



**TÜRKİYE'DE YETİŞTİRİLEN
BAZI TESCİLLİ DURUM BUĞDAYI ÇEŞİTLERİNİN
MAKARNALIK KALİTE ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ
ÖZGE KARACA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Doç. Dr. Cemal KAYA
Ağustos-2019
Her hakkı saklıdır.**

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TÜRKİYE'DE YETİŞTİRİLEN BAZI TESCİLLİ DURUM BUĞDAYI
ÇEŞİTLERİNİN MAKARNALIK KALİTE ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

ÖZGE KARACA

**TOKAT
Ağustos-2019**

Her hakkı saklıdır.



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

Özge KARACA tarafından hazırlanan “Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Tescilli Durum Buğdayı Çeşitlerinin Makarnalık Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 02/08/2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

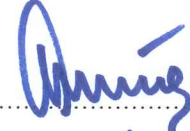
Jüri Üyeleri

İmza

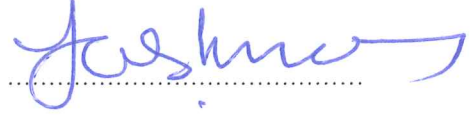
Danışman
Doç. Dr. Cemal KAYA

Üye
Prof. Dr. Mehmet Ali SAKİN
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Yalçın COŞKUNER
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi









Prof. Dr. Çetin CEKİÇ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

02/08/2019

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 içerdiği 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.

Özge KARACA
05/08/2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE’DE YETİŞTİRİLEN BAZI TESCİLLİ DURUM BUĞDAYI ÇEŞİTLERİNİN MAKARNALIK KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

ÖZGE KARACA

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. CEMAL KAYA)

Bu çalışmada, Türkiye’de yetiştirilen bazı tescilli durum buğdayı çeşitlerinin makarnalık kalitelerinde belirleyici fiziksel özellikleri, protein içerikleri ve kaliteleri, pigment içerikleri ve oksidatif enzim aktiviteleri incelenmiştir. Çeşitlerin fiziksel özellikleri makarnalık buğdaylar için istenen makul aralıklarda bulunmuştur. Buğdayların protein içerikleri %11.30-12.80 (ort. %12.1), protein kalitelerini gösteren sedimentasyon değerleri 16.75-32.50 ml, spesifik sedimentasyon değerleri ise 1.36-2.51 ml arasında değişmiştir. Buğdaylar protein içerikleri ve protein kaliteleri (gliadin proteinleri ve sedimentasyon değerleri) bakımından birlikte değerlendirildiğinde; Kunduru-1149, Balcalı-85, Kızıltan-91 ve Selçuklu-97 çeşitlerinin makarnalık potansiyelleri yüksek görünmektedir. Buğdayların sarı renkli pigment içeriklerinin 3.43-8.73 mg/kg, lipoksijenaz (LOX) aktivitelerinin 12.65-35.15 EU/g, polifenoloksidaz (PPO) aktivitelerinin 5.10-11.35 EU/g ve peroksidaz (POD) aktivitelerinin 32.3-139.0 EU/g (ort. 85.98 EU/g) arasında olduğu tespit edilmiştir. Tescilli buğdaylar makarna rengini belirleyen pigment içerikleri ve oksidatif enzim aktiviteleri bakımından birlikte değerlendirildiğinde; Kozmidor çeşidinin potansiyeli yüksek görünmektedir.

2019, 60 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Kalite, Makarnalık Buğday, Çeşit

ABSTRACT

MASTER THESIS

DETERMINATION OF MACARONI-QUALITY PROPERTIES OF SOME REGISTERED DURUM WHEAT VARIETIES GROWN IN TURKEY

ÖZGE KARACA

**TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. CEMAL KAYA)

In this study, pasta-quality criteria of certain registered Turkish durum wheat varieties such as physical properties, protein contents and qualities, pigment contents and oxidative enzyme activities were investigated. Physical properties of the wheats were found within the typical ranges expected of durum wheats. Protein contents of the wheats ranged from 11.30 to 12.80% (Avg %12.1), while the quality indicators of sedimentation value from 16.75 to 32.50 ml and specific sedimentation from 1.36 to 2.51 ml. Among the registered varieties, Kunduru-1149, Balcalı-85, Kızıltan-91 and Selçuklu-97 were determined to be promising cultivars for pasta processing potentials as judged by their protein quantities together with their protein quality indicators (gliadin proteins and sedimentation). Yellow-colored pigment contents of the wheats varied from 3.43 to 8.73 mg/kg, lipoxygenase (LOX) activities from 12.65 to 35.15 EU/g, polyphenol oxidase (PPO) activities from 5.10 to 11.30 EU/g and peroxidase (POD) activities from 32.3 to 139.0 EU/g. Of the registered durum wheat varieties; Kozmidor were found promising for high-quality pasta processing when judged by their higher pigment contents and lower activities of the oxidative enzymes.

2019, 60 pages

KEYWORDS: Quality, Durum Wheat, Variety

ÖNSÖZ

Yüksek lisans çalışmam boyunca her türlü desteği esirgemeyen saygıdeğer danışman hocalarım Doç. Dr. Abdulvahit SAYASLAN'a ve Doç. Dr. Cemal KAYA, tezin değerlendirilmesi ve düzeltilmesinde sundukları değerli katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Mehmet Ali SAKİN ve Sayın Doç. Dr. Yalçın COŞKUNER'e, Balıkesir Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü Kimyasal Analiz Birimi değerli mesai arkadaşlarım Berra TÜRKOL KAYA, M.Veyssel AKTÜRK ve Samet ESEN'e, maddi ve manevi her türlü desteğini hissettiğim annem Gönül TELAŞELİ ve babam Hasan TELAŞELİ'ye, anlatmak için kelimelerin kifayetsiz kaldığı, her zaman yanımda olan sevgili eşim Hasan KARACA'ya ve dünyanın en güzel duygusu anneliğimi yaşattıran kızım Eda Nur ve oğlum Ali Emir KARACA'ya, 107 O 004 numaralı proje kapsamında yaptığı destekten dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Özge KARACA

AĞUSTOS, 2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
2.1. Temel Gıda Maddesi Olarak Buğday ve Makarna Üretimi	4
2.2. Makarnalık Buğdaylarda Tane Fiziksel Özellikleri	8
2.3. Makarnalık Buğdaylarda Protein Miktar ve Özellikleri	17
2.4. Makarnalık Buğdaylarda Pigmentler, Oksidatif Enzimler ve Renk ..	22
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	33
3.1. Materyal.....	33
3.2. Yöntem	33
3.2.1. Örneklerin Öğütülmesi	33
3.2.2. Nem İçeriği	37
3.2.3. Pigment içeriklerinin Belirlenmesi.....	34
3.2.4. Oksidatif Enzimlerin Aktivitelerinin Belirlenmesi	35
3.2.5. Buğday Çeşitlerinin γ -Gliadin (γ -Gliadin 45 / γ -Gliadin 42) Proteinleri Bakımından Taranması	36
3.2.6. Protein içeriği	36
3.2.7. Sedimentasyon ve Spesifik Sedimentasyon Değeri	37
3.2.8. Hektolitire (Test) Ağırlığı.....	37
3.2.9. Bin Tane Ağırlığı.....	37
3.2.10. Camsı, Unsu ve Dönmeli Tane Oranı.....	37
3.3. İstatiksel Değerlendirme	37
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	38
4.1. Buğdayların Fiziksel Özellikleri	38
4.2. Buğdayların Protein Miktar ve Özellikleri	40
4.3. Buğdayların Pigment İçerikleri ve Oksidatif Enzim Aktiviteleri	48
5. SONUÇ	50

6. KAYNAKLAR	51
7. ÖZGEÇMİŞ	59



KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
AACC International	Uluslararası Amerikan Tahıl Kimyacıları Derneği
A-PAGE	Asit-Poliakrilamid Jel Elektroforezi
EU	Enzim Ünitesi
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
HMW	Yüksek Moleküler Ağırlıklı
IGC	International Grains Council
kDa	Kilodalton
LMW	Düşük Molekül Ağırlıklı
LOX	Lipoksijenaz
NIR	Yakın-Kızılötesi
PI	Kabuk Soyma İndeksi
POD	Peroksidaz
PPO	Polifenol Oksidaz
PSI	Partikül Boyut İndeksi
SD	Serbestlik Derecesi
SDS	Sodyum Dodesil Sülfat
SDS-PAGE	Sodyum Dodesil Sülfat-Poliakrilamid Jel Elektroforezi
SKCS	Tek Tane Karakterizasyon Sistemi
TMO	Toprak Mahsulleri Ofisi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
USDA	United states Department of Agriculture

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Tane boyutu ile sertliği arasındaki ilişki.....	10
Şekil 2.2. Yumuşak (A) ve sert (B) buğday endosperm kesitleri	12
Şekil 2.3. Yumuşak (sol) ve sert (sağ) buğday unu partikülleri	12
Şekil 2.4. Yumuşak (sol) ve sert (sağ) buğday unundan üretilen bisküvilerin görüntüsü	14
Şekil 2.5. Sert ve yumuşak buğdayların kullanım alanları	14
Şekil 2.6. Camsı, unsu ve dönmeli buğday endosperm kesitleri	16
Şekil 2.7. Bazı durum buğdayı genotiplerinin SDS-PAGE glutenin elektroforezleri	20
Şekil 2.8. Bazı makarnalık buğdayların SDS-sedimentasyon değerleri	21
Şekil 2.9. Buğdayda bulunan önemli karotenoidler.....	23
Şekil 2.10. Buğdayda bulunan en önemli flavonoid olan tricinin.....	25
Şekil 2.11. Buğday öğütme fraksiyonlarında LOX dağılımı	28
Şekil 2.12. Aynı çevrede yetiştirilen Hindistan durum buğdaylarının LOX aktiviteleri ve pigment içerikleri.....	28
Şekil 2.13. Buğday öğütme fraksiyonlarında PPO dağılımı	30
Şekil 2.14. Aynı çevrede yetiştirilen Hindistan durum buğdaylarının PPO aktiviteleri	31
Şekil 2.15. Buğday öğütme fraksiyonlarında POD dağılımı	32
Şekil 2.16. Aynı çevrede yetiştirilen Hindistan durum buğdaylarının POD aktiviteleri	32
Şekil 4.1. Harran-95 ve Altıntaş-95 çeşitlerinin A-PAGE Elektroforezleri	44
Şekil 4.2. Quashar çeşidi A-PAGE Elektroforezi.....	45

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. TÜİK, USDA ve IGC verilerine göre Türkiye buğday üretimi (milyon ton).....	4
Çizelge 2.2. Bölgelere göre Türkiye buğday üretim miktarı ve üretimdeki payları	5
Çizelge 2.3. Türkiye'nin buğday (durum buğdayı dahil) ithalat ve ihracat miktarları	6
Çizelge 2.4. Dünya durum buğdayı ithalatı ve başlıca ithalatçı ülkeler (bin ton).....	6
Çizelge 2.5. Dünya durum buğdayı ihracatı ve başlıca ihracatçı ülkeler (bin ton).....	7
Çizelge 2.6. Buğday tane ağırlığı ile endosperm oranı arasındaki ilişki	9
Çizelge 2.7. Buğdayda sertlik ölçüm yöntemleri.....	13
Çizelge 2.8. Buğday bileşenleri	16
Çizelge 2.9. Farklı buğday türlerinin karotenoid içerikleri	24
Çizelge 2.10. Buğday tanesinde bulunan karotenoidlerin çeşidi ve dağılımı ...	24
Çizelge 2.11. Flavonoidlerden buğdayda bulunan tricinin tanedeki dağılımı ..	25
Çizelge 2.12. Farklı buğday tür ve çeşitlerinin toplam flavonoid içerikleri	26
Çizelge 2.13. Durum buğdaylarının pigment içeriklerinde genotip ve çevrenin etkileri	26
Çizelge 2.14. Durum buğdaylarının LOX aktivitelerinde genotip ve çevrenin etkileri	29
Çizelge 2.15. Bazı ABD buğday çeşitlerinin PPO aktiviteleri	30
Çizelge 3.1. Araştırmada yer alan durum buğdayları	34
Çizelge 4.1. Bin Dane ve Camsılık Varyans Değerleri	39
Çizelge 4.2. Tescilli durum buğdayı çeşitlerinin önemli fiziksel özellikleri	39
Çizelge 4.3. Protein ve Sedimentasyon Varyans Değerleri	41
Çizelge 4.4. Tescilli durum buğdayı çeşitlerinin protein içerikleri ve sedimentasyon değerleri.....	42
Çizelge 4.5. Tescilli durum buğdayı çeşitlerinin γ -gliadin proteinleri	47
Çizelge 4.6. Pigment İçerikleri ve Oksidatif Enzim Aktiviteleri Varyans Değerleri	49
Çizelge 4.7. Tescilli durum buğdayı çeşitlerinin pigment içerikleri ve oksidatif enzim aktiviteleri	49

1. GİRİŞ

İnsan beslenmesindeki temel besinlerin ham maddesi olması nedeni ile buğday hem dünyada hem de Türkiye’de diğer tarımsal ürünlere oranla ayrı bir önem taşımaktadır. Özellikle ülkemizde buğday ve buğdaydan yapılan gıda maddeleri tüketiminin birinci sırayı alması nedeniyle bu önem daha da artmaktadır (TMO, 2016). Buğday, öncelikle ekmek ve çeşitleri olmak üzere makarna, erişte (noodle) bulgur, kuskus, bisküvi, kraker, gofret, kek, kahvaltılık ürünler ve çerez gıdaların üretiminde kullanılmaktadır. Buğdaya özgü vizkoelastik ve kohezif özelliklere sahip gluten proteinleri, hamur oluşturma ve gaz tutabilme yetenekleri sayesinde buğdayı sözkonusu gıdaların üretiminde alternatifsiz kılmaktadır (Hoseney, 1994). Buğday ürünlerinden olan makarna; uzun süre ve muhafaza kolaylığı, zengin çeşitliği, hazırlanmasının kolay ve ekonomik olması, sindirim hızı ve oranının düşük olması gibi sebeplerle tercih edilerek tüketilmektedir.

Uygun hammadde seçimi ve doğru işleme teknolojisi ile hem duyuşal hem de besin değeri açısından kaliteli makarna üretimi mümkündür. Makarna kalitesini tayin eden en önemli iki unsur; renk ve pişme özellikleridir. Kaliteli kuru makarnanın sarı parlak renkte olması, pişirildiğinde dağılıp yapışmaması, tüketilirken ise ağızda hissedilebilir sertlikte bir tekstüre (*al dente*) sahip olması beklenir (Hoseney, 1994; Clarke ve ark., 1998).

Dünyada ekonomik anlamda yetiştiriciliği yapılan buğday türleri (*Tr. aestivum*, *Tr. durum* ve *Tr. compactum*) arasında *Tr. durum* türüne ait buğday çeşitleri kaliteli makarna üretimi için en uygun çeşitlerdir. Durum buğdayı çeşitleri oldukça sert ve camsı bir endosperme sahip oldukları için irmik verimleri diğer buğday türlerinden daha yüksektir. Durum buğdaylarının sarı renkli karotenoid grubu pigment içerikleri de genellikle diğer buğday türlerinden yüksektir ve pigmentler tanenin tamamına yayılmış durumdadır. Ayrıca irmik ve makarnanın sarı renginin kaybolmasına ve/veya kararmasına neden olan oksidatif enzimlerin (LOX, PPO ve POD) aktiveteleri de diğer buğday türlerine göre farklılıklar göstermektedir. Tetraploid genom ($2n=4x=28$, AABB) yapısına sahip olan durum buğdayı çeşitlerinin protein içerikleri, hexaploid ($2n=6x=42$, AABBDD) genom yapısına sahip *aestivum* ve *compactum* türlerinden

genellikle daha yüksektir. Durum buğdayları içerdikleri bazı özel proteinler (özellikle γ -gliadin 45 ve düşük molekül ağırlıklı bir glutenin proteini olan LMW-2) sayesinde makarnaya istenen “*al dente*” pişme tekstürünü kazandırmaktadırlar. Durum buğdaylarına özgü sözkonusu özellikler ve agronomik nedenlerle daha az miktarda üretilmesi, durum buğdaylarının piyasa değerini yükseltmektedir. Durum buğdayları piyasadaki diğer buğdaylardan yaklaşık %10-20 daha yüksek bir fiyata sahiptir. (Hoseney, 1994; Clarke ve ark., 1998; Troccoli ve ark., 2000).

FAO 2017 verilerine göre, buğday dünyadaki toplam tarım alanlarının 218.5 milyon hektarlık kısmında ekilmekte, 771.7 milyon ton üretilmekte ve ortalama tane verimi ise 326.5 kg/da olarak hesaplanmaktadır (FAO, 2017). TÜİK 2017 verilerine göre ise 7.67 milyon hektarlık ekim alanında, 21.50 milyon ton üretim ve 280 kg/da’lık tane verimi ile ülkemizde ilk sıralarda yer almaktadır. Ülkemizde 1.24 milyon hektarlık alanda ekilen makarnalık buğdaydan 3.9 milyon ton ürün ve ortalama 315 kg/da tane verimi alınmaktadır (TÜİK, 2017).

Türkiye’de tarım yapılabilir 23.9 milyon hektarlık alan içerisinde tahıllar %49 ile en büyük paya sahiptirler. Toplam tahıl alanları içerisinde ise %67’lik oran ile ilk sırada buğday yer almaktadır. Buğdayı sırası ile arpa (%24) , mısır (%6) ve çeltik (%1) takip etmektedir. Yulaf ve çavdar üretimimiz ise uzun yıllardır %1’lere karşılık gelen payını korumaktadır (TMO, 2016; TÜİK, 2016).

Dünyada yaklaşık yılda yetiştirilen 700-750 milyon ton civarındaki buğdayın yaklaşık %5’ini durum buğdayları oluştururken, ülkemizde yetiştirilen 18-20 milyon ton civarındaki buğdayın %15-20’lik kısmını durum buğdayları oluşturmaktadır. Bunun nedeni, Türkiye’nin durum buğdayı yetiştirmeye en uygun ekolojilerden birine sahip olması ve gen kaynakları bakımından zengin olmasıdır. Türkiye’de durum buğdayı üretimi makarna sanayinin ihtiyacının yaklaşık iki katı olmasına rağmen, zaman zaman durum buğdayı ithalatı yapılmaktadır. Bunun en önemli nedeni ise, üretilen durum buğdaylarının makarnalık kalitelerinin düşük ya da yetersiz olmasıdır. Ürettiği durum buğdayı miktarı Türkiye’den yaklaşık %25 fazla olan Kanada, dünya durum buğdayı piyasasının yaklaşık %70’ini kontrol etmektedir (TMO, 2005; FAO, 2006). Bu başarı, durum buğdaylarının makarnalık kalitelerini tayin eden renk ve pişme özelliklerini belirleme ve iyileştirme yönünde son 30 yılda yapılan araştırma ve ıslah çalışmalarının

bir sonucudur. Türkiye’de bu alandaki veriler ve çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu nedenle öncelikli olarak, yetiştirilen çeşitlerin mevcut durumlarının belirlenmesi, daha sonra da potansiyeli yüksek olanların seçilmesi ve ıslah edilmesi gerekmektedir (Clarke ve ark., 1998; Troccoli ve ark., 2000).

