



**YEREL DURUM BUĞDAY ÇEŞİTLERİNİN MAKARNALIK  
KALİTELERİNİ ETKİLEYEN ÖNEMLİ PARAMETRELER  
BAKIMINDAN TARANMASI**

**Mehmet KOYUNCU**

**Yüksek Lisans Tezi  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Yrd. Doç. Dr. Abdulvahit SAYASLAN**

**2009  
Her hakkı saklıdır.**

**T.C.  
GAZIOSMANPAŐA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**YEREL DURUM BUĞDAY ÇEŞİTLERİNİN MAKARNALIK  
KALİTELERİNİ ETKİLEYEN ÖNEMLİ PARAMETRELER  
BAKIMINDAN TARANMASI**

**MEHMET KOYUNCU**

**TOKAT  
2009**

**Her hakkı saklıdır.**

Yrd. Doç. Dr. Abdulvahit SAYASLAN danışmanlığında, Mehmet KOYUNCU tarafından hazırlanan bu çalışma 22/05/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan :	Doç. Dr. Ahmet YILDIRIM	<i>İmza :</i>
Üye :	Yrd. Doç. Dr. Abdulvahit SAYASLAN	<i>İmza :</i>
Üye :	Yrd. Doç. Dr. Cemal KAYA	<i>İmza :</i>

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Metin YILDIRIM

Enstitü Müdürü

...../...../2009

## **TEZ BEYANI**

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdđi yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Mehmet KOYUNCU

## ÖZET

### Yüksek Lisans Tezi

## YEREL DURUM BUĞDAY ÇEŞİTLERİNİN MAKARNALIK KALİTELERİNİ ETKİLEYEN ÖNEMLİ PARAMETRELER BAKIMINDAN TARANMASI

Mehmet KOYUNCU

Gaziosmanpaşa Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Abdulvahit SAYASLAN

Bu çalışmada Tokat şartlarında yetiştirilen bazı yerel durum buğdayı çeşitlerinin makarnalık kaliteleriyle ilgili olarak gliadin ve glutenin elektroforezleri, protein miktar ve özellikleri, pigment içerikleri, oksidatif enzim aktiviteleri ve bazı fiziksel özellikleri incelenmiştir. Yerel çeşitlerden çoğunluğunun üstün makarna pişme kalitesini gösteren  $\gamma$ -gliadin 45 ve LMW-2 glutenin proteinlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Buğdayların protein içeriklerinin %8,6-18,3 (ort. %14,4; kuru maddede), protein kalitesini yansıtan sedimentasyon hacimlerinin 20,5-50,5 mL (ort. 26,3 mL), spesifik sedimentasyon hacimlerinin 1,46-3,33 mL (ort. 2,15 mL) ve gluten indekslerinin 17,9-96,1 (ort. 44,1) arasında değiştiği saptanmıştır. Yerel buğdaylar makarna pişme kalitesinde önemli olan  $\gamma$ -gliadin 45 ve LMW-2 glutenin proteinleri, protein içerikleri ve protein kalite göstergeleri bakımından birlikte değerlendirildiğinde; Çalibasan, Akçakale, Havrani ve Sarı Buğday çeşitlerinin potansiyelleri yüksek görünmektedir. Buğdayların sarı renkli pigment içeriklerinin 3,64-6,63 mg/kg (ort. 5,41 mg/kg), lipoksijenaz (LOX) aktivitelerinin 18,1-41,0 EU/g (ort. 27,2 EU/g), polifenol oksidaz (PPO) aktivitelerinin 7,5-16,2 EU/g (ort. 9,7 EU/g) ve peroksidaz (POD) aktivitelerinin 64,6-145,6 EU/g (ort. 109,5 EU/g) arasında değiştiği belirlenmiştir. Yerel buğdaylar makarna renginde belirleyici etkiye sahip pigment içerikleri ve oksidatif enzim aktiviteleri bakımından birlikte değerlendirildiğinde; Yerli Sarı, Hacı Halil ve Havrani çeşitlerinin potansiyelleri yüksek görünmektedir. Bu araştırma kapsamında elde edilen veriler bir bütün olarak değerlendirildiğinde; yerel çeşitlerden bazılarının makarnalık potansiyellerinin oldukça yüksek olduğu, bazılarının ise ıslah çalışmalarında gen kaynağı veya anaç olarak kullanılabileceği görülmektedir. Bu bağlamda, diğer yerel çeşitlere göre daha geniş bir ekim alanına sahip olan Yerli Sarı çeşidinin makarnalık kalitesinin iyileştirilmesi için Gaziosmanpaşa Üniversitesi bünyesinde markör destekli melezleme çalışmaları yürütülmektedir.

2009, 49 sayfa

**Anahtar kelimeler:** Buğday, durum, makarna, kalite, pigment, protein, elektroforez

## **ABSTRACT**

### **Masters Thesis**

## **SCREENING OF DURUM WHEAT LANDRACES FOR SELECTED TRAITS ASSOCIATED WITH PASTA QUALITY**

**Mehmet KOYUNCU**

**Gaziosmanpaşa University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. Abdulvahit SAYASLAN**

In this study, such pasta-quality associated characteristics as gliadin and glutenin electrophoreses, protein contents and properties, pigment contents, oxidative enzymes and certain physical properties of selected Turkish durum wheat landraces grown in Tokat were investigated. The majority of the wheat landraces were determined to carry  $\gamma$ -gliadin 45 and LMW-2 glutenin proteins linked with superior pasta cooking quality. Protein contents of the wheats ranged from 8,6 to 18,3% (mean 14,4%, dry basis), sedimentation volumes from 20,5 to 50,5 mL (mean 26,3 mL), specific sedimentation volumes from 1,46 to 3,33 mL (mean 2,15 mL) and gluten indices from 17,9 to 96,1 (mean 44,1). Among the wheat landraces; Çalibasan, Akçakale, Havrani and Sarı Buğday were of promising pasta processing potential as judged by their  $\gamma$ -gliadin 45 and LMW-2 glutenin proteins, protein quantity and quality. Yellow pigment contents of wheats varied from 3,64 to 6,63 mg/kg with a mean value of 5,41 mg/kg, lipoxygenase (LOX) activities from 18,1 to 41,0 EU/g (mean 27,2 EU/g), polyphenol oxidase (PPO) from 7,5 to 16,2 EU/g (mean 9,7 EU/g) and peroxidase (POD) from 64,6 to 145,6 EU/g (mean 109,5 EU/g). Of the durum wheat landraces; Yerli Sarı, Hacı Halil and Havrani were found promising for high-quality pasta processing when judged by their pigment contents and activities of the oxidative enzymes. Overall assessment of the data indicates that several durum landraces appear promising for high-quality pasta production and that some landraces are rather suitable for breeding purposes. With this in mind, marker-assisted breeding of Yerli Sarı durum wheat landrace has been continued at Gaziosmanpaşa University in order to improve its pasta cooking quality.

2009, 49 pages

**Keywords:** Wheat, durum, pasta, macaroni, quality, pigment, protein, electrophoresis

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmam boyunca her türlü desteği esirgemeyen saygıdeğer danışmanım Yrd. Doç. Dr. Abdulvahit SAYASLAN'a, katkılarından dolayı değerli hocalarım Doç. Dr. Ahmet YILDIRIM, Doç. Dr. Mehmet Ali SAKİN, Yrd. Doç. Dr. Cemal KAYA ve Dr. Musa YAVUZ'a, analizlerde yardımcı olan arkadaşlarım Ferhat YÜKSEL, Tuğba ESERKAYA ve Özlem Ateş SÖNMEZOğLU'na, maddi manevi her türlü desteği karşılıksız olarak sağlayan aileme ve tüm arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışma, AB/COST - TritiGen FA0604 aksiyonu çerçevesinde TÜBİTAK tarafından desteklenen 107O004 numaralı proje kapsamında yürütülmüştür.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	iii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iv
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	vi
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	vii
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	viii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	4
2.1. Buğday ve Makarna Üretim ve Tüketimi.....	4
2.2. Makarnalık Buğday Kalitesinde Tane Fiziksel Özellikleri.....	6
2.3. Makarnalık Buğday Kalitesinde Protein Miktar ve Özellikleri.....	8
2.4. Makarnalık Buğday Kalitesinde Pigmentler ve Oksidatif Enzimler.....	10
2.4.1. Pigmentler.....	11
2.4.2. Oksidatif Enzimler.....	12
2.5. Genetik Zenginlik ve Gen Kaynağı Olarak Yerel Buğday Çeşitleri.....	14
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Gliadin ve Glutenin Elektroforezi.....	17
3.2.1.1. $\gamma$ -Gliadin 42 ve $\gamma$ -Gliadin 45 Proteinleri.....	17
3.2.1.2. LMW-1 Glutenin ve LMW-2 Glutenin Proteinleri.....	17
3.2.2. Buğdayların Öğütülmesi.....	18
3.2.3. Nem İçeriği.....	18
3.2.4. Protein İçeriği.....	18
3.2.5. Yaş ve Kuru Gluten İçeriği ve Gluten İndeksi.....	18



	<u>Sayfa</u>
3.2.6. Sedimentasyon ve Spesifik Sedimentasyon Hacmi.....	19
3.2.7. Pigment İçeriği.....	19
3.2.8. Oksidatif Enzim Aktivitesi.....	19
3.2.8.1. Enzim Ekstraksiyonu.....	19
3.2.8.2. Lipoksijenaz (LOX) Aktivitesi.....	20
3.2.8.3. Polifenol Oksidaz (PPO) Aktivitesi.....	20
3.2.8.4. Peroksidaz (POD) Aktivitesi.....	20
3.3. İstatistiksel Değerlendirme.....	21
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....</b>	<b>22</b>
4.1. Buğdayların Gliadin ve Glutenin Elektroferezleri.....	22
4.2. Buğdayların Protein Miktar ve Özellikleri.....	28
4.3. Buğdayların Pigment İçerikleri ve Oksidatif Enzim Aktiviteleri.....	32
4.4. Buğdayların Fiziksel Özellikleri.....	34
<b>5. SONUÇ.....</b>	<b>36</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>37</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>44</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>49</b>

## KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Kısaltma</b>	<b>Açıklama</b>
AACC International	Uluslararası Amerikan Tahıl Kimyacıları Derneği
A-PAGE	Asit - Poliakrilamid Jel Elektroforezi
EU	Enzim Ünitesi
Gİ	Gluten İndeksi
HMW	Yüksek Moleküler Ağırlıklı
kDa	Kilodalton
LMW	Düşük Moleküler Ağırlıklı
LOX	Lipoksijenaz
NIR	Yakın-Kızılötesi
PI	Kabuk Soyma İndeksi
POD	Peroksidaz
PPO	Polifenol Oksidaz
PSI	Partikül Boyut İndeksi
SDS	Sodyum Dodesil Sülfat
SDS-PAGE	Sodyum Dodesil Sülfat - Poliakrilamid Jel Elektroforezi
SKCS	Tek Tane Karakterizasyon Sistemi

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Çizelge 3.1.</b> Araştırmada yer alan durum buğdayları.....	16
<b>Çizelge 4.1.</b> Yerel durum buğdayı çeşitlerinin $\gamma$ -gliadin proteinleri.....	26
<b>Çizelge 4.2.</b> Yerel durum buğdayı çeşitlerinin LMW glutenin desenleri.....	27
<b>Çizelge 4.3.</b> Yerel durum buğdayı çeşitlerinin protein içerikleri ve sedimentasyon hacimleri.....	30
<b>Çizelge 4.4.</b> Yerel durum buğdayı çeşitlerinin yaş ve kuru gluten içerikleri ve gluten indeksleri.....	31
<b>Çizelge 4.5.</b> Yerel durum buğdayı çeşitlerinin pigment içerikleri ve oksidatif enzim aktiviteleri.....	33
<b>Çizelge 4.6.</b> Yerel durum buğdayı çeşitlerinin önemli fiziksel özellikleri.....	35

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Şekil 4.1.</b> Akbaşak ve Sarıçam yerel durum buğday çeşitlerinin A-PAGE gliadin elektroforezleri.....	22
<b>Şekil 4.2.</b> İskenderiye, Menceki, Hevidi ve Mısıri yerel durum buğday çeşitlerinin A-PAGE gliadin elektroforezleri.....	23
<b>Şekil 4.3.</b> Buğdaylarda SDS-PAGE yöntemiyle LMW glutenin desenlerinin belirlenmesi.....	24
<b>Şekil 4.4.</b> Sofu, Akbaşak, Sarıçam ve Bağacak yerel durum buğday çeşitlerinin SDS-PAGE glutenin elektroforezleri.....	24

## 1. GİRİŞ

Buğday, gerek dünyada gerekse Türkiye’de insanların beslenmesinde çok önemli bir yere sahiptir. Buğday, gluten proteinleri nedeniyle ekmek, makarna, erişte, bulgur, kuskus, bisküvi, kraker, gofret, kek ve bazı kahvaltılık gevrek ve çerezlerin üretiminde vazgeçilemez bir yere sahiptir (Hoseney, 1994). *Triticum durum* türü içinde yer alan buğdaylar, bir irmik ürünü olan makarna üretimine en uygun olan buğdaylardır (Hoseney, 1994; Bushuk, 1998; Durak, 1999; Sissons, 2004). Tane boyutu, sertliği, camsılık oranı, irmik verimi, protein miktar ve özellikleri (gluten kuvveti), sarı renkli pigment içeriği ve sarı renk kaybı veya ürün kararmasına neden olan oksidatif enzimlerin aktiviteleri durum buğdayının kalitesinde belirleyici olan faktörlerdir (Laignelet, 1983; Fares ve ark., 1997; Clarke ve ark., 1998; Borrelli ve ark., 1999, 2003; Troccoli ve ark., 2000; Morris, 2004; Sissons, 2004).

Kaliteli kuru makarnanın homojen pürüzsüz şekilli, parlak sarı renkli ve kırılmalara karşı dirençli olması; pişirildiğinde dağılmaması ve yapışmaması; tüketilirken ise ağızda hissedilebilir sertlikte (*al dente*) bir tekstüre sahip olması istenir (Hoseney, 1994). Makarnada arzu edilen kehribar sarısı renk buğdayın pigment içeriği ve oksidatif enzimlerinin aktiviteleriyle, *al dente* pişme özelliği ise gluten proteinlerinin miktar ve özellikleriyle yakından ilişkilidir (Clarke ve ark., 1998; Troccoli ve ark., 2000). Pişme kalitesi yüksek makarna üretimi için buğdayın protein miktarı yüksek (>%13) ve gluten proteinlerinin vizkoelastik ve kohezif özellikleri (gluten kuvveti) optimum düzeyde olmalıdır. Parlak sarı renkli makarna üretebilmek için ise buğdayın pigment içeriği yüksek, oksidatif enzimlerinin aktiviteleri düşük olmalıdır (Özkaya ve Özkaya, 1993; Hoseney, 1994; Boyacıoğlu ve Tülbek, 2002; Morris, 2004).

Buğdayda protein miktarı kalıtsal bir özellik olmakla birlikte yetiştirme şartlarının etkisi daha baskındır. Gluten proteinlerinin vizkoelastik ve kohezif özelliklerinde ise genetik yapı belirleyici olup çevresel şartların etkisi sınırlıdır (Payne ve ark., 1982; Kovacs ve ark., 1994, 1995; Bushuk, 1998; Clarke ve ark., 1998; Porceddu ve ark., 1998; Troccoli ve ark., 2000; Veraverbeke ve Delcour, 2002). Makarna pişme kalitesi ile makarna üretiminde kullanılan buğdayın içerdiği bazı gliadin ve glutenin proteinleri arasında

kuvvetli bir ilişki sözkonusudur (Feillet ve ark., 1989; Kovacs ve ark., 1995; Troccoli ve ark., 2000). Makarna pişme kalitesiyle ilgili olan gliadin proteinlerinden en önemlileri  $\gamma$ -gliadin 42 ve  $\gamma$ -gliadin 45 proteinleridir (Payne ve ark., 1982; Pogna ve ark., 1990; Troccoli ve ark., 2000).  $\gamma$ -Gliadin 45 proteini optimum gluten kuvveti ve yüksek pişme kalitesinin,  $\gamma$ -gliadin 42 proteini ise zayıf gluten ve düşük pişme kalitesinin göstergesidir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, durum buğdaylarının gluten kuvveti ve makarna pişme kalitesinde asıl belirleyici proteinlerin doğrudan  $\gamma$ -gliadin 42 ve  $\gamma$ -gliadin 45 proteinleri olmadığını, bu proteinlerle genetik olarak ilişkili olan düşük moleküler ağırlıklı (LMW) glutenin proteinleri (LMW-1 ve LMW-2) olduğunu göstermiştir.  $\gamma$ -Gliadin 45 ve LMW-2 glutenin proteinleri içeren buğdayların makarna pişme kalitesi  $\gamma$ -gliadin 42 ve LMW-1 glutenin proteinleri içeren buğdaylardan çoğunlukla daha yüksektir (Feillet ve ark., 1989; Pogna ve ark., 1990; Gupta ve ark., 1994; Kovacs ve ark., 1995; Nieto-Taladriz ve ark., 1997; Clarke ve ark., 1998; Porceddu ve ark., 1998; D'Ovidio ve Masci, 2004; Edwards ve ark., 2007).

Makarna renk kalitesi açısından pigment içeriği ve renk stabilitesi önemlidir. Makarna renginde en etkili pigmentler lutein,  $\beta$ -karoten ve trisin pigmentleridir (Fortmann ve Joiner, 1978; Kruger ve Reed, 1988; Borrelli ve ark., 1999; Troccoli ve ark., 2000; Coşkun, 2001; Aalami ve ark., 2007). Makarnanın renk stabilitesi ise daha çok oksidatif enzimlerin aktiviteleriyle ilgilidir. Makarna rengi ve stabilitesinde en etkili olan oksidatif enzimler lipoksijenaz (LOX), polifenol oksidaz (PPO) ve peroksidaz (POD) enzimleridir (Aalami ve ark., 2007).

Makarnalık buğday kalitesinde gluten proteinleri ve renkle ilgili özelliklerin yanında buğdayın bazı fiziksel özellikleri de önem taşımaktadır. Yüksek verimli ve kaliteli irmik üretimi için makarnalık buğdayın iri ve dolgun taneli, oldukça sert ve camsı endosperm tekstürüne sahip olması gerekmektedir (Hoseney, 1994; Bushuk, 1998; Troccoli ve ark., 2000; Morris, 2004; Samson ve ark., 2005; Sissons ve ark., 2005).

