektedir (Yılmaz ve Ünal, 1993).

Farklı oranlarda durum buğdayı kepeğinin spagetti üretiminde kullanımının makarnanın çeşitli özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, makarnaya ilave edilen kepeğin artışı ile pişmiş spagettideki fitik asit düzeyinin arttığı bulunmuştur. Pişmiş spagetti örneklerinde belirlenen fitik asit içerikleri 182-793 mg/100 g arasında değişmektedir. Spagettinin işlenmesi ve pişirilmesi sırasında fitik asit konsantrasyonu % 24.6-27.7 oranları arasında azalmıştır. Bu azalmanın fitik asitin makarnanın işlenmesi sırasında ve pişme suyunda çözünmesi yoluyla olabileceği belirtilmektedir (Kordonowy ve Youngs, 1985).

Fitik asidin antibesinsel etkisini azaltmak için henüz az sayıda ancak gittikçe artan bitki ıslahı çalışmaları yapılmaktadır. Burada amaç, bitkideki toplam fosfor içeriğini azaltmadan fitik asit miktarını düşürmektir (Raboy ve Dickinson, 1993; Raboy ve ark., 1991). Yapılan bir çalışmada arpada mutasyon ıslahı yoluyla düşük miktarda fitik asit içeriğine sahip taneler elde edilmiştir (Larson ve ark., 1998).

## 2.8. Elementler (mineraller)

Elementler bitki metabolizmasında temel bileşenlerdir. İnsan vücudunun yaklaşık % 4-5'i minerallerden oluşmakta olup, minerallerin vücut çalışmasında önemli işlevleri bulunmaktadır. Minerallerin çoğu hücre çalışması için elzemdir. Vücudun sağlıklı olarak büyümesi ve yaşamını sürdürmesi için elzem olduğu bilinen minerallerin başında kalsiyum (Ca), fosfor (P), sodyum (Na), potasyum (K), magnezyum (Mg), manganez (Mn), demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), selenyum (Se) gelmektedir (Aglani, 1998; Baysal, 1999). İnsan beslenmesinde önemli bir yer tutan ve eski çağlardan bu yana temel gıda maddelerinin başında yer alan tahıllar karbonhidrat, protein, B vitaminleri ve mineraller bakımından kaynak gösterilmektedir.

Tahılların mineral içeriği çeşit, toprak, iklim ve kültürel uygulamalar da dahil bir çok faktörden etkilenmektedir. Mineral içeriği özellikle çeşitler arasında çok farklılık göstermektedir. Yapılan çalışmalarda bu faktörler dışında tahılların ürünlere işlenmesi sırasında da mineral madde içeriklerinde değişikliklerin olduğu

belirlenmiştir. Özellikle öğütme işleminin mineral madde içeriğini büyük ölçüde etkilediği bildirilmiştir (Anglani, 1998).

İnsan beslenmesi için gerekli bazı mineraller vücutta sentezlenemediği için canlı yapısında bazı gelişme bozuklukları görülmektedir. Özellikle demir, çinko ve selenyum gibi mikro element eksiklikleri, günümüzde hem bitkilerde hem de insanlarda büyük bir yaygınlık göstermekte ve çok yönlü sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Dünyaca ünlü 8 ekonomist tarafından 2008 Mayıs'ta yayınlanan raporda dünyada çözülmesi gerekli birinci sıradaki problemin vitamin A ve Zn eksikliği olduğu belirtilmiş günümüzde yaygın olarak tüketilen gıdaların Zn ve Fe gibi mikro elementlerce zenginleştirilmesi gerekliliği üzerinde görüş birliğine varılmıştır (Çakmak, 2008).

Dünya Sağlık Örgütü ve Dünya Bankası raporlarına göre, Zn ve Fe eksikliği dünya nüfusunun yaklaşık yarısını etkilemektedir. Çinko ve demir eksikliği Türkiye'de insanlarda (özellikle çocuklarda) çok yaygın bir beslenme ve sağlık problemidir. Mikro element eksikliğinin hem dünya da hem de Türkiye'de yaygın olmasının ana nedeni, mikro elementlerce çok fakir olan tahıl kökenli gıdaların yoğun biçimde tüketilmesi gösterilmektedir. Tahıl kökenli gıdalar yoğun tüketildiği için insanların en önemli mineral kaynağı durumundadır. Mikro element eksikliklerinin neden olduğu sağlık sorunlarını en aza indirmek için insanlara mikro element içeren tabletlerin/ilaçların verilerek mikro element takviyesinin yapılması veya gıdaların işlenmesi sırasında gıda içine mikro elementlerin katılması (fortifikasyon) gibi stratejiler gündeme gelmektedir (Çakmak, 2008).

Ülkemizde tahıl kökenli gıdaların, diğer ülkelere göre mikro elementler bakımından daha fakir olduğu düşünülmektedir. Bunun en önemli nedeni olarak topraklarda anılan mikro elementlerin bitkilere yarıyışlılığının çok düşük olması gösterilmiştir. Topraklarda var olan yarıyışlı mikro element yetersizliği, o toprakta yetiştirilen bitkilerde ve dolayısıyla bitkisel kökenli gıdalarda mikro element eksikliğine de yol açmaktadır (Çakmak, 2008).

Durum buğdayının, önemli bir karbonhidrat kaynağı olmasının yanı sıra mikro element bakımından da potansiyel oluşturması durum buğdayından yapılacak gıdalara ilginin artmasına neden olmaktadır. Mineraller genellikle tahıl tanelerinin alöron tabakasında yoğunlaşmıştır. Bu yüzden tam tahıl ve ürünlerinin sağlığını korunmasında önemli rol oynadıkları bildirilmiştir. Ancak tahıl tanelerinin dış katmanlarında mineraller dışında fitat gibi anti-besinsel bileşenler de bulunmaktadır. Yüksek fitat içerikli gıdaları tüketiminde vücutta Fe, Zn ve Ca emilimi azalmaktadır. Bu yüzden çalışmalar fitat içeriği düşük, mineralce zengin çeşitler üzerine yoğunlaşmıştır (Ficco ve ark., 2009).

AB ve Birleşmiş Milletler minerallerin günlük alınması gereken miktarlarıyla ilgili olarak önerilerde bulunmuştur. Buna göre bazı elementler için günlük alınması gereken miktarlar şöyledir (Anonim, 2010e):

Na: AB ve Birleşmiş Milletler bu konuyla ilgili genelleme yapmamıştır.

K: AB ve Birleşmiş Milletler bu konuyla ilgili genelleme yapmamıştır.

Ca: 800 mg/gün (1500 mg/gün'ü geçmemeli, 2500 mg/gün'de zehirlenme belirtileri ortaya çıkabilir).

Mg: 300 mg/gün

Fe: 15 mg/gün

Zn: 15 mg/gün

Cu: 1.15 mg/gün

### 2.9. Katkılı Makarna ile İlgili Yapılan Diğer Bazı Çalışmalar

Buğdaydan un elde edilmesi sırasında insan beslenmesi açısından önemli olan, özellikle protein, vitamin ve mineral gibi besin öğelerinin kaybının olduğu bilinmektedir. Durum buğdayı da irmiğe öğütülürken kepek ve germ (embriyo) kısımları ayrılmakta ve ayrılan bu kısımlar önemli beslenme öğesi olan vitamin ve minerallerle, sağlığa yararlı oldukları bilinen antioksidan maddeler ve besinsel lif içermektedir (Manthey ve Schorno, 2002).

Durum buğdayına ekmeklik buğday katıldığında hem irmik veriminde hem de makarna kalitesinde bir miktar düşüş olmaktadır. Bu olumsuzluğu azaltmak veya kalitesi düşük olan durum buğdayından üretilen makarnanın kalitesini düzeltmek için bazı ülkelerde yumurta ve gluten gibi katkılardan yararlanılmaktadır. Bunların dışında, tahıl bazlı diğer gıdalarda olduğu gibi makarnanın besin değerini artırmak veya yeni tip ve formülde ürünler elde etmek için irmiğe bazı katkı maddeleri katılmaktadır (Kahveci, 1989).

Makarnaya çeşitli protein içerikli kaynaklardan eklemeler yapılarak beslenme özelliklerini artırmaya yönelik çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu katkılar pamuk tohumu, yumurta albumini, peynir altı suyu proteinleri, maya protein konsantresi ve soya izolatından elde edilmiştir. Ayrıca makarnanın proteince zenginleştirilmesinde bezelye, acıbakla, kara buğday gibi ürünlerin konsantre formları, izolatları ya da unları da kullanılmıştır (Chillo ve ark., 2008b).

Karabuğday kepek unu katkılı spagettinin kalitesi ve ekstrüzyon özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada hidrasyon oranının (% 29, % 30, % 31, % 32) artışına bağlı olarak karabuğday kepek unu katkılı spagettelerde renk değerinin (L değeri) düştüğü, optimum pişme süresinin ve pişirme kaybının değişmediği (sadece % 32 hidrasyon oranında biraz artış gözleendiği), pişmiş spagettinin sertliğinin azaldığı bulunmuştur (Manthey ve ark., 2004). Aynı araştırmacılar çalışmalarında ayrıca yüksek sıcaklıkta kurutma (90°C) ile pişirme kaybı ve pişmiş spagettinin sertliğinin daha yüksek olduğunu da saptamışlardır.

Chillo ve ark. (2008a), horozibiği tohumu ununa kazayağı (*chenopodium quinoa*), bakla ve nohut unu katarak ürettikleri spagettinin kalitesi üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında, kontrole göre tüm katkılı makarnalarda pişirme kaybını daha yüksek bulmuşlardır. Katkılı makarnaların yapışkanlık değeri düşerken, pişmeye dayanımları kontrole göre ya benzer ya da çok az düşük bulunmuştur. Ayrıca duyusal analiz sonuçlarında tüm örneklerde kayda değer bir farklılık gözlenmemiştir. Kontrole göre en yüksek kırılma dayanımına nohut unu katkılı örnek sahip olurken diğer örneklerde bir farklılık gözlenmemiştir.

Torres ve ark. (2007), filizlendirilmiş hint bezelyesi tohumunu makarnada katkı olarak kullanarak makarnanın kimyasal, biyolojik ve duyuşsal özelliklerini incelemişlerdir. Katkılı makarnanın pişirme süresinin azaldığı belirlenirken, kontrole göre daha yüksek su absorpsiyonuna, pişme ve protein kaybına sahip olduğu saptanmıştır. Duyusal özellikler açısından kontrole benzer özellikler göstermiştir. Ayrıca katkılı makarna kontrole göre daha yüksek protein, yağ, besinsel lif, mineral, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, E vitamini ve antioksidan içeriğine sahip olmuştur. Yine kontrole göre katkılı makarna toplam şeker, dirençli nişasta, Ca, Na, K, Mg, Fe ve enerji açısından daha zengin bulunmuştur.

Yeşil bezelye, sarı bezelye, nohut ve mercimek unu katkılı spagettinin kalitesi üzerine yapılan bir çalışmada, bu katkıların makarnanın renginin daha koyu olmasına neden olduğu, ancak pişmiş makarna ağırlığını etkilemediği saptanmıştır. Pişirme kaybı ve sertliği, katkı oranı arttıkça artmıştır. Betimsel duyuşsal analiz sonucunda, sertlik, aroma ve renk yoğunluğu artarken; parlaklık, elastikiyet değerleri düşmüştür. Ayrıca tüketici genel olarak kontrol örneğini tercih ederken, %15 mercimek veya yeşil bezelye katkılı ve %20 nohut veya sarı bezelye katkılı makarnayı tercih etmiştir (Zhao ve ark., 2005).

Goni ve Gamazo (2003), nohut unu katkılı makarnanın glisemik indeks değerine etkisi üzerine yaptıkları çalışmalarında, nohut unu katmanının glisemik indeks değerini düşürdüğünü belirlemişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda nohut unu katkısının makarnada mineral, yağ, kül ve sindirilebilir bileşenlerin içeriğini artırdığını, toplam nişasta ve besinsel lif içeriğini etkilemediğini saptamışlardır. Çalışmada nişasta hidroliz oranının katkılı makarnada daha düşük olduğu da bulunmuştur.

Hatcher ve ark. (2005) tarafından çıplak arpa ile zenginleştirilmiş eriştenin kalitesi araştırılmış ve arpa katmanının makarnanın renginde düşüşe, benek sayısının ve boyutunun artışına neden olduğu saptanmıştır. Optimum pişirme süresi %20 normal amiloz içerikli çıplak arpa katkılı eriştede yüksek bulunurken diğer çıplak arpa katkılı eriştelerde düşük bulunmuştur. Optimum pişirme süresi % 40 katkılı

eriştelere ise düşmüştür. Tüm katkılı eriştelere pişirme kaybı kontrole göre düşük bulunmuştur. Pişmiş eriştelere arpa katkısı parlaklığı azaltmış, kırmızılık katkı oranına bağlı olarak artmıştır.

Herken ve ark. (2007), depolamanın börülce unu ile zenginleştirilmiş makarnanın fitik asit miktarı, antioksidan kapasitesi ve organoleptik özellikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Filizlendirilmiş ve fermente edilip pişirilmiş çığ nohut unu katkılı makarnalar oda sıcaklığında 6 ay depolanmıştır. Nohut unu katkılı makarnalarda protein ve kül oranı artmış ve renk daha koyu olmuştur. Makarnaların fitik asit miktarı artmış ama bu değer depolama boyunca değişmemiştir. Toplam antioksidan kapasitesi artmış ve bu değer depolamaya bağlı olarak azalmıştır.

Chillo ve ark. (2008b), karabuğday unu ve durum buğday kepeği katkılı spagettinin kalitesi üzerine yaptıkları çalışmalarında % 15 ve % 20 kepek ilavesi ile spagettinin kırılma dayanımının ve optimum pişme süresinin azaldığını gözlemlemiştir. Kontrol örneği ile karşılaştırıldığında karabuğday unu ve kepek katkılı spagettinin renginde koyulaşma (L ve b değerlerinde azalma) olduğunu ancak pişme dayanımının, pişirme kaybının ve mekanik güç değerinin benzer olduğunu saptamışlardır. Ayrıca karabuğday unu ve kepek ilavesinin duyu özellikleri de farklı şekilde etkilediği bulunmuştur.

Knuckles ve ark. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada -glukanca yüksek arpa fraksiyonları (arpanın kabuğunun soyulmasıyla elde edilen) makarna kalitesine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada pişmiş makarna örneklerinin % 10-20 arasında toplam besinsel lif içeriğine, % 4-8.6 arasında -glukan içeriğine sahip oldukları bulunmuştur. Tüm arpa katkılı makarna örneklerinin kabul edilebilir duyu özelliklere sahip olduğu, ancak kontrole göre renklerinin daha koyu (esmer) olduğu saptanmıştır. Çalışma sonucunda makarnanın -glukanca zenginleştirilmesiyle çözülebilir lif içeriği zengin ve kabul edilebilir bir ürün ortaya konduğu bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada besinsel lif ve  $\beta$ -glukanca zengin fonksiyonel makarna yapmak için arpanın soyulmasıyla elde edilen yan ürünler (arpanın soyulmasıyla

taneden uzaklaştırılan fraksiyonlar) kullanılmıştır. Bu amaçla 2 ticari arpa çeşidi önce kabuk soyma işleminden geçirilmiş ve soyulan kısımlar öğütülüp elenerek yüksek lifli fraksiyonlar elde edilmiştir. Bu fraksiyonlardan iki tanesi % 50 oranında irmikle karıştırılarak spagetti üretilmiştir. Üretilen spagettilerin rengi irmikten üretilen kontrol örneğinden daha esmer bulunmuştur. Pişme kalitesi açısından kontrol örnekle karşılaştırıldığında kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür. Katkılı spagetti örneklerinin kontrol örneğe göre daha fazla toplam besinsel lif (% 13-16) ve daha fazla  $\beta$ -glukan (% 4.3) içerdiği belirlenmiştir (Marconi ve ark., 2000).

Cleary ve Brennan (2006),  $\beta$ -glukanca zengin arpa fraksiyonunun makarnanın fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi ile ilgili yaptıkları çalışmalarında -glukanca zengin fraksiyon değişik oranlarda makarnaya katılmıştır. Oran artışına bağlı olarak kontrol örneğiyle karşılaştırıldığında makarna örneklerinin suya geçen madde miktarında ve su absorpsiyonunda artış gözlenirken, pişmiş makarna örneklerinin sertliğinde ve yapışabilirliğinde azalış gözlenmiştir. Ayrıca katkı makarna örneklerinin mikroskop altında nişasta jeletinizasyonu incelendiğinde nişasta-protein matriksinde değişimlerin olduğu ve makarnaların fizikokimyasal özellikleri ile sindirilebilirliğinin -glukandan dolayı değiştiği saptanmıştır.



### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan materyallerle ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir:

**İrmik:** Araştırmada Filiz Gıda San. ve Tic. A.Ş. (Bolu)'den temin edilen Svevo durum buğday çeşidinin irmiği kullanılmıştır. Bu çeşidin özellikle tercih edilmesinin nedeni renk değerinin ( $b^*$  sarılık değeri) ve gluten kalitesinin yüksek olduğunun bilinmesidir. Böylece bu araştırmada arpa ilavesiyle spagettinin renginde ve kalitesinde oluşabilecek olumsuzlukların azaltılabileceği düşünülmüştür. Yapılan çalışmalarda bu çeşidin  $b^*$  değerinin oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Yine yapılan çalışmalarda protein değerinin ve gluten kalitesinin de yüksek olduğu bildirilmiştir (Atlı ve ark., 2010). Ayrıca Özderen ve ark. (2008) yaptıkları çalışmalarında Svevo durum buğday çeşidinin irmiğinden ürettikleri spagettide TOM değerini 1.27 olarak saptamışlardır. Bu da Svevo çeşidinin TOM değeri açısından çok iyi kaliteli olduğunu göstermektedir.

**Arpa:** Araştırmada iki sıralı Bülbül 89 arpa çeşidi kullanılmış olup Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsünün Haymana çiftliğinden 2008 hasat yılında temin edilmiştir. Arpa çeşidi olarak Bülbül 89'un tercih edilmesinin nedeni -glukan ve besinsel lif içeriğinin yüksek olduğunun bilinmesidir (Ozan ve Atlı, 2002). Ozan ve Atlı (2002), Orta Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen arpa çeşitlerinin beslenme değerinin saptanması üzerine yaptıkları araştırmalarında Bülbül 89 arpa çeşidinin diğer arpa çeşitlerine göre besleyicilik yönünün ön plana çıktığını bildirmişlerdir.

## 3.2. Teknolojik İşlemler

### 3.2.1. 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 alınıp kabuk soyma işlemine geçilmiştir.

Araştırmada irmiğe soyulmamış arpa unu (SAU) ile 1 kez soyulmuş arpa unu (1KSAU) ve 2 kez soyulmuş arpa unu (2KSAU) katılarak spagetti üretimi yapılmıştır. Arpada kabuk soyma işlemi özellikle fitik asit miktarını düşürmek için yapılmıştır. Çünkü tahıl tanelerinde fitik asidin birikim bölgesi özellikle alöron tabakası olduğundan arpanın kabuğunun soyulmasıyla fitik asit miktarının azaltılacağı düşünülmüştür. Bunu yaparken aynı zamanda arpa, kepekte yer alan fonksiyonel bileşenler açısından besin değerini de kaybetmemesi için 1 ve 2 kez soyma işleminden geçirilmiştir. Kabuk soyma işlemi arpa soyucusunda (Strong Scott marka, 1778, 17808 SxS model) gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Her soyma işlemi 1 dakika süreyle gerçekleştirilmiş olup 1 kez soyulmuş arpanın bir kısmı tekrar soyucudan geçirilmek suretiyle 2 kez soyulmuş arpa elde edilmiştir. Kabuk soyma işlemi 2 kez yapılmış olup 1 kez soyma ile taneden kavuz, 2 kez soyma ile de taneden kepeğin büyük bir kısmı uzaklaştırılmıştır. Bu işlem ile taneden uzaklaştırılan fraksiyonların miktarları tane ağırlığının yüzdesi olarak 1 kez soymada % 23 ve 2 kez soymada (1 kez soyulmuş tanenin tekrar soyulması yani 1 kez soyulmuş arpa tanesinin ağırlıkça yüzdesi) % 11.5 olarak belirlenmiştir. Toplamda orijinal taneden yaklaşık %34.5 oranında materyal uzaklaştırılmıştır.

Bu tez çalışmasında irmiğe ilave edilen tam arpa (whole barley) ve kabuğu soyulmuş arpa (pearled barley) örnekleri elek göz açıklığı 0.5 mm olan Retsch marka (tip 17.140) değirmende öğütülmüştür. Arpa unlarının partikül iriliği ile irmik partikül iriliğinin aynı olması için öğütülen arpa unları öncelikle 40 mesh (425 µ)

elekten geçirilmiştir. Elek üstünde kalan büyük partiküllü kısımlar kırma değirmeninde tekrar öğütülüp elenerek arpa unlarına katılmıştır. Bu aşamadan sonra arpa unları ile irmik değişik oranlarda karıştırılarak araştırmada spagetti yapımında kullanılacak karışımlar hazırlanmıştır.



Şekil 3.1. Strong Scott arpa soyucusu (barley pearler)

### 3.2.2. Makarna üretimi

İrmiğe arpa unları % 0, % 10, % 20, % 30, % 40 ve % 50 oranlarında katılıp 18 farklı spagetti hamur formülasyonu hazırlanmıştır (Çizelge 3.1). Bu formülasyonlardan 3 tekerrürlü olmak üzere Köksel ve ark. (1992) tarafından önerilen yöntemeye göre Namad firması tarafından üretilen ön yoğurucu, makarna presi ve kurutucu dolabı kullanılarak toplam 54 farklı spagetti tipinde makarna yapılmıştır (Şekil 3.2). İrmik ve karışımlara ilave edilecek su 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 kurutularak, nispi nem %60'ın altına düşünceye kadar kurutma işlemi sürdürülmüştür. Kontrol olarak üretilen spagetti örneği yaklaşık 24 saat, katkılı spagetti örnekleri yaklaşık 30 saat kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra elde edilen makarnanın rutubeti maksimum %12 olmuştur. Elde edilen makarna örnekleri 30 cm uzunlukta kesilerek naylon torbalar içinde paketlenmiştir.