Bu tezin amacı, Türkiye’de yetiştirilen bazı tescilli makarnalık buğday (*Triticum durum*) eşitlerinin makarna pişme kalitesinde belirleyici olan -gliadin (-gliadin 45, -gliadin 42) proteinleri ile sarı renkli pigment içerikleri ve makarnanın parlak sarı rengini olumsuz yönde etkileyerek kalitesini düşüren oksidatif enzimlerin (lipoksijenaz/lipoksidaz - LOX, polifenol oksidaz - PPO ve peroksidaz - POD) aktiviteleri bakımından taranması ve karşılaştırılmasıdır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Temel Gıda Maddesi Olarak Buğday ve Makarna Üretimi

İnsanların temel enerji ve protein kaynağı olan buğday dünyada ve ülkemizde çok önemli ve stratejik bir bitki durumundadır. Buğday ürünleri Türkiye’de günlük enerji ihtiyacının ortalama % 40’ını karşılamaktadır. Ülkemizin ekili alanların yaklaşık %50’sini tahıl grubu, tahıl ekim alanlarının da yaklaşık %70’ini buğday oluşturmaktadır (FAO, 2006). Dünyada iklim koşulları değişmesine rağmen buğday en fazla uyum kabiliyetine sahip tek yıllık bir kültür bitkisidir (FAO, 2009). Dünyanın birçok bölgesinde olduğu gibi ülkemizde de en fazla yetiştirilen kültür bitkisi buğdaydır (Anonim, 2008). Ülkemizde üretilen buğdayın yaklaşık % 18’i makarnalık buğdaydır (Anonim, 2017). Makarnalık buğdayın dünyadaki üretimi ise 2017 yılında 37 milyon ton olmuştur (Anonim, 2018). Buğdayın temel besin ögesi olarak çok önemli bir yere sahip olmasının yanında hayvan besleme ve diğer sanayi kollarında da kullanım alanı bulunmaktadır (Coşkun ve ark., 2010; Kendal ve ark., 2012). 2015 yılı TÜİK verilerine bakıldığında Türkiye’nin buğday üretimi 22.6 milyon ton iken bu durum %8.9 azalışla 2016 yılında 20.6 milyon ton olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. TÜİK, USDA ve IGC verilerine göre Türkiye buğday üretimi (milyon ton)

Yıllar	TÜİK	IGC	USDA
2007	17.20	17.20	15.50
2008	17.80	17.80	16.80
2009	20.60	20.60	18.50
2010	19.70	19.70	17.00
2011	21.80	21.80	18.80
2012	20.10	20.10	16.00
2013	22.10	22.10	18.80
2014	19.00	19.00	15.30
2015	22.60	22.60	19.50
2016	20.60	20.60	17.30

Kaynaklar: TÜİK (2017), USDA (2017), IGC (2017)

Ülkemizin her bölgesinde uygun ekim özelliği gösteren buğday daha çok İç Anadolu Bölgesi’nde yaygın olarak üretilmektedir. Çizelge 2.2’de görüldüğü gibi İç Anadolu Bölgesi 2016 yılı ekmeklik buğday üretiminde %33.5’lik pay ile ilk sırada yer alırken %17.3 pay ile Marmara Bölgesi ve %14.3 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi takip

etmektedir. Doğu Anadolu ve Ege Bölgeleri ise üretimde en az paya sahip bölgelerimizdir. Makarnalık buğday üretiminde ise sıra ile %38.7 pay ile birinci İç Anadolu Bölgesi, %35.8 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi ikinci ve %12.9 ile Ege Bölgesi üçüncü sırada yer almaktadır (TMO, 2016).

Çizelge 2.2. Bölgelere göre Türkiye buğday üretim miktarı ve üretimdeki payları

Bölge Adı	Ekmeklik Buğday		Makarnalık Buğday	
	Miktar (bin ton)	%	Miktar (bin ton)	%
Marmara Bölgesi	2.935	17.3	1	0
Ege Bölgesi	1.087	6.4	468	12.9
İç Anadolu Bölgesi	5.683	33.5	1.397	38.7
Akdeniz Bölgesi	1.807	10.6	323	8.9
Doğu Anadolu Bölgesi	1.148	6.8	27	0.7
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	2.425	14.3	1.294	35.8
Karadeniz Bölgesi	1.895	11.1	110	3
Toplam	16.98	100	3.62	100

Kaynak: TÜİK (2016)

Buğday üretimi konusunda kendine yeterliliği oldukça yüksek düzeyde olan ülkemizin TÜİK verilerine göre 2016/17 dönemi yeterlilik derecesi %103.8'dir. Ancak bazı yıllar olumsuz iklim koşullarına bağlı olarak üretim ve kalitede yaşanan sorunlardan dolayı talep karşılanamamakta ve ithalat yapılmaktadır. Ülkemiz tarafından buğday ithalatı yapılmasının ve ithalatın yıllar içerisinde artış göstermesinin en önemli sebebi, buğdaya dayalı mamul madde (un, makarna, bisküvi, irmik ve bulgur) ihracatının giderek artmasıdır. Ülkemiz buğday üretiminde arz fazlası olduğu dönemlerde, TMO piyasaları düzenlemek amacıyla diğer müdahale yöntemlerinin yanı sıra ihracat da yapmaktadır. Çizelge 2.3'de ülkemizin 2010 yılı buğday ihracat miktarı 1 milyon 171 bin ton ile son dönemin en yüksek seviyesindedir. 2016 yılı buğday ihracatı ise yaklaşık 26 bin 500 ton olarak gerçekleşmiştir (TMO, 2016; TÜİK, 2017).

Çizelge 2.4'de görüldüğü gibi, AB ülkeleri 2016 yılında yaklaşık 2.4 milyon ton durum buğdayı ithalatı ile dünyada en önemli durum buğdayı ithalatçısı konumunda olup bunu yaklaşık 2 milyon ton ile Cezayir izlemektedir (TMO, 2016)

Çizelge 2.3. Türkiye'nin buğday (durum buğdayı dahil) ithalat ve ihracat miktarları

Yıllar	İthalat Miktarı (Ton)	İhracat Miktarı (Ton)
2007	2.147.107	18.281
2008	3.708.003	8.005
2009	3.392.692	301.457
2010	2.554.189	1.171.002
2011	4.754.682	5.233
2012	3.719.174	116.079
2013	4.053.001	275.132
2014	5.285.243	68.572
2015	4.349.820	68.798
2016	4.225.784	26.503

Kaynak: TÜİK (2017)

Çizelge 2.4. Dünya durum buğdayı ithalatı ve başlıca ithalatçı ülkeler (bin ton)

Ülkeler	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
AB	1.909	1.585	2.159	1.928	1.86	1.453	1.902	2.828	2.482	2.35
Cezayir	1.979	2.131	1.534	1.335	1.821	1.613	1.529	1.748	1.74	1.95
Fas	724	563	548	77	661	765	734	633	810	850
Tunus	444	728	476	687	489	527	676	534	800	725
ABD	653	653	534	474	614	667	819	908	392	400
Venezuela	315	333	349	403	403	424	440	407	350	400
Japonya	266	201	234	230	273	197	212	205	200	200
Libya	28	105	25	10	20	186	162	50	2	10
Diğer	964	1.186	1.694	1.498	1.228	1.572	1.703	1.952	1.839	1.76
Dünya	7.282	7.485	7.553	7.338	7.369	7.404	8.177	9.265	8.615	8.645

Kaynak: IGC (2016)

Çizelge 2.5'de 2016/17 döneminde Uluslararası Hububat Konseyi (IGC) verilerine göre 5 milyon ton ile en büyük durum buğdayı ihracatçısı ülke konumunda bulunan Kanada, dünya toplam makarnalık buğday ihracatının %57'sini gerçekleştirmektedir. Kanada'yı sırasıyla 1.5 milyon ton ile Meksika ve 1.2 milyon ton ile AB izlemiştir (TMO, 2016).

Çizelge 2.5. Dünya durum buğdayı ihracatı ve başlıca ihracatçı ülkeler (bin ton)

Ülkeler	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Kanada	3.364	3.516	3.675	3.117	3.859	4.289	4.74	5.68	4.354	4.95
Meksika	1.212	1.204	892	770	918	841	1.275	1.089	1.484	1.45
AB (28)	880	1.726	1.054	2.06	1.379	1.39	1.089	1.207	1.37	1.175
ABD	1.400	510	1.045	1.051	554	581	717	773	620	450
Avustralya	31	296	246	233	348	237	245	102	176	125
Türkiye	19	1	428	20	2	1	4	101	100	75
Diğer	376	232	213	87	309	65	107	363	511	420
Dünya	7.282	7.485	7.553	7.338	7.369	7.404	8.177	9.265	8.615	8.645

Kaynak: IGC (2016)

Durum buğdayının kalitesini belirleyen temel kriter, makarna üretimine uygunluk derecesi, yani makarnalık kalitesidir. Kaliteli makarna üretimi ancak uygun bir durum buğdayı ve işleme teknolojisi seçimi ile mümkündür. Durum buğdaylarının makarnalık kalitesi; tanenin sertlik ve camsılık oranı, test (hektolitre) ağırlığı, protein miktarı ve kalitesi (gluten kuvveti), öğütme kalitesi (irmik verimi ve kül oranı), sarı pigment içeriği ile sarı renk kaybı ve/veya renk kararmasına neden olan LOX, PPO ve POD gibi oksidatif enzimlerin aktiviteleri tarafından etkilenmektedir (Taha ve Sagi, 1987; Hosoney, 1994; Fares ve ark., 1997; Clarke ve ark., 1998; Borelli ve ark., 1999; Troccoli ve ark., 2000; Morris, 2004). Bunlardan özellikle tanenin protein miktarı ve gluten kuvveti ile sarı pigment içeriği ve sarı parlak rengi olumsuz yönde etkileyen oksidatif enzimlerin aktiviteleri oldukça önemlidir. Zira bu parametreler kaliteli bir makarnada istenen pişme kalitesini (pişirilirken dağılmayan ve yapışmayan, tüketilirken ağızda hissedilebilir sertlikte bir tekstür “*al dente*”) ve sarı parlak rengi tayin eden başlıca özelliklerdir. Sözkonusu kalite unsurları çevre faktörleri ve yetiştirme koşullarından etkilenmekle birlikte, büyük oranda çeşidin genotipik karakteri tarafından kontrol edilmektedir (Borrelli ve ark., 1999; Troccoli ve ark., 2000; Morris, 2004; Aalami ve ark., 2007). Uygun hammadde ve doğru işleme teknolojisi seçimi, hem duysal hem de besin değeri açısından kaliteli makarna üretimini mümkün kılar. Makarnalık durum buğdaylarının kaliteleri tane fiziksel özellikleri ile kimyasal bileşimleri tarafından etkilenmektedir (Troccoli ve ark., 2000). Makarna kalitesini değerlendirmede yalnız makarna özellikleri değil, aynı zamanda durum buğdayı ve irmiğin de özellikleri dikkate alınmalıdır (Yeyinli ve Köse, 2006).

Çok özel saklama koşullarına gereksinim duyulmadan uzun süre boyunca muhafaza edilebilmesi, ekonomik olması, tüketime hazır hale getirilmesinin kolaylığı, sindirim hız

ve oranının (düşük glisemik indeks) düşük olması gibi avantajları nedeniyle makarna yaygın olarak tüketilmektedir (Hoseney, 1994; Morris, 2004; Sissons, 2004; Sayaslan, 2005; Anonim, 2008a). Makarna tüketimi açısından Türkiye, dünya ortalamasının üzerinde yer almaktadır (Anonim, 2015). Dünyada ortalama 2 kg/kişi/yıl civarında olan makarna tüketimi, Türkiye’de 8.5 kg/kişi/yıl düzeyinde tespit edilmiştir (Anonim, 2015).

2.2. Makarnalık Buğdaylarda Tane Fiziksel Özellikleri

Buğdayda kalite, son ürüne (ekmek, makarna, bisküvi vb.) uygunluk derecesi olarak tanımlanır. Kalitede buğdayın yetiştirildiği ekolojik çevre ve yetiştirme teknikleri, botanik özellikler (tür ve çeşit), fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal tane özellikleri gibi değişik faktörler etkilidir. Her bir ürün için istenen buğday özellikleri farklıdır. Buğdayda tanenin fiziksel, kimyasal ve teknolojik özelliklerini bilmek kalite takdirinde daha objektif bir yargı sağlamaktadır. Fiziksel yapı; genetik özellikler ile iklim, toprak, ekim zamanı ve zirai mücadele gibi çevresel faktörlere göre değişiklik gösterir (Elgün ve Ertugay, 1995). Fiziksel özellikleri bilmek; son ürüne uygunluk derecesinin tespiti, uygun işleme teknolojisinin (tavlama, öğütme vb.) seçimi, uygun depolama şartlarının tespiti, biyolojik (tohumluk) değerinin tayini, ticari değerinin (fiyat) belirlenmesi açısından kolaylık sağlar. Buğday kalitesini etkileyen temel fiziksel özellikler aşağıda verilmiştir (Hoseney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995):

- Buğday tanesinde boyut ve homojenlik, tanenin öğütme yeteneği ile un verimi ve kalitesini belirleyen en önemli özelliklerdendir.
- Buğday tanesinde camsılık, unsluk veya dönmeli görüntü, irmik verimi ve renginde belirleyici bir özelliktir.
- Buğday tanesinde sertlik veya yumuşaklık, öğütmede uygulanacak tavlama şartları, nişasta zedelenmesi ve buğdayın uygun olacağı son ürün hakkında bilgi verir.
- Buğday tanesinde yoğunluk, buğdayın dolgunluğu ve endosperm tekstürü ile ilgili bir özelliktir.

Buğday tane boyutu ve homojen dağılımı önemli bir kalite kriteridir. Buğdayın iri ve dolgun taneli, aynı zamanda homojen bir boyut dağılımına sahip olması istenir. Diğer bir ifadeyle, dağılım aralığı en dar şekilde olmalıdır. Buğday tane boyutu, genetik yapı

ve kısmen de çevresel şartlara bağlı olarak değişmektedir (Dziki ve Laskowski, 2005). Buğdayın tane boyutunun belirlenmesinde; tane uzunluk ve genişlik ölçümleri, tek tane veya bin tane ağırlık tayinleri ve spesifik elek sistemleri kullanılmaktadır. Buğdayların sağlıklı, iri, dolgun ve homojen boyut dağılımına sahip olmaları, gerek tavlama ve öğütme işlemlerinin etkinliği gerekse un veya irmik verimleri açısından önemlidir. Buğdayların tane boyutlarına paralel olarak endosperm-kabuk oranları arttığı için un ve irmik verimleri de yükselmektedir. Çizelge 2.6'da da görüldüğü gibi, tane boyutuna paralel olarak endosperm oranı, dolayısıyla öğütme kalitesi (un/irmik verimi) artmaktadır (Hoseney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995; Dziki ve Laskowski, 2005).

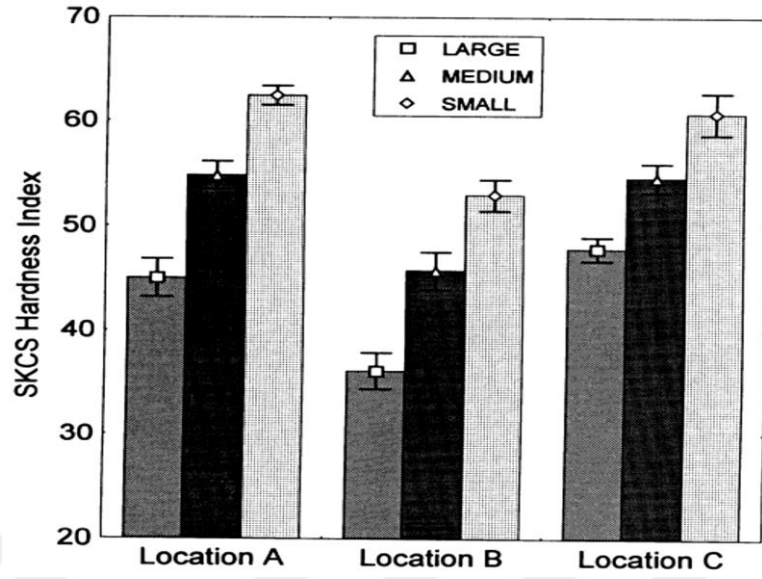
Buğdayda tane boyutu ve dağılımı farklı yöntemlerle belirlenebilir. Bunlar; manuel olarak veya tek tane karakterizasyon sistemi (SKCS) ile doğrudan tane boyutunun (en / boy) ölçümü, standart gözeneklere sahip elek sistemlerinde (2.8, 2.5, 2.2 mm) eleyerek sınıflandırma ve bin tane veya tek tane ağırlığı ölçümü yöntemleridir. Elek sisteminde birbirini takip eden iki elekte kalan buğday miktarı %70'den fazla ise homojen kabul edilir.

Çizelge 2.6. Buğday tane ağırlığı ile endosperm oranı arasındaki ilişki

Bin Tane Ağırlığı (g)	Endosperm Oranı (%)
30.4	81.1
27.7	76.9
25.0	71.2
22.5	69.8
17.2	66.6
12.7	62.6

Kaynak: Ünal (1987)

Tanenin iri ve dolgun olmasının yanında homojen bir boyut dağılımının sahip olması tavlama işleminde homojen nem dağılımı, uygun tavlama süresi seçimi ve optimum öğütme parametreleri (beslenme hızı, vals aralıkları ayarı vb.) seçiminde önemlidir. Tane boyutu, buğdayın sertlik derecesinde de etkilidir. Şekil 2.1'de de görüldüğü gibi, tane boyutu ve sertliği arasında negatif bir ilişki vardır. Tane küçüldükçe sertliği artmaktadır (Ünal , 1987).