Türkiye, konumu itibariyle durum buğdayı yetiştirmeye en elverişli ekolojilerden birine sahiptir (Şehirli ve Özgen, 1987). Ülkemizde yıllık 2-3 milyon ton arasında değişen miktarda durum buğdayı üretilmektedir. Bu üretim miktarı iç talebi rahatlıkla

karşılayabilecek düzeyde olmasına rağmen, buğdayların makarnalık kalitelerinin genellikle yetersiz olması zaman zaman durum buğdayı ithalatını zorunlu kılmaktadır (Anonim, 2004, 2006, 2007). Bu nedenle yüksek verimli ve makarnalık kalitesi yüksek durum buğdayı çeşitlerinin belirlenmesi ve/veya geliştirilmesi gerekmektedir.

Durum buğdaylarının ıslahı ve makarnalık kalitelerinin iyileştirilmesinde gen çeşitliliği bakımından zengin olan yerel çeşitler (köy çeşitleri) önemli bir kaynaktır (Hart, 2001). Yerel çeşitler, homozigot genetik yapıya sahip olmalarına rağmen heterojen özelliklere sahip olduklarından kültür çeşitlerine göre adaptasyon yetenekleri daha yüksektir. Yerel çeşitlerin kendi içlerinde bile genetik varyasyonlara sahip olması, bu genotiplerin birbirlerinin eksikliklerini tamamlayarak kültür çeşitlerine göre bazı özellikler bakımından daha üstün olmalarına olanak tanımaktadır (Allard ve Bradshaw, 1964). Yerel çeşitlerin genetik varyasyonları ve yeni özelliklerinin saptanarak bunların tescilli çeşitlere aktarılması, buğdayın genetik tabanındaki daralmayı azaltarak verim ve kalitesi yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır (Feldman ve Sears, 1981).

Bu çalışmada 2007-2008 yetiştirme döneminde Tokat şartlarında üretilen bazı yerel durum buğdayı çeşitlerinin gliadin ve glutenin elektroforezi, protein miktarı, sedimentasyon hacmi, yaş/kuru gluten içeriği ve gluten indeksi, pigment içeriği, oksidatif enzim aktiviteleri, tane boyutu ve camsılığı gibi makarnalık kalite parametreleri incelenmiştir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Buğday ve Makarna Üretim ve Tüketimi

İçerdiği vizkoelastik ve kohezif gluten proteinleri nedeniyle oldukça özel bir tahıl olan buğday, birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de insanların beslenmesinde çok önemli bir yere sahiptir. Buğday, ekmek çeşitleri başta olmak üzere makarna, bulgur, erişte, kuskus, bisküvi, kraker, gofret, kek, simit, poğaça, kahvaltılık gevrekler, çerez gıdalar, nişasta, vital gluten ve nişasta bazlı şekerler gibi birçok gıdanın üretiminde kullanım alanı bulmaktadır (Hoseney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995; Bushuk, 1998; Oğuz ve ark., 2006). Dünyada ve Türkiye’de *Triticum aestivum* (ekmeklik), *Triticum durum* (makarnalık) ve *Triticum compactum* (bisküvilik, topbaş) buğdayları yetiştirilmektedir (Hoseney, 1994; Bushuk, 1998). Ekmeklik buğdaylardan sert endosperme sahip olanlar genellikle maya ile kabartılan unlu mamullerden ekmek, poğaça ve simit gibi ürünlerde, yumuşak endosperme sahip olanlar ise kimyasal kabartıcılar kullanılarak üretilen bisküvi, kraker, gofret ve kek gibi unlu mamullerde kullanılmaktadır. Makarnalık buğday olarak bilinen durum buğdayları, makarna ve spagetti gibi irmik ürünleri ile bulgur ve kuskus gibi granüler ürünlerde kullanım alanı bulmaktadır. Çok az miktarda üretilen topbaş buğdayları ise bisküvi üretimine uygun olan buğdaylardır. Ancak topbaş buğdayların üretimi çok az olduğu için bisküvi üretiminde yumuşak endosperimli, düşük protein miktar ve kalitesine sahip olan ekmeklik buğdaylar tercih edilmektedir (Hoseney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995; Bushuk, 1998; Morris, 2004, Sissons, 2004).

Dünyada son yıllarda buğday üretimi yıllık 580-630 milyon ton, Türkiye’de ise 17-19 milyon ton arasında değişim göstermiştir (Anonim, 2006, 2007). Dünyada üretilen toplam buğdayın %90-95’ini ekmeklik buğdaylar, yaklaşık %5’ini de makarnalık buğdaylar oluşturmaktadır. Türkiye’de ise üretilen toplam buğdayın %85-90’ını ekmeklik buğdaylar, %10-15’ini de makarnalık buğdaylar oluşturmaktadır. Toplam buğday üretimi içinde topbaş buğdayların payı %1’den daha azdır (Hoseney, 1994; Bushuk, 1998; Anonim, 2006, 2007).



Tetraploid ( $2n=4x=28$ , AABB) olan makarnalık buğdaylar, kalite özellikleri ve kullanım alanları bakımından hekzaploid ( $2n=6x=42$ , AABBDD) olan ekmeklik ve bisküvilik buğdaylardan oldukça farklıdır. Durum buğdayları makarna üretiminde diğer buğdaylardan daha üstün özelliklere sahiptir (Liu ve ark., 1996). Durum buğdaylarının çok sert endosperm yapısına sahip olması irmik verimlerini yükseltirken, tane camsılık oranlarının yüksek olması hem irmik verimlerini hem de irmik parlaklık değerlerini artırmaktadır (Hoseney, 1994; Bushuk, 1998). Yine durum buğdaylarının sarı renkli pigment konsantrasyonlarının genellikle daha yüksek olması, pigmentlerin tanede daha homojen bir dağılım göstermesi ve renk ağarmasına neden olan lipoksijenaz enzim aktivitesinin daha düşük olması durum buğdaylarının makarnalık kalitelerini yükselten önemli özelliklerdendir (Hoseney, 1994; Morris, 2004; Aalami ve ark., 2007). Ayrıca durum buğdaylarının protein içeriklerinin genellikle daha yüksek olması ve bazı gluten proteinlerinin makarna pişme kalitesiyle önemli bir korelasyon göstermesi durum buğdaylarını makarna üretimi için daha üstün kılmaktadır (Borrelli ve ark., 1999; Troccoli ve ark., 2000). Durum buğdayları sözü edilen üstün özellikleri ve agronomik nedenlerle az miktarda üretilmesine bağlı olarak piyasada diğer buğdaylardan %10-20 daha yüksek bir fiyatla işlem görmektedir.

Dünyada yıllık yaklaşık 10,5 milyon ton, Türkiye’de ise 0,5 milyon ton civarında makarna üretilmektedir. Dünyada makarna tüketimi ortalama 2 kg/kişi/yıl civarında iken, bu rakam Türkiye’de 5,4 kg/kişi/yıl düzeyindedir. Türkiye makarna tüketimi bakımından dünya ortalamasının üzerinde yer almakla birlikte birçok Avrupa ülkesi ve ABD’den oldukça geri durumdadır (Anonim, 2004). Makarna; uzun süre ve kolay muhafaza edilebilmesi, çeşit zenginliği, kolay hazırlanması, ekonomik olması, çok düşük düzeyde yağ ve tuz içermesi ve düşük glisemik indekse sahip olması gibi nedenlerle tercih edilmektedir (Hoseney, 1994; Sayaslan, 2005; Anonim, 2008).

Gerek duyuşal gerekse besleyici açıdan kaliteli makarna üretimi ancak uygun hammadde ve işleme teknolojisi seçimi ile mümkündür. Durum buğdaylarının makarnalık kaliteleri, genetik ve çevresel faktörlerden farklı derecelerde etkilenen tane fiziksel özellikleri ile kimyasal bileşimleri tarafından kontrol edilmektedir (Troccoli ve ark., 2000). Durum buğdaylarının makarnalık kalitelerinde tane sertlik ve camsılık

oranları, öğütme kalitesi (irmik verimi), protein miktar ve kalitesi (gluten kuvveti), sarı pigment konsantrasyonu ve sarı renk kaybı veya ürün kararmasına neden olan LOX, PPO ve POD gibi oksidatif enzimlerin aktiviteleri oldukça belirleyicidir (Fares ve ark., 1997; Clarke ve ark., 1998; Borrelli ve ark., 1999; Morris, 2004; Sissons, 2004).

## 2.2. Makarnalık Buğday Kalitesinde Tane Fiziksel Özellikleri

Tane boyutu, sertliği ve camsılığı buğdayın uygun olduğu kullanım alanının tespitinde önemli olan fiziksel özelliklerdir. Bu özelliklerden tane boyutu büyük oranda genotip kısmen de çevresel şartlara bağlı olarak değişmektedir (Dziki ve Laskowski, 2005). Buğday tane boyutunun belirlenmesinde tane uzunluk ve genişlik ölçümleri, tek tane veya bin tane ağırlık ölçümleri ya da spesifik elek sistemleri kullanılmaktadır. Buğdayların sağlıklı, iri, dolgun ve homojen boyut dağılımına sahip olması gerek tavlama ve öğütme işlemlerinin etkinliği gerekse un ve irmik verimleri açısından önemlidir. Buğdaylarda tane boyutuna paralel olarak endosperm-kabuk oranı arttığı için un ve irmik verimleri de yükselmektedir (Hoseney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995; Dziki ve Laskowski, 2005).

Buğdayın önemli fiziksel özelliklerinden biri de tane sertliğidir. Tane sertliği, buğdayın tavlama ve öğütülmesinde uygulanacak işlem koşullarını ve uygun olduğu son ürünü tayin eden en önemli özelliktir. Buğdayda sertlik tanenin ezme, kırma, aşındırma veya deformasyona direnç derecesi olarak tanımlanmakta ve kabuk soyma sayısı (pearling index, PI), un veya irmik partikül boyut dağılımı (particle size index, PSI), tek tane karakterizasyon sistemi (single kernel characterization system, SKCS), Stenvert öğütme testi (Stenvert time-to-grind test) ve yakın-kızılötesi (NIR) spektroskopisi gibi analitik yöntemlerle belirlenebilmektedir (Hoseney, 1994; Bushuk, 1998; Williams, 1998). Buğdayın sertliğinde endospermdeki nişasta-gluten interaksyonu ve H-bağları belirleyicidir (Turnbull ve Rahman, 2002). Tane sertliği genetik kontrol altında olup, buğdayların D genomu üzerinde (5DS) bulunan *Ha* gen bölgesi tarafından kontrol edilmektedir. Yumuşak ekmeklik buğday nişastalarının yüzeyinde 15 kDa ağırlığında hidrofobik bir protein olan yumuşaklık proteini (friabilin) oldukça yüksek oranda, sert ekmeklik buğdaylarda ise daha düşük oranda bulunmaktadır. Diğer taraftan D genomu

olmayan, dolayısıyla tanenin yumuşamasında etkili olan *Ha* gen bölgesini taşımayan durum buğdaylarında friabilin sentezlenmediği için ekstra sertlikte tane tekstürü oluşmaktadır (Turnbull ve Rahman, 2002). Friabilin proteini; puroindolin a (*Pin-a*) ve puroindolin b (*Pin-b*) gibi farklı polipeptitlerden oluşmaktadır. Buğday çeşitlerinin sözkonusu friabilin polipeptitlerini içerip içermemeleri ve bunların oransal dağılımları sertlik derecelerini etkilemektedir (Morris, 2002; Hogg ve ark., 2004; Mikulikova, 2007). Buğdayların protein içerikleri ile sertlik ve camsılık değerleri arasında pozitif bir ilişkinin olduğu yaygın kabul görmekle birlikte her zaman geçerli değildir. Zira yüksek protein içerikli fakat yumuşak veya un su ya da düşük protein içerikli fakat sert veya camsı yapıda buğdaylar mevcuttur (Hoseney, 1994). Tane sertlik derecesine paralel olarak genellikle buğdayların tavlama nemi ve süresi, öğütmede enerji kullanımı, zedelenmiş nişasta oranı, un ve irmik partiküllerinin boyutu, unun su kaldırma ve fermentasyonda gaz üretme potansiyeli artmaktadır. Dolayısıyla tanenin sertlik derecesi ekmeklik buğdayların uygun olacağı son ürünleri tayin etmektedir (Hoseney, 1994; Bushuk, 1998; Turnbull ve Rahman, 2002). Sert endosperme sahip olan ekmeklik buğdaylar çoğunlukla maya ile kabartılarak hazırlanan unlu mamullerden ekmek, poğaç ve simit gibi ürünlerde, yumuşak endosperme sahip olanlar ise genellikle kimyasal kabartıcılar kullanılarak üretilen bisküvi, kraker, gofret ve kek gibi unlu mamullerde iyi sonuç vermektedir. Durum buğdayları en sert buğdaylar olduğu için irmik verimleri ve buna bağlı olarak da makarnalık değerleri yüksektir (Hoseney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995; Bushuk, 1998; Morris, 2004).

Buğdayın önemli fiziksel özelliklerinden bir diğeri de tanenin camsılık oranı olup, genellikle tane sertliği ile paralellik göstermektedir. Ancak tanenin camsı, un su veya dönmeli bir görüntü vermesinin nedeni tane sertliğinin nedeninden kısmen farklıdır. Buğday sertliğinde genotip belirleyici bir role sahipken, camsılıkta çevresel faktörler daha baskındır (Bushuk, 1998). Tanenin camsı, un su veya dönmeli bir görüntü vermesinde ışığın özellikle buğday endospermi ile olan ilişkisi (yansıma ve kırılma gibi) etkilidir. Buğday endospermi hava boşlukları ve kırıklar içermez, dolayısıyla çok sıkı bir mikroyapıya sahip olursa camsı, tersi durumlarda ise un su veya dönmeli (camsı-un su karışımı) bir görüntü vermektedir (Hoseney, 1994). Durum buğdaylarının camsılık oranları genellikle diğ er buğdaylardan daha yüksektir; ancak buğdayların olum

devrelerinde (süt, sarı ve fizyolojik olum devreleri) abiyotik stres faktörlerine veya hasat sırasında aşırı yağışa maruz kalmaları dönme neden olmaktadır. Ekmeklik buğdaylarda camsılık, unsuluk veya dönme kalite açısından fazla önem taşımamaktadır. Ancak, durum buğdaylarının camsılık oranları ile ırmık verimleri ve parlaklık dereceleri arasında pozitif bir ilişki olduğundan camsılık makarnalık buğdaylarda önemli bir kalite kriteridir (Atlı ve ark., 1993; Hosenev, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995; Bushuk, 1998; Coşkun, 2001; Morris, 2004; Dziki ve Laskowski, 2005).

### **2.3. Makarnalık Buğday Kalitesinde Protein Miktar ve Özellikleri**

Makarna kalitesinde makarnanın pişme özellikleri önemli bir kriterdir. Makarna; pişirilirken dağılmamalı ve yapışmamalı, suya geçen kuru madde miktarı düşük ancak ağırlık ve hacim artışı yüksek olmalı, ısırıldığında ise hissedilebilir sertlikte *al dente* tabir edilen bir tekstüre sahip olmalıdır (Hosenev, 1994). Makarna pişme kalitesi büyük oranda buğdayın protein miktar ve özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Feillet ve ark., 1989; Bushuk, 1998; Troccoli ve ark., 2000).

Pişme kalitesi yüksek makarna üretimi için buğdayın protein içeriği yüksek (>%13), aynı zamanda gluten proteinlerinin vizkoelastik ve kohezif özellikleri (gluten kuvveti) optimum düzeyde olmalıdır. Durum buğdaylarının makarnalık kaliteleri gerek yüksek protein içerikleri gerekse uygun kuvvete sahip gluten proteinleri nedeniyle ekmeklik buğdaylardan daha yüksektir (Hosenev, 1994). Buğdayların protein içerikleri genotip ve özellikle de yetiştirilme şartlarından etkilenirken, gluten proteinlerinin vizkoelastik ve kohezif özellikleri büyük oranda genotipe bağlı olarak değişmektedir (Payne ve ark., 1982; Özkaya ve Özkaya, 1993; Kovacs ve ark., 1994, 1995; Bushuk, 1998; Clarke ve ark., 1998; Porceddu ve ark., 1998; Troccoli ve ark., 2000; Veraverbeke ve Delcour, 2002).

Durum buğdaylarının makarnalık kalitelerinin yüksek olmasında, içerdikleri bazı gliadin ve glutenin proteinleri etkilidir. Söz konusu gliadin ve glutenin proteinleriyle optimum gluten kuvveti, dolayısıyla da makarna pişme kalitesi arasında kuvvetli korelasyonlar tespit edilmiştir (Feillet ve ark., 1989; Kovacs ve ark., 1995; Troccoli ve

ark., 2000). Polimerik yapıda ve zayıf asit veya baz çözeltilerinde çözünen glutenin proteinleri, sodyum dodesil sülfat - poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE) sisteminde moleküler ağırlıklarına göre; yüksek moleküler ağırlıklı (HMW, 80-130 kDa) ve düşük moleküler ağırlıklı (LMW, 35-80 kDa) gluteninler olarak gruplandırılmaktadır. Monomerik yapıda ve seyreltik alkolde çözünen gliadin proteinleri (30-75 kDa) ise, asit - poliakrilamid jel elektroforez (A-PAGE) sisteminde  $\omega$ -,  $\gamma$ -,  $\beta$ - ve  $\alpha$ -gliadinler olarak dört alt gruba ayrılmaktadır. Gluteninler daha çok hamurun elastik karakterinden, gliadinler ise hamurun vizkoz ve kohezif özelliklerinden sorumludur (Payne ve ark., 1982; Lafiandra ve ark., 1984; Feillet ve ark., 1989; Porceddu ve ark., 1998; Gianibelli ve ark., 2001; Veraverbeke ve Delcour, 2002; D'Ovidio ve Masci, 2004; Edwards ve ark., 2003, 2007).