Şekil 3.2. Pilot makarna yapma makinası

Çizelge 3.1. Spagetti formülasyonları

Arpa unu	İrmik
% 0	% 100
% 10 SAU	% 90
% 20 SAU	% 80
% 30 SAU	% 70
%40 SAU	% 60
% 50 SAU	% 50
% 10 1KSAU	% 90
% 20 1KSAU	% 80
% 30 1KSAU	% 70
%40 1KSAU	% 60
% 50 1KSAU	% 50
% 10 2KSAU	% 90
% 20 2KSAU	% 80
% 30 2KSAU	% 70
%40 2KSAU	% 60
% 50 2KSAU	% 50

### 3.2.3. Ön denemeler

Ön deneme üretimleri, esas makarna üretimlerine başlamadan önce irmiğe katılacak uygun arpa kırması oranlarının ve elde edilen irmik+arpa kırması karışımlarının su kaldırma kapasitesini saptamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Karışımların su kaldırma kapasiteleri % 100 irmikten yapılan makarna hamurunun (% 31.0 su kaldırma kapasitesi baz alınmıştır) kıvamına göre elle tecrübelerle dayanarak belirlenmiştir. Karışımların su kaldırma kapasitelerine ilişkin bilgiler Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Makarna hamuruna eklenen arpa unu ve su miktarları

Arpanın Soyulma Sayısı	Arpa Unu Katkı Miktarı(%)	Eklenen Su Miktarı(%)
Soyulmamış arpa unu (SAU)	10	31.70
	20	33.90
	30	36.10
	40	38.30
	50	40.50
1 kez soyulmuş arpa unu (1KSAU)	10	31.10
	20	33.90
	30	35.50
	40	36.10
	50	36.70
2 kez soyulmuş arpa unu (2KSAU)	10	30.50
	20	32.80
	30	33.90
	40	34.40
	50	35.50
Kontrol (İrmik)	100	31.00

Yapılan deneme üretimlerde % 50 ve üzeri katkılı spagettinin kuruduktan sonra çok eğildiği ve ince olduğu gözlenmiş, bu durumun albeniyi olumsuz etkileyeceği düşünülerek arpa unu katkılı spagetti üretiminin en fazla % 50 oranında arpa unu katkılı olacak şekilde mümkün olabileceği sonucuna varılmıştır.

### 3.3. Analiz Yöntemleri

#### 3.3.1. Fiziksel analizler

**Hektolitre ağırlığı tayini:** Arpada AACC Metot No: 55-10'a göre 1 litrelik hektolitre aletinde yapılmış ve sonuçlar kilogram/hektolitre (kg/hl) olarak verilmiştir ( Anonymous, 1992a).

**Bin tane ağırlığı tayini:** Arpada bin tane ağırlığı TS 1136'da belirtilen metoda göre yapılmış ve sonuçlar kuru madde üzerinden gram olarak verilmiştir (Anonim, 1972).

#### 3.3.2. Kimyasal ve fizikokimyasal analizler

**Nem miktarı tayini:** İrmik, arpa unları ve pişmemiş spagettide ICC- standart no: 110 metoduna göre etüvde 133°C'de yapılmıştır (Anonymous, 2002a).

**Toplam kül miktarı tayini:** İrmik, arpa unları ve pişmemiş spagettide ICC- standart no: 104 metoduna göre kül fırınında 900°C'de yakılarak tayin edilmiştir(Anonymous, 2002b).

**Protein miktarı tayini:** İrmik, arpa unları ve pişmemiş spagettide ICC- standart no: 105 metoduna göre yapılmıştır (Anonymous, 2002c).

**Yaş gluten ve kuru gluten miktarları ile gluten indeks değerinin belirlenmesi:** Yaş gluten, kuru gluten ve gluten indeks değerleri öğütülmüş irmik örneklerinde AACC Metod No:38-12.02 (Anonymous, 2010)' ye göre belirlenmiştir. Yaş gluten, gluten yıkama cihazında (Glutomatic, Perten, Huddinge, Sweden) elde edildikten sonra bu amaçla geliştirilen cihazda santrifüjlenerek (Gluten index, Huddinge, Sweden) gluten indeks değerleri belirlenmiştir. Yaş gluten, glutork cihazında kurutulup (Glutork, Perten, Huddinge, Sweden) desikatörde soğutulduktan sonra tartılmış ve böylece kuru gluten değerleri elde edilmiştir.

**Sodyum dodesil sülfat (SDS) sedimantasyon değeri tayini:** İrmikte AACC Metod No: 56-70'e göre belirlenmiştir (Anonymous, 1992b).

### 3.3.3. Renk analizleri

İrmik, arpa unları ve pişmemiş spagettide 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 ( $D65/10^\circ$ ) ayarında okunmuştur.  $L^*$  değerinin 100'den sıfıra doğru azalması rengin siyaha yaklaştığını ( $0=$  siyah;  $100=$  beyaz),  $b^*$  değerindeki artış rengin sarılaştığını; azalış ise rengin maviye değişimini ( $+$  değer= sarı;  $-$  değer= mavi)  $a^*$  değerindeki artış rengin kırmızılaştığını; azalışın ise rengin yeşillendiğini ( $+$ değer= kırmızı;  $-$  değer= yeşil) göstermektedir. Spagetti çubukları 3 cm boyunda kesilerek 8-10 adet yan yana dizilmiş ve renk cihazının 20 mm lik küvetine yerleştirildikten sonra okumalar gerçekleştirilmiştir (Anonymous, 2001a).

### 3.3.4. Fonksiyonel bileşenler

#### 3.3.4.1. Element (Mineral) analizleri

İrmik, arpa unları ve pişmemiş spagettide AOAC Metot 984.27'ye göre ICP atomik emisyon spektroskopisi cihazıyla belirlenmiştir (Anonymous, 1990).

Analiz aşağıdaki şekilde yapılmaktadır:

1. 100 ml'lik Kjeldahl tüpü içine 1.5 g örnek tartılır.
2. Tüplere 30 ml  $HNO_3.HClO_4$  (2+1 oranındaki karışım) karışımı ile birlikte 3-4 tane kaynama taşı eklenir.
3. Örnekler bir gece asit içinde bekletilir.
4. Kör (blank) yapılır.
5. Yakma işlemine geçmeden önce tüpleri soğutmak üzere buz banyosu hazır bulundurulur. Aynı zamanda analiz boyunca  $HNO_3$  (nitrik asit) de hazır bulundurulmalıdır.

6. Tüpler yakma ünitesine konarak düşük sıcaklıkta yakma işlemi başlatılır. İlk kaynama başladığında kırmızı-portakal rengindeki  $\text{NO}_2$  gazı buharı çıkacaktır.
7.  $\text{HNO}_3$  ve  $\text{H}_2\text{O}$  gazları çıkıp örnekler  $\text{HClO}_4$  içinde kalıncaya kadar yavaşça ısıtmaya devam edilir. Bu noktada örnekle  $\text{HClO}_4$  arasında kabarma ve köpürmenin olduğu bir reaksiyon meydana gelir. Bu anda tüpler hemen alınıp soğumaya bırakılır.
8. Örnek ile  $\text{HClO}_4$  arasında meydana gelen reaksiyon çok hızlı olmamalıdır. Çünkü aksi durumda kömürleşme meydana gelecektir. Eğer kömürleşme olursa tüpler hemen buz banyosuna konur ve reaksiyon durdurulur. Daha sonra 1 ml  $\text{HNO}_3$  eklenip yavaşça ısıtmaya devam edilir.
9. Örnekler ile  $\text{HClO}_4$  arasındaki reaksiyon tamamlandıktan sonra (reaksiyonun tamamlandığı örnek ile  $\text{HClO}_4$  arasındaki köpürme-kabarma reaksiyonunun durmasıyla anlaşılır) 2 dakika yüksek sıcaklıkta ısıtma yapılır. Isınan örneklerin kurummasına izin verilmez, çünkü bu durum patlamaya neden olabilir.
10. Tüpler yakma ünitesinden alınarak soğumaya bırakılır.
11. Tüp içeriği 50 ml'lik tüplere alınarak 50 ml'ye seyreltilir. Seyreltmeden sonra bazı çökeltiler oluşur (bu durum özellikle tuz içeriği yüksek örneklerde görülür). Eğer tüpler çalkalanıp bir gece bekletme yapılırsa çökelti çözünüp kaybolacaktır.
12. Örneklerin son asit içeriği yaklaşık %20  $\text{HClO}_4$ 'tür.
13. Seyreltilen örneklerin mineral içeriği ICP de okunur. Örnekteki mineral miktarı  $\mu\text{g/mL}$  şeklinde ifade edilir. Aşağıdaki denklem kullanılarak bu birim eğer örnek toz bir ürün ise  $\mu\text{g/g}$  şekline dönüştürülür:

$$C = A \times (50 \text{ mL} / B)$$

A: ICP'de okunan konsantrasyon ( $\mu\text{g/mL}$ )

B: Örneğin ağırlığı (mL veya g)

C: Esas konsantrasyon ( $\mu\text{g/mL}$  veya  $\mu\text{g/g}$ )



### 3.3.4.2. Toplam besinsel lif analizi

İrmik, arpa unları ve bu unlar katılarak üretilen 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 kiti (Megazyme International Ireland Ltd., Bray Business Park, Bray, Co. Wicklow, IRELAND) kullanılmıştır. Yöntem, Lee ve ark. (1992), Prosky ve ark. (1988), Prosky ve ark. (1992) tarafından geliştirilen yöntemlerin modifiye edilmiş şeklidir.

Analiz aşağıdaki şekilde yapılmaktadır:

1. Her analizde 2 adet kör yapılır.
2. 0.25 g örnek tartılır (50 ml'lik tüpe). Üzerine 10 ml MES-TRIS karışımından oluşan tampon çözeltiden (pH 8.2, 24°C) ilave edilir. Vorteks karıştırıcıda örnek, tampon içinde iyice çözünene kadar karıştırılır (30 sn+30 sn olmak üzere iki tur halinde karıştırılır).
3. Örnekler üzerine 12.5 µL ısıya dayanıklı -amilaz solüsyonu eklenir ve yavaşça vortekste karıştırılır. Örnekler çalkalamalı su banyosunda sürekli çalkalanmak suretiyle 95-100°C'de 35 dakika inkübasyona bırakılır.
4. Bu süre sonunda örnekler alınır ve 60°C'ye soğutulur (musluk altında bir süre tutularak). Tüplerin ağzı açılır kenarları yıkanacak şekilde 2.5 ml destile su eklenir.
5. Her örnek üzerine 40 µL proteaz solüsyonu eklenir ve çalkalamalı su banyosunda sürekli çalkalanmak suretiyle 60±1°C'de 30 dakika inkübasyona bırakılır.
6. Örnekler su banyosundan alınır ve ağzıları açılır. Üzerine 1.25 ml 0.561 N HCl eklenir (bu sırada erlen çalkalanır). pH kontrol edilerek, eğer gerekiyorsa 4.1-4.8 arasına ayarlanır (4.5 olabilir). Bunu yapmak için ise %5'lik NaOH veya %5'lik HCl eklenir.
7. Örnekler vortekste karıştırıldıktan sonra üzerlerine 60 µL amiloglukozidaz solüsyonu ilave edilir ve çalkalamalı su banyosunda sürekli çalkalanmak

- suretiyle 60°C’de 30 dakika inkübasyona bırakılır. Bu arada %95’lik alkol de ayrı bir kaynar su banyosunda 60 dereceye ısıtılır (10 dakika yeterli olabilir).
8. İnkübasyondan alınan tüpler 100 ml’lik erlenlere aktarılır. Tüpler daha önceden ısıtılmış 60°C’deki %95’lik 19 ml etilalkol ile yıkanır ve oda sıcaklığında çökeltme olması için 60 dakika bekletilir.
  9. Çökelen enzim çözeltisi krozelerden filtrelendir. Krozelerin önceden darası alınmalıdır. %78’lik alkol ve spatula kullanılarak kalan tüm parçacıklar krozeye aktarılır.
  10. Vakum kullanarak, kalıntılar sırasıyla 7’er ml %78’lik etanol, %95’lik etanol ve aseton ile yıkanır.
  11. Kalıntı içeren krozeler bir gece 105°C’de kurutulur. Krozeler yaklaşık 1 saat desikatörde soğutulduktan sonra 0.1 g hassasiyetinde tartılır (T<sub>1</sub>).
  12. Tartılan örnekler 2 saat 525°C de kül fırınına bırakılır. Krozeler yaklaşık 1 saat desikatörde soğutulur ve 0.1 g hassasiyetinde tartılır (T<sub>2</sub>).

$$\text{Toplam besinsel lif (TBL)(g)} = (T_1 - D) - (T_2 - D) \quad \text{Toplam besinsel lif (\%)} = \frac{(100 * TBL(g))}{C}$$

D= Krozenin darası

C= Örneğin kuru madde cinsinden ağırlığı

T<sub>1</sub>= Etüvden sonraki tartım

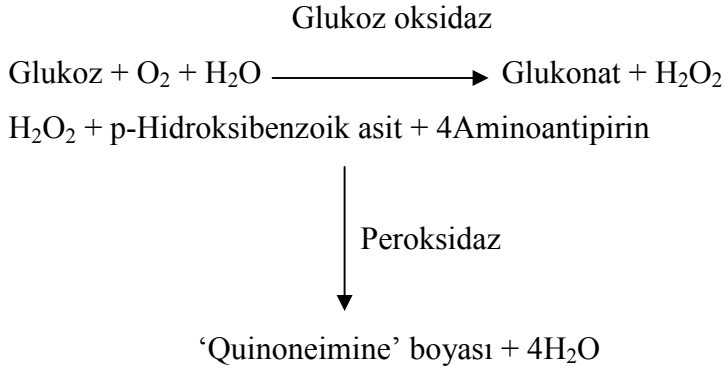
T<sub>2</sub>= Külden sonraki tartım

C= 0.25-((0.25\*örneğin nemi)/100))

### 3.3.4.3. -glukan analizi

İrmik, arpa unları ve bu unlar katılarak üretilen spagetti örneklerinde gerçekleştirilmiştir. Makarna örnekleri öncelikle partikül büyüklüğü 0.5 mm’den küçük olacak şekilde öğütülmüş ve kuru madde içerikleri tespit edilmiştir. Yöntemde -glukan test kiti (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 şeklidir ve McCleary metodu olarak bilinmektedir. Metod aşağıdaki şekilde uygulanmaktadır:

- Kuru madde miktarı bilinen örneklerden yaklaşık 0.5 g (0.0001 hassasiyette) 50 ml'lik falkon tüplere tartılır,
- Üzerine 1 ml etil alkol (%50'lik(v/v)) ve 5 ml sodyum fosfat tamponu (20 mM, pH 6.5) ilave edilerek vorteks mikserde 1 dakika karıştırılır,
- Tüp kaynar su banyosunda 2 dakika tutulur, vorteks mikserde 30 saniye karıştırılır ve tekrar 3 dakika kaynar su banyosunda tutulduktan sonra 15 saniye vorteks mikserde karıştırılır,
- Tüpe 5 ml damıtık su eklenir ve vorteks mikserde 30 saniye daha karıştırılır,
- Tüp 40°C'ye soğutulup (su banyosunda 10 dakika) üzerine 0.2 ml Likenaz (10 U) ilave edilip karıştırılır (3-5 saniye) ve 40°C'de 1 saat inkübe edilir,
- 19 ml damıtık su ilave edilerek hacim 30 ml'ye tamamlanır,
- Önce kuvvetlice vorteks mikserde karıştırılıp, 1000 devir/dakika'da 10 dakika santrifüj edildikten sonra supernatant Whatman No:41 filtre kağıdından süzülür,
- Filtrattan üç tüpe (cam test tüplerine) 0.1 ml alınır ve tüplerden birine 0.1 ml asetat tamponu (50 mM, pH 4.0) (kör deneme), diğer iki tüpe ise 0.1 ml -glukozidaz enzimi ilave edilir. Her üç tüpe 3 ml glukos oksidaz/peroksidaz (GOPOD) enzim çözeltisi de eklenir. Tüpler 40°C'de 20 dakika inkübe edilir,
- Ayrıca bu sırada aşağıdaki çözeltiler de hazırlanarak 40 °C'de 15 dakika inkübe edilir :
  - I. tüpe Reagent blank: 0.2 ml damıtık su+0.2 ml pH 4 tamponu+6 ml GOPOD
  - II. tüpe Reagent blank: 0.2 ml damıtık su+0.2 ml pH4 tamponu+6 ml GOPOD
  - III. tüpe Glukoz standardı: 0.1 ml glukoz standardı+0.1 ml pH4 tamponu+3 ml GOPOD
  - IV. tüpe Glukoz standardı: 0.1 ml glukoz standardı+0.1 ml pH4 tamponu+3 ml GOPOD
- Hazırlanan tüm bu tüpler için UV-VIS spektrofotometrede 510 nm'de absorbans ölçülür. Renk oluşumu aşağıda açıklanmaktadır:



- -glukan hesaplamaları şu şekilde yapılmaktadır:

$$\begin{aligned}
 \text{-glukan (\%, kurumaddede)} &= \Delta E * F * 300 * (1/100) * (100/W) * (162/180) \\
 &= \Delta E * (F/W) * 27
 \end{aligned}$$

$\Delta E$  = Örnek absorbansı – Kör deneme absorbansı

$$F = \frac{100 \text{ (}\mu\text{g glukoz)}}{100 \text{ }\mu\text{g glukoz absorbansı}}$$

Burada;

1/1000 =  $\mu\text{g}$ 'ım  $\text{mg}$ 'a çevrilmesi

162/180 = serbest glukozdan anhidro glukozla çevirim

300 = hacim düzeltme (30 ml'den 0.1 ml örnek alımı esnasında)

100/W =  $\beta$ -glukan içeriğinin kurumadde yüzdesi olarak ifade edilmesini sağlayan faktör

W = örneğin  $\text{mg}$  olarak kuru ağırlığı

#### 3.3.4.4. Fitik asit analizi

Örneklerdeki fitik asitin  $\text{Fe}^{+3}$  ile çözünmez formu olan demirfitat şeklinde çöktürülüp arta kalan yani çökeltmeyen  $\text{Fe}^{+3}$  miktarının bipyridine ile oluşturduğu rengin spektrofotometrik olarak ölçülmesi esasına dayalı bir yöntem kullanılmıştır. Bu ölçüm miktarı ile fitik asite bağlanıp çöken  $\text{Fe}^{+3}$  miktarı da dikkate alınarak fitik

asit konsantrasyonu hesaplanmaktadır. Bu analize aslında bir nevi Fe tayini de denebilir. Kurve ters lineer çıktığı için elde edilen sonuç fitat miktarını ifade etmektedir (Haug ve Lantzsch, 1983). Metod aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmektedir:

### **Ekstraksiyon**

- 0.1 gr un inceliğinde (200 mikron elekten geçen) öğütülmüş örnek 15 ml'lik falkon tüpüne alınır. Üzerine 10 ml 0.4 M HCl (Merck 100317) içinde çözüldürülmüş %10'luk Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Merck 106649) eklenir.
- 175 RPM'de çalkalayıcıda 3 saat çalkalanır.
- Çalkalama sonunda 4600 devir/dk da 20 dakika santrifüj edilir.
- Santrifüj sonunda süpernatant (süzüntü) kısmından 1 ml alınarak (15 ml'lik falkon tüpüne) üzerine 2 ml ferik solüsyon ilave edilir ve sıcaklığı 95°C'ye ayarlı su banyosunda 30 dakika bekletilir.
- Sıcak su banyosundan alınan örnekler soğuk su banyosuna konarak oda sıcaklığına kadar soğutulur.
- Oda sıcaklığına ulaşan örnekler 10 dakika tekrar 4600 devir/dk da santrifüj edilir (santrifüj sonrası tüplerin alt kısmında fitik asit+Fe<sup>+3</sup> kompleksinin oluşturduğu jel bir yapı görülür).
- Santrifüj edilen örneklerden cam test tüplerine 1 ml alınır ve üzerine 3 ml 2,2 bipyridine solüsyonu eklenir (bipyridine eklendikten sonra örnekler pembemsi bir renkte gözükür).
- Oluşan pembe renk 519 nm de okunur.

### **Fitik asit standartlarının hazırlanması**

Fitik asitin sodyum tuzundan (Sigma P-8810) 0,2 g 100 ml destile suda çözülür (bu çözelti 2000 mgL<sup>-1</sup> (2000 ppm) fitikasit-fosforu içerir). Bu solusyondan seyreltme ile 0, 50, 100, 200 mgL<sup>-1</sup> (0, 50, 100 ve 200 ppm) lik standartlar hazırlanır. Hazırlanan bu standartlardan ve blank (%10 luk Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'ün kendisi) tan alınan 1 er ml lik miktara da yukarıdaki 4. maddeden 7. maddeye kadarki tüm aşamalar uygulanır. Yani; 1 ml alınır üzerine 2 ml ferik solüsyon eklenir sıcak ve soğuk su

banyolarından geçirilir. Satrifüj edilir ve satrifüj edilen standartlardan 1 ml alınır üzerine 3 ml bypiridine eklenir, oluşan pembe renk 519 nm de okunur.

**Seyreltme yoluyla satandartlar şu şekilde hazırlanır: (100 ml için)**

	<b><u>Standart</u></b>
i. 10 ml 2000 ppm lik standart çözültiden alınıp 100 ml'ye tamamlanır	200 ppm
ii. 50 ml 200 ppm lik standart çözültiden alınıp 100 ml'ye tamamlanır	100 ppm
iii. 50 ml 100 ppm li standart çözültiden alınıp 100 ml'ye tamamlanır	50 ppm
iv. 0.4 M HCl içinde çözüldürülerek hazırlanan Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ın kendisi	0 ppm

Hazırlanan bu satandartların 519 nm de okunmasından sonra okunan absorbanslara göre excel programında bir eğri çizilir (eğri x ekseninde absorbans değerleri, y ekseninde standartların ppm olarak konsantrasyonu olacak şekilde). Eğrinin denklemi bulunarak ( $y=ax+b$  şeklinde) denklemde x yerine örnekler için okunan absorbans değerleri konularak örneklerin fitik asit miktarı ppm(mg/L) olarak bulunur.

### **3.3.5. 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. İlk 4 analiz Köksel ve ark. (2000)'e göre yapılmıştır.