Şekil 2.1. Tane boyutu ile sertliği arasındaki ilişki (Gaines ve ark., 1996)

Tane sertliği genetik kaynaklı olup, çevresel faktörlerin etkisi sınırlıdır. Buğdayın teknolojik özelliklerinden sertlik, buğdayın işlenmesi açısından önemli bir kalite kriteridir. Buğday sertliğinin bilinmesi, öğütme performansı ve buğdayın son ürün olarak nasıl değerlendirileceği açısından büyük önem taşır. Buğday sertliği tavlama özelliklerini, son ürün olarak nasıl değerlendirileceğini, öğütmede elde edilecek partikül büyüklüğünü ve şeklini, yoğunluğunu ve son ürününün özelliklerini etkiler. Endosperm tabakası, buğday sertliğinde önemli bir role sahiptir. Bu durum temelde nişasta-gluten arası bağlar veya interaksiyonların kuvveti sertliği tayin etmektedir (Turnbull ve Rahman, 2002).

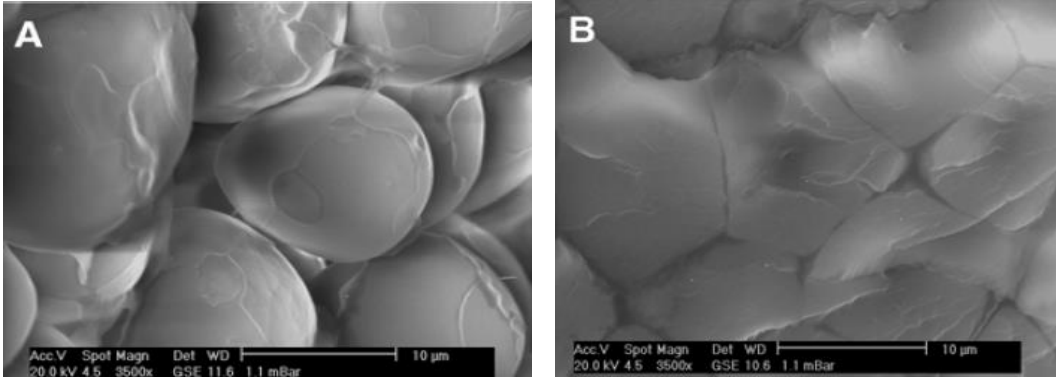
Tanenin ezme, kırma, deformasyona direnç derecesi veya aşındırma olarak tanımlanan buğday sertliği; Stenvert öğütme testi (Stenvert time-to-grind test), Kabuk soyma sayısı (pearling index, PI), un veya irmik partikül boyut dağılımı (particle size index, PSI), tek tane karakterizasyon sistemi (single kernel characterization system, SKCS ve yakınlıköltesi (NIR) spektroskopisi gibi analitik yöntemlerle tespit edilebilmektedir. Tavlama ve öğütme gibi işleme koşulları ile birlikte hangi ürünler için uygun kullanım alanları olduğunu belirleyen tane sertliğidir (Hoseney, 1994; Bushuk, 1998; Williams, 1998). Endospermde nişasta-gluten arası interaksiyonların kuvvetine bağlı olarak sertlik artar. Nişasta-gluten arası interaksiyonlarda H-bağları oldukça belirleyicidir. Tane

sertliği genetik kontrol altında olup, büyük oranda buğdayların D genomu üzerinde (5DS) bulunan *Ha* gen bölgesi tarafından kontrol edilmektedir. Yumuşak aestivum buğday nişastalarının yüzeyinde 15 kDa ağırlığında hidrofobik bir protein olan yumuşaklık proteini (friabilin) oldukça yüksek oranda, sert aestivum buğdaylarında ise daha düşük oranda bulunmaktadır. D genomu içermeyen ve tanenin yumuşamasında etkili *Ha* gen bölgesini olmayan durum buğdaylarında friabilin sentezlenmemekte dolayısıyla ekstra sertlikte bir tane tekstürü gözlenmektedir (Turnbull ve Rahman, 2002). Friabilin proteini; puroindolin a (*Pina*) puroindolin b (*Pinb*) ve tane yumuşaklık proteini 1 (*Gsp-1*) olmak üzere üç farklı polipeptid içermektedir. Buğday çeşitlerinin söz konusu friabilin polipeptidlerini içerip içermemeleri ve bunların etkinlik düzeyleri tanenin sertlik derecesini tayin etmektedir (Morris, 2002; Hogg ve ark., 2004; Mikulikova, 2007).

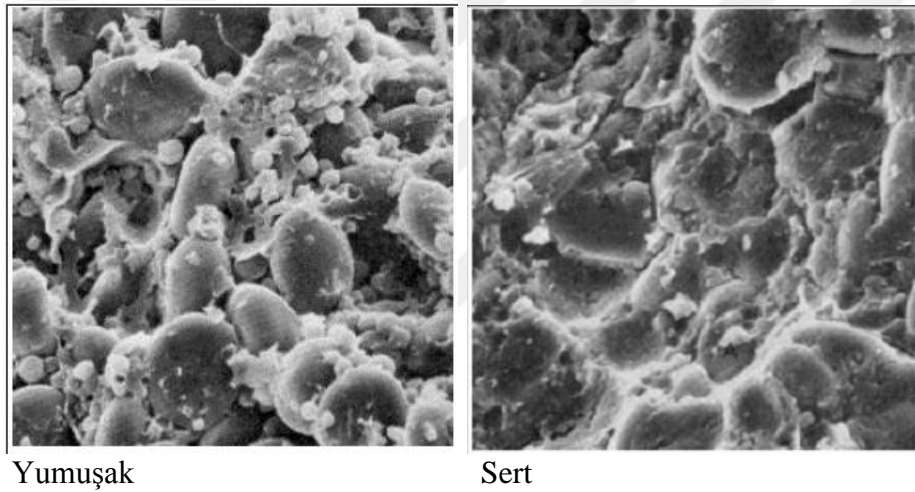
Şekil 2.2’de elektron mikroskopuyla elde edilen sert ve yumuşak buğday endosperm kesitleri görölmektedir. Yumuşak buğday endospermi boşluklar içermektedir ve pürüzlü yapıdadır. Nişasta-protein interaksiyonları zayıf olduğu için öğütme sırasında nişasta granülleri fazla zarar görmez. Sert buğday endosperm ise sıkı yapılı ve düzgündür. Sert buğdayda nişasta-protein interaksiyonları kuvvetli olduğu için öğütme sırasında nişasta granülleri daha fazla zarar görür ve zedelenmiş nişasta oranı artar.

Buğday tanesinin sertlik ve camsılık değerleri ile protein içeriği arasında pozitif ilişkilerin olduğu düşünülse de, protein içeriği yüksek ancak yumuşak ve unlu, veya protein içeriği düşük ancak sert ve camsı buğdaylar bu görüşün her zaman geçerli olmadığını gösterir (Hoseney, 1994). Sert buğdaylar genellikle koyu renklidir. Tane kesiti alındığında camsı kesit yüzeyi gösteren taneler genellikle daha sert yapı gösterirler. Sert buğdayların kabuk endosperm ayrışımı, dolayısıyla un ve irmik verimleri yüksektir (Elgün ve Ertugay, 1995).

Sert ve yumuşak buğday un partiküllerine bakıldığında (Şekil 2.3), yumuşak buğday unu partikülünün yüzey görüntüsü pürüzlü ve düzensiz şekilli, sert buğday unu partikülünün ise tam tersi özelliklere sahip olduğu görölmektedir.



Şekil 2.2. Yumuşak (A) ve sert (B) buğday endosperm kesitleri (Turnbull and Rahman, 2002)



Şekil 2.3. Yumuşak (sol) ve sert (sağ) buğday unu partikülleri (Anonim, 2011)

Buğday sertliği; Stevert öğütme sistemi (Stenvert time-to-grind), un veya irmik partikül boyut dağılımı (particle size index, PSI), kabuk soyma sayısı (pearling index, PI), tek tane karakterizasyon sistemi (single kernel characterization system, SKCS), ve yakın kızıl ötesi (NIR) spektroskopisi gibi farklı yöntemler kullanılarak tespit edilebilmektedir (Hoseney, 1994; Bushuk, 1998; Williams, 1998). Çizelge 2.7’de farklı sertlikteki buğdayların değişik yöntemlerle ölçüm sonuçları görülmektedir. Her ne kadar rakamlar farklı olsa da aralarında korelasyon mevcuttur (Hoseney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995; Bushuk, 1998; Morris, 2004).

Çizelge 2.7. Buğdayda sertlik ölçüm yöntemleri

Sertlik Ölçüm Yöntemi	Durum	Aestivum	Aestivum	Aestivum
	<i>Çok sert</i>	<i>Sert</i>	<i>Orta Sert</i>	<i>Yumuşak</i>
SKCS Sertlik Sistemi	85-105	75-90	45-60	5-35
Kabuk Soyma Sayısı	40-50	40-50	55-65	65-75
Partikül Boyut Dağılımı	6-10	14-18	21-26	30-38
Stenvert Sistemi	40-48	45-55	55-65	80-220
NIR Sistemi	32-42	49-55	56-62	68-77

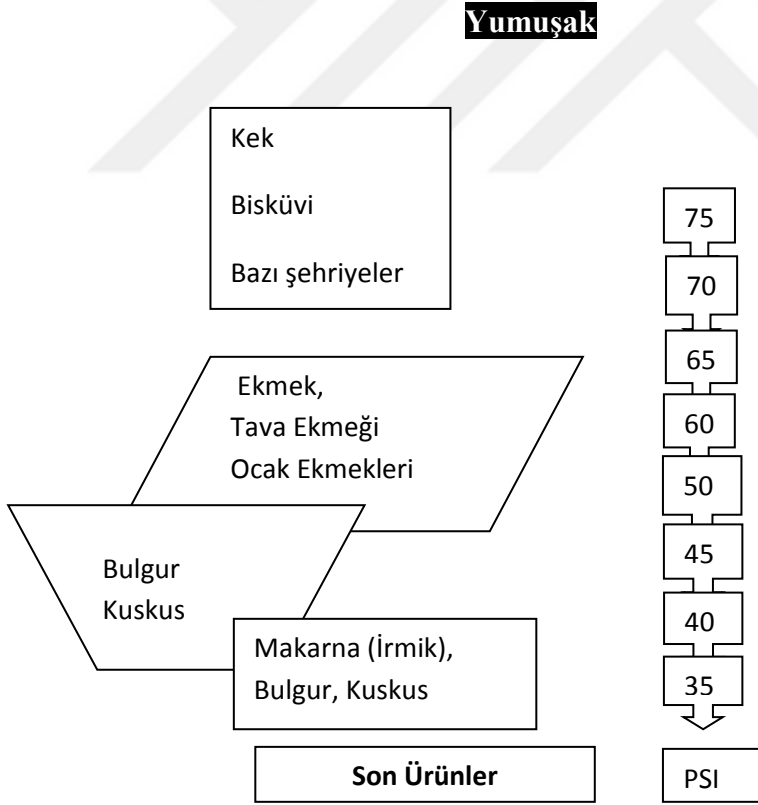
Kaynak: Elgün ve Ertugay (1995)

Çizelge 2.7’de görüldüğü gibi sert buğdayların genellikle protein içerikleri ve camsılık oranları daha yüksek olup öğütülmelerinde enerji kullanımı da yüksektir. Un veya irmik partikülleri daha büyük boyutlu ve undaki nişasta zedelenmesi yumuşak buğdaylara oranla (sert buğdaylarda %5-10, yumuşak buğdaylarda %3-5 nişasta zedelenmesi) daha fazladır. Ayrıca sert buğdayların hemiselüloz (pentosan) içerikleri de genellikle daha yüksektir (Hoseney, 1994).

Sertlik derecesi buğday tanesininde uygun olduğu son ürün tayininde belirleyici role sahiptir Ekstra sert özellikteki durum buğdayları makarna ve bulgur üretiminde, sert olan aestivum buğdayları mayalı unlu mamullerden özellikle ekmek üretiminde, yumuşak aestivum ve compactum buğdayları ise daha çok kimyasallarla kabartılan unlu mamullerde (bisküvi, kraker, gofret vb.) kullanılır (Şekil 2.4 ve Şekil 2.5).



Şekil 2.4. Yumuşak (sol) ve sert (sağ) buğday unundan üretilen bisküvilerin görüntüsü (Canalis, Leon and Ribotta, 2017)

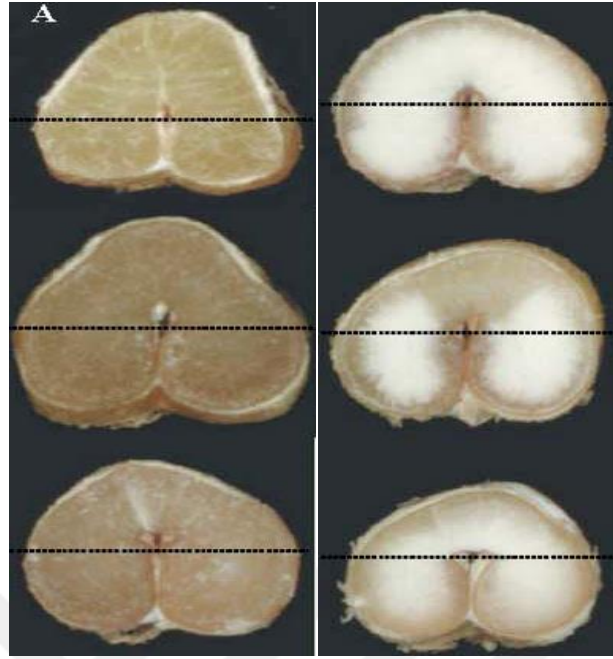


Sert

Şekil 2.5. Sert ve yumuşak buğdayların kullanım alanları (Williams, 1993)

Tane sertlik derecesi, tavlama nemi ve süresini etkiler. Sert buğdaylar %16-17 nem ve 12-24 saat dinlendirme süresine ihtiyaç duyarken, yumuşak buğdaylar %14-15 nemde 8-16 saat tavlanylabilir (Hoseney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995). Tane sertlik derecesi, un akışkanlığını ve topaklanmasını etkileyerek elenebilme özelliklerini de değiştirir. Sert buğday ununun yüzeyi düzgün olduğu için kolay elenirken, yumuşak buğday ununun yüzeyi pürüzlü olduğu için zor elenir. Bu farklılık nedeniyle yumuşak buğdayların öğütülmesinde besleme oranı %15-20 düşürülür veya eleme alanı %15-20 arttırılır (Bushuk, 1998; Morris, 2004).

Buğday tanesinde diğer bir fiziksel özellik ise tanenin camsı, unlu veya dönmeli bir yapıya sahip olmasıdır. Büyük çoğunlukla tane sertliği ile paralel bir korelasyon içindedir. Buğday tanesinin camsı, unlu ve ya dönmeli bir görüntüye sahip olması ışığın özellikle buğday endospermi ile olan ilişkisi (yansıma ve kırılma gibi) sonucu ortaya çıkan görsel bir durumdur (Şekil 2.6). Buğday endospermi çok sıkı bir yapıda ve hava boşlukları, mikro kırıklar içermez ise camsı görünür. Şayet endosperm gevşek yapılı olur veya boşluklar ve kırıklar içerirse, ışık kırılarak dağınık olarak yansır. Bunun sonucunda da unlu bir görüntü ortaya çıkar. Eğer endospermde hem camsı hem de unlu bölgeler bulunursa, tane dönmeli (camsı-unlu karışımı) bir görüntü verir (Hoseney, 1994; Samson ve ark., 2005). Buğday sertliğinde genotip, camsılıkta ise çevresel faktörler daha belirleyici bir role sahiptir (Bushuk, 1998). Bu nedenle yüksek protein içerikli ve/veya sert fakat unlu buğdaylar, ya da düşük protein içerikli ve/veya yumuşak fakat camsı buğdaylarla karşılaştırılır. Süt olum devresinde stres faktörleri nedeniyle yeterli protein sentezlenememesi, sarı olum devresinde aşırı nişasta sentezlenmesi ve gluten ağlarının kırılması veya fizyolojik olum ve hasat dönemlerinde aşırı yağışa maruz kalması buğdayda dönme veya unlu görüntü oluşmasına neden olur. Durum buğdaylarının camsılık oranları genellikle diğer buğdaylardan daha yüksektir. Ekmeklik ve bisküvilik buğdaylarda camsılık, unuluk veya dönme kalite açısından fazla önemli değildir. Ancak durum buğdaylarının camsılık oranları ile irmik verimleri ve parlaklık dereceleri arasında pozitif korelasyonlar olduğundan makarnalık buğdaylarda camsılık önemli bir kalite kriteri olarak kabul görmektedir. Makarnalık buğdaylarda camsılık oranının en az %70-75 olması istenir (Atlı ve ark., 1993; Hoseney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995; Bushuk, 1998; Coskun, 2001; Morris, 2004; Dziki ve Laskowski, 2005).



Şekil 2.6. Camsı, unsu ve dönmeli buğday endosperm kesitleri (Konopka, Kozirok and Tanska, 2005)

Buğdayın yoğunluğu, kimyasal bileşenlerinin çeşidi ve oransal dağılımı ile endosperm tekstürüne (sıkı/gevşek) göre değişir. Buğdayın önemli bileşenlerinin yoğunlukları Çizelge 2.8’de verilmiştir. Buğdayların yoğunlukları $1.25-1.45 \text{ g/cm}^3$ arasında değişim gösterir (Hoseney, 1994; Bushuk, 1998).

Çizelge 2.8. Buğday bileşenleri

Bileşen	Yoğunluk (%)
Karbonhidrat	70.2
Protein	12.0
Su	14.0
Lipit / Yağ	2.0
Mineral Maddeler	1.8

Kaynak: Anonim (2017)

Buğdayın yoğunluğu, gerçek yoğunluk ve yığın yoğunluğu olmak üzere iki şekilde ölçülebilir. Gerçek yoğunluk, hava piknometresi veya sıvılarda yer değiştirme şeklinde ölçülebilir; ancak pahalı cihazlar gerektirdiği ve ölçüm süresi uzun olduğu için yaygın kullanılmaz. Yığın yoğunluğu ise, hektolitre (test) ağırlığı şeklinde ölçülür. Hektolitre ağırlığı, basit cihazlarla ve kolayca ölçülebildiği için oldukça yaygın kullanılır. Buğdayların hektolitre ağırlıkları $65-85 \text{ kg/hl}$ arasında değişir. Buğdayın yığın yoğunluğunda (hektolitre ağırlığında); kimyasal bileşim (özellikle nişasta ve protein

içerikleri), endosperm oranı ve boyut ve dolgunluk durumu etkilidir. Buğdayların hektolitre ağırlığına paralel olarak (78 kg/hl'ye kadar) un veya irmik verimleri de artmaktadır (Elgün ve Ertugay, 1995; Bushuk, 1998).

