

T.C.  
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



YERLİ KAVUZSUZ ARPANIN (ÖZEN CV.) SPAGETTİ  
MAKARNA ÜRETİMİNDE KULLANIMI VE BAZI KALİTE  
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DÖNÜŞ ERMiŞER

BOLU, MAYIS - 2019

T.C.  
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



YERLİ KAVUZSUZ ARPANIN (ÖZEN CV.) SPAGETTİ  
MAKARNA ÜRETİMİNDE KULLANIMI VE BAZI KALİTE  
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DÖNÜŞ ERMiŞER

BOLU, MAYIS - 2019

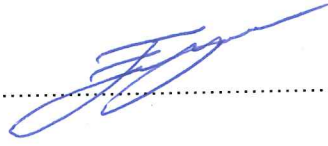
## KABUL VE ONAY SAYFASI

Dönüş ERMİŞER tarafından hazırlanan “Yerli Kavuzsuz Arpanın (Özen cv.) Spagetti Makarna Üretiminde Kullanımı ve Bazı Kalite Özelliklerinin İncelenmesi” adlı tez çalışması Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda 17.05.2019 tarihinde savunularak Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

Danışman  
Doç. Dr. Erkan YALÇIN  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi



Üye  
Doç. Dr. Hande Selen ERGE  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi



Üye  
Doç. Dr. Serpil ÖZTÜRK  
Sakarya Üniversitesi



Prof. Dr. Ömer ÖZYURT .....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Rahmetli Babam Yakup ERMişER'e,**

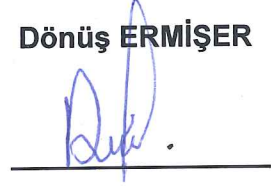
## ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu

bildirim, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

**Dönüş ERMİŞER**



## ÖZET

**YERLİ KAVUZSUZ ARPANIN (ÖZEN CV.) SPAGETTİ MAKARNA  
ÜRETİMİNDE KULLANIMI VE BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNİN  
İNCELENMESİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
DÖNÜŞ ERMIŞER  
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ.DR. ERKAN YALÇIN)**

**BOLU, MAYIS - 2019**

Yerli kavuzsuz arpanın (Özen cv.) spagetti makarna üretiminde kullanılabilme durumu ilk kez bu araştırmada incelenmiştir. Bu amaçla, yerli Durum buğdayı (Eminbey cv.) irmiği (Eİ), rafine kavuzsuz arpa unu (RKA) veya tam kavuzsuz arpa unu (TKA) ile çeşitli oranlarda (%10-50) ikame edilerek üretilen makarnaların bazı fiziksel, kimyasal, besinsel özellikleri, pişme kalitesi, tekstürel ve duyuşsal özellikleri çalışılmıştır. Eİ'den üretilen makarna, kontrol makarnası (EK) olarak kullanılmıştır. Kimyasal özellikler kuru madde üzerinden verilmiştir. Eİ, TKA ve RKA unlarının protein miktarları sırasıyla %12,4, %18,2 ve %12,1 olarak bulunmuştur. Eİ, TKA ve RKA unlarının çözünmeyen besinsel lif miktarları sırasıyla %3,1, %11,8 ve %2,5; çözümlenir besinsel lif miktarları sırasıyla %3,1, %9,03 ve %5,06 olarak belirlenmiştir. TKA ve RKA unlarının  $\beta$ -glukan miktarlarının sırasıyla %5,0 ve %2,40 olduğu bulunmuştur. Eİ, TKA ve RKA unlarının sırasıyla 7,7, 5,0, ve 2,6 mg/kg  $\beta$ -karoten içerdikleri belirlenmiştir. Pişmemiş EK'nın %0,60 kül ve %11,8 protein içerdiği bulunmuştur. Pişmemiş RKA veya TKA ikameli makarnalarda kül miktarı sırasıyla %0,67-0,73 ve %0,80-1,30 arasında değişirken, protein miktarı sırasıyla %10,7-11,9 ve %12,3-13,0 arasında değişmiştir. Pişmiş EK'nın toplam organik madde (TOM) değeri 1,73 g nişasta/100 g olarak belirlenmiştir. Pişmiş RKA veya TKA ikameli makarna örneklerinde belirlenen TOM değerleri sırasıyla 2,0-3,06 ve 1,66-2,23 g nişasta/100 g arasında değişmiştir. Pişmemiş EK'nın toplam besinsel lif (TBL) miktarı %5,8 olarak belirlenirken, pişmemiş RKA veya TKA ikameli makarna örneklerinin TBL miktarları sırasıyla %6,3-7,0 ve %7,4-13,5 arasında değişmiştir. Pişmemiş RKA veya TKA ikameli makarna örneklerinin  $\beta$ -glukan miktarları sırasıyla %0,40-1,02 ve %0,47-2,38 arasında değişmiştir. Pişmemiş ve pişmiş kavuzsuz arpa unlu makarnaların duyuşsal özellikleri %20 katım oranından sonra azalmıştır. Rafine kavuzsuz arpa ikameli makarnaların duyuşsal özellikleri genellikle TKA ikameli makarnalardan daha yüksek bulunmuştur.

**ANAHTAR KELİMELER:** Spagetti Makarna; İrmik; Rafine Kavuzsuz Arpa Unu; Tam Kavuzsuz Arpa Unu; Kalite Özellikleri; Besinsel Lif;  $\beta$ -glukan

## ABSTRACT

### UTILIZATION OF NATIVE HULL-LESS BARLEY (ÖZEN CV.) IN THE PRODUCTION OF SPAGHETTI PASTA AND INVESTIGATION OF SOME QUALITY PROPERTIES

MSC THESIS

DÖNÜŞ ERMIŞER

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. ERKAN YALÇIN)

BOLU, MAY 2019

The utilization of native hull-less barley cultivar (*Özen cv.*) in production of spaghetti pasta was investigated first time in this research. For this purpose, refined hull-less barley flour (RBF) or wholegrain hull-less barley flour (WBF) was incorporated into the semolina (ES) obtained from native Durum wheat cultivar (*Eminbey cv.*) at different levels (10-50%). Then, some physical, chemical, nutritional properties, cooking quality, textural and sensory properties were studied. The spaghetti pasta made from ES was used as control (CP). Chemical properties were given on basis of dry weight. Protein contents of ES, WBF and RBF were found as 12.4%, 18.2% and 12.1%, respectively. Insoluble dietary fibre contents of ES, WBF and RBF were 3.1%, 11.8% and 2.5%, and soluble dietary fibre contents were determined as 3.1%, 9.03% and 5.06%, respectively. The  $\beta$ -glucan contents of WBF and RBF were found to be 5.0% and 2.40%, respectively. ES, WBF and RBF were found to contain 7.7, 5.0, and 2.6 mg/kg of  $\beta$ -caroten, respectively. It was found that uncooked CP had 0.60% ash and 11.8% protein. Ash contents of uncooked pastas incorporated with RBF or WBF changed in the ranges of 0.67-0.73% or 0.80-1.30%, and protein contents changed in the ranges of 10.7-11.9% or 12.3-13.0%, respectively. Total organic matter (TOM) value of cooked CP was found as 1.73 g starch/100 g. TOM values of cooked pastas incorporated with RBF or WBF changed in the ranges of 2.0-3.06 or 1.66-2.23 g starch/100 g, respectively. Total dietary fibre (TDF) content of uncooked CP was found as 5.8%, besides TDF contents of uncooked pastas incorporated with RBF or WBF were in the ranges of 6.3-7.0% or 7.4-13.5%, respectively. The  $\beta$ -glucan contents of uncooked pastas incorporated with RBF or WBF varied in the ranges of 0.40-1.02% or 0.47-2.38%, respectively. The sensory properties of uncooked and cooked pastas incorporated with hull-less barley flour decreased after 20% incorporation level. The sensory properties of pastas supplemented with RBF were generally higher than that of the pastas supplemented with WBF.

**KEYWORDS:** Spaghetti pasta; Semolina; Refined Hull-less Barley Flour; Wholegrain Hull-less Barley Flour; Quality Properties; Dietary Fibre;  $\beta$ -glucan

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET .....	v
ABSTRACT .....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ .....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ .....	xi
TEŞEKKÜR.....	xii
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ .....	5
2.1 Makarnanın Kısa Tarihi .....	5
2.1.1 Makarna ve Beslenmemizdeki Önemi .....	6
2.1.2 Makarnalık Buğday ve Makarna Kalitesi.....	8
2.2 Kavuzsuz Arpa ve Gıdalarda Kullanımı .....	14
2.3 Besinsel Özellikleri İyileştirilmiş Makarna Çalışmaları.....	18
3. MATERYAL VE METOT.....	23
3.1 Materyal .....	23
3.2 Metot .....	24
3.2.1 Kavuzsuz Arpa ve Durum Buğdayında Fiziksel Analizler...24	
3.2.1.1 Hektolitre Ağırlığı Tayini .....	24
3.2.1.2 Bin Tane Ağırlığı Tayini .....	24
3.2.1.3 Sertlik Tayini.....	24
3.2.1.4 Camsılık Tayini.....	24
3.2.2 Kavuzsuz Arpa Unlarında ve Durum İrmiginde Yapılan Kimyasal Analizler.....	24
3.2.2.1 Nem Miktarı Tayini.....	25
3.2.2.2 Protein Miktarı Tayini.....	25
3.2.2.3 Kül Miktarı Tayini .....	25
3.2.2.4 $\beta$ -Karoten Tayini.....	25
3.2.3 Kavuzsuz Arpa Unlarında ve Durum İrmiginde Yapılan Fizikokimyasal Analizler .....	25
3.2.3.1 Yaş Gluten Miktarı Ve Gluten İndeks Değeri Tayini .....	25
3.2.3.2 Glutograf Analizi.....	26
3.2.3.3 Sodyum Dodesil Sülfat (SDS) Sedimentasyon Tayini .....	26
3.2.3.4 Beklemeli SDS Sedimentasyon Tayini .....	26



3.2.4	Reolojik Analizler .....	26
3.2.4.1	Farinograf Özellikleri Tayini .....	26
3.2.5	Makarna Üretimi .....	27
3.2.6	Makarnalarda Kimyasal Analizler .....	28
3.2.6.1	Nem Miktarı Tayini .....	28
3.2.6.2	Protein Miktarı Tayini .....	29
3.2.6.3	Kül Miktarı Tayini .....	29
3.2.7	Makarnaların Pişme Özellikleri Tayin Yöntemleri .....	29
3.2.7.1	Optimum Pişirme Süresi .....	29
3.2.7.2	Makarnaların El İle Duyusal Analizi .....	29
3.2.7.3	Suya Geçen Madde Miktarı (Pişme Kaybı) Tayini .....	30
3.2.7.4	Ağırlık Artışı (Su Absorpsiyonu) Tayini .....	31
3.2.7.5	Hacim Artışı Tayini .....	31
3.2.7.6	Toplam Organik Madde (TOM) Miktarı Tayini .....	31
3.2.8	Makarnada Tekstürel Analizler .....	33
3.2.8.1	Pişmemiş Makarnada Bükülme Testi Analizi .....	33
3.2.8.2	Pişmiş Makarnada Sertlik Testi .....	33
3.2.8.3	Pişmiş Makarnada Yapışkanlık Testi .....	33
3.2.8.4	Pişmiş Makarnada Elastikiyet Testi .....	34
3.2.9	Makarnada Renk Analizi .....	34
3.2.10	Makarnaların Besinsel Özelliklerinin Belirlenmesi .....	34
3.2.10.1	Toplam Besinsel Lif, Çözünür Ve Çözünmeyen Besinsel Lif Analizleri .....	35
3.2.10.2	$\beta$ -Glukan Miktarı Analizi .....	36
3.2.11	Makarnalarda Duyusal Analizler .....	37
3.3	İstatistiksel Analiz .....	37
<b>4.</b>	<b>ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....</b>	<b>38</b>
<b>5.</b>	<b>SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>69</b>
<b>6.</b>	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>78</b>
<b>7.</b>	<b>EKLER .....</b>	<b>86</b>
<b>8.</b>	<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>90</b>

# ŞEKİL LİSTESİ

## Sayfa

- Şekil 4.1.** Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA, %10-50) veya tam (TKA, %10-50) kavuzsuz arpa unu ikameli *pişmemiş* makarnaların duyusal özellikleri. ....62
- Şekil 4.2.** Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA, %10-50) veya tam (TKA, %10-50) kavuzsuz arpa unu ikameli *pişmiş* makarnaların duyusal özellikleri. ....64



# ÇİZELGE LİSTESİ

## Sayfa

<b>Çizelge 3.1.</b> Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda (%10-50) rafine kavuzsuz arpa (RKA) veya tam kavuzsuz arpa (TKA) unu katkılı makarna karışımlarının farinoğraf cihazında belirlenen su absorpsiyon (%) ve eklenen su miktarı (ml) değerleri.....	28
<b>Çizelge 3.2.</b> El ile duyusal analizlerinde kullanılan puanlama cetveli (Köksel vd., 2000). ....	30
<b>Çizelge 4.1.</b> Kavuzsuz arpa (KA, Özen cv.) ve yerli makarnalık durum buğdayının (EBD, Eminbey cv.) bazı fiziksel kalite özellikleri.....	38
<b>Çizelge 4.2.</b> İrmik (Eİ: Eminbey cv.), rafine kavuzsuz arpa unu (RKA, Özen cv.) ve tam kavuzsuz arpa ununun (TKA, Özen cv.) bazı kimyasal ve besinsel lif özellikleri. ....	39
<b>Çizelge 4.3.</b> Makarna yapımında kullanılan irmiğin (Eİ: Eminbey cv., 0,5 mm) bazı fizikokimyasal analiz sonuçları.....	40
<b>Çizelge 4.4.</b> İrmik (Eİ: Eminbey cv.), rafine kavuzsuz arpa unu (RKA) ve tam kavuzsuz arpa ununun (TKA) renk özellikleri ve $\beta$ -karoten miktarları. ....	41
<b>Çizelge 4.5.</b> Kontrol makarnası irmiği (Eİ) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli makarnalık hammadde karışımlarının renk özellikleri. ....	42
<b>Çizelge 4.6.</b> Kontrol makarnası (Eİ) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli makarnalık hammadde karışımlarının farinograf özellikleri. ....	44
<b>Çizelge 4.7.</b> Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmemiş makarnaların nem, kül ve protein miktarı sonuçları.....	46
<b>Çizelge 4.8.</b> Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmemiş makarnaların renk özellikleri.....	48
<b>Çizelge 4.9.</b> Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmiş makarnaların el ile yapılan duyusal analiz ve toplam organik madde (TOM) miktarı sonuçları.....	50
<b>Çizelge 4.10.</b> Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli makarnaların pişme özellikleri.....	53
<b>Çizelge 4.11.</b> Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmemiş makarnaların besinsel lif ve $\beta$ -glukan miktarı sonuçları.....	56
<b>Çizelge 4.12.</b> Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmiş ve pişmemiş makarnaların tekstür özellikleri.....	59

## KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

<b>AACCI</b>	: American Association of Cereal Chemists International
<b>FDA</b>	: Food and Drug Administration
<b>ICC</b>	: International Association for Cereal Science and Technology
<b>LOX</b>	: Lipoksigenaz
<b>POD</b>	: Peroksidaz
<b>SDS</b>	: Sodyum dodesil sülfat
<b>SKCS</b>	: Single Kernel Characterization of System
<b>TAGEM</b>	: Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü
<b>TOM</b>	: Toplam Organik Madde Miktarı
<b>TÜİK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu
<b>WHO</b>	: World Health Organization
<b>TBL</b>	: Toplam Besinsel Lif
<b>RKA</b>	: Rafine Kavuzsuz Arpa Unu
<b>TKA</b>	: Tam Kavuzsuz Arpa Unu

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın bütün aşamalarında desteğini esirgemeyen, tez sürecinde karşılaştığım zorlukları aşmamda bana yardımcı olan tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Erkan YALÇIN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamı TAGEM/HSGYAD/17/A03/P01/122 numaralı proje kapsamında destekleyen Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Hayvan Sağlığı ve Gıda-Yem Araştırmaları Dairesi Başkanlığı'na,

Kavuzsuz arpa (*Özen*) ve makarnalık buğdayın (*Eminbey*) temin edilmesindeki katkılarından dolayı Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne, Arpa İslah Bölüm Başkanı İsmail Sayım'a, Üretim Bölüm Başkanı Selim UYGUN'a,

Makarna kurutma denemelerini bir yıl boyunca tüm zorluklara rağmen ortaklaşa gerçekleştirdiğimiz çalışma arkadaşım Ferda ÜNSAL CANAY'a ve diğer çalışma arkadaşlarım Asiye SEİS SUBAŞI, Oğuz ACAR, Aliye PEHLİVAN, Turgay ŞANAL'a,

İstatistiksel analizlerimde yardımcı olan Sinan AYDOĞAN'a,

Yardım ve desteklerinden dolayı Gıda Teknolojisi Bölümü'ndeki arkadaşlarım Oğuz MIZRAK, Metin BOZKURT, Selahattin ÖZARSLAN, İsmail TÜRÜKLÜ, İlyas KARAMAN'a ve diğer tüm çalışma arkadaşlarıma,

Duyusal analiz çalışmalarımda yardımları bulunan çalışma arkadaşlarım Arzu ÖZER, Dr. Safure GÜLER, Seda KÜLEN, Pervin ARI AKIN, Levent CEYLAN, Ömer YILMAZ, Mirac ÖZCAN, Sinem TARHAN'a ve ayrıca BAİBÜ Gıda Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans öğrenci arkadaşlarım Cem KÖSEMECİ, Ayşenur ARSLAN, Betül CINDIK, Seda FİDAN ve duyuusal teste katılım sağlayan öğretim elemanları ve öğrencilerine,

Tez materyalimin yabancı maddelerinden temizlenmesinde ve bu süreçte dualarıyla bana destek olan canım teyzem Adike CERAN'a,

Manevi desteğini esirgemeyen Canım Anneme, ERMİŞER ailesine, ERDOĞDU, AKKAYA ve ERDAĞI ailelerinin her bir ferdine teşekkür ederim.

**Dönüş ERMİŞER**

# 1. GİRİŞ

Günümüzde tüketicilerin hızlı sindirilen gıdalara olan taleplerinin artması, diğer taraftan bedensel etkinliklerinin azalması ve yanlış beslenme alışkanlıklarının ortaya çıkması sonucunda kalp damar hastalıkları, sindirim sistemi hastalıkları, aşırı şişmanlık, diyabet ve divertiküloz, kabızlık, hemoroit, kolon kanseri gibi bağırsak hastalıkları görülmeye başlanmıştır. Bu tür kronik hastalıkların tedavisinde veya önlenmesinde yüksek besinsel lif içerikli gıdaların tüketilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Tahıl ürünleri nüfusun büyük çoğunluğu tarafından yüksek miktarda tüketilmektedir. Yaygın inanç karbonhidratlar bakımından zengin olan bu tahıl ürünlerinin glisemik indeksinin yüksek olmasına rağmen obezite gibi yaygın bir hastalığın önemli bir faktörü olmadığı yönündedir. Son zamanlarda gıda endüstrisi, karbonhidratlarca zengin gıdaların besinsel içeriğini iyileştirmenin yollarını araştırmış ve nişasta gibi kolay sindirilebilir karbonhidratların yanında bu gıdaların besinsel lif içeriklerini de artırmayı hedeflemiştir. Besinsel liflerin hastalıkları önleyici ve tüketicilerin sağlığını iyileştirici etkilerinin bulunduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Burdurlu ve Karadeniz, 2003; Chau ve Huang 2003; Foschia vd., 2013). Beslenmeye bağlı kronik hastalıklar dünyada hızla artmakta ve toplam ölümlerin %60'ını oluşturmaktadır. Britanya Kalp Vakfı istatistiklerine göre, kardiyovasküler hastalıklardan ölen insanların üçte biri düzensiz ve bilinçsiz beslenme sonucu hayatlarını kaybetmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO: World Health Organization) verilerine göre bir yılda 167 milyon insan kardiyovasküler hastalıklardan, 79 milyon insan kanserden hayatını kaybetmektedir. Türk Kalp Vakfı verilerine göre sadece Türkiye'de her 25 dakikada bir insan kardiyovasküler hastalıklardan hayatını kaybetmektedir. Avrupa ülkelerinde 25 milyon diyabet hastası bulunmakta ve 200 milyondan fazla insan da obezite sınırındadır. Bu hastalıklarla mücadele etmek için harcanan para çok büyük miktarlara ulaşmıştır. Bu sebeple tüketicilerin, aldıkları gıdalardan besleyici özelliğın yanı sıra çeşitli yararlar sağlamayı beklemesi fonksiyonel gıda üretimi ve tüketimini artırmıştır. Fonksiyonel gıda üretimi için yapılan zenginleştirme çalışmalarında temel amaç çeşitli sebeplerle gıdalardan kaybedilen besin elementlerini yerine koymak ve gıdalara daha fazla besin ögesi ekleyerek beslenme yetersizliğı sorunlarını önlemeye çalışmaktır. Fonksiyonel gıdalar üzerine yapılan araştırma ve yatırımların hızla artmasına rağmen bu kavramın yeni olması, herhangi bir yasal tanımının olmaması, konu ile ilgili yönetmelikler bulunmaması sebebiyle dünyada fonksiyonel

gıda ürünlerinin piyasaya sürülmesinde çeşitli sıkıntılar oluşmaktadır. ABD ve AB gibi öncü ülkelerde çalışmalar hızla sürmekte ve etiketlemede yanıltıcı bilgi olmamasına özen gösterilmektedir. Türkiye’de ise Türk Gıda Kodeksi ve yönetmelikleri kapsamında Tarım Bakanlığı onayıyla üretim yapılmakta ve çalışmalar AB’ye uyum sürecine paralel olarak yürütülmektedir (Pelvan ve Alaşalvar, 2009; Koyuncu vd., 2011). Türkiye’de 2007 yılında yapılan “Fonksiyonel ve Diyet Ürünleri” ile ilgili araştırma verilerine göre fonksiyonel gıda harcamalarının bir önceki yıla göre %17,9 oranında artarak hızlı tüketim ürünleri ortalamasının çok üzerinde bir büyüme gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, yoğurt, makarna ve meyve suyu hariç tüm fonksiyonel ürün kategorileri için harcanan bütçe bir artış gösterirken, en yüksek harcama artışının %70,6 ile enerji içecekleri, %60,9 ile bisküvi ve %46,6 ile ekmekte gerçekleştiği saptanmıştır. Fonksiyonel ve diyet ürünlerin tanınma, tanıtma ve veri eksikliği sebebiyle pazar boyutu tam olarak bilinmemekle birlikte 420 milyon TL’ye ulaştığı tahmin edilmektedir (Dölekoğlu vd., 2015). Piyasada çeşitli ürünlere dayalı yeni fonksiyonel gıdalar ortaya çıksa da tahıllar bu yeni pazarda önemli bir yer tutmaktadır. Tahılların besinsel lifler (örneğin  $\beta$ -glukan), dirençli nişasta, antioksidan bileşikler (örneğin alkilrisorsinoller, tokotrienoller ve kolin), vitaminler, mineraller, lignanlar, fitik asit ve fenolik bileşikler gibi birçok fitokimyasal bakımından zengin olmasından dolayı tam tahıl ürünlü fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar artmıştır. Yeni ürün geliştirme çabaları, özellikle tüketicinin daha sağlıklı gıdalara olan talebini karşılamak için gıda endüstrisi tarafından yeni ortaya atılan fonksiyonel gıdalar alanına yöneliktir. Bu amaçla, buğday, çavdar, yulaf ve arpa gibi tahıllar ve bunların biyoaktif bileşikleri, fonksiyonel gıdaların üretimi için sınırsız fırsatlar sunmaktadır (Sidhu vd., 2007).

Gıda kalitesini artırmak ve gıdanın farklı işlevselliğine yönelik tüketici taleplerini karşılamak için birçok katkı maddesi makarna ve eriştelelerde kullanılmıştır. Bunlar, pişirme özelliklerini geliştirmek, beslenme özelliklerini iyileştirmek (protein takviyesi amacıyla peynir altı suyu tozu, yumurta akı tozu ve soya proteinlerinin kullanılması; besinsel lif miktarını artırmak amaçlı baklagil ve karabuğday unu ilavesi; nutrasotik uygulamaları; çoklu doymamış yağ asiti ilavesi), yüzey özelliklerini geliştirmek (emülgatör ve gam maddesi ilavesi), rengi iyileştirmek ve raf ömrünü artırmak (antioksidan ve antimikrobiyel madde ilavesi) amacıyla kullanılmıştır. Katkı maddeleri modern makarna ve erişteleme teknolojisinin gelişmesinde çok önemli hale gelmiştir. Makarna, karbonhidrat ve proteinden meydana gelmiş, ham yağ ve sodyum içeriği düşük bir tahıl ürünüdür. Tüm tahıl ürünlerinde olduğu gibi lizin ve treonin esansiyel amino asitleri bakımından fakirdir. Makarna, 1949’da FDA (Food

and Drug Administration) tarafından vitamin ve demir ile zenginleştirilmesine izin verilen ilk gıdalar arasındadır (Chillo vd., 2008; Li vd., 2014).

Arpa, besin değeri yüksek ve çok özel sağlık yararları olan eski bir tahıldır. Protein, çözünemeyen besinsel lif, vitamin ve mineral kaynağı yanında çözünebilen besinsel lif olan  $\beta$ -glukanın da mükemmel bir kaynağıdır.  $\beta$ -glukan'ın kalp hastalığı için bir risk faktörü olan kolesterolü düşürdüğü gösterilmiştir ve Kanada, ABD ve AB'nin tüm arpa içeren gıdalar için onaylanmış kalp sağlığı beyanları bulunmaktadır. Son yirmi yılda  $\beta$ -glukanların fonksiyonel ve biyolojik olarak aktif maddeler olarak kabul edilmesi tahıl bazlı gıdalar ve  $\beta$ -glukan konsantreleri ve izolatları ile takviye edilmiş diğer birçok gıdanın popülaritesini ve tüketimini artırmıştır. Arpa protein içeriği bakımından diğer tahıl tanelerine benzer ancak yulaf, buğday ve çavdar gibi diğer tahıl tanelerine kıyasla daha yüksek düzeyde çözünür besinsel lif olan  $\beta$ -glukan içerir. Arpada bulunan  $\beta$ -glukanların kan kolesterol seviyesini azalttığına ve dolayısıyla koroner kalp hastalığı riskini düşürdüğüne dair güçlü kanıtlar vardır. Araştırmalar ayrıca  $\beta$ -glukanların, Tip 2 diyabetin önlenmesinde ve yönetiminde önemli olan kan şekeri seviyelerini düşürdüğünü ve kilo alımını azalttığını göstermiştir.  $\beta$ -glukanın yararlı fizyolojik etkilerinin yanında çeşitli gıdalara tekstür kazandırma, jel oluşturma, emülsiyon aktivitesi ve stabilitesi gibi teknolojik özelliklerinin olduğu belirtilmiştir. Tahıl, et ve süt ürünlerinde; viskoziteyi artırmak, süt yağını ikame etmek ve reolojik özellikleri geliştirmek amacıyla  $\beta$ -glukandan yararlanılmaktadır. Arpa sindirim sistemi sağlığının korunmasında ve kolon kanserine karşı korunmada önemli olan çözünemeyen besinsel liflerin de mükemmel bir kaynağıdır. Arpa ayrıca, koroner kalp hastalığı, diyabet ve bazı kanser riskini azalttığı rapor edilen ve yüksek seviyelerdeki tokotrienoller, fenolik bileşikler ve lignan bakımından da zengin bir tahıldır (Lazaridou ve Biliaderis, 2007; Malcolmson vd., 2014).

Tüm bu temel sebeplerden yola çıkılarak toplam besinsel lif miktarı artırılmış ve pişme, tekstürel bakımdan tüketime uygun arpa katkılı makarna üretimi amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırmamızda yerli kavuzsuz arpanın spagetti tip makarnada kullanımı ele alınmıştır. Kavuzsuz arpanın içerdiği yüksek protein, toplam besinsel lif, çözünür  $\beta$ -glukan ve zengin nişastasası ile birçok gıdada takviye amaçlı kullanılabilirliği bildirilmiştir. Örneğin kavuzsuz arpanın yüksek besinsel lifli ekmek, erişte, tarhana, bulgur, makarna, kavut ve kahvaltılık tahıl ürünlerinde kullanımı çeşitli çalışmalarda gösterilmiş ve önerilmiştir. Bu çalışmada, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (Ankara)'nde geliştirilen ve 2012 yılında tescil edilen *Özen cv.* isimli kavuzsuz arpa çeşidinin spagetti makarna üretiminde kullanılabilme



potansiyeli incelenmiştir. Geliştirilen kavuzsuz arpanın makarnalık özellikleri ilk kez bu araştırmada çalışılmış olması ve geliştirilen kavuzsuz arpanın makarna sanayiine tanıtılması ve tavsiye edilmesi açısından büyük önemi vardır. Bu çalışmada durum buğdayı irmiği çeşitli oranlarda rafine kavuzsuz arpa unu veya tam kavuzsuz arpa unu ile ikame edilerek üretilen makarnaların bazı fiziksel, kimyasal, besinsel özellikleri ile pişme kalitesi, tekstürel ve duyuşal özellikleri, yine yerli makarnalık durum buğdayı (*Eminbey cv.*) irmiğinden üretilen kontrol makarnası ile karşılaştırılarak detaylı olarak incelenmiştir.



## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1 Makarnanın Kısa Tarihi

Makarna çeşitli ülkelerde farklı isimlendirmeler ile literatürde yerini almıştır. Örneğin İtalyanlar ve İngilizler “pasta”, Amerikalılar “macaroni”, Almanlar “spätzle”, Çinliler “mein”, Japonlar “udon” olarak adlandırmışlardır. Farklı söyleniş biçimlerine rağmen makarnanın dünyanın farklı coğrafyalarında eşzamanlı olarak bulunduğu söylenmektedir. Makarnanın çok yaygın olarak tüketildiği İtalya’nın tarihinde, Etrüsk (İtalya yarımadasının ortasında yer alan eski bir medeniyet, *Etruscan civilization*) ve daha sonra Romalılar zamanında makarna kültürüne dair izler bulunmaktadır. İlk kez Etrüskler zamanında ‘lazanya’ kelimesi kullanılmıştır. Roma medeniyetinde yapılan taze makarna (*lagana*) ve kurutulmuş makarnanın (*tractae*) Etrüsk medeniyetinde yapılandan biraz farklı olduğu bilinmektedir. Romalılar, makarnalık durum buğdayına, şeffaf-camsı, parlak anlamına gelen “rutilum” kelimesini kullanmışlardır. Orta Çağ’ın başlarında Arap coğrafyacı Idrisi’nin 1154 yılında tamamladığı “The Book for People Who Enjoy Travelling Around the World” kitabında şu an tükettiğimiz makarnaya benzer üründen ‘itriyah’ ismi ile bahsedilmiştir. Çin’de makarnanın kullanımı daha eskilere dayanmakta ve MÖ 1700 yıllarında Çin’de makarnanın tüketildiği bilinmektedir. M.S. 1200’lü yıllarda Ortadoğu’da “rişta”, Hindistan’da “sevika” adı verilen yemeklerin İtalyanların spagetti makarnasının benzeri olduğu bildirilmiştir. Makarnanın Avrupa’ya gelişinin Marco Polo’nun Asya seferinden döndükten sonra olduğu ve hatta gemisindeki mürettebatın makarnayı Çinlilerden öğrendiği bildirilmiştir. Ancak çok daha önceleri İtalya’nın Sicilya şehrinde makarna yapıldığı bilinmektedir. Japonlar, Korelilerin kendi geleneksel ürünü olan ve “noodles” olarak adlandırılan ev yapımı erişteyi 12. yüzyılda öğrenmişlerdir. Ev yapımı erişte, Orta Asya’da göçebe Türkler tarafından da tüketilmiştir. Anadolu’nun pek çok coğrafyasında halen kışlık erzak olarak farklı yöntemler ile erişte hazırlama geleneği devam etmektedir. Sonuç olarak makarnanın birçok medeniyette tüketildiği ve farklı şekillerde üretildiği görülmektedir (Agnesi, 1998).

İrmik (semolina) kelimesi ise ilk defa 1548 yılında beyaz undan yapılan makarnadan ayırt etmek için daha pahalı makarnaların hammaddesi anlamında kullanılmaya başlanmıştır. “*Al dente*” pişirilmiş makarnanın domates sosu ile tarifi ilk

defa 1839 yılında Ippolito Cavalcanti'nin "*Cucina Teorico Pratica*" isimli kitabında "*Vermicelli con lo pomodoro*" ismiyle yayınlanmıştır. Modern anlamda ilk makarna karıştırma ve ekstrüder makinesinin patenti Renato Rovetta tarafından 1911 yılında alınmıştır. Makarna zamanla gelişen irmik öğütme teknolojisinin kullanımıyla daha modern bir hale gelmiştir. Özellikle II. Dünya Savaşı'ndan sonra vakumda karıştırma teknolojisi, teflon ekstrüder çıkışlarının icadı, yüksek sıcaklıkta kurutma teknolojisi ve tam elektronik kontrollü makarna fabrikaları makarna üretimini tamamen değiştirmiş ve insanların daha kaliteli makarna tüketmesini sağlamıştır. 1960'larda ABD'de yapılan bilimsel araştırmalar ile Akdeniz Diyeti'nin (Mediterranean Diet) sağlıklı beslenme için gerekliliği belirtildikten sonra makarnanın beslenme için önemi daha da artmıştır (Agnesi, 1998).

### 2.1.1 Makarna ve Beslenmemizdeki Önemi

Buğdayın 2000 yıllık bir evrimi sonucunda yabani atalarından başlayarak [Siyez (*Triticum monococum*) ve Gernik (*Triticum dicocum*)] günümüz endüstrisinin kullandığı makarnalık buğday (*Triticum durum*) ve ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum*) türleri ortaya çıkmıştır (Köten, 2010). Makarnalık buğdaylar (*T. durum*) tetraploid ( $4n=4 \times 7=28$ ; AABB genomlu) olup kalite özellikleri ve kullanım alanları bakımından hekzaploid ( $6n=6 \times 7=42$ ; AABBDD genomlu) *T. aestivum* ve *T. compactum* buğdaylarından çok farklı ve özel bir konuma sahiptir. Makarnalık buğdayların dünyada başlıca kullanım alanı makarna üretimi için gerekli irmik endüstrisidir. Makarna üretimi yanında Türkiye, Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde bulgur, kuskus ve çeşitli ekmeklerde de kullanılmaktadırlar (Güleç vd., 2010). Makarna, düşük maliyetli oluşu, kullanım ve pişirme kolaylığının bulunması, depolama kolaylığı ve uzun raf ömrü özelliklerinden ötürü dünyada oldukça popüler bir tahıl ürünü olmuştur. Tüketimi, temel gıda olarak kabul edilen Akdeniz diyeti rehberleri tarafından tavsiye edilmektedir (Sicignano vd., 2015).

Türkiye'de ev yapımı erişte olarak başlayan makarnanın serüveni 1922 yılından itibaren sanayileşmesi ile hızlanmıştır. Zamanla küçük ölçekli işletmeler yerini yavaş yavaş yüksek kapasiteli modern fabrikalara bırakmıştır. İlk makarna tesisi İzmir'in Bayraklı semtinde kurulmuş olup Türkiye'de üretim 1950'lere kadar küçük kapasiteli tesislerde yapılmıştır (Köten vd., 2014). Makarna sanayi önemli ve stratejik bir üretim alanıdır. Ülkemizde faaliyet gösteren 24 büyük üreticinin üretim kapasitesi 2 milyon ton olup, 2017 yılı itibarıyla 1 milyon 754 bin ton üretim

gerçekleşmiştir. Türkiye bu üretim kapasitesiyle dünyanın üçüncü büyük üreticisi, ikinci büyük ihracatçısıdır. İhracatımız 2017 yılında 1 milyon 55 bin ton, iç tüketimimiz ise 703 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Yine aynı yıl makarna üretimi 14,6 milyon ton olup yaklaşık 9 milyar dolar değerinde makarnanın ticareti yapılmıştır. Ülkemiz makarnalık buğday üretiminde dünya sıralamasında 4'üncü olup 2017 itibarıyla 3,9 milyon tonluk üretim gerçekleştirmiştir. Yıllık kişi başı makarna tüketimi 2017 yılında 8,7 kilografa yükselmiş olup önümüzdeki 5 yıllık süreçte tüketimin 10 kilografa çıkması hedeflenmektedir (Külahçıoğlu, 2018).

TÜİK verilerine göre durum buğdayı üretimi 2007-2008 yılında 2.709.000 ton iken 2016-2017 yılında 3.620.000 tona yükselmiştir. Kişi başına tüketim 2007-2008'de 26 kg iken 2016-2017 yılında 21 kg'a düşmüştür. En fazla tüketim 2010-2011 yılında 32,8 kg'a kadar çıkmıştır. İhracat açısından bakıldığında 2007-2008 'de 357.292 ton, 2016-2017 yılında ise 2.049.521 ton olmuştur. Durum buğdayı ithalatı 2007-2008 senesinde 32.911 ton iken 2016-2017'de 637.834 tona yükselmiştir (TÜİK, 2018).

Günümüzde tüketicilerin sadece açlıklarını gidermek ve gerekli besinleri sağlamaları değil aynı zamanda beslenmeyle ilgili hastalıkları önlemeleri ve fiziksel ve zihinsel sağlıklarını iyileştirmeleri de amaçlanmaktadır. Tüketiciler arasında makarnanın çekiciliği bu gıda ürününü fonksiyonel gıda üretimi için potansiyel bir destekleyici yapmıştır (Özyurt vd., 2015). Makarna günlük protein ve karbonhidrat gereksinimini karşılayan tam anlamıyla saf bir gıdadır. Formülasyonunda sadece irmik ve su bulunur. Makarna kolay ve uzun süre muhafaza edilen yarı hazır bir gıda maddesidir. Makarna pişirilerek yenen bir gıda olduğu için pişirmeyle, çiğnenmesi, sindirilirliği ve lezzeti yani tadı ve kokusu artmaktadır. Makarna %74-77 oranında karbonhidrat içerir ve önemli bir enerji kaynağıdır. Makarna özellikle nişasta bakımından önemli bir karbonhidrat kaynağıdır. Pişmemiş 100 g makarna 353 kcal (1478 kJ) enerji sağlamak ve yaklaşık 68,1 g nişasta, 4,2 g serbest şeker, 2,7 g besinsel lif, 10,9 g protein ve 1,4 g ham yağ içermektedir. Makarna, eksiklikleri sıkça görülen tiamin, niasin, riboflavin, folik asit, pantotenik asit vitaminlerinin ve demir ve magnezyum gibi minerallerin günlük ihtiyacının ortalama %20'sini karşılayabilir. ABD'de makarna vitamin ve mineral bakımından zenginleştirilmektedir. Lisin ve metiyonin aminoasitleri hariç makarna proteince de oldukça zengindir. Bir porsiyon makarna günlük esansiyel aminoasit ihtiyacının %50'sini karşılayabilir. Makarna proteini %96 oranında sindirilebilmektedir (Demirkol ve İçöz, 2002; Giacco vd., 2016).

Tam tahıllı 100 g makarnanın daha az kalori içerdiği (324 kcal, yaklaşık 1356 kJ) ve daha fazla besinsel lif sağladığı (~6 g ) ve geleneksel rafine makarnadan %25 daha fazla protein içerdiği ifade edilmiştir. Tam tahıllı makarna mükemmel bir B vitamini ve demir kaynağıdır ve antioksidan özelliklere sahip bir mikro besin elementi olan selenyumunu yüksek miktarda içerir. Tam tahıllı makarna aynı zamanda kayda değer düzeyde  $\alpha$ -linolenik asit içerir. En yaygın olarak üretilen tam tahıllı makarnalar tam buğdaydan, kahverengi pirinçten veya karabuğdaydan yapılmaktadır, bunlara ilaveten kinoa pseudo-tahıllı, spelt ve kamut buğdayları da kullanılabilir. Tam buğday ürünlerinin antioksidan kapasitesinin ise oldukça yüksek olduğu ve porsiyon bazında meyve veya sebzeler ile aynı düzeyde olduğu ifade edilmiştir (Hirawan vd., 2010; Giacco vd., 2016).

### 2.1.2 Makarnalık Buğday ve Makarna Kalitesi

Durum buğdayı (*Triticum durum*) eşsiz renk, lezzet ve pişme kalitesi sebebiyle makarna ürünleri için en iyi hammaddedir. Durum buğdayından üretilen makarna parlak sarı bir renge sahiptir ve pişirildikten sonra sertliğini korur, dağılma ve yapışmaya karşı dirençlidir. Her makarnalık buğdaydan üretilen irmik iyi makarna vermez; pek çok değişken makarna teknolojisinde rol oynamaktadır. Birçok araştırmacı, özellikle irmik gluteninin miktarı ve kalitesinin makarnanın pişirme kalitesi için önemli olduğunu ortaya koymuştur. Makarnalık buğday çeşidinin makarna ürünlerine uygunluğu büyük ölçüde tohum protein miktar ve kalitesi ile alakalıdır (Aalami vd., 2007a).

Sert buğdayın yüksek gluten içeriği ekmek ve diğer fırıncılık ürünlerinin üretimine olanak veriyorsa, makarnalık buğdayın oldukça sert-camsı endosperm yapısı, yüksek protein miktar ve kalitesi ve ayrıca endospermde bulunan  $\beta$ -karoten renk pigmenti en iyi kalitede makarna üretimine olanak vermektedir. Çok nadir olarak buğday unu veya farinası makarna üretiminde kullanılmakla birlikte durum buğday irmiği spagetti makarna ve diğer makarna ürünlerinin üretimi için tercih edilmektedir (Hirawan vd., 2010). Makarnalık buğdayların hektolitreye ağırlığı irmik verimi üzerine etkili olmaktadır. Birinci sınıf makarnalık buğdayların hektolitreye ağırlığı 80 kg/hL ve üzeri; ikinci sınıf makarnalık buğdayların hektolitreye ağırlığı 78 kg/hL ve üzeri; üçüncü sınıf makarnalık buğdayların hektolitreye ağırlığı 76 kg/hL ve üzeri olarak ifade edilmiştir (Sözen ve Yağdı, 2005). Makarnalık buğdayda camsılık oranı yüksek makarnalık tanelerin irmik öğütme verimi ve makarna kalitesi de

yüksektir. Camsı makarnalık taneler, protein matrisinin ve nişasta granüllerinin kompakt yapısı sebebiyle camsı ve yarı saydam görünürler. Camsı olmayan veya unlu taneler nişasta granülleri arasındaki hava boşluklarından dolayı opaktır. Camsı olmayan tanelerin irmik verimi üzerine olumsuz etkisi vardır (Sissons vd., 2000).

İrmik parçacık büyüklüğü makarna yapımında kilit bir kalite faktörüdür. Geleneksel öğütme şemaları altında, irmikteki partikül büyüklüğü dağılımı 150-500 µm arasında tanımlanmakla birlikte çoğunlukla 250-350 µm arasındadır. Günümüzde karıştırma ve yoğurma süresini azaltmak ve ekstrüde edilmiş hamurun homojenliğini artırmak amacıyla büyük ölçekli üretim tesislerinde küçük partikül iriliği (<300 µm) tercih edilmektedir (de Noni ve Pagani, 2010; Sicignano vd., 2015). Yapılan bir çalışmada makarnalık buğday hektolitreye ağırlığı, 1000 tane ağırlığı, protein içeriği ve irmik öğütme kalitesi (iriliği) arasındaki ilişkiyi incelemek için 174 adet durum buğdayı kullanılmıştır. Protein içeriği ve 1000 tane ağırlığı arasındaki korelasyon dışındaki tüm korelasyonlar anlamlı bulunmuştur. Yüksek hektolitreye ağırlığına ve 1000 tane ağırlığına sahip numuneler için maksimum öğütme verimi elde edilmiştir. Araştırmada nişasta içeriği arttıkça protein içeriği ve sarı pigment içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir (Matsuo ve Dexter, 1980). Makarnanın genel kalitesi esas olarak, protein ve nişasta fraksiyonunun özelliklerinden, ekstrüzyon koşullarından, kurutma ve pişirme sırasındaki koşullardan etkilenir. Meydana gelen taze makarna, çatlak ve boşluk içermeyen bir yapı oluşturmak için nişasta granüllerini saran bir protein ağına sahip olmalıdır (Bozkurt, 2012). Protein matrisi, pişirme sırasında nişasta granüllerini yakalar dolayısıyla makarnanın özel yapısını oluşturarak pişirme suyuna geçen madde miktarını ve yüzey yapışkanlığını azaltır. Protein miktarı düşük irmikten, zayıf ve son derece kırılğan makarna elde edilir. Yüksek proteinli irmikten üretilen makarnanın pişirilmesi sırasında protein esnekliği sağlar ve nişastanın dağılmasını önleyerek pişirme kaybını azaltır, makarna tekstürünü iyileştirir ve ayrıca aşırı pişirmede sertliği daha iyi muhafaza eder bu da daha az yüzey yapışkanlığı ile sonuçlanır (Sicignano vd., 2015).

Makarna tebliğinde (T GK Makarna Tebliği, 2005) *Triticum durum* buğdayından üretilmiş irmikten elde edilen sade makarna, tam buğday makarnası, çeşnili makarna, zenginleştirilmiş makarna, vitamin ve mineral ilaveli makarna ve güçlendirilmiş makarna tanımlamaları yer almaktadır. Buna göre, sade makarna durum buğdayından üretilen irmiğe su katılıp tekniğine uygun yoğurularak hazırlanan hamurun, şekillendirilip kurutulması ile elde edilen ürün olarak tanımlanmıştır. Tam buğday makarnasında tam buğday irmiği kullanılmaktadır. Çeşnili makarna üretiminde, durum buğday irmiğine et ve et ürünleri, yumurta, süt

ve süt ürünleri, sebze, baklagil ve unları, *Triticum aestivum* ve *Triticum compactum* buğday ürünleri dışında diğerk tahıl ürünleri ve lifleri, baharat ile tat vericiler ve benzerleri ilave edilmektedir. Zenginleştirilmiş makarna üretiminde durum buğday irmiğine tiamin, riboflavin, niasin, folik asit, demir karışımı ve/veya D vitamini ve/veya kalsiyum katılmaktadır. Güçlendirilmiş makarna ise zenginleştirilmiş makarna için belirlenen vitamin ve minerallerin üst sınır değerlerine protein ilave edilmektedir. Vitamin ve mineral ilaveli makarnada ise durum buğday irmiğine vitamin ve mineral katkısı yapılmaktadır (TGK Makarna Tebliği, 2002).

Makarna kalitesinin tayininde en geçerli yöntemlerden birisi pişirme testidir. Sabit sıcaklıkta belli süre pişirilen makarnaların gösterdiği ağırlık artışı, pişme suyuna geçen madde miktarı, hamurlaşma ve yapışkanlık özellikleri kalitenin tayin edilmesinde önemli kriterlerdir (zkaya vd.,1984). Makarnalarda suya geçen madde miktarının %6'dan düşük olması kalitenin 'çok iyi', %6-8 olması kalitenin 'iyi' ve %8'den yüksek olması ise kalitenin düşük olduğunu göstermektedir (Köksel vd., 2000). Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği (2002)'ne göre sade makarnada suya geçen madde miktarı kuru madde esasına göre en çok %10 olmalıdır. İyi kalitede bir makarna ağırlığının en az 2 katı kadar su absorbe etmeli ve hacminin 3-4 katı kadar da şişme özelliği göstermelidir (Köten vd., 2014).

Yapılan bir çalışmada, katkılı makarnaların dışındaki makarnaların protein ve kül miktarlarının, yapıldığı irmiğe yakın değerlere sahip olduğu ifade edilmiştir. Buna göre, makarna yapımında kullanılan irmiklerin protein miktarlarının %11,5–13, kl miktarlarının %0,55–0,75 arasında bulunmasının kalite açısından fazla bir problem yaratmadığı bildirilmiştir. Makarnada pişme kalitesini belirleyen başlıca faktörlerden birinin protein miktarı ve kalitesi olduğu; yüksek proteinli irmiklerin yoğurma sırasında homojen olarak su absorbe ettiği, elastik yapıda ve dayanıklı makarna verdiği ve sonucunda pişme kalitesinin arttığı söylenmiştir (ztrk, 2007). Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği (2002)'ne göre sade ve zenginleştirilmiş makarnaların protein miktarı kuru maddede en az %10.50, tam buğday makarnasının protein miktarı kuru maddede en az %11 olmalıdır (Nx5.7). Tam buğday makarnasında kül miktarı ise kuru maddede en çok %2 olmalıdır (TGK Makarna Tebliği, 2002). Makarna pişme kalitesini değerlendirmek için yapılan analizlerden birisi toplam organik madde (TOM) analizidir. TOM analizi, pişmiş makarnanın yüzeyinde bulunan ve yıkama suyuna geçen nişasta ve diğerk organik maddelerin belirlenmesi esasına dayanır. TOM değerleri incelenirken 2,1 g/100 g üzeri düşük kaliteli, 1,4-2,1 g/100 g arası iyi kaliteli, 1,4 g/100 g'den az olan makarnalar çok iyi kaliteli makarna olarak ifade edilir. TOM değeri makarna yapışkanlığı ile yakından ilgilidir (D'Egidio

vd., 1982; Fares ve Menga, 2012; Köksel vd., 2000; Köten vd., 2014; Bustos vd., 2015).

Sertlik, yoğun sarı renk ve fındık tadı durum buğdayının eşsiz bir yeme kalitesinde makarna elde etmek için en önemli özellikleridir. Makarnalık hamurun reolojik özelliklerinin belirlenmesinde nişastanın rolü bazen glutenin rolü ile karşılaştırıldığında hafife alınmaktadır. Bununla birlikte nişasta granüllerinin yüzey özellikleri, protein-nişasta etkileşiminin tipini ve makarnanın viskoelastik davranışını etkileyebilmektedir (Sicignano vd., 2015). Makarnalık buğdaylardan elde edilen irmik/un genellikle ekmeklik buğdaydan daha yüksek protein içeriğine ve daha yüksek yaş ve kuru gluten içeriğine sahiptir. Ancak çok daha düşük bir sodyum dodesil sülfat sedimantasyon (SDS) değeri verirler. Bu sebeple durum buğdayı gluten kuvvetinde çok daha zayıf olma eğilimindedir. Farinograf testlerinde durum unları genellikle öğütme sırasındaki yüksek zedelenmiş nişasta miktarları sebebiyle ekmeklik buğday unlarına göre daha yüksek su absorpsiyon değerleri verir, ancak daha kısa hamur gelişme süresi ve yüksek bir yoğurma tolerans sayısı gösterirler. Ayrıca, makarnalık unlar alveograf ve ekstensograf testleriyle değerlendirildiğinde ekmeklik buğday unlarına göre daha düşük reolojik özellikler göstermiştir. Bu reolojik özelliklerin tümü durum buğdayının genel olarak ekmeklik buğday hamuruna kıyasla çok zayıf olduğunu ve elastik olmadığını göstermiştir (Liu vd., 1996).

Makarnalık buğday (*Triticum durum*) irmiğinin rengi makarna üretimi açısından önemli bir kalite faktörüdür. Tüketiciler tarafından kahverengi veya krem rengi yerine sarı kehribar rengi genellikle tercih edilir. Sarılık derecesi, öğütme yöntemi ve pigmentlerin kimyasal yapısının yanı sıra makarnalık buğdayın çeşidi, yetiştirme koşulları gibi faktörlerden etkilenmektedir (Hentschel vd., 2002). Makarnalık buğdayda yüksek oranda sarı pigment olması makarnanın renk kalitesinin yüksek olması anlamına gelmez. İşleme sırasında makarnanın renginde meydana gelen bozulmalar başlıca lipoksijenaz (LOX), ayrıca peroksidaz (POD) ve polifenol oksidaz (PPO) enzim aktivitelerinin bir sonucudur. POD aktivitesi yüksek çeşitlerden yapılan makarna ürünlerinde işleme sırasında istenmeyen kahverengimsi bir renk geliştiği görülmüştür (Aalami vd., 2007b). Parlak sarı makarna ürünlerinin üretimi için yüksek pigment içerikli (başlıca sarı karotenoidler) ve düşük LOX aktivitesine sahip durum buğdayları tercih edilmektedir. Endospermin sarı pigment konsantrasyonu ksantofillerin ve diğer ilgili bileşiklerin varlığı yüzünden önemli bir kalite özelliğidir. Durum buğdaylarının  $\beta$ -karoten cinsinden belirlenen pigment miktarı 4,0-8,0 mg/kg arasında değişmektedir (Bozkurt, 2012; Köksel vd., 2000).



Spagetti pişme kalitesini tam olarak değerlendirebilmek için çeşitli faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu faktörler sertlik, esneklik, yüzey yapışkanlığı, pişirme toleransı, su absorpsiyon derecesi ve pişme kaybıdır. Yapılan bir çalışmada, spagetti düşük ve yüksek sıcaklıkta kurutulmuş ve yapışkanlık, sertlik ve pişme kaybı incelenmiştir. Yüksek sıcaklıkta kurutulan spagetti genellikle daha az yapışkan, esnekliği, sertliği daha iyi ve düşük sıcaklıkta kurutulan spagettiden daha düşük pişirme kaybı sergilemiştir. Yapışkanlık; makarnalık buğdayın çeşiti, irmik partikül büyüklüğü ve protein içeriğinden etkilenmiştir. Yapışkanlığın; pişirme kaybı, pişmiş ağırlık, su absorpsiyon derecesi, esneklik ve sertlik ile ilişkisi anlamlı bulunmuştur (Dexter vd., 1983a).

Pişmiş makarnanın genel kalitesinin değerlendirilmesinde tekstürün başlıca kriter olduğu kabul görmüştür. Makarna pişme kalitesinin uygun şekilde değerlendirilmesi elastikiyet, sertlik, yüzey yapışkanlığı, pişirme toleransı, su absorpsiyonu ve pişme kaybı gibi birçok faktörün dikkate alınması gerektiği bildirilmiştir. Makarna pişme kalitesini tahmin etmede duyu analizler yapılabilir ancak çok sayıda örneğin değerlendirilmesi gerektiğinden zaman alıcıdır ve pratik değildir. Makarna kalitesini tahmin eden birçok yöntem geliştirilmiştir (Edwards vd., 1993). Ayrıca, D'Egidio vd. (1982) tarafından spagetti yapışkanlığının, hacminin ve sertliğinin belirlenmesinde kimyasal bir test olan toplam organik madde miktarı testi geliştirilmiştir.

California Wheat Commission (ABD), sertlik değeri 6,0 g.cm'den fazla olan makarnaları 'iyi'; 5,0-5,9 g.cm arasındaki makarnaları 'orta'; 5,0 g.cm altındaki makarnaları ise 'zayıf' kalitede olduğunu bildirmiştir (www.californiawheat.org, 2019). Manthey ve Schorno (2002) durum irmiği ve tam buğday spagettilerinin düşük ve yüksek sıcaklıklarda (40°C ve 70°C) kurutulduktan sonra mekanik dayanımını (*mechanical strength*) incelemiştir. Normal irmikten yapılan ve yüksek ve düşük sıcaklıklarda kurutulan spagettilerin mekanik dayanımı sırasıyla 1,58 ve 1,47 g.cm bulunurken, tam buğdaydan yapılan ve yüksek ve düşük sıcaklıklarda kurutulan spagettilerin mekanik dayanımını ise sırasıyla 0,49 ve 0,59 g.cm olarak tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar, düşük ve yüksek sıcaklıklarda (40°C ve 70°C) kurutulduktan sonra durum irmiğinden yapılan spagettinin sertliğini (*firmness*) sırasıyla 8,4 ve 8,4 g.cm, tam buğdaydan yapılan spagettilerin sertliğini ise sırasıyla 8,0 ve 7,5 g.cm olarak tespit etmişlerdir.

Hammaddenin özellikleri ve kurutma koşullarının da makarnanın tekstürel özelliklerini etkilediği ifade edilmiştir (Zweifel vd., 2003). Son 20 yılda yüksek sıcaklıkta (60-100° C) kurutma, düşük sıcaklıkta (40-50 °C) kurutmanın yerini

almıştır. Yüksek sıcaklıkta kurutmanın başlıca avantajları mikrobiyolojik olarak gıda güvenliğini sağlaması, daha yüksek verimlilik ve geliştirilmiş tekstürel özelliklerdir. Ayrıca, kurutma ve pişirme sırasında protein ve nişastadaki değişimlerin araştırılmasını teşvik etmiştir. Tekstürün yanı sıra makarnanın rengi de yüksek sıcaklıkta kurutmadan etkilenir. Yüksek sıcaklıkta kurutma kırmızı-kahverengi rengin meydana gelmesini teşvik etmekte; melanoidinlerin oluşumu ise ileri Maillard reaksiyonu sonucunda ortaya çıktığı söylenmiştir (Zweifel vd., 2003).

Makarnanın duyu analizinin diğer gıdalarda olduğu gibi standartlaştırılması gerektiği ifade edilmiştir (Bustos vd., 2015). En yaygın olarak kullanılan duyu analiz, tüketicilerin kabul edilebilirlik testi için hedonik bir ölçekte değerlendirilen özellikler 1'den 9'a kadar olan puanlardır ve puanlar kalite arttıkça artar. Makarna ürünlerinde değerlendirilen başlıca duyu özellikler; yapışkanlık, hacim artışı, sertlik/esneklik ve renktir. Sertlik, makarnayı dişlerle kesmek için uygulanan kuvvet olarak değerlendirilir. Yapışkanlık ise numuneyi dil, diş ve/veya parmak arasından ayırmak için gereken kuvvetin bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Tekstür analizi için özel tekstür analiz cihazlarına ve bu cihaz üzerinde eğitilmiş personele ihtiyaç olduğu ifade edilmiştir (Bustos vd., 2015).

Tam buğday ürünleri normal rafine edilmiş olanlara göre daha fazla vitamin, mineral, antioksidan ve besinsel lif içerir. Bu bileşenlerin miktarı, rafine edilmiş tahıllara kıyasla %75 daha fazla olabilir. Serum lipit düzeyi ve düşük yoğunluklu lipoprotein miktarı, kardiyovasküler hastalık faktörleridir ve kuzey ülkelerine göre, yüksek miktarda makarnanın tüketildiği İtalya'nın Napoli şehrindeki insalarda daha az rastlandığı rapor edilmiştir (Hirawan ve Beta, 2014). Tam tahılın tanımı "geleneksel olarak tüketilen referans miktarına göre ağırlıkça %51 veya daha fazla tam tahıllı madde(ler) içeren gıdalar (RACC: Reference Amount Customarily Consumed)" olarak açıklığa kavuşturulmuştur. Başka bir deyişle içerik listesinde tam buğday, yulaf, arpa, çavdar ve darı gibi bir tahılın en az %51 oranında olması gerekmektedir (Hirawan ve Beta, 2014). Kanada'da buğdayın öğütülmesi farklı tane kısımlarının ayrılması ve daha sonra tam buğday unu için; kek ve hamur işleri ve çok amaçlı beyaz unlar da dahil olmak üzere spesifik un türleri için, yeniden kombine yani fraksiyonların birleştirilmesi şeklinde elde edilir. Tüm fraksiyonlar orijinal taneye benzer oranlarda kullanılıyorsa ürün tam tahıl unu olarak tanımlanır. Tam tahıllı un ve tam buğday unu farklı ürünlerdir. Kepek ve rüşeymin (embriyo) %5'i acılaşmayı (rancidity) azaltmak ve tam tahıllı unun raf ömrünü uzatmak için çıkarıldığında tam buğday unu haline gelmektedir. Tam tahıllı un ve tam buğday unlarının tanımları, tam tahıllı veya tam buğdayı belirlemek için eklenmesi gereken

tahıl tanesini belirtmektedir. Ancak nihai üründe tam tahıllı un veya tam buğday unu olarak adlandırılması için bulunması gereken bu fraksiyonların miktarları belirtilmemiştir (Hirawan ve Beta, 2014).

Manthey ve Schorno (2002) farklı durum buğdayı çeşitlerinin tam buğday unu şeklinde öğüttükten sonra çeşitlerin spagetti makarna hamuru oluşturma özellikleri, kurutma koşulları, fiziksel özellik ve pişirme kalitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Durum buğdayı çeşitlerinin makarna hamuru özellikleri üzerine etkilerinin benzer olduğu görülmüştür. Tam durum buğdayından yapılan makarna hamurunun zayıf ve stabilitesinin düşük olduğu görülmüştür. Tam buğday spagettisi kontrol makarnasına göre çok yumuşak, kırmızımsı kahverengi bir yüzeye sahip olduğu, kontrol spagettisinin ise yarısaydam ve sarı renkli ve sert özellik gösterdiği ifade edilmiştir. Tam buğday spagettisinde kırmızımsı kahverengi renk yüksek sıcaklıkta kurutma (70 °C) ile artmıştır. Kontrol ve tam buğday spagettilerinin mekanik kuvveti ve pişme kalitesi kuruma sıcaklığına ve çeşidine göre farklılık göstermiştir. Tam buğday spagettisinin düşük mekanik mukavemete ve pişme sertliğine ve daha fazla pişirme kaybına sahip olduğu görülmüştür. Tam buğday spagettisinin mekanik mukavemetinin yüksek sıcaklıkta (70 °C) kurutmadan sonra azaldığı tespit edilmiştir. Tam tersine kontrol makarnasının mekanik kuvveti yüksek sıcaklıkta kurutulduğunda daha fazla olduğu görülmüştür. Yüksek sıcaklıkta kurutulmuş tam buğday ve geleneksel spagettiler, düşük sıcaklıkta kurutulmuş spagettilerden daha az pişirme kaybına sahip olmuştur (Manthey ve Schorno, 2002).

## 2.2 Kavuzsuz Arpa ve Gıdalarda Kullanımı

Arpa (*Hordeum vulgare* L.); buğday (*Triticum monococcum/dicoccum*), bezelye (*Pisum sativum*), mercimek (*Lens culinaris*), keçi (*Capra aegagrus hircus*), koyun (*Ovis aries*) ve sığır (*Bos taurus*) gibi evcil hayvanlar ile birlikte yaklaşık 10.000 yıl öncesinde, Orta Doğu'nun Bereketli Hilal (Mezopotamya)'inde ilk kültüre alınan tarım ürünlerindedir. Arpa, muhtemelen ilk önce insan gıdası olarak kullanılmış ancak kısmen buğday ve pirincin önündeki tüketim artışına bağlı olarak daha çok hayvan yemi veya biracılık endüstrisi için malt üretiminde kullanılmaya gelmiştir. Son zamanlarda arpa mahsulünün yaklaşık üçte ikisi hayvan yemi, üçte biri biracılık maltı ve yaklaşık %2'si doğrudan insan gıdası için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, tarih boyunca aslen Asya ve Kuzey Afrika'daki bazı kültürler için önemli bir besin kaynağı olarak kullanılmıştır (Baik ve Ullrich, 2008). Yem ve malt

sanayinin en önemli hammadde kaynağı olan arpa, 2 milyar tonu aşan dünya tahıl üretiminde, 140 milyon tonu bulan üretim miktarıyla, mısır, buğday ve pirinçten sonra dördüncü sırada yer almaktadır. Türkiye, arpanın önemli gen merkezlerinden birisi olmasının yanı sıra Dünya'nın da en büyük 10 arpa üreticisi arasında yer almaktadır (Miller Magazin, 2017). TÜİK verilerine göre 2016-2017 yılında arpa üretimi 6.700.000 tonla buğdaydan sonra 2. sırada yer almıştır (TÜİK, 2018).

Üretimi yapılan arpalar sıra sayısına göre iki ve altı sıralı arpalar olup, başak ve tane yapısı (uzunluk, genişlik, kalınlık) yönünden farklılıklar gösterir. Arpanın bin tane ağırlığı 35-48 gr, hektolitre ağırlığı ise 66-68 kg arasında verilmektedir (Geçit ve İkincikarakaya, 2018). Arpa ve yulaf (*Avena sativa* L.) taneleri buğdaydan farklıdır çünkü kavuzlarıyla hasat edilirler. Ortalama arpa tanesi yaklaşık 35 mg ağırlığındadır. Kavuzun hemen altında aynı buğday gibi arpa ve yulaf tanesi kepek, embriyo ve endospermden meydana gelir. Arpa ve yulaf çeşitlerinin bazıları tıpkı buğday taneleri gibi kavuzsuzdur ve çıplak veya kavuzsuz tip olarak bilinir. Bu çeşitler fonksiyonel gıda ürünü geliştirmede tercih edilmektedir, çünkü kavuzlu arpalar odunumsu, yüksek derecede lifli tanelerdir ve işlemede zorluklar yarattığından insan tüketimi için tercih edilmemektedir (Sidhu vd., 2007). Tam arpa tanesi yaklaşık %65-68 nişasta, %10-17 protein, %4-9  $\beta$ -glukan, %2-3 serbest lipitler ve %1,5-2,5 mineral maddelerden meydana gelmektedir. Toplam besinsel lif oranı %11-34 ve çözünür besinsel lif oranı % 3-20 kadardır. Kavuzsuz veya çıplak arpa tanesi ise %11-20 toplam besinsel lif içerirken bunun %11-14 çözünmeyen besinsel lif ve %3-10'u çözünür besinsel liftir (Baik ve Ullrich, 2008). Arpadaki başlıca çözünür besinsel lif (1-3)(1-4)  $\beta$ -D-glukan'dır ve (1-3)(1-4)- $\beta$ -D-glukanların yaklaşık %75'i endospermden ve %25'lik kısmı ise aleuron tabakasında yer almaktadır (Wirkijowska vd., 2012). Tahıllar (1-3)(1-4)- $\beta$ -D-glukanları buğdayda %1, yulafta %3-7 ve arpada %5-11 arasında içermektedir (Cleary ve Brennan, 2006). Kavuzlu arpada  $\beta$ -glukan içeriği %3-7 iken, kavuzsuz arpada %16'ya kadar çıkabilmektedir (Yalçın vd., 2006). Tahıllarda bulunan  $\beta$ -glukan miktarı; hasat öncesi ve sonrası işlemler yetiştirme koşulları, genetik özellikler ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Yalçın vd., 2007). Arpa endospermi prolamin (hordeinler) depo proteinlerince zengindir. Hordeinler orta derecede besinsel kaliteye sahiptir, protein etkinlik oranı (*protein efficiency ratio*) ortalama 2,04'tür. Yüksek lizin içerikli mutant çeşitler, normal lizin miktarına sahip çeşitlerden %2-3 daha fazla lizin içerirler, örneğin normal çeşitler %3 lizin içerirken, mutant çeşitler %5-6 lizin içerirler. Bu mutant çeşitler yaklaşık %20'ye varan protein içerirler (Baik ve Ullrich, 2008). Hordein fraksiyonu özellikle glutamin ve prolin amino asitleri

bakımından zengindir ve lizin amino asiti bakımından ise fakirdir (yaklaşık %0.8), fakat globulin ve glutelin fraksiyonları lizin amino asiti bakımından zengindir (yaklaşık %5).

Kavuzsuz arpa kavuzuyla yetişmektedir. Hasat edilirken kavuzu düşmektedir. Kavuzsuz arpanın kavuzlu arpaya göre teknolojik avantajı çok az bir temizlemeyle işlemeye hazır hale getirilmesidir (Yalçın vd., 2006; Baik ve Ullrich, 2008). Kavuzsuz arpa genellikle daha yüksek ham protein içeriğine sahiptir. Ayrıca, kavuzsuz arpa, kavuzlu arpaya göre daha yüksek sindirilebilir enerji değerine sahiptir (Helm vd., 2004). Tüm bu özelliklerinden dolayı kavuzsuz arpa popüler bir tahıl ürünü haline gelmiştir. Bhattı (1999), düşük veya yüksek  $\beta$ -glukan içerikli, düşük veya yüksek ekstrakt viskoziteli ve normal veya düşük amilozlu (%0-5) yani mumsu (waxy) kavuzsuz arpaların ticaretinin yaygın olarak yapıldığını ifade etmiştir. Özellikle mumsu nişasta yapısına sahip kavuzsuz arpaların içerdiği yüksek miktardaki  $\beta$ -glukandan dolayı gıda endüstrisinin kavuzsuz arpaya olan talebi artmıştır. İki sıralı çeşitlerin iri taneli olması, beyaz renkli aleuron tabakasına ve yumuşak endosperm tekstürüne sahip olması kavuzsuz arpaların gıdalarda kullanımı için ideal özelliklerdir. Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve İsveç'te yapılan araştırmalarda, kavuzlu ve kavuzsuz arpaların kimyasal kompozisyonu karşılaştırılmış; kavuzsuz arpanın daha fazla protein (%13-18), nişasta (%60-74), toplam  $\beta$ -glukan (%4-8), çözünebilen  $\beta$ -glukan (2,9-3,1) içerdiği ifade edilmiştir. Kavuzlu tanelerin ise toplam besinsel lif, lignin, selüloz ve pentozanlar bakımından daha zengin olduğu ifade edilmiştir (Bhattı, 1999).

Besinsel lifli gıda bileşenleri ile düşük kalorili, düşük kolesterol ve yağ içerikli sağlıklı gıdalar üretilebileceği bildirilmiştir. Amerikan Food & Nutrition Board ile Institute of Medicine'in 2001 yılında yayınladığı tavsiyelerine göre günlük ortalama besinsel lif gereksinimi 50 yaşından genç kadınlar için 25 g, 50 yaşından büyük kadınlar için 21 g; 50 yaşından genç erkekler için 38 g, 50 yaşından büyük erkekler için 30 gramdır. Beslenme ve diyet uzmanlarına göre günlük besinsel lif alımımızın %20-30'nun çözünen besinsel liflerden olması gerektiği bildirilmiştir (Elleuch vd., 2011).

Suda çözünen ve çözünmez besinsel lifler insan sağlığı üzerinde farklı fizyolojik etkiye sahiptirler. Çözünür besinsel lifler suyu bağlayarak viskoz jel yapı meydana getirirler. Çözünemeyen besinsel lifler ise ağırlığının 20 katı kadar suyu absorplayabilirler ancak viskoz bir yapı oluşturamazlar. Çözünür besinsel liflerin kandaki LDL-kolesterolü düşürdüğü; serum glukozu seviyesini azalttığı, divertikülöz, kolon kanseri, hemoroit, ülser gibi kronik rahatsızlıkları önlemedeki olumlu etkileri

çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Epidemiyolojik ve klinik çalışmalar, diyet lifi ve tam tahıllı gıda tüketiminin obezite, tip 2 diyabet, kanser ve kardiyovasküler hastalıklar (CVD) ile ters ilişkili olduğunu göstermektedir. Tam tahıllardan yeterli miktarda besinsel lif alınması ile gastrointestinal sistemdeki kanser risklerinin azaldığı belirtilmiştir. Besinsel lifler bu sağlık etkilerini gastrik boşalmayı geciktirmesi, tokluk hissini artırması ve safra tuzlarını bağlayarak atılmasını sağlaması (safra tuzları tekrar kandaki kolesterolden sentez edilir böylece kan kolesterolü düşer) ve faydalı bağırsak mikroflorasının gelişmesini teşvik etmesi (prebiyotik özellik) şekillerinde olmaktadır (Burdurlu ve Karadeniz, 2003; Symons ve Brennan, 2004; Arndt, 2006; Behall vd., 2006; Lattimer ve Haub, 2010).

Besinsel lifler sağlık yararlarının yanısıra gıdalara su ve yağ absorplama kapasitesini artırmak, emülsifikasyon ve/veya jel oluşturmak amacıyla yani bazı fonksiyonel özellikler kazandırmak için de kullanılabilirler. Aslında gıda ürünlerine (unlu mamuller, süt ürünleri, reçeller, etler, çorbalar) katılan besinsel lifin tekstürel özellikleri değiştirebileceğini ve raf ömrünü artıracak şekilde belirtilmiştir. Tahıl, meyve ve sebze yan ürünlerinden (örneğin narenciye kabuklarının albedo, flavedo ve renkli dış kabukları) veya alglerden kolayca ve büyük miktarlarda üretilebilirler ve katma değerli ürünler olarak kullanılabilirler. Bunlar besinsel lif olarak katkılarının yanında biyoaktif bileşiklerce de zengindirler, örneğin polifenoller, esansiyel yağlar gibi biyoaktif bileşikler gıda, kozmetik ve ilaç endüstrisine ekonomik fayda sağlarlar (Elleuch vd., 2011).

$\beta$ -Glukan, viskoz yapısı (yüksek moleküler ağırlıklı hidrokolloid) ve fizikokimyasal özellikleri sebebiyle çeşitli gıda ürünlerinde ve formülasyonlarında kullanılan önemli bir fonksiyonel gıda katkısıdır. Arpa ve yulaf  $\beta$ -glukanları genellikle suda çözünür, yüksek moleküler ağırlıklı polisakaritlerdir ve çözelti içerisinde oldukça düşük konsantrasyonlarda bile viskoz ve karıştırma ile incelme özellikleri gösterirler. Bu sebeple viskoz besinsel lifler içecekler, soslar, salata sosları ve dondurma gibi gıdalarda kıvamlaştırma ajanları için uygun alternatiflerdir.  $\beta$ -glukanlar ayrıca çok iyi yağ ikame edicilerdir ve içecekler, et ürünleri, süt içermeyen kremler ve konserve çorbaların formülasyonlarında kullanılabilir. Örneğin, bir araştırmada  $\beta$ -glukanların düşük yağlı peynir lorlarının jelleşme ve reolojik özellikleri üzerine etkileri incelenmiş ve  $\beta$ -glukanın lor oluşumunu modifiye ettiği ve lor verimini artırdığı bildirilmiştir. Yine araştırmacılar tahıl  $\beta$ -glukanlarını az yağlı peynirlerde yağ ikamesi olarak kullanmışlar ve ürünün tekstürel özelliklerinde önemli bir iyileşme sağlamışlar fakat renk, lezzet ve genel kabul edilebilirlik puanlarının olumsuz yönde etkilendiği gözlenmiştir (Tiwari ve Cummins, 2009).

### 2.3 Besinsel Özellikleri İyileştirilmiş Makarna Çalışmaları

Tahıl öğütme endüstrisinin bir yan ürünü olan tahıl kepeği esasen çözünmeyen besinsel liflerden selüloz, hemiselüloz ve yaklaşık %5 çözünür besinsel lifden meydana gelir ve hiperkolesterolemik etkisi çok azdır. Makarna evrensel çekiciliğe sahip bir gıdadır ve sağlık bilincine sahip kişiler için iyi bir besin ögesi taşıyıcısıdır. Besinsel lif bakımından zengin makarnanın üretiminde buğday, pirinç, arpa ve yulaf kaynaklı tahıl kepekleri kullanılabilir. Buğday, pirinç ve yulaf kepeği %15 ve arpa kepeği ise %10 oranına kadar makarna irmiğine, makarnanın fizikokimyasal, pişme ve duyusal özelliklerini olumsuz yönde etkilemeden eklenebileceği bildirilmiştir (Rawat ve Indrani, 2015).

Arpa unu ve fraksiyonlarının biyoaktif bileşiklerce zengin ve önemli fizyolojik etkilerinin olması sebebiyle arpaya geleceğin tahılı olarak bakılmaktadır ve arpanın insan beslenmesinde kullanım olanaklarının artırılması için çalışmalar artmaktadır (Köten vd., 2013). Son yıllarda arpanın makarna (Köten, 2010), erişte (Güvendi, 2011), ekstrüde ürünler (Masatcioğlu vd., 2014), tarhana (Erkan vd., 2006) ve bulgur (Köksel vd., 1999) üretiminde kullanılması ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Makarna ve erişte formülasyonlarında arpa ürünlerinin kullanılması fonksiyonel gıda teknolojisi açısından ümit verici olacağı düşünülmektedir. Güvendi (2011) tritikale, kavuzsuz arpa ve yulaf tahıllarının hem kepeğinden ayrılmış normal rafine unları hem de tam tahıl unlarını ayrı ayrı kullanarak geleneksel yöntemle çeşitli eriştelere ürettiği; çalışmada %25, %50, %100 oranlarında her iki tip tahıl unlarını katarak erişte yapımında kullanmıştır. Buna göre, çeşitli tahıl unlarından üretilen eriştenin  $L^*$  parlaklık değeri kontrol eriştesine göre düşük bulunmuştur. Genellikle tüm eriştelerin pişme özellikleri kontrol eriştesinin sonuçlarına yakın bulunmuştur. Tam tahıl unu katkılı eriştelerin toplam besinsel lif değerleri normal tahıl unu katkılı olanlardan daha yüksek bulunmuştur. Pişirme işlemi ile eriştelerin  $\beta$ -glukan ve toplam fenolik madde miktarlarının ise azaldığı ifade edilmiştir (Güvendi, 2011). Köten (2010)'in çalışmasında ise soyulmuş arpa unu kullanımının spagettinin bazı besinsel ve kalite özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Arpa örnekleri soyulup bunların öğütülmesi ile elde edilen arpa unları farklı oranlarda makarna katılarak spagetti makarna üretilmiştir. Buna göre, arpa unu ilavesi spagetti makarnaların protein ve kül miktarını artırırken, renk özellikleri kontrole göre daha düşük bulunmuştur. Suyu geçen madde miktarı ve toplam organik madde (TOM) miktarında artış gözlenmiştir. Arpa katkılı spagettilerin toplam besinsel lif ve  $\beta$ -glukan miktarları kontrole göre daha yüksek bulunmuştur (Köten, 2010).

Makarnaların duyusal ve besleyici özelliğini artırmak için irmiğe üç farklı seviyede (ağırlıkça %5, %10 ve %15) *Spirulina platensis* (mikroalg) ilave edilmiş ve makarna örneklerinin pişme kalitesi (ağırlık artışı, pişirme kaybı, hacim artışı), mikrobiyolojik kalitesi (toplam küf ve maya sayısı), renk (L, a, b) ve duyusal özellikleri değerlendirilmiştir (Özyurt vd., 2015). Buna göre, tüm makarnalarda pişme kayıpları benzer çıkmış ve teknolojik olarak ise kabul edilebilir sınırın altında (<%8) bulunmuştur. Panelistlerin renk ölçümleri ve değerlendirmelerine göre makarnaya *Spirulina platensis* alginin eklenmesi makarnaya çekici bir yeşil ton sağlamıştır. Ayrıca, kontrol ve *Spirulina* ile zenginleştirilmiş makarnalarda küf ve maya tespit edilmemiştir. Duyusal değerlendirme %10 *S. platensis* ile zenginleştirilmiş makarnanın kontrol grubu ile aynı derecede iyi bir skora sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, *Spirulina* ile zenginleştirilmiş makarnanın makarna endüstrisi için yeterli nitelikleri sağladığı bildirilmiştir (Özyurt vd., 2015).

Ciccoritti vd. (2019)'nin yaptıkları bir araştırmada, üç farklı makarnalık buğdaydan irmik, %25 kaba kepekli irmik ve %50 ince kepekli irmik hazırlayarak kepekçe zenginleştirilmiş makarna üretmişlerdir. Bunun için her bir makarnalık buğdaydan kısmen kepek ayırımından sonra mikronizasyon işlemi ile öğütme yapılmış ve hava ile sınıflandırma işlemi ile kapa ve ince kepek fraksiyonlarına ayrılmıştır. Daha sonra kontrol ve kepekçe zenginleştirilmiş fraksiyonlardan makarna üretmişlerdir. Burada amaç, makarnanın tüketilebilir özelliklerini kaybetmeden makarnadaki kepek içeriğini artırmaktır. Kepekçe zenginleştirilmiş makarna çözümlerinde polifenollerde %53'e, alkilresorinollerde %121'e ve arabinoksilanlarda %64'e varan bir artış yakalanmış ve sırasıyla miktarları 138 ug/g, 206 ug/g ve 3 g/100 g değerlerine ulaşmıştır. Kepekçe zenginleştirilmiş makarnaların toplam besinsel lif oranı %113 artmış ve 6 g/100 g çıkmıştır, ayrıca %20 kadar dirençli nişasta (0.53 g/100 g) artışı meydana gelmiştir. Makarnaların duyusal analizle belirlenen iyi bir pişme kalitesi gösterdiği belirtilmiştir. Uygulanan bu yeni teknolojik işlem ile durum buğdaylarında bulunan biyoaktif bileşiklerce zengin ve duyusal özelliklerini kaybetmemiş makarnaların üretilebileceği gösterilmiştir (Ciccoritti vd., 2019).

Makarna ve spagetti tip makarnalar besinsel değerlerini artırmak amacıyla yağsız soya unu ile güçlendirilmektedir. Bu makarna ürünleri kuru madde bazında %15 kadar soya unu içermektedir ve %15-17 protein sağlamaktadırlar. Soya proteinleri (özellikle izolatları) ile güçlendirilmiş durum spagettilerinin kabul edilebilir ticari değere sahip olabileceği belirtilmiştir. Baklagil proteinlerinin amino asit dengesi bakımından tahıl proteinlerini destekleyebileceği söylenmiştir (Rawat ve Indrani, 2015).



Gimenez vd. (2012) yaptıkları bir çalışmada, ekmeçlik buğday ununu %10, %20 ve %30 oranlarında bakla (*Vicia faba*) unu ile ikame ederek besinsel özellikleri iyileştirilmiş spagetti makarna üretmişlerdir. Karışımların farinograf davranışları analiz edilmiş ve ikame seviyesi artırıldıkça su absorpsiyonunda artış ve fakat hamur gelişme zamanında bir azalma gözlemlenmiştir. Elde edilen spagetti makarnalar kabul edilebilir pişme karakteristikleri ve duyuşal özellikler yanında, ayrıca protein içeriğı ve kalitesi bakımından üstün özellikler sergilemiştir. Bakla ununun %30 oranında ilavesi ile tekstür, lezzet veya fizikokimyasal özellikleri olumsuz etkilenmeden besinsel özellikleri iyileştirilmiş spagetti makarnaların üretilebileceğı gösterilmiştir (Gimenez vd., 2012).

Lorusso vd. (2017) yaptıkları bir çalışmada kinoa ununu seçtikleri laktik asit bakterisi ile fermente etmişlerdir. Daha sonra %20 oranında fermente olmamış ve fermente edilmiş kinoa ununu irmik yerine ikame ederek hazırladıkları makarnanın teknolojik ve besinsel özelliklerini değerlendirmişlerdir. Fermente kinoa unu eklenmiş makarnanın kontrole göre daha yüksek besinsel lif, protein ve serbest aminoasitlere sahip olduğı gözlenmiş, ayrıca serbest aminoasitler, toplam fenoller ve antioksidan aktivite en çok fermente kinoa unu ile hazırlanan makarnada görülmüştür. Fermente kinoa unu kullanılan makarnada pişirme kaybı gözlenirse de pişirme sırasındaki su absorpsiyonu en düşük bulunmuştur. Fermente kinoa unu kullanımı makarnanın tekstürel özelliklerini etkilemiştir, örneğın yapışkanlığı ve esnekliğini artırmıştır. Fermente kinoa unu ile üretilen makarnanın *in vitro* protein sindirilebilirliği en yüksek bulunmuş ve ayrıca öngörülen en düşük glisemik indeksine sahip olmuştur. Bu sonuçlara göre, fermente edilmiş kinoa ununun makarnanın besinsel olarak kuvvetlendirilmesinde kullanılabileceğı tavsiye edilmiştir (Lorusso vd., 2017).

Gull vd. (2018) yaptıkları bir çalışmada, kontrol makarnası (%100 durum irmik) ile fonksiyonel makarnanın fonksiyonel, morfolojik, çirışlenme ve besinsel özelliklerini karşılaştırmışlardır. Fonksiyonel makarnayı %20 finger millet unu, %12 parlatılmış (pearl) millet unu, %4 karboksi metil selüloz ve %64 kompozit un (durum irmiğı+havuç posası) karışımı kullanarak yapmışlardır. Geliştirilen makarnanın besleyicilik özelliklerine bakıldığında, kontrol makarnasına göre kalsiyum, demir, çinko minerallerinin ve besinsel lif miktarının yüksek olduğı görülmüştür. Fonksiyonel makarna pişmiş ağırlık, şişme indisi ve su absorpsiyonu açısından daha iyi kalite özellikleri göstermiştir, ayrıca,  $L^*$  ve  $b^*$  renk değerlerinde artış görülmüştür. Fonksiyonel makarnanın fenolik içeriğı ve antioksidan aktivitesi, kontrol makarnaya göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Makarna örnekleri arasında çirışlenme özellikleri bakımından önemli ( $P<0.05$ ) farklılıklar gözlenmiştir. Pişmiş makarnanın

mikro-yapısal değerlendirme sonuçlarına göre karboksi metil selüloz ilavesi ile nişasta ve protein matriksi arasında iyi bir etkileşimin olduğu görülmüştür (Gull vd., 2018).

Aravind vd. (2012a) farklı polimerizasyon derecesi ve kristal özelliklere sahip hindiba kaynaklı iki inulinin makarna yapımında, nişasta-gluten matrisinde farklı düzeylerde entegrasyon gösterdiğini ifade etmişlerdir. Yüksek moleküler ağırlıklı inulinin teknolojik ve duyusal özelliklere etkisinin en düşük olduğu ve %20 oranında ilavenin makarnada bozulmalara yol açtığını gözlemlemişlerdir. Düşük moleküler ağırlıklı inulinin ise makarna sertliği, pişme kaybı ve duyusal özelliklerinde olumsuz bir durum yarattığını bildirmişlerdir. Ayrıca, yüksek moleküler ağırlıklı inulinin %5 oranına kadar kullanıldığında *in vitro* nişasta sindirilebilirliğinin azaldığı, daha yüksek oranlarda kullanıldığında sindirilebilirliğin arttığı ifade edilmiştir. Mikroskopi çalışmalarına göre yüksek moleküler ağırlıklı inulinin nişasta granüllerini enkapsüle ettiği görülmüş fakat %20 oranında kullanımdan sonra matrisin bozulduğu belirtilmiştir (Aravind vd., 2012a).

Vignola vd. (2018)'nin yaptığı bir çalışmada, farklı hammadde unlarının ve partikül boyutunun makarna kalitesini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Bunun için iki farklı *Triticum aestivum* buğdayı çalışmada kullanılmıştır ve bu buğdayların her birinden normal beyaz un ve iki farklı öğütme şekli (siklonik değirmen ve bıçaklı değirmen) kullanılarak elde edilen tam tahıl unları elde edilmiş ve bunlardan makarnalar yapılarak karşılaştırılmıştır. Her iki tam tahıl unu kullanılarak yapılan makarnada, gluten matrisindeki kepek-embriyo partiküllerinin yapıyı bozmasından dolayı, beyaz unlardan yapılan makarnalara göre daha kısa optimum pişirme süresine sahip olmuşlardır. Tam tahıllı makarnalar daha sert bir tekstür vermiştir. Un partikül boyutu protein ve antioksidan içerikleri etkilemese de tam tahıllı makarnalar en yüksek antioksidan değerleri vermiştir. Tam tahıllı makarna beyaz un ile yapılan makarna kadar aynı teknolojik kaliteyi göstermese de daha yüksek protein, besinsel lif ve antioksidan miktarına sahip olduğu belirtilmiştir (Vignola vd., 2018).

Durum irmiğine %20-40 oranında buğday kepeği ilave edilerek endüstriyel ölçekte üretilen makarnaların kimyasal bileşimleri, fiziksel özellikleri, pişme kalitesi ve duyusal özellikleri ise bir başka çalışmada incelenmiştir (Sobota vd., 2015). Makarnalar aynı koşullar altında tam durum buğdayı unundan üretilen ve ticari olarak mevcut tam tahıllı durum makarnası ile karşılaştırılmıştır. Makarnadaki buğday kepeği artırıldıkça, protein, lipit, kül ve toplam besinsel lif içeriğinde önemli bir artış meydana gelmiştir. Buğday kepeğinin %25-30 oranında ilavesi ile tam durum unundan aynı teknolojik parametrelerde hazırlanan makarna kadar besinsel

lif içerikli makarna üretilebilmiştir. Buğday kepeğinin %30 oranına kadar katılması ile tam durum buğdayından yapılan makarnaya kıyasla daha düşük pişme kaybı ve aşırı pişirmeye karşı daha yüksek direnç gözlenmiştir. Ayrıca, makarnaların duysal kalitelerinin iyi derecede olduğu rapor edilmiştir (Sobota vd., 2015).

Bir diğer çalışmada ise arpanın  $\beta$ -glukanca zengin fraksiyonu makarnaya %2,5 %5,0 %7,5 ve %10 oranlarında katılarak, makarnanın pişme özelliklerine, tekstürüne ve *in vitro* nişasta sindirilebilirliğine etkisi araştırılmıştır. Makarnaya  $\beta$ -glukanca zengin fraksiyon eklenmesi ile *in vitro* koşullarda sindirim sonucunda indirgen şeker salınımında azalma tespit edilmiştir. Bu azalmanın miktarı katım oranına göre değişmiştir. Ayrıca, makarnaların pişme kalitesinde ve tekstüründe değişimler saptanmıştır. Kontrol makarnasıyla karşılaştırıldığında, katım oranı artırıldıkça suya geçen madde miktarı ve su absorpsiyonunda artış görülürken, pişmiş makarnanın sertliği azalmıştır. Katkılı makarnaların mikro-yapısı ve nişasta jelatinizasyon özelliği sonuçlarına göre, nişasta-protein matriksindeki değişiklikler ve  $\beta$ -glukanın yüksek su bağlama kapasitesinin makarnaların fiziko-kimyasal özelliklerini ve sindirilebilirliğini değiştirdiği ifade edilmiştir (Cleary ve Brennan, 2006).

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1 Materyal

Bu araştırmada, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (Yenimahalle, Ankara)'nde ıslah çalışmaları ile geliştirilmiş yazlık kavuzsuz arpa çeşidi *cv. zen* ve makarnalık irmik üretimi için ise yerli Durum buğdayı *cv. Eminbey* eşidi kullanılmıştır. Kavuzsuz arpa (*cv. zen*), 2012 yılında yazlık çeşit olarak tescil edilmiştir. Yerli Durum buğdayı *cv. Eminbey* eşidi ise 2009 yılında tescil edilmiş, kılıklı ve beyaz başaklı, irmik rengi iyi derecede olan makarnalık buğdaydır. Kavuzsuz arpa ve yerli makarnalık buğday, Haymana (Ankara) lokasyonundan 2016 yılında hasat edilmişlerdir. Yerli makarnalık buğdayın tescil edildiği yıldaki kalite özellikleri şoyledir: *b* sarılık değeri 23-27, camsılık oranı %85-100, protein miktarı %12,5-17,6 olarak belirlenmiştir. Kavuzsuz arpa, iki sıralı, yazlık arpa çeşidi olup beyaz-kehribar tane rengine sahiptir ve tescil olduğu yıldaki kalite özellikleri şoyledir: protein miktarı %11,8-17,0 ve 2,8-2,5 mm elek üstü değeri %22,8-50,3 arasında tespit edilmiştir.

Kavuzsuz arpa ve yerli makarnalık buğday öncelikle dokaj temizleme cihazında (Labofix, Brabender, NJ, USA) yabancı maddelerinden ayrılmıştır. Kırık ve cılız taneler silindirik elek sistemi, toz ve kavuz parçalarının bir kısmı ise hava akımı yardımı ile ayrılmıştır. avdar, bazı yabancı ot tohumları ve kavuz parçaları elek üstünde kaldığında numuneler el ile temizlenmiştir.

Temizleme işleminden sonra özellikle rafine kavuzsuz arpa unu üretimi için n öğütme denemeleri yapılmıştır. n alışmalar sonucunda kavuzsuz arpanın en uygun son tavlama nemi %15,5 olarak tespit edilmiştir. Daha sonra kavuzsuz arpa valsli değirmende (CD1 Mill, Chopin, Cedex, Fransa) rafine una (rüşeym ve kepeğinden ayrılmış) ğütülmüştür. Kavuzsuz arpanın vasli değirmendeki un randımanı %30,1 olarak belirlenmiştir. Yerli makarnalık buğdayın son tavlama nemi %16,5 olarak tespit edilmiştir. Makarnalık buğday, pilot ölçekli değirmende (MLU 202, Buhler, Uzwil, İsviçre) irmiğe öğütülmüştür. Tam kavuzsuz arpa ununun üretiminde ise elek göz açıklığı 0,5 mm olan ultra-santrifüj ğütücü (ZM 200, Retsch, Almanya) kullanılmıştır.

## **3.2 Metot**

### **3.2.1 Kavuzsuz Arpa ve Durum Buğdayında Fiziksel Analizler**

#### **3.2.1.1 Hektolitreye Ağırlığı Tayini**

Hektolitreye ağırlığı tayini Uluöz (1965) metoduna göre Ohaus (Chicago, USA) hektolitreye aleti kullanılarak yapılmış ve sonuç kilogram/hektolitreye (kg/hl) olarak verilmiştir.

#### **3.2.1.2 Bin Tane Ağırlığı Tayini**

Bin tane ağırlığı tayini Köksel vd. (2000) yöntemine göre yapılmıştır. Buna göre, 20 g örnekteki tane sayısı tane sayıcıda (Numigral II, Fransa) belirlendikten sonra sonuç kuru madde üzerinden gram olarak verilmiştir.

#### **3.2.1.3 Sertlik Tayini**

Sertlik tayini, Single Kernel Characterization System (SKCS) cihazı kalibre edildikten sonra AACCI Approved Methods of Analysis Metot No:55-31.01'e göre yapılmıştır (AACCI, 2010).

#### **3.2.1.4 Camsılık Tayini**

Camsılık oranı (%) Grobecker kesme aleti kullanılarak ICC Standart Metot No.129'a göre yapılmıştır (ICC, 2002).

### **3.2.2 Kavuzsuz Arpa Unlarında ve Durum İrmiğinde Yapılan Kimyasal Analizler**

### **3.2.2.1 Nem Miktarı Tayini**

Nem miktarı tayini, AACCI Approved Methods of Analysis Metot No. 44-15.02 (AACCI, 2010)'a göre belirlenmiştir.

### **3.2.2.2 Protein Miktarı Tayini**

Protein miktarı tayini, AACCI Approved Methods of Analysis Metot No:46-30.01'da (AACCI, 2010) belirtilen DUMAS yöntemine göre yapılmış, bulunan toplam azot miktarı (%) buğday ve ürünleri için 5,7 faktörü, kavuzsuz arpa unları için 6,25 faktörü ile çarpılarak protein miktarları (%) hesaplanmıştır.

### **3.2.2.3 Kül Miktarı Tayini**

Kül miktarı tayini, AACCI Approved Methods of Analysis Metot No. 08-01.01 (AACCI, 2010)'a göre belirlenmiştir.

### **3.2.2.4 $\beta$ -Karoten Tayini**

İrmik ve arpa unu örneklerinde  $\beta$ -karoten tayini AACCI Approved Methods of Analysis Metot No:14-50.01'ye göre yapılmıştır (AACCI, 2010). Buna göre, örneklerdeki  $\beta$ -karoten n-bütanol ile yatay çalkalayıcıda 1 saat süreyle ekstrakte edilmiş, üstte biriken şeffaf kısım başka bir tüpe aktarılarak 7000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Daha sonra süpernatantın absorbansı 440 nm dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede okunmuştur. Absorbans değeri 30,1 sabit değeri ile çarpılmış ve sonuç mg/kg (ppm) olarak ifade edilmiştir.

## **3.2.3 Kavuzsuz Arpa Unlarında ve Durum İrmğinde Yapılan Fizikokimyasal Analizler**

### **3.2.3.1 Yaş Gluten Miktarı ve Gluten İndeks Değeri Tayini**

İrmikte yaş gluten ve gluten indeks değerleri AACCI Approved Methods of Analysis Metot No:38-12.02 (AACCI, 2010)'a göre belirlenmiştir. Yaş gluten, gluten yıkama cihazında (Glutomatic System 2200, Perten, İsveç) elde edildikten sonra gluten indeks cihazında santrifüjlenerek (Gluten Index, Perten, İsveç) gluten indeks değeri belirlenmiştir. Yaş gluten, glutork cihazında (Glutork, Perten, İsveç) kurutularak Özkaya ve Özkaya (2005)'ya göre kuru gluten değeri belirlenmiştir.

### **3.2.3.2 Glutograf Analizi**

İrmikten yaş gluten elde edildikten sonra, gluten, cihazın (Glutograph-E, Brabender, Duisburg, Almanya) iki paralel dişli diski arasına sıkıştırılmış ve gerilme (*stretch*) ve esneme (*relaxation*) değerleri belirlenmiştir.

### **3.2.3.3 Sodyum Dodesil Sülfat (SDS) Sedimentasyon Tayini**

İrmikte SDS sedimentasyon değeri Williams vd. (1986)'nın yöntemine göre belirlenmiştir.

### **3.2.3.4 Beklemeli SDS Sedimentasyon Tayini**

Beklemeli SDS sedimentasyon değeri Williams vd. (1986)'in yöntemine göre yapılmıştır. Buna göre, irmik brom fenol mavisi çözeltisi ile 37°C'de 120 dakika inkübasyona bırakıldıktan sonra üzerine SDS-laktik asit çözeltisi ilave edilmiş ve çöken değer belirlenmiştir.

## **3.2.4 Reolojik Analizler**

### **3.2.4.1 Farinograf Özellikleri Tayini**

Durum buğdayı irmiğinin farklı oranlarda (%10, 20, 30, 40, 50) tam kavuzsuz arpa (TKA) veya rafine kavuzsuz arpa (RKA) unu ile ikame edilmesi ile elde edilen irmik-kavuzsuz arpa unu karışımlarının farinograf özellikleri AACCI Approved Methods of Analysis Metot No:54-21.01'e göre belirlenmiştir (AACCI, 2010). Buna

göre karışımlara eklenecek su miktarı (ml) farinografda bulunan düzeltilmiş absorpsiyon değerlerine göre tespit edilmiştir.

### 3.2.5 Makarna Üretimi

Bu araştırmada, makarna üretimi D'Egidio vd. (1982)'nin yöntemine göre yapılmıştır. Makarna üretimi Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (Yenimahalle, Ankara) Gıda Kalite Kontrol laboratuvarlarında bulunan pilot ölçekli makarna üretim makinesi (Namad, Roma, İtalya) kullanılarak yapılmıştır. Bu araştırmada, makarnalar çubuk makarna (spagetti tip) şeklinde üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Buna göre, öğütmeden sonra rafine kavuzsuz arpa ve tam kavuzsuz arpa unları ayrı ayrı belirli oranlarda (%10-20-30-40-50) irmik ile kapaklı kaplarda karıştırılmış ve daha sonra da makarna yapımında kullandığımız ön yoğurucuda (Namad, İtalya) 5'er dakika karıştırılarak homojen karışımlar haline getirilmişlerdir. Makarna üretiminde, farklı oranlarda tam ve rafine kavuzsuz arpa unu katkılı karışımlara ve kontrol makarnasına ilave edilecek su miktarı, farinograf cihazında tespit edilen su absorpsiyon değerleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Durum buğdayı irmiği (Eİ) ve durum buğdayı irmiğine farklı oranlarda katılan rafine kavuzsuz arpa unu (RKA10-RKA50) ve tam kavuzsuz arpa unu (TKA10-TKA50) katkılı karışımlara eklenecek su miktarı **Çizelge 3.1**'de gösterilmiştir. Kontrol makarnası üretimi için Durum buğdayı irmiğine eklenecek su oranı (%31) ve irmiğin farinografdaki absorpsiyon değeri dikkate alınarak, kavuzsuz arpa unlu karışımlara eklenecek su miktarı şu eşitlikle hesaplanmıştır:

$$\text{Karışımlara Eklenecek Su Miktarı (ml)} = \frac{(31 \times F(\%))}{A(\%)} \times \frac{1000}{100}$$

**F:** Kavuzsuz arpa unlu karışımın farinograf su absorpsiyon değeri (%)

**A:** Durum buğdayı irmiğinin farinograf su absorpsiyon değeri (%)

**1000:** 1000 g (1 kg) irmik veya kavuzsuz arpa unlu karışım hazırlandı



**Çizelge 3.1.** Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda (%10-50) rafine kavuzsuz arpa (RKA) veya tam kavuzsuz arpa (TKA) unu katkılı makarna karışımlarının farinograf cihazında belirlenen su absorpsiyon (%) ve eklenecek su miktarı (ml) değerleri

	KAU (%)	Absorpsiyon (%)	Su Miktarı (%)	Eklenecek Su (ml)
<b>EK</b>	0	53,7	31,00	310
	10	53,3	30,77	308
	20	54,4	31,37	314
<b>RKA</b>	30	53,8	31,06	311
	40	54,2	31,25	313
	50	54,7	31,56	316
	10	55,0	31,75	318
<b>TKA</b>	20	57,0	32,87	329
	30	59,7	34,46	345
	40	62,0	35,77	358
	50	64,8	37,37	374

Buna göre, makarna üretimi için uygun su miktarı ilave edildikten sonra 15 dk vakumda yoğurma işlemi yapılmıştır. Daha sonra ekstrüdere alınan makarna hamurundan 600 torr'luk basınçta ve 45°C başlık sıcaklığında spagetti makarna (1,7 mm) üretilmiştir. Ekstrüder kalıbında şekil verilen spagetti makarnalar, manuel olarak kesildikten sonra askılara alınmış ve 40°C'de ve %60 bağıl nemli kurutma dolabında kurutulmuştur. Makarnanın nemi yaklaşık %12'ye düşüncüye kadar kurutmaya devam edilmiştir. Daha sonra kurutma dolabından çıkarılan makarnalar dışarıda bir süre soğutulduktan sonra naylon torbalarda ve serin bir ortamda muhafaza edilmiştir. Rafine ve tam kavuzsuz arpa unlu spagetti makarnalar sırasıyla **Ek A** ve **Ek B**'de pişmemiş ve pişmiş görünüşleri ile birlikte gösterilmiştir.

### 3.2.6 Makarnalarda Kimyasal Analizler

#### 3.2.6.1 Nem Miktarı Tayini

Makarnalarda nem miktarı tayini, AACCI Approved Methods of Analysis Metot No. 44-15.02'a göre belirlenmiştir (AACCI, 2010).

### **3.2.6.2 Protein Miktarı Tayini**

Makarnalarda protein miktarı tayini, AACCI Approved Methods of Analysis Metot No:46-30.01'de (AACCI, 2010) belirtilen DUMAS yöntemine göre yapılmıştır.

### **3.2.6.3 Kül Miktarı Tayini**

Makarnalarda kül miktarı tayini, AACCI Approved Methods of Analysis Metot No. 08-01.01 (AACCI, 2010)'a göre belirlenmiştir.

## **3.2.7 Makarnaların Pişme Özellikleri Tayin Yöntemleri**

### **3.2.7.1 Optimum Pişirme Süresi**

Makarnaların optimum pişirme süresi AACCI Approved Methods of Analysis Metot No.16-50.01'ye göre belirlenmiştir (AACCI, 2010). Buna göre 5 cm uzunluğunda kesilen spagettiler 300 ml kaynar distile suda pişirilip 30'ar sn aralıklarla iki lamel arasında sıkıştırılarak ortalarındaki beyaz hattın (jelatinize olmamış nişasta) tamamen kaybolduğu süre optimum pişme süresi olarak belirlenmiştir.

### **3.2.7.2 Makarnaların El İle Duyusal Analizi**

Makarna örneklerinin el ile duyusal analizi Köksel vd. (2000) yöntemine göre yapılmıştır. Buna göre optimum pişme süreleri belirlendikten sonra 1 L su kaynatılıp içine 100 g makarna kırmadan eklenir ve pişirme sırasında 4 dakikada bir karıştırılır, optimum pişme süresi sonunda makarna süzgeçten geçirilir ve tabağa konur; 6. dakika sonunda yapışkanlık ve sertlik; 9. dakika sonunda kümeleşme puanları verilir. Puanlama **Çizelge 3.2**'de gösterilen duyusal puanlama tablosuna göre yapılmıştır. Buna göre üç uzman tarafından yapılan panel değerlendirmesinin ortalaması alınmış, standart sapmaları ile verilmiştir.

**Çizelge 3.2.** El ile duyuusal analizlerde kullanılan puanlama cetveli (Köksel vd., 2000)

<b>Makarna Özelliği</b>	<b>Değerlendirme</b>	<b>Puanlama</b>
<b>Yapışkanlık</b>	Aşırı derecede	0-15
	Çok	16-30
	Orta derecede	31-40
	Az	41-55
	Çok az	56-75
	Hiç yok	76-100
<b>Kümeleşme</b>	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
<b>Sertlik</b>	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

### 3.2.7.3 Suya Geçen Madde Miktarı (Pişme Kaybı) Tayini

Makarnada pişme kaybı analizi D'Egidio vd. (1982) ve Köksel vd. (2000) yöntemlerine göre yapılmıştır. Bunun için 400 ml' lik behere 250 ml çeşme suyu konularak kaynatılmış ve 4 cm uzunlukta kesilmiş makarnalardan 25 gram ilave edilmiştir. Pişirme işlemi sıcaklığı ayarlı kum banyosunda gerçekleştirilmiştir. Makarna örnekleri optimum pişme süresine kadar pişirilerek bühner hunisinden süzölmüş ve süzöntü darası belirlenmiş bir behere konmuştur. Daha sonra beher, 98°C'deki etüvde sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Pişme suyuna geçen madde miktarı % olarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$\text{Pişme Kaybı (\%)} = \frac{G \times 4}{(100 - N)} \times 100$$

**G:** Kalıntı miktarı (etüvde kurutulduktan sonra boş ve pişirme suyu içeren kap ağırlıkları arasındaki fark)

**N:** Makarnanın nemi (%)

#### 3.2.7.4 Ağırlık Artışı (Su Absorpsiyonu) Tayini

Makarnada ağırlık artışı tayini D'Egidio vd. (1982) ve Köksel vd. (2000) yöntemlerine göre yapılmıştır. Pişme kaybı analizinde elde edilen pişmiş, suyu süzölmüş makarna örneği tartılmış ve pişmiş makarna ağırlığı kaydedilmiştir. Bu değerden pişmemiş makarna ağırlığı çıkarılarak pişirme sonrası ağırlık artışı (g) bulunmuş ve % su absorpsiyon değeri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$\text{Su Absorpsiyonu (\%)} = \frac{G2 - G1}{G1} \times 100$$

**G1:** Pişmemiş makarnanın ağırlığı

**G2:** Pişmiş makarna ağırlığı

#### 3.2.7.5 Hacim Artışı Tayini

Makarnada hacim artışı tayini D'Egidio vd. (1982) ve Köksel vd. (2000) yöntemlerine göre yapılmıştır. Hacim artışını belirlemek için 25 g makarna 250 ml damıtık su bulunan 500 ml'lik ölçü silindirene ilave edilmiştir. Su seviyesindeki hacim artışı (ml) kuru makarna hacmi ( $V_1$ ) olarak kaydedilmiştir. Pişme kaybı analizinde pişirilmiş ve süzölmüş makarna için de aynı işlemler tekrarlanmıştır. Su seviyesindeki hacim artışı (ml) pişmiş makarna hacmi ( $V_2$ ) olarak kaydedilmiştir. Buradan % hacim artışı değeri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

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

**$V_1$ :** Pişmemiş makarnanın hacmi (ml)

**$V_2$ :** Pişmiş makarnanın hacmi (ml)

#### 3.2.7.6 Toplam Organik Madde (TOM) Miktarı Tayini

Makarnada toplam organik madde (TOM) miktarı tayini D'Egidio vd. (1982) ve Köksel vd. (2000) yöntemlerine göre yapılmıştır. Bu yöntemin prensibi, makarnayı pişirdikten sonra bir miktar su ile yıkayıp örnek yüzeyindeki organik maddeleri suya geçirmek ve daha sonra bu yıkama suyundaki organik madde miktarını kimyasal yöntemle belirleme esasına dayanmaktadır. Buna göre, 100 g kırılmamış spagetti makarna, kaynamakta olan 1 L tuzsuz çeşme suyu içerisinde optimum pişme süresine kadar pişirilmiştir. Ağızı açık bir kaptaki pişirilen makarna her 4 dakikada bir karıştırılmıştır. Daha sonra pişen makarna gözenek açıklığı 2 mm olan süzgeçten süzülmüş ve makarna örneği içinde 500 ml su bulunan mezura konularak 12 dakika bekletilmiştir. Bu sırada her 4 dakikada bir karıştırılmıştır. Daha sonra iyice karıştırılan yıkama suyundan 5 ml alınarak 600 ml hacmindeki behere aktarılmış ve 80 °C'de 2 saat bekletilerek kuruması sağlanmıştır. Evaporasyon tamamlandıktan sonra örnek üzerine 10 ml 1 N  $K_2Cr_2O_7$  ilave edilerek kalıntı iyice ıslatılmıştır. Sonra üzerine 20 ml %96'lık sülfürik asit ilave edilmiş ve 1 dakika karıştırılmış ve 30 dakika reaksiyon için bekletilmiştir. Karışıma 200 ml su ilave edilerek seyreltilmiş ve sonra 1 ml %0,5'lik difenilamin çözeltisi ilave edildikten sonra fazla  $K_2Cr_2O_7$  0.5 N  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$  ile titre edilmiştir. Titrasyon bitiş noktasında renk mor-menekşeden yeşile dönmüştür. Sonuç 100 g örnekten yıkama suyuna geçen nişastanın gram miktarı şeklinde verilmiştir. Buna göre TOM değeri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$\text{TOM (g nişasta/100 g örnek)} = (B-S) \times (20/B) \times (3,75 \times 100 \times 0,9 \times 1,0283)$$

**TOM (g nişasta/100 g örnek):** Toplam organik madde miktarı

**B:** Şahit için harcanan 0,5 N  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$  hacmi (ml)

**S:** Örnek için harcanan 0,5 N  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$  hacmi (ml)

**20:** 10 ml  $K_2Cr_2O_7$  çözeltisine eşdeğer  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$  çözeltisi miktarı (ml)

**3.75:** 1 ml 0,5 N  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$  çözeltisine eşdeğer glukoz miktarı (mg)

**100:** Seyreltme faktörü

**0.9:** Glukozu nişastaya çevirme faktörü

**1.0283:** Nişastanın oksitlenmeyen miktarı için düzeltme faktörü

### **3.2.8 Makarnada Tekstürel Analizler**

Spagetti makarnada tekstürel analizler tekstür analiz cihazı (TA-XT Plus Texture Analyzer, Stable Micro Systems, İngiltere) kullanılarak yapılmıştır.

#### **3.2.8.1 Pişmemiş Makarnada Bükülme Testi Analizi**

Bu test için tekstür analiz cihazı ile uyumlu A/SFR Flexure Rig donanımı kullanılmıştır. Bu amaçla spagetti örnekleri 20 cm uzunluğunda kesildikten sonra spagettiler Texture Analyzer'ın yük hücresi ve alt tablası arasındaki donanımın özel yuvalarına yerleştirilmiştir. Test esnasında 5 kg'lık yük hücresi kullanılmıştır. Başlığın test öncesi hızı 0.5 mm/sn, test hızı 2.5 mm/sn ve test sonrası hızı 10 mm/sn olarak ayarlanmıştır. Üst başlığın aşağı doğru hareketiyle spagettilerin kırılması için gerekli kuvvet (g) ve kırılma mesafesi (mm) ölçülmüştür.

#### **3.2.8.2 Pişmiş Makarnada Sertlik Testi**

Bu test için tekstür analiz cihazı ile uyumlu A/LKB-F Firmness Rig sertlik donanımı kullanılmıştır. Pişmiş makarnada sertlik testi AACCI Approved Methods of Analysis Metot No.16-50.01 yöntemi modifiye edilerek Edwards vd. (1993)'e göre belirlenmiştir. Buna göre, 5 cm uzunluğunda 10 adet makarna örneği 800 ml kaynar suda optimum pişme süresine kadar pişirilmiş ve bühner hunisinden süzildükten sonra soğuk suda yıkanmıştır. Analize başlamadan önce kağıt peçete ile fazla su emdirilmiştir. Analiz için 2 adet makarna yan yana dikey olacak şekilde yerleştirilmiştir. Cihazın yük hücresine (5 kg) monte edilen bıçak, spagettilerin bulunduğu alt tablaya 0.5 mm mesafe kalana kadar kesme işlemini gerçekleştirmektedir. Başlığın test hızı 0.17 mm/sn ve test sonrası hızı 10 mm/sn olarak ayarlandıktan sonra 1 mm kalınlığında özel plastik bir bıçakla kesilen spagetti parçasının sertliği g.cm olarak ifade edilmiştir.

#### **3.2.8.3 Pişmiş Makarnada Yapışkanlık Testi**

Bu test için tekstür analiz cihazı ile uyumlu HDP/PFS Rig yapışkanlık donanımı kullanılmıştır. Pişmiş makarnada yapışkanlık testi Dexter vd. (1983b)'ya

göre belirlenmiştir. Buna göre 10 cm uzunluğunda kesilen 10 g spagetti 250 ml distile su kullanılarak optimum pişme süresine kadar pişirilmiştir. Bühner hunisinden bir dakika süreyle süzülen makarnalar yan yana tepsiye dizilmiş, daha sonra 5 adet spagetti makarna cihazın alt tablasına yerleştirilmiştir. Analiz sırasında 0.5 mm/sn hızla hareket eden dikdörtgen plaka, örneğe 2 sn süreyle 1000 g kuvvet uygulayacak şekilde plakayı örnek yüzeyinden ayırmak için gerekli maksimum kuvvet (g) yapışkanlık olarak kaydedilmiştir.

#### **3.2.8.4 Pişmiş Makarnada Elastikiyet Testi**

Bu test için tekstür analiz cihazı ile uyumlu A/SPR elastikiyet donanımı kullanılmıştır. Pişmiş makarnada elastikiyet testi Ingelbrecht vd. (2001)'e göre yapılmıştır. Buna göre, 25 cm uzunluğunda kesilen 15 g makarna 1.5 L kaynar distile suda optimum pişme süresine kadar pişirilmiştir, daha sonra bühner hunisinden bir dakika süreyle süzülerek yan yana tepsiye dizilmiş ve üstü alüminyum folyoyle örtülerek 5 dakika sonra test edilmiştir. Analiz sırasında donanım 0.5 mm mesafe bulunan iki başlık arasına sarılmış, üst başlığın yukarı doğru hareketiyle (3 mm/sn) kopma kuvveti (g) elastikiyetin ölçüsü olarak ifade edilmiştir.

#### **3.2.9 Makarnada Renk Analizi**

Durum irmiği, rafine kavuzsuz arpa unu, tam kavuzsuz arpa unu, irmik-kavuzsuz arpa unu karışımlarının ve üretilen kontrol ve kavuzsuz arpa unlu spagetti makarnaların renk analizleri renk ölçüm spektrofotometresinde (Gardner Color View, BYK, Almanya) üç tekrarlı ölçüm yapılarak belirlenmiştir. Pişmemiş spagetti çubukları renk ölçüm cihazının haznesine boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmiştir. Buna göre renk değerleri HunterLab ( $L$ ,  $a$ ,  $b$ ) renk sistemine göre ( $L$  [ 0-100= koyuluk-parlaklık ];  $a$  [  $-a$ = yeşillik,  $+a$ = kırmızılık];  $b$  [  $-b$ = mavilik,  $+b$ =sarılık]) belirlenmiştir. Sonuçlar üç ölçümün ortalaması belirlenerek standart sapmaları ile verilmiştir.

#### **3.2.10 Makarnaların Besinsel Özelliklerinin Belirlenmesi**

### 3.2.10.1 Toplam Besinsel Lif, Çözünür Ve Çözünmeyen Besinsel Lif Analizleri

Durum irmiği, kavuzsuz arpa unları ve kavuzsuz arpa katkılı pişmemiş makarnalarda toplam besinsel lif, çözünür ve çözünmeyen besinsel lif içerikleri Megazyme Total Dietary Fiber Assay Kit (Megazyme International Ireland Limited, Wicklow, Ireland) analiz kiti kullanılarak belirlenmiştir. Bu analiz kitinde yöntem Lee vd. (1992) ve Prosky vd. (1988, 1992) yöntemlerine ve AACCI Approved Methods of Analysis Metot No: 32-05.01 ve Metot No: 32-21.01 yöntemlerine dayanmaktadır. Toplam besinsel lif analizi için örnekler sırasıyla  $\alpha$ -amilaz, proteaz ve amiloglukozidaz enzimleri ile hidrolize edilerek, nişastanın ve proteinlerin parçalanması ve son olarak dekstrinlerin glukoz birimlerine ayrılması sağlanmıştır. Daha sonra %95'lik etanol ile besinsel lifler çöktürülmüş ve daha sonra karışım sinter filtreli krozelerden vakum ile süzümüştür. Erlende kalan besinsel lifler sırasıyla %95'lik etanol, %78'lik etanol ve aseton ile yıkandıktan sonra cam krozeler bir gece etüvde 103°C'de kurumaya bırakılmıştır. Kurutma işleminden sonra tartımları yapılarak ham besinsel lif miktarı belirlenmiştir. Daha sonra ham besinsel lifte bulunan kül miktarının belirlenmesi amacıyla, kül fırınında 525°C'de 3 saat yakma uygulanmıştır. Toplam besinsel lif miktarı, etüvde kurutma işleminden sonra bulunan ham besinsel lif miktarından, kül miktarının çıkarılması ile hesaplanmış ve % kuru madde üzerinden verilmiştir. Sonuçlar, tüm örneklerde üçer tekrarın ortalaması hesaplandıktan sonra standart sapmaları ile verilmiştir.

Çözünmeyen ve çözünür besinsel lif miktarı tayini için izlenen yöntem şöyledir: örnekler yine aynı şekilde sırasıyla  $\alpha$ -amilaz, proteaz ve amiloglukozidaz enzimleri ile hidrolize edilerek, nişastanın ve proteinlerin parçalanması ve son olarak dekstrinlerin glukoz birimlerine ayrılması sağlanmıştır. Daha sonra çözünmeyen besinsel lif miktarı için; tüplerdeki içerik önceden darası alınmış cam sinter filtreli krozelerden vakum altında her bir örneğe ait cam erlenmayere süzümüştür. Sonra tüplerin içeriği iki kez 5 ml 60°C'ye ısıtılmış distile su ile çalkalanıp/yıkanıp içerik krozenin filtresinde kalan çözünmeyen kalıntı üzerine dökülmüş ve kalıntı yıkanmıştır. Erlenmayerlerde biriken filtrat (çözünebilir besinsel lif içeriyor) bir sonraki işlem için saklanmıştır. Krozelerin filtrelerinde biriken çözünmeyen besinsel lif ikişer kez sırayla %95'lik etil alkol ve aseton ile yıkanmıştır. Krozeler 103°C'ye ayarlanmış etüvde sabaha kadar kurutulmuş ve daha sonra tartılmıştır. Daha sonra ham besinsel lifteki kül miktarının belirlenmesi amacıyla kül fırınında 525°C'de 3



saat yakma uygulanmıştır. Çözünemeyen besinsel lif miktarı için ham besinsel lif miktarından kül miktarı çıkarılmış ve % kuru madde üzerinden verilmiştir.

Çözünebilir besinsel lif için saklanan filtrat üzerine hacminin 4 katı kadar önceden 60°C'ye ısıtılmış %95'lik etil alkol eklenmiş 1 saat presipitasyona bırakılmıştır. Daha sonra erlenlerdeki içerik önceden darası alınmış cam sinter filtreli krozelerden vakum altında süzülmüştür. Tüm içeriğin geçişinden emin olmak için erlenin içi sırasıyla %78'lik etil alkol, %95'lik etil alkol ve aseton ile yıkanmış ve krozelerin üzerinde kalan besinsel lifin üzerine dökülerek yıkanmıştır. Cam krozeler 103°C'ye ayarlanmış etüvde sabaha kadar kurutulmuş ve desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Daha sonra ham besinsel lifteki kül miktarının belirlenmesi amacıyla 525°C'ye ayarlı kül fırınında 3 saat yakma uygulanmıştır. Çözünebilir besinsel lif miktarı için ham lif miktarından kül miktarı çıkarılmış ve % kuru madde üzerinden verilmiştir. Sonuçlar, tüm örneklerde üçer tekrarın ortalaması hesaplandıktan sonra standart sapmaları ile gösterilmiştir.

### **3.2.10.2 $\beta$ -Glukan Miktarı Analizi**

Durum irmiği, kavuzsuz arpa unları ve kavuzsuz arpa katkılı pişmemiş makarnalarda  $\beta$ -glukan miktarı Megazyme Mixed-Linkage  $\beta$ -glucan Assay Kit (Megazyme International Ireland Limited, Wicklow, Ireland) analiz kiti kullanılarak belirlenmiştir. Yöntem, esas itibarıyla McCleary ve Glennie-Holmes (1985), McCleary ve Codd (1991), McCleary ve Mugford (1992) yöntemleri modifiye edilerek oluşturulmuştur ve McCleary metodu olarak bilinmektedir. Ayrıca, AACCI (2010) Approved Methods of Analysis Metot No: 32-23.01 ve ICC (2002) Standart Metot No: 166 hızlı enzimatik yöntemleri de McCleary yöntemini esas almaktadır. Buna göre, 1 ml %50 (v/v)'lik etil alkol ve 5 ml sodyum fosfat tamponu (pH 6,5) ilave edilerek süspansiyon edilen örnekler vorteks karıştırıcıda (Reax Top, Heidolph, Almanya) 1 dakika karıştırılmış, sonrasında kaynar su banyosunda 5 dk daha tutularak vorteks karıştırıcıda kuvvetlice karıştırılmıştır. Daha sonra likenaz enzimi (10 U) ile  $\beta$ -glukandaki çapraz bağlar hidroliz edildikten sonra örnek 1000 rpm'de 10 dakika santrifüj (Nüve, Ankara) edilmiştir. Santrifüjden alınan süpernatant Whatman No:41 filtre kağıdından süzülmüş ve  $\beta$ -glukozidaz enzimi ile glukoz birimlerine hidroliz işleminden sonra serbest kalan glukoz, glukoz oksidaz/peroksidaz (GOPOD) enzim çözeltisi ile reaksiyona bırakılmıştır. İnkübasyon (40 °C'de 20 dakika) sonunda meydana gelen absorbans UV-VIS spektrofotometrede (Shimadzu 1700,

Japonya) 510 nm dalga boyunda ölçülmüştür.  $\beta$ -glukan miktarı (%) tüm örneklerde üçer tekrarlı yapılmış ve sonuçlar kuru madde üzerinden hesaplanarak standart sapmaları ile gösterilmiştir.

### **3.2.11 Makarnalarda Duyusal Analizler**

Kontrol ve kavuzsuz arpa katkılı spagetti makarnaların duyusal analizi Mastromatteo vd. (2012)'nin yöntemine göre yapılmıştır. Buna göre, 20 kişilik panelist grubundan makarna örneklerin duyusal olarak değerlendirmeleri istenmiştir. Duyusal değerlendirmeden önce panelistler duyusal özellikleri ifade eden kelimeler ve tanımlamalar hususunda bilgilendirilmiştir. Panelistler önce pişmemiş spagetti makarnalarda renk, şekil/form, parlaklık/görünüm, yüzey pürüzsüzlüğü, yüzey çatlaklığı ve genel kabul edilebilirlik ile ilgili değerlendirmeler yapmışlardır. Daha sonra panelistler optimum pişme sürelerinde pişirilmiş spagetti makarnalarda ağız hissi/dolgunluk, yapışkanlık, renk, aroma (tat ve koku), parlaklık/görünüm ve genel kabul edilebilirlik ile ilgili değerlendirmeler yapmışlardır. Bunun için her bir özelliği değerlendirmek üzere dokuz-nokta hedonik puanlama cetveli kullanılmıştır. Bu puanlamada 1 puan 'son derece kötü/hoşa gitmemiş'; 9 puan 'son derece hoş/mükemmel'; 6 puan ise 'tatmin edici/yeterli' değerlendirmelerine karşılık gelmiştir.

### **3.3 İstatistiksel Analiz**

Tüm analizler üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde Jump 11 istatistik paket programı kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel düzende (2x5 faktöriyel) değerlendirilmiştir. Ortalamalar arası farklar Asgari Önemli Fark (Least Significance Difference-LSD) testi kullanılarak %1 veya %5 önemlilik düzeyine göre değerlendirilmiştir.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Kavuzsuz arpa (KA, *Özen cv.*) ve yerli makarnalık durum buğdayının (EBD, *Eminbey cv.*) bazı fiziksel kalite özellikleri **Çizelge 4.1**'de gösterilmiştir. Buna göre, makarnalık durum buğdayının hektolitre ağırlığı (78,4 kg/hL) ve bin tane ağırlığı (36,2 g) kavuzsuz arpadan daha yüksektir. Makarnalık durum buğdayının tane sertliği ve camsılık oranı sırasıyla %70 ve %99 olarak bulunmuştur. Kavuzsuz arpanın valsli değirmendeki rafine un verimi ve makarnalık durum buğdayının irmik verimi sırasıyla %33,1 ve %58,8 olarak bulunmuştur.

**Çizelge 4.1.** Kavuzsuz arpa (KA, *Özen cv.*) ve yerli makarnalık durum buğdayının (EBD, *Eminbey cv.*) bazı fiziksel kalite özellikleri

	Hektolitre Ağırlığı (kg/hL)	Bin Tane Ağırlığı* (g)	Tane Sertliği (%)	Camsılık (%)	2.8 mm Elek üstü (%)	2.5 mm Elek üstü (%)	Un/İrmik Verimi (%)
<b>KA</b>	76,8±0,26	31,9±0,34	40±0,40	2,0±0,58	0,90±0,14	20,2±1,36	33,1±1,46
<b>EBD</b>	78,4±0,66	36,2±0,76	70±0,45	99,0±1,00	26,5±0,90	43,4±0,66	58,8±0,00

Ortalama ± standart sapma; n:3.\*Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Yazar ve Karadoğan (2008)'in yaptığı bir çalışmada, 8 adet makarnalık buğday çeşidi ve iki ıslah hattının bin tane ağırlıkları 36,6-47,9 g, camsılık oranı %88,5-99,0 ve hektolitre ağırlıklarının 75,4-79,5 kg arasında değiştiği bildirilmiştir. Dirik ve Sakin (2018) 2014-2015 ve 2016-2017 yıllarında, Tokat-Kazova'da yaptıkları bir çalışmada, farklı buğday genotiplerinin kışlık ve yazlık ekim zamanlarının bazı kalite karakterleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. *Eminbey cv.* çeşidinin camsılık oranını kışlık denemede %92,4, yazlık denemede %92,1 olarak bulmuşlardır. Özderen Ünsal (2009)'in yaptığı bir çalışmada Ege-88 kontrol makarnalık buğdayın irmik verimi %58,7 olarak bulunurken, Köroğlu (2010) ise *Eminbey cv.* makarnalık buğdayının irmik verimini %48,6 olarak bulmuştur. Bu araştırmada, Single Kernel Characterization System (SKCS)'e göre (AACCI, 2010), *Eminbey cv.* makarnalık buğdayı sert, *Özen cv.* kavuzsuz arpa çeşidi ise ortayumuşak özelliktedir.

İrmik (Eİ: *Eminbey cv.*), rafine kavuzsuz arpa unu (RKA, *Özen cv.*) ve tam kavuzsuz arpa ununun (TKA, *Özen cv.*) bazı kimyasal ve besinsel lif özellikleri

**Çizelge 4.2'**de gösterilmiştir. Buna göre, Eİ, RKA ve TKA örneklerinin kuru madde üzerinden kül değerleri sırasıyla %0,63, %0,93 ve %2,0 olarak bulunmuştur. En yüksek protein miktarı kuru madde üzerinden TKA ununda (%18,2) belirlenmiştir, Eİ ve RKA'nın protein değerleri ise birbirine benzer bulunmuştur. İrmik, TKA ve RKA unlarının çözünmeyen besinsel lif miktarları kuru madde üzerinden sırasıyla %3,1, %11,8 ve %2,5 olarak belirlenirken, çözünür besinsel lif miktarları sırasıyla %3,17, %9,03 ve %5,06 olarak bulunmuştur. Araştırmada irmik (Eİ), TKA ve RKA örneklerinde bulunan toplam besinsel lif (çözünmeyen+çözünür besinsel lif) miktarları sırasıyla %6,3, %20,8 ve %7,6 olarak bulunmuştur. Çalışmada, TKA ve RKA unlarının kuru madde üzerinden  $\beta$ -glukan miktarları sırasıyla %5,00 ve %2,40 olarak bulunurken, makarnalık irmikte  $\beta$ -glukan çok düşük miktarda tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.2.** İrmik (Eİ: *Eminbey cv.*), rafine kavuzsuz arpa unu (RKA, *Özen cv.*) ve tam kavuzsuz arpa ununun (TKA, *Özen cv.*) bazı kimyasal ve besinsel lif özellikleri

	Nem (%)	Kül* (%)	Protein* (%)	Toplam Besinsel Lif* (%)	Çözünmeyen Besinsel Lif* (%)	Çözünür Besinsel Lif* (%)	$\beta$ -Glukan* (%)
<b>Eİ</b>	12,3±0,10	0,63±0,006	12,4±0,48	6,3±0,09	3,1±0,15	3,17±0,18	0,01±0,011
<b>TKA</b>	9,5±0,07	2,00±0,000	18,2±0,35	20,8±0,23	11,8±0,37	9,03±0,53	5,00±0,040
<b>RKA</b>	13,2±0,05	0,93±0,018	12,1±0,44	7,6±0,30	2,5±0,23	5,06±0,07	2,40±0,051

Ortalama  $\pm$  standart sapma; n:3.\*Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Arpa genotiplerinin kompozisyonu üzerine kavuzsuz genin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada kavuzsuz arpanın kül miktarlarının %1,6-2,1 arasında bulunduğu belirtilmiştir (Bhatty, 1999). Helm ve de Francisco (2004) yaptıkları bir çalışmada, 6 adet kavuzsuz arpa çeşidinde kül içeriğini %1,5-2,3 arasında tespit etmişlerdir. Yalçın ve Çelik (2006), kavuzsuz arpanın protein oranının %13-18 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kavuzsuz arpa veya kabuğu soyulmuş arpa tanesinin %11-20 arasında toplam besinsel lif içerdiği, bunun %11-14'ünün çözünemeyen besinsel lif ve % 3-10'unun çözünür besinsel lif olduğu rapor edilmiştir, aynı araştırmacılar tam arpa tanesinin ise %4,0-9,0 arasında  $\beta$ -glukan içerdiğini bildirmişlerdir (Baik ve Ulrich, 2008). Helm ve de Francisco (2004) yaptıkları bir çalışmada, 6 adet kavuzsuz arpa çeşidinde toplam besinsel lif miktarını %12,4-17,4, çözünemeyen besinsel lif miktarını %8,1-12,2, çözünür besinsel lif miktarını %4,3-6,5 ve  $\beta$ -glukan miktarını %3,7-5,8 arasında tespit etmişlerdir.

Araştırmada bulunan sonuçlar görüldüğü gibi diğer araştırmacıların verileri ile uyumludur.

Makarna yapımında kullanılan irmiğin (Eİ: *Eminbey cv.*) bazı fizikokimyasal analiz sonuçları **Çizelge 4.3**'de gösterilmiştir. Buna göre, makarnalık irmikte saptanan yaş gluten, kuru gluten ve gluten indeks değerleri sırasıyla %31,7, %10,2 ve %98,1 olarak belirlenmiştir. İrmiğin glutork cihazında belirlenen uzama kabiliyeti, uzama zamanı ve gevşeme değerleri sırasıyla 244 BU, 125 s ve 240 olarak bulunmuştur. Makarnalık irmiğin SDS ve beklemeli SDS değerleri ise 17 ml ve 18 ml olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Makarna yapımında kullanılan durum buğdayı irmiğinin (*Eminbey cv.*, 0,5 mm) bazı fizikokimyasal analiz sonuçları

Yaş Gluten*	Kuru Gluten	Gluten İndeks	Uzama Kabiliyeti	Uzama Zamanı	Uzama Gevşeme	SDS** (ml)	Beklemeli SDS** (ml)
(%)	(%)	(%)	(BU)	(s)			
31,7±0,56	10,2±0,32	98,1±0,45	244±19,3	125±0,0	240±14,8	17±0,6	18±0,0

Ortalama±standart sapma; n:3. \*Kuru madde üzerinden verilmiştir. \*\*%14 nem üzerinden hesaplanmıştır.

Köten (2010) yaptığı bir çalışmada, *Svevo cv.* makarnalık buğday irmiğinin yaş gluten miktarını %33,0, kuru gluten miktarını %10,9 ve gluten indeksini ise %62 olarak bulmuştur. Görüldüğü gibi yaş gluten ve kuru gluten değerleri bu araştırmada bulunan değerlere yakın bulunurken, gluten indeks değeri bu araştırmada bulunan ortalama değerden düşüktür. Başka bir çalışmada *Eminbey cv.* irmiğinin yaş gluten miktarı %43,5, kuru gluten miktarı %13,8 ve gluten indeks değeri %91,2 olarak bulunmuştur (Koroğlu, 2010). Glutograf analizinde, uzama (*stretch*) kabiliyeti hamurun uzamasının, gevşeme (*relaxation*) değeri (BU) hamurun elastikiyetinin ölçüsüdür. Uzama zamanı (s) değerinin yüksek, gevşeme değerlerinin ise düşük olması analiz edilen örneğin gluten kalitesinin iyi olduğu anlamını taşımaktadır (Acar, 2012). Bir başka çalışmada, *Eminbey cv.* makarnalık irmiğinde SDS sedimentasyon değerini yazlık ekim denemesinde 20,3 ml, kışlık ekim denemesinde 20,2 ml olarak tespit etmişlerdir (Dirik ve Sakin, 2018). Bulunan değerler bu araştırmada bulunan değerlere yakındır.

İrmik (Eİ: *Eminbey cv.*), rafine kavuzsuz arpa unu (RKA: *Özen cv.*) ve tam kavuzsuz arpa ununun (TKA: *Özen cv.*) renk özellikleri ve  $\beta$ -karoten miktarları

**Çizelge 4.4'**de gösterilmiştir. Buna göre, en yüksek ve en düşük *L* parlaklık değeri sırasıyla RKA (100,0) ve TKA (92,5) unlarında belirlenmiştir, makarnalık irmikte bu değer 93,3 olarak saptanmıştır. En yüksek ve en düşük *a* kırmızılık değerleri sırasıyla TKA (3,1) ve RKA (1,4) unlarında belirlenmiş olup makarnalık irmik örneğinde bu değer 2,6 olarak tespit edilmiştir. Makarnalık irmiğin *b* sarılık değeri beklenildiği gibi en yüksek (27,3) bulunmuştur; TKA ve RKA unlarında bulunan sarılık değerleri sırasıyla 13,8 ve 8,4 olarak belirlenmiştir. En yüksek  $\beta$ -karoten miktarı beklenildiği gibi makarnalık irmikte (7,7 mg/kg) belirlenmiştir, bunu sırasıyla TKA (5,0 mg/kg) ve RKA (2,6 mg/kg) kavuzsuz arpa unları izlemiştir.

**Çizelge 4.4.** İrmik (Eİ: *Eminbey cv.*), rafine kavuzsuz arpa unu (RKA) ve tam kavuzsuz arpa unununun (TKA) renk özellikleri ve  $\beta$ -karoten miktarları

	<i>L</i> -parlaklık	<i>a</i> -kırmızılık	<i>b</i> -sarılık	$\beta$ -karoten* (mg/kg)
<b>Eİ</b>	93,3±0,20	2,6±0,02	27,3±0,13	7,7±0,05
<b>TKA</b>	92,5±0,15	3,1±0,02	13,8±0,11	5,0±0,39
<b>RKA</b>	100,0±0,22	1,4±0,03	8,4±0,06	2,6±0,06

Ortalama  $\pm$  standart sapma, n:3. \*Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli makarnalık hammadde karışımlarının renk özellikleri **Çizelge 4.5'**de gösterilmiştir. Buna göre, kontrol makarnası hammaddesinin (irmiğinin) *L* parlaklık değeri 93,27 bulunurken diğer örnekler ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Çalışmada, farklı oranlarda RKA ve TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarının *L* parlaklık değerleri sırasıyla 94,46-99,03 ve 91,29-92,31 arasında değişmiştir. Rafine kavuzsuz arpa ikameli makarnalık hammadde karışımlarının *L* parlaklık değerleri, ikame oranı artışı ile bir artış gösterirken, TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarının *L* parlaklık değerleri ikame oranı artışı ile azalma göstermiştir. Örneklerin *L* parlaklık değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde %40 ve %50 RKA ikameli ve %20-50 TKA ikameli makarnalık hammadde karışımları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmazken ( $P>0,01$ ), aynı örneklerin diğer hammadde karışımları ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Araştırmada, kontrol makarnası hammaddesinin (irmiğinin) *a* kırmızılık değeri 2,61 olarak bulunmuştur, bulunan bu değer %10 ve %20 TKA ikameli hammadde karışımlarının *a* kırmızılık değeri ile benzer bulunurken ( $P>0,01$ ), bu üç örneğin diğer makarnalık

hammadeler ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Çalışmada, RKA ve TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarının *a* kırmızılık değerleri sırasıyla 1,54-2,11 ve 2,69-2,98 arasında değişmiştir. Görüldüğü gibi RKA ikameli makarnalık hammaddelerin *a* kırmızılık değerleri, ikame oranı ile birlikte azalırken, TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarının *a* kırmızılık değerleri ikame oranı artışı ile birlikte artış göstermiştir. Makarnalık hammadde karışımları incelendiğinde, %10 (2,11), %20 (1,89) ve %50 (1,54) RKA ikameli örnekler ve %10 (2,69) TKA ikameli örneğin *a* kırmızılık değeri ile diğer tüm örneklerin *a* kırmızılık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ; **Çizelge 4.5**).

**Çizelge 4.5.** Kontrol makarnası irmiği (Eİ) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli makarnalık hammadde karışımlarının renk özellikleri

	KAU (%)	L- parlaklık	a- kırmızılık	b- sarılık
Eİ	0	93,27±0,204e	2,61±0,021c	27,29±0,135a
	10	94,46±0,672d	2,11±0,150d	23,25±0,615bc
	20	96,07±0,075c	1,89±0,023e	21,19±0,035d
RKA	30	96,99±0,808b	1,76±0,056ef	18,77±0,506ef
	40	98,32±0,179a	1,65±0,058fg	16,83±0,340g
	50	99,03±0,240a	1,54±0,026g	14,64±0,079h
TKA	10	92,31±0,196f	2,69±0,025c	24,02±0,141b
	20	91,99±0,087fg	2,74±0,066bc	22,55±1,253c
	30	91,73±0,282fg	2,88±0,071ab	20,36±0,119d
	40	91,61±0,1878g	2,97±0,049a	18,87±0,133e
	50	91,29±0,345g	2,98±0,021a	17,81±0,112fg
	<b>AÖF</b>	<b>0,823</b>	<b>0,138</b>	<b>1,027</b>
	<b>DK</b>	<b>0,004</b>	<b>0,026</b>	<b>0,021</b>

Ortalama ± standart sapma; n:3. Aynı sütün içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ).

AÖF: Asgari Önemli Fark (*Least Significance Difference-LSD*)

DK: Değişim Katsayısı (*Coefficient of Variance-CV*)

Araştırmada, kontrol makarnası hammaddesinin (irmişinin) *b* sarılık değeri 27,29 olarak bulunmuştur, bulunan değer beklenildiği gibi tüm örnekler içinde en yüksek değerdir ( $P<0,01$ ). Çalışmada, RKA ve TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarının *b* sarılık değerleri sırasıyla 14,64-23,25 ve 17,81-24,02 arasında değişmiştir. Görüldüğü gibi RKA veya TKA ikameli makarnalık hammaddelerin *b* sarılık değerleri, ikame oranı artışları ile birlikte azalmıştır. Kontrol makarnası

hammadesinin *b* sarılık değeri ile tüm RKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarının (%10-50) *b* sarılık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Kontrol makarnası hammaddesinin *b* sarılık değeri ile tüm TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarının (%10-50) *b* sarılık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ; **Çizelge 4.5**).

Köten (2010), Svevo cv. çeşidinin irmiğinde  $L^*$ -parlaklık renk değerini 85,98,  $a^*$ - kırmızılık renk değerini 1,43 ve  $b^*$ - sarılık değerini 27,12 olarak belirlemiştir. İrmik ve makarnanın renk özelliklerini belirlemek için iki enstrümantal yöntem önerilmiştir; bunlardan birincisi karotenoid ve ksantofil pigmentlerinin ekstraksiyonu ve bunların yoğunluğunun spektrometrede ölçülmesi; ikincisi renk tayin cihazı kullanılarak irmik ve makarnanın sarılık indeksinin doğrudan ölçümüdür. Pigment içeriği  $\beta$ -karoten (ppm/kuru madde) cinsinden  $>5$  ppm ise yüksek kaliteli, 3-5 ppm arasında ise orta kaliteli; sarılık indeksi  $>23,5$  ise yüksek kaliteli, 19,0-23,5 arasında ise orta kaliteli olarak ifade edilmiştir (Landi,1995). Bu araştırmada, Eminbey cv. çeşidinin irmiği hem  $\beta$ -karoten miktarı, hem de *b* sarılık renk değeri açısından yüksek kalitede bulunmuştur. Karışımların *b* sarılık renk değerlerine bakıldığında RKA10, RKA20 orta kalitede, TKA10, TKA20 ve TKA30 karışımları da orta kalitede tespit edilmiştir.

Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli makarnalık hammadde karışımlarının farinoğraf özellikleri **Çizelge 4.6**'da gösterilmiştir. Buna göre, EK makarna hammaddesinin su absorpsiyon derecesi %53,7 olarak bulunmuştur, bulunan değer ile %20-50 TKA ikameli makarnalık hammadde karışımları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Çalışmada, RKA veya TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarının su absorpsiyon dereceleri sırasıyla 53,3-54,7 ve 55,0-64,8 arasında değişmiştir. Görüldüğü gibi %20-50 oranlarında TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarının su absorpsiyon dereceleri diğer tüm örneklerin su absorpsiyon derecelerinden daha yüksektir ve karışımdaki TKA oranı arttıkça su absorpsiyon derecesi de artmaktadır ( $P<0,01$ ). En yüksek ve en düşük su absorpsiyon oranı sırasıyla %50 TKA (%64,8) ve %10 RKA (%53,3) ikameli makarnalık hammadde karışımlarında saptanmıştır ( $P<0,01$ ). Araştırmada, EK makarna hammaddesinin gelişme süresi 9,8 dk olarak saptanmıştır, bulunan bu değer en yüksek gelişme süresidir. Gelişme süresi, RKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarında ikame oranı arttıkça genellikle azalmıştır, fakat TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarında gelişme süresi ikame edilen TKA oranı arttıkça yükselmiştir. Buna



göre, RKA ve TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarında gelişme süreleri sırasıyla 2,1-5,6 dk ve 4,8-9,3 dk arasında değişmiştir (**Çizelge 4.6**).

**Çizelge 4.6.** Kontrol makarnası (Eİ) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli makarnalık hammadde karışımlarının farinograf özellikleri

	KAU (%)	Düzeltilmiş Su Absorpsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dk)	Yumuşama Derecesi (BU)	Eklenen Su Miktarı (ml)
<b>Eİ</b>	0	53,7±0,59e	9,8±5,92	10,0±1,73g	310
	10	53,3±0,40e	5,6±2,98	6,7±1,53g	308
	20	54,4±1,70e	2,9±1,18	13,3±3,06fg	314
<b>RKA</b>	30	53,8±0,47e	2,2±0,06	23,7±4,16de	311
	40	54,2±0,15e	2,3±0,15	19,3±4,16ef	313
	50	54,7±0,35e	2,1±0,12	27,0±4,36cd	316
<b>TKA</b>	10	55,0±0,59e	4,8±0,44	13,0±2,00fg	318
	20	57,0±0,96d	4,9±1,35	29,0±3,61bcd	329
	30	59,7±1,17c	6,0±2,52	32,3±3,06abc	345
	40	62,0±0,26b	8,6±1,66	34,0±2,00ab	358
	50	64,8±1,04a	9,3±1,54	36,3±2,52a	374
	<b>AÖF</b>	<b>1,85</b>		<b>6,85</b>	
	<b>DK</b>	<b>0,01</b>	<b>0,49</b>	<b>0,14</b>	

Ortalama ± standart sapma; n:3. Aynı sütün içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.01$ ).

AÖF: Asgari Önemli Fark (*Least Significance Difference-LSD*)

DK: Değişim Katsayısı (*Coefficient of Variance-CV*)

Çalışmada, EK makarna hammaddesinin yumuşama derecesi 10,0 BU olarak tespit edilmiştir. Bulunan değer ile %10 ve %20 RKA ikameli örneklerin ve %10 TKA ikameli makarna örneğinin yumuşama dereceleri arasında önemli bir fark görülmemiştir ( $P>0,01$ ) fakat diğer tüm makarna hammadde karışımlarının yumuşama dereceleri ile arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Genellikle, RKA ikameli makarna hammadde karışımlarında ikame oranı artırıldıkça yumuşama derecesi değerleri artmıştır. Aynı durum, TKA ikameli makarna hammadde karışımlarında da görülmektedir, buna göre, TKA ikame oranı artırıldıkça hammadde karışımlarının yumuşama derecesi yükselmiştir. Araştırmada, RKA veya TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarının yumuşama derecesi sırasıyla 6,7-27,0 BU ve 13,0-36,3 BU arasında değişmiştir. En yüksek ve en düşük yumuşama dereceleri sırasıyla %50 TKA ikameli (36,3 BU) ve %10 RKA ikameli (6,7 BU) makarnalık hammadde karışımlarında belirlenmiştir ( $P<0,01$ ). Farinograf çalışmasında bulunan değerlere göre EK makarnalık hammaddesine eklenecek su

miktarı 310 ml iken, RKA ve TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarına eklenecek su miktarı sırasıyla 308-316 ml ve 318-374 ml arasında değişmiştir. Görüldüğü gibi, TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarında eklenecek su miktarı ikame oranı artırıldıkça yükselmiştir. En yüksek ve en düşük eklenecek su miktarı sırasıyla %50 (374 ml) TKA ve %10 (308 ml) RKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarına uygulanmıştır (**Çizelge 4.6**).

Baiano vd. (2008), tamamen yeniden öğütülmüş irmikten yapılan hamurun su absorpsiyonunu %66, gelişme süresini 1,7 dk ve yumuşama derecesini 71 BU olarak belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar, %80 oranında yeniden öğütülmüş irmik ve %20 kavrulmuş tam buğday irmiği karışımından yapılan hamurun su absorpsiyonunu %61,9, gelişme süresini 1,7 dk ve yumuşama derecesini 66 BU olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca, %40 oranında yeniden öğütülmüş irmik, %40 oranında kavrulmuş tam buğday irmiği ve %20 yumuşak buğday unu karışımından yapılan hamurun su absorpsiyonunu %60,6, gelişme süresini 2,5 dk ve yumuşama derecesini 27 BU olarak tespit etmişlerdir. Köksel (1990) yaptığı tez çalışmasında ıslah çalışması yapılan makarnalık buğdaylardan öğütülen irmiklerde gelişme süresini 2,25-15,50 dk arasında saptamıştır. Gimenez vd. (2012)'nin ekmeçlik una belli oranlarda bakla unu katarak ürettikleri spagetti çalışmasında, kontrol unundan (ekmeçlik un) yapılan hamurda su absorpsiyonunu %50,5, gelişme süresini 6,0 dk ve yumuşama derecesini ise 60 BU olarak tespit etmişlerdir; aynı araştırmacılar %10, %20 ve %30 oranlarında bakla unu katılmış karışımların su absorpsiyonunu sırasıyla %53,30, %54,80 ve %57,20; gelişme sürelerini sırasıyla 5,0 dk, 4,7 dk, ve 4,5 dk; yumuşama derecelerini ise 140 BU, 170 BU ve 190 BU olarak belirlemişlerdir.

Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmemiş makarnaların nem, kül ve protein miktarı sonuçları **Çizelge 4.7**'de gösterilmiştir. Buna göre, kontrol ve kavuzsuz arpa ikameli pişmemiş makarnaların nem değerleri birbirine benzer bulunmuştur. Pişmemiş tüm makarna örneklerinde nem miktarları %9,3-%9,9 arasında değişmiştir. Pişmemiş makarnaların kül değerleri incelendiğinde kontrol makarnasının kül miktarı kuru madde üzerinden %0,60 olarak bulunmuştur, bulunan kül miktarı tüm örnekler içerisinde en düşük değer olarak saptanmış ve istatistiksel olarak aralarındaki fark önemlidir ( $P<0,01$ ). Çalışmada, RKA ve TKA ikameli pişmemiş makarnaların kuru madde üzerinden kül değerleri sırasıyla %0,67-0,73 ve %0,80-1,30 arasında değişmiştir. Görüldüğü gibi TKA ikameli pişmemiş makarnaların kül değerleri daha yüksek bulunmuştur ve TKA ikame oranı artırıldıkça

kuru madde üzerinden kül değerleri de artmıştır. Kül değerleri bakımından, RKA ikameli pişmemiş makarnalar arasında istatistiksel olarak genellikle önemli bir fark görülmez iken ( $P>0,01$ ), TKA ikameli pişmemiş makarnalar arasında istatistiksel olarak kül değerleri bakımından önemli fark vardır ( $P<0,01$ ). Ayrıca, her iki tip kavuzsuz arpa unlu pişmemiş makarnaların kuru madde üzerinden kül değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ( $P<0,01$ ).

**Çizelge 4.7.** Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmemiş makarnaların nem, kül ve protein miktarı sonuçları

	KAU (%)	Nem (%)	Kül* (%)	Protein* (%)
<b>EK</b>	0	9,3±0,35	0,60±0,000h	11,8±0,26bc
	10	9,3±0,12	0,67±0,058g	11,9±0,29bc
	20	9,4±0,00	0,70±0,000fg	11,7±0,44bc
<b>RKA</b>	30	9,5±0,58	0,70±0,000fg	11,3±0,06cd
	40	9,6±0,06	0,73±0,058f	11,2±0,35cd
	50	9,9±0,06	0,70±0,000fg	10,7±0,10d
<b>TKA</b>	10	9,9±0,00	0,80±0,000e	12,3±0,25ab
	20	9,9±0,10	0,90±0,000d	12,8±0,15a
	30	9,8±0,00	1,00±0,000c	12,7±0,68a
	40	9,6±0,06	1,13±0,058b	13,0±0,40a
	50	9,8±0,06	1,30±0,000a	13,0±0,31a
	<b>AÖF</b>		<b>0,066</b>	<b>0,77</b>
	<b>DK</b>	<b>0,02</b>	<b>0,035</b>	<b>0,33</b>

Ortalama ± standart sapma; n:3. \*Kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı sütün içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ).

AÖF: Asgari Önemli Fark (*Least Significance Difference-LSD*)

DK: Değişim Katsayısı (*Coefficient of Variance-CV*)

Pişmemiş makarnaların protein miktarları incelendiğinde, kontrol makarnasının kuru madde üzerinden protein miktarı %11,8 olarak belirlenirken, RKA ve TKA ikameli pişmemiş makarnaların kuru madde üzerinden protein miktarları sırasıyla %10,7-11,9 ve %12,3-13,0 arasında değişmiştir (**Çizelge 4.7**). Görüldüğü gibi TKA ikameli pişmemiş makarnaların protein miktarları kuru madde üzerinden daha yüksektir. En yüksek ve en düşük protein değerleri sırasıyla %40 ve %50 TKA ikameli örneklerde (%13,0) ve %50 RKA ikameli makarna örneğinde (%10,7) saptanmıştır. Ayrıca, RKA ikameli pişmemiş makarna örneklerinde protein miktarı RKA ikame oranı artırıldıkça genellikle azalırken, TKA ikameli makarna örneklerinde protein miktarı TKA ikame oranı artırıldıkça kuru madde üzerinden yükselmiştir. Kontrol ve %10-40 RKA ikameli makarnaların protein değerleri arasında istatistiksel

olarak önemli bir fark gözlenmez iken ( $P>0,01$ ), aynı örneklerin %50 RKA ikameli makarna örneği ile aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Kontrol ve %20-50 TKA ikameli pişmemiş makarnaların protein değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunurken ( $P<0,01$ ), tüm TKA ikameli pişmemiş makarnaların protein değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P>0,01$ ).

Köten vd. (2014), Türkiye’de üretilen makarnaların kimyasal kompozisyonu üzerine yaptıkları bir çalışmada, makarna örneklerinde nem miktarını %9,53-11,3, kül miktarını %0,69-1,18 ve protein miktarını da %9,53-11,73 arasında tespit etmişlerdir. Bu araştırmada, %50 RKA ikameli makarna örneğinin protein miktarı hariç diğer tüm parametrelerde bulunan değerleri Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği (2002)’ne uygundur. Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği (2002)’ne göre, sade ve zenginleştirilmiş makarnaların protein miktarı kuru madde üzerinden en az %10.50, tam buğday makarnasının en az %11,0 (%Nx5.7), tam buğday makarnasında kül miktarının ise kuru madde üzerinden en çok %2,0 olmalıdır (TGK Makarna Tebliği, 2002). Marconi vd. (2000)’nin arpa soyma yan ürünlerini kullanarak  $\beta$ -glukan miktarı bakımından zenginleştirilmiş makarna üretimindeki bir çalışmada, kontrol makarnasında nem miktarını %9,8, %50 oranında arpa fraksiyonlarınca zenginleştirilmiş fonksiyonel makarnalarda nem miktarını %9,5-9,7 arasında bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar, protein miktarını kontrol makarnasında %12,2, fonksiyonel makarnalarda protein miktarını %15,3-18,5 arasında, kül miktarlarını ise kontrol makarnasında %0,73, fonksiyonel makarnalarda %1,69-1,82 arasında tespit etmişlerdir (Marconi vd., 2000).

Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmemiş makarnaların renk özellikleri **Çizelge 4.8**’de gösterilmiştir. Buna göre, kontrol makarnasının (EK)  $L$  parlaklık değeri 51,72 olarak bulunmuştur, bulunan değer ile %20 RKA ikameli makarna ve tüm TKA ikameli makarnaların  $L$  parlaklık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Çalışmada, RKA ve TKA ikameli makarnaların  $L$  parlaklık değerleri sırasıyla 49,96-54,16 ve 42,49-48,25 arasında değişmiştir, buna göre RKA ve TKA ikameli makarna örneklerinin  $L$  parlaklık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Araştırmada, TKA ikameli makarnaların  $L$  parlaklık değerleri ikame oranı artırıldıkça azalmıştır, %50 TKA ikameli makarna örneğinin  $L$  parlaklık değeri tüm örnekler içinde en düşük değere (42,49) sahiptir ve

kontrol ve diğer tüm makarna örnekleri ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ).

**Çizelge 4.8.** Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmemiş makarnaların renk özellikleri

	KAU (%)	L-parlaklık	a-kırmızılık	b-sarılık
EK	0	51,72±0,629ab	2,6±0,083e	24,21±0,260a
	10	52,53±1,141ab	2,58±0,277e	22,75±0,251b
	20	49,96±1,727bc	2,27±0,125e	21,67±0,155c
RKA	30	51,89±1,155ab	2,44±0,180e	20,83±0,251d
	40	54,16±0,914a	2,43±0,244e	20,43±0,091d
	50	53,47±0,340a	2,63±0,309e	19,28±0,065e
TKA	10	48,25±1,054cd	3,72±0,439d	21,09±0,070cd
	20	47,89±1,805cd	4,74±0,101c	19,28±1,042e
	30	46,05±0,978d	5,37±0,248b	18,4±0,409f
	40	46,35±0,677d	5,96±0,373b	18,59±0,208ef
	50	42,49±0,744e	6,78±0,406a	16,53±0,174g
	<b>AÖF</b>	<b>2,585</b>	<b>0,612</b>	<b>0,841</b>
	<b>DK</b>	<b>0,023</b>	<b>0,073</b>	<b>0,018</b>

Ortalama ± standart sapma; n:3. Aynı sütün içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ).

AÖF: Asgari Önemli Fark (*Least Significance Difference-LSD*)

DK: Değişim Katsayısı (*Coefficient of Variance-CV*)

Kontrol makarnasının a kırmızılık değeri 2,6 olarak bulunmuştur, bulunan değer ile RKA ikameli makarnaların a kırmızılık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmazken ( $P>0,01$ ), TKA ikameli makarnaların a kırmızılık değerleri ile arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Çalışmada, RKA ve TKA ikameli pişmemiş makarnaların a kırmızılık değerleri sırasıyla 2,27-2,63 ve 3,72-6,78 arasında değişmiştir. Rafine kavuzsuz arpa ve TKA ikameli pişmemiş makarnaların a kırmızılık değerleri arasındaki fark önemlidir ( $P>0,01$ ). Ayrıca, RKA ikameli makarnaların a kırmızılık değerleri RKA ikame oranından önemli derecede etkilenmezken ( $P>0,01$ ), TKA ikameli makarnaların a kırmızılık değerleri TKA ikame oranı artırdıkça yükselmiştir ( $P<0,01$ ). En yüksek ve en düşük a kırmızılık değerleri sırasıyla %50 TKA ikameli makarna (6,78) ve %20 RKA ikameli makarna (2,27) örneklerinde saptanmıştır (**Çizelge 4.8**).

Araştırmada bulunan b sarılık değerleri incelendiğinde, pişmemiş kontrol makarnasında bulunan b sarılık değeri en yüksek değer (24,21) olmakla beraber diğer makarna örneklerinin b sarılık değerleri ile arasındaki fark istatistiksel olarak

önemlidir ( $P<0,01$ ). Rafine kavuzsuz arpa ve TKA ikameli pişmemiş makarnaların  $b$  sarılık değerleri sırasıyla 19,28-22,75 ve 16,53-21,09 arasında değişmiştir. Sonuçlar incelendiğinde her iki kavuzsuz arpa unlu makarna örneklerinin  $b$  sarılık değerleri katım oranı artışıyla azalmıştır. Bu azalma TKA ikameli makarna örneklerinde daha fazla olmuştur, nitekim en düşük  $b$  sarılık değeri %50 TKA ikameli makarna örneğinde (16,53) belirlenmiş olup bulunan değer ile diğer tüm örneklerin  $b$  sarılık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ; **Çizelge 4.8**).

Chillo vd. (2008), durum irmiği yerine karabuğday unu (%10,20,30) ve durum buğday kepeği (%10, 15, 20) ikame ederek ürettikleri spagetti makarnalarda, kontrol makarnasının  $L$  parlaklık renk değerini 47,53,  $a$  kırmızılık renk değerini 0,49 ve  $b$  sarılık değerini 23,05 olarak bulmuşlardır. Karabuğday ve kepek oranı arttıkça spagetti örneklerinin  $a$  kırmızılık renk değerinin arttığı ve  $b$  sarılık değerinin azaldığı görülmüştür. Benzer bir durum tam kavuzsuz arpa unu ikameli makarnalarda da görülmektedir. Köten (2010) arpayı bir ve iki defa soyduktan sonra kattığı spagetti çalışmasında, kontrol makarnasında  $L$  parlaklık renk değerini 50,98,  $a$  kırmızılık renk değerini 2,43 ve  $b$  sarılık renk değerini 29,93 olarak bulmuştur. Aynı çalışmada, arpa katım oranı arttıkça  $L$  değerleri azalmış ve  $a$  değerleri ise artmıştır. Bu çalışmada ise, spagetti örneklerinde tespit edilen  $a$  kırmızılık renk değerleri rafine kavuzsuz arpa unu ve tam kavuzsuz arpa unu ilave oranı arttıkça yükselmiş;  $L$  parlaklık renk değerleri ise katım oranı arttıkça azalmıştır. Aynı zamanda  $b$  sarılık değerleri de azalmıştır. Marconi vd. (2000)'nin yaptığı çalışmada da kontrol makarnasının  $L^*$  parlaklık renk değeri 77,0,  $a^*$  kırmızılık renk değeri 0,1 ve  $b^*$  sarılık renk değerini 21,5 olarak saptamışlardır. Ayrıca, %50 oranında  $\beta$ -glukan lifi ile zenginleştirilmiş arpa fraksiyonu, %45 oranında durum semolina ve %5 oranında vital gluten katarak ürettikleri fonksiyonel makarnalarda  $L^*$  parlaklık renk değerini 68,0-69,8,  $a^*$  kırmızılık renk değerini 3,6-3,8 ve  $b^*$  sarılık renk değerini 15,1-15,8 arasında bulmuşlardır (Marconi vd., 2000).

Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmiş makarnaların el ile yapılan duyu analizi sonuçları **Çizelge 4.9'**da gösterilmiştir. Buna göre, pişmiş makarnaların el ile yapılan duyu değerlendirmesinde yapışkanlık, kümeleşme, sertlik özellikleri incelenmiştir. Pişmiş makarnaların yapışkanlık özellikleri incelendiğinde, kontrol makarnasının yapışkanlık puanı 58 olarak tespit edilmiştir, bulunan değer tüm örnekler içinde en yüksek puandır ve diğer tüm örnekler ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Çalışmada, RKA veya TKA ikameli pişmiş makarnaların yapışkanlık

puanları sırasıyla 20-43 ve 35-43 arasında değişmiştir. Görüldüğü gibi her iki tip kavuzsuz arpa unu ikameli pişmiş makarnaların yapışkanlık puanları ikame oranı artırıldıkça genellikle azalmıştır. Çalışmada, yapışkanlık puanlarındaki azalma RKA ikameli makarnalarda daha fazla olmuştur. Buna göre, %30, %40 ve %50 RKA ikameli pişmiş makarnaların yapışkanlık puanları sırasıyla 29, 25 ve 20'dir, buna göre bulunan değerler diğer tüm örnekler içerisinde en düşük olup birbirine benzerdir ( $P>0,01$ ) fakat diğer tüm örnekler ile aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). En düşük yapışkanlık puanı %50 RKA ikameli pişmiş makarna (20) örneğinde saptanmıştır.

**Çizelge 4.9.** Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmiş makarnaların el ile yapılan duyusal analiz ve toplam organik madde (TOM) miktarı sonuçları

	KAU (%)	Yapışkanlık	Kümeleşme	Sertlik	TOM (g/100g)
<b>EK</b>	0	58±5,8a	57±5,8a	57±5,8a	1,73± 0,058d
	10	43±2,9b	48±2,9bc	50±0,0ab	2,00 ±0,100cd
	20	36±1,7c	39±1,2de	48±4,0bc	2,43±0,289bc
<b>RKA</b>	30	29±1,2d	34±1,2ef	43±0,0c	2,36±0,404bc
	40	25±0,0de	30±0,0f	33±2,9d	2,66± 0,153ab
	50	20±0,0e	30±0,0f	30±0,0d	3,06± 0,058a
<b>TKA</b>	10	43±2,9b	52±5,8ab	45±0,0bc	2,23±0,503bcd
	20	40±0,0bc	47±2,9bc	45±0,0bc	2,00±0,100cd
	30	40±0,0bc	43±2,9cd	43±2,9bc	1,90±0,0 000cd
	40	35±0,0c	48±2,9bc	43±2,9bc	2,10±0,265bcd
	50	37±0,0c	44±1,2bcd	42±0,6c	1,66± 0,416d
	<b>AÖF</b>	<b>6,2</b>	<b>7,7</b>	<b>6,9</b>	<b>0,588</b>
	<b>DK</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,119</b>

Ortalama ± standart sapma; n:3. Aynı sütün içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ).

AÖF: Asgari Önemli Fark (*Least Significance Difference-LSD*)

DK: Değişim Katsayısı (*Coefficient of Variance-CV*)

Kümeleşme sonuçları incelendiğinde kontrol makarnasının kümeleşme puanı en yüksek (58) olarak belirlenmiştir, bulunan değer %10 TKA ikameli makarna örneği (52) ile benzer ( $P>0,01$ ) fakat diğer tüm makarna örnekleri ile aralarındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Çalışmada, RKA veya TKA ikameli makarnaların kümeleşme puanları sırasıyla 30-48 ve 44-52 arasında değişmiştir. Kümeleşme puanları her iki kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların ikame oranı artırıldıkça genellikle azalmıştır. Kümeleşme puanlarındaki azalma RKA ikameli makarnalarda daha fazla olmuştur. Özellikle %20-50 RKA ikameli makarnalarda

kümeleşme puanları sırasıyla 39, 34, 30 ve 30 olarak bulunmuştur, görüldüğü gibi bulunan değerler birbirine benzerdir ( $P>0,01$ ) fakat diğer tüm örnekler ile aralarındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). En düşük kümeleşme puanları %40 ve %50 RKA ikameli pişmiş makarnalarda tespit edilmiştir (**Çizelge 4.9**).

Sertlik puanı sonuçları incelendiğinde, kontrol makarnasının sertlik puanı en yüksek (57) olarak belirlenmiştir, bunu %10 RKA ikameli makarna örneği (50) takip etmiştir ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P>0,01$ ). Fakat kontrol örneğinin sertlik puanı ile diğer tüm makarna örneklerinin sertlik puanları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Değerlendirmede, RKA ve TKA ikameli pişmiş makarna örneklerinin sertlik puanları sırasıyla 30-50 ve 42-45 arasında değişmiştir. Sonuçlar incelendiğinde her iki kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların sertlik puanı ikame oranı artırıldıkça azalmıştır. Bu azalma RKA ikameli makarnalarda daha fazla olmuştur, nitekim %40 ve %50 RKA ikameli makarnaların sertlik puanı sırasıyla 33 ve 30 olarak belirlenmiştir ( $P>0,01$ ) fakat bulunan değerler ile diğer tüm makarna örnekleri arasındaki fark önemlidir ( $P<0,01$ ). Kavuzsuz arpa unu ikameli makarnalar içinde en yüksek sertlik puanı %10 RKA ikameli makarna örneğinde (50) saptanmıştır, bunu %20 RKA ikameli makarna örneği (48) takip etmiştir, ikisi arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P>0,01$ ; **Çizelge 4.9**).

Pişmiş makarnalarda el ile yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre en yüksek yapışkanlık, kümeleşme ve sertlik puanları kontrol makarnasında tespit edilmiştir. Kavuzsuz arpa unu ikameli makarnalar arasında ise en yüksek yapışkanlık, kümeleşme ve sertlik puanları genellikle %10 RKA ve TKA ikameli makarnalarda saptanmıştır, ikame oranlarının artırılması el ile yapılan duyusal analiz sonuçlarını olumsuz etkilemiştir (**Çizelge 4.9**).

Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmiş makarnaların toplam organik madde (TOM) miktarı sonuçları **Çizelge 4.9**'da gösterilmiştir. Buna göre, pişmiş kontrol makarnasında TOM değeri 1,73 g nişasta/100 g makarna olarak belirlenmiştir, bulunan değer %10 RKA ikameli makarna örneği ve %10-50 TKA ikameli makarna örnekleri ile benzerdir ( $P>0,01$ ) ve genellikle iyi kaliteli (1,4<<2,1) makarnalar olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte, kontrol makarnasında bulunan TOM değeri ile %20-50 RKA ikameli makarnaların TOM değerleri (2,1<) arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Buna göre, %20-50 RKA ikameli makarnalar



düşük kaliteli makarna olarak ifade edilebilir. Çalışmada, RKA ve TKA ikameli makarna örneklerinde belirlenen TOM değerleri sırasıyla 2,00-3,06 ve 1,66-2,23 g nişasta/100 g makarna arasında değişmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, RKA ikameli makarnalarda ikame oranı artırıldıkça TOM değerlerinde de artış meydana gelmiştir, fakat TKA ikameli makarnalarda ikame oranı artırıldıkça TOM değerlerinde genellikle bir azalma görülmüştür. En yüksek ve en düşük TOM değerleri sırasıyla %50 RKA ikameli makarna örneğinde (3,06 g nişasta/100 g) ve %50 TKA ikameli makarna örneğinde (1,66 g nişasta/100 g) belirlenmiştir. En yüksek ve en düşük değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Sonuç olarak araştırmada, bulunan TOM değerlerine göre, yerli durum buğday irmiği kullanılarak üretilen kontrol makarnası, %10 RKA ikameli makarna ve %20-50 TKA ikameli makarnalar ile iyi kalitede (1,4<<2,1) makarna üretimi yapılabilmektedir (**Çizelge 4.9**).

Köroğlu (2010) yapmış olduğu tez çalışmasında, *Eminbey cv.* makarnalık buğdayı irmiğinden yaptığı makarnada TOM değerini 1,05 g/100 g olarak bulmuştur. Köten (2010) çalışmasında kullandığı kontrol makarnasının TOM değerini 1,37 g/100 g; bir ve iki defa soyulmuş arpa katkılı makarnalarda TOM değerlerini 1,37-1,70 g/100 g arasında saptamıştır. Aynı çalışmada duyu analizler incelendiğinde, kontrol makarnasında yapışkanlık, sertlik ve kümeleşme puanlarının sırasıyla 55,0, 65,8 ve 50,8 puana sahip olduğu görülmüştür. Bir ve iki defa soyulmuş arpa katkılı makarnalarda yapışkanlık değerlerinin 38,3-53,3 puan, sertlik değerlerinin 49,2-64,2 puan ve kümeleşme değerlerinin de 35,8-48,3 puan arasında değiştiğini rapor etmiştir. Köksel (1990) yaptığı tez çalışmasında, makarnalık buğday hatları irmiğinden yaptığı makarna örneklerinin yapışkanlık değerini 10-65 puan, sertlik değerini 10-60 puan ve kümeleşme değerini 5-65 puan arasında tespit etmiştir. Özderen Ünsal (2009) süne zararının makarnalık buğdaylar üzerine etkilerini inceleyen tez çalışmasında, kontrol makarnalarının duyu testlerinde yapışkanlık değerini 58-65 puan, sertlik değerini 55-75 puan ve kümeleşme değerini 55-65 puan aralığında tespit etmiştir.

Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli makarnaların pişme özellikleri **Çizelge 4.10'**da gösterilmiştir. Buna göre, kontrol makarnasında hacim artışı değeri %233,3 olarak belirlenmiştir, bulunan değer ile RKA ikameli makarna örneklerinin hacim artışı değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ( $P>0,01$ ), bununla birlikte TKA ikameli makarna örneklerinin hacim artışı değerleri ile arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Çalışmada, RKA veya TKA ikameli makarnaların hacim artışı

değerleri sırasıyla %208,7-240,0 ve %114,3-208,3 arasında değişmiştir. Rafine kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların hacim artışı değerleri ikame oranı artışıyla genellikle artmıştır ve %40 RKA ikameli makarna örneğinin hacim artışı değeri (%240,0) tüm makarna örnekleri içerisinde en yüksek değer olarak belirlenmiştir. Buna ilaveten, kontrol makarnası dışında diğer tüm makarnaların hacim artışı değerleri ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Tam kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların hacim artışı değerleri ikame oranı artırıldıkça genellikle azalmıştır. En düşük hacim artışı değeri %40 TKA ikameli makarna örneğinde (%114,3) saptanmıştır ve %20-40 ikame oranlarına sahip makarnaların hacim artışı değerleri (sırasıyla %215,0, %225,0, %240,0) ile diğer tüm makarna örneklerinin hacim artışı değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ , **Çizelge 4.10**).

**Çizelge 4.10.** Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli makarnaların pişme özellikleri

	KAU (%)	Hacim Artışı** (%)	Ağırlık Artışı* (%)	Optimum Pişme** Süresi (dak)	Pişme Kaybı (%)
<b>EK</b>	0	233,3±14,43ab	185,7±8,08ab	12,4 ±0,17de	6,5±0,47
	10	208,7±7,51bcd	178,7±6,66abc	13,1 ±0,06cde	6,9±0,40
	20	215,0±8,66bcd	182,3±4,04ab	14,2±0,71ab	6,4±0,15
<b>RKA</b>	30	225,0±0,00abc	186,3±4,73ab	15,0±0,444a	7,1±0,30
	40	240,0±0,00a	192,0±12,12a	13,2 ±0,58cd	7,8±0,06
	50	225,0±0,00abc	188,0±4,36ab	12,1 ±0,47ef	7,9±0,36
<b>TKA</b>	10	208,3±14,43cd	176,0±4,36bcd	14,3 ±0,00ab	6,7±0,21
	20	173,3±12,50e	165,0±14,80de	14,9 ±0,40a	7,2±0,57
	30	147,3±20,98f	168,3±6,51cde	13,5 ±0,10bc	7,4±0,25
	40	114,3±7,51g	167,3±4,04cde	12,3 ±0,06def	7,1±0,55
	50	200,0±0,00d	158,0±10,58e	11,3 ±0,85f	7,9±0,29
	<b>AÖF</b>	<b>24,75</b>	<b>13,66</b>	<b>0,98</b>	
	<b>DK</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,05</b>

Ortalama ± standart sapma; n:3. Aynı sütün içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (\* $P<0,05$ ; \*\* $P<0,01$ ).

AÖF: Asgari Önemli Fark (*Least Significance Difference-LSD*)

DK: Değişim Katsayısı (*Coefficient of Variance-CV*)

Ağırlık artışı sonuçları incelendiğinde, kontrol makarnasında tespit edilen ağırlık artışı %185,7 olarak belirlenmiştir, bulunan değer ile RKA ikameli makarnaların ve %10 TKA ikameli makarnanın ağırlık artışı değerleri arasında

istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır ( $P>0,05$ ). Bununla birlikte, kontrol makarnasının ağırlık artışı değeri ile %20-50 TKA ikameli makarnaların ağırlık artışı değerleri (sırasıyla %165,0, %168,3, %167,3 ve %158,0) arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Ayrıca, kontrol makarnasının ağırlık artışı değeri, %10-20 RKA ikameli makarnaların ve tüm TKA ikameli makarnaların ağırlık artışı değerlerinden yüksektir. Araştırmada, RKA ve TKA ikameli pişmiş makarnaların ağırlık artışı değerleri sırasıyla %178,7-192,0 ve %158,0-176,0 arasında değişmiştir. Ağırlık artışı değerleri RKA ikameli makarnalarda ikame oranı artırıldıkça genellikle artmıştır, bununla birlikte TKA ikameli makarnalarda ikame oranı artırıldıkça azalmıştır. En yüksek ve en düşük ağırlık artışı değerleri sırasıyla %40 RKA ikameli makarna örneğinde (%192,0) ve %50 TKA ikameli makarna örneğinde (%158,0) bulunmuştur. En yüksek ve en düşük ağırlık artışı değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ , **Çizelge 4.10**).

Optimum pişme süreleri incelendiğinde, kontrol makarnasının optimum pişme süresi 12,4 dak olarak belirlenmiştir, bulunan değer ile %20-30 RKA ikameli makarnalar (sırasıyla 14,2 dak ve 15,0 dak) ve %10-20-30 ve %50 TKA ikameli makarnaların (sırasıyla 14,3, 14,9, 13,5, 11,3 dak) optimum pişme süreleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Araştırmada, RKA veya TKA ikameli makarnaların optimum pişme süreleri sırasıyla 12,1-15,0 dak ve 11,3-14,9 dak arasında değişmiştir. Her iki kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların optimum pişme süreleri ikame oranı artışı ile birlikte önce bir artış daha sonra azalış göstermiştir. En yüksek ve en düşük optimum pişme süresi sırasıyla %30 RKA ikameli makarna (15,0 dak) ve %50 TKA ikameli makarna (11,3 dak) örneklerinde saptanmıştır, her iki makarna örneğinin optimum pişme süreleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ , **Çizelge 4.10**).

Makarnaların pişme kayıpları (%) incelendiğinde, kontrol makarnasında pişme kaybı %6,5 olarak belirlenmiştir. Araştırmada, RKA veya TKA ikameli makarnalarda pişme kaybı sırasıyla %6,4-7,9 ve %6,7-7,9 arasında değişmiştir. Görüldüğü gibi en yüksek ve en düşük pişme kayıpları sırasıyla %50 RKA ve TKA ikameli makarnalar (%7,9) ve %20 RKA ikameli makarna örneğinde (%6,4) belirlenmiştir. Genellikle, her iki kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların pişme kayıpları ikame oranı artırıldıkça yükselmiştir. Ayrıca, %20 RKA ikameli makarnada saptanan en düşük pişme kaybı değeri (%6,4) ile kontrol makarnasının pişme kaybı değeri (%6,5) birbirine oldukça yakın bulunmuştur (**Çizelge 4.10**).

Köroğlu (2010) spagetti kalitesinin durum buğdayının polimerik protein miktarı ile ilişkisini incelediği çalışmasında, *Eminbey cv.* makarnalık buğdayı irmiğinden yaptığı spagettide hacim artışını %263, ağırlık artışını %204 ve pişme kaybını ise %6,1 olarak tespit etmiştir. Köten (2010), bir ve iki defa soyulmuş arpa katkılı spagetti örneklerinde hacim artışını %289-317 arasında, ağırlık artışını %201-232 arasında ve pişme kaybını %7,7-9,3 arasında değiştiğini belirlemiştir. Aravind vd. (2012b), durum irmiğine kepek (%0-30) ve ruşeym (%0-60) ikame ederek yaptığı spagetti çalışmalarında, kontrol makarnasında optimum pişme süresini 13,3 dk, hacim artışını %208, ağırlık artışını %162, pişme kaybını %5,7 olarak tespit etmişlerdir; aynı araştırmacılar çeşitli oranlarda kepek katılmış makarnaların hacim artışını %192-202, ağırlık artışını %137-160 ve optimum pişme sürelerini 12,0-13,30 dk, pişme kayıplarını ise %6,0-7,2 arasında saptamışlardır. Aynı çalışmada, kepek katım oranı arttıkça hacim artışı, ağırlık artışı ve pişme sürelerinin azaldığı, pişme kaybının arttığı rapor edilmiştir.

Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli *pişmemiş* makarnaların kuru madde üzerinden besinsel lif ve  $\beta$ -glukan miktarı sonuçları **Çizelge 4.11**'de gösterilmiştir. Buna göre, kontrol makarnasının çözünmeyen besinsel lif miktarı %2,5 olarak belirlenmiştir ve bulunan değer tüm makarna örnekleri içinde en düşüktür miktardır. Kontrol makarnasının çözünmeyen besinsel lif miktarı ile %10 ve %40 RKA ikameli makarna örneklerinin çözünmeyen besinsel lif miktarları (sırasıyla %3,1 ve %3,2) arasındaki fark ve tüm TKA ikameli (%10-50) makarna örneklerinin çözünmeyen besinsel lif miktarları (sırasıyla %3,6, %4,3, %5,4, %6,2, %7,2) arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Sonuçlar incelendiğinde, RKA ve TKA ikameli makarnaların çözünmeyen besinsel lif miktarları sırasıyla %3,0-3,2 ve %3,6-7,2 arasında değişmiştir. Çözünmeyen besinsel lif miktarları RKA ikameli makarnalarda ikame oranının artırılması ile önemli oranda değişmezken ( $P>0,01$ ), TKA ikameli makarnalarda ikame oranının artırılması ile önemli oranda yükselmiştir ( $P<0,01$ ). En yüksek çözünmeyen besinsel lif miktarı %50 TKA ikameli makarna örneğinde (%7,2) saptanmıştır.

Kontrol makarnası ve kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların kuru madde üzerinden verilen çözünür besinsel lif miktarları incelendiğinde, kontrol makarnasının çözünür besinsel lif miktarı en düşük değer (%3,2) olarak belirlenmiştir (**Çizelge 4.11**). Kontrol makarnasında bulunan değer ile %40 ve %50 RKA ikameli makarnalar (%3,8) ve %10-50 TKA ikameli makarnaların (sırasıyla %3,8, %4,9,

%5,3, %5,2, %6,2) çözümlü besinsel lif değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Araştırmada, RKA ve TKA ikameli makarnaların çözümlü besinsel lif miktarları sırasıyla %3,3-3,8 ve %3,8-6,2 arasında değişmiştir. Her iki kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların çözümlü besinsel lif miktarı, kavuzsuz arpa ununun ikame oranı artırıldıkça yükselmiştir. En yüksek çözümlü besinsel lif miktarı %50 TKA ikameli makarna örneğinde (%6,2) tespit edilmiştir, bulunan değer ile diğer tüm makarna örneklerinin çözümlü besinsel lif miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ).

**Çizelge 4.11.** Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmemiş makarnaların besinsel lif ve  $\beta$ -glukan miktarı sonuçları

	KAU (%)	Çözünmeyen Besinsel Lif* (%)	Çözünür Besinsel Lif* (%)	Toplam Besinsel Lif* (%)	$\beta$ -glukan* (%)
<b>EK</b>	0	2,5±0,25g	3,2±0,17d	5,8±0,06ı	0,20±0,015h
	10	3,1±0,12f	3,3±0,32cd	6,4±0,26gh	0,40±0,020g
	20	3,0±0,17fg	3,3±0,17cd	6,3±0,25h	0,61±0,030f
<b>RKA</b>	30	3,0±0,06fg	3,7±0,15cd	6,6±0,17fgh	0,70±0,045ef
	40	3,2±0,15ef	3,8±0,10c	7,0±0,06f	0,81±0,110e
	50	3,0±0,12fg	3,8±0,10c	6,8±0,06fg	1,02±0,010d
<b>TKA</b>	10	3,6±0,32e	3,8±0,06c	7,4±0,23e	0,47±0,046g
	20	4,3±0,44d	4,9±0,23b	9,2±0,15d	0,95±0,040d
	30	5,4±0,26c	5,3±0,42b	10,6±0,12c	1,38±0,060c
	40	6,2±0,00b	5,2±0,17b	11,4±0,17b	1,83±0,067b
	50	7,2±0,12a	6,2±0,32a	13,5±0,21a	2,38±0,119a
	<b>AÖF</b>	<b>0,50</b>	<b>0,51</b>	<b>0,38</b>	<b>0,135</b>
	<b>DK</b>	<b>0,10</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>0,064</b>

Ortalama  $\pm$  standart sapma; n:3. \*Kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı sütün içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0,01$ ).

AÖF: Asgari Önemli Fark (*Least Significance Difference-LSD*)

DK: Değişim Katsayısı (*Coefficient of Variance-CV*)

Kontrol makarnası ve kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların kuru madde üzerinden toplam besinsel lif (TBL, %) miktarları incelendiğinde, kontrol makarnasının TBL miktarı tüm makarna örnekleri içinde en düşük değer (%5,8) olarak belirlenmiştir ve tüm örnekler ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Pişmemiş RKA ve TKA unu ikameli makarna örneklerinin TBL miktarları sırasıyla %6,3-7,0 ve %7,4-13,5 arasında değişmiştir ve her iki kavuzsuz arpa unlu

örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Rafine kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların TBL miktarı RKA ikame oranı artışından önemli derecede etkilenmezken ( $P>0,01$ ), TKA ikameli makarna örneklerinde TBL miktarı ikame oranı artırıldıkça yükselmiştir ve örneklerin aralarındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). En yüksek TBL miktarı %50 TKA ikameli makarna örneğinde (%13,5) tespit edilmiştir (**Çizelge 4.11**).

Sonuç olarak, kavuzsuz arpa unu ikameli makarna örneklerinin çözünemeyen besinsel lif, çözünür besinsel lif ve toplam besinsel lif miktarları kontrol makarnasından daha yüksek bulunmuştur. Çözünemeyen besinsel lif, çözünür besinsel lif ve toplam besinsel lif miktarları TKA ikameli makarnaların daha yüksektir ve ikame oranı artışıyla önemli oranda artmıştır (**Çizelge 4.11**).

Kontrol makarnası ve kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların kuru madde üzerinden  $\beta$ -glukan (%) miktarları incelendiğinde, kontrol makarnasının  $\beta$ -glukan içeriği (%0,20) beklenildiği gibi en düşük bulunmuştur ve tüm makarna örnekleri ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Çalışmada, RKA ve TKA unu ikameli pişmemiş makarnaların  $\beta$ -glukan miktarları sırasıyla %0,40-1,02 ve %0,47-2,38 arasında değişmiştir. Tam kavuzsuz arpa unu ikameli makarna örneklerinin  $\beta$ -glukan miktarı ikame oranı artırıldıkça artmıştır ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Araştırmada, %30-50 TKA unu ikameli makarnaların  $\beta$ -glukan miktarı (sırasıyla %1,38, %1,83 ve %2,38), aynı ikame oranlarındaki RKA unlu makarnaların  $\beta$ -glukan miktarından (sırasıyla %0,70, %0,81 ve %1,02) daha yüksektir ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Bununla birlikte, %10 ve %20 TKA unu ikameli makarnaların  $\beta$ -glukan miktarı (sırasıyla %0,47 ve %0,95), %10 ve %50 RKA unu ikameli makarnaların  $\beta$ -glukan miktarı (sırasıyla %0,40 ve %1,02) ile benzer bulunmuş ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $P>0,01$ ). En yüksek  $\beta$ -glukan miktarı %50 TKA ikameli makarna örneğinde (%2,38) tespit edilmiştir ve diğer tüm makarna örnekleri ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ , **Çizelge 4.11**).

Güvendi (2011) besinsel lif ve antioksidanca zengin tahıllardan geleneksel yöntem ile erişte üretimi üzerine yaptığı tez çalışmasında, kontrol eriştesinde TBL (%) miktarını %5,64, ekmeçlik un yerine rafine kavuzsuz arpa unu kullanarak (%25, 50, 100 oranlarında) yaptığı eriştelerde TBL miktarlarını sırasıyla %5,6, %6,19 ve %7,28 olarak belirlemiştir. Aynı araştırmada, tam kavuzsuz arpa unu ikame ederek yaptığı eriştelerde ise sırasıyla %9,2, %11,7 ve %17,7 olarak tespit etmiştir. Yine aynı çalışmada  $\beta$ -glukan miktarları rafine kavuzsuz arpa unu katılarak yapılan

eriştelerde katım oranına göre sırasıyla %0,87, %1,29 ve %2,28; tam kavuzsuz arpa unlarının katılmasıyla üretilen eriştelerde ise sırasıyla %1,25, %2,02 ve %2,66 olarak bulunmuştur. Köten (2010) bir ve iki defa soyulmuş arpaların spagetti üretiminde kullanımı ile ilgili çalışmasında, kontrol spagetti makarnada TBL miktarını %1,60,  $\beta$ -glukan miktarını %0,18 olarak bulmuştur. Bir kez kabuğu soyulmuş arpa katkılı spagetti neklerinde TBL miktarını %2,1-5,7 arasında; iki kez kabuğu soyulmuş arpa katkılı spagetti neklerinde TBL miktarını %1,8-5,2 arasında tespit etmiştir. Aynı çalışmada, kontrol spagettisinde  $\beta$ -glukan miktarını %0,18, bir kez kabuğu soyulmuş arpa katkılı spagettilerde  $\beta$ -glukan miktarını %0,74-2,67 arasında, iki kez kabuğu soyulmuş arpa katkılı spagettilerde ise %0,78-2,81 arasında bulmuştur. Marconi vd. (2000)'nin arpa soyma yan ürünlerini kullanarak  $\beta$ -glukan miktarı bakımından zenginleştirilmiş makarna üretimindeki bir çalışmasında, %50 oranında  $\beta$ -glukan ile zenginleştirilmiş arpa fraksiyonu, %45 irmik ve %5 vital gluten karışımından yapılan fonksiyonel makarna neklerinde TBL miktarı %13,1-16,1 arasında değişirken, çözünemeyen besinsel lif miktarı %7,2-8,4 ve çözünür besinsel lif miktarı %5,9-7,7 arasında değişmiştir. Kontrol makarnasında TBL miktarını %4,0, çözünemeyen besinsel lif miktarını %1,3 ve çözünür besinsel lif miktarını %2,7 olarak tespit etmişlerdir,  $\beta$ -glukan miktarı kontrol makarnasında %0,3, fonksiyonel makarnalarda ise %4,3-5,0 arasında değişmiştir.

Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmiş ve pişmemiş makarnaların tekstür özellikleri **izelge 4.12**'de gösterilmiştir. Buna göre, pişmemiş makarnalarda kırılma kuvveti (g) ve kırılma mesafesi (mm) zellikleri, pişmiş makarnalarda ise sertlik (g.cm), yapışkanlık (g.) ve elastikiyet (g) zellikleri belirlenmiştir.

Kırılma kuvveti sonuçları incelendiğinde, kontrol makarnasının kırılma kuvveti en yüksek değer (52,7 g) olarak belirlenmiştir, ayrıca %30 TKA ikameli makarna örneğinin kırılma kuvveti değeri (51,4 g) hariç ( $P>0,01$ ) diğer tüm nekler ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Kavuzsuz arpa unu ikameli makarna önekleri incelendiğinde, RKA ve TKA ikameli makarnaların kırılma kuvveti sırasıyla 45,3-50,3 g ve 47,2-51,4 g arasında bulunmuştur. Rafine kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların kırılma kuvveti ikame oranı artırıldııka azalmıştır ve %10 RKA ikameli makarna örneğinin kırılma kuvveti diğer RKA ikameli neklere göre daha yüksek bir değerdir (50,3 g) ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Tam kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların kırılma kuvveti ikame oranı artırıldııka genellikle artmıştır fakat neklerin kırılma kuvveti değerleri

arasındaki fark, %50 TKA ikameli örneğin kırılma kuvveti değeri (47,2 g) hariç ( $P<0,01$ ), istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P>0,01$ ). En düşük kırılma kuvveti değeri %50 RKA ikameli makarna örneğinde (45,3 g) saptanmıştır, bulunan değer %40 RKA ikameli makarna örneğinin kırılma kuvveti değeri (45,6 g) ile benzer ( $P>0,01$ ) fakat diğer tüm örnekler ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ; **Çizelge 4.12**).

**Çizelge 4.12.** Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmiş ve pişmemiş makarnaların tekstür özellikleri

	KAU (%)	Kırılma Kuvveti** (g)	Kırılma Mesafesi** (mm)	Sertlik* (g.cm)	Yapışkanlık** (g.)	Elastikiyet** (g)
<b>EK</b>	0	52,7 ±0,69a	27,9 ±0,82b	8,4 ±0,35a	121,6 ±3,16c	31,3 ±1,37a
	10	50,3 ±0,91bc	35,4 ±4,88a	7,8 ±0,31bc	133,3 ±1,24b	27,1 ±1,02bc
	20	47,3 ±0,07ef	23,8 ±0,55bc	7,7 ±0,04bc	134,9 ±0,30b	24,7 ±1,04cd
<b>RKA</b>	30	48,1 ±0,16de	30,1 ±4,53ab	6,8 ±0,48d	134,5 ±2,46b	21,8 ±0,66de
	40	45,6 ±1,02fg	16,5 ±4,42cd	6,2 ±0,33e	138,4 ±0,49b	19,8 ±3,111e
	50	45,3 ±1,94g	15,5 ±2,74de	6,0 ±0,17e	147,4 ±1,34a	Belirlenemedi
<b>TKA</b>	10	49,1 ±0,31cd	9,1 ±2,28e	8,1 ±0,36ab	93,7 ±8,31d	26,4 ±1,13bc
	20	49,8 ±0,37bcd	8,7 ±1,87e	7,7 ±0,33bc	83,8 ±2,19e	29,5 ±0,83ab
	30	51,4 ±0,42ab	9,6 ±1,22de	7,4 ±0,34c	82,4 ±2,94e	30,3 ±1,70a
	40	49,7 ±0,11bcd	9,8 ±6,29de	7,2 ±0,21cd	86,8 ±4,23de	31,1 ±0,26a
	50	47,2 ±0,68ef	11,4 ±0,33de	6,8 ±0,16d	83,9 ±0,69e	30,6 ±0,27a
	<b>AÖF</b>	<b>1,81</b>	<b>7,3</b>	<b>0,51</b>	<b>7,54</b>	<b>3,18</b>
	<b>DK</b>	<b>0,02</b>	<b>0,17</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>	<b>0,05</b>

Ortalama ± standart sapma; n:3. Aynı sütün içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $*P<0,05$ ;  $**P<0,01$ ).

AÖF: Asgari Önemli Fark (*Least Significance Difference-LSD*)

DK: Değişim Katsayısı (*Coefficient of Variance-CV*)

Makarna örneklerinin kırılma mesafesi (mm) değerleri incelendiğinde, kontrol makarnasının kırılma mesafesi değeri 27,9 mm olarak saptanmıştır. Bulunan değer ile %20 ve %30 RKA ikameli makarna örneklerinin kırılma mesafesi değerleri (sırasıyla 23,8 ve 30,1 mm) ile birbirine benzer olup aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ( $P>0,01$ ). Kontrol makarnası ve RKA unu ikameli makarnaların kırılma mesafesi değerleri, TKA ikameli makarna örneklerinin kırılma mesafesi değerlerinden genellikle yüksek bulunmuştur ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Pişmemiş RKA ve TKA unu ikameli makarnaların kırılma mesafesi değerleri sırasıyla 15,5-35,4 mm ve 8,7-9,1 mm arasında değişmiştir. En



yüksek kırılma mesafesi değeri %10 RKA ikameli makarna örneğinde (35,4 mm) saptanmıştır, bulunan değer ile %30 RKA ikameli makarna örneğinin kırılma mesafesi (30,1 mm) arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz ( $P>0,01$ ) fakat diğer tüm örnekler ile arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Rafine kavuzsuz arpa unlu makarnaların kırılma mesafesi değerleri ikame oranı artışı ile azalırken, TKA unu ikameli makarnaların kırılma mesafesi değerleri birbirine benzer olup istatistiksel olarak önemsiz ( $P>0,01$ ) düzeyde artmıştır. En düşük kırılma mesafesi değeri %20 TKA ikameli makarna örneğinde (8,7 mm) saptanmıştır (**Çizelge 4.12**).

Pişmiş makarna örneklerinin sertlik özelliği incelendiğinde, en yüksek sertlik değeri kontrol makarnasında (8,4 g.cm) tespit edilmiştir (**Çizelge 4.12**). Bulunan değer ile %10 TKA ikameli makarna örneğinin sertlik değeri (8,1 g.cm) birbirine benzer ( $P>0,05$ ) fakat diğer tüm pişmiş makarnaların sertlik değeri ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur. Çalışmada, RKA ve TKA ikameli pişmiş makarnaların sertlik değerleri sırasıyla 6,0-7,8 g.cm ve 6,8-8,1 g.cm arasında saptanmıştır. Her iki kavuzsuz arpa unlu pişmiş makarnaların sertlik değeri ikame oranı artışı ile azalmıştır. Sertlik değerlerindeki azalma RKA ikameli makarnalarda daha fazla olmuştur, nitekim en düşük sertlik değeri %50 RKA ikameli makarna örneğinde (6,0 g.cm) tespit edilmiştir. Bulunan değer ile %40 RKA ikameli makarna örneğinin sertlik değeri (6,2 g.cm) birbirine benzer iken ( $P>0,05$ ), her iki örneğin diğer tüm pişmiş makarna örneklerinin sertlik değerleri ile aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

Pişmiş makarna örneklerinin yapışkanlık (g.) değerleri incelendiğinde, kontrol makarnasının yapışkanlık değeri 121,6 g. olarak bulunmuştur (**Çizelge 4.12**). Bulunan değer, RKA ikameli makarnaların yapışkanlık değerlerinden küçük ( $P<0,01$ ), TKA ikameli makarnaların yapışkanlık değerlerinden ise yüksektir ( $P<0,01$ ). Çalışmada, RKA ve TKA ikameli pişmiş makarnaların yapışkanlık değerleri sırasıyla 133,3-147,4 g. ve 82,4-93,7 g. arasında değişmiştir. Buna göre, TKA ikameli pişmiş makarnaların yapışkanlık değerleri, RKA ikameli makarnaların yapışkanlık değerlerinden daha düşüktür ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Sonuçlar incelendiğinde, RKA ikameli makarnaların yapışkanlık değerleri ikame oranı artışı ile artmıştır. Kontrol makarnası dahil tüm makarna örnekleri içerisinde en yüksek yapışkanlık değeri %50 RKA ikameli makarna örneğinde (147,4 g.) saptanmıştır ve diğer örnekler ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Genellikle, TKA ikameli makarnaların yapışkanlık değeri ikame oranı artışı ile önce azalmış daha sonra önemli düzeyde değişmemiştir

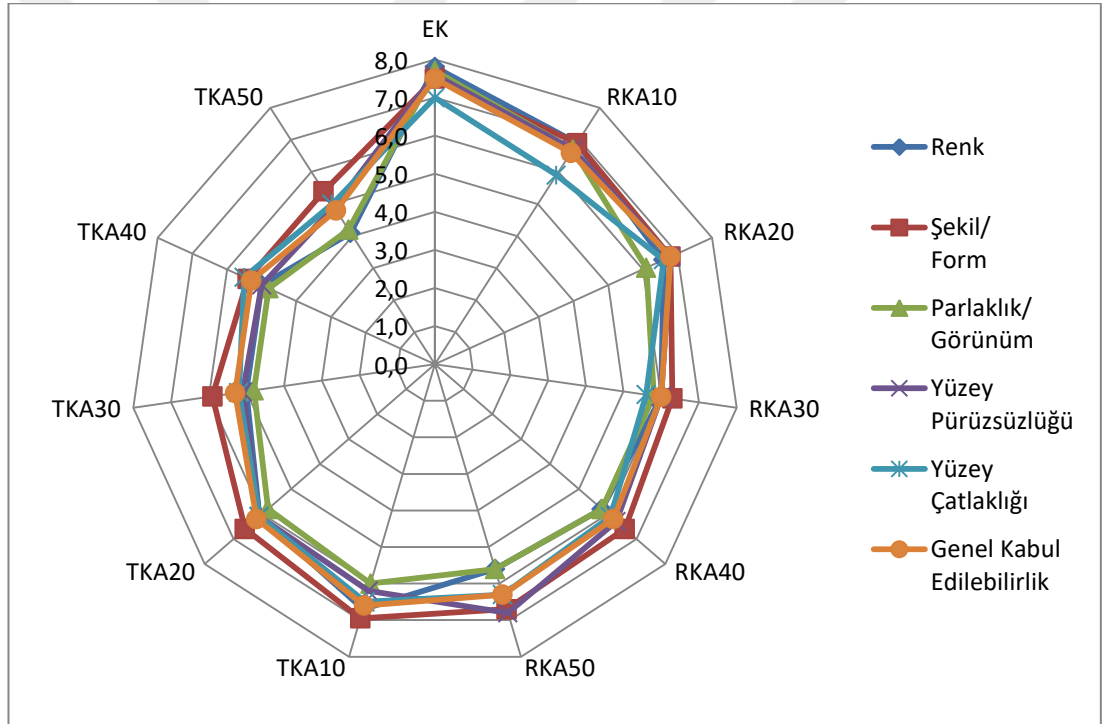
( $P>0,01$ ). Tam kavuzsuz arpa unlu makarnalar içinde %10 TKA ikameli makarnanın yapışkanlık değeri (93,7 g.), %40 TKA ikameli makarnanın yapışkanlık değeri (86,8 g.) ile istatistiksel olarak benzer bulunurken ( $P>0,01$ ), diğer tüm makarnalar ile arasındaki fark önemlidir ( $P<0,01$ ). Buna ilaveten, pişmiş kontrol makarnası ve tüm kavuzsuz arpa unlu makarna örnekleri içinde en düşük yapışkanlık değeri %30 TKA ikameli makarna örneğinde (82,6 g.) tespit edilmiştir. Bulunan değer ile kontrol makarnasının yapışkanlık değeri (121,6 g.) arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ).

Pişmiş makarna örneklerinin elastikiyet değerleri incelendiğinde, kontrol makarnasının elastikiyet değeri en yüksek değer (31,3 g) olarak belirlenmiştir ve %30-40-50 TKA ikameli makarna örneklerinin elastikiyet değerleri ile istatistiksel olarak benzer bulunurken ( $P>0,01$ ), diğer tüm makarna örneklerinin elastikiyet değerleri ile arasındaki fark önemlidir ( $P<0,01$ ). Sonuçlar incelendiğinde, RKA ve TKA ikameli pişmiş makarnaların elastikiyet değerleri sırasıyla 19,8-27,1 g ve 26,4-31,1 g arasında değişmiştir. Rafine kavuzsuz arpa unlu makarnaların elastikiyet değerleri ikame oranı artışı ile azalırken, TKA ikameli makarna örneklerinin elastikiyet değerleri önemsiz bir düzeyde artış göstermiştir ( $P>0,01$ ). Kavuzsuz arpa unlu makarna örneklerinin elastikiyet değerleri kontrol makarnasının elastikiyet değerlerinden düşüktür. Bununla birlikte, TKA ikameli pişmiş makarnaların elastikiyet değerleri, %10 TKA ikameli makarna örneğinin elastikiyet değeri (26,4 g) hariç diğer tüm ikame oranlarında RKA ikameli makarnaların elastikiyet değerlerinden daha yüksektir. En düşük elastikiyet değeri %40 RKA ikameli makarna örneğinde (19,8 g) tespit edilmiş olup, %30 RKA ikameli makarna örneğinin yapışkanlık değeri (21,8 g) ile istatistiksel olarak benzer bulunurken ( $P>0,01$ ), diğer tüm makarna örneklerinin elastikiyet değerleri ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Araştırmada, %50 RKA ikameli makarna örneğinin elastikiyet değeri belirlenememiştir (**Çizelge 4.12**).

Manthey ve Schorno (2002), durum irmiğinden yapılan spagettinin düşük ( $40^{\circ}\text{C}$ ) ve yüksek ( $70^{\circ}\text{C}$ ) sıcaklıklarda kurutulduktan sonra sertliğini (*firmness*) 8,4 g.cm, tam buğdaydan yapılan spagettilerin aynı sıcaklıklarda kurutulduktan sonra sertliğini sırasıyla 8,0 ve 7,5 g.cm olarak tespit etmişlerdir. California Wheat Commission (ABD)'nin değerlendirmesine göre bu tez çalışmasında spagetti örneklerinin tekstür sertliği  $>6$  g.cm olduğu için bütün spagetti örnekleri iyi kalitede olduğu görülmüştür. Yeyinli (2006) makarna kalitesinin belirlenmesinde tekstürel yöntemlerin irdelenmesi ile ilgili tez çalışmasında, ticari makarna örneklerinde sertlik

6,96-7,30 g.cm, kırılma kuvveti 46,36-48,88 g, kırılma mesafesi 15,65-23,14 mm, yapışkanlık 82,64-105,86 g, elastikiyet 26,83-27,70 g aralıklarında belirlenmiştir. Guan ve Seib (1994) pişmiş spagetti ve eriştelere yapışkanlık ölçme ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, distile su ile yaptıkları spagettelerde yapışkanlık değerlerinin 53,0-59,6 g arasında olduğunu görmüşlerdir. Ingelbrecht vd. (2001)'nin iki farklı ticari irmiğe kattıkları iki farklı kaynaktan elde edilen endoksilinaz enziminin makarnada çözünür arabinoksilan miktarı üzerine yaptıkları çalışmada, irmiklerden yapılan kontrol makarnalarında kırılma kuvvetini 26,7 g ve 26,8 g olarak bulmuşlardır.

Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmemiş makarnaların duyu özellikleri **Şekil 4.1**'de ve **Ek C**'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.1.** Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA, %10-50) veya tam (TKA, %10-50) kavuzsuz arpa unu ikameli pişmemiş makarnaların duyu özellikleri

Buna göre, pişmemiş makarnaların tüm duyu özelliklerinde en yüksek puanı kontrol makarnası almıştır. Kavuzsuz arpa ikameli pişmemiş makarnaların duyu özellikleri incelendiğinde, renk ve parlaklık/görünüm özelliklerinde en yüksek puanı %10 RKA ikameli makarna örneği; şekil/form özelliğinde en yüksek puanı %10 TKA ikameli makarna örneği; yüze pürüzsüzlüğü, yüze çatlaklığı ve

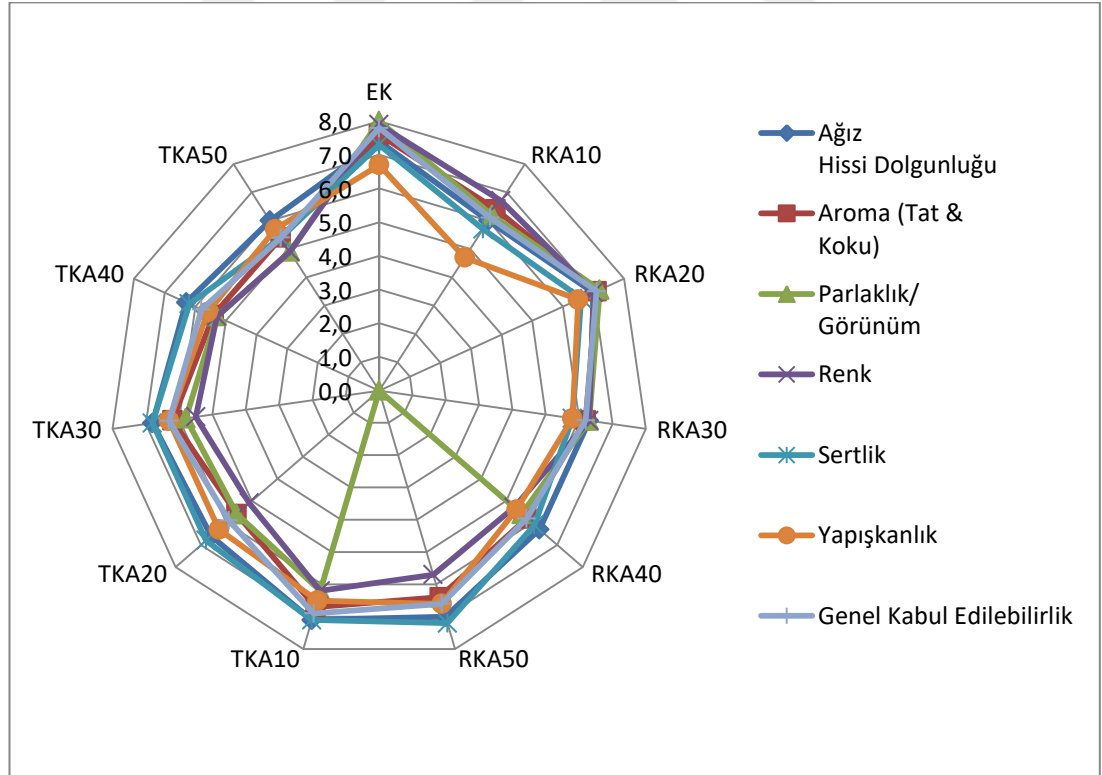
genel kabul edilebilirlik özelliklerinde en yüksek puanı %20 RKA ikameli makarna örneği almıştır. Kavuzsuz arpa ikameli pişmemiş makarnaların duyu özellikleri incelendiğinde en düşük duyu özelliklere %50 TKA ikameli makarna örneğinin sahip olduğu görülmüştür. Genellikle kavuzsuz arpa ikameli makarnaların tüm duyu özellikleri ikame oranı artırıldıkça azalmıştır. Pişmemiş makarnaların duyu özelliklerindeki bu azalma TKA ikameli makarna örneklerinde daha fazla olmuştur (**Şekil 4.1, Ek C**).

Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmemiş makarnaların duyu özellikleri detaylı olarak incelendiğinde, kontrol makarnasının renk puanı 7,8'dir. Kavuzsuz arpa ikameli makarnalar içinde en yüksek ve en düşük renk puanları ise sırasıyla %10 RKA (6,9) ve %50 TKA (4,1) ikameli makarnalarda tespit edilmiştir (**Şekil 4.1, Ek C**).

Şekil/form özelliği incelendiğinde, kontrol makarnasının almış olduğu puan 7,5 iken, kavuzsuz arpa ikameli makarnalar içinde en yüksek ve en düşük şekil/form puanları sırasıyla %10 TKA (7,0) ve %40 ve %50 TKA (5,4) ikameli makarnalarda tespit edilmiştir. Buna göre şekil/form özelliği bakımından kontrol makarnası ve %10 TKA ikameli makarna örneği arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir ( $P>0,01$ ). Bununla birlikte en düşük değerlere sahip %40 ve %50 TKA ikameli makarnalar ile %30 TKA ikameli makarna örneği (5,9) hariç diğer tüm makarna örnekleri ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Parlaklık/görünüm özelliği incelendiğinde, kontrol makarnasının puanı 7,7 iken, kavuzsuz arpa ikameli makarnalar içinde en yüksek ve en düşük parlaklık/görünüm puanları sırasıyla %10 RKA (6,7) ve %50 TKA (4,2) ikameli makarnalarda tespit edilmiştir. Yüzey pürüzsüzlüğü özelliği incelendiğinde, kontrol makarnasının puanı 7,6 iken ( $P<0,01$ ), kavuzsuz arpa ikameli makarnalar içinde en yüksek ve en düşük yüzey pürüzsüzlüğü puanları sırasıyla %20 ve %50 RKA (6,8) ikameli makarna örneklerinde ve %50 TKA (4,9) ikameli makarna örneğinde saptanmıştır. Ayrıca, kontrol örneğinin yüzey pürüzsüzlüğü ile %30-50 TKA ikameli makarna örneklerinin yüzey pürüzsüzlüğü puanları ve diğer tüm örnekler ile aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Yüzey çatlaklığı sonuçları incelendiğinde, kontrol makarnasının puanı 7,0 olarak bulunmuştur. Bununla birlikte, kavuzsuz arpa ikameli makarnalar içinde en yüksek ve en düşük yüzey çatlaklığı puanları sırasıyla %20 RKA (6,6) ve %50 TKA (5,0) ikameli makarna örneklerinde saptanmıştır. Ayrıca, kontrol makarnasının yüzey çatlaklığı puanı ile %20 ve %50 RKA ikameli ve %10 TKA ikameli makarna örneklerinin yüzey

çatlaklığı puanları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunurken ( $P>0,05$ ), diğer tüm makarna örneklerinin yüzey çatlaklığı puanları ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Pişmemiş makarna örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları incelendiğinde, kontrol makarnasının genel kabul edilebilirlik puanı 7,5 bulunurken, kavuzsuz arpa ikameli makarnalar içinde en yüksek ve en düşük genel kabul edilebilirlik puanları sırasıyla %20 RKA (6,8) ve %50 TKA (4,8) ikameli makarna örneklerinde belirlenmiştir. Kontrol makarnası ile diğer tüm makarna örnekleri arasında genel kabul edilebilirlik puanları bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ( $P<0,01$ ). Ayrıca, %30-50 TKA ikameli makarna örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları diğer örneklere göre oldukça düşük ve birbirine benzer ( $P>0,01$ ) bulunurken, diğer tüm makarna örnekleri ile aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ , **Şekil 4.1, Ek C**).

Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmiş makarnaların duyusal özellikleri **Şekil 4.2**'de ve **Ek D**'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.2.** Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA, %10-50) veya tam (TKA, %10-50) kavuzsuz arpa unu ikameli pişmiş makarnaların duyusal özellikleri

Buna göre, pişmiş makarnaların tüm duyuşal özelliklerinde en yüksek puanı kontrol makarnası almıştır. Kavuzsuz arpa unu ikameli pişmiş makarnaların duyuşal özellikleri incelendiğinde, aroma, renk ve parlaklık/görünüm özelliklerinde en yüksek puanı %20 RKA ikameli makarna örneği; ağız hissi dolgunluğu özelliğinde en yüksek puanı %10 TKA ikameli makarna örneği; sertlik ve yapışkanlık özelliklerinde en yüksek puanı %50 RKA ikameli makarna örneği; genel kabul edilebilirlik özelliğinde ise en yüksek puanı %20 RKA ikameli makarna örneği almıştır. Kavuzsuz arpa unu ikameli pişmiş makarnaların duyuşal özellikleri incelendiğinde en düşük duyuşal özelliklere genellikle %50 TKA ikameli makarna örneği sahip olmuştur. Genellikle RKA ikameli pişmiş makarnaların ağız hissi dolgunluğu, sertlik, yapışkanlık ve genel kabul edilebilirlik özellikleri ikame oranı artırıldıkça artmıştır. Bununla birlikte, RKA ikameli pişmiş makarna örneklerinin parlaklık/görünüm ve renk özellikleri ikame oranı artışı ile genellikle azalırken, aroma (tat ve koku) özelliğinde herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Çalışmada, TKA ikameli pişmiş makarna örneklerinin tüm duyuşal özellikleri ikame oranı artırıldıkça azalmıştır (**Şekil 4.2, Ek D**).

Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA) veya tam (TKA) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmiş makarnaların duyuşal özellikleri detaylı olarak incelendiğinde, kontrol makarnasının ağız hissi dolgunluğu puanı 7,4'tür. Kavuzsuz arpa unu ikameli makarnalar içinde en yüksek ve en düşük ağız hissi dolgunluğu puanları sırasıyla %10 TKA (7,1) makarna örneği ve %10 RKA ve %50 TKA (6,0) ikameli makarnalarda tespit edilmiştir (**Şekil 4.2, Ek D**).

Buna ilaveten, kontrol makarnası ile %10, 30 ve 40 RKA ikameli ve %40 ve 50 TKA ikameli pişmiş makarna örneklerinin ağız hissi dolgunluk özelliği bakımından aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Aroma özelliği incelendiğinde, kontrol makarnasının almış olduğu puan 7,6 iken, kavuzsuz arpa unu ikameli makarnalar içinde en yüksek ve en düşük puanı sırasıyla %20 RKA (7,1) ve %40 ve 50 TKA (5,4) ikameli pişmiş makarnalar almıştır. Ayrıca, kontrol makarnası ile %20 RKA ve %10 TKA ikameli pişmiş makarna örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmazken ( $P>0,01$ ), diğer tüm pişmiş makarna örnekleri ile arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Parlaklık/görünüm özelliği incelendiğinde, pişmiş kontrol makarnasının almış olduğu puan 8,0 iken, kavuzsuz arpa unu ikameli pişmiş makarnalar içinde en yüksek ve en düşük puanları sırasıyla %20 RKA (7,2) ve %50 TKA (4,9) ikameli pişmiş makarnalar almıştır. Buna ilaveten, pişmiş kontrol makarnası ile diğer tüm pişmiş makarna örneklerinin

parlaklık/görünüm özelliği bakımından aralarındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,05$ ). Ayrıca, kavuzsuz arpa unu ikameli pişmiş makarna örnekleri içinde %20 RKA ikameli makarna örneği ile diğer makarna örnekleri arasında parlaklık/görünüm özelliği bakımından istatistiksel olarak önemli fark belirlenmiştir ( $P<0,05$ ). Renk özelliği incelendiğinde, pişmiş kontrol makarnasının almış olduğu puan 7,9 iken, kavuzsuz arpa unu ikameli pişmiş makarnalar içinde en yüksek ve en düşük puanları sırasıyla %20 RKA (7,0) ve %50 TKA (4,9) ikameli pişmiş makarnalar almıştır. Ayrıca, pişmiş kontrol makarnası ile %20 RKA ikameli pişmiş makarna örneği arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunurken ( $P>0,01$ ), diğer tüm kavuzsuz arpa unu ikameli makarna örnekleri ile arasındaki fark renk özelliği bakımından önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Pişmiş makarnaların sertlik özelliğine bakıldığında, kontrol makarnasının almış olduğu puan 7,3 iken, kavuzsuz arpa unu ikameli pişmiş makarnalar içinde en yüksek ve en düşük puanları sırasıyla %50 RKA (7,2) ve %50 TKA (5,4) ikameli makarnalar almıştır. Bununla birlikte, kontrol makarnasının sertlik özelliği ile %10, 30 ve 40 RKA ikameli makarnaların ve %40 ve 50 TKA ikameli makarnaların sertlik özellikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Aynı kavuzsuz arpa ikameli makarnaların sertlik özellikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunurken ( $P>0,01$ ), diğer tüm kavuzsuz arpa unu ikameli pişmiş makarnaların sertlik özellikleri ile aralarındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Pişmiş makarnaların yapışkanlık özellikleri incelendiğinde, kontrol makarnasının almış olduğu puan 6,7 iken, kavuzsuz arpa unu ikameli pişmiş makarnalar içinde en yüksek ve en düşük puanları sırasıyla %50 RKA (6,6) ve %10 RKA (4,7) ikameli makarnalar almıştır. Bununla birlikte, kontrol makarnasının yapışkanlık özelliği ile %10 ve 40 RKA ikameli makarnaların ve %40 ve 50 TKA ikameli makarnaların yapışkanlık özellikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). Aynı kavuzsuz arpa unu ikameli pişmiş makarnaların yapışkanlık özellikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunurken ( $P>0,01$ ), yalnızca %10 RKA ikameli pişmiş makarnanın yapışkanlık özelliği ile diğer tüm kavuzsuz arpa unlu makarnaların yapışkanlık özelliği arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Son olarak pişmiş makarnaların genel kabul edilebilirlik sonuçları incelendiğinde, kontrol makarnasının almış olduğu puan 7,8 iken, kavuzsuz arpa unu ikameli pişmiş makarnalar içinde en yüksek ve en düşük puanları sırasıyla %20 RKA (7,1) ve %50 TKA (5,4) ikameli makarnalar almıştır. Buna ilaveten, pişmiş kontrol makarnası ile %20 RKA ikameli pişmiş makarna örneği arasındaki genel kabul edilebilirlik puanları birbirine benzer bulunurken ( $P>0,01$ ), pişmiş kontrol makarnasının diğer tüm kavuzsuz arpa unu ikameli makarna örnekleri

ile arasındaki fark genel kabul edilebilirlik özelliği bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Kavuzsuz arpa unu ikameli makarnalar içinde genel kabul edilebilirlik özelliği bakımından en yüksek puanı alan %20 RKA örneği (7,1) ile %50 RKA (6,6) ve %10 TKA (6,9) ikameli makarna örneklerinin genel kabul edilebilirlik özellikleri istatistiksel olarak birbirine benzer bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Sonuç olarak, kavuzsuz arpa unlu pişmiş makarna örnekleri içinde genel kabul edilebilirlik özelliği en yüksek makarna örneği %20 RKA ikameli makarna örneği olurken, genel kabul edilebilirlik özelliği en düşük makarna örneği ise %50 TKA ikameli makarna olmuştur (**Şekil 4.2, Ek D**).

Aravind vd (2012b), çözünmeyen besinsel lif ilavesinin durum buğdayı spagetti üzerine etkisini inceledikleri bir çalışmada, durum irmiğinden yapılan spagetti ile çeşitli oranlarda durum kepeği (%0-30) veya ruşeym (%0-60) katılmış spagettilerin duyu özelliklerini karşılaştırmışlardır. Genel olarak, %10 durum kepeği ile ikame edilen makarnalar, kontrole oldukça benzer duyu özellikler göstermiştir. Araştırmacılara göre %30'un üzerinde kepek ilavesi yapılan spagettilerin rengi daha kötü olarak belirlenmiş, tadının zayıf olduğu fakat spagettinin besinsel lif ve antioksidan aktivitesinin arttığı ifade edilmiştir. Kepek ve ruşeym ilave oranı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün de arttığı görülmüştür.

Rakhash vd. (2015) farklı besinsel liflerin spagettilerin kalite özellikleri üzerine etkilerinin farklı olduğunu belirtmiştir. Örneğin makarnaya kepeğin eklenmesi ile un ve ağız kuruluğu hissi etkisinin görüldüğü, ayrıca elastikiyeti ve çiğneme özelliğini bir miktar artırdığı bildirilmiştir. Makarnaya %10 oranında kepeğin eklenmesi hemen hemen kontrol makarnasına yakın duyu özelliklerde makarna verdiği, %30 oranında kepeğin eklenmesi ile ticari tam buğday makarnasının duyu özelliklerine yakın makarnanın üretildiği ifade edilmiştir. Makarnaya %10 oranında ruşeym eklenmesi ile kontrole yakın makarna elde edildiği fakat sertlik, unlu ve ağız kuruluğu hissini bir miktar artırdığı söylenmiştir.

Rakhash vd. (2015); makarnaya besinsel lif eklenmesi ile nişasta miktarının seyreleceği ve *in vitro* sindirilirliğin azalabileceğini; nişasta-protein matrisinin zarar görebileceğini ve daha zayıf bir tekstürün ortaya çıkabileceğini belirtmişlerdir. Çözünür besinsel liflerin ise; tam tersi bir etki gösterip tekstürün sıkılaşmasına sebep olabileceği ifade edilmiştir. Ayrıca, besinsel lifler suyu nişastadan daha hızlı absorbe etmesi sebebiyle daha az hacim artışı ve daha sert bir tekstür oluşumuna, pişirme kaybının ve yapışkanlığın artmasına ve nişasta sindirilebilirliğinin azalmasına sebep oldukları da belirtilmiştir (Rakesh vd., 2015). Bu araştırmamızda,



rafine ve tam kavuzsuz arpa unlarındaki çözünebilen ve çözünür besinsel liflerin, spagetti makarnaların tekstür ve duyuşal özelliklerini etkilemiş olabileceği düşünölmektedir. Kavuzsuz arpa kaynaklı çözünemeyen ve çözünür besinsel liflerin spagettilerin nişasta-protein matrisi, nişasta ve protein sindirilebilirliği ve spagetti kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması ile daha besleyici makarnaların üretiminin sağlanabileceği öngörülmektedir.



## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ülkemizde geliştirilen ve tescillenen yerli kavuzsuz arpanın (*Özen cv.*) spagetti tip makarna ürünüde, yerli durum buğdayından (*Eminbey cv.*) öğütülen irmik yerine rafine veya tam kavuzsuz arpa ununun ikame edilerek kullanılabilme durumunun incelendiği bu araştırmada belirlenen başlıca önemli sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- i. İrmik, TKA ve RKA unlarının kül miktarları kuru madde üzerinden sırasıyla %0,63, %2,0 ve %0,93 olarak belirlenirken, protein miktarları ise sırasıyla %12,4, %18,2 ve %12,1 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2)
- ii. İrmik, TKA ve RKA unlarının çözünemeyen besinsel lif miktarları kuru madde üzerinden sırasıyla %3,1, %11,8 ve %2,5 olarak belirlenirken, çözünür besinsel lif miktarları sırasıyla %3,1, %9,03 ve %5,06 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2).
- iii. TKA ve RKA unlarının kuru madde üzerinden  $\beta$ -glukan miktarları sırasıyla %5,0 ve %2,40 olarak bulunurken, makarnalık irmikte  $\beta$ -glukan çok düşük miktarda tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).
- iv. Makarnalık irmikte yaş gluten, kuru gluten ve gluten indeks değerleri sırasıyla %31,7, %10,2 ve %98,1 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3).
- v. En yüksek  $\beta$ -karoten pigmenti miktarı beklenildiği gibi makarnalık irmikte (7,7 mg/kg) belirlenmiştir, bunu sırasıyla TKA (5,0 mg/kg) ve RKA (2,6 mg/kg) unları izlemiştir (Çizelge 4.4).
- vi. Kontrol makarnası hammaddesinin (irmiğinin) *L* parlaklık değeri 93,3 olarak bulunurken, farklı oranlarda (%10-50) RKA ve TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarının *L* parlaklık değerleri sırasıyla 94,5-99,0 ve 91,3-92,3 arasında değişmiştir (Çizelge 4.5).
- vii. Kontrol makarnası hammaddesinin (irmiğinin) *a* kırmızılık değeri 2,6 olarak bulunurken, RKA ve TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarının *a* kırmızılık değerleri sırasıyla 1,5-2,1 ve 2,7-3,0 arasında değişmiştir (Çizelge 4.5).
- viii. Kontrol makarnası hammaddesinin (irmiğinin) *b* sarılık değeri 27,3 olarak bulunmuştur, bulunan değer beklenildiği gibi tüm örnekler içinde en yüksek sarılık değeridir. Çalışmada, RKA ve TKA ikameli makarnalık hammadde

karışımlarının *b* sarılık değerleri sırasıyla 14,6-23,6 ve 17,8-24,0 arasında değişmiştir (Çizelge 4.5).

- ix. Kontrol makarnasının su absorpsiyon derecesi %53,7 olarak bulunmuştur. RKA veya TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarının su absorpsiyon dereceleri sırasıyla 53,3-54,7 ve 55,0-64,8 arasında değişmiştir. En yüksek ve en düşük su absorpsiyon oranı sırasıyla %50 TKA (%64,8) ve %10 RKA (%53,3) ikameli makarnalık hammadde karışımlarında saptanmıştır ( $P<0,01$ ; Çizelge 4.6).
- x. Kontrol makarnası irmiğinin gelişme süresi 9,8 dk olarak bulunmuştur, bulunan değer en yüksek gelişme süresidir. Araştırmada, RKA ve TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarında gelişme süreleri sırasıyla 2,1-5,6 dk ve 4,8-9,3 dk arasında değişmiştir (Çizelge 4.6).
- xi. Kontrol makarnası irmiğinin yumuşama derecesi 10,0 BU olarak tespit edilmiştir. Genellikle, RKA ve TKA ikameli makarna hammadde karışımlarında ikame oranı artırıldıkça yumuşama derecesi değerleri de artmıştır. Araştırmada, RKA ve TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarının yumuşama derecesi sırasıyla 6,7-27,0 BU ve 13,0-36,3 BU arasında değişmiştir. En yüksek ve en düşük yumuşama dereceleri sırasıyla %50 TKA ikameli (36,3 BU) ve %10 RKA ikameli (6,7 BU) makarnalık hammadde karışımlarında belirlenmiştir ( $P<0,01$ ) (Çizelge 4.6).
- xii. Kontrol makarnası irmiğine eklenecek su miktarı 310 ml iken, RKA ve TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarına eklenecek su miktarı sırasıyla 308-316 ml ve 318-374 ml arasında değişmiştir. Çalışmada, TKA ikameli makarnalık hammadde karışımlarında eklenecek su miktarı ikame oranı artırıldıkça yükselmiştir. En yüksek ve en düşük eklenecek su miktarı sırasıyla %50 TKA (374 ml) ve %10 RKA (308 ml) ikameli makarnalık hammadde karışımlarına uygulanmıştır (Çizelge 4.6).
- xiii. Pişmemiş tüm makarna örneklerinde nem miktarları %9,3-9,9 arasında değişmiştir (Çizelge 4.7).
- xiv. Pişmemiş makarnaların kül değerleri incelendiğinde kontrol makarnasının kül miktarı kuru madde üzerinden %0,60 olarak bulunmuştur, bulunan kül miktarı tüm örnekler içerisinde en düşük değerdir. Çalışmada, RKA ve TKA ikameli pişmemiş makarnaların kuru madde üzerinden kül değerleri sırasıyla %0,67-0,73 ve %0,80-1,30 arasında değişmiştir. Görüldüğü gibi TKA ikameli pişmemiş makarnaların kül değerleri daha yüksek bulunmuştur ve TKA

ikame oranı artırıldıkça kuru madde üzerinden kül değerleri de artmıştır (Çizelge 4.7).

- xv. Pişmemiş kontrol makarnasının kuru madde üzerinden protein miktarı %11,8 olarak belirlenirken, RKA veya TKA ikameli pişmemiş makarnaların kuru madde üzerinden protein miktarları sırasıyla %10,7-11,9 ve %12,3-13,0 arasında değişmiştir. Görüldüğü gibi TKA ikameli pişmemiş makarnaların kuru madde üzerinden protein miktarları daha yüksektir. En yüksek ve en düşük protein değerleri sırasıyla %40 ve %50 TKA ikameli örneklerde (%13,0) ve %50 RKA ikameli makarna örneğinde (%10,7) saptanmıştır. Ayrıca, RKA ikameli pişmemiş makarna örneklerinde protein miktarı RKA ikame oranı artırıldıkça genellikle azalırken, TKA ikameli makarna örneklerinde protein miktarı TKA ikame oranı artırıldıkça yükselmiştir (Çizelge 4.7).
- xvi. Pişmemiş kontrol makarnasının *L* parlaklık değeri 51,7 olarak bulunmuştur. Çalışmada, RKA ve TKA ikameli pişmemiş makarnaların *L* parlaklık değerleri sırasıyla 50,0-54,2 ve 42,5-48,6 arasında değişmiştir. Pişmemiş TKA ikameli makarnaların *L* parlaklık değerleri ikame oranı artırıldıkça azalmıştır, %50 TKA ikameli makarna örneğinin *L* parlaklık değeri tüm örnekler içinde en düşüktür (42,49) (Çizelge 4.8).
- xvii. Kontrol makarnasının *a* kırmızılık değeri 2,6 olarak bulunmuştur. Çalışmada, RKA ve TKA ikameli pişmemiş makarnaların *a* kırmızılık değerleri sırasıyla 2,27-2,63 ve 3,72-6,78 arasında değişmiştir. Pişmemiş TKA ikameli makarnaların *a* kırmızılık değerleri TKA ikame oranı artırıldıkça yükselmiştir ( $P<0,01$ ). En yüksek ve en düşük *a* kırmızılık değerleri sırasıyla %50 TKA ikameli makarna (6,78) ve %20 RKA ikameli makarna (2,27) örneklerinde saptanmıştır (Çizelge 4.8).
- xviii. Pişmemiş kontrol makarnasında bulunan *b* sarılık değeri tüm örnekler arasında en yüksek değerdir (24,21). RKA ve TKA ikameli pişmemiş makarnaların *b* sarılık değerleri sırasıyla 19,9-22,8 ve 16,5-21,1 arasında değişmiştir. Her iki kavuzsuz arpa unlu makarna örneklerinin *b* sarılık değerleri katım oranı artışıyla azalmıştır. Bu azalma TKA ikameli makarna örneklerinde daha fazla olmuştur, nitekim en düşük *b* sarılık değeri %50 TKA ikameli makarna örneğinde (16,5) belirlenmiştir (Çizelge 4.8).
- xix. En yüksek yapışkanlık puanı kontrol makarnasında (58) tespit edilmiştir. Pişmiş RKA veya TKA ikameli makarnaların yapışkanlık puanları sırasıyla 20-43 ve 35-43 arasında değişmiştir. Her iki tip kavuzsuz arpa unu ikameli

pişmiş makarnaların yapışkanlık puanları ikame oranı artırıldıkça genellikle azalmıştır. En düşük yapışkanlık puanı %50 RKA ikameli pişmiş makarna (20) örneğinde saptanmıştır (Çizelge 4.9).

- xx. En yüksek kümeleşme puanı kontrol makarnasında (58) belirlenmiştir. Pişmiş RKA ve TKA ikameli makarnaların kümeleşme puanları sırasıyla 30-48 ve 44-52 arasında değişmiştir. Her iki kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların kümeleşme puanları, ikame oranı artırıldıkça genellikle azalmıştır. Kümeleşme puanlarındaki azalma RKA ikameli makarnalarda daha fazla olmuştur. En düşük kümeleşme puanları %40 ve %50 RKA ikameli pişmiş makarnalarda tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).
- xxi. En yüksek sertlik puanı kontrol makarnasında (57) belirlenmiştir. Pişmiş RKA ve TKA ikameli makarna örneklerinin sertlik puanları sırasıyla 30-50 ve 42-45 arasında değişmiştir. Her iki kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların sertlik puanı ikame oranı artırıldıkça azalmıştır. Kavuzsuz arpa unu ikameli makarnalar içinde en yüksek sertlik puanı %10 RKA ikameli makarna örneğinde (50) saptanmıştır (Çizelge 4.9).
- xxii. Pişmiş makarnalarda el ile yapılan duyu analizi sonuçlarına göre en yüksek yapışkanlık, kümeleşme ve sertlik puanları kontrol makarnasında tespit edilmiştir. Kavuzsuz arpa unu ikameli makarnalar arasında ise en yüksek yapışkanlık, kümeleşme ve sertlik puanları genellikle %10 RKA ve TKA ikameli makarnalarda saptanmıştır (Çizelge 4.9).
- xxiii. Pişmiş kontrol makarnasında TOM değeri 1,73 g nişasta/100 g makarna olarak belirlenmiştir ve iyi kalitede ( $1,4 < < 2,1$ ) makarna olarak ifade edilmiştir. RKA ve TKA ikameli makarna örneklerinde belirlenen TOM değerleri sırasıyla 2,0-3,06 ve 1,66-2,23 g nişasta/100 g makarna arasında değişmiştir. Pişmiş RKA ikameli makarnalarda ikame oranı artırıldıkça TOM değerlerinde de bir artış meydana gelmiştir, fakat TKA ikameli makarnalarda ikame oranı artırıldıkça TOM değerleri genellikle düşmüştür. En yüksek ve en düşük TOM değerleri sırasıyla %50 RKA ikameli makarna örneğinde (3,06 g nişasta/100 g) ve %50 TKA ikameli makarna örneğinde (1,66 g nişasta/100 g) belirlenmiştir. Bulunan TOM değerlerine göre, yerli durum buğday irmiği kullanılarak üretilen kontrol makarnası, %10 RKA ikameli makarna ve %20-50 TKA ikameli makarnalar ile iyi kalitede ( $1,4 < < 2,1$ ) makarna üretimi yapılabilmektedir (Çizelge 4.9).
- xxiv. Pişmiş kontrol makarnasında hacim artışı değeri %233,3 olarak belirlenmiştir. Pişmiş RKA ve TKA ikameli makarnaların hacim artışı

değerleri sırasıyla %208,7-240,0 ve %114,3-208,3 arasında değişmiştir. Pişmiş RKA ikameli makarnaların hacim artışı değerleri ikame oranı artışıyla genellikle artmıştır ve %40 RKA ikameli makarna örneğinin hacim artışı değeri (%240,0) tüm makarna örnekleri içerisinde en yüksek değerdir. Pişmiş TKA ikameli makarnaların hacim artışı değerleri ikame oranı artırıldıkça genellikle azalmıştır. En düşük hacim artışı değeri %40 TKA ikameli makarna örneğinde (%114,3) saptanmıştır (Çizelge 4.10).

- xxv. Pişmiş kontrol makarnasında ağırlık artışı %185,7 olarak belirlenmiştir. Pişmiş RKA ve TKA ikameli makarnaların ağırlık artışı değerleri sırasıyla %178,7-192,0 ve %158,0-176,0 arasında değişmiştir. Ağırlık artışı değerleri RKA ikameli makarnalarda ikame oranı artırıldıkça genellikle artmıştır, bununla birlikte TKA ikameli makarnalarda ikame oranı artırıldıkça azalmıştır. En yüksek ve en düşük ağırlık artışı değerleri sırasıyla %40 RKA ikameli makarna örneğinde (%192,0) ve %50 TKA ikameli makarna örneğinde (%158,0) bulunmuştur (Çizelge 4.10).
- xxvi. Kontrol makarnasının optimum pişme süresi 12,4 dak olarak belirlenmiştir. Araştırmada, RKA ve TKA ikameli makarnaların optimum pişme süreleri sırasıyla 12,1-15,0 dak ve 11,3-14,9 dak arasında değişmiştir. En yüksek ve en düşük optimum pişme süresi sırasıyla %30 RKA ikameli makarna (15,0 dak) ve %50 TKA ikameli makarna (11,3 dak) örneklerinde saptanmıştır (Çizelge 4.10).
- xxvii. Kontrol makarnasında pişme kaybı %6,5 olarak belirlenmiştir. RKA ve TKA ikameli makarnalarda pişme kaybı sırasıyla %6,4-7,9 ve %6,7-7,9 arasında değişmiştir. En yüksek ve en düşük pişme kayıpları sırasıyla %50 RKA ve %50 TKA ikameli makarnalar (%7,9) ve %20 RKA ikameli makarna örneğinde (%6,4) belirlenmiştir. Her iki kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların pişme kayıpları ikame oranı artırıldıkça artmıştır (Çizelge 4.10).
- xxviii. En düşük çözünemeyen besinsel lif miktarı pişmemiş kontrol makarnasında %2,5 olarak belirlenmiştir. Pişmemiş RKA ve TKA ikameli makarnaların çözünemeyen besinsel lif miktarları sırasıyla %3,0-3,2 ve %3,6-7,2 arasında değişmiştir. Çözünemeyen besinsel lif miktarları RKA ikameli makarnalarda ikame oranının artırılması ile önemli oranda değişmezken ( $P>0,01$ ), TKA ikameli makarnalarda ikame oranının artırılması ile önemli oranda yükselmiştir ( $P<0,01$ ). En yüksek çözünemeyen besinsel lif miktarı %50 TKA unu ikameli makarna örneğinde (%7,2) saptanmıştır (Çizelge 4.11).

- xxix. En düşük çözünür besinsel lif miktarı kontrol makarnasında %3,2 olarak belirlenmiştir. Pişmemiş RKA ve TKA unu ikameli makarnaların çözünür besinsel lif miktarları sırasıyla %3,3-3,8 ve %3,8-6,2 arasında değişmiştir. Her iki kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların çözünür besinsel lif miktarı, kavuzsuz arpa ununun ikame oranı artırıldıkça yükselmiştir. En yüksek çözünür besinsel lif miktarı %50 TKA ikameli makarna örneğinde %6,2 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).
- xxx. En düşük TBL miktarı kontrol makarnasında %5,8 olarak belirlenmiştir. Pişmemiş RKA ve TKA unu ikameli makarna örneklerinin TBL miktarları sırasıyla %6,3-7,0 ve %7,4-13,5 arasında değişmiştir. Rafine kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların TBL miktarı RKA ikame oranı artışından önemli derecede etkilenmezken ( $P>0,01$ ), TKA ikameli makarna örneklerinde TBL miktarı ikame oranı artırıldıkça yükselmiştir ve örneklerin aralarındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0,01$ ). En yüksek TBL miktarı %50 TKA ikameli makarna örneğinde (%13,5) tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).
- xxxi. Sonuç olarak, kavuzsuz arpa unu ikameli makarna örneklerinin çözünemeyen besinsel lif, çözünür besinsel lif ve toplam besinsel lif miktarları kontrol makarnasından daha yüksek bulunmuştur. Çözünemeyen besinsel lif, çözünür besinsel lif ve toplam besinsel lif miktarları TKA unu ikameli makarnaların daha yüksektir ve ikame oranı artışıyla önemli oranda artmıştır (Çizelge 4.11).
- xxxii. En düşük  $\beta$ -glukan içeriği kontrol makarnasında %0,20 olarak bulunmuştur. Çalışmada, RKA ve TKA unu ikameli pişmemiş makarnaların  $\beta$ -glukan miktarları sırasıyla %0,40-1,02 ve %0,47-2,38 arasında değişmiştir. Tam kavuzsuz arpa unu ikameli makarna örneklerinin  $\beta$ -glukan miktarı ikame oranı artırıldıkça artmıştır. En yüksek  $\beta$ -glukan miktarı %50 TKA ikameli makarna örneğinde (%2,38) tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).
- xxxiii. En yüksek kırılma kuvveti değeri kontrol makarnasında 52,7 g olarak belirlenmiştir. Pişmemiş RKA ve TKA ikameli makarnaların kırılma kuvveti sırasıyla 45,3-50,3 g ve 47,2-51,4 g arasında bulunmuştur. Rafine kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların kırılma kuvveti ikame oranı artırıldıkça azalmıştır. Tam kavuzsuz arpa unu ikameli makarnaların kırılma kuvveti ikame oranı artırıldıkça genellikle artmıştır. En düşük kırılma kuvveti değeri %50 RKA ikameli makarna örneğinde 45,3 g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.12).

- xxxiv. Pişmemiş kontrol makarnasının kırılma mesafesi değeri 27,9 mm olarak saptanmıştır. Kontrol makarnası ve RKA ikameli makarnaların kırılma mesafesi değerleri, TKA ikameli makarna örneklerinin kırılma mesafesi değerlerinden genellikle yüksek bulunmuştur. Pişmemiş RKA ve TKA ikameli makarnaların kırılma mesafesi değerleri sırasıyla 15,5-35,4 mm ve 8,7-9,1 mm arasında değişmiştir. En yüksek kırılma mesafesi değeri %10 RKA ikameli makarna örneğinde (35,4 mm) saptanmıştır. Pişmemiş RKA unlu makarnaların kırılma mesafesi değerleri ikame oranı artışı ile azalırken, TKA unlu makarnaların kırılma mesafesi değerleri birbirine benzer olup önemsiz düzeyde artmıştır. En düşük kırılma mesafesi değeri %20 TKA ikameli makarna örneğinde (8,7 mm) saptanmıştır (Çizelge 4.12).
- xxxv. Pişmiş makarnalar içinde en yüksek sertlik değeri kontrol makarnasında (8,4 g.cm) tespit edilmiştir. Pişmiş RKA ve TKA ikameli makarnaların sertlik değerleri sırasıyla 6,0-7,8 g.cm ve 6,8-8,1 g.cm arasında saptanmıştır. Her iki kavuzsuz arpa unlu pişmiş makarnaların sertlik değeri ikame oranı artışı ile azalmıştır. Sertlik değerlerindeki azalma RKA ikameli makarnalarda daha fazla olmuştur, nitekim en düşük sertlik değeri %50 RKA ikameli pişmiş makarna örneğinde (6,0 g.cm) tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).
- xxxvi. Kontrol makarnasının yapışkanlık değeri 121,6 g olarak bulunmuştur. RKA ve TKA ikameli makarnaların yapışkanlık değerleri sırasıyla 133,3-147,4 g ve 82,4-93,7 g arasında değişmiştir. TKA ikameli makarnaların yapışkanlık değerleri, RKA ikameli makarnaların yapışkanlık değerlerinden daha düşüktür. RKA ikameli makarnaların yapışkanlık değerleri ikame oranı artışı ile artmıştır. En yüksek yapışkanlık değeri %50 RKA ikameli makarna örneğinde (147,4 g ) saptanmıştır. En düşük yapışkanlık değeri ise %30 TKA ikameli makarna örneğinde (82,6 g ) tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).
- xxxvii. En yüksek elastikiyet değeri kontrol makarnasında (31,3 g) belirlenmiştir. RKA ve TKA ikameli pişmiş makarnaların elastikiyet değerleri sırasıyla 19,8-27,1 g ve 26,4-31,1 g arasında değişmiştir. RKA unlu makarnaların elastikiyet değerleri ikame oranı artışı ile azalırken, TKA ikameli makarna örneklerinin elastikiyet değerleri önemsiz bir düzeyde artış göstermiştir ( $P>0,01$ ). Kavuzsuz arpa unlu makarna örneklerinin elastikiyet değerleri kontrol makarnasının elastikiyet değerinden düşüktür. En düşük elastikiyet değeri %40 RKA ikameli makarna örneğinde (19,8 g) tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).



- xxxviii. Pişmemiş makarnaların tüm duyuşal özelliklerinde en yüksek puanı kontrol makarnası almıştır. Kavuzsuz arpa ikameli pişmemiş makarnaların duyuşal özellikleri incelendiğinde, renk ve parlaklık/görünüm özelliklerinde en yüksek puanı %10 RKA ikameli makarna, şekil/form özelliğinde en yüksek puanı %10 TKA ikameli makarna ve yüzey pürüzsüzlüğü, yüzey çatlaklığı ve genel kabul edilebilirlik özelliklerinde en yüksek puanı %20 RKA ikameli makarna örneği almıştır. En düşük duyuşal özelliklere %50 TKA ikameli makarna örneği sahip olmuştur. Genellikle kavuzsuz arpa ikameli makarnaların tüm duyuşal özellikleri ikame oranı artırıldıkça azalmıştır. Pişmemiş makarnaların duyuşal özelliklerindeki bu azalma TKA ikameli makarna örneklerinde daha fazla olmuştur (Şekil 4.1, Ek C).
- xxxix. Pişmiş makarnaların tüm duyuşal özelliklerinde en yüksek puanı kontrol makarnası almıştır. Kavuzsuz arpa unlu pişmiş makarnaların duyuşal özellikleri incelendiğinde, aroma, renk ve parlaklık/görünüm özelliklerinde en yüksek puanı %20 RKA ikameli makarna; ağız hissi dolgunluğu özelliğinde en yüksek puanı %10 TKA ikameli makarna; sertlik ve yapışkanlık özelliklerinde en yüksek puanı %50 RKA ikameli makarna; genel kabul edilebilirlik özelliğinde ise en yüksek puanı %20 RKA ikameli makarna örneği almıştır. En düşük duyuşal özelliklere genellikle %50 TKA ikameli makarna örneği sahiptir. Genellikle, RKA unu ikameli pişmiş makarnaların ağız hissi dolgunluğu, sertlik, yapışkanlık ve genel kabul edilebilirlik özellikleri ikame oranı artırıldıkça artmıştır. Ayrıca, RKA ikameli pişmiş makarna örneklerinin parlaklık/görünüm ve renk özellikleri ikame oranı artışı ile genellikle azalırken, aroma (tat ve koku) özelliğinde herhangi bir değişim gözlenmemiştir. TKA unlu pişmiş makarna örneklerinin tüm duyuşal özellikleri ikame oranı artırıldıkça azalmıştır (Şekil 4.2, Ek D).

Bu araştırmada, yerli kavuzsuz arpanın valsli değirmende kepeğinden ve ruşeyminden ayrılarak rafine una işlenmesi ve ayrıca tam kavuzsuz arpa unu olarak öğütülmesi ile elde edilen iki farklı unun makarnalık irmik yerine farklı oranlarda makarna formülasyonuna ikame edilmesi ile kavuzsuz arpanın makarna teknolojisinde kullanılabilme potansiyeli incelenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, kavuzsuz arpa unlu makarnaların kimyasal, besinsel, pişme, tekstürel ve duyuşal özellikler yönünden kontrol makarnasına göre ümit verici olduğu ve sanayide kullanılabilme potansiyelinin bulunduğu görülmüştür. Özellikle kül yani mineral madde, protein, toplam besinsel lif, çözünür ve çözünemeyen besinsel lif ve

$\beta$ -glukan miktarı bakımından daha besleyici ve sağlık etkileri iyileştirilmiş kavuzsuz arpa unlu spagetti makarna üretilebileceği bu çalışmada gösterilmiştir. Araştırmamızın bir sonraki aşamasında kavuzsuz arpa unlu makarnaların enzime dirençli nişasta, fitik asit gibi biyoaktif bileşiklerinin incelenmesi hedeflenmektedir. Biyoaktif bileşiklerin detaylı bir şekilde incelenmesi insan beslenmesi bakımından önem taşıyacaktır. Bu araştırmanın, Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Ankara) tarafından geliştirilen ve tescil edilen yerli kavuzsuz arpanın iftlerimiz tarafından yetiştirilmesi ve yaygınlaştırılmasına katkı sağlayacağı dşnlmektedir. Makarna sanayimizin de kavuzsuz arpadan yeni ürünler üreterek toplum beslenmesine ve sağlığına önemli katkılarının olacağı ve ayrıca ülkemizde katma değerli ürün üretimine hız vererek ihracatımızın artmasına katkı sağlayacağı dşnlmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

AACCI (American Association of Cereal Chemists International) (2010) Approved Methods of Analysis, Metots No: 08-01.01, 14-50.01, 16-50.01, 32-05.01, 32-21.01, 32-23.01, 38-12.02, 44-15.02, 46-30.01, 54-21.01, 55-31.01, 11th edition, The Association: St. Paul, MN, USA.

Aalami M, Rao UJSP ve Leelavathi K (2007a) "Physicochemical and biochemical characteristics of Indian durum wheat varieties: Relationship to semolina milling and spaghetti making quality", Food Chemistry, 102 (4): 993–1005.

Aalami M, Leelavathi K ve Rao UJSP (2007b) "Spaghetti making potential of Indian durum wheat varieties in relation to their protein yellow pigment and enzyme contents", Food Chemistry, 100(3): 1243–1248.

Acar O (2012) "Baklava Kalite Karakteristiklerinin ve Bazı Buğday Çeşitlerinden Elde Edilen Unların Baklava Üretimine Uygunluğunun Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Agnesi E (1998) "The history of pasta", In "Pasta and Noodle Technology", Editors: Kruger JE, Matsuo RB, Dick JW, Published by AACC Inc., St. Paul, Minnesota, USA, p. 1-12.

Aravind N, Sissons MJ, Fellows CM, Blazek J ve Gilbert EP (2012a) "Effect of inulin soluble dietary fibre addition on technological, sensory and structural properties of durum wheat spaghetti" Food Chemistry, 132 (2), 993-1002.

Aravind N, Sissons M, Egan N ve Fellows C (2012b) "Effect of insoluble dietary fibre addition on technological, sensory, and structural properties of durum wheat spaghetti", Food Chemistry, 130, 299–309.

Arndt, EA (2006) "Whole-Grain Barley For Today's Health And Wellness Needs", Cereal Foods World 51(1): 20–22.

Baiano A, Fares A, Peri G, Romaniello R, Taurino AM, Siciliano P, Gambacorta G, Lamacchia C, Pati S, ve La Notte E (2008) " Use of a toasted durum whole meal in the production of a traditional Italian pasta: chemical, mechanical, sensory and image analyses", International Journal of Food Science and Technology, 43, 1610–1618.

Baik BK ve Ullrich SE (2008) "Barley for food: "Characteristics improvement and renewed interest", Journal of Cereal Science, 48(2): 233–242.

Behall KM, Scholfield DJ ve Hallfrisch JG (2006) "Barley  $\beta$ -glucan reduces plasma glucose and insulin responses compared with resistant starch in men ", Nutrition Research, 26, 644-650.

Bhatty RS (1999) "The potential of hull-less barley", Cereal Chemistry, 76 (5):589–599.

Bozkurt M (2012) "Effect of Different Wheat Varieties on Pasta Quality", Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Doğa ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Burdurlu HS ve F Karadeniz (2003) "Gıdalarda diyet lifinin önemi", Gıda Mühendisliği Dergisi, 7(15): 18-25.

Bustos MC, Perez GT ve Leon AE (2015) "Structure and quality of pasta enriched with functional ingredients", RSC Advances , 5 (39), 30780-30792.

California Wheat Commission (2019) "Description of Durum semolina quality factors". <http://www.californiawheat.org>, 20.03.2019.

Chau CF ve YL Huang (2003) "Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibers prepared from the peel of *Citrus sinensis* L. cv. Liucheng", Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51 (9), 2615-2618.

Chillo S, Laverse J, Falcone PM, Protopapa A ve Del Nobile MA (2008) "Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality", Journal of Cereal Science, 47 (2), 144-152.

Ciccoritti R, Nocente F, Sgrulletta D ve Gazza L. (2019) "Cooking quality, biochemical and technological characteristics of bran-enriched pasta obtained by a novel pasta-making process", LWT-Food Science and Technology, 101, 10-16.

Cleary L ve Brennan C (2006) "The influence of a (1 → 3)(1 → 4)-β-D-glucan rich fraction from barley on the physico-chemical properties and *in vitro* reducing sugars release of durum wheat pasta", International Journal of Food Science and Technology, 41, 910-918.

de Noni I ve Pagani MA (2010) "Cooking properties and heat damage of dried pasta as influenced by raw material characteristics and processing conditions", Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 50 (5): 465–472.

D'Egidio MG, De Stefanis E, Fortini S, Galterio G, Nardi S, Sgrulletta D and Bozzini, A (1982) "Standardization of Cooking Quality Analysis in Macaroni and Pasta Products", Cereal Foods World, 27,367-368.

Demirkol O ve İçöz A (2002) "Makarnanın Besin Değeri ve Mikrobiyal Kalitesi", SAU Fen Bilimleri Entitüsü Dergisi, 6, 115–118.

Dexter JE, Matsuo RR ve Morgan BC (1983a) "Spaghetti Stickiness: some factors influencing stickiness and relationship to other cooking quality characteristics", Journal of Food Science, 48 (5), 1545–1551.

Dexter JE, Kilborn RH, Morgan BC ve Matsuo RR, (1983b) "Grain research laboratory compression tester; Instrumental measurement of cooked spaghetti stickiness", Cereal Chemistry, 60 (2):139-142.

Dirik ÖK ve Sakin MA (2018), "Kışlık ve Yazlık Olarak Yetiştirilen Bazı Makarnalık Buğday (*Triticum durum* L.) Çeşit ve Hatlarının Bazı Kalite Özelliklerinin Karşılaştırılması", Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35 (2):119-126.

Dölekoğlu CÖ, Şahin A ve Giray FH (2015) “Kadınlarda Fonksiyonel Gıda Tüketimini Etkileyen Faktörler : Akdeniz İlleri Örneği”, Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences, 21 (4), 572–584.

Edwards NM, Izydorczyk MS, Dexter JE ve Biliaderis AG (1993) “Cooked Pasta Texture : Comparison of Dynamic Viscoelastic Properties to Instrumental Assessment of Firmness”, Cereal Chemistry, 70 (2): 122–126.

Elleuch M, Bedigian D, Roiseu O, Besbes S ve Blecker C (2011) “Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A Review”, Food Chemistry, 124 (2), 411–421.

Erkan H, Çelik S, Bilgi B ve Köksel H (2006) “A new approach for the utilization of barley in food products: Barley tarhana”, Food Chemistry, 97(1): 12-18.

Fares C ve Menga V (2012) “Effects of toasting on the carbohydrate profile and antioxidant properties of chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour added to durum wheat pasta”, Food Chemistry, 131, 1140-1148.

Foschia M, Peressini D, Sensidoni A ve Brennan CS (2013) “The effects of dietary fibre addition on the quality of common cereal products”, Journal of Cereal Science, 58, 216-227.

Geçit HH ve İkincikarakaya SÜ (2018) “III. Tahıllar ve Baklagiller-III.1. Serin İklim Tahılları”, “Tarla Bitkileri”, Düzeltilmiş 3. Baskı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1643, Ankara.

Giacco R, Vitale M ve Riccardi G (2016) “Pasta: Role in Diet”, In “Encyclopedia of Food and Health”, Eds: Cabellero B, Finglas PM ve Toldra F, 1st ed., Elsevier Ltd., 242-245, Napoli, Italy.

Giménez MA, Drago SR, De Greef D, Gonzalez RJ, Lobo MO ve Samman NC (2012) “Rheological, functional and nutritional properties of wheat/broad bean (*Vicia faba*) flour blends for pasta formulation”, Food Chemistry ,134 (1): 200–206.

Guan F ve Seib PA (1994) “Instrumental Probe and Method to Measure Stickness of Cooked Spaghetti and Noodless”, Cereal Chem., 71 (4): 330-337.

Gull A, Prasad K ve Kumar P (2018) “Nutritional, antioxidant, microstructural and pasting properties of functional pasta”, Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 17 (2), 147-153.

Güleç ET, Sönmezoğlu AÖ ve Yıldırım A (2010) “Makarnalık Buğdaylarda Kalite ve Kaliteyi Etkileyen Faktörler”, GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 27 (1) :113-120.

Güvendi Ö (2011) “Besinsel Lif ve Antioksidanca Zengin Tahıllardan Geleneksel Yöntem ile Erişte Üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.

Helm CV, De Francisco A, Gaziola SA, Fornazier RF, Pompeu GB ve Azevedo RA (2004) "Hull-less Barley Varieties: Storage Proteins and Amino Acid Distribution in Relation to Nutritional Quality", *Food Biotechnology*, 18 (3), 327–341.

Helm CV ve de Francisco A (2004) "Chemical characterization of Brazilian hullless barley varieties, flour fractionation, and protein concentration", *Scientia Agricola*, 61, 593-597.

Hentschel V, Kranl K, Hollmann J, Lindhauer MG, Böhm V ve Bitsch R (2002) "Spectrophotometric determination of yellow pigment content and evaluation of carotenoids by high-performance liquid chromatography in durum wheat grain", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (23), 6663–6668.

Hirawan R, Ser WY, Arntfield SD ve Beta T (2010) "Antioxidant properties of commercial, regular- and whole-wheat spaghetti", *Food Chemistry*, 119, 258-264.

Hirawan R ve Beta T (2014) "Whole Wheat Pasta and Health" In "Wheat and Rice in Disease Prevention and Health", Eds: Watson R, Preedy V ve Zibadi S, Elsevier Inc, Chapter 1, 1st ed., 576 p., Canada.

ICC (International Association for Cereal Science and Technology) (2002) 'Standard Methods No.129 ve 166.

Ingelbrecht JA, Moers K, Abecassis J, Rouau X ve Delcour JA, (2001) "Influence of arabinoxylans and endoxylanases on pasta processing and quality. Production of high-quality pasta with increased levels of soluble fiber", *Cereal Chemistry*, 78 (6):721-729.

Koyuncu K, Türker S ve Ertaş N (2011) "Erişte Üretiminde Fonksiyonel Bileşenlerin Kullanımı", 1. Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, 19-20 Kasım 2011, Ankara.

Köksel H (1990) "*Triticum durum* Islah Programındaki Bazı Buğdayların Kalitelerinin Tespitinde Yeni Tekniklerin Uygulanması Üzerinde Araştırmalar", Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Köksel H, Edney MJ ve Özkaya B (1999) "Barley bulgur: Effect of processing and cooking on chemical composition", *Journal of Cereal Science*, 29 (2): 185–190.

Köksel H, Sivri D, Özboy Ö, Başman A ve Karacan HD (2000) *Hububat Laboratuvarı El Kitabı*, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yayın no:47, Ankara.

Koroğlu D (2010) "Determination Of The Relationship Between Spaghetti Quality Characteristics and Polymeric Protein Contents Of Durum Wheat (*Triticum durum* L.) Cultivars", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Köten M (2010) "Arpa Unu ile Zenginleştirmenin Makarnanın Bazı Besinsel ve Kalite Özelliklerine Etkisi", Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

Köten M, Ünsal AS ve Atlı A (2014) "Türkiye'de Üretilen Makarnaların Bazı Kimyasal Bileşimlerinin ve Pişme Kalitelerinin Belirlenmesi", *Gıda*, 39 (1): 33–40.

Köten M. Ünsal AS ve Atlı A (2013) "Arpanın İnsan Gıdası Olarak Değerlendirilmesi", Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 1(2): 51–55.

Külahçıoğlu A (2018) "Dünya Kuru Makarna Pazarı ve Trendler", <http://www.magazinebbm.com>, 10 Ocak 2019.

Landi A (1995) "Durum wheat, semolina and pasta quality characteristics for an Italian food company". In: Di Fonzo N. (ed.), Kaan F. (ed.), Nachit M. (ed.). Durum wheat quality in the Mediterranean region, CIHEAM, 33-42 (Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 22), Zaragoza.

Lattimer JM ve Haub MD (2010) "Effects of dietary fiber and its components on metabolic health ", Nutrients, 2, 1266-1289.

Lazaridou A ve Biliaderis CG (2007) "Molecular aspects of cereal  $\beta$ -glucan functionality: Physical properties, technological applications and physiological effects", Journal of Cereal Science, 46 (2):101–118.

Lee SC, Prosky L ve De Vries J W (1992) "Determination of total, soluble, and insoluble, dietary fiber in foods– enzymatic-gravimetric method, MES-TRIS buffer: Collaborative study", Journal of the Association of Official Analytical Chemists (JAOAC), 75, 395-416.

Li M, Zhu K-X, Guo XN, Brijis K, ve Zhou H-M (2014) "Natural Additives in Wheat-Based Pasta and Noodle Products: Opportunities for Enhanced Nutritional and Functional Properties", Food Science and Food Safety, 13, 347-357.

Liu CY, Shepherd KW ve Rathjen AJ (1996) "Improvement of durum wheat pastamaking and breadmaking qualities", Cereal Chemistry, 73 (2): 155–166.

Lorusso A, Verni M, Montemurro M, Coda R, Gobetti M ve Rizzello CG (2017) " Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features", LWT-Food Science and Technology, 78, 215-221.

Malcolmson L, Lukle C, Swallow K, Sturzenegger T ve Han J (2014) "Using barley flour to formulate foods to meet health claims", Cereal Foods World, 59 (5): 235–242.

Manthey FA ve Schorno AL (2002) "Physical and cooking quality of spaghetti made from whole wheat durum", Cereal Chemistry, 79 (4): 504–510.

Marconi E, Graziano M, ve Cubadda R (2000) "Composition and utilization of barley pearling by-products for making functional pastas rich in dietary fiber and  $\beta$ -glucans", Cereal Chemistry, 77 (2):133–139.

Masatcioglu MT, Yalçın E, Hwan PJ, Ryu G-H, Celik S, Köksel H (2014) "Hull-less Barley Flour Supplemented Corn Extrudates Produced by Conventional Extrusion and CO<sub>2</sub> Injection Process", Innovative Food Science and Emerging Technologies, 26, 302-309.

Mastromatteo M, Iannetti M, Civica V, Sepielli G ve Alessandro Del Nobile M (2012) "Effect of the Inulin Addition on the Properties of Gluten Free Pasta", Food and Nutrition Sciences, 3, 22-27.

Matsuo RR ve Dexter JE (1980) "Relationship Between Some Durum Wheat Physical Characteristics and Semolina Milling Properties", Canadian Journal of Plant Science, 60 (1), 49–53.

McCleary BV ve Codd R (1991) "Measurement Of (1→3), (1→4)-B-D-Glucan In Barley And Oats: A Streamlined Enzymic Procedure", Journal Science Food Agriculture, 55: 303-312.

McCleary BV ve Glennie-Holmes M (1985) "Enzymatic Quantification Of (1-3), (1-4)-B-D-Glucan In Barley And Malt", Journal Of Institute Of Brewing, 91, 285-295.

McCleary BV ve Mugford DC (1992) "Interlaboratory Evaluation Of B-Glucan Analysis Methods" In The Changing Role Of Oats In Human And Animal Nutrition", Proceedings Of The Fourth International Oat Conference, Adelaide-Australia, P:19-23.

Miller Magazin (2017), Dünya Arpa Pazarı ve Güncel Durum, <http://www.millermagazine.com/dunya-arpa-pazari-ve-guncel-durum/.html> , 26 Ağustos 2017.

Özderen Ünsal NT (2009) "Süne (*Eurygaster spp.*) Zararının Makarnalık Buğday ve Makarna Kalitesi Üzerine Etkileri", Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Özkaya H, Seçkin R ve Ercan R (1984) "Bazı Makarna Çeşitlerinin Kimyasal Bileşimi ve Pişme Kalitesi Üzerinde Araştırma", Gıda, 9 (3),153-161.

Özkaya, H. ve Özkaya, B., 2005. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri: Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No.14, Ankara, 152s.

Öztürk B (2007) "Çiğ ve Pişmiş Koyun, Keçi ve İnek Sütü İle Üretilen Ev Eriştelerinin Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Özyurt G, Uslu L, Yuvka I, Gökdoğan S, Atci G, Ak B, ve Işık O (2015) "Evaluation of The Cooking Quality Characteristics Of Pasta Enriched With *Spirulina platensis*", Journal of Food Quality, 38 (4): 268–272.

Pelvan, E ve Alaşalvar C (2009) "Günümüzün ve Geleceğin Gıdaları Fonksiyonel Gıdalar", Bilim ve Teknik, Ağustos 2009, s. 26-29.

Prosky L, Asp NG, Schweizer TF, DeVries JW ve Furda I (1988) "Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products ,Interlaboratory study. " Journal of the Association of Official Analytical Chemists (JAOAC), 71, 1017-1023.

Prosky L, Asp NG, Schweizer TF, DeVries JW, Furda I ve Lee SC (1992) "Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food products: Collaborative study", Journal of the Association of Official Analytical Chemists (JAOAC), 75, 360-367.

Rakesh N, Fellows CM ve Sissons M (2015) "Evaluation of the technological and sensory properties of durum wheat spaghetti enriched with different dietary fibres", Journal of the Science of Food and Agriculture, 95, 2-11.



Rawat N ve Indrani D (2015) "Functional Ingredients of Wheat-Based Bakery, Traditional, Pasta, and Other Food Products", *Food Reviews International*, 31(2), 125-146.

Sicignano A, Di Monaco R, Masi P ve Cavella S (2015) "From raw material to dish: Pasta quality step by step", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95, 2579–2587.

Sidhu JS, Kabir Y ve Huffman FG (2007) "Functional foods from cereal grains", *International Journal of Food Properties*, 10 (2), 231-244.

Sissons MJ, Osborne BG, Hare RA, Sissons SA, ve Jackson R (2000) "Application of the single-kernel characterization system to durum wheat testing and quality prediction", *Cereal Chemistry*, 77 (1), 4-10.

Sobota A, Rzedzicki Z, Zarzycki P ve Kuzawinska E (2015) "Application of common wheat bran for the industrial production of high-fibre pasta", *International Journal of Food Science and Technology*, 50, 111–119.

Sözen E ve Yağdı K (2005) "Bazı İleri Makarnalık Buğday (*Triticum durum* Desf.) Hatlarının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi", *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (2): 69–81.

Symons LJ ve Brennan CS (2004) "The Influence of (1→3) (1→4)-β-D-Glucan-rich Fractions from Barley on the Physicochemical Properties and In Vitro Reducing Sugar Release of White Wheat Breads", *Journal of Food Science*, 69 (6), 463-467.

Tiwari U ve Cummins E (2009) "Factors Influencing β-Glucan Levels and Molecular Weight in Cereal-Based Products", *Cereal Chemistry*, 86(3): 290–301.

TÜİK (2018) Türkiye İstatistik Kurumu 2000-2017 Yılları Arası ve Diğer Bitkisel Ürünler İstatistiği.

TGK Makarna Tebliği (2002), T.C. Resmi Gazete, Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği, 2002/20, 5 Mart 2002-24686.

TGK Makarna Tebliği (2005), T.C. Resmi Gazete, Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ, 2005/29, 29 Haziran 2005-25860.

Uluöz M, (1965) Buğday, Un ve Ekmek Analizleri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 57, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.

Vignola MB, Bustos MC ve Pérez GT (2018) "Comparison of quality attributes of refined and whole wheat extruded pasta", *LWT - Food Science and Technology*, 89, 329–335.

Williams PC, El-Haramein FJ, Nakkoul H ve Rihawi S, (1986), *Crop Quality Evaluation Methods and Guidelines Technical Manual No: 14*, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, ICARDA, Aleppo, Syria, 145s.

Wirkijowska A, Rzedzicki Z, Kasprzak M ve Blaszcak W (2012) "Distribution of (1-3)(1-4)- $\beta$ -D-glucans in kernels of selected cultivars of naked and hulled barley", *Journal of Cereal Science*, 56 (2), 496-503.

Yalçın E, Çelik S, Akar T, Sayım İ, Köksel H, (2006) "Kavuzsuz Arpanın Önemi  $\beta$ -glukan ve Besinsel Lif İçeriği", *Hububat 2006, Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Fuarı, Gaziantep, 7-8-9 Eylül 2006*.

Yalçın E, Çelik S, Akar T, Sayım İ, Köksel H (2007) "Effects of Genotype and Environment on  $\beta$ -glucan and Dietary Fiber Contents of Hull-less Barleys Grown in Turkey", *Food Chemistry*, 101, 171-176.

Yalçın E ve Çelik S (2006) "Kavuzsuz Arpa Proteinlerinin Bazı Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi", *Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu*.

Yazar S ve Karadoğan T (2008), "Bazı Makarnalık Buğday Genotiplerinin Orta Anadolu Bölgesinin Taban ve Kıraç Arazi Koşullarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (2): 32-41.

Yeyinli N (2006) "Makarna Kalitesinin Belirlenmesinde Tekstürel Yöntemlerin Kullanılabilirliği", *Doktora Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa*.

Zweifel C, Handschin S, Escher F ve Conde-Petit B (2003) "Influence of high-temperature drying on structural and textural properties of durum wheat pasta" *Cereal Chemistry*, 80 (2), 159-167.

## 7. EKLER

**EK A.** Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda (%10-50) rafine kavuzsuz arpa (RKA) unu ikemeli *pişmemiş* ve *pişmiş* makarnalar.



**EK B.** Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda (%10-50) tam kavuzsuz arpa (TKA) unu ikameli *pişmemiş* ve *pişmiş* makarnalar.



**EK C.** Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA, %10-50) veya tam (TKA, %10-50) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmemiş makarnaların duyu özellikleri.

	KAU (%)	Renk**	Şekil/ Form**	Parlaklık/ Görünüm	Yüzey Pürüzsüzlüğü**	Yüzey Çatlaklığı*	Genel Kabul Edilebilirlik**
<b>EK</b>	0	7,8±1,16	7,5±0,89a	7,7±1,04	7,6±0,75a	7,0±1,17a	7,5±0,94a
	10	6,9±1,33	6,9±0,79ab	6,7±1,08	6,7±0,86bc	5,9±1,12bcd	6,6±0,99bc
	20	6,6±1,19	6,8±1,12ab	6,1±1,17	6,8±1,02b	6,6±0,88ab	6,8±0,85b
<b>RKA</b>	30	6,0±1,21	6,3±1,34bc	5,8±1,44	6,0±1,30c	5,6±1,39cde	6,0±1,10cd
	40	5,8±1,36	6,6±1,05bc	5,8±1,25	6,3±1,30bc	6,1±1,23bc	6,2±1,18bc
	50	5,6±1,54	6,7±1,03b	5,6±1,64	6,8±1,12b	6,3±1,17abc	6,3±0,85bc
<b>TKA</b>	10	6,7±0,88	7,0±0,89ab	6,0±1,17	6,2±1,28bc	6,5±1,28ab	6,6±0,94bc
	20	6,1±1,15	6,6±1,15bc	5,8±1,21	6,1±1,12bc	6,1±1,55bc	6,2±1,14bc
	30	5,0±1,17	5,9±1,29cd	4,8±1,24	5,1±1,65d	5,2±1,44de	5,3±1,13de
	40	5,0±1,26	5,4±1,53d	4,8±1,15	5,0±1,49d	5,5±1,32cde	5,3±1,33e
	50	4,1±1,33	5,4±1,53d	4,2±1,31	4,9±1,35d	5,0±1,64e	4,8±1,21e
	<b>AÖF</b>	-	<b>0,72</b>	-	<b>0,75</b>	<b>0,81</b>	<b>0,66</b>
	<b>DK</b>	<b>0,20</b>	<b>0,20</b>	<b>0,21</b>	<b>0,19</b>	<b>0,21</b>	<b>0,17</b>

Ortalama ± standart sapma; n:20. Aynı sütün içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (\* $P<0.05$ ; \*\* $P<0.01$ ).

AÖF: Asgari Önemli Fark (*Least Significance Difference-LSD*)

DK: Değişim Katsayısı (*Coefficient of Variance-CV*)

**EK D.** Kontrol makarnası (EK) ve farklı oranlarda rafine (RKA, %10-50) veya tam (TKA, %10-50) kavuzsuz arpa unu (KAU) ikameli pişmiş makarnaların duyu özellikleri.

	KAU (%)	Ağız Hissi Dolgunluğu**	Aroma (Tat ve Koku)**	Parlaklık/Görünüm*	Renk**	Sertlik**	Yapışkanlık**	Genel Kabul Edilebilirlik**
<b>EK</b>	0	7,4±0,75a	7,6±0,82a	8,0±0,83a	7,9±1,09a	7,3±1,13a	6,7±1,31a	7,8±0,91a
	10	6,0±1,19c	6,4±1,09bcd	6,2±1,14cd	6,7±1,39b	5,7±1,30ef	4,7±0,98e	6,1±0,72cdef
	20	7,0±1,28ab	7,1±1,10ab	7,2±0,81b	7,0±1,05ab	6,6±1,36abcde	6,5±1,32abc	7,1±1,05ab
<b>RKA</b>	30	6,3±1,13bc	6,2±1,06bcde	6,3±1,38c	6,3±1,21bc	5,8±1,07def	5,8±1,44abcd	6,2±1,06cde
	40	6,3±1,13bc	5,8±1,32cde	5,6±1,39def	5,3±1,38cd	6,1±1,52cdef	5,4±1,42de	5,8±1,28def
	50	7,0±1,19ab	6,4±1,43bcd	6,0±1,41cd	5,7±1,35cd	7,2±0,99ab	6,6±0,94ab	6,6±0,94bcd
<b>TKA</b>	10	7,1±0,69ab	6,7±0,86abc	6,2±1,27cd	6,2±1,31bc	7,1±1,02abc	6,5±0,95abc	6,9±0,67bc
	20	6,6±1,05abc	5,6±1,23de	5,6±1,39cde	5,1±0,91d	6,8±0,97abcd	6,3±0,98abcd	5,9±0,75def
	30	6,8±0,41abc	6,2±0,67bcde	5,8±0,89cde	5,5±0,83cd	6,8±1,16abcd	6,3±0,98abcd	6,3±0,72cde
	40	6,3±1,33bc	5,4±1,35e	5,3±1,02ef	5,3±1,13cd	6,2±1,06bcdef	5,6±1,14cde	5,8±1,07ef
	50	6,0±1,36c	5,4±1,19e	4,9±1,46f	4,9±1,27d	5,4±1,88f	5,7±1,31bcde	5,4±0,88f
	<b>AÖF</b>	<b>0,87</b>	<b>0,91</b>	<b>0,73</b>	<b>0,97</b>	<b>1,02</b>	<b>0,98</b>	<b>0,76</b>
	<b>DK</b>	<b>0,16</b>	<b>0,17</b>	<b>0,19</b>	<b>0,19</b>	<b>0,19</b>	<b>0,20</b>	<b>0,14</b>

Ortalama ± standart sapma; n:20. Aynı sütün içinde farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (\* $P<0,05$ ; \*\* $P<0,01$ ).

AÖF: Asgari Önemli Fark (*Least Significance Difference-LSD*)

DK: Değişim Katsayısı (*Coefficient of Variance-CV*)

## 8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Dönüş ERMİŞER

Doğum Yeri ve Tarihi : Ankara / 30.12.1969

Lisans Üniversite : Ankara Üniversitesi

Elektronik posta : donus.ermiser@tarimorman.gov.tr

İletişim adresi : dermiser06@hotmail.com

Bilimsel Yayınları :

1. Aydoğın S, Ergün N, Sayım İ, Akar T, Şanal T, Güler S ve Ermişer D (2016) "Use of Index Selection Methods for Determination of High Yielding and Quality Feed Barley Genotypes", 15th ICC Cereal and Bread Congress and Breeding, 18-21 April, 2016, İstanbul, Turkey, 129p. (*Sözlü Bildiri*)
2. Ermişer D, Güler G, Şanal T, Aydoğın S, Ergün N ve Sayım İ (2015) "Evaluation Of Some Technological Quality Parameters Of Advanced Barley Lines And Cultivars", 2.International Plant Breeding Congress and Eucarpia-Oil and Protein Crops Section Conference 1-5 November ,Antalya, Turkey, 407p. (*Poster Bildiri*)
3. Güler S, Ermişer D, Şanal T, Aydoğın S ve Ergün N (2017)" Malt Extract Yield of Barley Genotypes and Ecologies of Middle Anatolia Region", 2<sup>nd</sup> International Balkan Agriculture Congress, May 16-18, Tekirdağ. (*Poster Bildiri*)
4. Güler S, Ermişer D, Şanal T, Sayım İ, Ergün N ve Aydoğın S (2015) "Determination of Quality Traits of Some Malting Barley Varieties and Lines2", International Plant Breeding Congress and Eucarpia-Oil and Protein Crops Section Conference, 1-5 November, Antalya, Turkey, 403p. (*Poster Bildiri*)
5. Güler S, Ermişer D, Şanal T, İmamoğlu A ve Kendal E (2017) "Güneydoğu Anadolu ve Ege Bölgesinde Arpa Genotiplerinin Maltlık Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi", Türkiye 12. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül, Kahramanmaraş. (*Poster Bildiri*)
6. Güler S, Seis Subaşı, A, Ermişer, D, Şanal, T, Akar, T, Sayım, İ, Aydoğın, S, Ergün, N. (2017) "Diastatic power of barley genotypes grown in different locations of Turkey", 16<sup>th</sup> European Young Cereal Scientists and Technologists Workshop, 18-21 April, Thessaloniki, Greece. (*Sözlü Bildiri*)