#### **3.3.5.1. Hacim artışı**

250 ml'lik ölçü silindirine çalışılacak makarnanın üzerini kaplayacak kadar damıtık su (yaklaşık 150 ml) konulur ve 25 g makarna ( 5 cm boyunda kesilmiş) ilave edilir. Su seviyesindeki artış kuru makarna hacmidir ( $V_1$ ). Aynı hacim ölçme işlemi “suya geçen madde miktarı” analizinde pişirilip buhner hunisinden süzölmüş makarna için de tekrarlanır. Su seviyesindeki artış pişmiş makarna hacmidir ( $V_2$ ). Yüzde hacim artışı aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanır:

$$\text{Hacim artışı (\%)} = \frac{(V_2 - V_1)}{V_1} \times 100$$

$V_2$ : Makarnanın pişme sonrası hacmi

$V_1$ : Makarnanın pişme öncesi hacmi

### 3.3.5.2. Su absorpsiyonu (ağırlık artışı)

Suya geçen madde miktarı analizinde Buhner hunisinden süzülerek elde edilen pişmiş makarna tartılır ve pişmiş makarna ağırlığı ( $G_2$ ) bulunur. Pişmiş makarna ağırlığı değerinden ( $G_2$ ) pişmemiş makarna ağırlığı ( $G_1 = 25$  g) çıkarılarak pişme sonucu meydana gelen ağırlık artışı tespit edilir ve % su absorpsiyon değeri aşağıdaki formül yardımıyla bulunur:

$$\text{Absorpsiyon (\%)} = \frac{(G_2 - G_1)}{G_1} \times 100$$

$G_2$ : Makarnanın pişme sonrası ağırlığı

$G_1$ : Makarnanın pişme öncesi ağırlığı

### 3.3.5.3. Suya geçen madde miktarı (pişme kaybı)

Makarnalar her 5 dakikada bir karıştırılmak suretiyle toplam 20 dakika pişirilmiştir. Süre sonunda beher içeriği Buhner hunisinden 500 ml'lik ölçü silindire süzülüş, buhner hunisinden damlama kesilince, pişmiş makarna tekrar pişirme kabına alınmıştır. Üzerine 90 ml damıtık su ilave edilip hafifçe karıştırılarak yıkanan makarna tekrar aynı huniden ölçü silindire süzülüştür. Ölçü silindirindeki su 350 ml'ye tamamlanıp iyice karıştırılan örnekten 50 ml alınarak önceden darası alınmış bir behere aktarılmıştır. Beher su banyosuna yerleştirilerek suyu tamamen uzaklaştırıldıktan sonra 100°C'ye ayarlanmış etüvde sabit ağırlığa

gelinceye kadar kurutulmuş ve desikatörde bekletildikten sonra tartılmıştır. Suyu geçen madde miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$\text{Suya geçen madde miktarı (\%)} = \frac{M \times 28}{100-R} \times 100$$

M: Kalıntı Miktarı (g)

R: Makarna rutubeti (%)

#### 3.3.5.4. Toplam organik madde miktarı (TOM)

Duyusal değerlendirmesi yapılan makarna içerisinde 500 ml deiyonize su bulunan bir ölçü silindirine alınmıştır. Her 4 dakikada bir karıştırılarak 12 dakika yıkanmış ve yıkama suyu başka bir behere alınıp iyice karıştırıldıktan sonra 600 ml'lik bir behere 5 ml bu yıkama suyundan alınmıştır. 80 °C'de suyu tamamen uçurulmuştur (2 saat). Evaporasyon tamamlandıktan sonra örnek üzerine 10 ml 1N K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> çözeltilisinden ilave edilmiş ve kalıntı iyice ıslatılmıştır. Çeker ocak altında 20 ml derişik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilmiş ve 1 dakika karıştırılarak 30 dakika reaksiyon için beklenmiştir. Süre sonunda 200 ml deiyonize su ilave edilmiştir. Difenilamin indikatörü eşliğinde 0.5 N Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> çözeltilisi ile renk mor menekşeden yeşile dönünceye kadar titre edilmiştir. Aynı zamanda örnek konulmaksızın bir de kör deneme yapılmıştır. Sonuç 100 g. örnekten yıkama suyuna geçen nişastanın gram olarak miktarı şeklinde aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$\text{TOM} = (B-S) \times (20/B) \times 3.75 \times 100 \times 0.9 \times 1.0283$$

TOM : Toplam organik madde miktarı

B : Şahit için harcanan 0.5 N Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> miktarı (ml)

S : Örnek için harcanan 0.5 N Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> miktarı (ml)

20 : 10 ml K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> çözeltilisine karşılık gelen Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> miktarı (ml)

3.75 : 1 ml 0.5 N Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> çözeltilisine karşılık gelen glukoz miktarı (mg)

100 : Seyreltme faktörü



- 0.9 : Glukozu nişastaya çevirme faktörü  
1.283 : Nişastanın oksitlenmeyen miktarı için düzetme faktörü

### 3.3.5.5. Duyusal analiz

Pişmiş makarnalarda duyusal analiz Köksel ve ark. (1992) ve ISO standart no: 7304 (Anonymous, 1985)'e göre belirlenmiştir. Bu yönleme göre 100 g spaghetti 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 süzölmüşür. Süzölen makarna porselen bir tabak içerisinde 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 piştikten sonra birbirine yapışmamalı, başlangıçtaki şeklini ve rengini muhafaza etmeli, dayanıklı ve elastik olmalıdır. Duyusal testlerde esas olarak D' Egidio ve ark. (1982) ve Cubadda (1988) tarafından önerilen yöntemlerden yararlanılmıştır. Bu yöntemlerde çok geniş olan puanlama değeri sınırları Çizelge 3.3'te belirtilen şekilde daraltılarak modifiye edilmiş olup üç eksper tarafından yapılan panel değerlendirmesinin ortalaması verilmiştir (Köksel ve ark., 1992).

### Sonuçların Değerlendirilmesi

Çizelge 3.3. Makarna duyusal testlerinde kullanılan puanlama sistemi

Makarna Özelliği	Değerlendirme	Puanlama
Yapışkanlık	Aşırı derecede	0-15
	Çok	16-30
	Orta derecede	31-40
	Az	41-55
	Çok az	56-75
	Hiç yok	76-100
Kümeleşme	Çok aşırı derecede	0-15
	Çok	16-30
	Orta derecede	31-40
	Kabul edilebilir düzeyde	41-55
	Yok denecek kadar az	56-75
	Hiç yok	76-100
Sertlik	Çok yumuşak dağılıyor	0-15
	Ezilmeye çok az dirençli	16-30
	Ezilmeye orta dirençli	31-40
	Kabul edilebilir düzeyde	41-55
	Arzu edilen düzeyde	56-75
	Mükemmel	76-100

#### 3.3.6. Tekstür analizleri

Kuru ve pişmiş makarnalarda tekstürel özellikler TA-XT2i Tekstür Analiz cihazıyla (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, UK) Bourne (1978)'e göre yapılmıştır. Kuru makarnalarda kırılma direnci testi yapılırken, pişmiş makarnalarda tekstür profil analizleri (Texture Profile Analysis-TPA) gerçekleştirilmiştir.

**Kırılma direnci testi:** Kuru spagettilerin kırılma dirençleri üç noktalı bükme testi ile belirlenmiştir. 10 cm boyunda kesilmiş spagettiler 4 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. Testin yapıldığı mekaniksel şartlar cihazda aşağıdaki gibi ayarlanmıştır:

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 (otomatik)  
Data acquisition rate: 250 pps

**Tekstür profil analizleri (TPA):** Bu analizin prensibi insandaki ısırma hareketinin aletsel olarak simülasyonudur. Analizde kullanılmak üzere 10 g spagetti (10 cm boyunda kesilmiş) örneği 200 ml saf suda 12 dakika sabit sürede pişirilmiştir. Pişirilen spagettiler yavaş bir şekilde süzülüp soğutulmuş, daha sonra kurutma kağıdı ile fazla suyu alınmıştır. Bu şekilde hazırlanan 3 adet spagetti çubuğu birbirine bitişik şekilde cihazın tablasına yerleştirilmiş ve analize başlanmıştır. Elde edilen kuvvet-zaman eğrisinden sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, çiğnenebilirlik, esneklik vb. tekstürel parametreler hesaplanmıştır. Testin yapıldığı mekaniksel şartlar cihazda aşağıdaki gibi ayarlanmıştır:

Pre-test speed: 3 mm/s  
Test speed: 1 mm/s  
Post-test speed: 1 mm/s  
Test distance: 1 mm  
Trigger value: 5 g (otomatik)

### 3.3.7. İstatistiksel analizler

Laboratuvar denemeleri, tesadüf parselleri deneme desenine göre 2 faktörlü (Faktör A: arpa unları-soyulmamış arpa unu, 1 kez soyulmuş arpa unu, 2 kez soyulmuş arpa unu-, Faktör B: arpa unu katkı oranı) ve 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Analizler de 2 tekrarlı olarak yapılmış olup, sonuçların varyans analizleri ve diğer istatistiksel analizler SPSS paket programında yapılmıştır (SPSS inc., 1998).

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Araştırmada irmiğe arpa unu katılarak spagetti tipinde makarna üretilmiştir. Arpanın spagetti kalite özelliklerini, özellikle de fonksiyonel bileşenlerini ne ölçüde etkilediği incelenmiştir. Spagetti üretiminde kullanılan hammaddelerin özellikleri ile arpa katkılı spagetti örneklerinde saptanan kalite özellikleri bu bölümde verilmiş ve istatistiksel değerlendirmeleri yapılarak tartışılmıştır. İstatistiksel analizle elde edilen varyans analiz çizelgeleri ile önemli bulunan interaksiyonların çizelgeleri EK 3-12’de verilmiştir.

### 4.1. Hammadde Özellikleri

#### 4.1.1. Araştırmada kullanılan irmiğin bazı özellikleri

Araştırmada hammadde olarak kullanılan irmiğin bazı özelliklerine ait bulgular Çizelge 4.1, Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.1. Araştırmada kullanılan irmiğin bazı kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri

Örnek	Kül* (%)	Protein* <sup>1</sup> (%)	SDS Sedimentasyon (ml)	Yaş Gluten (%)	Kuru Gluten* (%)	Gluten İndeks (%)
İrmik	0.86±0.03	11.40±0.35	23.00±0.00	33.00±0.71	10.88±0.15	62.00±1.41

\* Kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

<sup>1</sup> F: 5.7 alınmıştır.

Çizelge 4.1 incelendiğinde, irmik örneğinin kül ve protein değerleri bakımından Türk Gıda Kodeksi İrmik Tebliği’ne uygun olduğu görülmektedir (Anonim, 2010f). Yapılan bir çalışmada Svevo çeşidine ait irmik örneğinde SDS değeri 30.3±6.7, protein değeri de 17±1.8 bulunmuştur. SDS değeri protein değerinin artışına bağlı olarak artış gösterdiği bildirilmiştir (Atlı ve ark., 2010).

Çizelge 4.2. Araştırmada kullanılan irmiğin renk ve fonksiyonel bileşenleri

Örnek	Renk			Toplam besinsel lif* (%)	Fitik asit* (mg/g)	-glukan* (%)
	L*	A*	b*			
İrmik	85.98±0.05	1.43±0.01	22.12±0.06	2.36±0.06	1.82±0.06	0.19±0.01

\*Kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

İrmik örneğinin renk değerlerine bakıldığında özellikle makarna için önem taşıyan b\* değerinin istenen düzeyde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Atlı ve ark. (2010), 2 yıl 7 lokasyonda yetiştirilen Svevo çeşidine ait irmikte b\* değerini 26.6±1.3 olarak bulmuşlardır. Bu tez çalışmasında bulunan b\* değerinin farklı bulunmasının renk cihazından ve irmik değirmeninden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca irmikte belirlenen toplam besinsel lif ve β-glukan değerleri daha önce yapılan çalışmalarda bildirilen değerlere yakın bulunmuştur (Marconi ve ark., 2000; Knuckles ve ark., 1997; Marconi ve ark., 1999; Cleary ve Brennan, 2006).

Çizelge 4.3. Araştırmada kullanılan irmiğin element içeriği

Örnek	Na (mg/kg)	K(mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
İrmik	120.00±0.35	2071.00±14.85	254.00±18.03	421.00±6.58	18.60±0.94	3.05±0.66	14.00±0.10

Çizelge 4.3'te görülebileceği gibi irmik örneğinde potasyum (K) en fazla, bakır (Cu) en az miktarda saptanmıştır. Bahnassey ve ark. (1986) tarafından yapılan bir çalışmada irmikte element miktarları mg/kg olarak 605.00 (Mg), 1945.00 (K), 159.00 (Ca), 17.00 (Fe) ve 12.00 (Zn) şeklinde bulunmuştur. Matsuo (1996), irmikte potasyum miktarının 1976 mg/kg, magnezyum miktarının 690 mg/kg ve kalsiyum miktarının 190 mg/kg olduğunu bildirmiştir. Bu sonuçlarla karşılaştırıldığında bulduğumuz sonuçların yaklaşık olarak benzerlik gösterdiği söylenebilir.

#### 4.1.2. Araştırmada kullanılan arpanın bazı özellikleri

Araştırmada kullanılan arpa örneklerine ait bazı özellikler Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.4. Araştırmada kullanılan arpanın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Örnek	Hektolitre (kg/hl)	Bin Tane* (g)	Kül* (%)	Protein* <sup>1</sup> (%)
Soyulmamış arpa	72.53±0.61	48.10±0.75	1.96±0.13	15.19±0.30
1 kez soyulmuş arpa	81.00±0.71	40.28±0.53	1.21±0.06	14.58±0.42
2 kez soyulmuş arpa	83.00±0.71	34.90±1.41	1.01±0.03	13.43±0.47

\* Kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

<sup>1</sup> F: 6.25 alınmıştır.

Çizelge 4.4 incelendiğinde arpada kabuk soyma işlemine bağlı olarak hektolitre ağırlığında artış gözlenirken, bin tane ağırlığında düşüş gözlenmiştir. Soyulmamış arpada hektolitre ağırlığı 72.53 kg/hl iken soyma sayısına bağlı olarak bir kez soyulmuş arpada 81.00 kg/hl ve iki defa soyulmuş arpada 83.00 kg/hl değerleri saptanmıştır. Bu yükselmenin arpa tanesinin kabuğunun soyulmasıyla daha homojen bir yapı kazanarak hektolitre cihazının silindirine daha sıkı ve fazla miktarda yerleşmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Bin tane ağırlıkları soyulmamış arpada ve soyulmuş arpa örneklerinde sırasıyla 48.10 g, 40.28 g ve 34.90 g olarak belirlenmiştir. Soyma sayısına bağlı olarak bin tane ağırlıklarında düzenli bir düşüş gözlenmiştir. Bunun nedeni de kabuk soyma ile tane ağırlığının azalmış olmasıdır. Marconi ve ark., (2000) yaptıkları çalışmalarında arpanın kabuğunun soyulmasına bağlı olarak bin tane ağırlığının düştüğünü bildirmişlerdir. Arpa örneklerinin kül ve protein değerlerinde de soyma sayısına bağlı olarak azalma saptanmıştır. Bu duruma da tahıl tanesinin kül ve proteince zengin kepek kısmının kabuk soyma ile taneden uzaklaştırılması neden olmuştur. Yeung ve Vasanthan (2001) yaptıkları çalışmalarında arpada soyma derecesine bağlı olarak kül miktarında düzenli bir düşüşün, protein değerlerinde ise belli bir dereceye kadar azalmanın olduğunu saptamışlardır.

Çizelge 4.5. Araştırmada kullanılan arpanın renk ve fonksiyonel bileşenleri

Örnek	Renk			Toplam diyet (besinsel) lif* (%)	Fitik asit (mg/g)	-glukan (%)
	L*	a*	b*			
Soyulmamış arpa	83.00±0.15	1.49±0.04	13.50±0.01	23.61±0.13	3.52±0.10	3.85±0.00
1 kez soyulmuş arpa	88.56±0.26	1.02±0.03	10.09±0.06	14.10±0.51	2.96±0.00	4.37±0.01
2 kez soyulmuş arpa	92.50±0.80	0.66±0.04	9.58±0.31	11.79±0.44	2.60±0.02	5.12±0.01

\*Kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Çizelge 4.5'te de görüldüğü gibi arpa örneklerinin soyma sayısına bağlı olarak renk değerlerinde farklılıklar saptanmıştır. Soyma sayısına bağlı olarak L\* değerinde artış gözlenirken, a\* ve b\* değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Bu artış ve yükselişin kepekte yer alan renk pigmentlerinin kabuk soyma ile taneden uzaklaştırılmasıyla açıklanabilir. Kepeğin renkte yaratacağı olumsuzluk (esmer renk oluşumu) bilindiğinden soyma işlemi ile bu olumsuzluğun bir miktar önlenebileceği amaçlanmıştır. Arpanın soyulmasına bağlı olarak renk değerlerindeki bu değişim Yeung ve Vasanthan (2001)'in çalışmasıyla uyum içerisindedir.

Kompleks bir karbonhidrat olan  $\beta$ -glukan, arpa tanesinde özellikle alöron, subalöron ve tanenin merkezine doğru düzgün bir biçimde dağılmış olarak bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda çok yüksek konsantrasyonda -glukana endospermin merkezi bölgelerinde rastlanmıştır (Marconi ve ark., 2000; Miller ve Fulcher, 1994). Ayrıca yapılan bir çalışmada da arpa tanesinin endosperm hücre duvarının kuru ağırlığın % 75'i oranında -glukan içerdiği, alöron hücre duvarında ise bu oranın % 10'dan az olduğu bildirilmiştir (Lehtonen ve Aikasalo, 1987).

Arpa örneklerinde -glukan değerlerine bakıldığında % 3.85 ile % 5.12 arasında değiştiği Çizelge 4.5'ten görülmektedir. Soymaya bağlı olarak -glukan değerlerinde artış gözlenmiştir. Saptanan bu değerler literatürlerde belirtilen

değerlerle uyum içerisindedir (Demirbaş, 2005; Lee ve ark., 1997). Liu ve ark. (2009) yaptıkları çalışmalarında soyma sayısı arttıkça tanede -glukan değerinin de arttığını bildirmişlerdir. Panfili ve ark. (2008)'in yaptığı bir çalışmada kabuğu soyulmamış arpada -glukan değeri % 4.34 olarak bulunurken bu değer arpanın soyulmasıyla % 4.82 'ye yükselmiştir. Yeung ve Vasanthan (2001), arpada kabuk soyma sayısına bağlı olarak -glukan değerinin arttığını (% 5.9 dan % 7.3'e) saptamışlardır.

Tahıl tanelerinin temel depo fosfor bileşeni olan fitik asit değerleri Çizelge 4.5 incelendiğinde arpanın kabuğunun soyulmasına bağlı olarak azalış göstermiştir. Soyulmamış arpada bu değer  $3.52 \text{ mg g}^{-1}$  iken, 2 kez soyulmuş arpada  $2.60 \text{ mg g}^{-1}$  'a düşmüştür. Bu azalışın nedeni fitik asitin tanede yoğun bulunduğu kepek kısmının soyma işlemiyle taneden uzaklaştırılmasıyla açıklanabilir. Yapılan bir çalışmada, fitik asitin arpanın alöron tabakasında ve embriyosunda yoğunlaştığı saptanmıştır (O'Dell ve ark., 1972). Dai ve ark. (2007), 2 yıl 7 lokasyonda 100 arpa genotipinde yaptıkları çalışmada fitik asit içeriğinin birinci yılda  $1.19 \text{ mg g}^{-1}$  ile  $8.72 \text{ mg g}^{-1}$  arasında değiştiğini, ikinci yılda ise  $1.00 \text{ mg g}^{-1}$  ile  $6.19 \text{ mg g}^{-1}$  arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ockenden ve ark. (2004), düşük fitik asit içerikli 4 arpa genotipinde depo fosforu ve inositol fosfatın (fitik asit) karakterizasyonu ile ilgili yaptıkları çalışmalarında bu 4 arpa genotipinde fitik asit miktarını  $0.12 \text{ mg g}^{-1}$  ile  $2.34 \text{ mg g}^{-1}$  arasında saptamışlardır.

Arpa örneklerinin toplam besinsel lif içeriklerinin de soymaya bağlı olarak azaldığı saptanmıştır (Çizelge 4.5). SA, 1KSA ve 2KSA'da toplam besinsel lif içerikleri sırasıyla % 23.61, % 14.11 ve % 11.79 olarak bulunmuştur. Arpada belirlenen bu değerler daha önceki çalışmalarda bulunan değerlerle benzer bulunmuştur (Aalto ve ark., 1988; Nyman ve ark., 1984; Frolich ve Hestangen, 1983).



Çizelge 4.6. Araştırmada kullanılan arpanın element içeriği

Örnek	Na (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Soyulmamış arpa	188.00±2.76	3405.00±44.55	274.00±8.27	870.00±33.57	29.50±1.22	3.00±0.59	19.00±1.51
1 kez soyulmuş arpa	130.00±1.34	2700.00±37.38	185.00±6.65	760.00±24.40	22.50±1.39	2.40±0.16	15.00±0.39
2 kez soyulmuş arpa	105.00±1.04	2085.00±56.67	152.00±4.20	520.00±16.86	19.00±1.23	1.70±0.20	14.00±0.21

Köksel ve ark. (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 4.6 incelendiğinde bulunan element içeriklerinin bu çalışmayla yaklaşık uyum içinde olduğu söylenebilir. Arpa kabuğunun soyulmasına bağlı olarak element miktarlarında düzenli bir azalmanın olduğu saptanmış olup bu durum da yine kabuk soyma ile kepeğin ayrılması ilişkilendirilebilir. Bunun nedeni tahıl tanelerinde elementlerin genellikle kepek kısmında yoğunlaşmış olmasıdır.

#### 4.2. Spagetti Özellikleri

Bu çalışmada 16 farklı formülasyonda spagetti üretilmiştir. Kabuğu soyulmamış arpa (SA), kabuğu 1 kez soyulmuş arpa (1KSA) ve kabuğu 2 kez soyulmuş arpa (2KSA) örnekleri öğütüldükten sonra elde edilen kabuğu soyulmamış arpa unu (SAU), kabuğu 1 kez soyulmuş arpa unu (1KSAU) ve kabuğu 2 kez soyulmuş arpa unu (2KSAU) irmiğe değişik oranlarda katılmak suretiyle spagetti üretimi gerçekleştirilmiştir. Spagetti örneklerine ait fotoğraflar EK 1 ve EK 2'de verilmiştir.

#### 4.2.1. Kimyasal özellikler

Çizelge 4.7 incelendiğinde arpa katkılı spagetti örneklerinin protein değerleri kontrol örneğine göre yüksek bulunmuştur. Soyma sayısının artışına bağlı olarak değerler azalırken katkı oranının artışına bağlı olarak yükseliş göstermiştir. Bu durum Marconi ve ark., (2000) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla benzer bulunmuştur. SAU katkılı spagetti örneklerinde ortalama protein değeri % 12.83 olarak saptanırken bu değer 2KSAU katkılı örneklerde ortalama % 12.60 seviyelerine düşmüştür. Soyma sayısının her seviyesinde oran artışına bağlı olarak örneklerin protein değerlerinde artış gözlenmiştir. En yüksek protein değerine % 13.11 ile % 50 SAU katkılı örnek sahip olurken en düşük protein değerine % 12.46 ile % 10 2KSAU katkılı örnek sahip olmuştur. Spagetti örneklerinin protein değerleri üzerine hem soyma sayısının hem de katkı oranının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p \leq 0.001$ ) (EK 3, Çizelge 3.a). Soyma sayısına bağlı olarak protein değerlerinde görülen düşüşün kabuk soyma işlemi ile arpa tanesinden uzaklaştırılan materyallerle birlikte bir miktar proteinin uzaklaşması nedeniyle gerçekleştiği söylenebilir.

Arpa katkılı spagetti örneklerine ait kül değerleri de Çizelge 4.7’de verilmiştir. Örneklerin kül değerleri soyma sayısına artışına bağlı olarak azalırken her soyma sayısı seviyesinde katkı oranı artışına bağlı olarak yükselmiştir. Değerlerdeki bu azalış ve yükseliş istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p \leq 0.001$ ) (EK 3, Çizelge 3.b). Ayrıca kül değerleri üzerine hem soyma sayısının hem de katkı oranının birlikte etkisi  $p \leq 0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur (EK 3, Çizelge 3.b). Spagetti örneklerinin kül miktarları % 0.88 ile % 1.51 arasında değişmiştir. Örneklerin kül değerleri kontrole göre yüksek bulunurken soyma işlemiyle kül değeri, kontrol örneğinin kül değerine yakın değer almıştır. Kül ile ilgili bu bulgular Marconi ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmayla uyum göstermektedir.

Çizelge 4.7. Arpa katkılı spagettilerin bazı kimyasal özellikleri

Arpanın soyulma sayısı	Arpa unu katkı miktarı (%)	Kül* (%)	Protein <sup>*1</sup> (%)
SAU	10	1.02±0.04	12.67±0.11
	20	1.14±0.08	12.85±0.08
	30	1.29±0.07	12.90±0.08
	40	1.42±0.05	13.00±0.05
	50	1.51±0.05	13.11±0.13
1KSAU	10	0.91±0.06	12.48±0.14
	20	0.94±0.05	12.57±0.11
	30	0.97±0.05	12.68±0.06
	40	1.03±0.05	12.79±0.07
	50	1.08±0.04	12.90±0.09
2KSAU	10	0.88±0.05	12.46±0.07
	20	0.90±0.05	12.61±0.05
	30	0.91±0.06	12.61±0.04
	40	0.95±0.09	12.73±0.02
	50	1.00±0.05	12.79±0.03
Kontrol	0	0.88±0.06	12.43±0.20

\* Kuru madde esasına göre hesaplanmıştır. ±

<sup>1</sup> F: 5.7 alınmıştır.

#### 4.2.2. Renk özellikleri

Arpa katkılı spagetti örneklerine ait renk değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Spagetti örneklerinin L\* değerlerine bakıldığında 38.00 ile 48.28 arasında değiştiği ve değerlerin soyma sayısının artışına bağlı olarak arttığı ancak katkı oranının artışına bağlı olarak azaldığı görülmektedir. Arpa katkısı spagetti örneklerinin L\* değerini kontrole göre düşürmüştür. En düşük L\* değerine % 50 SAU katkılı spagetti örneği sahip olmuştur. Kontrol örneğinin L\* değeri tüm örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla arpa katkılı örnekler kontrole göre daha esmer renk almıştır. L\* değerlerindeki değişime soyma sayısının ve katkı oranının etkisi  $p \leq 0.001$  düzeyinde, soyma sayısı x katkı oranı interaksiyonunun etkisi  $p \leq 0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (EK 4, Çizelge 4.a).

Çizelge 4.8. Arpa katkılı spagettilerin renk özellikleri

Arpanın soyulma sayısı	Arpa unu katkı miktarı (%)	L*	a*	b*
SAU	10	45.33±0.60	4.99±0.64	26,81±1.15
	20	43.58±0.30	6.12±0.30	24.25±1.17
	30	40.30±2.21	7.29±0.51	21.48±1.43
	40	39.04±0.55	7.34±0.17	19.48±1.94
	50	38.00±0.48	7.35±0.38	17.56±2.44
1KSAU	10	48.11±0.67	3.74±0.53	27.45±1.13
	20	45.63±0.46	4.95±0.14	25.85±1.06
	30	43.58±0.78	5.91±0.32	24.60±0.84
	40	41.90±0.39	6.64±0.13	23.81±0.46
	50	40.75±0.84	7.41±0.40	22.71±0.45
2KSAU	10	48.28±0.36	3.71±0.30	28.08±0.54
	20	46.45±0.92	4.32±0.72	25.69±1.18
	30	45.25±0.88	5.01±0.13	25.38±0.56
	40	43.62±0.35	5.34±0.20	24.34±0.63
	50	42.11±0.91	5.97±0.24	23.79±0.52
Kontrol	0	50.98±0.51	2.43±0.12	29.93±0.50

Çizelge 4.8'den de görüleceği gibi arpa katkılı spagetti örneklerinin a\* değerleri L\* değerlerinin tam tersine soyma sayısının artışına bağlı olarak azalırken katkı oranının artışına bağlı olarak artmıştır. a\* değerlerindeki bu değişim istatistiksel olarak hem soyma sayısı hem katkı oranı ve hem de soyma sayısı x katkı oranı interaksiyonu açısından önemli bulunmuştur ( $p \leq 0.001$ ) (EK 4, Çizelge 4.b). Tüm arpa katkılı spagetti örneklerinin a\* değerleri kontrol örneğinden daha yüksek bulunmuştur. SAU katkılı spagetti örneklerinde ortalama a\* değeri 6.62 olarak saptanırken bu değer 2KSAU katkılı örneklerde ortalama 4.87 seviyelerine düşmüştür. Soyma sayısının her seviyesinde oran artışına bağlı olarak örneklerin a\* değerlerinde artış gözlenmiştir. En yüksek a\* değerine 7.70 ile % 50 SAU katkılı örnek sahip olurken en düşük a\* değerine 3.71 ile % 10 2KSAU katkılı örnek sahip olmuştur.

Durum buğdayı ürünlerinde renk açısından büyük önem taşıyan  $b^*$  değeri sarı rengi ifade etmektedir. Arpa katkılı spagetti örneklerinin  $b^*$  değerleri kontrolden daha düşük bulunmuştur. Örneklerin  $b^*$  değerleri soyma sayısının artışına bağlı olarak artarken soyma sayısının her seviyesinde oran artışına bağlı olarak azalmıştır. Bu durum  $L^*$  değerleriyle paralellik göstermiştir. Yani örneklerin rengi açıldıkça sarılıkları da artmıştır.  $b^*$  değerlerindeki değişimler tüm faktörler açısından  $p \leq 0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur (EK 4, Çizelge 4.c.). En yüksek  $b^*$  değerine kontrol örneği sahip olurken ona en yakın değeri % 10 2KSAU içeren örnek sahip olmuştur. En düşük sarı renk % 50 SAU katkılı örnekte görülmüştür.

Spagetti örneklerinin renk özellikleri ile ilgili bulgular literatür ile uyum göstermektedir (Marconi ve ark., 2000; Marconi ve ark., 1999; Knuckles ve ark., 1997; Bergman ve ark., 1994).

#### 4.2.3. Fonksiyonel bileşenler

Çizelge 4.9 incelendiğinde arpa katkılı makarna örneklerinin % 1.77 ile % 9.69 arasında TB içerdiği, % 0.60 ile % 2.81 arasında da -glukan içerdiği belirlenmiştir.

Besinsel lif açısından tahıl ürünleri ve özellikle kepek kısmı ayrılmamış tam tahıllar önemli bir potansiyele sahiptir. Besinsel lif özellikle tanenin kepek kısmında yoğunlaşmıştır (Anonymous, 2007b). Spagetti örneklerinin toplam besinsel lif değerleri üzerine soyma sayısının ve katkı oranının etkisi istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0.001$ ) bulunmuştur (EK 5, Çizelge 5.a). Soyma sayısının artışına bağlı olarak toplam besinsel lif miktarında azalma olmuştur. Bu da soyma işlemiyle kepeğin taneden ayrılmasından kaynaklanmaktadır. Katkılı spagetti örnekleri kontrol örneğine göre daha yüksek toplam besinsel lif miktarına sahip olmuşlardır.

Çizelge 4.9. Arpa katkılı spagettilerin toplam besinsel lif,  $\beta$ -glukan ve fitik asit içerikleri

Arpanın soyulma sayısı	Arpa unu katkı miktarı (%)	Toplam diyet (besinsel) lif miktarı* (%)	-glukan* (%)	Fitik asit* (mg/g)
SAU	10	3.70±0.44	0.60±0.09	1.36±0.03
	20	4.59±0.50	1.11±0.01	1.43±0.07
	30	6.62±0.57	1.58±0.10	1.55±0.03
	40	8.18±0.34	2.19±0.02	1.61±0.01
	50	9.69±0.60	2.44±0.06	1.74±0.03
1KSAU	10	2.09±0.12	0.74±0.05	1.29±0.05
	20	2.79±0.20	1.12±0.03	1.33±0.03
	30	3.39±0.64	1.65±0.15	1.43±0.02
	40	4.96±0.70	2.30±0.06	1.55±0.02
	50	5.65±0.75	2.67±0.13	1.68±0.02
2KSAU	10	1.77±0.13	0.78±0.10	1.24±0.02
	20	2.61±0.14	1.17±0.01	1.33±0.02
	30	3.20±0.32	1.77±0.14	1.42±0.04
	40	4.19±0.64	2.40±0.13	1.54±0.02
	50	5.24±0.69	2.81±0.07	1.63±0.02
Kontrol	0	1.60±0.00	0.18±0.05	1.23±0.03

\*Kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Spagetti örnekleri -glukan miktarı bakımından değerlendirildiğinde hem soyma sayısının artışına hem de katkı oranının artışına bağlı olarak yüksek miktarlarda  $\beta$ -glukana sahip olmuşlardır. Değerlerdeki artış istatistiksel açıdan  $p \leq 0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur (EK 5, Çizelge 5.c). En yüksek -glukan miktarına % 50 2KSAU içeren spagetti örneği sahip olurken en düşük -glukan miktarına kontrol örneği sahip olmuştur.  $\beta$ -glukan değerlerindeki artış arpada kabuk soyma işlemine bağlı olarak artan -glukan miktarından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.9'da fitik asit miktarlarına bakıldığında soyma sayısına bağlı olarak değerlerin düştüğü, ancak katkı oranının artışına paralel olarak değerlerin yükseldiği görülmüştür. Bu durum istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p \leq 0.001$ ) (EK 5,

Çizelge 5.b). En yüksek fitik asit miktarı ( $1.74 \text{ mg g}^{-1}$ ) % 50 SAU katkılı spagetti örneğinde bulunurken % 10 2KSAU katkılı spagetti örneğinde bu değer  $1.24 \text{ mg g}^{-1}$ 'e düşmüş olup bu değer kontrol örneğinin fitik asit değerine çok yakın bulunmuştur. 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 ve ark., 2004; Hurrel, 2004; Zhau ve Erdman, 1995). 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 ve ark. , 2005).

Bu tez çalışmasında fitik asitin mineralleri bağlama yönü düşünülmüş ve arpada kabuk soyma işlemi yapılarak kepekte yoğunlaşmış halde bulunan fitik asitin miktarının düşürülmesi amaçlanmıştır. Yapılan bu işlemle Çizelge 4.9'da görüleceği gibi bu amaca ulaşıldığı söylenebilir.

Arpa katkılı spagetti örneklerinin element içerikleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde soyma sayısına bağlı olarak element miktarlarında azalma görülürken katkı oranının artışına bağlı olarak değerlerde artış gözlenmiştir.

Miktarlardaki bu değişim istatistiksel olarak değerlendirilmiş; soyma sayısının, katkı oranının ve soyma sayısı x katkı oranı interaksyonunun  $p \leq 0.001$  düzeyinde etkisinin önemli olduğu bulunmuştur (EK 5, Çizelge 5.d-5.k). Kabuk soyma işlemiyle kepekte daha yoğun bulunan elementlerin büyük bir kısmı uzaklaştırılmış olduğundan dolayı kabuğu soyulmuş arpa unu katkılı örneklerde değerlerin düşük çıkması normal bir durum olarak kabul edilebilir. Spagetti örneklerinde en fazla bulunan elementin K olduğu, en az bulunan elementin ise Cu olduğu çizelgeden de görülmektedir.

Çizelge 4.10. Arpa katkılı spagettilerin element içerikleri

Arpanın soyulma sayısı	Arpa unu katkı miktarı (%)	Na (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
SAU	10	140.33±2.52	2403.00±7.00	292.67±2.52	515.67±2.08	27.80±1.26	3.42±0.03	16.27±0.25
	20	158.17±1.26	2740.00±12.49	314.33±2.08	601.67±3.06	30.66±2.52	3.73±0.02	17.95±0.05
	30	178.67±2.52	3049.00±46.36	349.00±2.65	690.33±2.52	36.83±1.04	4.05±0.03	19.76±0.05
	40	197.50±2.29	3412.00±18.52	372.00±2.65	782.67±3.06	40.16±0.76	4.37±0.02	21.64±0.05
	50	217.33±3.51	3726.00±38.79	399.67±1.53	865.00±4.58	43.30±1.53	4.68±0.02	23.55±0.06
	10	135.87±1.64	2315.00±21.79	280.00±2.00	502.34±3.06	26.16±1.26	3.40±0.01	15.69±0.27
	20	148.70±1.54	2598.00±12.58	298.67±1.53	584.30±4.04	29.00±1.00	3.67±0.04	17.04±0.05
	30	161.57±1.50	2826.00±21.22	320.00±2.00	660.00±1.00	34.30±2.08	3.92±0.02	18.59±0.03
	40	174.40±0.95	3121.00±26.10	339.33±2.08	733.00±2.65	36.00±1.00	4.14±0.03	20.50±0.50
	50	191.67±3.06	3404.00±15.18	357.66±2.52	812.31±2.52	39.83±1.26	4.42±0.02	21.62±0.10
2KSAU	10	132.10±0.85	2237.00±37.64	279.00±3.00	479.66±1.53	25.00±1.00	3.38±0.02	15.44±0.05
	20	144.50±1.67	2430.00±43.59	293.67±2.00	532.33±2.52	29.30±2.08	3.53±0.03	16.84±0.05
	30	154.57±1.43	2704.00±5.13	310.33±2.52	589.00±2.08	33.80±0.76	3.71±0.02	18.28±0.06
	40	167.37±4.59	2909.00±7.09	322.67±2.52	641.64±2.08	34.66±1.53	3.89±0.02	19.66±0.05
	50	176.77±2.25	3079.00±50.29	341.00±2.00	691.00±1.53	38.00±2.00	4.06±0.03	21.11±0.11
Kontrol	0	123.33±1.53	2089.00±9.00	271.00±3.00	430.33±1.53	19.52±0.11	3.10±0.03	14.01±0.02

#### 4.2.4. Pişme özellikleri

##### 4.2.4.1. Hacim artışı

Farklı oranlarda arpa ilave edilmiş spagetti örneklerinin hacim artışı değerleri % 280.55 ile % 317.23 arasında değişmiştir (Çizelge 4.11). Soyma sayısının hacim artışı değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, katkı oranının etkisi  $p \leq 0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur (EK 6, Çizelge 6.a). Katkı oranının artışına bağlı olarak hacim artışı değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Bu duruma katkı olarak kullanılan arpanın protein kalitesinin düşük olması neden olarak gösterilebilir. Ayrıca hacim artışı değeri ağırlık artışı değeri ile paralellik gösteren bir parametre olduğundan ağırlık artışındaki azalmadan dolayı hacim artışı değerlerinde de azalma gözlenmiştir. En yüksek hacim artışı değerine (% 317.23) kontrol örneği sahip olurken katkılı spagetti örneklerinde en yüksek değere (% 317.07) % 10 SAU katkılı spagetti örneği sahip olmuştur. En düşük hacim artışı değeri % 280.55 ile % 50 SAU



katkılı spagetti örneği sahip olmuştur. Çizelge 4.11 incelendiğinde soyma sayısına bağlı olarak hacim artışı değerlerinde az da olsa bir düşüşün olduğu söylenebilir.

#### 4.2.4.2. Su absorpsiyonu (ağırlık artışı)

Arpa katkılı spagetti örneklerinin su absorpsiyon değerleri Çizelge 4.11’da verilmiştir. Bu değerler % 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 katkı oranına bağlı olarak oran arttıkça azalış göstermiştir ve bu durum istatistiksel olarak  $p \leq 0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur (EK 6, Çizelge 6.b). Arpanın protein miktarının yüksek ve su kaldırma kapasitesinin fazla olmasına karşın spagetti örneklerinde ağırlık artışı değerleri düşmüştür. Bu durum Bergman ve ark. (1994)’ün yaptıkları bir çalışmada şu şekilde açıklanmıştır; bilindiği üzere ısı protein moleküllerinin denatürasyonuna (molekül ağlarının açılmasına) sebep olmaktadır. Bu yüzden pişirme sırasında denatüre olan protein moleküllerinin içindeki fonksiyonel bileşenler açığa çıkarak arpa protein molekülünün yüzey hidrofobikliğini artırmaktadırlar. Böylece arpa protein moleküllerinin su çekme kapasitesinde bir düşüş olmakta ve dolayısıyla ağırlık artışında da azalma görülmektedir. Soyma sayısının ağırlık artışı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Değerler incelendiğinde örnekler arasında pek farkın olmadığı görülmektedir.

Pınarlı ve ark. (2004)’ün buğday embriyosu katkılı makarna üzerine yaptıkları çalışmada embriyo katkılı örneklerde ağırlık artışı kontrol örneğine göre daha düşük bulunmuştur. Kordonowy ve Young (1985) durum buğday kepeğinin spagetti kalitesine etkisi üzerine yaptıkları çalışmalarında kepek oranının artışına bağlı olarak ağırlık artışı değerlerinde azalmanın olduğunu saptamışlardır. Yapılan diğer çalışmalarda da benzer sonuçlar bildirilmiştir (Gallegos-Infante ve ark., 2010; Petitot ve ark., 2010; Wood, 2009; Bergman ve ark., 1994).

#### 4.2.4.3. Suya geçen madde miktarı (pişme kaybı)

Suya geçen madde miktarı, 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 ve ark., 2000). Suya geçen madde miktarının yüksek olması nişastanın fazla çözündüğünü ve makarnanın pişme toleransının düşük olduğunu ifade eder.

Farklı oranlarda arpa unu içeren spagetti örneklerinin pişme suyuna geçen madde miktarları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Bu değerler % 7.69 ile % 9.28 arasında değişmiş olup kontrol örneğinden yüksek bulunmuştur. Suya geçen madde miktarı üzerine arpa katkı oranlarının, soyma sayısının ve arpa katkı oranı x soyma sayısı interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0.001$ ) bulunmuştur (EK 6, Çizelge 6.c). Suya geçen madde miktarı soyma sayısına bağlı olarak azalma göstermiştir. Çünkü kepek irmik hamurundaki kuvvetli protein ağının parçalanmasına neden olarak pişme kalitesine olumsuz etkide bulunmaktadır. Ayrıca irmiğe arpa unu katılması ile formülasyonda zayıf bir gluten ağının oluşması da pişme kaybına neden olmuş olabilir. Bu durum birçok araştırmacının bulgularıyla benzerlik göstermektedir (Nasehi ve ark., 2009a; Doxastakis ve ark., 2007; Manthey ve Hall III, 2007; Başman ve ark., 2006; Manthey ve ark., 2004; Knuckles ve ark., 1997; Rayas-Durte ve ark., 1996). Arpa katkı oranı arttıkça suya geçen madde miktarında da artış olmuştur. Bu durum da oran artışına bağlı olarak suya geçebilecek maddelerin artmasıyla açıklanabilir.

#### 4.2.4.4. Toplam organik madde miktarı (TOM)

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 ve ark., 1982). Aynı araştırmacılar ve diğer bazı araştırmacılar TOM değeri ile duyuşal testler arasında önemli düzeyde korelatif ilişkinin bulunduğunu bildirmişlerdir (Aktan ve ark., 1993).

Çizelge 4.11'e bakıldığında TOM değerleri 1.37 ile 1.70 arasında değişmiş ve katkılı spagetti örneklerinde TOM miktarı kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. En düşük TOM değeri (% 1.37) kontrol örneğinde belirlenmiştir. Özderen ve ark. (2008) Svevo durum buğday çeşidinin irmiğinden ürettikleri spagettide TOM değerini 1.27 olarak saptamışlardır.

Çizelge 4.11. Arpa katkılı spagettilerin pişme özellikleri

Arpanın soyulma sayısı	Arpa unu katkı miktarı (%)	Hacim Artışı (%)	Ağırlık Artışı (%)	Suya Geçen Madde (%)	Toplam Organik Madde (TOM) (%)
<b>SAU</b>	10	317.07±14.69	231.70±6.97	8.24±0.14	1.43±0.05
	20	305.55±10.02	220.82±5.83	8.43±0.13	1.45±0.05
	30	305.05±18.07	216.83±5.74	8.74±0.14	1.50±0.05
	40	294.55±14.82	209.58±3.42	9.16±0.14	1.62±0.02
	50	280.55±10.02	204.65±5.62	9.28±0.22	1.70±0.03
<b>1KSAU</b>	10	316.09±7.55	229.09±3.51	7.92±0.07	1.41±0.05
	20	307,41±4.24	221.79±2.49	7.94±0.06	1.42±0.06
	30	305.77±5.88	218.27±1.99	8.16±0.15	1.43±0.04
	40	288.89±2.78	208.57±1.91	8.60±0.13	1.45±0.03
	50	288.89±9.62	201.35±3.44	9.06±0.10	1.48±0.02
<b>2KSAU</b>	10	317.00±3.20	230.31±1.45	7.69±0.09	1.36±0.07
	20	309.26±4.24	224.29±1.82	7.80±0.09	1.38±0.03
	30	303.70±4.24	219.73±1.12	7.94±0.07	1.38±0.02
	40	293.74±15.62	209.75±3.50	8.14±0.08	1.43±0.03
	50	286,17±25.60	208.51±7.98	8.29±0.09	1.45±0.03
<b>Kontrol</b>	0	317.23±23.47	242.55±1.73	7.57±0.19	1.37±0.04

TOM değerleri soyma sayısına bağlı olarak azalırken, katkı oranının artışına bağlı olarak artış göstermiştir. TOM değeri üzerine soyma sayısı ve katkı oranlarının etkisi istatistiksel olarak  $p \leq 0.001$  düzeyinde etkili bulunmuştur (EK 6, Çizelge 6.d).