2.3. Makarnalık Buğdaylarda 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). Makarna pişirilirken dağılıp yapışmamalı, ağırlık ve hacim artışı yüksek ancak ters orantılı olarak suya geçen kuru madde miktarı düşük olmalı, tüketilirken ise “*al dente*” tabir edilen bir sertliğe sahip olması beklenir (Hoseney, 1994). Makarna pişme kalitesi büyük oranda kullanılan buğdayın protein miktar ve özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Feillet ve ark., 1989; Bushuk, 1998; Troccoli ve ark., 2000).

Protein miktarı ve özellikleri makarnalık buğdayda önemli kalite kriterlerindedir. Makarnada pişme kalitesinin yüksek olması için protein içeriğinin en az %13 bununla birlikte γ -gliadin 45 (LMW-2 tipi glutenin) proteinlerini de içeren durum buğdayı çeşitlerinin seçilip ıslah edilmesi, yetiştirilmesi ve makarna sanayinde kullanılması önemlidir (Yüksel ve ark., 2011).

Kaliteli makarna üretimi için buğdayın kuru maddede en az %13 (%14 nem esasına göre %11 civarında) protein içermesi gerekmektedir (Özkaya ve Özkaya, 1993; Hoseney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995; Boyacıoğlu ve Tülbek, 2002). Farklı çalışmalarda, 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, 2009a) aralıklarında bulunmuştur. Buğdayların protein içerikleri hem genetik özelliklerden 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, 2009a).

Gluten proteinlerinin vizkoelastik ve kohezif özellikleri (gluten kuvveti) ve yüksek protein içeriği pişme kalitesi yüksek makarna üretimi için önemli bir etkidir. Durum buğdaylarının makarnalık kaliteleri ekmeklik buğdaylara göre yüksek protein içeriği ve

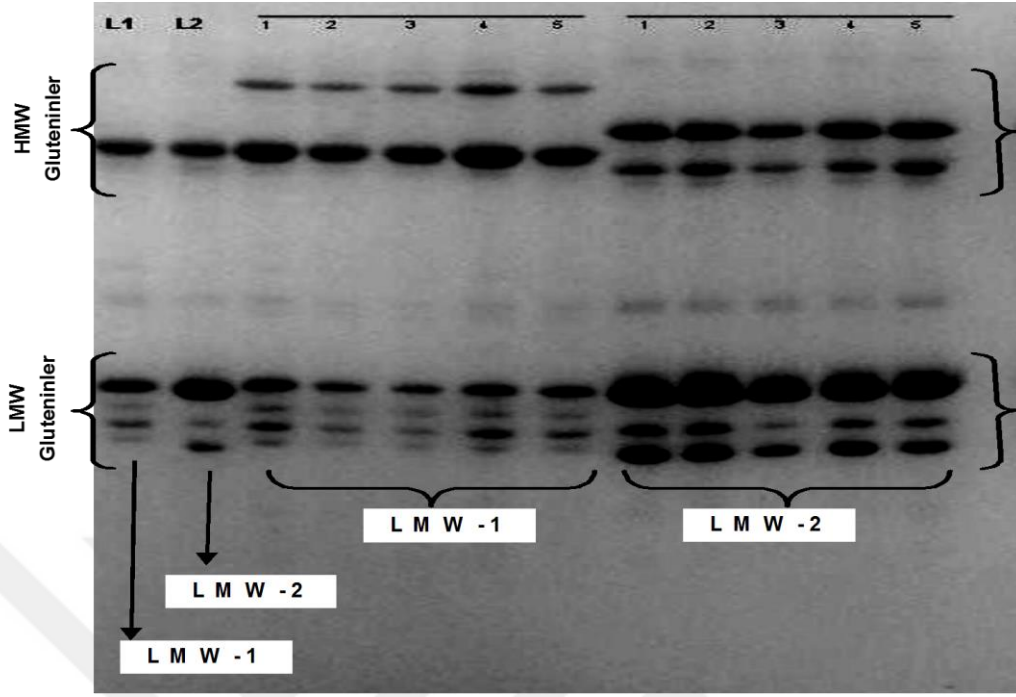
uygun kuvvete sahip gluten proteinleri nedeni ile daha yüksektir (Hoseney, 1994). Buğdayların protein içerikleri genotip ve özellikle de yetiştirilme şartlarından etkilenmektedirler. Gluten proteinlerinin vizkoelastik ve kohezif özellikleri genellikle genotip özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir (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 yapıya sahip olan ve seyreltik alkolde çözünen gliadin proteinleri (30-75 kDa) ise, asit poliakrilamid jel elektroforez (A-PAGE) sisteminde ω -, γ -, β - ve α -gliadinler olarak dört grup altında toplanmaktadır. 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 γ -gliadin 42 ve γ -gliadin 45 proteinleridir (Payne ve ark., 1982; Pogna ve ark., 1990; Troccoli ve ark., 2000). Makarnada γ -Gliadin 45 proteini yüksek pişme kalitesinin ve optimum gluten kuvvetini, γ -gliadin 42 proteini ise zayıf gluten ve düşük pişme kalitesinin bir sonucu olarak kabul görmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, durum buğdaylarının gluten kuvveti ve makarna pişme kalitesinde esas belirleyici proteinlerin γ -gliadin 42 ve γ -gliadin 45 proteinleriyle genetik olarak ilişkili olan sırasıyla LMW-1 ve LMW-2 glutenin proteinleri olduğunu göstermektedir (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 proteinlerin elektroforetik olarak taranması ve tanımlanmasının yanında SDS-sedimentasyonu ve gluten indeksi (GI) gibi analitik testler de 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, 2009a).

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 yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde, önce buğday örnekleri %70 etanol ve %50 1-propanol ile muamele edilerek glutenin dışındaki proteinler uzaklaştırılmakta, ardından Singh ve ark. (1991) tarafından önerilen yöntemle gluteninler ekstrakte edilerek indirgenmektedir. Elde edilen protein ekstraktları SDS-PAGE sisteminde koşuturulmaktadır. Genotiplerin LMW-1 veya LMW-2 glutenin desenlerinin tespitinde LMW-1 desenine sahip olduğu bilinen Lira-1 ile LMW-2 desenine sahip olduğu bilinen Lira-2, Kyle veya Avonlea durum buğday çeşitleri kontrol olarak tercih edilmektedir. Gliadin bant desenleri makarnalık buğday çeşitleri arasındaki ve içindeki genetik farklılıkların tespit edilerek kalitelerinin saptanmasında da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Yüksel, 2009a; Eserkaya Güleç, 2010). Şekil 2.7’de makarna pişme kalitesinde asıl belirleyici olan ve γ -gliadin 42 ve γ -gliadin 45 proteinleriyle aynı gen bölgesi tarafından kodlananan sırasıyla LMW-1 ve LMW-2 glutenin proteinlerine ait SDS-PAGE elektroforez örnekleri görülmektedir.



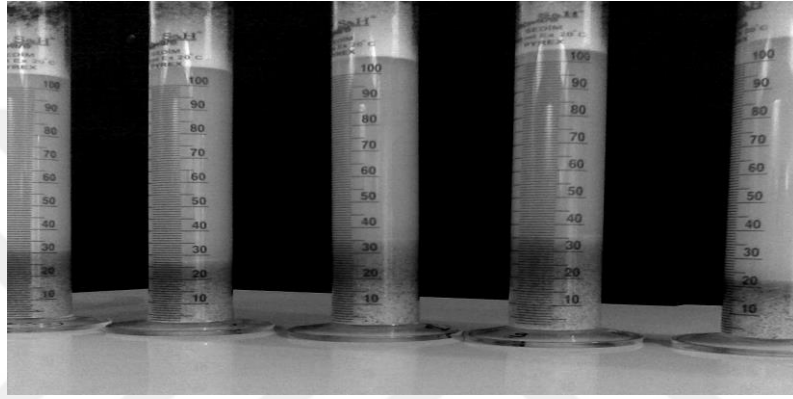
Şekil 2.7. Bazı durum buğdayı genotiplerinin SDS-PAGE glutenin elektroforezleri
(Kontrol çeşitler: L1 = Lira-1 → LMW-1; L2 = Lira-2 → LMW-2) (Koyuncu, 2009)

Pişme kalitesi yüksek makarna üretebilmek için protein içeriği yüksek ve özellikle γ -gliadin 45 (LMW-2 tipi glutenin) proteinlerini içeren durum buğday çeşitleri seçilmeli veya ıslah edilmelidir. Ülkemizde yetiştirilen makarnalık buğday çeşitlerinin gliadin ve glutenin proteinleri hakkında yapılan araştırmalar sınırlı sayıdadır (Genç ve ark., 1993; Eser, 1996; Göçmen, 2001; Yıldırım ve ark., 2008; Yüksel, 2009b).

Türkiye’de durum buğdayı üretimi makarna sanayinin ihtiyacından oldukça fazla olmasına rağmen, zaman zaman durum buğdayı ithalatı yapılmaktadır. Bunun en önemli nedeni, üretilen durum buğdaylarının makarnalık kalitelerinin düşük ya da yetersiz olmasıdır. Ürettiği durum buğdayı miktarı Türkiye’den yaklaşık %25 fazla olan Kanada, dünya durum buğdayı piyasasının yaklaşık %70’ini elinde tutmaktadır. Bu başarı, temelde durum buğdaylarının makarnalık kalitelerini tayin eden fiziksel, kimyasal ve teknolojik özelliklerini iyileştirme yönünde son 30 yılda yapılan araştırma ve ıslah çalışmalarının bir sonucudur (Koyuncu, 2009)

Buğdayların SDS-sedimentasyon değerleri (Şekil 2.8), sedimentasyon test cihazı kullanılarak belirlenmektedir (Anonim, 2000; Köksel ve ark., 2000).

SDS-sedimentasyon değeri, buğday proteinlerinin hidrasyon ve oksidasyon derecesine bağlıdır. Gluten proteinleri normalde lipoproteinlerle bağlı olduğundan bunların serbest hale gelerek hidrasyonu ancak ortama SDS ilavesi ile mümkün olmaktadır. SDS ve laktik asit çözeltisi içeren örnek standart koşullarda çalkalandığında su tutma kapasitesi yüksek olan proteinler stabil bir süspansiyon oluşturmaktadırlar. Oluşan süspansiyon değerlerinin yüksekliği gluten kuvvetinin iyi bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Boyacıoğlu ve Ünal, 1987).



Şekil 2.8. Bazı makarnalık buğdayların SDS-sedimentasyon değerlerileri(Koyuncu, 2009)

Sedimentasyon değeri, hem protein miktarı hem de protein kalitesine bağlı olarak değiştiği için buğdayların sedimentasyon değerleri protein içeriklerine bölünerek protein kalitelerini daha iyi yansıtan spesifik sedimentasyon değerleri hesap edilmektedir (Cubadda ve ark., 2007; Yüksel, 2009a). Impiglia ve ark. (1995), bazı makarnalık buğday genotiplerinin sedimentasyon değerlerinin 18.2-38.5 ml, spesifik sedimentasyon değerlerinin ise 1.39-2.98 ml arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bursa koşullarında yetiştirilen bazı makarnalık buğday ıslah hatlarının sedimentasyon değerleri ise 19.5-31.3 ml arasında değişim göstermiştir (Sözen ve Yağdı, 2005).

2.4. Makarnalık Buğdaylarda Pigmentler, Oksidatif Enzimler ve Renk

Renk, makarnada önemli kalite kriterlerindedir. Kaliteli bir makarnanın parlak sarı renkte olması istenir. Makarnanın rengi temelde üç faktörden kaynaklanmakta veya etkilenmektedir:

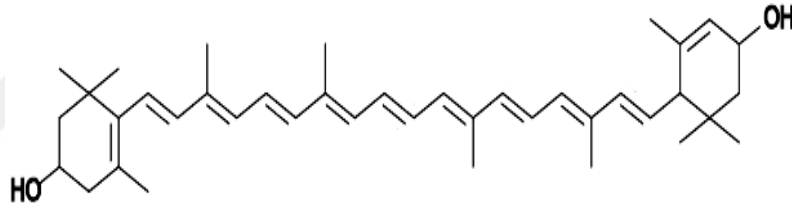
- Makarna üretiminde kullanılan irmiğin sarı renkli pigment içeriği makarna renginde oldukça belirleyicidir. Makarnalık buğdayların pigment içerikleri çeşide (genotip) ve yetiştirilme şartlarına (çevre) bağlı olarak genellikle 4-8 mg/kg arasında değişmektedir. Buğdayın irmiğe öğütülmesi sırasında %5-10, makarnaya işlenmesi sırasında ise %10-15 olmak üzere toplam %15-25 civarında pigment (renk) kaybı meydana gelmektedir (Hoseney, 1994; Troccoli ve ark., 2000; Coşkun, 2001; Sakin ve ark., 2008).
- Makarnada sarı renk kaybına (ağarma) neden olan veya üründe kahverengi-siyah renk oluşumuna sebep olan oksidatif enzimlerin aktiviteleri makarna renginde oldukça 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; Troccoli ve ark., 2000; Morris, 2004).
- Makarna rengi, makarna üretim aşamalarında meydana gelen enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından da etkilenmektedir. Bu kapsamda Maillard reaksiyonu sonucu oluşan kahverengi-siyah renkli melaninler ile otooksidasyon ve enzimatik oksidasyon sonucu oluşan renk kayıpları önemlidir (Borrelli ve ark., 1999; 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 kullanılmaktadır. Dolayısıyla makarna rengi pratikte büyük oranda kullanılan irmiğin pigment içeriği ve oksidatif enzim aktivitelerine bağlı olarak değişmektedir.

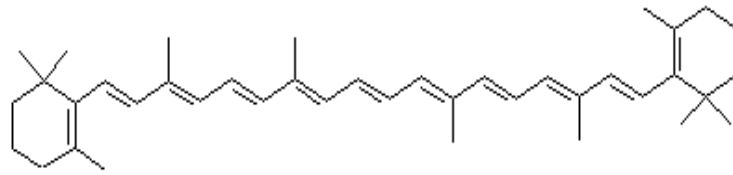
Farklı pigmentler içeren buğday tanesinde, en etkin olan buğday pigmentleri karotenoidler ile flavonoidler yer almaktadır (Fortmann ve Joiner, 1978; Laignelet, 1983; Kruger ve Reed, 1988; Feng ve McDonald, 1989). Bitkilerde sarı-kırmızı renk

görünümü sağlayan ve buğday ve ürünlerinde en etkin olan karotenoidler pigmentlerinin bugüne kadar yaklaşık 600 çeşidi tespit edilmiştir. Karotenoidler içerdikleri oksijen durumuna göre iki alt grupta tanımlanmaktadır. Bunlar; oksijen içermeyen karotenler (β -karoten ve likopen) ve yapılarında oksijen bulunan lutein ve zeaksantin gibi ksantofillerdir (Kruger ve Reed, 1998).

Konjuge çift bağlar içeren karotenoidler lipit karakterli hidrokarbonlardır. Bu nedenle karotenoidler kolay okside olduğundan sarı-kırmızı renklerini kaybedip buldukları ürünlerin beyazlaması veya ağarmasına neden olurlar. Karotenoidler yüksek antioksidan içermeleri nedeni ile de sağlıklı beslenme bakımından önemlidirler (Laignelet, 1983; Borrelli ve ark., 1999). Ekmeklik buğdaylarda oksidatif yolla ağarma beyaz un eldesi bakımından istenirken bu durum makarnalık buğdaylarda istenmez. Şekil 2.9 da görüldüğü gibi Ksantofilerden lutein ve lutein-yağ asidi esterleri ve karotenlerden β -karoten buğday tanesinde en önemli olan karotenoidlerdir (Fortmann ve Joiner, 1978)



Lutein



B-Karoten

Şekil 2.9. Buğdayda bulunan önemli karotenoidler (Fortmann ve Joiner, 1978)

Toplam karotenoid içeriği çevre şartlarından etkilenmekle birlikte daha çok genetik faktörlere göre değişim göstermektedir (Çizelge 2.9). Diğer buğdaylara oranla durum buğdaylarında daha yüksektir (Fortmann ve Joiner, 1978; Laignelet, 1983; Kruger ve Reed, 1988; Borrelli ve ark., 1999).

Çizelge 2.9. Farklı buğday türlerinin karotenoid içerikleri

Buğday Türü	Örnek Sayısı	Karotenoid İçeriği (mg/kg)
Aestivum (Sert Kırmızı Yazlık)	121	5.7
Aestivum (Sert Kırmızı Kışlık)	45	5.8
Durum	89	7.3

Kaynaklar: Fortmann ve Joiner (1978), Kruger ve Reed (1988)

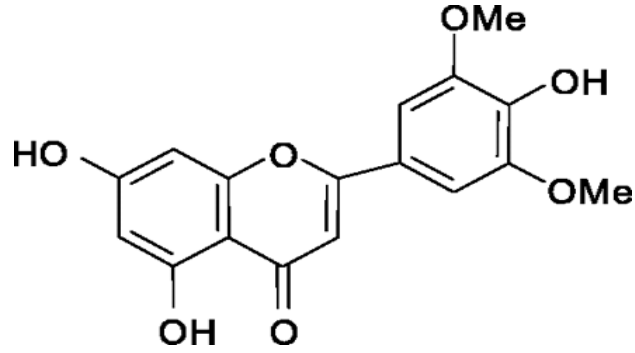
Çizelge 2.10'da görüldüğü gibi, karotenoidler buğday tanesinde homojen dağılmamışlardır. Karotenoidlerin büyük kısmı embriyo tabakasında yoğun olduğu görünmekle birlikte, endosperm ve kepek kısımlarında ise birbirlerine yakın oranlarda bulunmaktadır. Buğday karotenoidlerinin büyük bir kısmını serbest lutein oluştururken, esterleşmiş lutein ve β -karoten daha düşük oranlarda bulunmaktadır (Fortmann ve Joiner, 1978; Laignelet, 1983; Kruger ve Reed, 1988; Borrelli ve ark., 1999).

Çizelge 2.10. Buğday tanesinde bulunan karotenoidlerin çeşidi ve dağılımı

Karotenoid	Endosperm (%)	Embriyo (%)	Kepek (%)	Tüm Tane (%)
β -Karoten	4.1	12.2	4.5	7.6
Lutein (serbest)	90.8	70.8	59.0	84.8
Lutein (esterleşmiş)	5.1	17.0	36.5	7.6
Toplam (mg/kg)	2.0	4.1	2.2	2.0

Kaynaklar: Fortmann ve Joiner (1978), Kruger ve Reed (1988)

Buğday tanesinde flavonoidler, makarna renginin belirlenmesinde karotenoidlerden sonra en etkin olan pigmentlerdir. Flavonoidler, bitkilerde sarımtırak renk görünümü kazandıran kuvvetli antikanserijen ve antioksidan özellikler taşıyan polifenolik maddelerdir. Örnek olarak Şekil 2.10da görüldüğü gibi, Tricin buğday tanesinde bulunan en önemli flavonoiddir (Fortmann ve Joiner, 1978; Kruger ve Reed, 1988).