Durum buğdayı irmiğinden üretilen makarnanın pişme kalitesinde etkili olan önemli gliadin proteinleri  $\gamma$ -gliadin 42 ve  $\gamma$ -gliadin 45 proteinleridir (Payne ve ark., 1982; Pogna ve ark., 1990; Troccoli ve ark., 2000).  $\gamma$ -Gliadin 45 proteini makarnada optimum gluten kuvveti ve yüksek pişme kalitesinin,  $\gamma$ -gliadin 42 proteini ise zayıf gluten ve düşük pişme kalitesinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, durum buğdaylarının gluten kuvveti ve makarna pişme kalitesinde esas belirleyici proteinlerin  $\gamma$ -gliadin 42 ve  $\gamma$ -gliadin 45 proteinleriyle genetik olarak ilişkili olan LMW-1 ve LMW-2 glutenin proteinleri olduğunu göstermiştir (Feillet ve ark., 1989; Pogna ve ark., 1990; Gupta ve ark., 1994; Kovacs ve ark., 1995; Nieto-Taladriz ve ark., 1997; Clarke ve ark., 1998; Porceddu ve ark., 1998; D'Ovidio ve Masci, 2004; Edwards ve ark., 2007).

Gliadin ve glutenin proteinlerinin elektroforetik olarak taranması ve tanımlanmasının yanında SDS-sedimentasyonu ve gluten indeksi (GI) gibi analitik yaklaşımlar da buğday gluten kuvveti ve makarna pişme kalitesi hakkında bilgi vermektedir (Porceddu ve ark., 1998; Ammar ve ark., 2000; Pena, 2000; Marchylo ve ark., 2001; Sissons ve ark., 2005; Cubadda ve ark., 2007; Yüksel, 2009).

Pişme kalitesi yüksek makarna üretebilmek için yüksek protein içerikli ve özellikle  $\gamma$ -gliadin 45 ve LMW-2 glutenin proteinlerini içeren durum buğday çeşitleri seçilmeli

ve/veya ıslah edilmelidir. Türkiye’de yetiştirilen makarnalık buğday çeşitlerinin spesifik gliadin ve glutenin proteinleri konusundaki çalışmalar oldukça sınırlı sayı ve kapsamdadır (Genç ve ark., 1993; Eser, 1996; Göçmen, 2001; Yıldırım ve ark., 2008a, 2008b; Yüksel, 2009).

#### **2.4. Makarnalık Buğday Kalitesinde Pigmentler ve Oksidatif Enzimler**

Renk, makarna ve makarnalık buğdaylarda önemli bir kalite kriteridir. Parlak sarı olması istenen makarna rengi; irmik pigment konsantrasyonu, oksidatif enzimlerin aktiviteleri ve makarna üretim koşulları tarafından etkilenmektedir. Makarna üretiminde kullanılan irmiğin sarı renkli pigment içeriği makarna renginde en belirleyici faktördür. Makarnalık buğdayların pigment içerikleri genotip ve yetiştirilme şartlarına bağlı olarak genellikle 4-8 mg/kg arasında değişmektedir. Buğdayın irmiğe öğütülmesi ve makarnaya işlenmesi sırasında %15-25 arasında pigment (renk) kaybı meydana gelmektedir (Hoseney, 1994; Troccoli ve ark., 2000; Coşkun, 2001; Borrelli ve ark., 2003; Yüksel, 2009). Makarnada sarı renk kaybına neden olan veya üründe koyu renk gelişimine sebep olan oksidatif enzimlerin aktiviteleri de makarna renginde etkilidir. Buğdaylarda bulunan oksidatif enzimlerden makarna rengi üzerine en etkili olanlar LOX, PPO ve POD enzimleridir (Taha ve Sagi, 1987; Hoseney, 1994; Clarke ve ark., 1998; Borrelli ve ark., 1999, 2003; Troccoli ve ark., 2000; Morris, 2004). İrmiğin pigment içeriği ve oksidatif enzimlerinin yanında, makarna üretimi sırasında meydana gelen enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları da makarna rengine etki etmektedir. Bu bağlamda Maillard reaksiyonu sonucu oluşan kahverengi-siyah melaninler ile otoksidasyon ve enzimatik oksidasyon sonucu oluşan renk kayıpları önemlidir (Borrelli ve ark., 1999, 2003; Troccoli ve ark., 2000; Aalami ve ark., 2007). Makarna üretimi sırasında makarna renginin olumsuz yönde etkilenmesini engellemek amacıyla vakum altında yoğurma ve kontrollü kurutma teknikleri uygulandığı için (Hoseney, 1994) makarnanın rengi kullanılan irmiğin pigment içeriği ve oksidatif enzimlerin aktivitelerine bağlı olarak değişmektedir.

### 2.4.1. Pigmentler

Buğday farklı pigmentler içermekle birlikte makarna renginde en belirleyici olan pigmentler karotenoid ve flavonoidlerdir (Fortmann ve Joiner, 1978; Laignelet, 1983; Kruger ve Reed, 1988; Feng ve McDonald, 1989).

Karotenoidler bitkilere sarı-kırmızı renk veren pigmentlerdir. Bitkilerde bugüne kadar yaklaşık 600 karotenoid tanımlanmıştır. Karotenoidler, yapılarında oksijen içerip içermemelerine göre iki grupta incelenmektedir. Bunlar; yapılarında oksijen içermeyen  $\beta$ -karoten ve likopen gibi karotenler ve yapılarında oksijen içeren lutein ve zeaksantin gibi ksantofillerdir (Laignelet, 1983; Kruger ve Reed, 1998). Karotenoidler lipit karakterli hidrokarbonlar olup, konjuge çift bağlar içermektedir. Bu nedenle karotenoidler kolay okside olmakta ve sarı-kırmızı renklerini kaybederek buldukları ürünlerin ağarmasına sebep olmaktadır. Diğer taraftan karotenoidler yüksek antioksidan kapasiteleri nedeniyle sağlıklı beslenme açısından oldukça önemlidir (Laignelet, 1983; Borrelli ve ark., 1999). Makarnalık buğdaylarda karotenoidlerin oksidatif yolla sarı renklerini kaybetmeleri istenmezken, ekmeçlik buğdaylarda oksidatif yolla ağarma beyaz un eldesi ve hamurun kuvvetlendirilmesi açısından istenen bir durumdur. Buğdaylarda bulunan en önemli karotenoidler, ksantofilerden lutein ve lutein-yağ asidi esterleri ile karotenlerden  $\beta$ -karotendir (Fortmann ve Joiner, 1978). Durum buğdaylarının toplam karotenoid içerikleri genellikle diğer buğdaylardan daha yüksektir. Bu farklılık büyük oranda genetik kaynaklı olup, çevrenin etkisi sınırlıdır (Fortmann ve Joiner, 1978; Laignelet, 1983; Kruger ve Reed, 1988; Borrelli ve ark., 1999). Karotenoidler buğday tanesinde homojen olarak dağılmamıştır. Tanede büyük oranda embriyo tabakasında yoğunlaşan karotenoidler, endosperm ve kepek kısımlarında ise daha düşük oranlarda bulunmaktadır (Fortmann ve Joiner, 1978; Laignelet, 1983; Kruger ve Reed, 1988; Borrelli ve ark., 1999).

Buğdaylarda bulunan flavonoidler, karotenoidlerden sonra makarna renginde ikinci derecede etkili olan pigmentlerdir. Flavonoidler, bitkilere sarımtırak renk veren, kuvvetli antioksidan ve antikanserojen özelliklere sahip polifenolik maddelerdir. Buğdaylarda bulunan en önemli flavonoid, bir flavon olan trisindir. Trisin, buğday tanesinde

karotenoidlere benzer şekilde heterojen olarak dağılmıştır. Trisinin tane içinde en yoğun bulunduğu yer embriyo olup, bunu kepek kısmı takip etmektedir. Endosperm ise en düşük oranda trisin içeren buğday tabakasıdır. Buğdayların flavonoid içerikleri tür ve çeşide göre değişmektedir. Durum buğdaylarının flavonoid içerikleri aestivum buğdaylarından genellikle daha yüksektir (Fortmann ve Joiner, 1978; Kruger ve Reed, 1988; Feng ve McDonald, 1989).

#### 2.4.2. Oksidatif Enzimler

Buğdayların içerdiği enzimlerden özellikle oksido-redüktaz grubu içinde yer alan birkaç enzim, buğday ve buğday ürünlerinin rengi üzerinde oldukça etkilidir. Buğday ürünlerinin renginde en etkili oksidatif enzimler LOX, PPO, POD enzimleridir (Taha ve Sagi, 1987; Hosene, 1994; Clarke ve ark., 1998; Borrelli ve ark., 1999; Troccoli ve ark., 2000; Morris, 2004).

LOX enzimleri, demir içeren dioksijenazlar olup *cis,cis*-1,4-pentadiene yapısına sahip çoklu doymamış yağ asitlerini (linoleik asit gibi) konjuge *cis,trans*-dienoik hidroperoksitlere kataliz etmektedir. LOX katalizli oksidasyon sırasında oluşan yağ asidi radikalleri ise  $\beta$ -karoten ve ksantofillerin oksidatif olarak parçalanmalarına ve renklerini kaybetmelerine neden olmaktadır (Siedow, 1991). Linoleik aside karşı afiniteleri oldukça yüksek olan durum buğdayı LOX enzimlerinin moleküler ağırlıklarının yaklaşık 95 kDa ve optimum aktivitelerinin hamur pH değerlerine (pH 4-6) yakın olduğu belirlenmiştir (Barone ve ark., 1999). LOX enzimlerinin substratı olan linoleik asit, buğdayda en fazla bulunan (>%50) yağ asididir. Buğdayların LOX katalizli oksidasyonu sonucu oluşan renk ağarması makarnalık buğdaylarda istenmeyen bir durumdur. Ancak bu durum ekmeklik buğdaylarda kontrollü olarak istenmektedir. Zira LOX oksidasyonu ekmeklik buğday unlarının ağarmasına ve gluten proteinlerini dolaylı yoldan okside ederek hamurun kuvvetlenmesine neden olmaktadır (Hosene, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995). LOX enzimleri tanede heterojen bir dağılıma sahiptirler (Rani ve ark., 2001). LOX enzimleri embriyo, kabuk ve endospermde bulunur. Embriyo endospermde 17 kat, kabuk ise endospermde dört kat daha fazla LOX enzimi içermektedir (Nicolas ve ark., 1982). Buğdayların LOX enzim aktiviteleri; tür, çeşit ve



yetiştirme şartlarından etkilenmektedir. Durum buğdaylarının LOX enzim aktiviteleleri genellikle diğler türlerden daha düşüktür (Hoseney, 1994; Coşkun, 2001).

PPO enzimleleri, substratları fenolik maddeler olan ve bakır içeren oksido-redüktaz grubu enzimlelerdir. PPO enzimleleri un veya irmikte bulunan fenolik maddelerin kinonlara oksidasyonunu kataliz etmektedir. Stabil olmayan kinon bileşikleleri birbirleleriyle polimerleşerek veya amin ya da tiyol içeren bileşiklelerle reaksiyona girerek kahverengi-siyah renkli kompleksleer oluştururlar (Whitaker ve Lee, 1995). Buğdaylarda PPO enzim aktivitesini kontrol etmeye yönelik islah çalışmaları sonucunda ABD’de düşük PPO enzim aktivitesine sahip Lakin isimli bir buğday çeşidi geliştirilmiştir (Martin ve ark., 2001; Sayaslan ve ark., 2005). PPO enzimleleri, LOX enzimleleri gibi tanede heterojen olark dağılmış ve daha çok tanenin kabuk kısmında yoğunlaşmıştır. Tanenin endosperm ve embriyo kısımları ise benzer PPO aktivitelelerine sahiptir (Rani ve ark., 2001). PPO enzim aktiviteleleri çeşit ve yetiştirme şartlarından etkilenmektedir. Hindistan’da aynı çevrede yetiştirilen durum buğdayı çeşitleri arasında PPO aktiviteleleri bakımından önemli farklılıklar belirlenmiştir (Aalami ve ark., 2007). Makarnada renk kararmasını engellemek için düşük PPO aktiviteli durum buğdayı çeşitleri belirlenmeli ve makarna sanayinde kullanılmalıdır.

Oksido-redüktaz grubu enzimlelerden olan POD enzimleleri de, PPO enzimleleri gibi makarnanın kararmasına neden olmakta, ancak reaksiyon mekanizması tam olarak bilinmemektedir. POD enzimleleri için önerilen etki mekanizmaları arasında LOX enzimlelerinde olduğu gibi karotenoidlerin ko-oksidasyonu yoluyla renk ağarması veya PPO enzimlelerinde olduğu gibi fenolik bileşiklelerin dolaylı oksidasyonu ve renk esmerleşmesi sayılabilir (Kobrehel ve ark., 1974; Taha ve Sagi, 1987; Iori ve ark., 1995; Fraignier ve ark., 2000). POD enzimleleri tanenin anatomik kısımlarında heterojen olarak dağılmış olup; en çok kepek ve embriyo kısımlarında, en az da endospermde bulunmaktadır (Rani ve ark., 2001). Buğdayların POD aktiviteleleri çeşit ve çevresel faktörlere bağılı olarak değişmektedir. Hindistan’da aynı çevrede yetiştirilen durum buğdaylarının POD aktiviteleleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Aalami ve ark., 2007).

Renk kalitesi yüksek makarna üretebilmek için yüksek pigment içerikli ve aynı zamanda düşük oksidatif enzim aktivitelerine sahip durum buğday çeşitleri seçilmeli ve/veya ıslah edilmelidir. Türkiye’de yetiştirilen durum buğdayı çeşitlerinin pigment içerikleri ve oksidatif enzim aktiviteleri konusunda yapılmış çalışma sayısı oldukça sınırlıdır (Pekin ve Çakmaklı, 1987; Tuncer ve Ercan, 1999; Coşkun, 2001; Coşkun ve Ercan, 2003; Yüksel, 2009).

## **2.5. Genetik Zenginlik ve Gen Kaynağı Olarak Yerel Buğday Çeşitleri**

Buğday ıslahı ve kalitesinin iyileştirilmesinde gen çeşitliliği bakımından zengin olan yerel çeşitler (köy çeşitleri) büyük önem taşımaktadır (Hart, 2001). Yerel çeşitler, homozigot genetik yapıya sahip olmalarına rağmen heterojen özelliklere sahip olduklarından kültür çeşitlerine göre adaptasyon yetenekleri daha yüksektir. Yerel çeşitlerin kendi içlerinde bile genetik varyasyonlara sahip olması, bu genotiplerin birbirlerinin eksikliklerini tamamlayarak kültür çeşitlerine göre bazı özellikler bakımından daha üstün olmalarına olanak tanımaktadır (Allard ve Bradshaw, 1964).

Yerel çeşitlerin genetik varyasyonları ve yeni özelliklerinin saptanarak bunların tescilli çeşitlere aktarılması, buğdayın genetik tabanındaki daralmayı azaltarak verim ve kalitesi yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır (Feldman ve Sears, 1981). Çeşit geliştirme çalışmalarının daha iyi sonuç verebilmesi için değişik gen havuzları taranarak yeni genitörler bulunmalı ve bunlar kullanılmalıdır (Vavilov, 1951; Şehirali ve Özgen 1987; Zencirci, 1995). Yeni genitörlerin aranacağı ilk yer ise yerel veya lokal materyaldir. Yerel materyal, belli bir bölgede uzun yıllar seleksiyona uğramış olması ve populasyon özelliği taşıması nedeniyle çevreye iyi uyum göstermekte; elverişsiz çevre koşullarında bile başarılı olabilmektedir (Allard ve Bradshaw, 1964).

Makarnalık buğdaylar Anadolu’da geniş bir varyasyon zenginliği gösterirler. Çin, Hindistan, Orta Asya, Yakınoğu, Akdeniz, Etiyopya, Güney Meksika ve Orta ve Güney Amerika’nın yeryüzündeki sekiz ana gen merkezi olduğu, Türkiye’nin Akdeniz ve Yakınoğu gen merkezlerinin kesiştiği ve Çin, Hindistan, Orta Asya ve Etiyopya gen

merkezlerinin tarihsel göç ve ulaşım noktalarında yer aldığı, bu nedenle de birçok bitki türünde zengin genetik çeşitlilik gösterdiği bilinmektedir (Vavilov, 1951).

Bu çalışmanın amacı, Tokat şartlarında yetiştirilen bazı yerel makarnalık buğday çeşitlerinin makarnalık kalite parametreleri bakımından taranması ve karşılaştırılmasıdır. Bu amaçla buğdayların gliadin/glutenin elektroforezi, protein içeriği, sedimentasyon hacmi, yaş/kuru gluten içeriği, gluten indeksi, pigment içeriği, oksidatif enzimlerin aktiviteleri, tane boyutu ve camsılığı gibi makarnalık kalite göstergeleri incelenmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırmada 29'u yerel biri de tescilli çeşit (Kyle) olmak üzere toplam 30 durum buğdayı genotipi yer almıştır (Çizelge 3.1). Buğdaylar 2007-2008 vejetasyon döneminde Tokat Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde yetiştirilmiştir. Elektroforez çalışmalarında standart olarak Marquis buğdayı (Dr. E. Dönmez; Tarla Bitkileri Merkez Arş. Enst., Ankara), kontrol olarak ise Lira-1 ve Lira-2 (Dr. D. Lafiandra; Dept. Agrobiolology & Agrochemistry, University of Tuscia, İtalya) ile Kyle ve Avonlea buğdayları (Dr. J.M. Clarke; Semiarid Prairie Agricultural Research Center, Kanada) kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Araştırmada yer alan durum buğdayları

No	Çeşit Adı	Kaynağı	No	Çeşit Adı	Kaynağı <sup>a</sup>
1	Sofu	ÇÜZF	16	Sarı Başak	ETAEM
2	Akbaşak	ETAEM	17	Üveyik	ÇÜZF
3	Sarıçam	GTAEM	18	Sarı Buğday	ETAEM
4	Bağacak	GTAEM	19	Vatan	ÇÜZF
5	Beyaziye	GTAEM	20	Meram	ÇÜZF
6	İskenderiye	GTAEM	21	Altın	ÇÜZF
7	Menceki	GTAEM	22	Durnadili	ÇÜZF
8	Sorgül	GTAEM	23	Ağ Buğdayı	ÇÜZF
9	Karakılçık	ÇÜZF	24	Bintepe	ÇÜZF
10	Hevidi	ÇÜZF	25	Havrani	ÇÜZF
11	Mısırı	ÇÜZF	26	Devediş	ÇÜZF
12	Mersiniye	ÇÜZF	27	Çalibasan	ÇÜZF
13	Beyaz Buğday	ETAEM	28	Haci Halil	ÇÜZF
14	Yerli Sarı	ETAEM	29	Akçakale	ÇÜZF
15	Kara Başak	ETAEM	30	<i>Kyle</i> <sup>b</sup>	<i>SPARC</i>

<sup>a</sup>ÇÜZF = Çukurova Üniv. Ziraat Fakültesi; ETAEM = Ege Tar. Arş. Enst. Müd.; GTAEM = Güneydoğu Tar. Arş. Enst. Müd.; SPARC = Semiarid Prairie Agricultural Research Center (Kanada); <sup>b</sup>Tescilli çeşit.

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Gliadin ve Glutenin Elektrofrez**

#### **3.2.1.1. $\gamma$ -Gliadin 42 ve $\gamma$ -Gliadin 45 Proteinleri**

Buğday çeşitlerinin makarna pişme kalitesinde gösterge olarak kabul edilen  $\gamma$ -gliadin ( $\gamma$ -gliadin 42 veya 45) proteinleri bakımından taranmasında Bushuk ve Zillman (1978) tarafından geliştirilen ve Khan ve ark. (1985) tarafından modifiye edilen (Köksel ve ark., 2000) A-PAGE yöntemi kullanılmıştır (EK-1). Özetle, her bir genotipten rastgele seçilen beşer tane havanda ayrı ayrı ezildikten sonra %70 etanol ile gliadinler ekstrakte edilmiş ve A-PAGE sisteminde (Bio-Rad, ABD) koşturulmuştur. Genotiplerin  $\gamma$ -gliadin 42 veya 45 bantlarının tespitinde standart olarak Marquis buğday çeşidi kullanılmıştır. Çalışmaya  $\gamma$ -gliadin 42 içerdiği bilinen Lira-1 ve  $\gamma$ -gliadin 45 içerdiği bilinen Lira-2, Kyle veya Avonlea durum buğdayı çeşitleri kontrol amacıyla dahil edilmiştir.

#### **3.2.1.2. LMW-1 Glutenin ve LMW-2 Glutenin Proteinleri**

Buğday çeşitlerinin makarna pişme kalitesinde belirleyici olan LMW glutenin desenleri (LMW-1 veya LMW-2) bakımından taranmasında Masci ve ark. (2000) ve Gianibelli ve ark. (2002) tarafından tanımlanan SDS-PAGE yöntemi kısmen modifiye edilerek kullanılmıştır (EK-2). Kısaca, her bir genotipten rastgele seçilen ve havanda ezilen beşer buğday tanesi önce sırasıyla %70 etanol ve %50 1-propanol ile muamele edilerek glutenin dışındaki proteinler uzaklaştırılmış, sonra Singh ve ark. (1991) tarafından önerilen yöntemle gluteninler ekstrakte edilerek indirgenmiş ve SDS-PAGE sisteminde (Bio-Rad, ABD) koşturulmuştur. Genotiplerin LMW-1 veya LMW-2 glutenin desenlerinin tespitinde LMW-1 desenine sahip olduğu bilinen Lira-1 ve LMW-2 desenine sahip olduğu bilinen Lira-2, Kyle veya Avonlea durum buğday çeşitleri kullanılmıştır.

### **3.2.2. Buğdayların Öğütülmesi**

Buğdaylar Polymix PX-MFC çekiçli değirmen (Kinematica AG, İsviçre) kullanılarak 1,0 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüştür (Yüksel, 2009).

### **3.2.3. Nem İçeriği**

Öğütülmüş buğdayların nem içerikleri Uluslararası Amerikan Tahıl Kimyacıları Derneği'nin (AACC International) 44-15A numaralı metodu takip edilerek 130°C'de 1 saat süreyle etüvde (Memmert 100-800, Almanya) kurutma yoluyla belirlenmiştir (Anonim, 2000). Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen tüm analizlerin sonuçları %14 nem esasına göre düzeltilmiştir.

### **3.2.4. Protein İçeriği**

Öğütülmüş buğday örneklerinin toplam azot (N) içerikleri Kjeldahl yöntemiyle (AACC metot 46-10) belirlenmiş ve 5,7 faktörü kullanılarak proteine dönüştürülmüştür (Anonim, 2000).

### **3.2.5. Yaş ve Kuru Gluten İçeriği ve Gluten İndeksi**

Öğütülmüş buğdayların yaş ve kuru gluten içerikleri ile gluten indeks değerleri; gluten yıkama, santrifüjleme ve kurutma test cihazları (Yücebaş Makine Analitik Cihazlar, İzmir) kullanılarak ve AACC metot 38-12A takip edilerek belirlenmiştir (Anonim, 2000; Köksel ve ark., 2000).

### 3.2.6. Sedimentasyon ve Spesifik Sedimentasyon Hacmi

Öğütülmüş buğdayların sodyum dodesil sülfat (SDS) sedimentasyon hacimleri, AACC metot 56-70'e göre sedimentasyon test cihazı (Yücebaş Makine Analitik Cihazlar, İzmir) kullanılarak belirlenmiştir (Anonim, 2000). Spesifik sedimentasyon hacimleri ise, her bir buğdayın sedimentasyon hacminin protein içeriğine bölünmesi yoluyla hesaplanmıştır (Yüksel, 2009).

### 3.2.7. Pigment İçeriği

Öğütülmüş buğdayların sarı renkli pigment (karotenoid) içerikleri AACC metot 14-50 modifiye edilerek (örnek/solvent oranı 8g/40mL'den 1g/5mL'ye düşürülerek) belirlenmiştir. Örnekler (1 g) 15 mL hacimli tüplere aktarıldıktan sonra üzerlerine 5 mL su ile doyurulmuş n-butanol ilave edilip manuel olarak iyice çalkalanmış, 16 saat süreyle oda sıcaklığında karanlık bir ortamda tutulmuş, daha sonra 5000 dev/dk hızda 10 dk santrifüjlenerek (Hettich EBA-20, Almanya) berraklaştırılmış ve 435,8 nm dalga boyunda absorbansları ölçülerek (Perkin Elmer Lambda EZ2001, ABD) pigment içerikleri hesaplanmıştır (Pigment İçeriği (mg/kg) = Absorbans<sub>435,8</sub> x 30,1) (Anonim, 2000; Köksel ve ark., 2000).

### 3.2.8. Oksidatif Enzim Aktivitesi

#### 3.2.8.1. Enzim Ekstraksiyonu

Öğütülen buğday örneklerinden oksidatif enzimlerin ekstraksiyonu Rani ve ark. (2001) ve Aalami ve ark. (2007) tarafından tanımlanan yöntemler modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir (Yüksel, 2009). Öğütülmüş buğday örneğine (1,0 g) 10 mL sodyum fosfat tampon çözeltisi (50 mM, pH 7,5) ilave edilmiş ve 4°C'de 1 sa süreyle çalkalandıktan (~80 dev/dk) sonra santrifüj edilmiştir (5000 x g, 15 dk). Elde edilen sıvı ekstrakt (supernatant) enzim aktivitesi analizlerinde kullanılmıştır. Enzim ekstraktları kullanılıncaya kadar buzlu su içerisinde saklanmıştır.

### 3.2.8.2. Lipoksijenaz (LOX) Aktivitesi

Örneklerin LOX aktivitelerinin ölçümünde kullanılan linoleik asit substratı ( $7,5 \times 10^{-3}$  M) Shiiba ve ark. (1991) tarafından tanımlanan yöntemle göre hazırlanmış ve enzim aktiviteleri Aalami ve ark. (2007)'nin ölçüm prensibi takip edilerek belirlenmiştir. Enzim aktivitelerinin ölçümünde kullanılan spektrometrenin bulunduğu ortamın sıcaklığı önceden  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ 'ye ayarlanmıştır. Spektrometre küvetine sodyum asetat tampon çözeltisi (2,9 mL, 0,2 M, pH 5,5), linoleik asit substratı (50  $\mu\text{L}$ ) ve enzim ekstraktı (50  $\mu\text{L}$ ) ilave edildikten sonra hızlıca manuel olarak karıştırılmış ve absorbanstaki (234 nm) değişim 2 dk süreyle takip edilmiştir. Absorbanstaki 1 birim/dk değişim 1 enzim ünitesi (EU) kabul edilerek örneklerin LOX enzim aktiviteleri hesaplanmıştır.

### 3.2.8.3. Polifenol Oksidaz (PPO) Aktivitesi

Örneklerin PPO aktivitelerinin ölçümünde Coseteng ve Lee (1987) tarafından geliştirilen ve Aalami ve ark. (2007) tarafından kısmen modifiye edilen ölçüm prensibi takip edilmiştir. Sodyum fosfat tampon çözeltisi (2,4 mL, 50 mM, pH 7,5), kateşol (300  $\mu\text{L}$ , 0,5 M) ve enzim ekstraktı (300  $\mu\text{L}$ ) karışımının 420 nm'deki absorbansı oda sıcaklığında ( $22 \pm 2^\circ\text{C}$ ) 2 dk süreyle takip edilmiştir. Absorbanstaki 0,1 birim/dak değişim 1 EU kabul edilerek örneklerin PPO enzim aktiviteleri hesaplanmıştır.

### 3.2.8.4. Peroksidaz (POD) Aktivitesi

Örneklerin POD aktivitelerinin ölçümünde Aparicio-Cuesta ve ark. (1992) tarafından geliştirilen ve Aalami ve ark. (2007) tarafından modifiye edilen yaklaşım takip edilmiştir. Sodyum asetat tampon çözeltisi (2,70 mL, 50 mM, pH 5,0), hidrojen peroksit (100  $\mu\text{L}$ , %1), o-dianisidin (100  $\mu\text{L}$ , %0,25) ve enzim ekstraktı (100  $\mu\text{L}$ , 10 kat seyreltilmiş) karışımının absorbansı (460 nm) oda sıcaklığında ( $22 \pm 2^\circ\text{C}$ ) 2 dk süreyle takip edilmiştir. Absorbanstaki 1 birim/dak değişim 1 EU kabul edilerek örneklerin POD enzim aktiviteleri hesaplanmıştır.



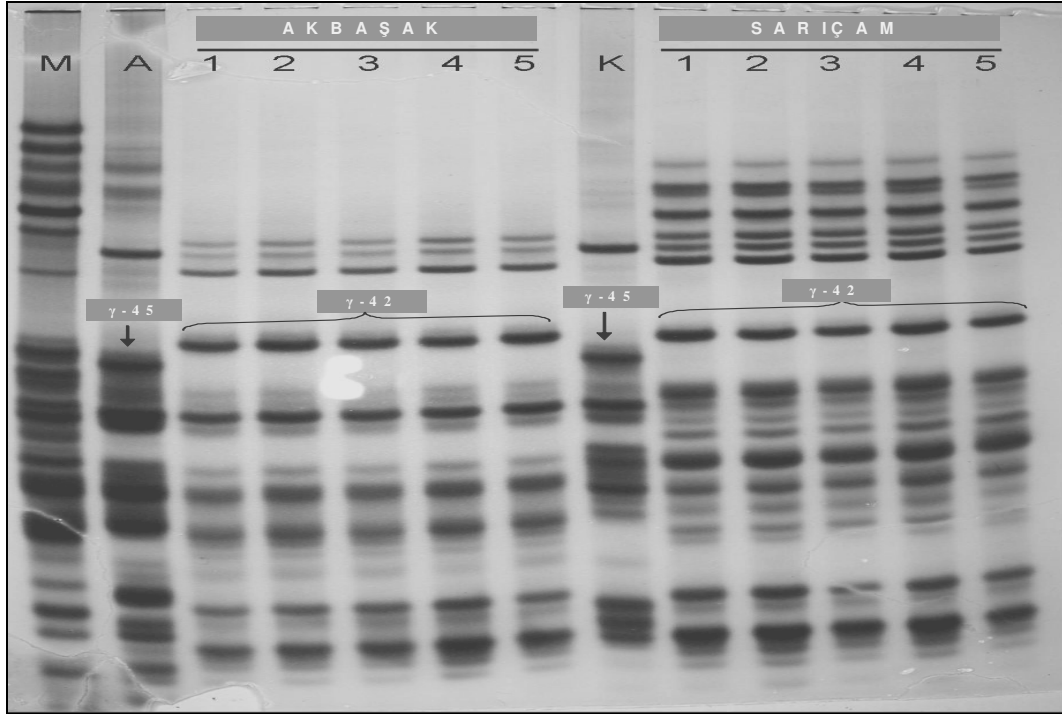
### **3.3. İstatistiksel Değerlendirme**

Tesadüf blokları deneme desenine göre iki veya üç tekerrürlü olarak elde edilen veriler, SPSS istatistik programı kullanılarak analiz edilmiş ve ortalamalar arası farklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987).

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

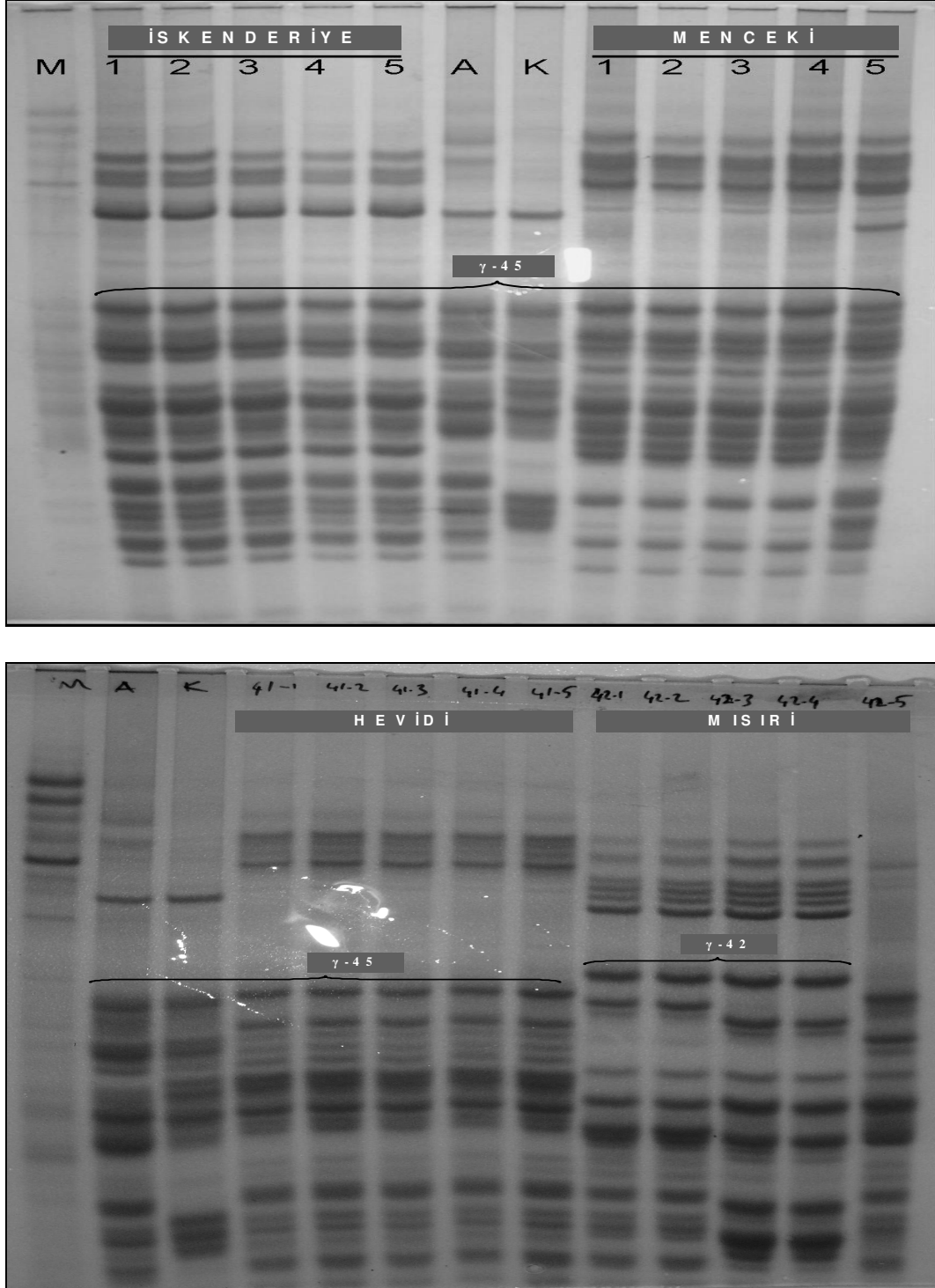
### 4.1. Buğdayların Gliadin ve Glutenin Elektrofrezleri

Çalışmada yer alan 29 yerel durum buğdayı genotipi, makarna pişme kalitesiyle ilişkili olan  $\gamma$ -gliadin ( $\gamma$ -gliadin 42 / 45) ve LMW glutenin (LMW-1 / LMW-2) proteinleri bakımından sırasıyla A-PAGE ve SDS-PAGE yöntemleri kullanılarak taranmıştır. Bu amaçla her bir genotipten rastgele seçilen beşer tane kullanılmıştır. Buğday genotiplerine ait A-PAGE gliadin elektrofrez örnekleri Şekiller 4.1 ve 4.2’de, SDS-PAGE glutenin elektrofrez örnekleri ise Şekiller 4.3 ve 4.4’de görülmektedir.

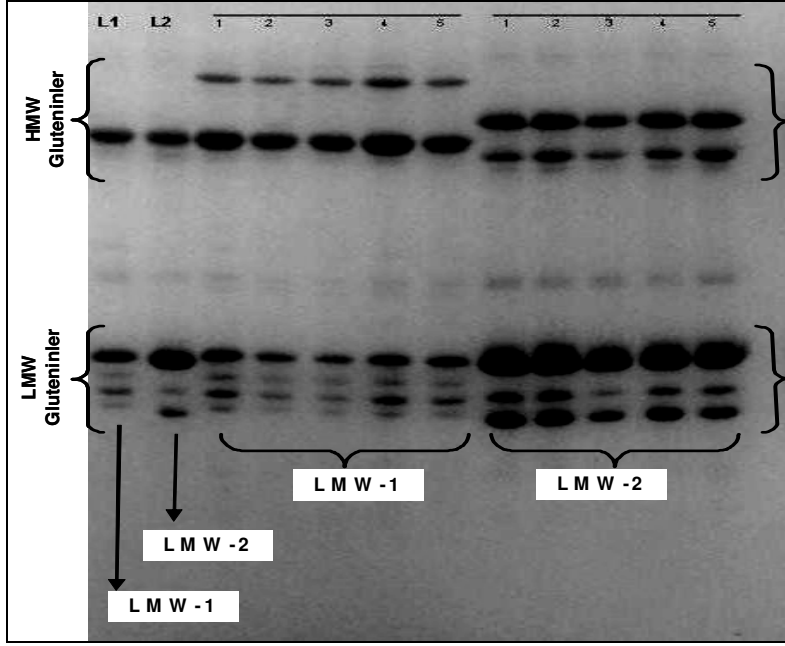


Şekil 4.1. Akbaşak ve Sarıçam yerel durum buğday çeşitlerinin A-PAGE gliadin elektrofrezleri

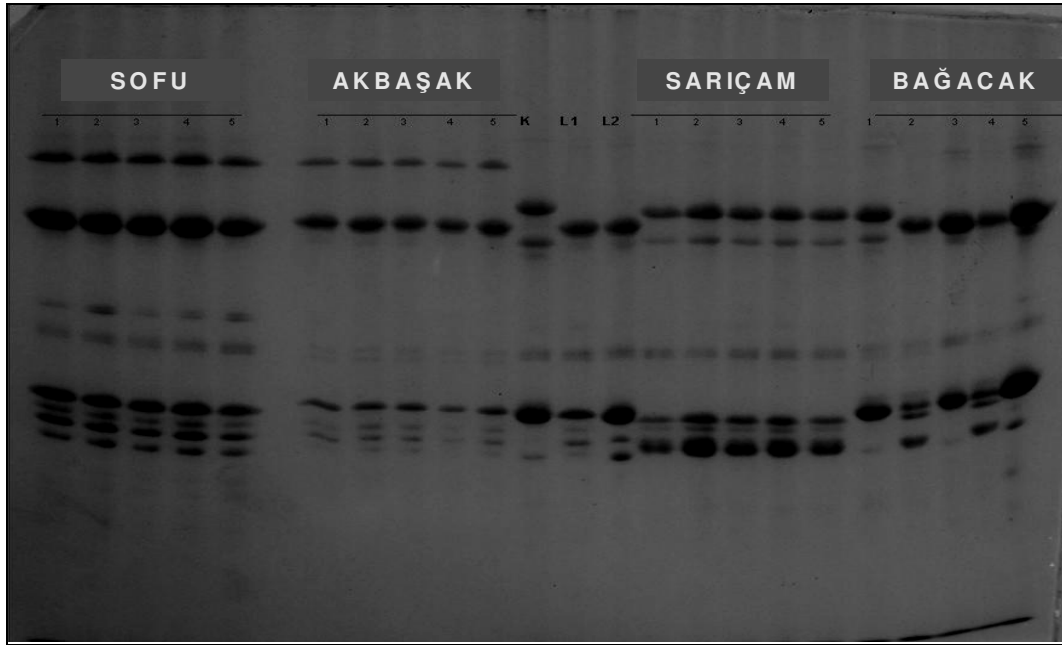
(M = Marquis -- standart; A = Avonlea -- kontrol; K = Kyle -- kontrol)



Şekil 4.2. İskenderiye, Menceki, Hevidi ve Mısırı yerel durum buğday çeşitlerinin A-PAGE gliadin elektroforezleri  
(M = Marquis -- standart; A = Avonlea -- kontrol; K = Kyle -- kontrol)



Şekil 4.3. Buğdaylarda SDS-PAGE yöntemiyle LMW glutenin desenlerinin belirlenmesi  
(Kontrol çeşitler: L1 = Lira-1 -- LMW-1; L2 = Lira-2 -- LMW-2)



Şekil 4.4. Sofu, Akbaşak, Sarıçam ve Bağacak yerel durum buğday çeşitlerinin SDS-PAGE glutenin elektroforezleri  
(Kontrol çeşitler: K = Kyle -- LMW-2; L1 = Lira-1 -- LMW-1; L2 = Lira-2 -- LMW-2)

Yerel makarnalık buğdayların  $\gamma$ -gliadin proteinlerine ait tarama sonuçları Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Çalışmada yer alan 29 yerel çeşitten çoğunluğunun makarna pişme kalitesiyle pozitif korelasyon gösteren  $\gamma$ -gliadin 45 proteini, az bir kısmının makarna pişme kalitesiyle negatif korelasyon gösteren  $\gamma$ -gliadin 42 proteini, bazılarının da karışık veya farklı  $\gamma$ -gliadin proteinleri taşıdıkları görülmektedir. Türkiye’de ekim alanı yüksek olan yerel çeşitlerden Sofu hem  $\gamma$ -gliadin 42 hem de  $\gamma$ -gliadin 45 proteinleri içerirken, Yerli Sarı çeşidi  $\gamma$ -gliadin 42 ve  $\gamma$ -gliadin 45 proteinleri içermemektedir (Çizelge 4.1). Yerel çeşitler  $\gamma$ -gliadin 45 proteini için geliştirilen spesifik DNA markörleri (STS, GAG5 ve GAG6) kullanılarak da taranmış (Eserkaya ve ark., yayımlanmamış data) ve bu çalışmadaki A-PAGE taramalarıyla benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Makarna pişme kalitesinde asıl belirleyici olan ve  $\gamma$ -gliadin 42 ve  $\gamma$ -gliadin 45 proteinleriyle sırasıyla aynı gen bölgesi tarafından kodlananan LMW-1 ve LMW-2 glutenin proteinlerine ait tarama sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Yerel çeşitlerin LMW glutenin desenleri genellikle  $\gamma$ -gliadin protein tipleriyle (Çizelge 4.1) paralellik göstermektedir. Diğer bir ifadeyle,  $\gamma$ -gliadin 42 proteini taşıyan buğdaylar LMW-1 glutenin desenine,  $\gamma$ -gliadin 45 taşıyan buğdaylar ise LMW-2 desenine sahiptirler.

Buğday gluten proteinlerinin vizkoelastik ve kohezif özellikleri (gluten kuvveti), buğdayın genetik yapısına bağlı olarak değişmektedir (Payne ve ark., 1982; Bushuk, 1998; Clarke ve ark., 1998; Porceddu ve ark., 1998; Troccoli ve ark., 2000; Veraverbeke ve Delcour, 2002). Kaliteli ürün elde edebilmek için gluten proteinlerinin vizkoelastik ve kohezif özellikleri optimum düzeyde olmalıdır. Optimum gluten özellikleri ise ekmek, makarna ve bisküvi gibi farklı buğday ürünlerine göre değişmektedir (Hoseney, 1994). Makarnalık buğdayların içerdikleri  $\gamma$ -gliadin 45 ve LMW-2 glutenin proteinleri ile optimum gluten kuvveti ve yüksek makarna pişme kalitesi arasındaki pozitif ilişkiler bilinmektedir (Feillet ve ark., 1989; Kovacs ve ark., 1995; Troccoli ve ark., 2000). Bu nedenle makarnalık buğday ıslahında  $\gamma$ -gliadin 45 ve LMW-2 glutenin proteinleri taşıyan çeşitler seçilmektedir. Yerel çeşitlerimizden çoğunluğunun bu proteinlere sahip olması, makarna hammaddesi ve ıslah materyali olarak potansiyellerine işaret etmektedir.

Çizelge 4.1. Yerel durum buğdayı çeşitlerinin  $\gamma$ -gliadin proteinleri

Çeşit Adı	$\gamma$ -Gliadin Tipi				
	1. Tane	2. Tane	3. Tane	4. Tane	5. Tane
Sofu	$\pm^a$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
Akbaşak	$-^b$	-	-	-	-
Sarıçam	-	-	-	-	-
Bağacak	-	-	$+^c$	-	+
Beyaziye	$F^d$	-	+	+	+
İskenderiye	+	+	+	+	+
Menceki	+	+	+	+	+
Sorgül	-	+	+	+	+
Karakılçık	+	+	+	+	+
Hevidi	+	+	+	+	+
Mısırı	-	-	-	-	+
Mersiniye	F	F	F	F	F
Beyaz Buğday	+	+	+	+	+
Yerli Sarı	F	F	F	F	F
Kara Başak	+	+	+	+	+
Sarı Başak	+	+	+	+	+
Üveyik	$\pm$	F	F	F	F
Sarı Buğday	+	+	+	+	+
Vatan	+	+	+	+	+
Meram	+	+	+	+	+
Altın	+	+	+	+	+
Durnadili	-	-	-	-	-
Ağ Buğdayı	-	-	-	-	-
Bintepe	-	-	-	-	+
Havrani	+	+	+	+	+
Devediş	+	-	+	+	+
Çalıbasan	+	+	+	+	+
Haci Halil	+	-	+	-	-
Akçakale	+	+	+	+	+
<i>Kyle</i> <sup>e</sup>	+	+	+	+	+

<sup>a</sup> $\gamma$ -Gliadin 42 ve  $\gamma$ -Gliadin 45; <sup>b</sup> $\gamma$ -Gliadin 42; <sup>c</sup> $\gamma$ -Gliadin 45; <sup>d</sup>Farklı; <sup>e</sup>Tescilli çeşit.

Çizelge 4.2. Yerel durum buğdayı çeşitlerinin LMW glutenin desenleri

Çeşit Adı	LMW Glutenin Deseni				
	1. Tane	2. Tane	3. Tane	4. Tane	5. Tane
Sofu	± <sup>a</sup>	±	±	±	±
Akbaşak	- <sup>b</sup>	-	-	-	-
Sarıçam	-	-	-	-	-
Bağacak	+ <sup>c</sup>	-	+	-	+
Beyaziye	+	-	+	-	-
İskenderiye	+	+	+	+	+
Menceki	+	+	+	+	+
Sorgül	+	+	+	+	+
Karakılçık	+	+	+	+	-
Hevidi	+	+	+	+	+
Mısıri	-	-	-	-	-
Mersiniye	F <sup>d</sup>	F	F	F	F
Beyaz Buğday	+	+	+	+	+
Yerli Sarı	F	F	F	F	F
Kara Başak	+	+	+	+	+
Sarı Başak	+	+	+	+	+
Üveyik	±	F	F	F	F
Sarı Buğday	+	+	+	+	+
Vatan	+	+	+	+	+
Meram	+	+	+	+	+
Altın	+	+	+	+	+
Durnadili	-	-	-	-	-
Ağ Buğdayı	-	-	-	-	-
Bintepe	-	-	-	-	-
Havrani	+	+	+	+	+
Devediş	+	-	+	+	+
Çalıbasan	+	+	+	+	+
Haci Halil	+	-	+	-	-
Akçakale	+	+	+	+	+
Kyle <sup>e</sup>	+	+	+	+	+

<sup>a</sup>LMW-1 ve LMW-2; <sup>b</sup>LMW-1; <sup>c</sup>LMW-2; <sup>d</sup>Farklı; <sup>e</sup>Tescilli çeşit.

#### 4.2. Buğdayların Protein Miktar ve Özellikleri

Buğdayın protein içeriği ve özellikleri makarna pişme kalitesinde belirleyici bir role sahiptir (Feillet ve ark., 1989; Bushuk, 1998; Troccoli ve ark., 2000). Kaliteli makarna üretimi için buğdayın kuru maddede en az %13 (%14 nem esasına göre %11 civarında) protein içermesi gerekmektedir (Özkaya ve Özkaya, 1993; Hosoney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995; Boyacıoğlu ve Tülbek, 2002). Bu çalışmada yer alan durum buğdaylarının %14 nem esasına göre %7,4-15,7 arasında değişen oranlarda protein içerdiği ve genotip ortalamasının %12,4 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Sarı Buğday, Menceki ve Beyaz Buğday çeşitleri hariç diğer çeşitlerin protein içerikleri makarna üretimi için yeterli düzeydedir. Türkiye’de yetiştirilen makarnalık buğday çeşit ve hatlarının protein içerikleri kuru madde bazında %12,8-13,8 (Genç ve ark., 1993), %10,9-12,3 (Sözen ve Yağdı, 2005) ve %12,5-13,8 (Yüksel, 2009) aralıklarında bulunmuştur. Buğdayların protein içerikleri hem genetik hem de yetiştirme şartlarından etkilenmekle birlikte yetiştirme şartlarının etkisi daha baskındır (Atlı ve ark., 1993; Nachit ve ark., 1995; Bushuk, 1998; Troccoli ve ark., 2000; Kılıç ve Yağbasanlar, 2003; Sözen ve Yağdı, 2005; Yüksel, 2009). Bu çalışmadaki yerel buğday çeşitleri aynı çevrede yetiştirildiği için protein içeriklerindeki farklılıkların daha çok genetik kaynaklı olduğu söylenebilir. Çalibasan, Havrani, Üveyik, Ağ Buğdayı ve Beyaziye yerel çeşitleri yüksek protein içerikleriyle öne çıkan çeşitlerdir.

Makarnalık buğdayların protein özellikleri ve makarna pişme kalitelerinin tahmininde gliadin ve glutenin elektroforezlerinin yanında sedimentasyon ve gluten indeksi testleri de yaygın olarak kullanılmaktadır (Porceddu ve ark., 1998; Ammar ve ark., 2000; Pena, 2000; Marchylo ve ark., 2001; Sissons ve ark., 2005; Cubadda ve ark., 2007; Edwards ve ark., 2007; Yüksel, 2009). Yerel çeşitlerin sedimentasyon ve gluten indeksleri sırasıyla Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’de sunulmuştur. Buğdayların sedimentasyon hacimleri 20,5-50,5 mL arasında değişmiş ve ortalama 26,3 mL bulunmuştur. Sedimentasyon hacmi, hem protein miktarı hem de protein kalitesine bağlı olarak değiştiği için buğdayların sedimentasyon hacimleri protein içeriklerine bölünerek protein kalitelerini daha iyi yansıtan spesifik sedimentasyon hacimleri hesaplanmaktadır (Cubadda ve ark., 2007; Yüksel, 2009). Çeşitlerin spesifik sedimentasyon hacimleri 1,46-3,33 mL arasında değişmiş ve ortalama 2,15 mL olarak hesaplanmıştır. Yüksel



(2009), farklı bölgelerde iki yıl süreyle yetiştirilen 25 durum buğdayı genotipinin sedimentasyon hacimlerini 17,3-28,7 mL (ort. 22,5 mL), spesifik sedimentasyon hacimlerini ise 1,60-2,52 mL (ort. 1,99 mL) aralığında bulmuştur. Impiglia ve ark. (1995), bazı makarnalık buğday genotiplerinin sedimentasyon hacimlerinin 18,2-38,5 mL, spesifik sedimentasyon hacimlerinin ise 1,39-2,98 mL arasında değiştiğini tespit etmiştir. Bursa koşullarında yetiştirilen bazı makarnalık buğday ıslah hatlarının sedimentasyon hacimleri ise 19,5-31,3 mL arasında değişim göstermiştir (Sözen ve Yağdı, 2005).

Bu çalışmada yer alan yerel buğdaylardan Üveyik, Akçakale, Çalibasın, Havrani ve Vatan çeşitlerinin sedimentasyon hacimleri; Üveyik, Sarı Buğday, Akçakale, Beyaz Buğday ve Menceki çeşitlerinin ise spesifik sedimentasyon hacimleri oldukça yüksektir. Özellikle Üveyik çeşidi yüksek sedimentasyon hacmi ile öne çıkmaktadır. Üveyik çeşidi diğer çeşitlerden farklı olarak öğütüldüğünde irmik yerine büyük oranda una dönüşmüştür. Öğütülmüş Üveyik buğdayının partikül boyutundaki farklılık nedeniyle sözkonusu ekstrem değerler elde edilmiş olabilir. Bu nedenle Üveyik çeşidinin tane sertlik durumu ve öğütme davranışı daha detaylı araştırılmalıdır. Yerel çeşitlerden bazılarının (Üveyik, Akçakale, Beyaz Buğday, Vatan ve Havrani) yüksek makarnalık kalitesiyle bilinen Kanada orijinli Kyle çeşidinden (Dexter, 2008) daha yüksek veya benzer sedimentasyon değerlerine sahip olması oldukça önemlidir (Çizelge 4.3).

Spesifik sedimentasyon testi gibi gluten indeksi testi de buğdayların protein kaliteleri hakkında bilgi vermektedir (Cubadda ve ark., 2007; Edwards ve ark., 2007; Yüksel, 2009). Yerel çeşitlerin gluten indekslerinin 17,9-96,1 arasında değiştiği ve ortalama 44,1 olduğu Çizelge 4.4'de görülmektedir. Akçakale, Sarı Buğday, Bağacak, Karakılçık ve Menceki çeşitleri gluten indeksleri bakımından Kyle çeşidi ile mukayese edilebilir niteliktedir. Çizelge 4.4'de ayrıca çeşitlerin yaş ve kuru gluten içerikleri de verilmiştir. Bu değerler makarnalık buğdayların protein kalitelerinin tahmininde yetersiz kaldığından fazla kullanılmamaktadır. Zira buğdayların yaş ve kuru gluten içerikleri buğdayların protein miktar ve özelliklerinin yanında hemiselüloz içerikleri ve nişastanın glutomatik sisteminde gluten matriksinden yıkanabilme derecesine göre de varyasyonlar göstermektedir (Yüksel, 2009).

Çizelge 4.3. Yerel durum buğdayı çeşitlerinin protein içerikleri ve sedimentasyon hacimleri<sup>a</sup>

Çeşit Adı	Protein İçeriği (%)	Sedimentasyon Hacmi (mL)	Spesifik Sedimentasyon Hacmi (mL)
Sofu	12,7 <i>c-g</i>	25,5 <i>a-d</i>	2,01 <i>c-f</i>
Bağacak	11,8 <i>cde</i>	20,5 <i>a</i>	1,74 <i>abc</i>
Beyaziye	14,9 <i>hu</i>	21,8 <i>ab</i>	1,46 <i>ab</i>
İskenderiye	11,0 <i>bc</i>	20,5 <i>a</i>	1,86 <i>a-d</i>
Menceki	9,6 <i>b</i>	22,5 <i>abc</i>	2,36 <i>ef</i>
Sorgül	11,3 <i>bcd</i>	21,3 <i>ab</i>	1,88 <i>a-d</i>
Karakılçık	13,7 <i>e-h</i>	21,5 <i>ab</i>	1,58 <i>abc</i>
Beyaz Buğday	10,7 <i>bc</i>	26,0 <i>bcd</i>	2,43 <i>f</i>
Yerli Sarı	11,0 <i>bc</i>	- <sup>b</sup> -	- -
Üveyik	15,2 <i>hu</i>	50,5 <i>ı</i>	3,33 <i>g</i>
Sarı Buğday	7,4 <i>a</i>	24,0 <i>abc</i>	3,24 <i>g</i>
Vatan	14,0 <i>fgh</i>	30,0 <i>def</i>	2,14 <i>def</i>
Altın	12,3 <i>c-f</i>	- -	- -
Ağ Buğdayı	15,0 <i>ghı</i>	27,2 <i>c-f</i>	1,85 <i>a-d</i>
Bintepe	11,4 <i>bcd</i>	21,3 <i>ab</i>	1,87 <i>a-d</i>
Havrani	15,7 <i>ı</i>	31,8 <i>ef</i>	2,02 <i>b-f</i>
Çalıbasan	16,8 <i>ı</i>	32,8 <i>f</i>	1,95 <i>b-e</i>
Hacı Halil	14,1 <i>e-h</i>	21,3 <i>ab</i>	1,51 <i>ab</i>
Akçakale	12,5 <i>d-h</i>	38,0 <i>g</i>	3,04 <i>g</i>
Kyle <sup>c</sup>	12,6 <i>c-f</i>	27,3 <i>cde</i>	2,17 <i>def</i>
<i>Değişim Aralığı</i>	<i>7,4 - 15,7</i>	<i>20,5 - 50,5</i>	<i>1,46 - 3,33</i>
<i>Ortalama</i>	<i>12,4</i>	<i>26,3</i>	<i>2,15</i>

<sup>a</sup>Değerler %14 nem esasına göre olup, aynı sütunda değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir (P<0,01); <sup>b</sup>Örnek yetersizliği nedeniyle ölçüm yapılamamıştır; <sup>c</sup>Tescilli çeşit.

Çizelge 4.4. Yerel durum buğdayı çeşitlerinin yaş ve kuru gluten içerikleri ve gluten indeksleri<sup>a</sup>

Çeşit Adı	Yaş Gluten İçeriği (%)	Kuru Gluten İçeriği (%)	Yaş/Kuru Gluten Oranı	Gluten İndeksi
Sofu	- <sup>b</sup> -	- -	- -	- -
Bağacak	33,5 <i>ab</i>	11,6 <i>ab</i>	2,87 <i>bc</i>	61,3 <i>bcd</i>
Beyaziye	34,6 <i>ab</i>	12,1 <i>ab</i>	2,87 <i>bc</i>	41,8 <i>abc</i>
İskenderiye	36,5 <i>ab</i>	13,0 <i>ab</i>	2,81 <i>ab</i>	38,3 <i>abc</i>
Menceki	36,1 <i>ab</i>	12,5 <i>ab</i>	2,90 <i>bc</i>	51,1 <i>abc</i>
Sorgül	36,6 <i>ab</i>	12,8 <i>ab</i>	2,87 <i>bc</i>	50,5 <i>abc</i>
Karakılçık	33,5 <i>ab</i>	11,5 <i>ab</i>	2,93 <i>c</i>	54,9 <i>abc</i>
Beyaz Buğday	35,2 <i>ab</i>	12,3 <i>ab</i>	2,87 <i>bc</i>	21,1 <i>a</i>
Yerli Sarı	- -	- -	- -	- -
Üveyik	37,1 <i>b</i>	12,7 <i>ab</i>	2,92 <i>c</i>	17,9 <i>a</i>
Sarı Buğday	34,1 <i>ab</i>	11,8 <i>ab</i>	2,87 <i>bc</i>	72,2 <i>cd</i>
Vatan	- -	- -	- -	- -
Altın	- -	- -	- -	- -
Ağ Buğdayı	41,3 <i>b</i>	14,1 <i>b</i>	2,92 <i>c</i>	32,0 <i>ab</i>
Bintepe	33,7 <i>ab</i>	11,9 <i>ab</i>	2,83 <i>ab</i>	26,2 <i>ab</i>
Havrani	42,0 <i>b</i>	14,4 <i>b</i>	2,91 <i>bc</i>	44,2 <i>abc</i>
Çalıbasan	39,0 <i>b</i>	13,4 <i>b</i>	2,92 <i>bc</i>	40,9 <i>abc</i>
Hacı Halil	42,5 <i>b</i>	14,8 <i>b</i>	2,87 <i>bc</i>	47,2 <i>abc</i>
Akçakale	26,1 <i>a</i>	9,5 <i>a</i>	2,76 <i>a</i>	96,1 <i>d</i>
Kyle <sup>c</sup>	35,4 <i>ab</i>	12,1 <i>ab</i>	2,92 <i>c</i>	65,0 <i>bcd</i>
<i>Değişim Aralığı</i>	<i>26,1 - 42,5</i>	<i>9,5 - 14,8</i>	<i>2,76 - 2,93</i>	<i>17,9 - 96,1</i>
<i>Ortalama</i>	<i>34,2</i>	<i>11,13</i>	<i>2,88</i>	<i>44,1</i>

<sup>a</sup>Değerler %14 nem esasına göre olup, aynı sütunda değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05); <sup>b</sup>Ömek yetersizliği nedeniyle ölçüm yapılamamıştır; <sup>c</sup>Tescilli çeşit.

Çalışmada yer alan buğdaylar makarna pişme kalitelerinde önemli olan  $\gamma$ -gliadin 45 ve LMW-2 glutenin proteinleri, protein içerikleri ve sedimentasyon hacmi ve gluten indeksi gibi kalite göstergeleri bakımından birlikte değerlendirildiğinde; Çalıbasan, Akçakale, Havrani ve Sarı Buğday yerel çeşitlerinin makarnalık potansiyelleri yüksek görünmektedir.

### 4.3. Buğdayların Pigment İçerikleri ve Oksidatif Enzim Aktiviteleri

Makarna kalitesinde önemli kriterlerden olan parlak sarı renk; makarna üretiminde kullanılan buğdayın sarı renkli pigment içeriği ve LOX, PPO ve POD gibi oksidatif enzimlerinin aktivitelerine bağlı olarak değişmektedir (Fortmann ve Joiner, 1978; Kruger ve Reed, 1988; Troccoli ve ark., 2000; Coşkun, 2001; Aalami ve ark., 2007).

Tokat şartlarında yetiştirilen yerel çeşitlerin pigment içerikleri ve oksidatif enzim aktiviteleri Çizelge 4.5’de sunulmuştur. Buğdayların sarı renkli pigment içerikleri 3,64-6,63 mg/kg arasında değişmiş ve ortalama 5,41 mg/kg bulunmuştur. Durum buğdaylarının pigment içeriklerinin genellikle 4-8 mg/kg arasında değiştiği bildirilmektedir (Köksel ve ark., 2000; Troccoli ve ark., 2000). Türkiye’nin farklı ekolojik bölgelerinde (Tokat, Sivas ve Diyarbakır) iki yıl süreyle yetiştirilen 25 durum buğdayı genotipinin pigment içerikleri 3,67-8,31 mg/kg (ort. 5,64 mg/kg) arasında bulunmuştur (Yüksel, 2009). Yerel buğdaylardan Altın, Havrani, Hacı Halil, Sorgül, Menceki, Yerli Sarı ve Vatan pigment içerikleri bakımından (yaklaşık 6 mg/kg) iyi düzeyde olan genotiplerdir.

Sarı renkli pigmentlerin makarna üretimi sırasında oksidatif olarak parçalanmalarına ve ağarmalarına neden olan LOX enzimlerinin (Borrelli ve ark., 1999; Troccoli ve ark., 2000; Aalami ve ark., 2007) aktiviteleri yerel buğdaylarda 18,1-41,0 EU/g arasında değişmiş ve ortalama 27,2 EU/g bulunmuştur (Çizelge 4.5). Makarna üretimi sırasında özellikle fenolik maddelerin oksidasyonu yoluyla ürünün kararmasının neden olan PPO ve POD enzimlerinin (Kobrehel ve ark., 1974; Taha ve Sagi, 1987; Iori ve ark., 1995; Fraignier ve ark., 2000; Rani ve ark., Aalami ve ark., 2007) yerel çeşitlerdeki aktiviteleri ise sırasıyla 7,5-16,2 EU/g (ort. 9,7 EU/g) ve 64,6-145,6 EU/g (ort. 109,5 EU/g) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.5).

Makarnalık buğdayların sarı pigment içeriklerinin yüksek olmasının yanında LOX, PPO ve POD aktivitelerinin düşük olması istenen bir durumdur (Aalami ve ark., 2007). Yerel çeşitlerden Vatan, Yerli Sarı, Hacı Halil, Havrani ve Beyaz Buğday oksidatif enzim aktiviteleri düşük olan çeşitlerdir. Durum buğdaylarında yapılan çalışmalarda (Coşkun, 2001; Aalami ve ark., 2007; Yüksel, 2009), genotiplerin gerek pigment içerikleri

gerekse oksidatif enzim aktiviteleri bakımından önemli varyasyonlar gösterdiği saptanmıştır. Pigment içerikleri ve oksidatif enzim aktiviteleri birlikte değerlendirildiğinde (Çizelge 4.5), yerel çeşitlerden Yerli Sarı, Hacı Halil ve Havrani sarı renkli makarna üretim potansiyeli en yüksek olan genotiplerdir.

Çizelge 4.5. Yerel durum buğdayı çeşitlerinin pigment içerikleri ve oksidatif enzim aktiviteleri<sup>a</sup>

Çeşit Adı	Pigment İçeriği (mg/kg)	Lipoksijenaz (LOX) Aktivitesi (EU/g) <sup>b</sup>	Polifenol Oksidaz (PPO) Aktivitesi (EU/g)	Peroksidaz (POD) Aktivitesi (EU/g)
Sofu	4,98 <i>c</i>	30,4 <i>fg</i>	8,6 <i>abc</i>	138,6 <i>fgh</i>
Bağacak	5,27 <i>def</i>	28,2 <i>ef</i>	9,7 <i>b-e</i>	110,4 <i>c-g</i>
Beyaziye	5,11 <i>cd</i>	25,3 <i>de</i>	9,2 <i>b-e</i>	114,3 <i>c-h</i>
İskenderiye	5,45 <i>fg</i>	33,1 <i>g</i>	12,8 <i>g</i>	133,4 <i>fgh</i>
Menceki	5,93 <i>h</i>	23,7 <i>bcd</i>	9,0 <i>bcd</i>	145,6 <i>h</i>
Sorgül	5,98 <i>hu</i>	24,2 <i>bcd</i>	10,3 <i>ef</i>	107,1 <i>c-f</i>
Karakılçık	5,39 <i>ef</i>	30,2 <i>fg</i>	11,3 <i>f</i>	117,8 <i>d-h</i>
Beyaz buğday	3,67 <i>a</i>	22,2 <i>bc</i>	7,5 <i>a</i>	64,6 <i>a</i>
Yerli Sarı	5,97 <i>hu</i>	21,2 <i>b</i>	9,6 <i>b-e</i>	74,2 <i>ab</i>
Üveyik	3,64 <i>a</i>	41,0 <i>ı</i>	16,2 <i>h</i>	140,8 <i>gh</i>
Sarı buğday	5,10 <i>cd</i>	33,0 <i>g</i>	9,0 <i>bcd</i>	108,9 <i>c-f</i>
Vatan	5,92 <i>h</i>	18,1 <i>a</i>	7,5 <i>a</i>	99,1 <i>b-e</i>
Altın	6,63 <i>j</i>	31,7 <i>g</i>	9,6 <i>b-e</i>	140,5 <i>gh</i>
Ağ buğdayı	5,18 <i>cde</i>	37,4 <i>h</i>	8,6 <i>abc</i>	130,1 <i>e-h</i>
Bintepe	5,17 <i>cde</i>	31,4 <i>g</i>	9,8 <i>cde</i>	112,1 <i>c-g</i>
Havrani	6,18 <i>ı</i>	27,7 <i>ef</i>	8,5 <i>ab</i>	88,8 <i>a-d</i>
Çalıbasan	5,64 <i>g</i>	30,5 <i>fg</i>	11,5 <i>f</i>	128,5 <i>e-h</i>
Hacı Halil	6,06 <i>hu</i>	24,4 <i>cd</i>	8,5 <i>abc</i>	114,4 <i>c-h</i>
Akçakale	4,07 <i>b</i>	23,5 <i>bcd</i>	10,2 <i>def</i>	85,4 <i>abc</i>
Kyle <sup>c</sup>	5,89 <i>h</i>	25,7 <i>de</i>	9,7 <i>b-e</i>	75,1 <i>ab</i>
<i>Değişim Aralığı</i>	<i>3,64 - 6,63</i>	<i>18,1 - 41,0</i>	<i>7,5 - 16,2</i>	<i>64,6 - 145,6</i>
<i>Ortalama</i>	<i>5,41</i>	<i>27,2</i>	<i>9,7</i>	<i>109,5</i>

<sup>a</sup>Değerler %14 nem esasına göre olup, aynı sütunda değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05); <sup>b</sup>Enzim ünitesi; <sup>c</sup>Tescilli çeşit.

#### 4.4. Buğdayların Fiziksel Özellikleri

Tane boyutu, sertliği ve camsılığı buğdayın uygun olduğu son ürünü tayin eden fiziksel özelliklerdendir. Buğdayda tane boyutuna paralel olarak endosperm-kabuk oranı arttığı için un veya irmik verimi yükselmektedir. Tane sertliği ve camsılığı ise irmik verimi ve parlaklığı açısından önemlidir. Kaliteli makarnalık buğdayın sağlıklı, iri ve dolgun taneli, oldukça sert yapılı ve camsı görünümlü olması istenmektedir (Atlı ve ark., 1993; Hosoney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995; Bushuk, 1998; Coşkun, 2001; Morris, 2004; Dziki ve Laskowski, 2005).

Tokat şartlarında yetiştirilen yerel durum buğdayı çeşitlerinin tane boyutları (bin tane ağırlıkları) ve camsılık oranları Çizelge 4.6'da sunulmuştur. Çeşitlerin bin tane ağırlıkları 34,3-55,4 g (ort. 46,4 g), camsılık oranları ise %94,9-99,4 (ort. %98) arasında değişim göstermiştir. Bu veriler yerel makarnalık buğday çeşitlerinin gerek tane boyutları gerekse camsılık oranları bakımından irmik/makarna üretimi için yeterli düzeyde (Hosoney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995; Bushuk, 1998) olduklarını göstermektedir.

Çizelge 4.6. Yerel durum buğdayı çeşitlerinin önemli fiziksel özellikleri

Çeşit Adı	Bin Tane Ağırlığı <sup>a</sup> (g)	Camsılık Oranı (%)
Sofu	54,2 <i>ef</i>	97,7 <i>b-e</i>
Bağacak	52,1 <i>de</i>	96,6 <i>b</i>
Beyaziye	47,7 <i>c</i>	98,5 <i>cde</i>
İskenderiye	49,9 <i>cd</i>	98,2 <i>b-e</i>
Menceki	48,3 <i>c</i>	97,3 <i>bc</i>
Sorgül	53,4 <i>ef</i>	99,2 <i>de</i>
Karakılçık	42,3 <i>b</i>	99,2 <i>de</i>
Beyaz Buğday	55,4 <i>ef</i>	97,0 <i>bc</i>
Yerli Sarı	54,0 <i>ef</i>	99,4 <i>e</i>
Üveyik	42,1 <i>b</i>	98,3 <i>cde</i>
Sarı Buğday	55,0 <i>ef</i>	98,6 <i>cde</i>
Vatan	43,1 <i>b</i>	96,9 <i>b</i>
Altın	34,3 <i>a</i>	94,9 <i>a</i>
Ağ Buğdayı	50,0 <i>cd</i>	98,5 <i>cde</i>
Bintepe	56,2 <i>f</i>	97,4 <i>bc</i>
Havrani	47,9 <i>c</i>	98,0 <i>b-e</i>
Çalıbasan	47,0 <i>c</i>	97,5 <i>bc</i>
Hacı Halil	49,1 <i>cd</i>	96,9 <i>bc</i>
Akçakale	48,0 <i>c</i>	98,5 <i>cde</i>
Kyle <sup>b</sup>	43,4 <i>b</i>	97,6 <i>bcd</i>
<i>Değişim Aralığı</i>	<i>34,3 - 55,4</i>	<i>94,9 - 99,4</i>
<i>Ortalama</i>	<i>46,4</i>	<i>98,0</i>

<sup>a</sup>Değerler %14 nem esasına göre olup, aynı sütunda değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05); <sup>b</sup>Tescilli çeşit.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada Tokat şartlarında yetiştirilen bazı yerel durum buğdayı çeşitlerinin makarnalık kaliteleri hakkında bilgi veren gliadin ve glutenin elektroforezleri, protein miktar ve özellikleri, pigment içerikleri, oksidatif enzim aktiviteleri ve tane fiziksel özellikleri incelenmiştir.

Yerel durum buğdayı çeşitlerinden çoğunluğunun üstün makarna pişme kalitesini gösteren  $\gamma$ -gliadin 45 ve LMW-2 glutenin proteinleri taşıdıkları belirlenmiştir. Çeşitlerin protein içeriklerinin %8,6-18,3 (ort. %14,4; kuru maddede), protein kalitesini yansıtan sedimentasyon hacimlerinin 20,5-50,5 mL (ort. 26,3 mL), spesifik sedimentasyon hacimlerinin 1,46-3,33 mL (ort. 2,15 mL) ve gluten indekslerinin 17,9-96,1 (ort. 44,1) arasında değiştiği saptanmıştır. Yerel buğdaylar, makarna pişme kalitesinde önemli olan  $\gamma$ -gliadin 45 ve LMW-2 glutenin proteinleri, protein içerikleri ve protein kalite göstergeleri bakımından birlikte değerlendirildiğinde; Çalibasın, Akçakale, Havrani ve Sarı Buğday çeşitlerinin makarnalık potansiyelleri yüksek görünmektedir.

Buğdayların sarı renkli pigment içeriklerinin 3,64-6,63 mg/kg (ort. 5,41 mg/kg), LOX aktivitelerinin 18,1-41,0 EU/g (ort. 27,2 EU/g), PPO aktivitelerinin 7,5-16,2 EU/g (ort. 9,7 EU/g) ve POD aktivitelerinin 64,6-145,6 EU/g (ort. 109,5 EU/g) arasında değiştiği belirlenmiştir. Yerel çeşitler pigment içerikleri ve enzim aktiviteleri bakımından birlikte değerlendirildiğinde; Yerli Sarı, Hacı Halil ve Havrani yerel çeşitlerinin makarnalık potansiyelleri yüksek görünmektedir.

Bu araştırma ile elde edilen veriler bir bütün olarak değerlendirildiğinde; yerel durum buğdayı çeşitlerinden bazılarının makarnalık potansiyellerinin oldukça iyi olduğu, bazılarının ise ıslah çalışmalarında gen kaynağı veya anaç olarak kullanılabileceği görülmektedir. Bu bağlamda, diğer yerel çeşitlere göre daha geniş bir ekim alanına sahip olan Yerli Sarı çeşidinin makarnalık kalitesinin iyileştirilmesi yönünde Üniversitemiz bünyesinde markör destekli melezleme çalışmaları yürütülmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

- Aalami, M., Leelavathi, K., and Rao, U.J.S.P., 2007. Spaghetti making potential of Indian durum wheat varieties in relation to their protein, yellow pigment and enzyme contents. *Food Chemistry*, 100, 1243-1248.
- Allard, R.W., and Bradshaw, A.D., 1964. Implications of genotype-environment interaction in applied plant breeding. *Crop Science*, 4, 503-508.
- Ammar, K., Kronstad, W.E., and Morris, C.F., 2000. Breadmaking quality of selected durum wheat genotypes and its relationship with high molecular weight glutenin subunits allelic variation and gluten protein polymeric composition. *Cereal Chemistry*, 77, 230-236.
- Anonim, 2000. AACC Approved Methods (10<sup>th</sup> ed.). American Association of Cereal Chemists International, St. Paul, MN.
- Anonim, 2004. Türkiye Makarna Sektörü. Türkiye Makarna Sanayicileri Derneği, Ankara.
- Anonim, 2006. Agricultural Statistics (FAO). <http://faostat.fao.org>.
- Anonim, 2007. Hububat Raporu - 2007. Toprak Mahsulleri Ofisi, Ankara.
- Anonim, 2008. Bilimsel Yönleriyle Makarna. Türkiye Makarna Sanayicileri Derneği, Ankara.
- Aparicio-Cuesta, M.P., Mateos-Notario, M.P., and Rivas-Gonzalo, J.C., 1992. Sensory evaluations and changes in peroxidase activity during storage of frozen green beans. *Journal of Food Science*, 57, 1129-1131, 1143.
- Atlı, A., Koçak, N., ve Aktan, B., 1993. Ülkemiz çevre koşullarının makarnalık buğday yetiştirmeye uygunluk yönünden değerlendirilmesi. Makarnalık Buğday ve Mamulleri Sempozyumu, 30 Kasım - 03 Aralık 1993, Ankara.
- Barone, R., Briante, R., D'Auria, S., Febbraio, F., Vaccaro, C., DelGiudice, L., Borrelli, G.M., DiFonzo, N., and Nucci, R., 1999. Purification and characterization of lipoxygenase enzyme from durum wheat semolina. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 1924-1931.
- Borrelli, G.M., DeLeonardis, A.M., Fares, C., Platani, C., and DiFonzo, N., 2003. Effects of modified processing conditions on oxidative properties of semolina dough and pasta. *Cereal Chemistry*, 80, 225-231.
- Borrelli, G.M., Troccoli, A., DiFonzo, N., and Fares, C., 1999. Durum wheat lipoxygenase activity and other parameters that affect pasta color. *Cereal Chemistry*, 76, 335-340.
- Boyacıoğlu, M.H., ve Tülbek, M.Ç., 2002. Makarnalık buğday kalitesine bir bakış. Hububat 2002 - Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, 03-04 Ekim 2002, Gaziantep.
- Bushuk, W., 1998. Wheat breeding for end-product use. *Euphytica*, 100, 137-145.

- Bushuk, W., and Zillman, R.R., 1978. Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams. I. Apparatus, method and nomenclature. *Canadian Journal of Plant Science*, 58, 505-515.
- Clarke, J.M., Marchylo, B.A., Kovacs, M.I.P., Noll, J.S., McCaig, T.N., and Howes, N.K., 1998. Breeding durum wheat for pasta quality in Canada. *Wheat: Prospects for Global Improvement*, Eds: Braun, H.-J. ve ark., Kluwer Academic Publishers, New York, 229-236.
- Coseteng, M.Y., and Lee, C.Y., 1987. Changes in apple polyphenol oxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *Journal of Food Science*, 52, 985-989.
- Coşkun, E., 2001. Makarnalık Buğdaylarda Lipoksijenaz Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Coşkun, E., ve Ercan, R., 2003. Makarnalık buğdaylarda lipoksijenaz enzim aktivitesinin belirlenmesi. *Gıda*, 28, 221-226.
- Cubadda, R.E., Carcea, M., Marconi, E., and Trivisonno, M.C., 2007. Influence of protein content on durum wheat gluten strength determined by the SDS sedimentation test and by other methods. *Cereal Foods World*, 52, 273-277.
- D'Ovidio, R., and Macsi, S., 2004. The low-molecular-weight glutenin subunits of wheat gluten. *Journal of Cereal Science*, 39, 321-339.
- Dexter, J.E., 2008. The history of durum wheat breeding in Canada and summaries of recent research at the Canadian Grain Commission on factors associated with durum wheat processing. *Bosphorus 2008 - ICC International Conference*, 24-26 April 2008, Istanbul.
- Durak, F., 1999. Makarnalık Buğdaylarda Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerin Makarna Kalitesine Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., ve Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Dziki, D., and Laskowski, J., 2005. Wheat kernel physical properties and milling process. *Acta Agrophysica*, 6, 59-71.
- Edwards, N.M., Gianibelli, M.C., McCaig, T.N., Clarke, J.M., Ames, N.P., Larroque, O.R., and Dexter, J.E., 2007. Relationships between dough strength, polymeric protein quantity and composition for diverse durum wheat genotypes. *Journal of Cereal Science*, 45, 140-149.
- Edwards, N.M., Mulvaney, S.J., Scanlon, M.G., and Dexter, J.E., 2003. Role of gluten and its components in determining durum semolina dough viscoelastic properties. *Cereal Chemistry*, 80, 755-763.
- Elgün, A., ve Ertugay, Z., 1995. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.

- Eser, V., 1996. Makarnalık Buğdayda (*Triticum durum* Desf.) Bazı Kalite Özelliklerinin ve Gliadin Bant Yapılarının Diallel Analiz Metodu ile Araştırılması (Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya.
- Fares, C., Novembre, G., DiFonzo, N., Galterio, G., and Pogna, N.E., 1997. Relationship between storage protein composition and gluten quality in breeding lines of durum wheat (*Triticum turgidum* spp. *durum*). *Agriculture Mediterranea*, 127, 137-144.
- Feillet, R., Ait-Mouh, O., Kobrehel, K., and Autran, J.-C., 1989. The role of low molecular weight glutenin proteins in the determination of cooking quality of pasta products: An overview. *Cereal Chemistry*, 66, 26-30.
- Feldman, M., and Sears, E.R., 1981. The wild gene resources of wheat. *Scientific American*, 244, 102-112.
- Feng, Y., and McDonald, C.E., 1989. Comparison of flavonoids in bran of four classes of wheat. *Cereal Chemistry*, 66, 516-518.
- Fortmann, K.L., and Joiner, R.R., 1978. Wheat pigments and flour color. *Wheat Chemistry and Technology* (2<sup>nd</sup> ed.), Ed: Pomeranz, Y., American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, 493-523.
- Fraignier, M.P., Michaux-Ferriere, N., and Kobrehel, K., 2000. Distribution of peroxidases in durum wheat (*Triticum durum*). *Cereal Chemistry*, 77, 11-17.
- Genç, İ., Veli, S., Tükel, S.S., Yağbasanlar, T., Bilgin, R., ve Özkan, H., 1993. Makarnalık buğdayda (*Triticum durum*) elektroforetik ve bazı biyokimyasal yöntemlerle kalite özelliklerinin belirlenmesi. Makarnalık Buğday ve Mamulleri Sempozyumu, 30 Kasım - 03 Aralık 1993, Ankara.
- Gianibelli, M.C., Lagudah, E.S., Wrigley, C.W., and MacRitchie, F., 2002. Biochemical and genetic characterization of a monomeric storage protein (T1) with an unusually high molecular weight in *Triticum tauschii*. *Theoretical and Applied Genetics*, 104, 497-504.
- Gianibelli, M.C., Larroque, O.R., MacRitchie F., and Wrigley, C.W., 2001. Biochemical, Genetic, and Molecular Characterization of Wheat Endosperm Proteins (Online Review). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- Göçmen, B., 2001. Genetic Characterization of 150 F6-Inbred Durum Wheat Lines Derived from Kunduru-1149 x Cham-1 Cross Using Molecular Markers and Economically Important Traits (PhD Dissertation). Middle East Technical University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Biology, Ankara.
- Gupta, R.B., Paul, J.G., Cornish, G.B., Palmer, G.A., Bekes, F., and Rathjen, A.J., 1994. Allelic variation at glutenin subunits and gliadin loci, Glu-1, Glu-3 and Gli-1, of common wheats. I. Its additive and interaction effects on dough properties. *Journal of Cereal Science*, 19, 9-17.
- Hart, G., 2001. *Molecular Marker Maps of the Cultivated Wheats and Other Triticum Species* (2<sup>nd</sup> ed). Kluwer Academic, London, UK.

- Hogg, A.C., Sripo, T., Beecher, B., Martin, J.M., and Giroux, M.J., 2004. Wheat puroindolines interact to form friabilin and control wheat grain hardness. *Theoretical and Applied Genetics*, 108, 1089-1097.
- Hoseney, R.C., 1994. *Principles of Cereal Science and Technology* (2<sup>nd</sup> ed.). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- Impiglia, A., Nachit, M.M., Lafiandra, D., and Porceddu, E., 1995. Effect of gliadin and glutenin components on gluten strength in durum wheat. *Durum Wheat Quality in the Mediterranean Region*, Eds: DiFonzo, N. et al., CIHEAM-IAMZ (No. 22), Zaragoza, Spain, 167-172.
- Iori, R., Cavalieri, B., and Palmieri, S., 1995. Cathodic peroxidases of durum wheat flour. *Cereal Chemistry*, 72, 176-181.
- Khan, K., Hamada, A.S., and Patek, J., 1985. Polyacrylamide gel electrophoresis for wheat variety identification: Effect of variables on gel properties. *Cereal Chemistry*, 62, 310-313.
- Kılıç, H., ve Yağbasanlar, T., 2003. Güneydoğu Anadolu bölgesi koşullarında makarnalık buğday (*Triticum turgidum ssp. durum*) çeşitlerinin bazı kalite özelliklerinin çevre x genotip etkileşimleri üzerinde araştırmalar. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim 2003, Diyarbakır.
- Kobrehel, K., Laignelet, B., and Feillet, P., 1974. Study of some factors of macaroni brownness. *Cereal Chemistry*, 51, 675-684.
- Kovacs M.I.P., Howes N.K., Leslie D., and Zawistowski, J., 1995. Effect of two low molecular weight glutenin subunits on durum wheat pasta quality parameters. *Cereal Chemistry*, 72, 85-87.
- Kovacs, M.I.P., Dahlke, G., and Noll, J.S., 1994. Gluten viscoelasticity. Its usefulness in the Canadian durum wheat breeding program. *Journal of Cereal Science*, 19, 251-257.
- Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Başman, A., ve Karacan, H., 2000. *Hububat Laboratuvarı El Kitabı*. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Ankara.
- Kruger, J.E., and Reed, G., 1988. Enzymes and color. *Wheat: Chemistry and Technology* (3<sup>rd</sup> ed., Vol. I), Ed: Pomeranz, Y., American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, 441-500.
- Lafiandra, D., Kasarda, D.D., and Morris, R., 1984. Chromosomal assignment of gene coding for the wheat gliadin protein components of the cultivar Cheyenne and Chinese Spring by two dimensional electrophoresis. *Theoretical and Applied Genetics*, 68, 531-539.
- Laignelet, B., 1983. Lipids in pasta and pasta processing. *Lipids in Cereal Technology*, Ed: Barnes, Y., Academic Press, London, 269-286.
- Liu, C.Y., Shepherd, K.W., and Rathjen, A.J., 1996. Improvement of durum wheat pastamaking and breadmaking qualities. *Cereal Chemistry*, 73, 155-166.

- Marchylo, B.A., Dexter, J.E., Clarke, F.R., Clarke, J.M., and Preston, K.R., 2001. Relationship among bread-making quality, gluten strength, physical dough properties, and pasta cooking quality for some Canadian durum wheat genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 81:611-620.
- Martin, T.J., Fritz, A., and Shroyer, J.P., 2001. Lakin Hard White Wheat (L-922). Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, Manhattan, KS.
- Masci, S., D'Ovidio, R., Lafiandra, D., and Kasarda, D.D., 2000. A 1B-coded low-molecular-weight glutenin subunit associated with quality in durum wheats shows strong similarity to a subunit present in some bread wheat cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, 100, 396-400.
- Mikulikova, D., 2007. The Effect of friabilin on wheat grain hardness. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 43, 35-43.
- Morris, C.F., 2002. Puroindolines: The molecular genetic basis of wheat grain hardness. *Plant Molecular Biology*, 48, 633-647.
- Morris, S.R., 2004. Grain: Quality attributes. *Encyclopedia of Grain Science*, Eds: Wrigley, C. et al., Elsevier Ltd., Amsterdam, 238-254.
- Nachit, M.M., Baum, M., Impiglia, A., and Ketata, H., 1995. Studies on some grain quality traits in durum wheat grown in Mediterranean environments. *Durum Wheat Quality in the Mediterranean Region*, Eds: DiFonzo, N. et al., CIHEAM-IAMZ (No. 22), Zaragoza, Spain, 181-187.
- Nicolas, J., Autran, M., and Drapron, R., 1982. Purification and some properties of wheat germ lipooxygenase. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 33, 365-369.
- Nieto-Taladriz, M.T., Ruitz, M., Martinez, M.C., Vaz-quez, J.F., and Carrillo, J.M., 1997. Variation and classification of B low-molecular-weight subunit alleles in durum wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 95, 1155-1160.
- Oğuz, A., Akarçay, E., Telaşeli, Ö., ve Sayaslan, A., 2006. Düşük amilozlu, amilozsuz ve yüksek amilozlu buğdayların gelişimleri, özellikleri ve kullanım alanları. *Hububat 2006 - Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*, 07-08 Eylül 2006, Gaziantep.
- Özkaya, H., ve Özkaya, B., 1993. Makarna kalitesinde buğday bileşiminin önemi. *Makarnalık Buğday ve Mamulleri Sempozyumu*, 30 Kasım - 03 Aralık 1993, Ankara.
- Payne, P.I., Holt, L.M., Lawrence, G.J., and Law, C.N., 1982. The genetic of gliadin and glutenin - The major storage proteins of the wheat endosperm. *Plant Foods for Human Nutrition*, 31, 229-241.
- Pekin, F., ve Çakmaklı, Ü., 1987. Bazı Türk ıslah çeşidi buğdayların kimi teknolojik ve renk özellikleri üzerinde araştırma. *Türkiye Tahıl Sempozyumu*, 06-09 Ekim 1987, Bursa.
- Pena, R.J., 2000. Durum wheat for pasta and bread-making: Comparison of methods used in breeding to determine gluten quality-related parameters. *Durum Wheat Improvement in the Mediterranean Region: New Challenges*, Eds: Royo, C. et al., CIHEAM-IAMZ (No. 40), Zaragoza, Spain, 423-430.

- Pogna, N.E., Autran, J.C., Mellini, F., Lafiandra, D., and Feillet, P., 1990. Chromosome 1B-encoded gliadins and glutenin subunits in durum wheat: Genetics and relationship to gluten strength. *Journal of Cereal Science*, 11, 15-34.
- Porceddu, E., Turchetta, T., Masci, S., D'Ovidio, R., Lafiandra, D., Kasarda, D.D., Impiglia, A., and Nachit, M.M., 1998. Variation in endosperm protein composition and technological quality properties in durum wheat. *Euphytica*, 100, 197-205.
- Rani, K.U., Prasada-Rao, U.J.S., Leelavathi, K., and Haridas-Rao, P., 2001. Distribution of enzymes in wheat flour mill streams. *Journal of Cereal Science*, 34, 233-242.
- Samson, M.-F., Mabile, F., Cheret, R., Abecassis, J., and Morel, M.-H., 2005. Mechanical and physicochemical characterization of vitreous and mealy durum wheat endosperm. *Cereal Chemistry*, 82, 81-87.
- Sayaslan, A., 2005. Sağlıklı beslenme açısından gıdaların glisemik indeksi. *Dünya Gıda*, 10, 84-91.
- Sayaslan, A., Seib, P.A., and Chung, O.K., 2005. Wet-milling of flours from red, white, and low-polyphenol oxidase white wheats. *Food Science and Technology International*, 11, 243-249.
- Shiiba, K., Negishik, Y., Okaka, K., and Nagao, S., 1991. Purification and characterization of lipoxygenase isozymes from wheat germ. *Cereal Chemistry*, 68, 115-122.
- Siedow, J.N., 1991. Plant lipoxygenase: Structure and function. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 42, 145-188.
- Singh, N.K., Shepherd, K.W., and Cornish, G.B., 1991. A simplified SDS-PAGE procedure for separating LMW subunits of glutenin. *Journal of Cereal Science*, 14, 203-208.
- Sissons, M., 2004. Pasta. *Encyclopedia of Grain Science*, Eds: Wrigley, C. et al., Elsevier Ltd., Amsterdam, 410-418.
- Sissons, M.J., Ames, N.P., Hare, R.A., and Clarke, J.M., 2005. Relationship between glutenin subunit composition and gluten strength measurements in durum wheat. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 85, 2445-2452.
- Sözen, E., ve Yağdı, K., 2005. Bazı ileri makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.) hatlarının kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19, 69-81.
- Şehirali, S., ve Özgen, M., 1987. Bitkisel Gen Kaynakları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Taha, S.A., and Sagi, F., 1987. Relationship between chemical composition of durum wheat semolina and macaroni quality. II. Ash, carotenoid pigments and oxidative enzymes. *Cereal Research Communications*, 15, 123-129.
- Trocchi, A., Borrelli, G.M., DeVita, P., Fares, C., and DiFonzo, N., 2000. Durum wheat quality: A multidisciplinary concept. *Journal of Cereal Science*, 32, 99-113.

- Tuncer, T., ve Ercan, R., 1999. Makarnalık Buğdaylarda Lipoksigenaz Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi (TÜBİTAK-TOGTAĞ-1711 Nolu Proje Sonuç Raporu). Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Ankara.
- Turnbull K.M., and Rahman S., 2002. Endosperm texture in wheat. *Journal of Cereal Science*, 36, 327-337.
- Vavilov, N.I., 1951. The origin, variation, immunity, and breeding of cultivated plants. *Chronica of Botanica*, 13, 1-366.
- Veraverbeke, W.S., and Delcour, J.A., 2002. Wheat protein composition and properties of wheat glutenin in relation to breadmaking functionality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42, 179-208.
- Whitaker, J.R., and Lee, C.Y., 1995. An overview - Recent advances in chemistry of enzymatic browning. *Enzymatic Browning and Its Prevention*, Eds: Lee, C.Y. and Whitaker, J.R., American Chemical Society, Washington, DC, 2-7.
- Williams, P., 1998. Applications of the Perten SKCS 4100 in flour milling. Association of Operative Millers (AOM) 10. Annual Conference and Exposition, Nairobi, Kenya.
- Yıldırım, A., Sayaslan, A., Kandemir, N., Eserkaya, T., Koyuncu, M., ve Sönmezoğlu, Ö.A., 2008a. Makarnalık kalitesini etkileyen genlerin Türk makarnalık buğday çeşitlerindeki durumu. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 02-05 Haziran 2008, Konya.
- Yıldırım, A., Sayaslan, A., Kandemir, N., Eserkaya, T., Koyuncu, M., and Sönmezoğlu, Ö.A. 2008b. Screening of Turkish durum wheat landraces for gliadins and LMW-glutenins associated with pasta quality. *International Durum Wheat Symposium*, 30 June- 02 July 2008, Bologna, Italy.
- Yüksel, F., 2009. Bazı Makarnalık Buğday İleri İslah Hatlarının Kalite Özellikleri ve Stabilité Yetenekleri (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.
- Zencirci, N., 1995. Türkiye Makarnalık Buğdaylarının Önemli Karakterleri Üzerinde Araştırmalar (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.

## **EKLER**

- EK-1. Asit - Poliakrilamid Jel Elektroforez (A-PAGE) yöntemiyle buğday gliadin proteinlerinin taranması
- EK-2. Sodyum Dodesil Sülfat - Poliakrilamid Jel Elektroforez (SDS-PAGE) yöntemiyle buğday glutenin proteinlerinin taranması



## EK-1. Asit - Poliakrilamid Jel Elektrofrez (A-PAGE) yöntemiyle buğday gliadin proteinlerinin taranması

### A. Gerekli çözeltiler

#### A1. Tampon çözeltisi (5 L 1x alüminyum laktat çözeltisi)

6,25 g alüminyum laktat tartılıp saf su ile 5 L'ye tamamlanmak üzereyken pH laktik asit ile 3,1'e ayarlanır ve 5 L'ye tamamlanır.

#### A2. Ekstrakt seyreltme çözeltisi (%40 sakkaroz ve %0,6 metilen yeşili)

4,0 g sakkaroz ve 0,06 g metilen yeşili tartılarak tampon çözelti (A1) ile hacmi 10 mL'ye tamamlanır.

#### A3. Jel hazırlama çözeltisi

7,0 g akrilamid, 0,3 g bisakrilamid, 0,25 g alüminyum laktat ve 0,05 g L-askorbik asit tartılır; 90 mL saf su (4°C) ilave edildikten sonra pH laktik asit ile 3,1'e ayarlanır ve 100 mL'ye tamamlanır.

#### A4. Demir sülfat ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) çözeltisi (~%1,6)

10 mg  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  625  $\mu\text{L}$  saf su içinde çözündürülür ve 4°C'de muhafaza edilir.

#### A5. Hidrojen peroksit ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) çözeltisi (~%3)

1 mL %35  $\text{H}_2\text{O}_2$  ve 10 mL saf su karıştırılarak hazırlanır.

#### A6. Trikloroasetik asit (TCA) çözeltisi (%12)

240 gr TCA tartılıp saf su ile hacmi 2 L'ye tamamlanır. Bu çözelti hem boyama hem de boya giderme çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılır.

#### A7. Boyama çözeltisi (1 L)

0,4 gr Coomassie Brilliant Blue R-250 boyası 40 mL %95 etil alkolde çözündürülür ve filtre kâğıdında süzülür. Süzütünün üzerine 960 mL %12 TCA çözeltisi (A6) eklenerek iyice karıştırılır ve süzülür.

#### A8. Boya giderme çözeltisi

Boya giderme amacıyla doğrudan %12 TCA çözeltisi (A6) kullanılır.

### B. Örnek hazırlama ve gliadin proteinlerinin ekstraksiyonu

#### B1. Buğday tanesinin ezilmesi

Buğday tanesi külâh yapılmış tartım kâğıdı içine koyularak havanda iyice ezilir ve tartılarak 2 mL hacimli santrifüj tüpüne aktarılır.

## EK-1. devamı

### B2. Gliadin proteinlerinin ekstraksiyonu

Ezilmiş buğday tanesini içeren santrifüj tüpüne (B1) örnek ağırlığının yaklaşık 3 katı %70 etil alkol ilave edildikten sonra iyice vortekslenir ve 30 dk oda sıcaklığında ekstraksiyona bırakılır (10 dk aralıklarla vorteksleme işlemi tekrarlanır). Ekstraksiyonu takiben 12000 dev/dk hızda 10 dk santrifüjlendikten sonra üstte toplanan berrak sıvıdan 20 µL alınarak başka bir santrifüj tüpüne aktarılır ve üzerine 1,3 katı (26 µL) ekstrakt seyreltme çözeltisi (A2) ilave edilerek vortekslenir ve elektroforez sistemine yüklemeye hazır hale getirilmiş olur.

### C. Jel hazırlama, örnek yükleme ve elektroforez işlemleri

#### C1. Jelin hazırlanması, örnek yükleme ve koşturma işlemi

Uygun spacer (1,5 mm) kullanılarak elektroforez jel kalıpları usulüne uygun olarak hazırlanır. Küçük bir behere 50 mL jel hazırlama çözeltisi (A3) aktarılarak üzerine 25 µL  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  çözeltisi (A4) ve 50 µL  $\text{H}_2\text{O}_2$  çözeltisi (A5) ilave edilir. Karışım 1-2 sn manyetik olarak karıştırdıktan sonra şırınga vasıtasıyla dikkatlice jel kalıbına dökülür ve tarak yerleştirilir. Jelleşme tamamlandıktan sonra (~30 dk) kuyucuklar bozulmadan tarak çıkarılır ve kuyucuklar tampon çözeltisi (A1) ile yıkanarak temizlenir. Jel elektroforez sistemine yerleştirildikten sonra sisteminin alt ve üst tankları tampon çözeltisi (A1) ile doldurulur. Ekstrakt seyreltme çözeltisi ilave edilmiş örneklerden (B2) her bir kuyucuğa 10 µL yükleme yapıldıktan sonra elektrotlar takılarak 15°C'de 500 Volt sabit akımda 3-3,5 sa süreyle koşturulur.

#### C2. Jelin boyanması ve görüntülenmesi

Jel, yaklaşık 250 mL boyama çözeltisi (A7) içeren düz bir kap (30 cm x 20 cm) içine aktarılır ve 3-4 sa hafifçe çalkalanarak boyama gerçekleştirilir. Jel, fazla boyanın giderilmesi için saf su içeren bir kaptan 20-30 dk bekletildikten sonra 250 mL boya giderme çözeltisi (A8) içeren bir kaptan bir gece bekletilerek boya giderme işlemi tamamlanır. Boyası giderilen jel uygun bir zemine aktararak dijital kamera ile fotoğraflanır, bilgisayar ortamında işlenir ve isimlendirilir.

EK-2. Sodyum Dodesil Sülfat - Poliakrilamid Jel Elektroforez (SDS-PAGE) yöntemiyle buğday glutenin proteinlerinin taranması

A. Gerekli çözeltiler

A1. A çözeltisi (%50 1-propanol)

250 mL 1-propanol ve 250 mL saf su karıştırılarak hazırlanır.

A2. B çözeltisi

50 mL 1-propanol, 8 mL 1 M Tris-HCl (pH 8,0) ve 42 mL saf su karıştırılarak hazırlanır.

A3. Bx çözeltisi (%4  $\beta$ -merkaptotanol)

9,6 mL B çözeltisi (A2) ve 0,4 mL  $\beta$ -merkaptotanol karıştırılarak hazırlanır.

A4. C çözeltisi

5 mL %10 SDS, 2 mL 1 M Tris-HCl (pH 8,0), 10 g gliserol ve 5 mg bromfenol mavisi alınarak hacmi saf su ile 25 mL'ye tamamlanır.

A5. Bisakrilamid çözeltisi (%2)

2,4 g bisakrilamid tartılıp 100 mL saf su ile karıştırıldıktan sonra su banyosunda (65°C) 10-15 dk ısıtılır. Tekrar karıştırılıp hacmi 120 mL'ye tamamlanır ve filtre kağıdından süzülür (Işık geçirmeyen kapalı bir kapta 4°C'de saklanır).

A6. Tampon çözeltisi (10x 1 L Tris-Glisin-SDS çözeltisi)

30,3 g Tris (Trizma-base), 144 g glisin ve 10 g SDS 900 mL saf içinde karıştırılarak çözündürülür pH derişik HCl ile 8,3'e ayarlandıktan sonra hacmi 1 L'ye tamamlanır.

A7. Alt jel hazırlama tampon çözeltisi / Seperating buffer (3 M Tris-HCl, pH 8,8)

7,27 g Tris tartılır, hacmi saf su ile 20 mL'ye tamamlanmak üzereyken pH derişik HCl ile 8,8'e ayarlanır ve 20 mL'ye tamamlanır.

A8. Üst jel hazırlama tampon çözeltisi / Stacking buffer (0,5 M Tris-HCl, pH 6,8)

0,485 g Tris tartılır, hacmi saf su ile 8 mL'ye tamamlanmak üzereyken pH derişik HCl ile 6,8'e ayarlanır ve 8 mL'ye tamamlanır.

A9. Boyama çözeltisi (1 L)

0,4 gr Coomassie Brilliant Blue R-250 boyası 40 mL %95 etil alkolde çözündürülür ve filtre kâğıdında süzülür. Süzüntünün üzerine 960 mL %12 TCA çözeltisi eklenerek karıştırılır.

## EK-2. devamı

### B. Örnek hazırlama ve glutenin proteinlerinin ekstraksiyonu

#### B1. Buğday tanesinin ezilmesi ve gluteninler dışındaki proteinlerin uzaklaştırılması

Buğday tanesi külah yapılmış tartım kağıdı içine koyularak havanda iyice ezilir ve tartılarak 2 mL hacimli santrifüj tüpüne aktarılır. Üzerine örnek ağırlığının yaklaşık 3 katı %70 etil alkol ilave edildikten sonra iyice vortekslenir ve 30 dk oda sıcaklığında ekstraksiyona bırakılır (10 dk aralıklarla vorteksleme işlemi tekrarlanır). Ekstraksiyonu takiben 12000 dev/dk hızda 10 dk santrifüjlendikten sonra süpernatant dikkatlice sızdırılarak uzaklaştırılır. Pelete yaklaşık 1 mL A çözeltisi (A1) ilave edilerek pelet pipetin ucu ile dağıtılır, vortekslenir ve 65°C'de 30 dk ekstraksiyona bırakılır (10 dk aralıklarla vorteksleme işlemi tekrarlanır). Ekstraksiyondan sonra 10000 x g 'de 1 dk santrifüjlenir ve süpernatant atılır. Pelet bozulmadan üzerine 0,5 mL A çözeltisi (A1) ilave edilerek pelet yüzeyi yıkanır, 10000 x g 'de 5 dk santrifüjlenir ve süpernatant atılır. Tüp peçete üzerine ters çevrilerek kalan sıvı uzaklaştırılır (10 dk).

#### B2. Glutenin proteinlerinin ekstraksiyonu ve indirgenmesi (-S-S- bağlarının kırılması)

Gluteninler dışındaki proteinleri uzaklaştırılan peletin (B1) üzerine başlangıçta tartılan örnek ağırlığının 7 katı kadar Bx çözeltisi (A3) ilave edilir, pelet dağıtılır, vortekslenir, 65°C'de 30 dk ekstrakte edilir (10 dk aralıklarla vorteksleme işlemi tekrarlanır) ve 10000 x g 'de 5 dk santrifüjlenir. Süpernatanttan 100 µL alınarak 100 µL C çözeltisi (A4) ile karıştırılır. Karışım 65°C'de 15 dk ekstrakte edilir, vortekslenir, 10000 x g 'de 2 dk santrifüjlenerek elektroforez sistemine yüklemeye hazır hale getirilmiş olur.

### C. Jel hazırlama, örnek yükleme ve elektroforez işlemleri

#### C1. Alt jelin hazırlanması/ Seperating gel (%10 akrilamid)

Uygun spacer (1,0 mm) kullanılarak elektroforez jel kalıpları usulüne uygun olarak hazırlanır ve tarağın alt ucundan 5 mm altı cam yazar kalem ile işaretlenir. 4,94 g akrilamid, 3,2 mL %2 bisakrilamid çözeltisi (A5) ve 6,5 mL alt jel tampon çözeltisi (A7) karışımının hacmi saf su ile 49,4 mL'ye tamamlanır. Bu çözeltiden küçük bir behere 30 mL aktarılarak üzerine 335 µL %10 SDS çözeltisi, 80 µL %10 amonyum persülfat (APS) çözeltisi ve 34 µL TEMED ilave edilerek köpürtmeden karıştırılır. Şırınga vasıtasıyla jel kalıbına doldurulur. Yüzeyin düzgün olması ve hava ile temasın kesilmesi için birkaç damla n-butanol damlatılır ve jelleşmeye bırakılır (~40 dk). Daha sonra jelin üst yüzeyindeki n-butanol yavaşça saf su ilave edilerek yıkanır ve süzülerek aktılır. Kalan su kurutma kağıdı ile jel bozulmadan uzaklaştırılır.

#### C2. Üst jelin hazırlanması / Stacking jel (%3,7 akrilamid)

0,365 g akrilamid, 0,5 mL %2 bisakrilamid çözeltisi (A5), 2,5 ml üst jel tampon çözeltisi (A8) karışımının hacmi saf su ile 9,9 mL'ye tamamlanır. Küçük bir behere bu çözeltiden 3 mL aktarılarak üzerine 60 µL %10 SDS çözeltisi, 45 µL %10 APS çözeltisi ve 9 µL TEMED ilave edilir ve köpürtmeden karıştırılır. Şırınga vasıtasıyla jel kalıbına (üst sınıra 2-3 mm kalana kadar) doldurulur ve tarak hava kabarcığı kalmayacak şekilde takılır. Jelleşme tamamlandıktan sonra (15-20 dk) tarak çıkarılır ve kuyucuklar saf su ile yıkanır. Jel elektroforez sistemine yerleştirildikten sonra sisteminin alt ve üst tankları saf su ile 10 kat seyreltilmiş tampon çözeltisi (A6) ile doldurulur. Örnekler (B2) her bir kuyucuğa 15 µL yükleme yapıldıktan sonra 15°C'de 40 mA/jel akımda 2 sa 40 dk süreyle koşturulur.

#### C3. Jelin boyanması ve görüntülenmesi

Jel, yaklaşık 250 mL boyama çözeltisi (A7) içeren düz bir kap (30 cm x 20 cm) içine aktarılır ve 3-4 sa hafifçe çalkalanarak boyama gerçekleştirilir. Jel, fazla boyanın giderilmesi için saf su içeren bir kapta 2-3 sa bekletilir. Boyası giderilen jel uygun bir zemine aktarılarak dijital kamera ile fotoğflanır, bilgisayar ortamında işlenir ve isimlendirilir.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Mehmet KOYUNCU  
Doğum Tarihi / Yeri : 12.01.1982 / İstanbul  
Medeni Hali : Bekar  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-mail : [mekoyuncu@gmail.com](mailto:mekoyuncu@gmail.com)

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü	2006
Ön Lisans	Trakya Üniversitesi Tekirdağ Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Bölümü	2002
Lise	Kartal Anadolu İmam Hatip Lisesi	2000

### Yayımlar

- Yıldırım, A., Sayaslan, A., Kandemir, N., **Koyuncu, M.**, Sönmezoğlu, Ö.A., and Eserkaya, T. 2008. Variation in Gliadin Composition of Turkish Durum Wheat Land Races. Proceedings of the 2nd Workshop TritiGen COST Action FA0604 - Triticeae Genomics for the Advancement of Essential European Crops, Albena, Bulgaria, p.45.
- Yıldırım, A., Sayaslan, A., Kandemir, N., Eserkaya, T., **Koyuncu, M.**, and Sönmezoğlu, Ö.A. 2008. Screening of Turkish Durum Wheat Landraces for Gliadins and LMW-Glutelins Associated with Pasta Quality. International Durum Wheat Symposium, Bologna, Italy, p.199.
- Yıldırım, A., Sayaslan, A., Kandemir, N., Eserkaya, T., **Koyuncu, M.**, ve Sönmezoğlu, Ö.A. 2008. Makarnalık Kalitesini Etkileyen Genlerin Türk Makarnalık Buğday Çeşitlerindeki Durumu. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, Konya, s.381-389.