Makarna örneklerinde TOM değerinin yüksek çıkması katkılı makarnalarda gluten ağının zayıflamasından dolayı pişme sırasında suya daha fazla madde geçişinden kaynaklanmaktadır.

#### 4.2.4.5. Duyusal özellikler

Arpa katkılı spagetti örneklerinin duyusal değerlendirilmesi D' Egidio ve ark. (1982) ve Cubadda (1988) tarafından önerilen yöntemlerden yararlanılarak eğitimli 3 panelist tarafından yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Duyusal analiz sonuçlarına göre örneklerin yapışkanlık, sertlik ve kümeleşme özelliklerine hem soyma sayısının hem de katkı oranının etkili olduğu gözlenmiştir. Yapışkanlık ve sertlik üzerine soyma sayısının ve katkı oranının etkisi istatistiksel olarak  $p \leq 0.001$  düzeyinde önemli bulunurken, kümeleşme üzerine etkisi  $p \leq 0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur (EK 7, Çizelge 6.e-6.g).

Duyusal analizde yapışkanlık (stickiness), pişmiş makarnanın parmaklara yapışma durumu olarak incelenmiştir. Çizelge 4.12'den de görülebileceği gibi soyma sayısı arttıkça spagetti örneklerinin yapışkanlık puanlarının arttığı (yapışkanlığının azaldığı) saptanmıştır. Buna karşın katkı oranının artışına bağlı olarak örneklerin yapışkanlıklarında artış görülmüştür. En yapışkan spagetti örneği % 50 SAU katkılı örnek olurken, yapışkanlığı en az olan örnek % 10 2KSAU katkılı spagetti olmuştur.

Sertlik (firmness), duyusal olarak makarnayı ısırarak için gerekli kuvvet olarak tanımlanmaktadır. Çizelge 4.12'de arpa katkılı spagettilerin sertlik puanlarına bakıldığında soyma sayısı arttıkça yükselmiş, katkı oranının artışına bağlı olarak azalmıştır. En yüksek sertlik puanını 64.17 ile % 10 2KSAU katkılı spagetti örneği alırken, en düşük sertlik puanını 49.17 ile % 50 katkılı spagetti örneği almıştır. Soyma sayısının artışına bağlı olarak sertlik puanı SAU katkılı örneklerde ortalama 41.53 iken 2KSAU katkılı örneklerde ortalama 46.25 puana yükselmiştir.

Çizelge 4.12. Arpa katkıli spagettilerin duyusal özellikleri

Arpanın soyulma sayısı	Arpa unu katkı miktarı (%)	Yapışkanlık	Sertlik	Kümeleşme
<b>SAU</b>	10	45.83±1.44	60.00±2.50	44.17±5.77
	20	45.00±0.00	57.50±2.50	41.67±6.29
	30	43.33±1.44	55.00±2.50	39.17±6.29
	40	40.83±1.44	53.33±2.89	37.50±5.00
	50	38.33±2.89	49.17±3.82	35.83±6.29
<b>1KSAU</b>	10	47.50±0.00	62.50±2.50	44.17±3.82
	20	46.67±1.44	61.67±1.44	43.33±6.29
	30	46.67±2.89	59.17±1.44	40.00±5.00
	40	44.17±2.89	56.67±2.89	38.33±6.29
	50	40.83±1.44	56.67±1.44	37.50±5.00
<b>2KSAU</b>	10	53.33±1.44	64.17±3.82	48.33±5.20
	20	51.67±1.44	61.67±3.82	47.50±6.61
	30	48.33±1.44	60.00±2.50	45.83±5.20
	40	44.17±1.44	57.50±2.50	43.33±5.20
	50	42.50±2.50	55.83±2.89	41.67±5.77
<b>Kontrol</b>	0	55.00±2.50	65.83±1.44	50.83±1.44

Kümeleşme (bulkiness), pişmiş makarnanın birbirine yapışma oranıdır. Yapışkanlıkla ilgili bir parametredir (D'Egidio ve Nardi, 1996). Çizelge 4.12 incelendiğinde örneklerin kümeleşme puanı yapışkanlık puanıyla paralellik göstermiştir. Yani soyma sayısının artmasıyla spagetti örneklerinin kümeleşme durumu azalmıştır. Ancak her seviyede katkı oranının artışıyla örneklerin kümeleşme durumu artmıştır. Kümeleşme puanı açısından en yüksek puanı (kümeleşme durumu en az) % 10 2KSAU katkıli spagetti örneği alırken, en düşük puanı (kümeleşme durumu en fazla) % 50 SAU katkıli spagetti örneği almıştır.

Bu çalışma kapsamında katkıli spagetti örneklerinde bulunan duyusal özellik sonuçları daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir (Başman ve ark., 2006; Manthey ve Schorno, 2002; Marconi ve ark., 2000).

#### 4.2.5. Tekstür özellikleri

Bu çalışma kapsamında pişmemiş spagetti örneklerinin kırılmalık özelliği, pişmiş spagetti örneklerinin ise insan davranışlarını taklit eden Tekstür Profil Analzi (TPA) metodu kullanılarak sertlik, yapışkanlık, elastiklik ve çiğnenebilirlik özellikleri incelenmiştir. Değişik şekil ve oranlarda arpa unu katılarak üretilen spagetti örneklerinin tekstür özelliklerine ilişkin bulgular Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13'te arpa katkılı spagetti örneklerine ait kırılmalık değerleri görölmektedir. Çizelgeden de görölebileceği gibi soyma sayısının artışına bağlı olarak örneklerin kırılmalıklığının azaldığı (uygulanan kuvvetin fazla olması), soymanın her seviyesinde katkı oranının artışına bağlı olarak arttığı (uygulanan kuvvetin az olması) saptanmıştır. Saptanan bu değişimler istatistiksel olarak da  $p \leq 0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur (EK 7, Çizelge 7.a). Değerlere bakıldığında en kırılmalık örneğin % 50 SAU katkılı örneğin, en az kırılmalık örneğin ise % 10 2KSAU katkılı örneğin olduğu belirlenmiştir. SAU katkılı örneklerin daha kırılmalık 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 ve ark., 2004). Çizelge 4.13 incelendiğinde katkılı spagettilerin sertliği soyma sayısının artışına bağlı olarak artmıştır. Katkı oranının artışına bağlı olarak örneklerin sertliğinde düşüş gözlenmiştir. Bu durum literatürle de uyum içerisinde bulunmuştur (Cleary ve Brennan, 2006; Manthey ve Schorno, 2002; Marconi ve ark., 2000; Kordonowy ve Youngs, 1985). Sertlik değerindeki azalma spagetti formülasyonuna arpa katılmasıyla gluten kuvvetinin azalmasıyla açıklanabilir. Sertlik üzerine istatistiksel olarak soyma sayısı ve oranın etkisi  $p \leq 0.001$  düzeyinde önemli; soyma sayısı x oran interaksyonunun etkisi ise  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (EK 7, Çizelge 7.b). Soyma sayısının artışına bağlı olarak spagetti örneklerinin sertliği ortalama 31.73 N'den 34.84 N'ye yükselmiştir. Ancak

tüm örneklerin sertlik değerleri kontrol örneğinden düşük bulunmuştur. Kontrole en yakın sertliğe % 10 2KSAU katkılı spagetti örneği sahip olmuştur.

Yapışkanlık (stickiness), pişmiş makarnanın damak, dil, diş ve parmaklara yapışma durumu olarak ifade edilir (D'Egidio ve Nardi, 1996). Çizelge 4.13'ten de görülebileceği gibi arpa katkılı spagetti örneklerinin yapışkanlığı soyma sayısının artışına bağlı olarak azalmış (değerin eksi olarak sifıra yaklaşması), katkı oranının artışına bağlı olarak artmıştır (değerin eksi olarak sıfırdan uzaklaşması). Değerlerdeki bu değişim istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p \leq 0.001$ ) (EK 7, Çizelge 7.c). Arpanın kabuğunun soyularak spagettiye katılması ile örneklerin yapışkanlığında azalma saptamıştır. SAU katkılı spagetti örneklerinde ortalama yapışkanlık değeri -0.86 iken 1KSAU katkılı örneklerde bu değer -0.78 ve 2KSAU katkılı örneklerde -0.76'ya yükselmiştir. Bu yükselmenin suya geçen madde miktarındaki azalmadan dolayı meydana geldiği düşünülmektedir. Ayrıca bu sonuçlar katkılı makarna ile ilgili yapılan çalışmalarla da benzerlik göstermiştir (Petitot ve ark., 2010; Wood, 2009; Cleary ve Brennan, 2006).

Elastikiyet (elasticity), 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 katkılı spagetti örneklerinin elastikiyet değerleri Çizelge 4.13'te sunulmuştur. Çizelgeden de görüleceği gibi soyma sayısının artışına ve katkı oranının artışına bağlı olarak örneklerin elastiklik değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Ancak yapılan istatistiksel analiz sonucunda örneklerin elastiklik değerleri arasında farkların önemli olduğu belirlenmiştir ( $p \leq 0.05$ ) (EK 7, Çizelge 7.d).

Çizelge 4.13'ten katkılı spagetti örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerine bakıldığında kontrol örneğine göre düşük olduğu görülmektedir. Yani spagetti örnekleri arpa katkısı ile daha kolay çiğnenebilir özellik kazanmıştır. Soyma sayısının artışına bağlı olarak örneklerin çiğnenebilirlik değerleri genel olarak artmış, katkı oranının artışına bağlı olarak da azalmıştır. Bu değişim istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ( $p \leq 0.001$ ) (EK 7, Çizelge 7.e). Sertlik ile kıvam ve elastikiyete

bağlı bir parametredir (D'Egidio ve Nardi, 1996). Bu nedenle spagetti örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri sertlik değerleriyle paralellik arz etmiştir.

Çizelge 4.13. Arpa katkılı spagettilerin tekstürel özellikleri

Arpanın soyulma sayısı	Arpa unu katkı miktarı (%)	Kırılganlık (N)	Sertlik (N)	Yapışkanlık	Elastiklik	Çiğnenebilirlik
SAU	10	1.54±0.02	33.47±0.45	-0.76±0.04	0.94±0.01	24.86±3.68
	20	1.41±0.08	31.79±0.80	-0.83±0.01	0.94±0.01	25.93±1.47
	30	1.25±0.16	29.77±0.62	-0.88±0.01	0.95±0.00	22.85±1.05
	40	1.19±0.13	28.81±0.87	-0.96±0.06	0.94±0.00	21.41±1.62
	50	1.11±0.07	28.02±0.52	-1.07±0.06	0.94±0.01	21.51±0.30
1KSAU	10	1.55±0.07	35.08±1.65	-0.66±0.03	0.95±0.00	27.92±0.77
	20	1.46±0.05	33.72±1.50	-0.77±0.01	0.94±0.01	27.12±0.77
	30	1.34±0.02	32.56±0.40	-0.82±0.01	0.95±0.00	25.62±0.36
	40	1.26±0.01	31.23±0.60	-0.86±0.01	0.95±0.00	23.88±0.53
	50	1.22±0.10	29.20±1.34	-0.92±0.03	0.94±0.00	22.14±0.67
2KSAU	10	1.90±0.20	37.40±0.10	-0.65±0.03	0.94±0.01	27.48±0.14
	20	1.82±0.21	36.22±1.87	-0.75±0.01	0.94±0.01	26.15±0.09
	30	1.79±0.25	34.91±1.20	-0.78±0.02	0.94±0.00	25.04±0.83
	40	1.74±0.26	33.46±1.36	-0.81±0.01	0.94±0.00	23.00±0.66
	50	1.62±0.29	28.53±1.12	-0.92±0.00	0.94±0.01	21.36±0.62
Kontrol	0	1.83±0.13	38.54±0.73	-0.65±0.03	0.94±0.01	28.79±1.13



## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Son yıllarda tüketiciler sağlıklı yaşam bilinciyle daha doğal, yararlı ve sağlıklı gıdalara yöneldiklerinden gıdaların besleyicilik özellikleri (tam tahıllı, kepekli, lifli ürün olması vb) de incelenmeye başlanmıştır. Özellikle de önemli düzeyde lif içeren kaynakların insan beslenmesinde kullanılabilme olanakları ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. Arpa besinsel lif içeriği bakımından oldukça zengin bir tahıl olup bu amaçla yararlanılabilecek kaynakların başında gelmektedir.

Bu tez kapsamında besinsel lif içeriği diğer bazı lif kaynaklarına göre daha yüksek olan arpanın makarnanın besin değeri, teknolojik özellikleri ve pişme kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla arpa; tam arpa unu ve kabuğu soyulmuş arpa unu şeklinde irmiğe katılmış, böylece hem besin değeri yüksek hem de teknolojik kalitesi iyi olan dolayısıyla besinsel lif açısından da zengin çeşnili makarna üretiminin mümkün olup olmadığı incelenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bulguların değerlendirilmesi ile aşağıdaki sonuçlara varılmış ve sonraki çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

### *Arpa örneklerinde;*

- Bir ve iki kez kabuk soyma sonucu arpanın hektolitreye ağırlığı artarken, 1000 tane ağırlığı azalmıştır.
- Kabuk soyma ile arpa ununun L\* ve  $\beta$ -glukan değerinde artış olmuş buna karşın kül miktarı, protein miktarı, a\* değeri, b\* değeri, toplam besinsel lif miktarı, fitik asit miktarı ve mineral madde (K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu) miktarları azalmıştır.

Sonuç olarak, arpa kabuğunun bir veya iki defa soyulması sonucu hektolitreye ağırlığı ve L\* değeri dışında tüm kalite ve fonksiyonel bileşenlerinde düşme olmuştur. Bulunan sonuçlar irmik değerleri ile karşılaştırıldığında ise iki kez soyulmuş arpa ununda dahi renk değerinin (b\*) daha düşük olduğu, buna karşın fonksiyonel bileşenlerin irmikten oldukça yüksek olduğu saptanmıştır.

***Arpa katkılı spagetti örneklerinde;***

- İrmiğe ilave edilen arpanın artan katkı oranına bağlı olarak makarnanın protein ve kül miktarını kontrole göre artırdığı; soyma sayısının artışına bağlı olarak azalttığı ancak yine de kontrol örneğinden yüksek olduğu belirlenmiştir.
- İrmiğe arpa katılması makarnanın renk özelliklerinde kontrole göre olumsuzluk yaratmıştır. Arpada kabuk soyma işlemi yapılarak renkteki bu olumsuzluk kısmen giderilerek kontrole yakın değerler bulunmuştur.
- İrmiğe arpa katılmasının makarnanın hacim artışı ve ağırlık artışı (su absorpsiyonu) değerlerinde düşüşe neden olduğu saptanmıştır. Ancak bu düşüşlerin kontrole karşılaştırıldığında önemli düzeyde olmadığı görülmüştür.
- Makarna örneklerinin suya geçen madde ve TOM değerlerine bakıldığında irmiğe arpa katılmasının bu özelliklerde olumsuzluk yarattığı ancak, kabuk soyma işlemiyle bu olumsuzluğun önemli düzeyde giderildiği ve kontrole yakın değerlerin bulunduğu saptanmıştır.
- İrmiğe arpa katılması ile makarna örneklerinin tüm tekstür özelliklerinin (kırılganlık, sertlik, yapışkanlık, elastiklik, çiğnenebilirlik) olumsuz etkilendiği saptanmış ancak, kabuk soyma işlemi ile bu durum önemli düzeyde iyileştirilmiş ve kontrole yakın değerler tespit edilmiştir.
- Kabuğu soyulmamış arpa unu katkılı makarna örneklerinin duyu özellikleri açısından kontrole göre daha düşük puanlar aldığı ancak kabuğu soyulmuş arpa unu katkılı örneklerin kontrole yakın puanlar

aldığı belirlenmiştir. Yani arpada kabuk soyma işleminin duyuşsal özellikler üzerinde olumlu etkide bulunduğu saptanmıştır.

- Makarna örnekleri fonksiyonel bileşenler açısından fitik asit miktarı hariç kontrol örneğine göre oldukça üstün bulunmuştur. Kabuk soyma sayısının artışına bağlı olarak toplam diyet (besinsel) lif değerlerinde azalma olsa da yine de kontrol örneğinden yüksek bulunmuştur. -glukan değerlerinin kontrole göre yüksek olduğu saptanmıştır. Fitik asit miktarı kontrole göre yüksek bulunsa da kabuk soyma işlemi ile fitik asitin önemli düzeyde düşürüldüğü ve özellikle % 10 2KSAU katkılı örnekte bu değerin kontrole aynı olduğu belirlenmiştir.
- Makarna örneklerinin mineral içerikleri bakımından kontrole göre oldukça yüksek değerlere sahip oldukları saptanmıştır. Hammadde olan arpada kabuk soyma ile mineral içeriklerinde azalma olsa da ürün bazında düşünöldüğünde arpa katkısı ile makarna örneklerinin mineral içerikleri önemli düzeyde artırılmıştır.

Sonuç olarak; tüm bu veriler ışığında aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır:

- 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, özellikle iki kez soyulmuş arpa ununun belli oranlarda katılması ile kabul edilebilir kalitede spagetti üretilebildiği,
- Arpa katkılı tüm spagetti örneklerinde fonksiyonel bileşenlerirmikten yapılan kontrol örneğine göre daha yüksek bulunduğu,
- Makarna kalitesi ve renginin (b\*) kabul edilebilirliği ve arpa katkılı spagettinin ticari olarak üretimi dikkate alındığında % 30 oranına kadar 2KSAU katılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Böylece besinsel lif içeriği özellikle -glukan içeriği yüksek olan ve ölkemizde genellikle hayvan yemi olarak ve biracılıkta değerlendirilen arpanın makarna

üretiminde kullanılması ile belirli sağlık sorunu olan kişilerin ihtiyaçlarına da hizmet edilmiş olacaktır. Bu tez çalışmasıyla özellikle Fe ve Zn eksikliği görülen insanların faydalanabileceği bir ürünün ortaya konduğu söylenebilir. Ayrıca bu çalışmanın, kullanılan arpanın değişik fraksiyonlarının da kullanılarak değişik gıdalarda yapılacak araştırmalara ışık tutacağı umulmaktadır.

## KAYNAKLAR

- AALAMI, M., LEELAVATHI, K., and PRASADA RAO, U.J.S., 2007. Spaghetti Making Potential of Indian Durum Wheat Varieties in Relation to Their Protein, Yellow Pigment and Enzyme Contents. *Journal of Food Chemistry*, 100: 1243-1248.
- AALTO, T., LEHTONEN, M. and VARO, P., 1988. Dietary Fiber Content of Barley Grown in Finland. *Cereal Chemistry*, 65(4): 284-286.
- AGLANI, C., 1998. Wheat Minerals-A Review. *Plant Foods for Human Nutrition* (52): 177-186.
- AKTAN, B., ATLI, A. ve TUNCER, T., 1993. Makarnanın Pişme Kalitesinin Tesbitinde Kullanılan Yöntemler Arasındaki İlişkiler Üzerine Bir Araştırma. Makarnalık Buğday ve Mamülleri Simpozyum 30 Kasım -3 Aralık, Ankara, S330-334.
- ALTAN, A., YAĞCI, S., MASKAN, M. ve GÖĞÜŞ, F., 2006. Arpanın Ürün Bazında Değerlendirilmesi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu, s495-498.
- ANONİM, 2010a. Türkiye Makarna Sektörü 2008, <http://www.makarna.org.tr> (Erişim 17.06.2010).
- ANONİM, 2010b. Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği. <http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2002-20.html> (25.06.2010).
- ANONİM, 2010c. Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim 17.06.2010)
- ANONİM, 2010d. Arpa. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Arpa> (Erişim 23.06.2008).
- ANONİM, 2010e. Mineraller. [www.food-info.net/tr/min](http://www.food-info.net/tr/min) (Erişim 19.07.2010).
- ANONİM, 2010f. Türk Gıda Kodeksi İrmik Tebliği. <http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2002-20.html> (25.06.2010).
- ANONİM, 2006. Makarnanın Tarihçesi. <http://www.filizgida.com/diyet.asp> (Erişim, 21.12.2006).
- ANONİM, 1972. Tahıl ve Baklagiller 1000 Dane Ağırlığının Tayini. TS 1136, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- ANONYMOUS, 2010. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists AACC Metod 38-12.02.
- ANONYMOUS, 2007a. Healthgrain Background, <http://www.healthgrain.org/pub/chapter-one.php>.
- ANONYMOUS, 2007b. Heathful Whole Grains. <http://www.oznet.k-state.edu/humannutrition/mf2560.pdf>. Mary Meck Higgins, Kansas State University.
- ANONYMOUS, 2002a. International Association for Cereal Science and Technology ICC Standart No:110.
- ANONYMOUS, 2002b. International Association for Cereal Science and Technology ICC Standart No:104.
- ANONYMOUS, 2002c. International Association for Cereal Science and Technology ICC Standart No: 105.
- ANONYMOUS, 2001a. The Basics of Color Perception and Measurement. Hunterlab Presents, Reston VA, 56., USA.
- ANONYMOUS, 2001b. The Definition of Dietary Fiber. AACC Report, *Cereal Foods World*, 46(3): 112-126.
- ANONYMOUS, 1992a. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists AACC Metod 55-10.
- ANONYMOUS, 1992b. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists AACC Metod 56-70.
- ANONYMOUS, 1990. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists (15th ed). Arlington, VA:AOAC, pp152-169.