Şekil 2.10. Buğdayda en önemli flavonoid, tricin (Fortmann ve Joiner, 1978; Kruger ve Reed, 1988)

Karotenoidler gibi buğdayda heterojen dağılım gösteren Tricin, daha çok embriyoda bir kısımda kepekte bulunmaktadır. Tricin içeren en düşük buğday kısmı ise endospermdir (Çizelge 2.11) (Fortmann ve Joiner, 1978; Kruger ve Reed, 1988).

Çizelge 2.11. Flavonoidlerden buğdayda bulunan tricin tanedeki dağılımı

Flavonoid	Endosperm (mg/kg)	Embriyo (mg/kg)	Kepek (mg/kg)	Tüm Tane (mg/kg)
Tricin	0.7	52.8	6.5	2.3

Kaynaklar: Fortmann ve Joiner (1978), Kruger ve Reed (1988)

Buğdayların flavonoid içerikleri tür ve çeşide göre değişmektedir. Durum buğdaylarının flavonoid içerikleri aestivum buğdaylarından genellikle daha yüksektir. Çizelge 2.12’de buğday türleri ve çeşitleri arasında toplam flavonoid içerikleri bakımından oldukça önemli farklılıkların bulunduğu görülmektedir (Feng ve McDonald, 1989).

Çizelge 2.12. Farklı buğday tür ve çeşitlerinin toplam flavonoid içerikleri

Tür, Sınıf veya Çeşit	Toplam Flavonoid İçeriği (mg/kg)
Yazlık Kırmızı Aestivum	
Len	149.1
Alex	245.4
Stoa	289.0
Kışlık Kırmızı Aestivum	
Roughrider	288.2
Agassiz	271.1
Beyaz Aestivum	320.3
Durum	
Rugby	405.7
Lloyd	358.4
Vic	291.2
Ortalama	290.9

Kaynak: Feng ve McDonald (1989)

Durum buğdayı genotipleri (25 genotip) ile 3 çevrede (Tokat, Sivas, Diyarbakır) 2 yıl süreyle yürütülen bir araştırmada, buğdayların pigment içeriklerinin 3.7-8.3 mg/kg arasında değiştiği ve hem genotip hem de çevreden etkilendiği bulunmuştur (Çizelge 2.13) (Sakin ve ark., 2008).

Çizelge 2.13. Durum buğdaylarının pigment içeriklerinde genotip ve çevrenin etkileri

Varyasyon Kaynağı	SD	F
Çevre	5	815.7483**
Hata	12	
Genotip	24	534.1260**
Genotip x Çevre	120	12.2487**
Hata	288	

Kaynak: Sakin ve ark. (2008) ** 0,01 düzeyinde önemli

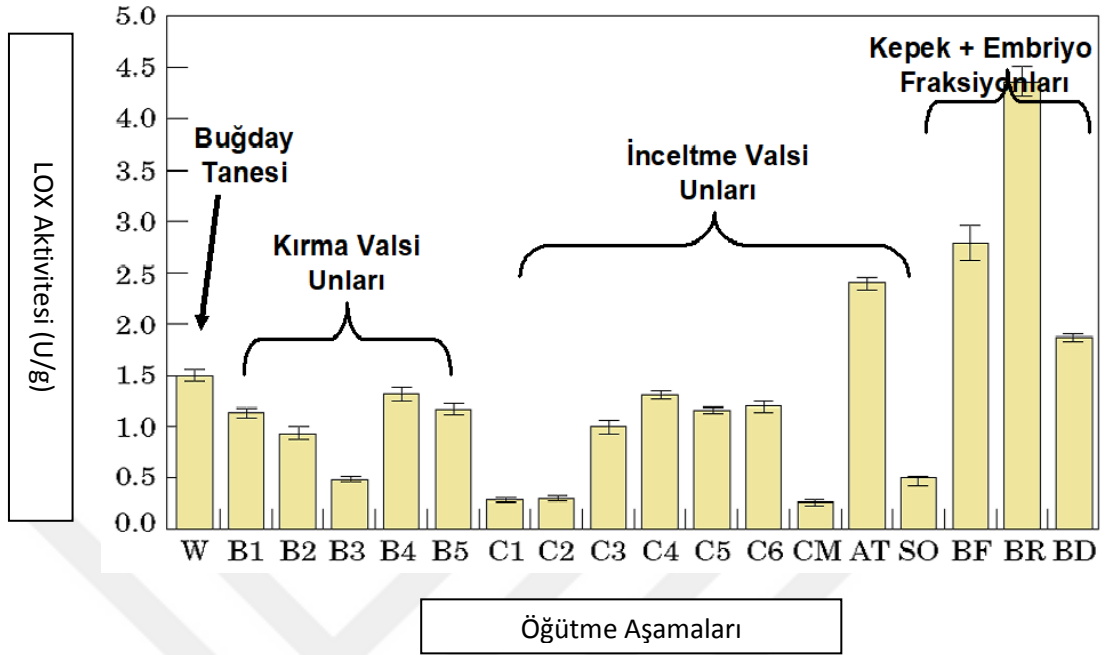
Buğdayların içerdiği enzimlerden özellikle oksido-redüktaz grubu içinde bulunan bazı enzimler, buğday ve buğday ürünlerinin renginde oldukça etkilidir. Buğday rengi üzerinde etkili olan oksidatif enzimlerden en önemlileri LOX, PPO, POD enzimleridir (Taha ve Sagi, 1987; Hoseney, 1994; Clarke ve ark.,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

Demir içeren dioksijenazlar olan LOX enzimleri; *cis,cis*-1,4-pentadiene yapısına sahip çoklu doymamış yağ asitlerini (linoleik asit gibi) konjuge *cis,trans*-dienoik hidroperoksitlere katalize etmektedirler. LOX katalizli oksidasyon sırasında oluşan yağ asidi radikalleri β -karoten ve ksantofillerin ko-oksidasyonuna neden olmakta, bunun sonucunda da karotenoidler parçalanarak sarı-kırmızı renklerini kaybetmektedirler (Siedow, 1991). Afiniteleri linoleik aside karşı yüksek olan durum buğdayı LOX enzimlerinin molekül ağırlıklarının 95 kDa civarında olduğu ve optimum aktivitelerinin hamur pH değerlerine (pH 4-6) yakın olduğu tespit edilmiştir. Linoleik asit, buğdayda en fazla bulunan (>%50) yağ asididir (Barone ve ark., 1999).

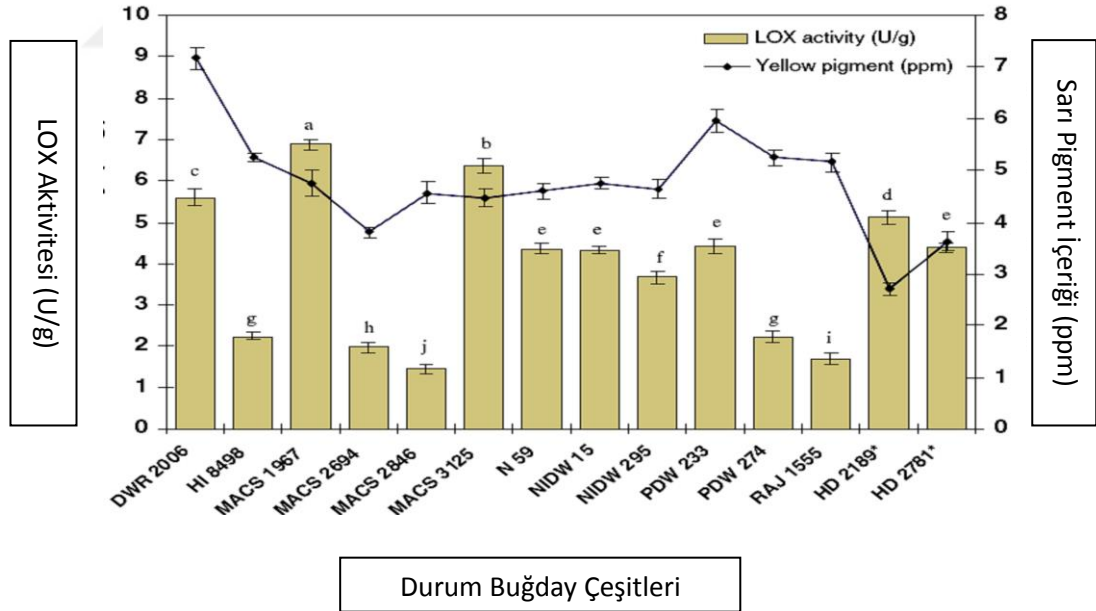
Buğday tanesinde LOX katalizli oksidasyon sonucunda ortaya çıkan beyazlama ve renk ağarması makarnalık buğdaylarda istenmez. Ancak bu durum ekmeklik buğdaylarda kontrollü olarak istenmektedir. LOX oksidasyonu ekmeklik buğday unlarında ağarma ve gluten proteinlerini dolaylı yoldan oksidasyona uğratarak hamurun kuvvetlenmesini sağlamaktadır (Hoseney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995).

LOX enzimleri tanede heterojen bir dağılıma sahiptirler (Rani ve ark., 2001). Buğday tanesinde endosperm, embriyo ve kabuk kısmında bulunur. Embriyo endospermden 17 kat daha fazla, kabuk ise endospermden 4 kat daha fazla LOX enzimi bulunmaktadır (Coşkun, 2001). Şekil 2.11'de buğday öğütme fraksiyonlarında LOX enzimlerinin heterojen dağılımı görülmektedir.

Buğdayda LOX enzimlerinin aktiviteleri tür, çeşit ve yetiştirme şartlarından etkilenmektedir. Makarnalık buğday türlerinin LOX enzim aktiviteleri diğer çeşitlere oranla daha düşüktür (Coşkun, 2001). Hindistan'da aynı çevre şartlarında yetiştirilen makarnalık durum buğdayları arasında LOX aktiviteleri ve pigment içerikleri karşılaştırdığında bazı önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Şekil 2.12).



Şekil 2.11. Buğday öğütme fraksiyonlarında LOX dağılımı (Rani ve ark., 2001)



Şekil 2.12. Aynı çevrede yetiştirilen Hindistan durum buğdaylarının LOX aktiviteleri ve pigment içerikleri (Aalami ve ark., 2007)

Durum buğdayı genotipleri (25 genotip) ile 3 çevrede (Tokat, Sivas, Diyarbakır) 2 yıl süreyle yürütülen bir araştırmada, buğdayların LOX aktivitelerinin hem genotip hem de çevreden etkilendiği belirlenmiştir (Çizelge 2.14) (Sakin ve ark., 2008).

Çizelge 2.14. Durum buğdaylarının LOX aktivitelerinde genotip ve çevrenin etkileri*

Varyasyon Kaynağı	SD	F
Çevre	5	240.1687**
Hata	12	
Genotip	24	75.8111**
Genotip x Çevre	120	6.2057**
Hata	288	

*) Sakin ve ark., 2008 , **) 0,01 düzeyinde önemli

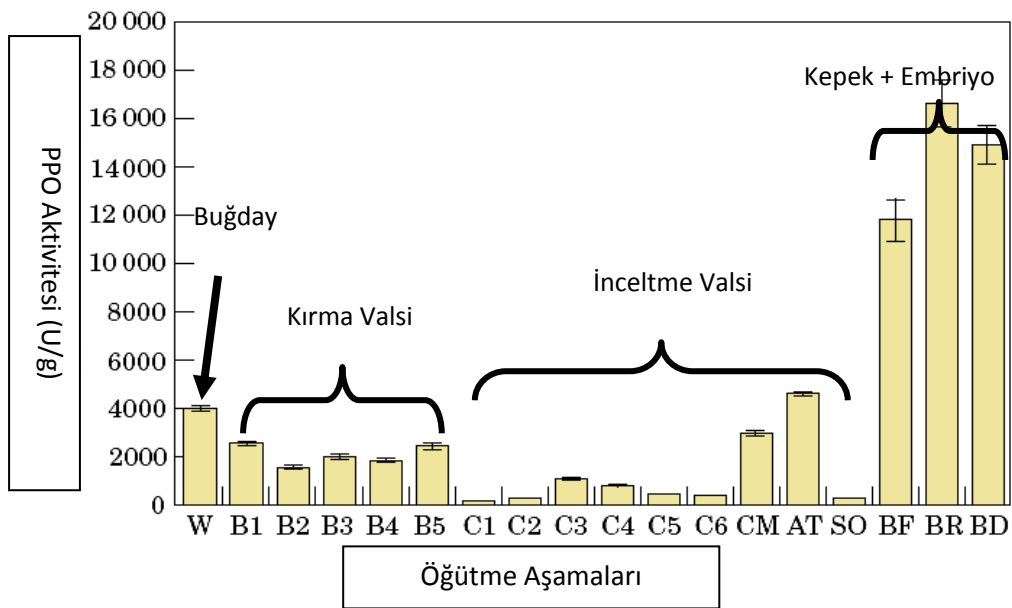
Substratları fenolik madde ve içeriğinde bakır bulunan oksido-redüktaz grubu enzimler olan PPO enzimleri, un veya irmikte bulunan fenolik maddelerin kinonlara oksidasyonunu katalize etmektedirler. Stabil olmayan kinon bileşikleri, birbirleriyle polimerleşerek veya amin veya tiyol içeren bileşenlerle reaksiyona girerek kahverengi renkli kompleksler oluşturmaktadırlar (Whitaker ve Lee, 1995). ABD’de PPO enzimlerinin aktivitesini kontrol etmeye yönelik ıslah çalışmaları sonucu PPO enzim aktivitesi düşük bir buğday çeşidi (Lakin) geliştirilmiştir (Martin ve ark., 2001).

PPO ve LOX enzimleri tanede heterojen dağılmıştır. PPO enzimleri büyük oranda tanenin kabuk kısmında yoğun olmakla birlikte buğday tanesinin embriyo ve endosperm kısımlarında ise birbirine yakın oranlarda dağılmışlardır (Rani ve ark., 2001). Çeşit ve çevre şartları PPO enzim aktivitelerini kontrol altında tutmaktadır. Çizelge 2.15’de ABD’de yetiştirilen bazı buğday çeşitlerinin PPO enzim aktiviteleri karşılaştırılmış ve çeşitler arasında önemli fark olduğu anlaşılmıştır (Yüksel, 2009b). PPO enzimleri tane içerisinde heterojen bir dağılım göstermekte olup, Şekil 2.13’de buğday öğütme fraksiyonlarında PPO dağılımı görülmektedir (Rani ve ark., 2001). Hindistan’da aynı çevre şartlarında yetiştirilen makarnalık durum buğdayı çeşitleri değerlendirildiğinde PPO aktiviteleri açısından önemli farklılıklar belirlenmiştir (Şekil 2.14).

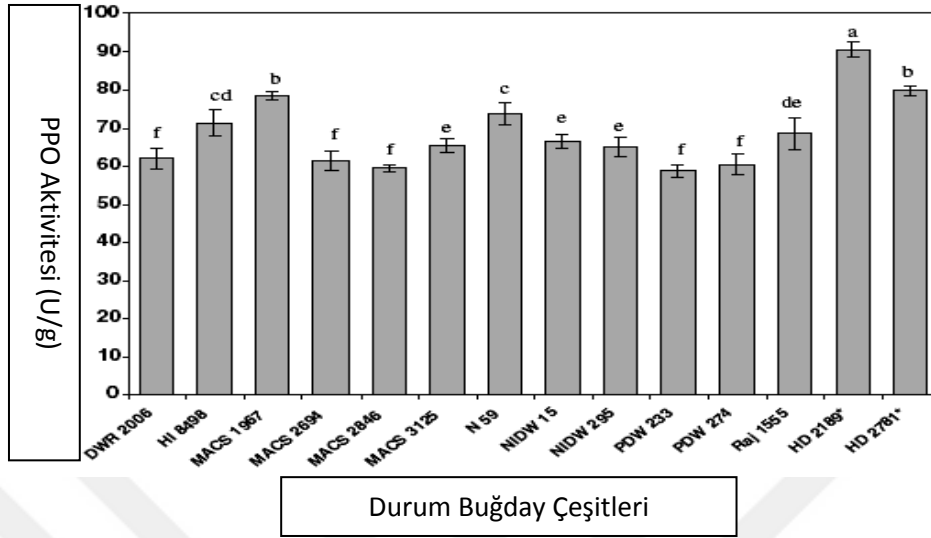
Çizelge 2.15. Bazı ABD buğday çeşitlerinin PPO aktiviteleri *

Çeşit	PPO Aktivitesi (U / g)
Arapahoe	121
Centura	143
cody	118
Colt	121
Karl	120
Scout 66	116
Siouxland	115
TAM 107	102
Tomahawk	93
Vona	102
Ortalama	115
Min-Max	93-143

*) Yüksel, 2009b



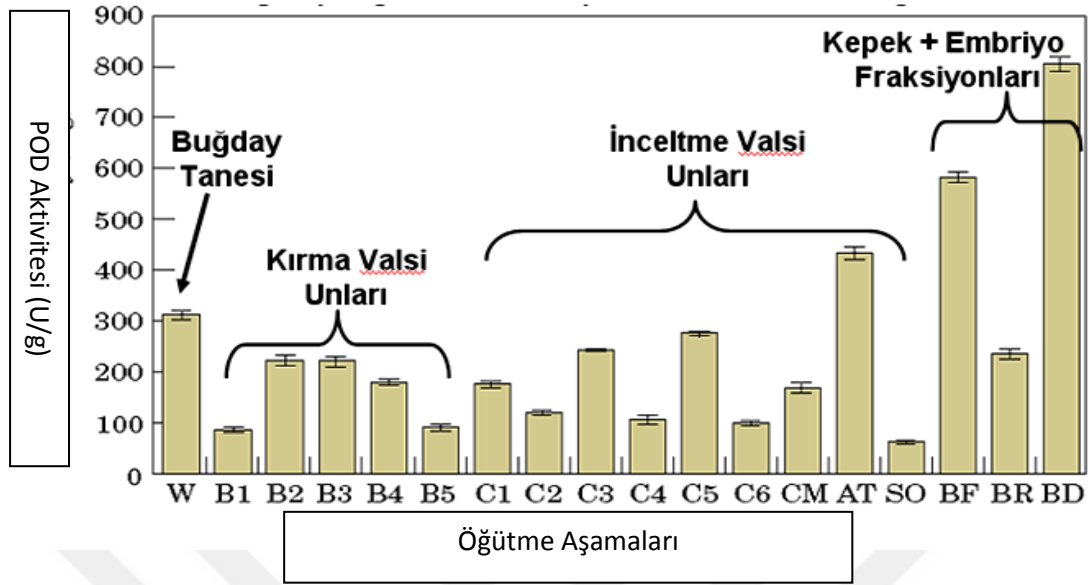
Şekil 2.13. Buğday öğütme fraksiyonlarında PPO dağılımı (Rani ve ark.,2001)