- ANONYMOUS, 1985. ISO: International Standard 7304. Durum Wheat Semolinas and Alimentary Pasta- Estimation of Cooking Quality of Spaghetti by Sensory Analysis. First Edition 1985-04-15.
- ARICA, H. 2007. Makarna Pazarlama ve İhracatı. Standard Dergisi, Y/46, N/542, Temmuz sayısı, Ankara, s83.
- ARMAY, T., 2007. Makarnalık Buğday (*Triticum Durum* L.). Standard Dergisi, Y/46, N/542, Temmuz sayısı, Ankara, s16.
- ATLI, A., AKTAN, B., ŞANAL, T., KAPLAN EVLİCE, A., ÜNSAL, A.S., DÖNMEZ, E., KÖTEN, M., PEHLİVAN, A. ve ÖZDEREN, T. 2010. Makarnalık Buğdayın Kalite Özellikleri ve Kalite Değerlendirme. Makarnalık Buğday ve Mamülleri Konferansı, 17-18 Mayıs, Şanlıurfa, (Basımda).
- AUTRAN, J.C., ABECASSIS, J. and FEILLET, P., 1986. Statistical Evaluation of Different Technological and Biochemical Tests for Quality Assessment in Durum Wheats. Cereal Chem., 63: 390-394.
- BAHNASSEY, Y., KHAN, K. and HARROLD, R., 1986. Fortification of Spaghetti with Edible Legumes. I. Physicochemical, Antinutritonal; Amino Acid, and Mineral Composition. Cereal Chemistry, 63(3): 210-215.
- BAIK, B.K., POWERS, J. and T. NGUYEN, L. 2004. Extrusion of Regular and Waxy Barley Flours for Production of Expanded Cereals. Cereal Chem., 81: 94-99.
- BASSIRI, A. and NAHAPETIAN, A. 1977. Differences in Concentrations and Interrelationships of Phytate Phosphorus, Magnesium, Calcium, Zinc and Iron in Wheat Varieties Grown Under Dryland and Irrigated Conditions. J. Agric. Food Chem. 25; 1118-1130.
- BAŞMAN, A., KÖKSEL, H. and ATLI, A., 2006. Effects of Increasing Levels of Transglutaminase on Cooking Quality of Bran Supplemented Spaghetti. Eur. Food Res. Techn. 223: 547-551.
- BAŞMAN, A., ÖZKAYA, B. ve KÖKSEL, H. 2001. Abbau der Phytinsäure in Gelockerten und Nicht Gelockerten Türkischen Flachbroten. *Getreide Mehl und Brot.*, 55(4), 225-227.
- BAYSAL, A., 2008. Makarnanın Beslenme ve Sağlık Yönünden Önemi. Bilimsel Yönleriyle Makarna, Türkiye Makarna Sanayicileri Derneği Yayını, 2. Baskı, Ankara, s1-20.
- BAYSAL, A., 1999. Mineraller. Beslenme, Hatipoğlu Yayınları, Yayın No: 93, 8. Baskı, Ankara, s107-149.
- BERGMAN, C.J., GUALBERTO, D.G. and 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 Chemistry, 71(6): 523-527.
- BİLGİÇLİ, N., 2002. Fitik Asitin Beslenme Açısından Önemi ve Fitik Asit Miktarı Düşürülmüş Gıda Üretim Metotları. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 16 (30): 79-83.
- BORRELLI, G.M., TROCCOLI, A., DI FONZO, N., and FARES, C. 1999. Durum Wheat Lipooxygenase Activity and Other Quality Parameters That Affect Pasta Color. Cereal Chem., 76(3): 335-340.
- BOURNE, M.C., 1978. Texture Profile Analysis. Food Tech., 32, 62-66.
- BRENNAN, C.S., and CLEARY, L.J., 2005. The Potential Use of Cereal (1→3, 1→4)-D-Glucans as Functional Food Ingredients. Journal of Cereal Science, 42:1-13.
- BRENNAN, C.S., KURI, V. and TUDORICA, C.M., 2004. Inulin-Enriched Pasta: Effects on Textural Properties and Starch Degradation. Food Chemistry, 86: 189-193.
- CHARALAMPOPOULOS, D., WANG, R., PANDIELLA, S.S., and WEBB, C., 2002. Application of Cereals and Cereal Components in Functional Foods: A Review. International Journal of Food Microbiology, 79: 131-141.

- CHERYAN, M. 1980. Phytic Acid Interaction in Food System. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition. December, 287-334.
- CHILLO, S., LAVERSE, J., FALCONE, P.M., PROTOPAPA, A., and DEL NOBILE, M.A., (2008a). Influence of The Addition of Buckwheat Flour and Durum Wheat Bran on Spaghetti Quality. *Journal of Cereal Science*, (47): 144-152.
- CHILLO, S., LAVERSE, J., FALCONE, P.M. and DEL NOBILE, M.A., (2008b). Quality of Spaghetti in Base Amaranthus Wholemeal Flour Added with Quinoa, Broad Bean and Chick Pea. *Jornal of Food Engineering*, (84): 101-107.
- CLEARY, L. and BRENNAN, C., 2006. The Influence of a (1-3)(1-4)-D-Glucan rich Fraction from Barley on the Physico-chemical Properties and In Vitro Reducing Sugars Release of Durum Wheat Pasta. *Int. Journ. of Food Sci. and Techn.* 41: 910-918.
- COLE, M.E., 1991. Review: Prediction and Measurement of Pasta Quality. *International Journal of Food Science and Technology*, 26: 133-151.
- CUBADDA, R. 1989. Current Research and Future Needs in Durum Wheat Chemistry and Technology. *Cereal Foods World*, 34: 206-209.
- CUBADDA, R. 1988. Evaluation of Durum Wheat, Semolina and Pasta in Europe, In: G. Fabriani and C. Lintas (Editors), *Durum Wheat: Chemistry and Technology*, St. Paul, Minnesota, AACC: 217-228.
- ÇAKMAK, İ., 2008. Topraklarda ve Bitkisel Gıdalarda Mikro Element Eksiklikleri. *Ülkesel Tahıl Sempozyumu*, 2-5 Haziran, Konya, s185-190.
- ÇELİK, S. ve KÖKSEL, H. 1995. Arpa -Glukanlarının Fizikokimyasal Özellikleri, Teknolojik ve Besinsel Önemleri. *Arpa-Malt Sempozyumu III.*, 5-7 Eylül, Konya, s357-371.
- DAI, F., WANG, J., ZHANG, S., XU, Z. and ZHANG, G., 2007. Genotypic and Enviromental Variation in Phytic Acid Content and Its Relation to Protein Content and Malt Quality in Barley. *Food Chemistry*, 105: 606-611.
- D'EGIDIO, M.G., and 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 133-157
- D'EGIDIO, M.G., MARIANI, B.M., NARDI, S., and NOVARO, P. 1993. Viscoelastograph Measures and Total Organic Matter Test: Suitability in Evaluating Textural Characteristics of Cooked Pasta. *Cereal Chem.*, 70(1):67-72.
- D'EGIDIO, M.G., MARIANI, B.M., NARDI, S., NOVARO, P., and CUBADDA, R. 1990. Chemical and Technological Variables and Their Relationships: A Predictive Equation for Pasta Cooking Quality. *Cereal Chemistry*, 67: 275-281.
- D'EGIDIO, M.G., DE STEFANIS, E., FORTINI, S., GALTERIO, G., NARDI, S., SGRULLETTA, D. and VOLPI, M. 1983. Untersuchung der an die Qualität der Teigwaren gebundenen Eigenshaften-Veränderungen an der Starkezusammensetzung während der Herstellung und des Kochens der Teigwaren. *Getreide Mehl und Brot*, 37: 55-60.
- D'EGIDIO, M.G., STEFANIS, E.D., FORTINI, S., GALTERIO, G., NARDI, S., SGRULLETTA, D. and BOZZINI, A., 1982. Standardization of Cooking Quality Analysis in Macaroni and Pasta Products. *Cereal Foods World*, 27(8): 367-368.
- DEMİRBAŞ, A., 2005. -Glucan and Mineral Nutrient Contents of Cereals Grown in Turkey. *Food Chemistry*, 90: 773-777.
- DENDOUGUI, F. and SCHWEDT, G. 2004. In Vitro Analysis Binding Capacities of Calcium to Phytic Acid in Different Food Samples. *European Food Res. and Tech.*, 219, 409-415.

- DEVRIES, J.V., PROSKY, L., LI, B. and CHO, S., 1999. A Historical Perspective of Defining Dietary Fiber. *Cereal Foods World*, 44: 367-369.
- DEXTER, J.E., MATSUO, R.R., and MACGREGOR, A.W., 1985. Relationships of Instrumental Assessment of Spaghetti Cooking Quality to The Type and The Amount of Material Rinsed from Cooked Spaghetti. *J. Cereal Sci.* 3: 39-53.
- DEXTER, J.E., KILBORN, R.H., MORGAN, B.C., and MATSUO, R.R., 1983a. Grain Research Laboratory Compression Tester; Instrumental Measurement of Cooked Spaghetti Stickiness. *Cereal Chemistry*, 60(2):139-142.
- DEXTER, J.E., MATSUO, R.R., and MORGAN, B.C., 1983b. Spaghetti stickiness: Some Factors Influencing Stickiness and Relationship to Other Cooking Quality Characteristics. *Jour. Food Sci.*, 48: 1545.1985.
- DEXTER, J.E. and MATSUO, R.R., 1978. The Effect of Gluten Protein Fractions on Pasta Dough Rheology and Spaghetti Making Quality. *Cereal Chem.*, 55 (1): 44-57.
- DEXTER, J.E., and MATSUO, R.R. 1977. Influence of Protein Content on Some Durum Wheat Quality Parameters. *Can. Jour. Plant Sci.*, 57: 717-727.
- DHINGRA, S. and JOOD, S. 2001. Organoleptic and Nutritional Evaluation of Wheat Breads Supplemented with Soybean and Barley Flour. *Food Chem.*, 77: 479-488.
- DICK, J.W., and MATSUO, R.R., 1988. Durum Wheat and Pasta Products. *Wheat: Chemistry and Technology*, 3<sup>rd</sup> ed. Vol. 1. Y. Pomeranz, ed. Am. Assoc. Cereal Chemistry St. Paul, MN., 507-547.
- DONNELLY, B.J., 1991. Pasta: Raw Materials and Processing. In: K.J. Lorenz, K. Kulp (Editors), *Handbook of Cereal Science and Technology*. New York: Marcel Dekker, Chapter 19.
- DONNELLY, B.J. 1982. Teflon and Non-Teflon Lined Dies: Effect on Spaghetti Quality. *Jour. Food Sci.*, 47: 1055-1058.
- DOXASTAKIS, G., PAPAGEORGIOU, M., MANDALOU, D., IRAKLI, M., PAPALAMPROU, E., D'AGOSTINA, A., RESTA, D., BOSCHIN, G. and ARNOLDI, A., 2007. Technological Properties and Non-Enzymiatic Browning of White Lupin Protein Enriched Spaghetti. *Food Chemistry*, 101: 57-64.
- EDWARDS, N.M., IZYDORCZYK, M.S., and DEXTER, J.E. 1993. Cooked Spaghetti Texture Comparison of Dynamic Viscoelastic Properties to Instrumental Assessment of Firmness. *Cereal Chem.*, 70(2): 122-126.
- EGLI, I., DAVIDSON, L., ZEDER, C., WALCZYK, T. and HURRELL, R. F. 2004. Dephytinization of a Complementary Food Based on Wheat and Soy Increases Zinc, but not Copper, Apparent Absorption in Adults. *J. Food Sci.*, 134, 1077-1080.
- EMPSON, K.L., LABUZA, T.P and GRAF, E. 1991. Phytic Acid as a Food Antioxidant. *J.Food Sci.*, 56 (2): 560-563.
- ERKAN, H., ÇELİK, S., BİLGİ, B. ve KÖKSEL, H. 2006. A New Approach for The Utilization of Barley in Food Products: Barley Tarhana. *Food Chem* , 97: 12-18.
- FEILLET, P., AUTRAN, J.C., and VERNIERE, C.I., 2000. Pasta Browness: An Assessment, *Journal of Cereal Science*, 32:215-233.
- FEILLET, P. and DEXTER, J.E., 1996. Quality Requirements of Durum Wheat for Semolina Milling and Pasta Production. *Pasta and Noodle Technology*, Edited by James E. Kruger, Robert B. Matsuo and Joel W. Dick.. St. Paul Minnesota, U.S.A: AACC Inc. 95-123
- FEILLET, P., 1988. Protein and Enzyme Composition of Durum Wheat, In: G. Fabriani, C. Lintas (Editors), *Durum Chemistry and Technology*. AACC, Inc, St.Paul, Minnesota, p93-119.
- FICCO, D.B.M., RIEFOLO, C., NICASTRO, G., DE SIMONE, V., DI GESU, A.M., BELEGGIA, R., PLATANI, C., L. CATTIVELLI, L. and DE VITA, P., 2009. Phytate



- and Mineral Elements Concentration in a Collection of Italian Durum Wheat Cultivars. *Field Crops Research* 111: 235–242.
- FROLICH, W. and HESTANGEN, B., 1983. Dietary Fiber Content of Different Cereal Products in Norway. *Cereal Chemistry*, 60(1): 82-83.
- 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. and PERALTA-ALVAREZ, L.E., 2010. Quality of Spaghetti Pasta Containing Mexican Common Bean Flour (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 119: 1544-1549.
- GALTERIO, G., CAPPELLONI, M, DESIDERIO, E. and POGNA, N.E., 2008. Makarna Çeşitleri. Bilimsel Yönleriyle Makarna, Türkiye Makarna Sanayicileri Derneği Yayını, 2. Baskı, Ankara, s57-61.
- GARCIA-ESTAPA, R.M., GUERRA-HERNANDEZ, E. and GARCIA-VILLANOVA, B. 1999. Phytic Acid Content in Milled Cereal Products and Breads. *Food Research International*, 32: 217-221.
- GONI, I., and GAMAZO, C.V., 2003. Chickpea Flour Ingredient Slows Glysemic Response to Pasta in Healthy Volunteers. *Food Chemistry*, 81: 511-515.
- GONZALEZ, J.J., MCCARTHY, K.L., and MCCARTHY, M.J., 2000. Textural and Structural Changes in Lasagna After Cooking. *Journal of Texture Studies*, 31(1): 93-108.
- GRZYBOWSKI, R.A. and DONNELLY, B.J., 1979. Cooking Properties of Spaghetti: Factors Affecting Cooking Quality. *Jour. Agric. Food Chem.*, 27(2): 380-384.
- GUAN, F. and SEIB, P.A. 1994. Instrumental Probe and Method to Measure Stickiness of Cooked Spaghetti and Noodles. *Cereal Chem.*, 71(4): 330-337.
- GÜL, H., 2007. Mısır Ve Buğday Kepeğinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 232s.
- HABOĞLU, F., 2007. Makarnanın Tarihçesi. *Standard Dergisi*, Y/46, N/542, Temmuz sayısı, Ankara, s28.
- HAHN, D.H., 1990. Application of Rheology in The Pasta Industry. In: H. Faridi and J.M. Faubion (Editors), *Dough Rheology and Baked Product Texture*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- HARLAND, B.F. and HARLAND, J. 1980. Fermentative Reduction of Phytate in Rye, White and Whole Wheat Breads. *Cereal Chem.*, 57(3): 226-229.
- HATCHER, D.W., LAGASSE, S., DEXTER, J.H, ROSSNAGEL, B., and IZYDOREZYK, M., 2005. Quality characteristics of Yellow Alkaline Noodles Enriched with Hull-less Barley Flour. *Cereal Chemistry*, 82(1): 60-69.
- HAUG, W. and LANTZSCH, H.J., 1983. Sensitive Method for the Rapid Determination of Phytate in Cereals and Cereal Products. *J. Sci. Food Agric.*, 34, 1423–1426.
- HERKEN, E.N., İBANOĞLU, Ş., ÖNER, M.D., BİLGİÇLİ, N., and GÜZEL, S., 2007. Effect of Storage on The Phytic Acid Content, Total Antioxidant Capacity and Organoleptic Properties of Macaroni Enriched with Cowpea Flour. *Journal of Food Engineering*, 78:366-372.
- HURREL, R. F. 2004. Influence of Vegetable Protein Sources on Trace Element and Mineral Bioavailability. *J.Nutrition.*, 133: 2973-2977.
- HUTH, M., DONGOWSKI, G., GEBHARDT, E. and FLAMME, W. 2000. Functional Properties of Dietary Fibre Enriched Extrudates from Barley. *J Cereal Sci.*, 32: 115-128.

- JADHAV, S.J., LUTZ, S.E., GHORPADE, V.M. and SALUNKHE, D.K., 1998. Barley: Chemistry and Value-Added Processing. *Critical Reviews in Food Science*, 38(2): 123–171.
- JOHANSSON, L., TUOMAINEN, P., YLINEN, M., EKHOLM, P. and VIRKKI, L., 2004. Structural Analysis of Water-Soluble and –Insoluble  $\beta$ -glucans of Whole-Grain Oats and Barley. *Carbohydrate Polymers*, 58, 267-274.
- KAHVECİ, B., 1989. Bazı Doğal Katkıların İrmiğin Makarnalık Kalitesine Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 81s.
- KAHYAOĞLU, T., KAYA, S., and KAYA, A., 2005. Effect of Fat Reduction and Curd Dipping Temperature on Viscoelasticity, Texture and Appearance of 125 Gaziantep Cheese. *Food Science and Technology International*, 11 (3): 191-198.
- KARAHOCAGİL, P. ve EGE, H. 2004. Arpa. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü-Bakış*, 6(8): 1-4.
- KARAOĞLU, M.M. and KOTANCILAR, H.G. 2005. Kavut, a Traditional Turkish Cereal Product: Production Method and Some Chemical and Sensorial Properties. *Int. Food Sci. Technol.*, 40: 1-9.
- KNUCKLES, B.E., HUDSON, C.A., CHIU, M.M. and SAYRE, R.N. 1997. Effect of  $\beta$ -Glucan Barley Fractions in High-Fiber Bread and Pasta. *Cereal Foods World*, 42(2): 94-99.
- KNUCKLES, B.E. 1988. Effect of Phytate and Other Myoinositol Phosphate Esters on Lipase Activity. *J. Food Sci.*, 53 (1): 250-252.
- KOCA, A.F. ve ANIL, M. 2007. Makarna Kalitesi ve Kaliteyi Etkileyen Faktörler. *Standard Dergisi*, Y/46, N/542, Temmuz sayısı, Ankara, s54-58.
- KORDONOWY, R.K. and YOUNGS, L. 1985. Utilization of Durum Bran and Its Effect on Spaghetti. *Cereal Chem.*, 62(4): 301-308.
- KÖKSEL, H., SİVRİ, D., ÖZBOY, Ö., BAŞMAN, A., ve KARACAN, H.D., 2000. Hububat laboratuvarı El Kitabı. Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fak. Yayın No: 47, Ankara, 106s.
- KÖKSEL, H., EDNEY, M.J. and ÖZKAYA, B. 1999. Barley Bulgur: Effect of Processing and Cooking on Chemical Composition. *J Cereal Sci.*, 29: 185-190.
- KÖKSEL, H., ATLI, A. ve ÖZKAYA, H., 1992. Bazı Durum Buğday Çeşitlerinde Yetiştirme Yerinin Elektroforetik Özellikler ve Makarna Pişme Kalitesi Üzerine Etkileri. *Doğa-Tr. Journal of Agricultural and Foresty*, (16): 593-605.
- LARSON, S.R., Young, K.E., COOK, A., BLAKE, T.K. and RABOY, V., 1998. Linkage Mapping Two Mutations That Reduce Phytic Acid Content of BARley Grain. *Theor. Appl. Gen.*, (1,2): 141-146.
- LAZSTITY, R. and LAZSTITY, L. 1990. Phytic Acid in Cereal Technology. *Advances in Cereal Science and Technology*. Vol. X. ed. by Y. Pomeranz, Washington.
- LEE, C.J., HORSLEY, R.D., MANTHEY, F.A. and SCHWARZ, P.B., 1997. Comparisons of -Glucan Content of Barley and Oat. *Cereal Chemistry*, 74(5): 571-575.
- LEE, S.C., PROSKY, L. and DEVRIES, J.W., 1992. Determination of Total, Soluble, and Insoluble Dietary Fiber in Foods-Enzymatic-Gravimetric Method, MES-TRIS Buffer: Collaborative Study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 75: 395-416.
- LEHTONEN, M. and AIKASALO, R. 1987.  $\beta$ -Glucan in Two and Six Rowed Barley. *Cereal Chemistry*, 64(3): 191-192.
- LIU, K., BARROWS, F.T. and OBERT, D., 2009. Dry Fractionation Methods to Produce Barley Meals Varying in Proteinal, Beta-Glucan, and Starch Contents. *Journal of food Science*, 74(6): 487-499.
- LIU, R.H., 2007. Whole Grain Phytochemicals and Health. *Journal of Cereal Science*, 46, 207-219.

- MALCOLMSON, L.J., MATSUO, R.R. and BALSHAW, R., 1993. Effects of Drying Temperature and Farina Blending on Spaghetti Quality Using Response Surface Methodology. *Cereal Chemistry*, 70(1): 1-7.
- MANTHEY, F.A. and HALL III, 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: 2026-2033.
- MANTHEY, F.A., YALLA, S.R., DICK, T.J., and BADARUDDIN, M., 2004. Extrusion Properties and Cooking Quality of Spaghetti Containing Buckwheat Bran Flour. *Cereal Chemistry*, 81(2):232-236.
- MANTHEY, F.A., and SCHORNO, A.L., 2002. Physical and Cooking Quality of Spaghetti Made from Whole Wheat Durum. *Cereal Chemistry*, 79(4):504-510.
- MARCONI, E., GRAZIANO, M. and CUBADDA, R., 2000. Composition and Utilization of Barley Pearling By-Products for Making Functional Pastas Rich in Dietary Fiber and -Glucans. *Cereal Chemistry*, 77(2):133-139.
- MARCONI, E., CARCEA, M., GRAZIANO, M. and CUBADDA, R., 1999. Kernel Properties and Pasta-Making Quality of Five European Spelt Wheat (*Triticum spelta* L.) Cultivars. *Cereal Chemistry*, 76(1): 25-29.
- McCLEARY, B.V. and MUGFORD, D.C., 1992. "Interlaboratory Evaluation of  $\beta$ -glucan Analysis Methods" in the Changing Role of Oats in Human and Animal Nutrition, Proceedings of the Fourth International Oat Conference, Adelaide, Australia, October, 19-23.
- McCLEARY, B.V. and COOD, R., 1991. Measurement of (1-3), (1-4)-  $\beta$ -D-glucan in Barley and Oats: A Streamlined enzymic Procedure. *J. Sci. Food Agric.*, (55): 303-312.
- McCLEARY, B.V. and GLENNIE-HOLMES, M., 1985. Enzymic Quantification of (1-3), (1-4)-  $\beta$ -D-glucan in Barley and Malt. *J. Inst. Brew.*, (91): 285-295.
- 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 Blacie Academic and Professional, an Imprint of Chapman and Hall, p173.
- MATSUO, R.R., DEXTER, J.E., KOSMOLAK, F.G., and LEISLE, D., 1982. Statistical Evaluation of Tests for Assessing Spaghetti-Making Quality of Durum Wheat. *Cereal Chem.*, 44: 78-85.
- MATSUO, R.R. and DEXTER, J.E., 1980. Relationship Between Some Durum Wheat Physical Characteristics and Semolina Milling Properties. *Can. J. Plant. Sci.*, 60: 49-53.
- MATSUO, R.R., BRADLES, J.W. and IRVINE, G.N., 1972. Effect of Protein Content on The Cooking Quality of Spaghetti. *Cereal Chem.*, 49: 701-707.
- MATSUO, R.R., and IRVINE, G.N., 1970. Effect of Gluten on The Cooking Quality of Spaghetti. *Cereal Chem.*, 47: 170-173.
- MATSUO, R.R., and IRVINE, G.N., 1969. Spaghetti Tenderness Testing Apparatus, *Cereal Chem.*, 46: 1-6.
- MILLER, S.S. and FULCHER, R.G. 1994. Distribution of (1-3)(1-4)-  $\beta$ -D-Glucan in Kernels of Oats and Barley Using Microspectrofluorometry. *Cereal Chemistry*, 71(1): 64-68.
- NASEHI, B., MORTAZAVI, S.A., RAZAVI, S.M.A., NASIRI-MAHALLATI, M. and KARIM, R., 2009a. Optimization of The Extrusion Conditions and Formulation of Spaghetti Enriched with Full-Fat Soy Flour Based on The Cooking and Color Quality. *Int. Journal of Food Sci. and Nutrition*, 60(S4): 205-214.
- NEWMAN, R.K. and NEWMAN, C.W., 2008a.  $\beta$ -Glucan: The Challenge of Barley as Food. Pages 147-150 in *Barley for Food and Health*. A John Wiley and Sons, Inc., Publication, Hoboken, New Jersey, 245p.