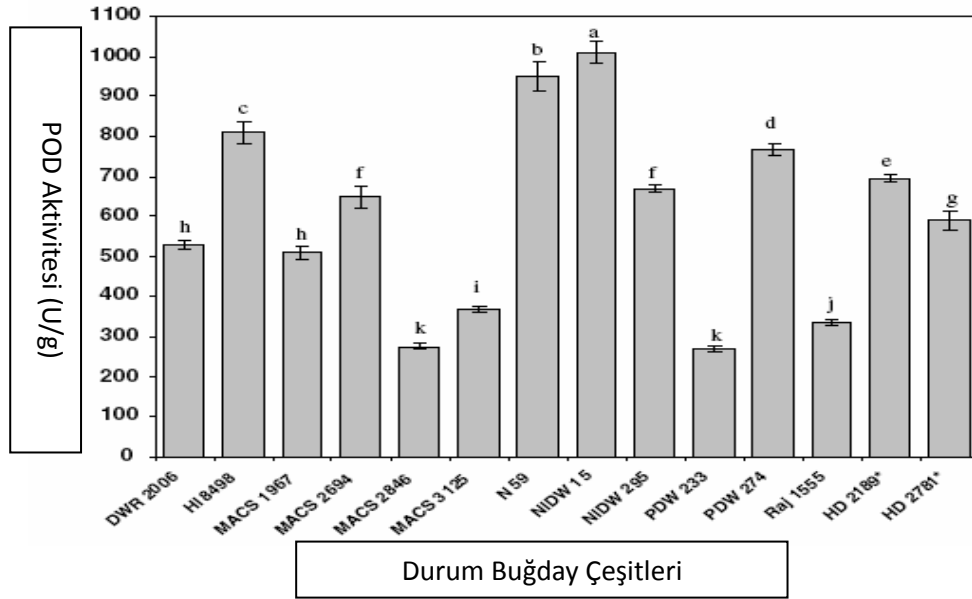
Şekil 2.14. Aynı çevrede yetiştirilen Hindistan durum buğdaylarının PPO aktiviteleri (Aalami ve ark., 2007)

POD enzimleri, oksido-redüktaz grubu enzimlerdendir. Oksidatif enzimlerden olan POD enzimlerinin de makarnanın kararmasına neden olduğu bildirilmekle birlikte mekanizması tam olarak aydınlatılabilmemiş değildir. POD enzimleri için önerilen etki mekanizmaları arasında LOX enzimlerinde gözlemlendiği gibi karotenoidlerin ko-oksidasyonu yoluyla renk ağarması ve PPO enzimlerinde olduğu gibi fenolik bileşenlerin dolaylı olarak oksidasyonu ve renk esmerleşmesi sayılabilir (Kobrehel ve ark., 1974; Taha ve Sagi, 1987; Iori ve ark., 1995; Fraignier ve ark., 2000).

POD enzimleri, tanenin anatomik kısımlarında heterojen olarak dağılmışlardır. Şekil 2.15’de görüldüğü gibi, POD enzimi tanede en çok kepek ve embriyo kısmında bulunmaktadır. Endosperm en düşük düzeyde POD içeren buğday tabakasıdır (Rani ve ark., 2001). Buğdayda POD aktiviteleri çeşit ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Hindistan’da aynı çevre şartlarında yetiştirilen durum buğdaylarının POD aktiviteleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Şekil 2.16) (Aalami ve ark., 2007).



Şekil 2.15. Buğday öğütme fraksiyonlarında POD dağılımı (Rani ve ark., 2001)



Şekil 2.16. Aynı çevrede yetiştirilen Hindistan durum buğdaylarının POD aktiviteleri (Aalami ve ark., 2007)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada Türkiye’de yetiştirilen 21 adet tescilli makarnalık buğday çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 3.1). Araştırmada kullanılan buğday çeşitleri, Prof. Dr. Ahmet YILDIRIM’ın buğday çeşit koleksiyonundan temin edilmiştir. Kontrol ya da standart makarnalık buğday çeşitleri olarak, yüksek makarnalık kalitesiyle bilinen Kanada durum buğdaylarından Quashar ve Kyle çeşitleri kullanılmış olup, bu çeşitler durum buğdayı ıslahçısı Dr. J.M. Clarke’dan (Semiarid Prairie Agricultural Research Center, Agriculture and Agri-Food Canada, Swift Current, Kanada) temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Örneklerin Öğütülmesi

Buğday örneklerinin öğütülmesinde 1,0 mm gözenekli elek monte edilmiş Polymix PX-MFC çekiçli (Kinematica AG, İsviçre) örnek hazırlama değirmeni kullanılmıştır.

3.2.2. 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 (Mommert 100-800, Almanya) kurutma yoluyla belirlenmiştir (Anonim, 2000). Çalışma kapsamında gerçekleştirilen tüm analizlerin sonuçları %14 nem esasına göre düzeltilmiştir.

3.2.3. Pigment içeriklerinin Belirlenmesi

Öğütülen örneklerin sarı renkli pigment (karotenoidler) içerikleri Amerikan Tahıl Kimyacıları Derneği (AACC International) tarafından önerilen standart metod (AACC Method 14-50) kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerdeki pigmentler su ile doyurulmuş n-butanol ile ekstrakte edildikten sonra spektroskopik (436 nm) yaklaşımla ölçülmüş ve hesaplanmıştır (AACC, 2000; Köksel ve ark., 2000).

Çizelge 3.1. Araştırmada yer alan tescilli durum buğdayı çeşitleri

Çeşit	Tescil Yılı	Pedigree	Çeşit	Tescil Yılı	Pedigree
Kunduru-1149	1967	Yerel çeşitten seleksiyon yoluyla ıslah edilmiştir.	Yılmaz-98	1998	Tarla Bitkileri Merkez Arş. Enst (çeşit sahibi kuruluş)
Gediz-75	1976	LD357E/TC2//Jori”S”(Güneydoğu Tar.Arş.Enst. temin edilmiştir.)	Altıntoprak-98	1998	ACONCH189 =ALTAR84/AOS
Diyarbakir-81	1981	LD393//BEL116E/2*TC/3/CI T71	Sarıçanak-98	1998	DACK/GEDIZ//USPA 575
Balcalı-85	1985	Bittern “S”	Balcalı-2000	2000	Stn “S”
Kızıltan-91	1991	Tarla Bitkileri Merkez Arş. Enst.(çeşit sahibi kuruluş)	Fuatbey-2000	2000	-----
Aydın-93	1993	OMRABIA “S””(Güneydoğu Tar.Arş.Enst. temin edilmiştir.)	Çeşit-1252	1999	Tarla Bitkileri Merkez Arş. Enst.(çeşit sahibi kuruluş)
Fırat-93	1993	(Güneydoğu Tar.Arş.Enst. temin edilmiştir.)	Zenit	----	TASACO
Salihli	1995	B.BAL//BYE*2/ TC60	Kozmidor	----	-----
Harran-95	1995	Korifla//D.S-15/Geiger (Güneydoğu Tar.Arş.Enst. temin edilmiştir.)	Quashar	----	-----
Amanos-97	1997	-----	Kyle	---	Semiarid Prairie Agricultural Research Center (Kanada)
Selçuklu-97	1997	073-44*2/Ovi/3/DF21-72//61-130/Uvy162			

3.2.4. Oksidatif Enzimlerin Aktivitelerinin Belirlenmesi

Enzimlerin Ekstraksiyonu

Öğütülen buğday örneklerinden oksidatif enzimlerin ekstraksiyonu Rani ve ark. (2001) ve Aalami ve ark. (2007) tarafından tanımlanan yöntemlere göre yapılmıştır. Öğütülmüş buğday örneğine (0.5 veya 1.0 g) 5 veya 10 mL sodyum fosfat tampon çözeltisi (50 mM, pH 7.5) ilave edilerek ve 4°C’de 2 saat süreyle manyetik karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra santrifüj edilmiştir (5000 x g, 15 dak). Elde edilen sıvı ekstrakt (supernatant) enzim aktivitesi analizlerinde kullanılmıştır.

Lipoksijenaz / Lipoksidaz (LOX) Aktivitesi Ölçümü

Örneklerin LOX aktivitelerinin tayininde kullanılacak olan linoleik asit substratı Shiiba ve ark. (1991) tarafından tanımlanan yöntemle hazırlanmış ve enzim aktiviteleri Aalami ve ark. (2007)’nin yöntemine göre belirlenmiştir. Sodyum asetat tampon çözeltisi (2.61 mL, 0.2 M, pH 5.5), linoleik asit substratı (90 µL, 7.5 x 10⁻³ M) ve enzim ekstraktı (300 µL) karışımının absorbanansı (234 nm) oda sıcaklığında 0. ve 120. saniyelerde ölçülmüştür. LOX aktivitesi, absorbansta 1 birim/dak değişiklik yapan enzim miktarı olarak tanımlanarak ve hesaplamada ‘extinction’ katsayısı olarak 2.5 x 10⁴ M⁻¹cm⁻¹ kullanılmıştır. Hesaplamada kullanılan formül aşağıda verilmiştir.

$$\text{Akt} = \frac{A \cdot V_t}{E \cdot t \cdot V_e}$$

V_t: Toplam reaksiyon hacmi

E: Molar Ekstinsiyon katsayısı

T: Reaksiyon zamanı

V_e: Kullanılan enzim Çözeltisinin Hacmi

Polifenol Oksidaz (PPO) Aktivitesi Ölçümü

Örneklerin PPO aktivitelerinin ölçümünde Coseteng ve Lee (1987) tarafından geliştirilen ve Aalami ve ark. (2007) tarafından kısmen modifiye edilen yöntem kullanılmıştır. Sodyum fosfat tampon çözeltisi (2.4 mL, 50 mM, pH 7.5), kateşol (300 µL, 0.5 M) ve enzim ekstraktı (300 µL) karışımının absorbanansı (420 nm) oda

sıcaklığında 0. ve 120. saniyelerde okunmuştur. PPO aktivitesi, absorbansta 0.1 birim/dak değişiklik yapan enzim miktarı olarak tanımlanmıştır.

Peroksidaz (POD) Aktivitesi Ölçümü

Örneklerin POD aktivitelerinin ölçümünde Aparicio-Cuesta ve ark. (1992) tarafından geliştirilen ve Aalami ve ark. (2007) tarafından modifiye edilen yöntem kullanılmıştır. Sodyum asetat tampon çözeltisi (2.25 mL, 50 mM, pH 5.0), hidrojen peroksit (300 µL, %1), o-dianisidin (300 µL, %0.25) ve enzim ekstraktı (150 µL) karışımının absorbanası (460 nm) oda sıcaklığında 0. ve 120. saniyelerde ölçülmüştür. POD aktivitesi, absorbansta 1 birim/dak değişiklik yapan enzim miktarı olarak tanımlanmıştır.

3.2.5. Buğday Çeşitlerinin γ -Gliadin (γ -Gliadin 45 / γ -Gliadin 42) Proteinleri Bakımından Taranması

Buğday çeşitlerinin makarna pişme kalitesinde belirleyici olan γ -gliadin bantları (42 / 45) bakımından taranmasında Bushuk ve Zillman (1978) ve Tkachuk and Mellish (1980) tarafından geliştirilen ve Köksel ve ark. (2000) tarafından modifiye edilen asidik poliakrilamid jel elektroforez (A-PAGE) yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla her bir çeşitten beşer adet tane enine kesilerek embriyo (ruşeym) içermeyen kısımları havanda ezilerek ve gliadin proteinleri %70 etil alkol veya 1.5 M dimetil formamid (çözgen:materyal oranı = 5:1) ile ekstrakte edildikten sonra santrifüjlenerek berraklaştırılmıştır. γ -Gliadin 42 / 45 protein bantlarının belirlenmesinde Marquis ve/veya Neepawa buğdayları standart olarak kullanılmıştır. Ayrıca γ -gliadin 42 içerdiği bilinen Çakmak-79 ve γ -gliadin 45 içerdiği bilinen Avonlea ve Kyle çeşitleri kontrol olarak kullanılmıştır.

3.2.6. Protein içeriği

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

3.2.7. Sedimentasyon ve Spesifik Sedimentasyon Değeri

Öğütölmüs buğdayların sodyum dodesil sülfat (SDS) sedimentasyon değerleri, AACC metot 56-70'e göre sedimentasyon test cihazı (Yücebas Makine Analitik Cihazlar, İzmir) kullanılarak belirlenmiştir (Anonim, 2000). Spesifik sedimentasyon değerlerise, her bir buğdayın sedimentasyon değerinin protein içeriğine bölünmesi yoluyla hesaplanmıştır (Yüksel, 2009a).

3.2.8. Hektolitre (Test) Ağırlığı

Buğdayların hektolitre ağırlıkları Amerikan Tahıl Kimyacıları Derneği (AACC International) tarafından önerilen standart metoda (AACC Method 55-10) göre hektolitre test cihazı kullanılarak belirlenmiş ve kg/hL olarak ifade edilmiştir (Anonim, 2000).

3.2.9. Bin Tane Ağırlığı

Dört adet yüzer tane buğday örneği hassas terazide tartılmış ve orantı kurularak bin (1000) tane ağırlığı belirlenmiştir. Elde edilen değer % 14 nem esasına göre düzeltilerek gr/1000 tane olarak ifade edilmiştir (Elgün ve ark., 2002).

3.2.10. Camsı, Unsu ve Dönmeli Tane Oranı

Grobecker kesit aleti kullanılarak dört adet 25 gramlık buğday tanelerinin enine kesiti elde edilmiş ve camsı, unsu ve dönmeli endosperm kesit yüzeyine sahip taneler sayılarak sonuçlar oransal (%) olarak verilmiştir (Köksel ve ark., 2000).

3.3. İstatiksel Değerlendirme

Buğday çeşitleri için elde edilen veriler varyans (ANOVA) analizine tabi tutulmuş, varyans analizi sonucunun önemli çıkması durumunda Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak farklı olanlar belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Buğdayların Fiziksel Özellikleri

Sağlıklı, iri ve dolgun taneli, sert yapılı ve camsı görünüm, kaliteli makarnalık buğdayda olması istenen özelliklerdir. Buğdayın en uygun olduğu son ürünü belirleyen fiziksel özellikler tanenin boyutu, sertliği ve camsılığıdır. Makarnalık buğdayda tane boyutu ile birlikte endosperm-kabuk oranı arttığı için irmik verimi de buna bağlı olarak yükselmektedir. İrmik verimi ve parlaklığı, tane sertliği ve camsılığından etkilenmektedir (Atlı ve ark., 1993; Hosoney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995; Bushuk, 1998; Coşkun, 2001; Morris, 2004; Dziki ve Laskowski, 2005).

Türkiye şartlarında yetiştirilen tescilli durum buğdayı çeşitlerinin tane boyutları (bin tane ağırlıkları) ve camsılık oranları ve varyans değerleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de sunulmuştur. Çeşitlerin bin tane ağırlıkları 35.0-55.15 g (ort. 47.46 g), camsılık oranları ise %74.50-96.50 (ort. %91.29) aralığındadır. Bu veriler, tescilli makarnalık buğday çeşitlerinin hem tane boyutları hem de camsılık oranları bakımından irmik/makarna üretimi için yeterli düzeyde (Hosoney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995; Bushuk, 1998) olduklarını göstermektedir. Makarnalık buğdayda bin tane ağırlığı ile ilgili önceki yıllarda yapılan çalışmalarda; Sözen ve Yağdı (2005) 42.80 - 48.80 g, Akgün ve ark. (2011) 35.63 - 47.04 g, Aydoğan ve ark. (2012) 36.08-38.00 g, Mohammed ve ark. (2012) 35.4 - 48.8 g, Kılıç (2014) 35.7 - 42.4 g arasında değişen değerleri tespit etmişlerdir.

Makarnalık buğdaylarda önemli olan fiziksel özellikler; camsılık, sertlik, boyut ve homojenliktir. Camsılık çevre şartlarından etkilenmekte olup yüksek irmik verimi ve parlaklık bakımından önem taşımaktadır. Sertlik ise daha çok genetik kontrol altında olup uygun öğütme teknolojisinin tespitinde önemlidir. Boyut ve homojenlik, un/irmik verimi uygun öğütme teknolojisinin seçiminde önemli bir kalite kriteridir (Yüksel ve ark., 2011).

Çizelge 4.1. Camsılık ve Bin Dane Varyans Analiz Değerleri

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Nem	20	30.064	1.503	4,808	0.000
Camsılık	20	897.57	44.89	8.808	0.000
Bin Dane Ağırlığı	20	1.035.896	51.795	15.493	0.000

Çizelge 4.2. Tescilli durum buğdayı çeşitlerinin önemli fiziksel özellikleri

Çeşit	Nem İçeriği (%)	Bin Tane Ağırlığı (g)	Camsılık (%)
Kunduru-1149	8.8 ^a	47.95 ^{efgh}	88.50 ^b
Gediz-75	10.12 ^{abcd}	47.80 ^{efgh}	96.50 ^c
Diyarbakır-81	10.97 ^{cd}	51.80 ^{fghi}	90.50 ^{bc}
Balcalı-85	10.35 ^{bcd}	39.80 ^{ab}	92.50 ^{bc}
Kızıltan-91	10.74 ^{bcd}	44.25 ^{bcde}	95.00 ^{bc}
Aydın-93	10.66 ^{bcd}	50.25 ^{efghi}	96.50 ^c
Fırat-93	11.40 ^d	53.25 ^{hi}	89.00 ^{b^c}
Salihli	10.37 ^{bcd}	46.20 ^{cdef}	92.50 ^{bc}
Harran-95	10.95 ^{cd}	48.75 ^{efgh}	89.00 ^{bc}
Amanos-97	10.83 ^{bcd}	54.60 ⁱ	96.50 ^c
Selçuklu-97	10.00 ^{abc}	35.00 ^a	90.00 ^{bc}
Yılmaz-98	13.45 ^e	47.00 ^{defg}	90.50 ^{bc}
Altıntoprak-98	10.00 ^{abc}	55.15 ⁱ	89.00 ^{bc}
Sarıçanak-98	10.49 ^{bcd}	47.85 ^{efgh}	90.00 ^{bc}
Balcalı-2000	10.77 ^{bcd}	52.85 ^{ghi}	96.50 ^c
Fuatbey-2000	10.81 ^{bcd}	49.60 ^{efghi}	92.50 ^{bcd}
Çeşit-1252	11.20 ^{cd}	41.70 ^{bcd}	74.50 ^{abcd}
Zenit	10.28 ^{bcd}	40.60 ^{bc}	92.50 ^d
Kozmidor	10.86 ^{bcd}	48.60 ^{efgh}	89.50 ^{abcd}
Quashar	10.29 ^{bcd}	48.15 ^{efgh}	94.00 ^d
Kyle ^b	9.50 ^{ab}	45.50 ^{cde}	91.50 ^{bcd}
<i>Değişim Aralığı</i>	<i>8.8-13.45</i>	<i>35.00 - 55.15</i>	<i>74.5 - 96.5</i>
Ortalama	10.61	47.46	91.29

Aynı sütunda değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). ^bKontrol çeşidi.