- NEWMAN, R.K. and NEWMAN, C.W., 2008b. Barley Processing: Methods and Product Compozition; Blocking and Pearling. Pages 97-102 in Barley for Food and Health. A John Wiley and Sons, Inc., Publication, Hoboken, New Jersey, 245p.
- NOBILE, DEL M.A., BAIANO, A., CONTE, A., and MOCCI, G., 2005. Influence of Protein Content on Spaghetti Cooking Quality. *Journal of Cereal Science*, 41: 347-356.
- NOVARO, P., D'EGIDIO, M.G., MARIANI, B.M., and NARDI, S., 1993. Combined Effect of Protein Content and High-Temperature Drying Systems on Pasta Cooking Quality. *Cereal Chem.*, 70: 716-719.
- NYMAN, M., SILJESTROM, M., PEDERSEN, B., KNUDSEN, K.E.B., ASP, N.G., JOHANSSON, C.G. and EGGUM, B.O., 1984. Dietary Fiber Content and Composition in Six Cereals at Different Extraction Rates. *Cereal Chemistry*, 61(1): 14-19.
- OCKENDEN, I., DORSCH, J.A., REID, M.M., LIN, L., GRANT, L.K., RABOY, V. and LOTT, J.N.A., 2004. Characterization of The Storage of Phosphorus, Inositol Phosphate and Cations in Grain Tissues of Four Barley (*Hordeum vulgare* L.) *Low Phytic Acid* Genotypes. *Plant Science*, 167: 1131-1142.
- O'DELL, B.L., De-BOLLAND, A.R. and KOIRTYOHANN, A.R., 1972. Distribution of Phytate and Nutritionally Important Elements Among the Morphological Components of Cereal Grains. *J. Agric. Food Chem.*, 23: 1179-1182.
- OZAN, A.N. ve ATLI, A. 2002. Orta Anadolu Bölgesi'nde Yetiştirilen Arpa Çeşitlerinin Beslenme Değerinin Saptanması. *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*, 3-4 Ekim, Gaziantep, s407-417.
- ÖZDEREN, T., OLANCA, B., ŞANAL, T., SİVRİ, D. and KÖKSEL, H. 2008. Effects of Suni-bug (*Eurygaster* spp.) Damage on Semolina Properties and Spaghetti Quality Characteristics of Durum Wheats (*Triticum durum* L.). *Journal of Cereal Science*, 48: 464-470.
- ÖZKAYA, H., ÖZKAYA, B., 1993a. Makarna Kalitesinde Buğday Bileşiminin Önemi. *Makarnalık Buğday ve Mamülleri Simpozyumu*, 30 Kasım-3 Aralık, Ankara, s.289-295.
- ÖZKAYA, H., ÖZKAYA, B., 1993b. Buğday, İrmik ve Makarna Kalitesini değerlendirme Yöntemleri. *Makarnalık Buğday ve Mamülleri Simpozyumu*, 30 Kasım-3 Aralık, Ankara, s296-306.
- PANFILI, G., FRATIANNI, A., DI-CRISCIO, T. and MARCONI, E., 2008. Tocol and  $\beta$ -Glucan Levels in Barley Varieties and in Pearling By-products. *Food Chemistry*, 107: 84-91.
- PETITOT, M., BOYER, L., MINIER, C. and MICARD, V., 2010. Fortification of Pasta with Split Pea and Faba Bean Flours: Pasta Processing and Quality Evaluation. *Food Research International*, 43: 634-641.
- PINARLI, İ., İBANOĞLU, Ş. and ÖNER, M.D., 2004. Effect of Storage on The Selected Properties of Macaroni Enriched with Wheat Germ. *Journal of Food Engineering*, 64: 249-256.
- PROSKY, L., ASP, N.-G., SCHWEIZER, T.F., DEVRIES, J.W. and FURDA, I., 1992. Determination of Insoluble and Soluble Dietary Fiber in Foods and Food Products, Collaborative Study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 75: 360-367.
- PROSKY, L., ASP, N.-G., SCHWEIZER, T.F., DEVRIES, J.W. and FURDA, I., 1988. Determination of Insoluble, Soluble and Total Dietary Fiber in Foods and Food Products, Interlaboratory Study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 71: 1017-1023.
- RABOY, V. And DICKINSON, D.B., 1993. Phytic Acid Levels in Seeds of Glycine Max and G.Soya as Influenced by Phosphorus Status. *Crop. Sci.*, (33): 1300-1305.

- RABOY, V., NOAMAN, M.H., TAYLOR, G.A. and PICKETT, S.G., 1991. Grain Phytic Acid and Protein are Highly Correlated in Winter Wheat. *Crop. Sci.*, (31): 631-635.
- RAYAS-DUARTE, P., MOCK, C.M. and SATTERLEE, L.D. 1996. Quality of Spaghetti Containing Buckwheat, Amaranth, and Lupin Flours. *Cereal Chemistry*, 73(3): 381-387.
- SHAMSUDDIN, A.M. 1999. Metabolism and Cellular Function of IP6: A review. *Anticancer Research*, 19 (5); 3733-3736.
- SHARMA, R., SISSONS M.J., RAHTJEN, A.J. and JENNER, C.F. 2002. The Null-4A Allele at The Waxy Locus in Durum Wheat Affects Pasta Cooking Quality. *J. Cereal Sci.*, 35: 287-297.
- SHEU, R., MEDCALF, D.G., GILLES, K.A. and SIBBIT, L.D., 1967. Effect of Biochemical Constituents on Macaroni Quality. *Jour. Sci. Food Agric.*, 18: 237-239.
- SLAVIN, J., 2004. Whole Grains and Human Health. *Nutrition Research Reviews*, 17: 99-110.
- SMEWING, J., 1997. Analysing The Texture of Cooked Pasta for Quality Control. *Cereal Foods World*, 42(1): 8-12.
- SÖZER, N. and KAYA, A., 2003. Changes in Cooking And Textural Properties of Spaghetti Cooked with Different Levels of Salt in The Cooking Water. *Jour. Texture Studies*, 34: 381-390.
- SÖZER, N., ve KAYA, A., 2002. Spagetinin Dokusal ve Pişme Özellikleri. *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, 3-4 Ekim, Gaziantep*, s
- SPSS INC., 1998. *SPSS Professional Statistics, 10.0*, SPSS inc., Chicago.
- SULLAVIN, K.R.O., 1998. Fiber and Its Role in Health and Disease. *International Journal of Food Sci. and Nutr.*, 49: 9-12.
- SULLIVAN; P., O'FLAHERTY, J., BRUNTON, N., L. GEE, V., ARENDT, E. and GALLAGHER, E., 2010. Chemical Composition and Microstructure of Milled Barley Fractions. *Eur. Food Res. Technol.* 230: 579-595.
- SUMNER, A.K., GEBRE-EGZIABHER, A., TYLER, R.T. and ROSSNGEL, B.G., 1985. Composition and Properties of Pearled and Fines Fractions from Hulled and Hullless Barley. *Cereal Chemistry*, 62: 112-116.
- SUNGUR, B., ve ERCAN, R., 2003. Tam Buğday Unu Ekmeklerinde Suda Çözünebilir Gamların Kullanım Olanakları. *Gıda* 28(5): 453-460.
- SZCZESNIAK, A.S., 1963. Classification of textural characteristics. *Journal of Food Science* 28: 385-389.
- ŞENOL, B., ve KARABABA, E., 2004. Besinsel Lif Katkılarının Mersin Kazan Simidinin Kalitesi Üzerine Etkisi. *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 23-24 Eylül, Van*, s133-137.
- TANGKONGCHITR, U., SEIB, P. A. and HOSENEY, R. C. 1981. Phytic acid. II. Its fate during breadmaking. *Cereal Chem.*, 58, 229-234.
- TOLAY, İ., AYTAÇ, Z., GÜLMEZOĞLU, N., BUDAK, Z., KINACI, G. ve KINACI, E., 2005. Tahıllarda Fitik Asit İçeriği ve Beslenme Açısından Önemi. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül, Antalya*, s1187-1192.
- TORRES, A., FRIAS, J., GRANITO, M., and VIDAL-VALVERDE, C., 2007. Germinated *Cajanus cajan* Seeds as Ingredients in Pasta Products: Chemical, Biological and Sensory Evaluation. *Food Chemistry*, 101: 202-211.
- TROCCOLI, A., BORRELLI, G.M., DE VITA, P., FARES, C. and DI FONZO, N., 2000. Durum wheat quality: A multidisciplinary concept. *Journal of Cereal Science*, 32: 99-113.
- VIS, R.B. and LORENZ, K., 1997.  $\beta$ -Glucans: Importance in Brewing and Methods of Analysis. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 30, 331-336.

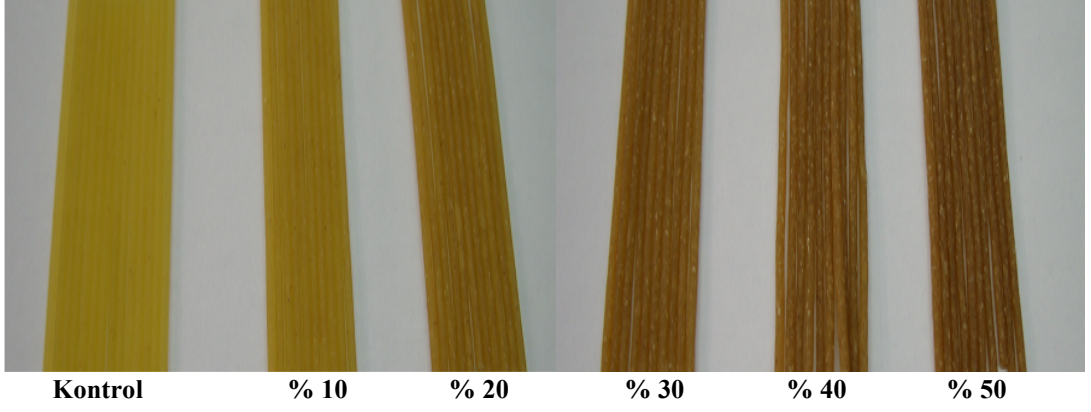
- VOISEY, P.W., and WASIK, R. 1978. Measuring Strength of Uncooked Spaghetti by Bending Test. *Can. Inst. Food Sci. Tech.*, 11(1):34-37.
- WALSH, D.E. 1971. Measuring spaghetti firmness, *Cereal Science Today*, 16: 202-205.
- WALSH, D.E. and GILLES, K.A. 1971. The Influence of Protein Composition on Spaghetti Quality. *Cereal Chem.*, 48: 544-554.
- WEAVER, C.M., CHEN, P.H. and RYNEARSON, S.L., 1981. Effect of Milling on Trace Element and Protein Content of Oats and Barley. *Cereal Chemistry*, 58: 120-124.
- WOOD, J.A., 2009. Texture, Processing and Organoleptic Properties of Chickpea-Fortified Spaghetti with Insights to The Underlying Mechanisms of Traditional Durum Pasta Quality. *Journal of Cereal Science*, 49: 128-133.
- WOOD, P.J., 1984. Use of Calcoflour in Analysis of Oat Beta-D-Glucan. *Cereal Chemistry*, 61(1): 73-75.
- YALÇIN, E., 2004. Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Proteinlerinin Bazı Fonksiyonel Özellikleri. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 145s.
- YEUNG, J. and 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 Chemistry*, 49: 331-335.
- YILDIZ, F., 2008. Makarnanın Besin Kalitesi Açısından Değerlendirilmesi. Bilimsel Yönleriyle Makarna, Türkiye Makarna Sanayicileri Derneği Yayını, 2. Baskı, Ankara, s21-34.
- YILMAZ, G ve ÜNAL, S.S. 1993. Durum Buğdayı ve Ürünlerinin Fitik Asit Miktarı ve İşleme ile Meydana Gelen Değişmeler. Makarnalık Buğday ve Mamulleri Simpozyumu, Ankara, s386-392.
- YUN, S.H., REMA, G., and QUAIL, K. 1997. Instrumental Assessments of Japanese White Salted Noodle Quality. *Jour. Sci. Food Agric.*, 74: 81-88.
- ZHAO, Y.H., MANTHEY, F.A., CHANG, S.K.C., HOU, H.J., and YUAN, S., 2005. Quality Characteristics of Spaghetti as Affected by Green and Yellow Pea, Lentil and Chickpea Flours. *Journal of Food Science*, 70(6):371-376.
- ZHAU, J. R. and ERDMAN, J. W. 1995. Phytic Acid in Health and Disease. *Critical Reviews in Food Sci. and Nut.*, 35, 495-508.
- ZHENG, G.H., ROSSNAGEL, B.G., TYLER, R.T. and BHATTY, R.S., 2000. Distribution of -glucan in the Grain of Hull-less Barley. *Cereal Chemistry*, 77: 140-144.

## ÖZGEÇMİŞ

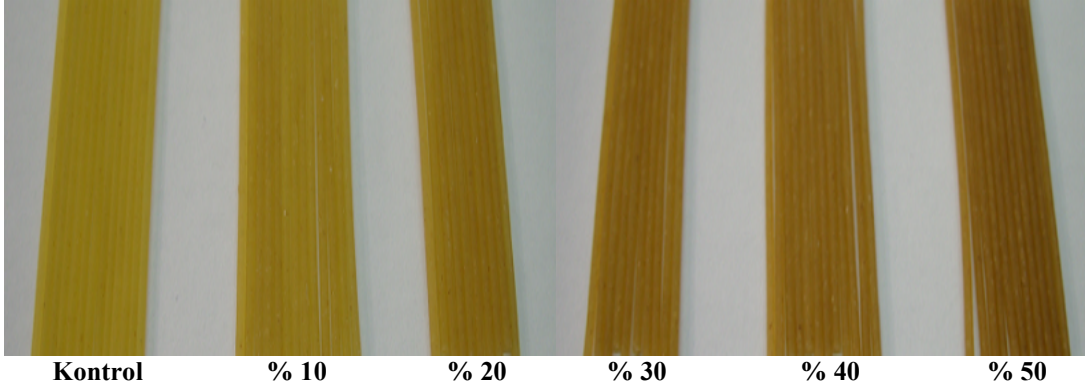
1979 Yılında Gaziantep’te doğdu. İlk ve orta öğrenimini Gaziantep’te tamamladı. 1998 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümüne girdi. 2002 yılında aynı bölümden Gıda Mühendisi unvanıyla mezun oldu. 2002 yılında Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Aynı yıl Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2005 yılında Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı.

## EKLER

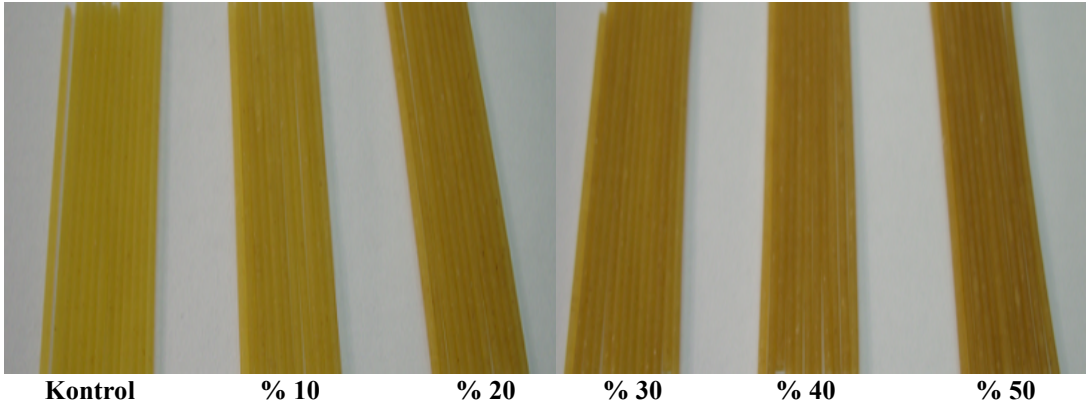
### EK 1. PİŞMEMİŞ SPAGETTİ FOTOĞRAFLARI



Kabuğu soyulmamış arpa unu katkılı spagetti örnekleri



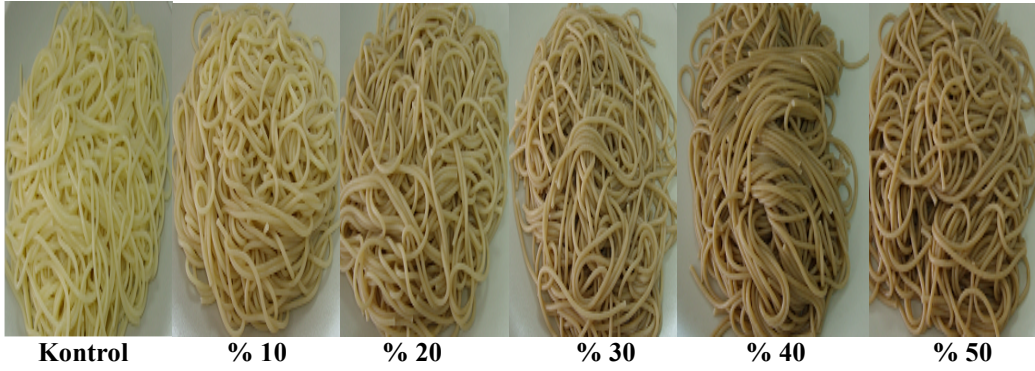
Kabuğu 1 kez soyulmuş arpa unu katkılı spagetti örnekleri



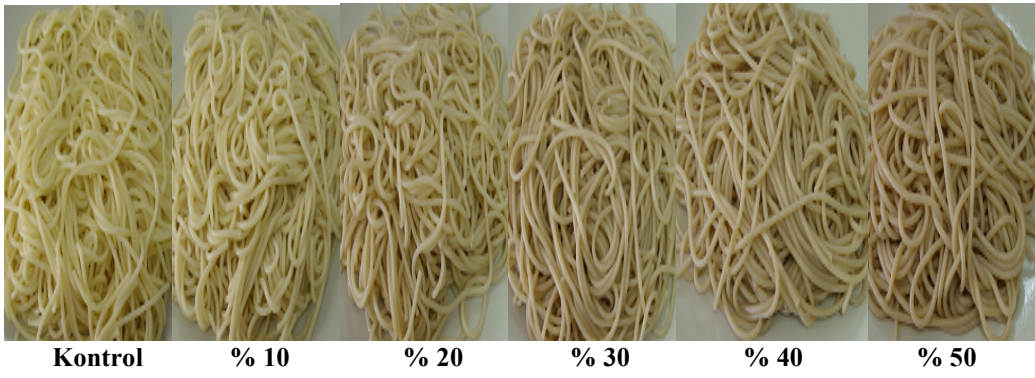
Kabuğu 2 kez soyulmuş arpa unu katkılı spagetti örnekleri



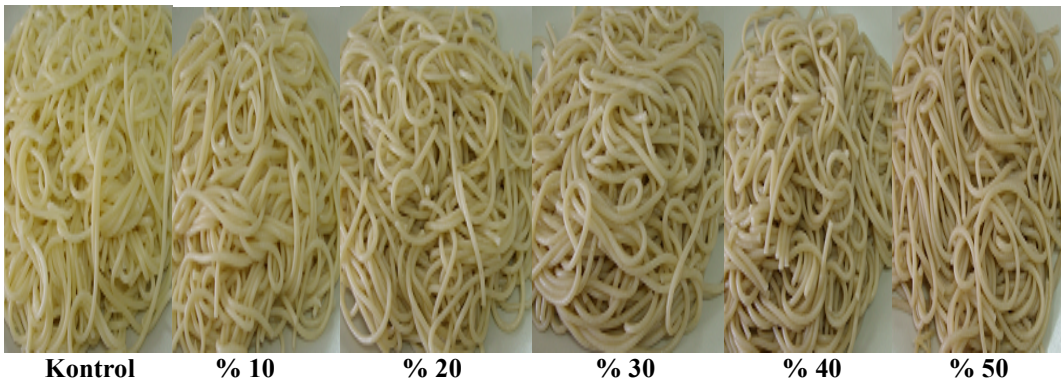
## EK 2. PİŞMİŞ SPAGETTİ FOTOĞRAFLARI



Kabuğu soyulmamış arpa unu katkılı spagetti örnekleri



Kabuğu 1 kez soyulmuş arpa unu katkılı spagetti örnekleri



Kabuğu 2 kez soyulmuş arpa unu katkılı spagetti örnekleri

### EK 3. SPAGETTİ ÖRNEKLERİNİN KİMYASAL ÖZELLİKLERİNE AİT VARYANS ANALİZ ÇİZELGELERİ

Çizelge 3.a. Protein

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
<b>Soyma Sayısı</b>	2	0.511	0.256	20.572***	0.000
<b>Oran</b>	5	1.582	0.316	25.455***	0.000
<b>Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu</b>	10	0.128	0.013	1.027ns	0.441
<b>Hata</b>	36	0.448	0.012		
<b>Genel</b>	53	2.669	0.050		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

Çizelge 3.b. Kül

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
<b>Soyma Sayısı</b>	2	0.769	0.385	112.337***	0.000
<b>Oran</b>	5	0.738	0.148	43.081***	0.000
<b>Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu</b>	10	0.294	0.029	8.575***	0.000
<b>Hata</b>	36	0.123	0.003		
<b>Genel</b>	53	1.924	0.036		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

## EK 4. SPAGETTİ ÖRNEKLERİNİN RENK ÖZELLİKLERİNE AİT VARYANS ANALİZ ÇİZELGELERİ

Çizelge 4.a. L\* değeri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
Soyma Sayısı	2	100.064	50.032	78.706***	0.000
Oran	5	700.767	141.433	222.493***	0.000
Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu	10	26.089	2.609	4.104**	0.001
Hata	36	22.884	0.636		
Genel	53	856.203	16.155		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\* : Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

Çizelge 4.b. a\* değeri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
Soyma Sayısı	2	19.172	9.586	75.344***	0.000
Oran	5	125.777	25.155	197.719***	0.000
Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu	10	7.233	0.723	5.685***	0.000
Hata	36	4.580	0.127		
Genel	53	156.761	2.958		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\* : Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

Çizelge 4.c. b\* değeri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
Soyma Sayısı	2	90.454	45.227	38.120***	0.000
Oran	5	459.411	91.882	77.444***	0.000
Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu	10	51.536	5.154	4.344**	0.001
Hata	36	42.711	1.186		
Genel	53	644.112	12.153		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\* : Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

## EK 5. SPAGETTİ ÖRNEKLERİNİN FONKSİYONEL BİLEŞENLERİNE AİT VARYANS ANALİZ ÇİZELGELERİ

Çizelge 5.a. Toplam diyet (besinsel) lif

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
<b>Soyma Sayısı</b>	2	74.273	37.136	177.286***	0.000
<b>Oran</b>	5	178.512	35.702	170.442***	0.000
<b>Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu</b>	10	24.739	2.474	11.810***	0.000
<b>Hata</b>	36	7.541	0.209		
<b>Genel</b>	53	285.065	5.379		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

Çizelge 5.b. Fitik asit

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
<b>Soyma Sayısı</b>	2	0.078	0.039	38.114***	0.000
<b>Oran</b>	5	1.302	0.260	255.261***	0.000
<b>Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu</b>	10	0.021	0.002	2.029ns	0,059
<b>Hata</b>	36	0.037	0.001		
<b>Genel</b>	53	1.438	0.027		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

Çizelge 5.c.  $\beta$ -glucan

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
<b>Soyma Sayısı</b>	2	0.264	0.132	18.980***	0.000
<b>Oran</b>	5	39.998	8.000	1148.261***	0.000
<b>Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu</b>	10	0.137	0.014	1.967ns	0.067
<b>Hata</b>	36	0.251	0.007		
<b>Genel</b>	53	40.650	0.767		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

## EK 5. (devam)

Çizelge 5.d. Na

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
<b>Soyma Sayısı</b>	2	3575.194	1787.597	365.050***	0.000
<b>Oran</b>	5	32781.074	6556.215	1338.863***	0.000
<b>Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu</b>	10	1785.526	178.553	36.463***	0.000
<b>Hata</b>	36	176.287	4.897		
<b>Genel</b>	53	38318.081	722.983		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

Çizelge 5.e. K

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
<b>Soyma Sayısı</b>	2	973051	486525.407	708.360***	0.000
<b>Oran</b>	5	11192831	2238566.285	3259.257***	0.000
<b>Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu</b>	10	406263	40626.319	59.150***	0.000
<b>Hata</b>	36	24726	686.833		
<b>Genel</b>	53	12596871	237676.819		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

Çizelge 5.f. Ca

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
<b>Soyma Sayısı</b>	2	8764.333	4382.167	773.324***	0.000
<b>Oran</b>	5	60187.278	12037.456	2124.257***	0.000
<b>Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu</b>	10	3973.222	397.322	70.116***	0.000
<b>Hata</b>	36	204.000	5.667		
<b>Genel</b>	53	73128.833	1379.789		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

## EK 5. (devam)

Çizelge 5.g. Mg

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
Soyma Sayısı	2	71007.370	35503.685	5462.105***	0.000
Oran	5	822762.593	164552.519	25315.772***	0.000
Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu	10	31171.074	3317.107	510.324***	0.000
Hata	36	234.000	6.500		
Genel	53	927175.037	17493.869		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

Çizelge 5.h. Fe

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
Soyma Sayısı	2	87.750	43.875	23.432***	0.000
Oran	5	2647.643	529.529	282.796***	0.000
Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu	10	38.028	3.803	2.031ns	0.059
Hata	36	67.409	1.872		
Genel	53	2840.830	53.601		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

Çizelge 5.i. Cu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
Soyma Sayısı	2	0.715	0.357	656.432***	0.000
Oran	5	10.181	2.036	3739.799***	0.000
Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu	10	0.454	0.045	83.407***	0.000
Hata	36	0.020	0.001		
Genel	53	11.369	0.215		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

## EK 5. (devam)

Çizelge 5.k. Zn

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
<b>Soyma Sayısı</b>	2	16.458	8.229	339.401***	0.000
<b>Oran</b>	5	409.035	81.807	3374.000***	0.000
<b>Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu</b>	10	6.262	0.626	25.825***	0.000
<b>Hata</b>	36	0.873	0.024		
<b>Genel</b>	53	432.628	8.163		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\* : Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

## EK 6. SPAGETTİ ÖRNEKLERİNİN PIŞME ÖZELLİKLERE AİT VARYANS ANALİZ ÇİZELGELERİ

Çizelge 6.a. Hacim artışı

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
<b>Soyma Sayısı</b>	2	61.010	30.505	0.146ns	0.8618
<b>Oran</b>	5	6752.799	1350.560	6.446***	0.0004
<b>Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu</b>	10	401.034	40.103	0.191ns	0.9952
<b>Hata</b>	36	7542.760	209.521		
<b>Genel</b>	53	14757.603	278.445		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\* : Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

Çizelge 6.b. Su absorpsiyonu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
<b>Soyma Sayısı</b>	2	47.300	23.650	1.476ns	0.242
<b>Oran</b>	5	8631.028	1726.206	107.733***	0.000
<b>Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu</b>	10	74.193	7.419	0.463ns	0.903
<b>Hata</b>	36	576.828	16.023		
<b>Genel</b>	53	9329.349	176.025		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\* : Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

Çizelge 6.c. Suya geçen madde

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
<b>Soyma Sayısı</b>	2	4.080	2.040	141.784***	0.000
<b>Oran</b>	5	10.175	2.035	141.427***	0.000
<b>Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu</b>	10	1.271	0.127	8.830***	0.000
<b>Hata</b>	36	0.518	0.014		
<b>Genel</b>	53	16.044	0.303		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\* : Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde



## EK 6. (devam)

Çizelge 6.d. TOM değeri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
Soyma Sayısı	2	0.140	0.070	44.813***	0.000
Oran	5	0.170	0.034	21.841***	0.000
Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu	10	0.076	0.008	4.845ns	0.000
Hata	36	0.056	0.002		
Genel	53	0.440	0.008		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

## DUYUSAL ÖZELLİKLER

Çizelge 6.e. Sertlik

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
Soyma Sayısı	2	176.620	88.310	13.386***	0.000
Oran	5	855.093	171.019	25.923***	0.000
Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu	10	58.102	5.810	0.881ns	0.559
Hata	36	237.500	6.597		
Genel	53	1327.315	25.044		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

Çizelge 6.f. Yapışkanlık

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
Soyma Sayısı	2	178.009	89.005	23.303***	0.000
Oran	5	1133.912	226.782	59.376***	0.000
Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu	10	74.769	7.477	1.958ns	0.069
Hata	36	137.500	3.819		
Genel	53	1524.190	28.758		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

## EK 6. (devam)

Çizelge 6.g. Kümeleşme

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
<b>Soyma Sayısı</b>	2	228.704	114.352	4.240*	0.022
<b>Oran</b>	5	924.190	184.838	6.854***	0.000
<b>Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu</b>	10	53.241	5.324	0.197ns	0.995
<b>Hata</b>	36	970.833	26.968		
<b>Genel</b>	53	2176.968	41.075		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

## EK 7. SPAGETTİ ÖRNEKLERİNİN TEKSTÜR ÖZELLİKLERE AİT VARYANS ANALİZ ÇİZELGELERİ

Çizelge 7.a. Kırılgenlik

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
<b>Soyma Sayısı</b>	2	1.636	0.818	34.353***	0.000
<b>Oran</b>	5	1.587	0.317	13.326***	0.000
<b>Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu</b>	10	0.374	0.037	1.570ns	0.156
<b>Hata</b>	36	0.857	0.024		
<b>Genel</b>	53	4.453	0.084		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

Çizelge 7.b. Sertlik

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
<b>Soyma Sayısı</b>	2	87.201	43.600	40.850***	0.000
<b>Oran</b>	5	534.769	106.954	100.207***	0.000
<b>Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu</b>	10	40.094	4.009	3.756**	0.002
<b>Hata</b>	36	38.424	1.067		
<b>Genel</b>	53	700.488	13.217		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

Çizelge 7.c. Yapışkanlık

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
<b>Soyma Sayısı</b>	2	0.098	0.049	57.438***	0.000
<b>Oran</b>	5	0.642	0.128	151.125***	0.000
<b>Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu</b>	10	0.028	0.003	3.336**	0.004
<b>Hata</b>	36	0.0031	0.001		
<b>Genel</b>	53	0.799	0.015		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

## EK 7. (devam)

Çizelge 7.d. Elastikiyet

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
Soyma Sayısı	2	0.000	0.000	4.941*	0.013
Oran	5	0.000	0.000	2.965*	0.024
Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu	10	0.000	0.000	0.706ns	0.713
Hata	36	0.001	0.000		
Genel	53	0.002	0.000		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

Çizelge 7.e. Çiğnenebilirlik

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Alfa Tipi Hata İhtimali
Soyma Sayısı	2	26.251	13.126	8.766**	0.001
Oran	5	320.611	64.122	42.824***	0.000
Soyma Sayısı x Oran İnteraksiyonu	10	15.786	1.579	1.054ns	0.421
Hata	36	53.904	1.497		
Genel	53	416.552	7.859		

ns: Önemsiz

\*: Önemli, % 5 alfa seviyesinde

\*\*: Önemli, % 1 alfa seviyesinde

\*\*\*: Önemli, % 0.1 alfa seviyesinde

## EK 8. SPAGETTİ ÖRNEKLERİNİN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ İÇİN SOYMA SAYISI X ORAN İNTERAKSİYON ÇİZELGELERİ

Çizelge 8.a. Kül

	% 0	% 10	% 20	% 30	% 40	% 50
<b>SAU</b>	0.88 h <sup>(1)</sup>	1.02 cdefg	1.14 c	1.29 b	1.42 a	1.51 a
<b>1KSAU</b>	0.88 h	0.91 fgh	0.94 efgh	0.97 defgh	1.03 cdef	1.08 cd
<b>2KSAU</b>	0.88 h	0.88 h	0.90 gh	0.96 defgh	1.00 defgh	1.06 cde

LSD= 0.12

<sup>(1)</sup>Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.001 güven sınırına göre önemsizdir.

## EK 9. SPAGETTİ ÖRNEKLERİNİN RENK ÖZELLİKLERİ İÇİN SOYMA SAYISI X ORAN İNTERAKSİYON ÇİZELGELERİ

Çizelge 9.a. L\* değeri

	% 0	% 10	% 20	% 30	% 40	% 50
<b>SAU</b>	50.98 a <sup>(1)</sup>	45.33 de	43.58 ef	40.30 hi	39.04 ij	38.00 j
<b>1KSAU</b>	50.98 a	48.11 bc	45.63 d	43.58 ef	41.90 fgh	40.75 ghi
<b>2KSAU</b>	50.98 a	48.28 b	46.45 cd	45.25 de	43.62 ef	42.11 fg

LSD= 1.77

<sup>(1)</sup>Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.001 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 9.b. a\* değeri

	% 0	% 10	% 20	% 30	% 40	% 50
<b>SAU</b>	2.43 g <sup>(1)</sup>	4.99 de	6.12 bc	7.29 a	7.34 a	7.35 a
<b>1KSAU</b>	2.43 g	3.74 f	4.95 de	5.91 bd	6.64 ab	7.41 a
<b>2KSAU</b>	2.43 g	3.71 f	4.32 ef	5.01 de	5.34 cd	5.96 bc

LSD= 0.79

<sup>(1)</sup>Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.001 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 9.c. b\* değeri

	% 0	% 10	% 20	% 30	% 40	% 50
<b>SAU</b>	29.93 a <sup>(1)</sup>	26.81 bcd	24.25 ef	21.47 gh	19.48 hi	17.56 i
<b>1KSAU</b>	29.93 a	27.45 bc	25.85 bcde	24.60 def	23.81 efg	22.72 fg
<b>2KSAU</b>	29.93 a	28.08 ab	25.69 bcde	25.38 cde	24.34 ef	23.79 efg

LSD= 2.42

<sup>(1)</sup>Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.001 güven sınırına göre önemsizdir.

## EK 10. SPAGETTİ ÖRNEKLERİNİN FONKSİYONEL BİLEŞENLERİ İÇİN SOYMA SAYISI X ORAN İNTERAKSİYON ÇİZELGELERİ

Çizelge 10.a. Toplam diyet (besinsel) lif

	% 0	% 10	% 20	% 30	% 40	% 50
<b>SAU</b>	1.60 l <sup>(1)</sup>	3.70 ghi	4.59 efg	6.62 c	8.18 b	9.69 a
<b>1KSAU</b>	1.60 l	2.09 kl	2.79 ijk	3.39 hij	4.96 def	5.65 cd
<b>2KSAU</b>	1.60 l	1.77 l	2.61 jkl	3.20 hij	4.19 fgh	5.24 de

LSD= 1.02

<sup>(1)</sup>Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.001 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 10.b. Na

	% 0	% 10	% 20	% 30	% 40	% 50
<b>SAU</b>	123.33 l <sup>(1)</sup>	140.33 ij	158.17 fg	178.67 d	197.50 b	217.33 a
<b>1KSAU</b>	123.33 l	135.87 jk	148.70 h	161.57 f	174.40 d	191.67 c
<b>2KSAU</b>	123.33 l	132.10 k	144.50 hi	154.57 g	167.03 e	176.77 d

LSD= 4.91

<sup>(1)</sup>Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.001 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 10.c. K

	% 0	% 10	% 20	% 30	% 40	% 50
<b>SAU</b>	2089.00 l <sup>(1)</sup>	2403.00 i	2740.00 g	3049.00 d	3412.00 b	3725.67 a
<b>1KSAU</b>	2089.00 l	2315.00 j	2598.33 h	2826.33 f	3120.67 c	3403.67 b
<b>2KSAU</b>	2089.00 l	2237.00 k	2430.00 i	2704.33 g	2908.67 e	3079.33 cd

LSD= 58.19

<sup>(1)</sup>Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.001 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 10.d. Ca

	% 0	% 10	% 20	% 30	% 40	% 50
<b>SAU</b>	271.00 k <sup>(1)</sup>	292.67 i	314.33 g	349.00 d	372.00 b	399.67 a
<b>1KSAU</b>	271.00 k	280.00 j	298.67 h	320.00 f	339.33 e	357.67 c
<b>2KSAU</b>	271.00 k	279.00 j	293.67 hi	310.33 g	322.67 f	341.00 e

LSD= 5.29

<sup>(1)</sup>Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.001 güven sınırına göre önemsizdir.

## EK 10. (devam)

Çizelge 10.e. Mg

	% 0	% 10	% 20	% 30	% 40	% 50
<b>SAU</b>	430.33 n <sup>(1)</sup>	515.67 k	601.67 h	690.33 e	782.67 c	865.00 a
<b>1KSAU</b>	430.33 n	502.33 l	584.33 i	660.00 f	733.00 d	812.33 b
<b>2KSAU</b>	430.33 n	479.67 m	532.33 j	589.33 i	641.67 g	691.33 e

LSD= 5.66

<sup>(1)</sup>Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.001 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 10.f. Cu

	% 0	% 10	% 20	% 30	% 40	% 50
<b>SAU</b>	3.10 i <sup>(1)</sup>	3.42 h	3.73 f	4.05 d	4.37 b	4.68 a
<b>1KSAU</b>	3.10 i	3.40 h	3.67 f	3.92 e	4.14 c	4.42 b
<b>2KSAU</b>	3.10 i	3.38 h	3.53 g	3.71 f	3.89 e	4.06 d

LSD= 0.07

<sup>(1)</sup>Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.001 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 10.g. Zn

	% 0	% 10	% 20	% 30	% 40	% 50
<b>SAU</b>	14.01 k <sup>(1)</sup>	16.27 i	17.95 g	19.76 e	21.64 b	23.55 a
<b>1KSAU</b>	14.01 k	15.69 j	17.04 h	18.59 f	20.50 d	21.62 b
<b>2KSAU</b>	14.01 k	15.44 j	16.84 h	18.28f g	19.66 e	21.11 c

LSD= 0.34

<sup>(1)</sup>Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.001 güven sınırına göre önemsizdir.



## EK 11. SPAGETTİ ÖRNEKLERİNİN PİŞME ÖZELLİKLERİ İÇİN SOYMA SAYISI X ORAN İNTERAKSİYON ÇİZELGELERİ

Çizelge 11.a. Suya geçen madde

	% 0	% 10	% 20	% 30	% 40	% 50
<b>SAU</b>	7.61f g <sup>(1)</sup>	8.24 cdefg	8.43 bcdef	8.74 abcd	9.16 ab	9.28 a
<b>1KSAU</b>	7.61 g	7.92 defg	7.94 defg	8.16 defg	8.60 abcde	9.06 abc
<b>2KSAU</b>	7.61 g	7.69 fg	7.80 efg	7.94 defg	8.14 defg	8.29 cdefg

LSD= 0.08

<sup>(1)</sup>Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.001 güven sınırına göre önemsizdir.

## EK 12. SPAGETTİ ÖRNEKLERİNİN TEKSTÜR ÖZELLİKLERİ İÇİN SOYMA SAYISI X ORAN İNTERAKSİYON ÇİZELGELERİ

Çizelge 12.a. Sertlik

	% 0	% 10	% 20	% 30	% 40	% 50
<b>SAU</b>	38.54a <sup>(1)</sup>	33.47def	31.79efg	29.77ghi	28.81i	28.02i
<b>1KSAU</b>	38.54a	35.08cd	33.72de	32.56ef	31.23fgh	29.20hi
<b>2KSAU</b>	38.54a	37.40ab	36.22bc	34.91cd	33.46def	28.53i

LSD= 2.29

<sup>(1)</sup>Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.001 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 12.b. Yapışkanlık

	% 0	% 10	% 20	% 30	% 40	% 50
<b>SAU</b>	-0.65 f <sup>(1)</sup>	-0.76 de	-0.83 cd	-0.88 bc	-0.96 ab	-1.07 a
<b>1KSAU</b>	-0.65 f	-0.66 f	-0.77 de	-0.82 cde	-0.86 bc	-0.92 b
<b>2KSAU</b>	-0.65 f	-0.65 f	-0.75 e	-0.78 de	-0.81 cde	-0.92 b

LSD= 0.07

<sup>(1)</sup>Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.001 güven sınırına göre önemsizdir.

## ÖZET

Bu çalışmada, spagetti yapımında besinsel lif içeriği diğer bazı lif kaynaklarına göre daha yüksek olan arpanın, spagettinin bazı besinsel ve kalite özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Kabuğu soyulmamış arpa unundan (SAU) kaynaklanabilecek fitik asit fazlalığını azaltmak için arpanın kabuğu 1 ve 2 kez soyulmuştur. İrmiğe SAU, 1 kez soyulmuş arpa unu (1KSAU) ve 2 kez soyulmuş arpa unu (2KSAU) değişik oranlarda (% 10, %20, %30, %40 ve % 50) katılmak suretiyle spagetti tipinde makarna üretilmiştir. Spagetti örnekleri toplam besinsel lif, -glukan, fitik asit, mineral madde içeriği, duyuşsal özellikler (yapışkanlık, sertlik, kümeleşme), tekstür özellikleri (kırılganlık, sertlik, yapışkanlık, elastiklik, çignenebilirlik) ve pişme özellikleri (hacim artışı, ağırlık artışı, pişme kaybı, toplam organik madde) bakımından değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; arpa ilavesi spagetti örneklerinin protein ve kül miktarlarını kontrole göre artırmıştır. Renk özellikleri kontrole göre düşük bulunmuştur. Hacim artışı ve ağırlık artışı değerlerinde azalma olmuştur. Suya geçen madde miktarı ve toplam organik madde (TOM) miktarında artış gözlenmiştir. İrmiğe arpa katılması ile örneklerin tüm tekstür özellikleri olumsuz etkilenmiştir. Spagetti örnekleri duyuşsal değerlendirmede kontrole göre daha düşük puanlar almıştır. Ancak, tüm bu olumsuzluklar kabuk soyma işlemi ile kısmen azaltılarak kontrole yakın değerler bulunmuştur. Örnekler fonksiyonel bileşenler (toplam besinsel lif,  $\beta$ -glukan, fitik asit) bakımından fitik asit hariç kontrolden daha üstün bulunmuştur. Ayrıca mineral içeriği bakımından da kontrolden oldukça yüksek değerlere sahip olmuşlardır. Kabuk soyma işlemi ile amaçlandığı gibi fitik asit miktarında soyma sayısının artışına bağılı olarak azalma saptanmıştır. Sonuç olarak 2KSAU katkısının düşük oranlarda kullanılması durumunda spagetti kalitesinin çok olumsuz etkilenmediği, bununla birlikte fonksiyonel bileşenlerinin önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir.

## SUMMARY

In this study, the effect of addition of barley, which contains a higher dietary fiber than other dietary fiber sources, were investigated on some nutritional and quality properties of spaghetti. To decrease the excess phytic acid due to hulled barley flour, barley was pearled one and two times. Spaghetti type pasta was produced by adding hulled, one and two times pearled barley flour to semolina at different ratios (10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %). Spaghetti samples were analyzed for total dietary fiber,  $\beta$ -glucan, phytic acid, mineral matter content, sensory properties (stickiness, firmness, bulkiness), texture properties (fracturability, hardness, stickiness, elasticity, chewiness) and cooking properties (volume increase, weight increase, cooking loss, total organic matter).

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. There was decrease in the volume increase and weight increase values. There have been increases in the amount of cooking loss and total organic matter (TOM). Texture properties of samples are negatively effected by adding barley to semolina. Sensory evaluation of spaghetti samples scored lower than control. Nevertheless, all this negative effects were reduced with pearling process and the values were found close to control. Samples were superior in terms of functional properties (total dietary fiber,  $\beta$ -glucan, phytic acid) than control except phytic acid. In addition, samples were have quite high values in terms of mineral matter content compared to control. Phytic acid content is decreased depending on pearling process and times of pearling. Finally, functional properties (total dietary fiber,  $\beta$ -glucan) of spaghetti is increased significantly and at the same time spaghetti quality is not too much effected by addition of two times pearled barley flour at lower ratio.