4.2. Buğdayların Protein Miktar ve Özellikleri

Makarna pişme kalitesinde buğdayın içerdiği protein ve özellikleri 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 beklenmektedir (Özkaya ve Özkaya, 1993; Hoseney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995; Boyacıoğlu ve Tülbek, 2002). Bu çalışmada yer alan durum buğdaylarının %14 nem esasına göre %11.3-12.8 arasında değişen oranlarda protein içerdiği ve genotip ortalamasının %12.1 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4). 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, 2009a) aralıklarında bulunmuştur. Buğdayların protein içerikleri, öncelikle çevresel şartlardan sonra da genetik faktörlerden etkilenmektedir (Atlı ve ark., 1993; Nachit ve ark., 1995; Bushuk, 1998; Troccoli ve ark., 2000; Kılıç ve Yağbasanlar, 2003; Sözen ve Yağdı, 2005; Yüksel, 2009a ve b). Makarnalık buğdayda yapılan bazı çalışmalarda protein oranı; % 12.5-15.2 (Abad ve ark., 2004), % 13.88-16.85 (Taghouti ve ark., 2010), % 15.03-17.77 (Aydoğan ve ark., 2012) % 10.65-13.22 (Mohammed ve ark., 2012) arasında değiştiği belirtilmiştir.

Makarnalık buğdayların protein özellikleri ve makarna pişme kalitelerinin tahmininde yaygın olarak gliadin ve glutenin elektroforezleri ile birlikte sedimentasyon testleri de 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, 2009a). Tescilli çeşitlerin sedimentasyon değerleri Çizelge 4.4’de sunulmuştur. Buğdayların sedimentasyon değerleri 16.75-32.50 ml arasında değişmiş ve ortalama 23.65 ml bulunmuştur. Hem protein miktarı hem de protein kalitesine bağlı olarak değişen sedimentasyon değeri buğdayların protein içeriklerine bölünerek protein kalitelerini daha iyi yansıtan sedimentasyon değeri hesaplanır (Cubadda ve ark., 2007; Yüksel, 2009a). Çalışmada yer alan çeşitlerin spesifik sedimentasyon değerleri 1.36-2.51 ml arasında değişmiş ve ortalama 1.88 ml olarak hesaplanmıştır. Yüksel (2009a), farklı bölgelerde iki yıl süreyle yetiştirilen 25 durum buğdayı genotipinin sedimentasyon değerlerini 17.3-28.7 ml (ort. 22.5 ml), spesifik sedimentasyon değerlerini ise 1.60-2.52 ml (ort. 1.99 ml) aralığında bulmuştur. Impiglia ve ark. (1995),

bazı makarnalık buğday genotiplerinin sedimentasyon değerlerinin 18,2-38,5 mL, spesifik sedimentasyon değerlerinin ise 1.39-2.98 ml arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bursa koşullarında yetiştirilen bazı makarnalık buğday ıslah hatlarının sedimentasyon değerleri ise 19.5-31.3 ml arasında değişim göstermiştir (Sözen ve Yağdı, 2005).

Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi, bu çalışmada yer alan tescilli buğdaylardan Kunduru-1149 ve Gediz-75 çeşitlerinin sedimentasyon ve spesifik sedimentasyon değerleri oldukça yüksektir. Tescilli çeşitlerden bazıları (Kunduru-1149, Gediz-75 ve Kozmidor), yüksek makarnalık kalitesiyle bilinen Kanada orijinli Kyle çeşidiyle (Dexter, 2008) oldukça benzer sedimentasyon değerlerine sahiptir.

Çizelge 4.3. Protein İçeriği, Sedimentasyon ve Spesifik Sedimentasyon Varyans Değerleri

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Protein İçeriği	20	6.465	0.323	37.711	0.000
Sedimentasyon Değeri	20	760.369	38.018	35.682	0.000
Spesifik Sedimentasyon Değeri	20	3.874	0.194	28.355	0.000

Çizelge 4.4. Tescilli durum buğdayı çeşitlerinin protein içerikleri ve sedimentasyon değerleri

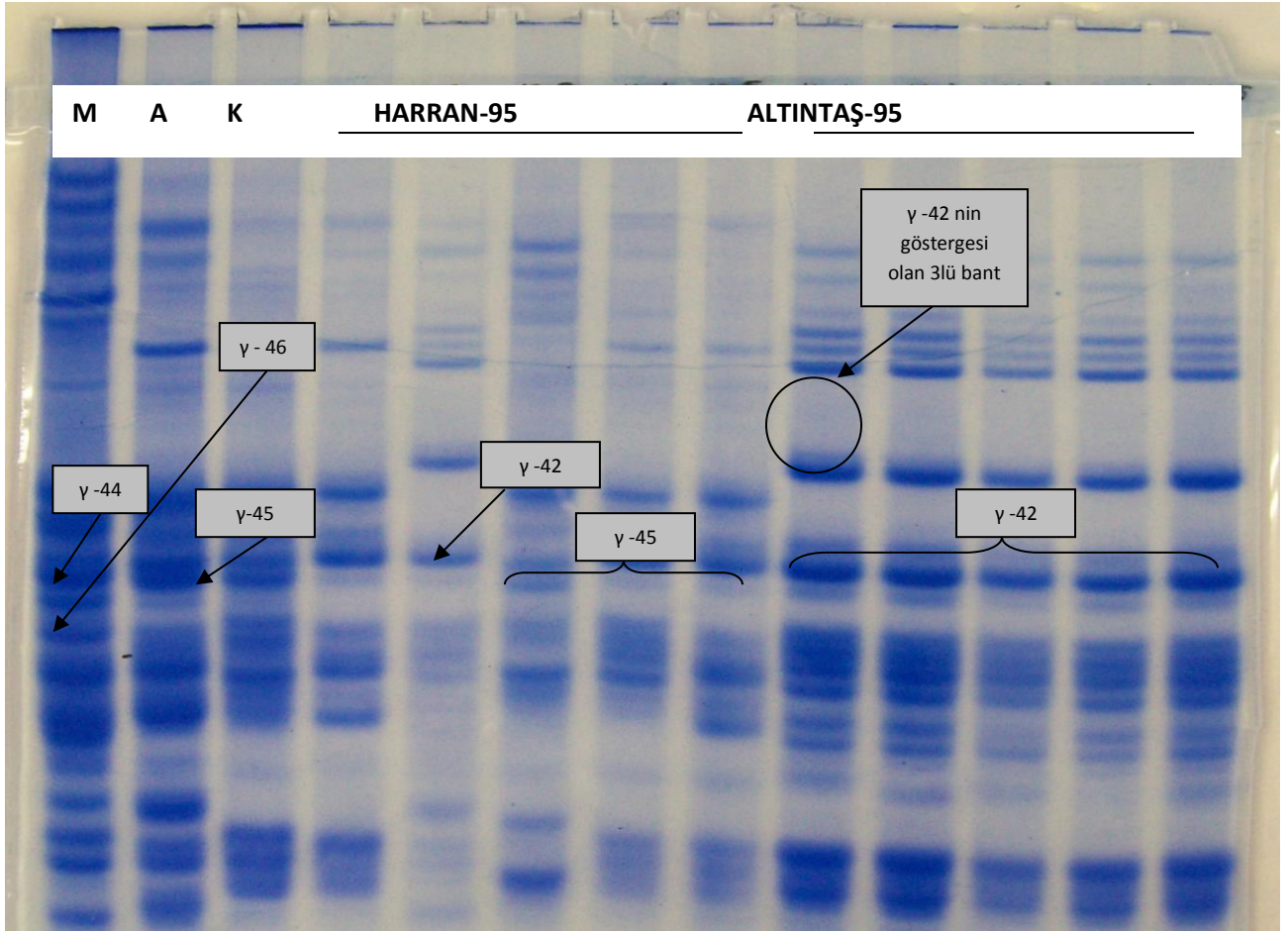
Çeşit Adı	Protein İçeriği (%)	Sedimentasyon Değeri (ml)	Spesifik Sedimentasyon Değeri (ml)
Kunduru-1149	12.75 ¹	32.50 ^k	2.39 ^{h1}
Gediz-75	12.15 ^{ef}	32.00 ^{jk}	2.51 ¹
Diyarbakır-81	11.95 ^{de}	16.75 ^a	1.36 ^a
Balcalı-85	12.55 ^{h1}	23.00 ^{defg}	1.75 ^{cdef}
Kızıltan-91	12.60 ^{h1}	26.00 ^{gh}	1.97 ^g
Aydın-93	11.95 ^{de}	21.25 ^{bcdef}	1.70 ^{bcde}
Fırat-93	11.55 ^{ab}	18.00 ^{ab}	1.52 ^{ab}
Salihli	11.75 ^{bcd}	19.50 ^{abc}	1.60 ^{bc}
Harran-95	12.20 ^{ef}	23.25 ^{defg}	1.86 ^{efg}
Amanos-97	12.25 ^{fg}	23.00 ^{defg}	1.80 ^{defg}
Selçuklu-97	12.65 ¹	23.50 ^{efg}	1.79 ^{cdefg}
Yılmaz-98	11.85 ^{h1}	20.00 ^{bcd}	1.67 ^{bcde}
Altıntoprak-98	11.85 ^{cd}	21.00 ^{bcdef}	1.70 ^{bcde}
Sarıçanak-98	11.40 ^a	20.25 ^{bcde}	1.72 ^{cde}
Balcalı-2000	12.20 ^{ef}	24.25 ^{fg}	1.93 ^{fg}
Fuatbey-2000	12.25 ^{fg}	20.50 ^{bcde}	1.61 ^{bcd}
Çeşit-1252	12.35 ^{fgh}	23.50 ^{efg}	1.85 ^{efg}
Zenit	11.85 ^{cd}	28.00 ^{h1}	2.27 ^h
Kozmidor	11.65 ^{abc}	29.00 ^{h1}	2.39 ^{h1}
Quashar	11.45 ^a	22.25 ^{cdef}	1.85 ^{efg}
Kyle ^b	12.50 ^{gh}	29.25 ^{ij}	2.24 ^h
<i>Değişim Aralığı</i>	<i>11.30 - 12.80</i>	<i>16.75 - 32.50</i>	<i>1.36 - 2.51</i>
Ortalama	12.07	23.50	1.88

^aDeğerler %14 nem esasına göre olup, aynı sütunda değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). ^bKontrol çeşidi.

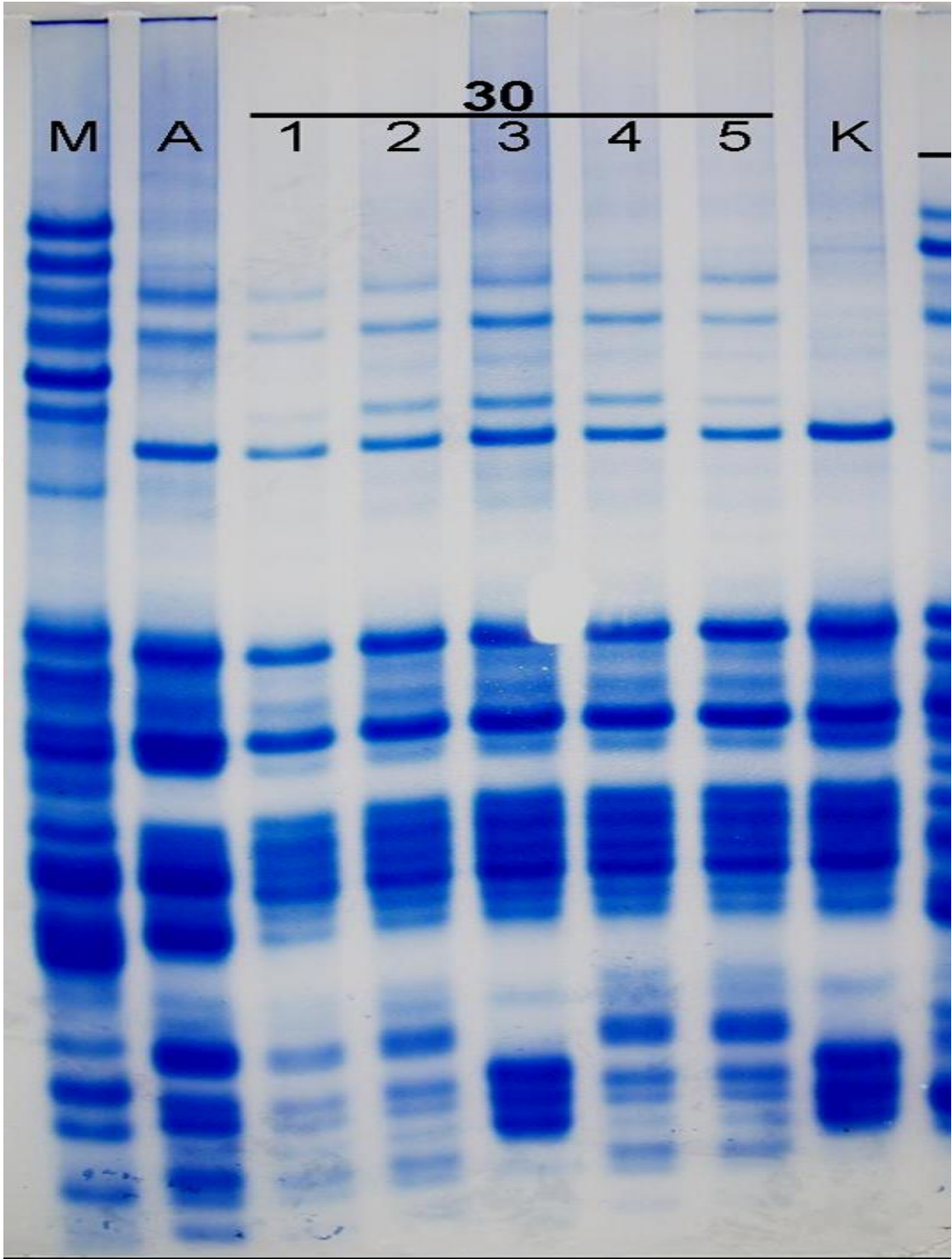
Çalışmada yer alan buğdaylar makarna pişme kalitelerinde önemli olan protein içerikleri ve sedimentasyon değeri gibi kalite göstergeleri bakımından birlikte değerlendirildiğinde; Kunduru-1149, Balcalı-85, Kızıltan-91 ve Selçuklu-97 tescilli çeşitlerinin makarnalık potansiyelleri yüksek görünmektedir.

Konya’da 2007 ve 2008 ürün yıllarında bazı makarnalık buğday çeşitlerini kuru ve sulu ortamlarda incelemek amacıyla kuru koşullarda Kızıltan-91, Kunduru-1149, Mirzabey-2000 ve Altıntaş çeşitleri; sulu koşullarda ise Meram-2002, Kümbet-2000, Yelken-2000, Çeşit-1252 ve Selçuklu-97 çeşitleri yetiştirilmiştir (Aydoğan ve ark., 2012a). Çalışmada, kuru koşullarda tane verimleri 240.80-364.42 kg/da, bin tane ağırlıkları 36.08-38.00 g, protein oranları %15.79-16.54, mini SDS değerleri 6.25-7.12 ml ve renk değerleri (b) 17.65-20.29 aralıklarında; sulu koşullarda ise tane verimleri 337.96-465.11 kg/da, bin tane ağırlıkları 33.45-40.14 g, protein oranları %16.16-17.05, mini SDS değerleri 5.37-6.97 ml ve renk değerleri (b) 16.94-20.04 aralıklarında bulunmuştur. Makarnalık buğdayda Sedimantasyon değeri ile ilgili yapılan çalışmalarda bu değerler 3.26 - 17.16 ml (Kendal ve ark., 2012), 13.0 ml-26.5 ml (Kılıç, 2014) arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çalışmada yer alan 21 adet tescilli durum buğdayı genotipi, makarna pişme kalitesiyle ilgili olan γ -gliadin (γ -gliadin 42 / 45) proteinleri bakımından A-PAGE elektroforez yöntemi kullanılarak taranmıştır. Bu amaçla her bir genotipten rastgele seçilen beşer tane kullanılmıştır. Buğday genotiplerine ait A-PAGE gliadin elektroforez örnekleri Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de görülmektedir.



Şekil 4.1. Harran-95 ve Altıntaş-95 çeşitlerinin A-PAGE gliadin elektroforezleri
(M = Marquis → standart; A = Avonlea → kontrol; K = Kyle → kontrol)



Şekil 4.2. Quashar çeşidinin A-PAGE gliadin elektroforezi
(M = Marquis → standart; A = Avonlea → kontrol; K = Kyle → kontrol)

Tescilli makarnalık buğdayların γ -gliadin proteinlerine ait tarama sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir. Çalışmada yer alan 21 adet tescilli çeşitten büyük bir kısmı (n=10) makarna pişme kalitesiyle pozitif korelasyon gösteren γ -gliadin 45 proteinini, az bir kısmının (n=9) makarna pişme kalitesiyle negatif korelasyon gösteren γ -gliadin 42 proteinini, bazılarının da (n=2) karışık veya farklı γ -gliadin proteinlerini taşıdıkları gözlenmiştir. Türkiye'de ekim alanı yüksek olan yerel çeşitlerden Harran-95 hem γ -gliadin 42 hem de γ -gliadin 45 proteinlerini içerirken, Altıntaş-95 çeşidi sadece γ -gliadin 42 proteinini içermektedir (Çizelge 4.5). Daha önce yürütülen bir çalışmada (Eserkaya ve ark., 2010), bazı yerel çeşitler γ -gliadin 45 proteini için geliştirilen spesifik DNA markörleri (STS, GAG5 ve GAG6) kullanılarak da taranmış ve A-PAGE taramalarıyla uyumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Gluten proteinlerinin vizkoelastik ve kohezif özellikleri (gluten kuvveti), buğdayın genetik yapısına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Payne ve ark., 1982; Bushuk, 1998; Clarke ve ark., 1998; Porceddu ve ark., 1998; Troccoli ve ark., 2000; Veraverbeke ve Delcour, 2002). Ekmek, makarna ve bisküvi gibi çeşitli buğday ürünlerine göre değişen gluten proteinlerinin vizkoelastik ve kohezif özelliklerinin her bir ürün için optimum düzeyde olması kalite için önemlidir (Hoseney, 1994). Makarnalık buğdayların içerdikleri γ -gliadin 45 proteinleri ile optimum gluten kuvveti ve yüksek makarna pişme kalitesi birbirleriyle pozitif ilişki içindedir (Feillet ve ark., 1989; Kovacs ve ark., 1995; Troccoli ve ark., 2000).

Çizelge 4.5. Tescilli durum buğdayı çeşitlerinin γ -gliadin proteinleri

Çeşit Adı	γ -Gliadin Tipi				
	1. Tane	2. Tane	3. Tane	4. Tane	5. Tane
Kunduru-1149	+ ^a	+	+	+	+
Gediz-75	+	+	+	+	+
Diyarbakır-81	+	+	+	+	+
Balcalı-85	+	+	+	+	+
Kızıltan-91	- ^b	-	-	-	-
Aydın-93	+	+	+	+	+
Fırat-93	+	+	+	+	+
Salihli	-	-	-	-	-
Harran-95	+	-	+	+	+
Altıntaş-95	-	-	-	-	-
Amanos-97	-	-	+	+	+
Selçuklu-97	-	-	-	-	-
Yılmaz-98	-	-	-	-	-
Altıntoprak-98	+	+	+	+	+
Sarıcanak-98	-	-	-	-	-
Balcalı-2000	-	-	-	-	-
Fuatbey-2000	-	-	-	-	-
Çeşit-1252	-	-	-	-	-
Zenit	-	-	-	-	-
Kozmidor	+	+	+	+	+
Quashar	+	+	+	+	+
Kyle	+	+	+	+	+

^a γ -Gliadin 45, ^b γ -Gliadin 42

4.3. Buğdayların Pigment İçerikleri ve Oksidatif Enzim Aktiviteleri

Makarna kalite kriterlerinde önemli 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). Çalışmada yer alan tescilli buğday çeşitlerinin pigment içerikleri ve oksidatif enzim aktiviteleri Çizelge 4.7’de sunulmuştur. Buğdayların sarı renkli pigment içerikleri 3.43-8.73 mg/kg arasında değişmiş ve ortalama 6.23 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, 2009a). Bu çalışmada yer alan tescilli buğdaylardan Salihli, Sarıçanak-98, Zenit ve Kozmidor pigment içerikleri (yaklaşık 7.5-8.0 mg/kg) bakımından oldukça iyi düzeyde olan çeşitlerdir.

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 buğday çeşitlerinde 12.7-35.2 EU/g arasında değişmiş ve ortalama 24.1 EU/g bulunmuştur (Çizelge 4.4). 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) tescilli çeşitlerdeki aktiviteleri ise sırasıyla 5.1-11.3 EU/g (ort. 9.4 EU/g) ve 32.3-139.0 EU/g (ort. 86.0 EU/g) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.7).

Sarı pigment içeriklerinin yüksek, bununla beraber LOX, PPO ve POD aktivitelerinin düşük olması makarnalık buğdaylarda istenen bir durumdur (Aalami ve ark., 2007). Bu çalışmadaki buğdaylardan Salihli, Sarıçanak-98, Zenit ve Kozmidor oksidatif enzim aktiviteleri düşük olan çeşitlerdir.

Çizelge 4.6. Pigment İçeriği, LOX, PPO ve POD Aktiviteleri Varyans Değerleri

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Pigment İçeriği	20	68.465	3.423	18.799	0.000
Lipoksijenaz Aktivitesi	20	1.503.085	75.154	40.468	0.000
Polifenol Oksidaz Aktivitesi	20	110.819	5.541	3.936	0.000
Peroksidaz Aktivitesi	20	34318.98	1.715.949	19.127	0.000

Çizelge 4.7. Tescilli durum buğdayı çeşitlerinin pigment içerikleri ve oksidatif enzim aktiviteleri

Çeşit	Pigment İçeriği (mg/kg)	Lipoksijenaz (LOX) Aktivitesi (EU/g) ^b	Polifenol Oksidaz (PPO) Aktivitesi (EU/g) ^b	Peroksidaz (POD) Aktivitesi (EU/g) ^b
Kunduru-1149	6.82 ^{efghij}	35.15 ^f	11.30 ^d	92.00 ^{defg}
Gediz-75	5.50 ^{bcde}	14.00 ^a	10.55 ^{cd}	139.00 ⁱ
Diyarbakır-81	5.13 ^{bcd}	25.40 ^{dc}	9.55 ^{bcd}	59.45 ^{abc}
Balcalı-85	5.76 ^{cdefg}	33.15 ^f	8.80 ^{abcd}	112.25 ^{ghi}
Kızıltan-91	4.33 ^{ab}	31.65 ^{ef}	9.65 ^{bcd}	111.3 ^{gh} ₁
Aydın-93	6.84 ^{efghij}	28.45 ^{de}	6.50 ^{ab}	91.45 ^{defg}
Fırat-93	5.71 ^{cdef}	22.40 ^{bc}	11.25 ^d	103.10 ^{fgh}
Salihli	7.31 ^{hij}	22.30 ^{bc}	9.70 ^{bcd}	45.35 ^{ab}
Harran-95	6.91 ^{efghij}	28.25 ^{de}	9.35 ^{bcd}	100.20 ^{efgh}
Amanos-97	5.14 ^{bcd}	26.55 ^{dc}	9.95 ^{bcd}	70.15 ^{bcde}
Selçuklu-97	7.10 ^{ghij}	31.30 ^{ef}	5.10 ^a	63.10 ^{bcd}
Yılmaz-98	3.43 ^a	20.8±0.0 ^b	7.05 ^{abc}	78.25 ^{cdef}
Altıntoprak-98	6.63 ^{efgh} ₁	14.10 ^a	10.95 ^{cd}	69.30 ^{bcd}
Sarıçanak-98	7.49 ^{ijk}	22.25	10.35 ^{bcd}	114.80 ^{ghi}
Balcalı-2000	6.04 ^{defgh}	22.75 ^{bc}	8.00 ^{abcd}	128.65± ^{hi}
Fuatbey-2000	6.71 ^{efgh} ₁	26.40 ^{dc}	10.05 ^{bcd}	57.15 ^{abc}
Çeşit-1252	4.43 ^{abc}	23.75 ^{bc}	8.65 ^{abcd}	93.20 ^{defg}
Zenit	8.73 ^k	20.45 ^b	11.35 ^d	121.25 ^{ghi}
Kozmidor	8.18 ^{jk}	19.55 ^b	8.70 ^{abcd}	32.30 ^a
Quashar	7.00 ^{efghij}	12.65 ^a	11.20 ^d	70.45 ^{bcde}
Kyle ^c	5.64 ^{bcdef}	23.80 ^{bc}	9.30±0 ^{bcd}	53.00 ^{abc}
<i>Değişim Aralığı</i>	<i>3.43 - 8.73</i>	<i>12.65 - 35.15</i>	<i>5.1 - 11.3</i>	<i>32.30 - 139.0</i>
Ortalama	6.23	24.06	9.38	85.98

^aDeğerler %14 nem esasına göre olup, aynı sütunda değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). ^bEnzim ünitesi. ^cKontrol çeşidi.

5. SONUÇ

Makarnalık buğday kalitesinde tane boyutu, sertliği, camsılığı, protein miktarı ve gluten kalitesi, sarı renkli pigment içeriği ve oksidatif enzimlerin aktivitesi önemli parametrelerdir. Bu çalışmada bazı tescilli durum buğdayı çeşitlerinin makarnalık kaliteleri hakkında bilgi edinmek amacıyla sözü edilen kalite parametreleri incelenmiştir. Sonuç olarak;

1. Tescilli durum buğdayı çeşitlerinin fiziksel özelliklerinden bin tane ağırlıkları 35.0-55.15 g (ort. 47.46 g), camsılık oranları ise %74.5-96.5 (ort. %91.29) aralığında bulunmuştur. Bu veriler, tescilli çeşitlerin hem tane boyutları hem de camsılık oranları bakımından irmik/makarna üretimi için yeterli düzeyde olduklarını göstermektedir.

2. Çalışmada yer alan 21 adet tescilli çeşitten büyük bir kısmı (n=10) makarna pişme kalitesiyle pozitif korelasyon gösteren γ -gliadin 45 proteinini, az bir kısmının (n=9) makarna pişme kalitesiyle negatif korelasyon gösteren γ -gliadin 42 proteinini, bazılarının da (n=2) karışık veya farklı γ -gliadin proteinlerini taşıdıkları gözlenmiştir.. Buğdayların protein içerikleri %11.30-12.80 (ort. %12.07), protein kalitelerini gösteren sedimentasyon değerleri 16.75-32.50 ml (ort. 23.65 ml), spesifik sedimentasyon değerleri ise 1.36-2.51 ml (ort. 1.88 ml) arasında değişmiştir. Buğdaylar protein içerikleri ve protein kaliteleri (gliadin proteinleri ve sedimentasyon değerleri) bakımından birlikte değerlendirildiğinde; Kunduru-1149, Balcalı-85, Kızıltan-91 ve Selçuklu-97 çeşitlerinin makarnalık potansiyelleri yüksek görünmektedir.

3. Buğdayların sarı renkli pigment içeriklerinin 3.43-8.73 mg/kg (ort. 6.23 mg/kg), lipoksijenaz (LOX) aktivitelerinin 12.65-35.15 EU/g (ort. 24.10 EU/g), polifenoloksidaz (PPO) aktivitelerinin 5.10-11.35 EU/g (ort. 9.38 EU/g) ve peroksidaz (POD) aktivitelerinin 32.3-139.0 EU/g (ort. 85.98 EU/g) arasında olduğu tespit edilmiştir. Tescilli buğdaylar makarna rengini belirleyen pigment içerikleri ve oksidatif enzim aktiviteleri bakımından birlikte değerlendirildiğinde, Kozmidor çeşidinin potansiyeli yüksek görünmektedir.

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.
- Abad A, Lloveras J, Michelena A., 2004. Nitrogen fertilization and foliar urea effects on durum wheat yield and quality and on residual soil nitrate in irri-gated mediterranean conditions. *Field Crops Rese-arch* 87: 257- 269.
- Akgün İ., Altındal D., Kara B., 2011. Isparta Ekolojik Koşullarında Ekmeklik ve Makarnalık Bazı Buğday Çeşitlerinin Uygun Ekim Zamanlarının Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 17: 300-309.
- 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 (10th ed.). American Association of Cereal Chemists International, St. Paul, MN.
- Anonim, 2008a. Bilimsel Yönleriyle Makarna. Türkiye Makarna Sanayicileri Derneği, Ankara.
- Anonim, 2011. <http://www.iaom-mea.com/wp-content/uploads/2016/07/Tech-01-USWA-IAOM-Jordan-2011-Final.pdf>
- Anonim, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr
- Anonim,2017.<https://akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfolders/File/ders%20notlari/Tahil%20Teknolojisi%20I.pdf>
- Anonim, 2018. <http://www.fao.org/faostat/en/data/QC>
- 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.
- Aydoğan S., Akçacık A.G., Şahin M., Demir B., Önmez H., Türköz M., Çeri S., 2012a. Bazı Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, Araştırma Makalesi, 2012, 21 (1): 1-7.
- Aydoğan S, Şahin M, Göçmen Akçacık A, Kaya Y, Kara İ, Türköz M, Akçura M (2012). Bazı makar-nalık buğday çeşitlerinin kalite özelliklerinin belir-lenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 5(1): 82-85.

- 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 Ünal, S.S., 1987. Durum buğdayının kalitesinin belirlenmesinde kullanılan analiz metodları. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 5, 95-105
- 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.
- Canalis B.M., Leon E.A., and Ribotta D.P., 2017. Effect of inulin on dough and biscuit quality produced from different flours, 13-23
- 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 Y. A. İlhan, M. Köten ve A. Coşkun, 2010. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetiştirilen farklı makarnalık buğday çeşitlerinin kalite yönünden değerlendirilmesinde b ve b*renk değerlerinin kullanılabilirliğinin incelenmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(3): 25-29.
- 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.
- Dziki, D., and Laskowski, J., 2005. Wheat kernel physical properties and milling process. *Acta Agrophysica*, 6, 59-71.
- 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.
- 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.
- 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.
- Eserkaya Güleç, T., 2010. Yerel Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Makarna Kalitesini Etkileyen γ Gliadin Genleri Bakımından Moleküler ve Biokimyasal Analizleri(Yüksek Lisans Tezi) Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Tokat.
- FAO, 2006. <http://www.fao.org>.
- FAO, 2009. http://www.fao.org/index_en.htm.
- FAO, 2017. <http://www.fao.org>.
- 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.
- 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* (2nd 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.
- Gaines, C.S., Finney, P. F., Fleege, L. M. and Andrews, L. C.,1996. Predicting a Hardness Measurement Using the Single-Kernel Characterization System [Received September 13, 1995. Accepted December 28, 1996.]
- 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., 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.
- 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.
- 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.
- 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 (2nd ed.). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- IGC 2016. International Grains Council. <https://www.igc.org.uk>
- IGC 2017. International Grains Council. <https://www.igc.org.uk>
- 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.

- Kendal E, Tekdal S, Aktaş H, Altıkat A, Karaman M, Baran İ., 2012. Diyarbakır ekolojik koşullarına uy-gun yabancı yazlık makarnalık buğday çeşitlerinin belirlenmesi. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt 1 242-245, Bursa
- 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.
- Kılıç H., 2014. İleri kademe makarnalık buğday hatlarının farklı çevrelerde tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin değerlendirilmesi. Türk Tarım ve Do-ğa Bilimleri Dergisi 1(2): 194-201
- Konopka, I., Kozirok, W., and Tanska, M., 2005. Wheat endosperm hardness. Part I. Relationships to colour of kernel cross-section. European Food Research and Technology, 220, 11-19
- 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.
- Koyuncu, M., 2009. Makarnalık Buğday Kalitesinde Proteinler (Yüksek Lisans Semineri) Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Tokat
- 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 (3rd ed., Vol. D), 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.
- 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.
- Mohammed A, Geremew B, Amsalu A (2012). Variation and associations of quality parameters in ethiopian durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum) genotypes. *International Journal of Breeding and Genetics* 6(1): 17-31.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Sakin, M.A., Düzdemir, O., ve Sayaslan, A., 2008. Bazı Makarnalık Buğday Çeşit ve Hatlarının Kalite Özellikleri Bakımından Stabilitate Yeteneklerinin Belirlenmesi. TÜBİTAK Bilimsel Araştırma Projeleri Sonuç Raporu, Tokat.
- Samson, M.-F., Mabilie, 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.
- 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.
- Taghouti M, Gaboun F, Nsarellah N, Rhrib R, El-Haila M, Kamar M, Abbad Andaloussil F, Udupa M., 2010. Genotype x environment interaction for qu-ality traits in durum wheat cultivars adapted to dif-ferent environments. *African Journal of Biotechno-logy* 9(21): 3054-3062.
- 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.
- Troccoli, 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.

- Turnbull K.M., and Rahman S., 2002. Endosperm texture in wheat. *Journal of Cereal Science*, 36, 327-337.
- TMO, 2005. Toprak Mahsülleri Ofisi. Hububat Raporu, <http://www.tmo.gov.tr>
- TMO, 2016. Toprak Mahsülleri Ofisi. Hububat Raporu, <http://www.tmo.gov.tr>
- TÜİK, 2015. Türkiye istatistik kurumu. Bitkisel üretim istatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr>.
- TÜİK, 2016. Türkiye istatistik kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>.
- TÜİK, 2017. Türkiye istatistik kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>
- Ünal, S.S. Buğdayda Kalite Özellikleri, Hububat Teknolojisi Kitabı, Ege Üniversitesi Hububat Anabilim Dalı, 216 s, Bornov/İzmir www.foodelphi.com/tag/1000-tane-agirligi
- 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., 1993. The World of wheat. In: *Grains and Oilseeds; Handling, Marketing, Processing*, pp. 557-602. Canadian International Grains Institute, Winnipeg, Canada.
- Williams, P., 1998. Applications of the Perten SKCS 4100 in flour milling. Association of Operative Millers (AOM) 10. Annual Conference and Exposition, Nairobi, Kenya.
- Yeyinli, N., Köse, E., 2006 “747 Margarinde Yüksek Sıcaklığa Dayanıklı Küflerin Belirlenmesi ve 473 Tanımlanması” Türkiye 9. Gıda Kongresi
- 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, 02-05 Haziran 2008, Konya.
- Yüksel, F., 2009a. Bazı Makarnalık Buğday İleri Islah Hatlarının Kalite Özellikleri ve Stabilite Yetenekleri (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.
- Yüksel, F., 2009b. Makarnalık Buğday Kalitesinde Renk: Pigmentler ve Oksidatif Enzimler (Yüksek Lisans Semineri Yayınlanmamış) Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Tokat
- Yüksel, F., Koyuncu, M., Sayaslan, A., 2011. Makarnalık Buğday Kalitesi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 4 (2):25-31, 2011.

7. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Özge KARACA
Doğum Tarihi / Yeri : 24.11.1980 / Balıkesir
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-mail : ozge.karaca@tarimorman.gov.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü	2004
Lise	Balıkesir Lisesi	2000

Yayımlar

Uluslararası bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitaplarında (proceedings) basılan bildiri:

1. Yıldırım A, Sayaslan A, Kandemir N, Ates Sönmezoglu Ö, Eserkaya T, Koyuncu M, Telaşeli Karaca, Ö., 2009. Characterizing Registered Durum Wheat Varieties of Turkey for Some Quality Characteristics and Pasta Cooking Quality Related QTLs. The 19th International Triticeae Mapping Initiative (ITMI) / The 3rd COST Tritigen Joint Workshop (Poster)(Yayın No:1198714)

Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitaplarında Basılan Bildiriler :

1. Akarçay E, Oğuz A, Telaseli Ö, Sayaslan. A., 2006. Gıdalardaki Nişastanın Sindirim Hızı ve Oranının Sağlıklı Beslenmedeki Yeri ve Önemi. Hububat 2006 - Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi, 210,(Yayın No:1225229)
2. Oğuz A, Akarçay E, Telaseli Ö, Sayaslan. A., 2006. Düşük Amilozlu, Amilozsuz ve Yüksek Amilozlu Buğdayların Gelişimleri, Özellikleri ve Kullanım Alanları. Hububat 2006 - Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi, 220, (Yayın No:1225238)
3. Telaseli Ö, Akarçay E, Oğuz A, Sayaslan. A., 2006. Buğdayın Yaş Ögütülmesi: Nişasta ve Gluten Üretimi. Hububat 2006 - Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi