



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**TÜRKİYE'DE SATIŞA SUNULAN FİRİK VE
SİYEZ BULGURLARININ FİZİKSEL,
KİMYASAL VE ANTİBESİNSEL
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Büşra PEKKİRİŞCİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Eylül-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Büşra PEKKİRİŞCİ

Tarih: 16.09.2022

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE'DE SATIŞA SUNULAN FIRİK VE SİYEZ BULGURLARININ FİZİKSEL, KİMYASAL VE ANTİBESİNSEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Büşra PEKKİRİŞÇİ

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2022, 94 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

Doç. Dr. Sultan ARSLAN TONTUL

Bu çalışmada, Türkiye gıda pazarında farklı satış kanalları üzerinden satışa sunulan 10 adet firik ve 10 adet siyez bulgurunun fiziksel, kimyasal ve antibesinsel özellikleri araştırılmıştır. Firik örnekleri siyez bulgurlarına göre daha yüksek ortalama parlaklık ve sarılık ile daha düşük kırmızılık değerleri sergilemiştir. Siyez bulguru ve firik örneklerinde kül, protein ve yağ miktarları sırasıyla %1.31-1.86, %10.73-12.37 ve %1.25-2.39; %1.64-2.38, %9.27-12.97 ve %1.50-2.67 aralığında belirlenmiş olup firığın daha yüksek kül ve yağ, daha düşük protein miktarına sahip olduğu bulunmuştur. Serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarı siyez örneklerinde sırasıyla 1559.34-2269.25 mg GAE/kg, 2141.41-4286.61 mg GAE/kg ve 4134.45-6158.93 mg GAE/kg, firik örneklerinde 2498.78-3452.33 mg GAE/kg, 3689.65-5090.95 mg GAE/kg ve 6375.39-8229.22 mg GAE/kg aralığında bulunmuştur. Farklı metotlarla (DPPH, FRAP ve CUPRAC) gerçekleştirilen antioksidan aktivite analizlerinde, firik örneklerinin ortalama antioksidan aktivite miktarının siyez bulguruna göre yüksek olduğu bulunmuştur. Siyez bulgurlarında fitik asit miktarı 759.83-1567.16 mg/100 g, firik örneklerinde ise 504.12-905.96 mg/100 g arasında değişim göstermiştir. Olgunlaşmamış buğdaydan elde edilen firik örneklerinde düşük fitik asit miktarı dikkat çekici bulunmuştur. Lutein eş değeri olarak belirlenen toplam sarı pigment miktarı firik örneklerinde siyez bulgurlarından 5.4 kat daha yüksek bulunmuştur. Firik örneklerinin Fe, K, P ve Zn içeriği, siyez bulgurlarına kıyasla sayısal olarak daha yüksek bulunmuştur. Firik örneklerinin Ca ve Mg içeriği ise istatistiki ($p < 0.05$) olarak siyez bulgurlarından daha yüksek bulunmuştur. Pişirme testi sonucu elde edilen ağırlık artışı değeri, firik örneklerinde (%112.79-210.91) siyez bulgurlarına (%129.29-259.09) göre daha düşük bulunmuştur. Siyez bulguru ve firik örneklerinin suya geçen madde miktarı ile sertlik, yapışkanlık, koheziflik, çiğnenabilirlik ve esneklik değerleri istatistiki olarak farklılık göstermemiş ancak elastikiyet değeri siyez bulgurlarında firik örneklerinden daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bulgur, firik, fonksiyonel, mineral, siyez

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF THE PHYSICAL, CHEMICAL AND ANTI-NUTRITIONAL PROPERTIES OF FIRIK AND SIYEZ BULGUR SOLD IN TURKEY MARKETS

Büşra PEKKİRİŞCI

**The Graduate School of Natural and Applied Science of Necmettin Erbakan
University The Degree of Master of Science in Food Engineering**

**Advisor: Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ
2022, 94 Pages**

**Jury
Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ
Assoc. Prof. Dr. Nilgün ERTAŞ
Assoc. Prof. Dr. Sultan ARSLAN TONTUL**

In this study, the physical, chemical and antinutritional properties of 10 firik and 10 siyez bulgur, which are offered for sale through different sales channels in the Turkish food market, were investigated. Firik samples showed higher lightness, yellowness and lower redness values compared to siyez bulgur. Ash, protein and fat contents of siyez bulgur and firik samples were in the range of 1.31-1.86%, 10.73-12.37% and 1.25%-2.39%; 1.64-2.38%, 9.27-12.97% and 1.50-2.67%, respectively and it was determined that firik had higher ash and fat and lower protein content than siyez bulgur. The amounts of free, bound and total phenolic content were 1559.34-2269.25 mg GAE/kg, 2141.41-4286.61 mg GAE/kg and 4134.45-6158.93 mg GAE/kg in siyez samples, 2498.78-3452.33 mg GAE/kg, 3689.65-5090.95 mg GAE/kg and 6375.39-8229.22 mg GAE/kg in firik samples, respectively. Antioxidant activity values determined by different methods (DPPH, FRAP and CUPRAC) were found to be higher in firik samples compared to siyez bulgur. The amount of phytic acid varied between 759.83-1567.16 mg/100 g in siyez bulgur, and 504.12-905.96 mg/100 g in firik samples. Low phytic acid content was found to be remarkable in the firik samples obtained from immature wheat. The total yellow pigment amount determined as lutein equivalent was found to be 5.4 times higher in firik samples than in siyez bulgur. Fe, K, P and Zn contents of firik samples were numerically higher than siyez bulgur. Also, Ca and Mg contents of firik samples were statistically ($p < 0.05$) higher than siyez bulgur. The weight increase value obtained as a result of the cooking test was found to be lower in firik samples (112.79-210.91%) compared to siyez bulgur (129.29-259.09%). Cooking loss, hardness, stickiness, cohesiveness, chewiness and resilience values of siyez bulgur and firik samples were not different statistically, but the springiness value was found to be higher in siyez bulgur than firik samples.

Keywords: bulgur, firik, functional, mineral, siyez

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmamın her aşamasında desteklerini esirgemeyen bu yoğun süreçte her zaman sabırla yanımda olup beni motive eden değerli danışman hocam Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ'ye

Tez çalışmalarım süresince yardımcı olan Arş. Gör. Dr. Tekmile CANKURTARAN KÖMÜRCÜ'ye ve Dr. Elif YAVER'e

İş yerimin imkanlarını kullanmamda katkı sağlayan Sn. Tansu GÜNAR'a ve yardımcı olan İbrahim BÜTÜN'e

Bütün hayatım boyunca bana her konuda her türlü desteği ve imkanı sağlayan canım annem Elmas DÜZOYLUM'a ve babam Ömer DÜZOYLUM'a ve bu süreçte benimle birlikte gayret gösterip maddi ve manevi yönden yanımda olan sevgili eşim Turan PEKKİRİŞCİ'ye ve gözlerini tez çalışmalarımın açtığı canım oğlum Murathan PEKKİRİŞCİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Büşra PEKKİRİŞCİ
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Bulgur.....	3
2.2. Siyez Buğdayı ve Bulguru	6
2.3. Firik	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1. Materyal	16
3.2. Yöntem.....	16
3.2.1. Bulgur Analizleri	16
3.2.1.1. Renk ölçümü	16
3.2.1.2. İrilik ölçümü	16
3.2.1.3. Kimyasal analizler	16
3.2.1.3.1. Nem tayini.....	17
3.2.1.3.2. Kül tayini	17
3.2.1.3.3. Protein tayini	17
3.2.1.3.4. Yağ tayini.....	17
3.2.1.4. Serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarı tayini	17
3.2.1.5. Antioksidan aktivite analizleri	18
3.2.1.6. Fitik asit tayini	19
3.2.1.7. Toplam sarı pigment miktarı tayini.....	20
3.2.1.8. Mineral madde tayini	20
3.2.1.9. Pişirme testleri	20
3.2.1.10. Tekstür profil analizi	21
3.2.2. İstatistikî analizler	21
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	22
4.1. Bulgur Analiz Sonuçları	22
4.1.1. Renk değerleri	22
4.1.1.1. L* değeri.....	22
4.1.1.3. b* değeri	26
4.1.1.4. SI ve Hue değeri.....	28
4.1.2. İrilik.....	31
4.1.3. Kimyasal analizler.....	34
4.1.4. Serbest, bağlı ve toplam fenolik madde.....	42

4.1.5. Antioksidan aktivite.....	46
4.1.6. Fitik asit	51
4.1.7. Toplam sarı pigment	55
4.1.8. Mineral madde	58
4.1.9. Pişirme testleri.....	64
4.1.10. Tekstür profil analizi sonuçları	68
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	75
5.1 Sonuçlar	75
5.2. Öneriler	77
6. KAYNAKLAR	78
EKLER.....	94



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a*	: (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
b*	: (+) sarı, (-) mavi renk değeri
Ca	: Kalsiyum
dk	: Dakika
Fe	: Demir
g	: Gram
Hue	: Renk özü
K	: Potasyum
L*	: Parlaklık renk değeri
mg	: Miligram
Mg	: Magnezyum
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
P	: Fosfor
rpm	: Devir sayısı/Dakika
SI	: Doygunluk indeksi
sn	: Saniye
Zn	: Çinko
μ M	: MikroMolar
μ g	: Mikrogram
μ mol	: Mikromol
TE	: Troloks eşdeğeri
Fe+2 equiv	: Fe (II) eşdeğeri

Kısaltmalar

BFM	: Bağlı fenolik madde
CUPRAC	: Bakır iyonlarını indirgeme kuvveti
DPPH	: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radikalinin inhibisyonu
FRAP	: Ferrik iyonlarını indirgeme kuvveti
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
LE	: Lutein eşdeğeri
SFM	: Serbest fenolik madde
SGMM	: Suyu geçen madde miktarı
Std	: Standart sapma
TFM	: Toplam fenolik madde
TPA	: Tekstür profil analizi
TSP	: Toplam sarı pigment

1. GİRİŞ

Anadolu ve Mezopotamya çevresinde yüzyıllardır tüketilmekte olan bulgur insan beslenmesinde vazgeçilmez gıdalardan biri olmuştur. Yaygın olarak durum buğdayından üretilen bulgur, dünyada ilk işlenen gıdalar arasında yer almaktadır (Tacer, 2008). Bulgurun tarihi ile ilgili ilk bilgiler Çatalhöyük arkeolojik çalışmalarında bulunmuştur (Bayram ve Öner, 2007).

Bulgur, böcek ve mikroorganizmalara karşı dayanıklı, raf ömrü uzun, tüketime yarı hazır bir gıda maddesidir (Dreher, 2001; Bayram ve Öner, 2007). Bulgurun besleyici değerlerinin yüksek olması, üretiminde katkı maddesi gerektirmemesi, düşük maliyetli olması, kolay muhafaza edilmesi, kullanım alanının geniş olması ve güzel bir tada sahip olması gibi özelliklerinden dolayı bulgur üretimi ve tüketimi artış göstermektedir (Yıldırım ve ark., 2008; Yılmaz ve Koca, 2020).

Bulgur üretiminin temel aşamaları temizleme, pişirme, kurutma, kabuk soyma, kırma ve elemedir (Tacer, 2008). Bulgur geleneksel olarak kaynar suda pişirilir ve açık havada güneşte kurutulur. Ancak güneşte kurutmanın bazı kalite ve kontaminasyon problemlerine yol açtığı görülmüştür (Hayta, 2002; Yılmaz ve Koca, 2020). Endüstriyel olarak ise buğday tercihen suda ıslatılır, otoklavda pişirilir ve sıcak hava akışıyla kurutma kulelerinde kurutulur. Bulgur prosesinde; mikrodalga pişirme ve kurutma, güneş enerjisi, kızılötesi, akışkan yataklı kurutma gibi yeni yöntemler üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Hayta, 2002; Kahyaoğlu ve ark., 2012; Savas ve Basman, 2016; Yılmaz ve Koca, 2017; Yılmaz ve Koca, 2020).

Bulgur, diyet lifi, nişasta, mineraller, vitaminler ve fitokimyasallar gibi pek çok önemli bileşen açısından zengindir (Johnson ve Williamson, 2003; Tacer, 2008). Ayrıca yüksek diyet lifi ve biyoaktif bileşenleri ile fonksiyonel gıdalar arasında da dikkat çekmektedir (Tacer, 2008). Bulgur 100 gramında 18.3 gram diyet lifi içeriği ile pirinç, buğday unu, arpa, yulaf unu, ıspanak, domates, şalgam, kepekli ekmek, soya fasulyesi ve makarnadan sırasıyla 3.5, 6.8, 1.1, 1.8, 7.0, 15.3, 9.2, 2.3, 1.3 ve 4.3 kat daha fazla diyet lifi miktarına sahiptir (Dreher, 2001; Bayram ve Öner, 2007).

Diploid kromozom sayısına sahip ($2n=14$) siyez (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum* L.) buğdayı, tarımın yaygınlaşmasında önemli rol oynamıştır (Nesbitt ve Samuel, 1996; Yılmaz ve Koca, 2020). Türkiye'nin geleneksel bir ürünü olan Einkorn bulguru çoğunlukla Kuzey Anadolu bölgesinde yöresel adı "siyez bulguru" olarak üretilmektedir. Siyez bulgurunun rengi ve tadı durum bulgurundan biraz farklıdır. Siyez

bulguru genellikle tüketiciler tarafından ev ölçeğinde üretilmektedir. Ancak siyez bulguruna artan ilgi ve talep nedeniyle endüstriyel üretim tesisleri de kurulmuştur (Yılmaz ve Koca, 2020).

Siyez bulguru üretiminde öncelikle siyez buğdayı yabancı maddelerden temizlenip kabuğu soyulmakta, daha sonra pişirilmektedir. Pişmiş örnekler kurutma tüneline veya güneşte kurutulmaktadır. Son olarak taş değirmenlerde öğütülerek sınıflandırılmaktadır (Yılmaz ve Koca, 2016).

Siyez buğdayları içerdikleri fitokimyasallar (karotenoidler, tokoferoller ve fenolik asitler), protein ve mineral madde miktarları açısından diğer buğday türlerine kıyasla daha ön planda yer almaktadırlar. Yapılan araştırmalarda siyez buğdayının karotenoid miktarının diğer buğday türlerinden yaklaşık 2-4 kat daha fazla olduğu, tokoferol içeriklerinin ise diğer buğdaylara kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür (Hidalgo ve ark., 2006; Hidalgo ve ark., 2008; Yılmaz, 2012).

Firik, afrakah kelimesinden türetilmiş olup kelime anlamı olgunlaşmamış tahıl başağı anlamına gelmektedir. Geleneksel ürün olan firik bulguru genellikle olgunlaşmamış durum buğdayından ve bazen de olgunlaşmamış ekmeklik buğdaydan üretilmektedir. Firik; Türkiye, Lübnan, Ürdün, Mısır, Irak, İran, Suriye, Mezopotamya, Kuzey Afrika ve Orta Doğu'da köylerde ve çiftliklerde hasat öncesi dönemde (olgunlaşmanın erken aşaması) üretilmektedir (İnan ve Karakaya, 2013).

Firik; protein, karbonhidrat, diyet lifi, A, B1, C ve E vitaminleri ve mineraller özellikle potasyum, kalsiyum, magnezyum içerikleri açısından oldukça zengin geleneksel bir üründür. Firik; buğday unu, esmer pirinç ve makarnadan daha yüksek protein ve diyet lif içeriğine sahiptir. Firik buğdayı süt olum aşamasında hasat edildiği için olgunlaşmasını tamamlamış buğdaya göre daha yüksek oranda serbest basit şeker içermekte ve bu durum firik'in daha lezzetli olmasını sağlamaktadır. Firik üretimi olgunlaşmamış buğdayın hasat edilmesiyle başlar. Buğday başaklarının kavrulması işlemi gerçekleştirilir. Kavrulan buğday başakları yanmış yaprak ve saplardan ayrılarak güneşte kurutulur. Kavurma işlemi firike farklı bir tutsü aroması verir (Tonay ve Öner, 2013).

Bu çalışmada Türkiye'deki gıda pazarında farklı satış kanalları üzerinden satışa sunulan firik ve siyez bulgurlarının fiziksel, kimyasal ve antibesinsel özellikler yönünden kalite özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Bulgur

Milattan önce yaklaşık 4000 yıllık geçmişi bulunan bulgur, dünyada ilk işlenen gıda maddelerinden birisidir (Quaglia, 1988; Bayram ve Öner, 2003; Tacer, 2008). Ortadoğu halkları arasında “arisah” olarak bilinen bulgur; bulgor, burgul, burghul, bulgor, burghoul isimleriyle de tanınmaktadır (Yıldırım, 2004; Yılmaz, 2012). Ülkemizin en önemli geleneksel gıdaları arasında yer alan bulgur günümüzde Kıbrıs, Orta Doğu, Kuzey Afrika, Yunanistan ve Doğu Avrupa’da tüketimi fazla olan bir hububat ürünüdür (Hayta, 2002; Yılmaz, 2012).

Bulgur; B vitaminleri, diyet lifi, mineraller, doymamış yağ asitleri ve folat bakımından zengindir (Kent ve Evers, 1994; Bayram, 2007). Caba ve ark. (2012), çalışmalarında Türkiye’deki farklı gıda pazarlarından temin ettikleri bulgurların ortalama protein, nem ve kül miktarlarını sırasıyla %9.0, %11.2 ve %0.92 olarak bulmuşlardır. Aynı bulgur örneklerinin ortalama nişasta, dirençli nişasta ve toplam diyet lifi miktarlarını sırasıyla %69.3, %2.5 ve %6.8 olarak rapor etmişlerdir. Çalışmada kullanılan bulgur örneklerinin ortalama fenolik madde miktarı 59.5 mg GAE/100 g bulunmuştur. Bulgur örneklerinin antioksidan kapasitesi ABTS metodu ile ortalama 563.3 mmol TEAC/100 g, DPPH inhibisyon oranı ise %22.2 olarak hesaplanmıştır.

İnsan beslenmesinde önemli yeri olan bulgur, pek çok farklı gıda maddesinin hazırlanmasında kullanılmaktadır. Yapısında çok fazla bileşen içermesinden dolayı fonksiyonel gıdalar arasında ön sıralarda yer almaya başlamıştır. Yapılan çalışmalarda tam buğday ürünlerinin insan sağlığına olumlu etkileri kanıtlanmıştır. Bulgurunda kanser, damar hastalıkları, iltihap ve alerjen risklerini azaltarak insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri bulunduğu belirtilmektedir (Tacer, 2008). Düşük glisemik indeksi ile obez bireylerin ve diyabetiklerin beslenmesinde önem taşımaktadır (Karakaş ve Törnük, 2016).

Bulgurun üretim aşamaları sırasıyla; temizleme, pişirme, kurutma, sınıflandırma, kabuk soyma, öğütme, temizleme ve sınıflandırmadan oluşmaktadır. Bulgur üretiminde hammadde olarak durum buğdayı veya sert ekmeklik buğday çeşitleri kullanılmaktadır. Özel durumlarda yumuşak buğdaylarda tercih edilebilmektedir. Üretimde kullanılacak olan buğday yabancı maddelerden temizlenmektedir. Klasik metotta pişirme işlemi buğday miktarının 2 katı kadar su ile yaklaşık 1.5-2 saatte kontrollü bir şekilde

gerçekleştirilmektedir. Tanelerde patlama dağılma gibi istenmeyen durumların oluşmaması için suyun sıcaklığı 75°C'yi geçmemelidir. Modern pişirme yönteminde ise buğday 4-5 atm basınç altında otoklavda pişirilmektedir. Pişirme işlemi tane içerisinde beyaz-unsu görünüm kaybolana dek sürdürülmektedir. Güneşte veya modern tünel veya kule tipi kurutucularda kurutma işlemi gerçekleştirilmektedir. Kurutulan bulgurlar eleklerden geçirilerek sınıflandırılır. Kabuk soyma işleminde dış perikarpı yumuşatmak için tav suyu verilmektedir. Kabuk soyma makinelerinden geçirilerek kabuklar ayrılmaktadır. Geleneksel yöntemde öğütme işlemi taş değirmenlerde gerçekleştirilirken günümüzde modern yöntemde valsli ve çekiçli değirmenler kullanılmaktadır. Elde edilen bulgur son kez temizlenerek sınıflandırılmaktadır. Bez, polietilen ve kağıt torbalarda satışa sunulmaktadır (Elgün ve Ertugay, 2002). Ülkemizde Antep tipi üretim ve Karaman (Mut) tipi üretim olmak üzere iki farklı bulgur üretim sistemi bulunmaktadır. İki üretim sistemi arasındaki fark bulgurun kırılma aşamasında oluşmaktadır. Karaman tipi üretimde şekil ve renk Antep tipi üretime kıyasla daha düzgündür fakat maliyeti biraz daha yüksektir. Tavlama işlemi sonraki aşamalarda gerçekleşecek kurutma işleminin önemini arttırmaktadır (Bayram ve Öner, 2003; Tacer, 2008).

Bulgur üretiminde en kritik aşama olan pişirme ve kurutma işlemi dikkatle kontrol edilmeli ve yeni teknolojilere uyarlanmalıdır. Bu nedenle, çeşitli çalışmalarda farklı pişirme (atmosferik, basınç ve mikrodalga) ve kurutma (güneş, tepsi, havalandırılmalı fırın, kızılötesi ve mikrodalga) yöntemleri ile bu aşamaların bulgurun kalitesine etkileri incelenmiştir (Acer, 2004; Kahyaoglu ve ark., 2010; Koca ve Anıl, 1996; Savas ve Basman, 2016; Yılmaz ve Koca, 2017; Evlice ve Özkaya, 2019). Basıncılı pişirme (otoklav) ve atmosferik basınçta pişirme (geleneksel yöntem) en sık kullanılan pişirme yöntemleri olarak bilinmektedir. Bulgurun parlak sarı rengi geleneksel pişirme yöntemiyle elde edilmektedir. Ancak bu yöntemle taneler deforme olma eğilimindedir. Otoklav pişirme yönteminde kullanılan yüksek sıcaklık ve basınç bulgurun renginin kararmasına neden olsa da bu pişirme yöntemi sürekli sistemlerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Koca ve Anıl, 1996; Özboy, 1998; Evlice ve Özkaya, 2019). Geleneksel olarak bulgur açık havada güneşte kurutulmaktadır. Ancak bu kurutma şekli, nihai ürünün kalite bozulmasına ve kontaminasyon sorununa neden olabilmektedir (Kahyaoglu ve ark., 2010; Savas ve Basman, 2016). Modern bulgur tesislerinde, yüksek kapasite ve sanitasyon sağlaması nedenleriyle genellikle sıcak

havayla kurutma yöntemi tercih edilmektedir (Hayta, 2001; Kahyaoğlu ve ark., 2012; Evlice ve Özkaya, 2019).

Bulgur üretim tekniğinin yanı sıra, bulgur üretiminde kullanılan buğday türleri veya çeşitleri de bulgurun kalitesini etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır (Evlice ve Özkaya, 2019). Bulgur üretiminde kullanılan temel buğday türü durum buğdaydır. Durum buğdayı; tekstür ve çiğneme karakteristiğinin iyi olması, uniform su absorpsiyonu, parlak sarı rengi ve iyi kırma özelliklerine sahip olması sebebiyle tercih edilmektedir (Kahyaoğlu, 2009). Türkiye'de tüketicinin tercihinin etkileyen, bulgur kalitesinin en önemli belirleyicisi parlak sarı renkte olmasıdır (Bayram, 2005). Müşterilerin taleplerini karşılamak amacıyla üreticiler bulgurda sarımsı bir renk elde etmeye çalışmaktadır (Balci ve Bayram, 2015). Bir diğer kalite parametresi olan bulgur verimi üretici için önemli olup çeşide, türe (Özboy, 1998; Yılmaz, 2012), pişirme (Savaş, 2010; Yılmaz, 2012), kurutma (Savaş, 2010; Yılmaz, 2012) ve öğütme (Bayram ve Öner, 2005) koşullarına göre değişiklik göstermektedir (Evlice ve Özkaya, 2019).

Bulgur, farklı tekstür yapısı ve pişme özelliklerine sahip çeşitli gıdalarda kullanılmak üzere farklı boyutlarda öğütülmektedir. İri, orta, ince, duble ince ve ultra ince taneli olmak üzere sınıflandırılabilir (Kahyaoğlu, 2009; Yılmaz 2012). Türk Gıda Kodeksi Bulgur Tebliğine (TS 2284) göre bulgur pilavlık ve köftelik olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Pilavlık bulgurda kendi içinde tane bulgur, iri pilavlık, pilavlık ve ince pilavlık bulgur olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Köftelik bulgur ise köftelik ve ince köftelik olarak iki gruba ayrılmıştır (Anonim, 2016).

Özel bir hububat ürünü olan bulgur, doğrudan yemeklerde kullanıldığı gibi birçok gıdada yan ürün olarak tercih edilmekte ülkemizde ve Orta Doğu ülkelerini kapsayan coğrafyada yaygın olarak tüketilmektedir (Quaglia, 1988; Bayram ve Öner, 2003; Tacer, 2008). Bulgurun yüksek besin değeri, uzun raf ömrü ve düşük fiyatı yeni ve gelişen tüm pazarlarda talebi arttırmıştır (Savas ve Basman, 2016). Dünyanın en büyük bulgur üreticisi ve ihracatçı ülkesi Türkiye'dir (Acıbuca ve Doğan, 2021). 2020 yılı verilerine göre ülkemizde 93 tane faal bulgur fabrikası, 2.006.071 ton/yıl kurulu kapasite ve 1.063.242 ton/yıl fiili kapasitesi bulunmaktadır (TMO, 2021).

Bulgur üretimiyle birlikte buğday tanesinde bazı fiziksel özelliklerin değiştiği bilinmektedir (Ikeda ve ark., 2001). Bulgurun özel bir hububat haline gelmesinin sebebi pişme sırasında tane yapısı bozulmadan jelatinize olmasıdır (Elias, 1995). Bulgur üretimi esnasında pişirme suyuna geçen besin maddelerinin tekrar tane içerisine emilmesi ile besin kayıplarının önüne geçilmektedir. Pişirme sırasında enzimatik

aktivitelerin sınırlandırılmasıyla dayanıklı bir ürün ortaya çıkmaktadır (Bayram, 2000; Tacer, 2008).

Bulgur üretim prosesi esnasında buğday tanesinde meydana gelen değişimlerle birlikte birçok avantajda ortaya çıkmaktadır. Bulgur üretimi prosesinde buğday tanesinin pişirilmesiyle birlikte nişastanın jelatinizasyonu ve proteinlerin koagülasyonu gerçekleştirilerek birbirleriyle kaynaşma meydana gelir. Böylece insan beslenmesinde tanenin sindirimi kolaylaşmaktadır. Buğday tanesinin su içinde ıslatılma sırasında suda eriyebilen mineral maddeler ve B vitaminleri tanenin içine taşınarak yararlılığı artmaktadır. Kurutma ve pişirme prosesleriyle birlikte endosperm yapısı sertleşip camısı özellik kazanmaktadır. Bu değişimle birlikte haşerelere ve fiziksel etkilere karşı daha dirençli hale gelmektedir. Bozulmadan depolanması kolaylaşmaktadır. Kabuk soyma işlemiyle birlikte sindirimi zorlaştıran bileşenler taneden ayrılarak besleyiciliği zengin olan aleuron tabakası bulgurda kalmaktadır (Elgün ve Ertugay, 2002).

2.2. Siyez Buğdayı ve Bulguru

Siyez buğdayı başakçıklarının tek taneli olması ve tahılın çevresini saran kavuzdan dolayı tek çekirdek anlamına gelen Almanca einkorn (siyez) adını almıştır. Buğdayın atası olarak bilinen siyez, diğer birçok bitki gibi diploiddir. Kromozomlarından birini erkek, diğerini ise dişi atasından almaktadır (Heun ve ark., 1997; Emeksizoğlu, 2016). İza, kavulca ve kaplıca gibi farklı isimleri de bulunan siyez (*Triticum monococcum*), *Triticum boeoticum* yabani buğday türünün kültüre alınmış formudur (Karabak ve ark., 2019).

İnsanoğlunun buğday ile tanışması yaklaşık olarak 14 bin yıl önce Güneydoğu Anadolu bölgesinde Urfa çevresinde başlamıştır. Yaklaşık 12 bin yıl önce ilk defa Urfa Karacadağ'da kültüre alınan siyezin tüm Dünya'ya yayıldığı bilinmektedir (Hidalgo ve Brandolini, 2014; Zaharieva ve Monneveux, 2014; Emeksizoğlu, 2016). Arpa ve emmer ile birlikte tarımın kurucu ürünlerinden biri olan siyez, Neolitik Devrim sırasında Avrupa'ya yayılmıştır (Hidalgo ve Brandolini, 2019). Cumhuriyetimizin ilk yıllarına bakıldığında siyezin genelde Kuzey Anadolu'da yetiştirildiği aynı zamanda Kütahya, Kars ve İstanbul'da dahi tarımının yapıldığı bildirilmiştir. Siyez buğdayı en geniş ekim alanına 1950'li yıllarda ulaşmıştır. İslah çalışmalarıyla birlikte 1950'li yıllardan itibaren siyez buğdayının ekim alanında azalmalar görülmüştür. 2015 yılında siyez buğdayı ekim alanı 2.270 ha ile en düşük seviyelere gerilemiştir (Akar ve Eser, 2017).

Günümüzde siyez, Türkiye, İspanya ve Fas gibi Akdeniz Bölgesindeki ülkelerde ve Balkan ülkelerinde yetiştirilmektedir (Hidalgo ve Brandolini, 2014; Emeksizoğlu, 2016).

Siyez antik çağlardan günümüze kadar formunu koruyarak tarım kültürü miraslarının arasında yerini almıştır. *Triticum monococcum* L. türü 2n kromozom yapısında, başakçıkları tek taneli, kavuzlu yapıya sahip diploid grupta yer almaktadır. Hasat ve harman döneminde diğer buğday türlerinden farklı olarak kavuz taneden ayrılmamaktadır. Bundan dolayı depolarda ve tarlaya ekildiği zaman zararlılara karşı kendini koruyabilmektedirler. Sıkı yapılı ve camsı tanelere sahiptir (Emeksizoğlu, 2016). Siyez buğdayının zorlu hava şartları, hastalıklar ve zayıf toprak yapısına karşı üretim veriminin düşük olmasına rağmen ekmeklik ve durum buğdaylarına kıyasla daha dirençli olduğu rapor edilmiştir (Hidalgo ve ark., 2009). Düşük verime sahip olan siyez buğdayı, besleyici değerlerinin yüksek olması, tarımının düşük maliyetli olması, yüksek uyum özelliği ve organik tarımsal üretimin gelişimine katkı sağlaması gibi avantajlarından dolayı tercih edilmeye başlamıştır (Zaharieva ve Monneveux, 2014; Emeksizoğlu, 2016).

Buğday tarımının, birbirinden farklı iklim ve toprak özelliklerine sahip farklı geniş alanlarda yapılması ve çok farklı çeşitlerinin olmasından dolayı farklı fiziksel, kimyasal ve teknolojik özelliklerde buğdaylar yetiştirilmektedir. Bunun gibi sebeplerden dolayı, Türkiye’de yetiştirilen buğdaylarında özellikleri birbirinden farklı olmaktadır (Elgün ve Ertugay, 2002; Emeksizoğlu, 2016).

Siyez yüksek miktarda protein ve karotenoid içeriği ile dikkat çeken eski buğdaylardan biridir (Brandolini ve ark., 2008). Günümüz modern buğdaylarıyla kıyaslandığında siyez buğdayının protein, yağ, vitamin, mineral ve fonksiyonel bileşenler (fenolik bileşikler, tokoferoller ve karotenoidler) bakımından zengin olduğu görülmüştür (Abdel-Aal ve Hucl, 2002; Cankurtaran Kömürcü, 2021).

Siyez buğdayı kurumadde de ortalama 18 g/100 g çoğunlukla 20 g/100 g’den fazla protein miktarına sahip olup, ekmeklik buğdaya kıyasla protein içeriği üstünlük göstermektedir (Borghini ve ark., 1996; Grausgruber ve ark., 2004; Brandolini ve ark., 2008; Hidalgo ve Brandolini, 2019). Üç farklı alanda ekilen 25 siyez buğdayından elde edilen rafine unlarda %15.4-25.2 arasında protein belirlenmiştir (Corbellini ve ark., 1999; Hidalgo ve Brandolini, 2019).

Yapılan bir başka çalışmada ise siyez buğdayının protein miktarı kuru maddede 14.0-25.0 g/100 g olarak belirlenirken ekmeklik buğdayın protein miktarı kuru maddede

10-12 g/100 g olarak bulunmuştur (Elgün ve Ertugay, 2002; Loje ve ark., 2003). Siyez buğdayının içerdiği lizin ve glutamik asit miktarının da diğer buğday çeşitlerine kıyasla daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Kalitenin belirlenmesinde en önemli faktörler arasında proteinin gluten fraksiyonunu oluşturan gliadin ve gluteninin miktar ve kalitesi yer almaktadır. Literatür çalışmalarında siyez buğdayında gliadin ve glutenin miktarının ekmeklik ve durum buğdayına göre daha düşük olduğu belirtilmiştir (Stallknecht ve ark., 1996; Emeksizoğlu, 2016).

Siyez buğdayının yağ miktarı 2.8 g/100 g ile 4.2 g/100 g arasında değişmekte olup ekmeklik buğdaya kıyasla daha fazla olduğu belirlenmiştir (Hidalgo ve ark., 2009). Yağ asidi kompozisyonunda en fazla linoleik asit (%50.9-54.0.), sonra oleik asit (%24.8-26.4) ve en son palmitik asit (%13.9-16.7) gelmektedir. Linoleik asit ekmeklik buğdaylarda en yaygın yağ asitidir. Tekli doymamış yağ asitleri siyez buğdayında ekmeklik buğdaya kıyasla daha fazla bulunurken, çoklu doymamış ve doymuş yağ asitleri daha az bulunmaktadır (Emeksizoğlu, 2016). Buna bağlı olarak kardiyovasküler ve damar tıkanıklığı hastalıklarının önlenmesine yardımcı olmaktadır. Teknolojik açıdan bakıldığında ise siyez buğdayının yüksek miktarda tekli doymamış yağ asitleri ve az miktarda çoklu doymamış yağ asitleri içermesine bağlı olarak oksidasyona karşı daha kararlı olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum ürünlerin uzun raf ömrüne sahip olmasına katkı sağlamaktadır.

Yapılan çalışmalarda siyez buğdayında toplam şeker miktarının 26.7 g/kg olduğu ve en çok sırasıyla sakaroz, früktoz, glikoz ve maltoz şekerlerinin bulunduğu belirtilmiştir (Hidalgo ve Brandolini, 2014).

Fonksiyonel gıdalar, insan beslenmesinde temel ihtiyaçların karşılanmasının yanı sıra hastalıklardan korunup daha sağlıklı ve kaliteli bir yaşam için fizyolojik ve metabolik fonksiyonlara fayda sağlayan gıdalar ve bileşenleridir (Emeksizoğlu, 2016). Bazı karotenoidler (α - ve β -karotenler) birçok biyolojik fonksiyon için gerekli olan A vitamininin biosentezinde yer alır. Hücre ve dokuları serbest radikallerden koruyarak bazı kanserlerin ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesine katkıda bulunmaktadır (Krinsky, 1994; Rao ve Rao, 2007; Hidalgo ve Brandolini, 2019). Tam siyez unundaki karotenoid miktarının ekmeklik buğdaya kıyasla çok daha üstün olduğu belirtilmiştir (D'egidio ve ark., 1993; Borghi ve ark., 1996; Corbellini ve ark., 1999; Hidalgo ve Brandolini, 2019). Yüksek performanslı sıvı kromatografisiyle gerçekleştirilen detaylı çalışmalar sonucunda tüm Triticum türlerinde sarı pigmentin çoğunlukla luteinden (>%90) kaynaklandığı bildirilmiştir (Abdel-Aal ve ark., 2002; Hidalgo ve Brandolini,

2019). Siyezde lutein konsantrasyonu en yüksekten düşüğe doğru sırasıyla ruşeyimde (32.1 mg/kg), endosperm (6.3 mg/kg) ve kepekte (4.3 mg/kg) bulunmaktadır (Gebruers ve ark., 2008). Siyez tam ununda lutein içeriği ortalama 8.4-8.5 mg/kg maksimum 13.64 mg/kg'a kadar çıktığı gözlemlenmiştir (Hidalgo ve ark., 2006). Siyez karotenoid konsantrasyonu ekmeklik buğdayınkinden 4-8 kat, durum buğdayından 2 kat yüksektir (Hidalgo ve ark., 2014). Vitaminler, organizmaların sınırlı miktarlarda ihtiyaç duyduğu organik bileşiklerdir. İncelenen 5 siyez buğdayının folat (folik asit) konsantrasyonu 429-678 µg/kg, 150 ekmeklik buğday çeşidinde ise 323-774 µg/kg bulunmuştur (Piironen ve ark., 2008; Hidalgo ve Brandolini, 2019).

Bitkilerin büyümesi ve üremesine yardımcı olan ve bitki patojenlerine karşı savunma amaçlı üretilen polifenoller (fenolik asitler, flavonoidler, alkilresorsinoller, vb.) tanenin dış katmanlarında yer almakta ve koroner kalp hastalığı, felç ve kanser gibi hastalıkların önlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Cankurtaran Kömürcü, 2021). Fenolik asitler, çözünür-serbest, çözünür-bağlı ve çözünmez-bağlı formlarda bulunur. Buğdaylarda, çözünmeyen bağlı fenolikler çözünür formlardan daha fazladır. Siyez ve ekmeklik buğdayda, ferulik asit hem çözünür hem de çözünmez fraksiyonların ana fenolik bileşenidir. Siyez ve ekmeklik buğdayın serbest toplam polifenol ve toplam fenolik asit içeriği benzerdir. Fakat siyez buğdayının bağlı fenolik asit miktarı daha düşüktür. Genel olarak, siyezin toplam fenolik asit içeriği kurumadde de 449-816 mg/kg aralığındadır (Hidalgo ve Brandolini, 2019). Serpen ve ark. (2008), çalışmalarında siyez ve ekmeklik buğdayın flavonoid miktarını sırasıyla 1.13 µmol/g ve 1.32 µmol/g olarak rapor etmiştir.

Şahin (2016), çalışmasında ekmeklik, makarnalık ve kavuzlu siyez buğdaylarının fitokimyasal içeriklerini ve antioksidan aktivitelerini incelemiştir. Kavuzlu siyez buğdaylarının ferulik, p-coumaric ve toplam fenol içeriği ekmeklik ve makarnalık buğdaylara kıyasla daha yüksek bulunduğu görülmüştür. Toplam flavonoid ve antioksidan aktiviteleri bakımından değerlendirildiğinde ise ekmeklik, makarnalık ve kavuzlu siyez buğdayları arasında önemli bir fark görülmemiştir. Çalışmanın sonucunda kavuzlu siyez buğdayının üretimi ve tüketiminin insan sağlığı açısından daha faydalı olabileceği görülmüştür. Kavuzlu siyez buğdayının diyabet, kanser, alzheimer ve kalp damar hastalıklarını önleyici özellikleri de bulunduğu ifade edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda siyez buğdayının kül içeriğinin (2.3-2.8 g/100 g) yüksek olduğu rapor edilmiştir (Loje ve ark., 2003; Hidalgo ve Brandolini, 2014). Mineral içeriğinin büyük bir kısmının fosfordan (415 mg/100 g) oluştuğu belirlenmiştir (Abdel-

Aal ve ark., 1995). Siyez buğdayının mineral madde içeriği ekmeklik buğdaydan daha fazladır (Zaharieva ve Monneveux, 2014). Fakat iklim, toprak yapısı ve genotip özelliği gibi faktörlere bağlı olarak tanedeki mineral miktarları değişiklik göstermektedir (Emeksizoglu, 2016). Çoğu mineral, kepek fraksiyonunda daha fazla miktarda bulunmaktadır. Bulgur prosesinde "kabuğu ayırma" aşaması ve rafine buğdau unu üretiminde "kepek ayırma" aşaması, ürünün mineral içeriğinin seviyesinin düşmesine neden olmaktadır (De Brier ve ark, 2015). Özkan ve ark. (2007), çalışmalarında 54 siyez buğdayının Fe, Zn, Mn ve Cu değerlerini sırasıyla 47.04 mg/kg, 54.81 mg/kg, 49.29 mg/kg ve 6.40 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada siyez buğdayının Fe, Zn, Mn, Cu, Mg, P ve Se miktarları sırasıyla 45.9–52 mg/kg, 53-72 mg/kg, 28–46 mg/kg, 9 mg/kg, 1.5–1.6 mg/kg, 5.2–5.4 mg/kg ve 50.0–54.8 µg/kg olarak bildirilirken ekmeklik buğdayın aynı değerleri sırasıyla 36–38.2 mg/kg, 35 mg/kg, 26–30 mg/kg, 6 mg/kg, 1.1–1.4 g/kg, 3.1–4.7 g/kg ve 29.8–39.9 µg/kg olarak raporlanmıştır (Erba ve ark., 2011; Suchowilska ve ark., 2012).

Siyez buğdayının yağ oranının yüksek olması ve ekmeklik buğdaya kıyasla lutein miktarının fazla olması gibi avantajları bulunmaktadır. Siyez buğdayının üretiminde daha çok geleneksel yöntemler tercih edilmektedir. Bulgur ve hayvan yemi olarak değerlendirilen siyez buğdayı taş değirmenlerde öğütülerek ekşili pilav, kuru pilav ve salçalı pilav olarak tüketilmektedir. Son dönemlerde un ve eriştisi de yapılarak kullanılmaktadır (Karabak ve ark., 2019).

Su tutma kapasitesinin düşük olmasından ötürü siyez buğdayından elde edilen ekmekler tüketici tarafından fazla tercih edilmemektedir. Bunların yanında daha zengin lezzete sahip olan siyez buğdayı çorba, güveç, salata ve soslar gibi farklı yemeklerde kullanılabilir (Bond, 1989).

Üretilen siyez buğdayının %32'si bulgur üretiminde kullanılmaktadır. Siyez üretimi daha çok dağlık bölgelerde hayvancılıkla uğraşan aile işletmeleri tarafından devam ettirilmektedir (Kan ve ark., 2011). Siyez bulgur üretimi temizleme/yıkama, pişirme, kurutma ve öğütme aşamalarından oluşmaktadır. Öncelikle siyez buğdayı yabancı maddelerden temizlenmektedir. Kabuğu soyulan siyez taneleri pişirilmektedir. Endüstriyel üretimde nişastanın tamamen jelatinize olması için buhar basıncı altında 120°C'de 20 dakika pişirilmektedir. Ev yapımı üretimde ise nişastanın tamamen jelatinize olması için atmosferik basınç altında 95°C'de 80-90 dakika kaynar suda pişirilmektedir. Taneler soğuması için soğuk suda yıkanmaktadır. Endüstriyel üretimde kurutma işlemi kurutma tüneline sıcak/kuru hava ile 100°C'de yaklaşık 2-3 saat

kurutulmaktadır. Ev yapımı üretimde ise doğrudan güneş ışığından kaçınarak güneşte yaklaşık 8-9 saat kurutulmaktadır. Taş değirmende öğütme işlemi gerçekleştirilmektedir (Hendek Ertop, 2019). Siyez ile durum bulgurlarının üretimindeki en önemli fark kabuğu soyulmuş olan siyez buğdayının doğrudan pişirilmesidir (Shevkani ve ark., 2017).

Kastamonu ilinin İhsangazi ilçesinde üretiminin en fazla yapıldığı siyez buğdayı az miktarlarda Bolu, Sinop ve Samsun'da da ekimi devam etmektedir. Son dönemlerde sağlıklı ve yerel gıdalara ilginin artmasıyla birlikte tüketicilerin siyez bulguruna olan talepleri de artmaktadır. Yapılan çalışmalarda araştırma sonuçlarına göre Kastamonu ili İhsangazi ilçesinde siyez bulgurunun yıllık tüketim miktarı kişi başına 14.2 kg, hane başına ise 84 kg olarak rapor edilmiştir. Araştırma yapılan bölgede siyez bulgurunun geleneksel ürün olmasından dolayı tüketim miktarı yüksektir (Karabak ve ark., 2019).

Yılmaz ve Koca (2020), çalışmalarında siyez ve durum buğdayından üç farklı pişirme (geleneksel, mikrodalga ve otoklav) ve iki farklı kurutma (etüv ve mikrodalga) tekniği kombinasyonu ile bulgur üretmişlerdir. Siyez bulgurunun ortalama sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri durum bulguruna kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Diğer tekstürel değerler arasında fazla bir fark görülmemiştir. Toplam bulgur verimi açısından iki bulgur türü arasında fark bulunmamasının yanı sıra durum buğdayı iri bulgur verimi açısından öne çıkmıştır. Buğday türleri arasında fiziksel farklılıklar nedeniyle durum bulgurunun pişme süresinin siyez bulgurunkinden iki kat fazla olduğu gözlenmiştir. Siyez bulgurunun bu özelliği son tüketiciye zaman ve enerji maliyeti açısından avantaj sağlamaktadır. Otoklavlama ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin bulguru koyulaştırdığı ve kırmızılık değerini arttırdığı ifade edilmiştir. Siyez bulgurunun, durum bulguruna kıyasla daha kabul edilebilir tekstürel ve duyu özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir. Her iki buğday çeşidi için de “geleneksel pişirme ve sıcak havayla kurutma” ve “mikrodalgayla pişirme ve yine sıcak havayla kurutma” önerilmiştir. Otoklav pişirme ve mikrodalga kurutmanın çeşitli özellikler üzerinde olumsuz etkileri gözlenmiştir.

Hendek Ertop (2019), siyez buğdayından elde edilen endüstriyel ve ev yapımı siyez bulguru ile durum bulgurunun fizikokimyasal, besinsel ve mikrotekstürel özelliklerini karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda siyez tanesi ve bulgurunun kül ve yağ içeriğinin yüksek olduğunu belirlemiştir. Siyez bulguru üretim teknikleri bulgurun fizikokimyasal özelliklerini etkilememiştir. Endüstriyel olarak elde edilen siyez bulgurunun mineral içeriği ev yapımı bulgura kıyasla biraz daha yüksek bulunmuştur.

Fe ve Zn gibi eser elementlerin siyez bulgurunda durum bulguruna göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

2.3. Firik

Firik veya kendine has tütsülenmiş tada sahip ‘‘olgunlaşmamış yeşil buğday’’, Türkiye’nin güneyinde yer alan Hatay yöresine özgü geleneksel bir gıdadır. Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde yaşayan insanlar da firiği üretmekte ve tüketmektedir (Çarşamba ve ark., 2015). Firik üretiminde çoğunlukla *Triticum durum* buğdayı bazen de *Triticum aestivum* buğdayı kullanılmaktadır. Buğdayın olgunlaşmasıyla birlikte tanelerin sertleşmeye başladığı ancak başağın henüz yeşil olduğu zamanda firik buğdayının hasadı yapılmaktadır (Kadıoğlu, 2018).

Genellikle Türkiye, Yunanistan, Kıbrıs, Orta Doğu, Kuzey Afrika ve Avustralya Kıtası bölgelerinde bilinen bir üründür (Williams ve El-Haremein 1985; Dick ve Matsuo 1988; Özkaya ve ark., 1999; Carsanba ve ark., 2017). Avrupa ve Amerika’da ‘‘Freekeh’’ olarak isimlendirilir.

Firiğin besin bileşimi ortalama %77 karbonhidrat, %16.5 diyet lifi, %13 protein, %2 yağ, B1, B2, C, E vitamini ve yüksek miktarlarda potasyum, magnezyum ve kalsiyum minerallerinden oluşmaktadır (Bird ve Mular 2003; Çarşamba ve ark., 2017). Firiklerin besin bileşimleri birbirine yakın bulursa da pişme kalitesi, renk ve duyuşal özellikleri bakımından bölgesel farklılıkların olduğu rapor edilmiştir (Kadıoğlu, 2018).

Literatür çalışmalarında buğdayın olgunlaşma süreciyle birlikte fiziksel ve kimyasal bileşenlerinde farklılıklar görüldüğü belirtilmiştir. Olgunlaşma koşullarının ve hasat süresinin kül ve nem içeriği ve proteinlerin amino asit bileşimi üzerinde önemli etkisi olduğu görülmüştür (Özkaya ve ark., 1999; Çarşamba ve ark., 2017). Yapılan bir çalışmada durum buğdayının olgunlaşma süresi boyunca nem ve kül miktarında azalma görülürken tane ağırlığı ve tane sertliğinde artma gerçekleşmiştir (Sramkova ve ark., 2009). Geç olgunlaşma dönemiyle birlikte fitik asit içeriği artarken lif içeriğinde azalma gözlenmiştir. Bu nedenle erken hasat zamanı (olgunlaşmanın erken evresi), firiğin besin değerinin yüksek olması için tercih edilmektedir (Özboy ve ark., 2001; Carsanba ve ark., 2017).

Preston ve ark. (1991), yaptıkları çalışmada olgunlaşmanın sert kırmızı yazlık buğdayın tane sertliği, tane ağırlığı, kül içeriği ve öğütmeyle ilgili kalite parametrelerini etkilediğini fakat protein içeriğine fazla bir etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir. Başka

bir çalışmada da olgunlaşma ile tanenin toplam protein içeriğinin değişmediği ancak buna karşın amino asit kompozisyonunda önemli bir değişimin olduğu rapor edilmiştir. Olgunlaşma ile bazı amino asitlerde artış görülürken diğerlerinde azalma gerçekleşmiştir (Pomeranz ve ark., 1966). Taneler olgunlaştıkça Zn ve fitik asit içeriğinin arttığı, P içeriğinin ise azalma eğiliminde olduğu görülmüştür (Abernethy ve ark., 1973).

Olgunlaşma süresine bağlı olarak antioksidan aktivite ve fenolik madde miktarındaki değişimler incelendiğinde ise; olgunlaşmamış buğdayların antioksidan aktivite ve fenolik madde miktarlarının olgunluğunu tamamlamış buğdaylara kıyasla daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (Levent, 2014).

Sert ekmeklik buğdayda yapılan çalışmada ise olgunlaşma süreciyle birlikte P, K, Ca ve Cu miktarlarının azaldığı, Mg ve Zn miktarlarının sabit kaldığı rapor edilmiştir (Karlen ve Whitney, 1980).

Çarşamba ve ark. (2017), Hatay bölgesinde üretilen dört farklı firik numunesinin fiziksel, besinsel ve kimyasal özelliklerini araştırdıkları çalışmada bulgur ve pirinç gibi benzer gıdalar ile karşılaştırma yapmışlardır. Firik örneklerinin bulgur, pirinç ve diğer benzer tahıllara göre protein ve kül içeriği yönünden zengin olduğu ifade edilmiştir. Firik üretiminde erken hasat döneminden dolayı ham selüloz miktarının bulgur ve pirince oranla daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Böylece olgunlaşma döneminin besinsel değerleri etkilediği söylenebilir. Firikte yağ asitleri arasında en fazla linoleik asidin yer aldığı görülmüştür. Yapılan çalışmanın sonucunda elde edilen verilere göre firığın diğer karbonhidrat bazlı gıdalardan daha iyi beslenme özelliklerine sahip olması nedeniyle günlük diyetinde tüketilmesi önerilmektedir.

Özkaya ve ark. (1999), çalışmalarında buğdayın olgunlaşma aşaması ve pişirme yönteminin firiklerin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Farklı olgunlaşma aşamalarındaki iki farklı durum buğdayı örneği alınarak kavurma ve atmosfer basıncında kaynatma olmak üzere iki farklı pişirme yöntemiyle firik elde edilmiştir. Her iki buğday çeşidiyle elde edilen firiklerin olgunlaşmayla birlikte kül miktarının ve Fe, Cu, Zn, Mn, Na, K ve Mg içeriklerinin düştüğü gözlenmiştir. Ancak firiklerin Ca içeriğinin ilk olarak yükseliş eğilimi ardından olgunlaşmayla birlikte düşüş eğilimi gösterdiği görülmüştür. Her iki buğday çeşidinde ve pişirme yönteminde olgunlaşma ile birlikte tiamin ve riboflavin içeriklerinin azaldığı belirlenmiştir.

Literatüre göre firğin glisemik indeksi ve yağ oranı düşük, diyet lifi, protein, Ca, Fe, Zn, zeaksantin ve lutein içeriği yüksek bir gıdadır. Tüm bunlara ilaveten firğin yüksek fruktooligosakkarit içermesi nedeni ile iyi bir prebiyotik etkiye sahip olması sağlık açısından olumlu etki yaratmaktadır (D'Edigio ve Cecchini 1998; Humphries ve Khachik 2003). Firikte temel prebiyotik bileşen olarak bulunan fruktooligosakkaritlerin anti-tümör ve bağışıklığı arttırıcı etkileri bulunmaktadır. Tüm bunlara ilaveten firik minerallerin emilimine de katkı sağlamaktadır. Bu gibi özelliklerinden dolayı olgunlaşmamış buğday fonksiyonel gıda olarak adlandırılmaktadır (Kadıoğlu, 2018).

Günümüzde büyük ölçekli firik üretimi yapılmamakta olup genellikle ev içi tüketim için küçük ölçekli üreticiler tarafından üretilmektedir (Özkaya ve Köksel, 1998; Özkaya ve ark., 1999). Buğday ve bulgura kıyasla daha pahalı bir ürün olan firik tüketiminin fazla olduğu yerlerde çiftçiler tarafından geleneksel yöntemlerle elde edilmektedir (Kadıoğlu, 2018).

Farik ismiyle de tanınan firik üretimi için buğdaylar genellikle Mayıs-Haziran aylarında hasat edilmektedir. Firğin üretim sürecinde öncelikle buğday başakları içerisinde yer alan sertleşmiş fakat tam kurumamış taneler başak köklerinin 10-15 cm üzerinden kesilerek toplanmaktadır. Ateş üstünde kavrulan başak destesinde yanık saplar ayrılmaktadır. Kalbura alınan başak kısmı avuç içinde ovalanmakta veya taş değirmenlerden geçirilerek buğday taneleri çıkartılmaktadır. Rüzgarda savurma yöntemiyle üzerindeki tozlar uzaklaştırılarak firik elde edilmektedir (Hendek Ertop ve ark., 2012). Kavurma işlemi arzu edilen tütsülenmiş karakteristik tat ve yapının oluşmasını sağlamaktadır (Williams ve El-Haramein 1985; Musselman ve Mouslem 2001; Çarşamba ve ark., 2017).

Firik; iri firik, ince firik, un ve kepek olarak sınıflandırılmaktadır. İri firik pilavlarda; ince firik çorba ve dolma içlerinde; un olarak çorbalarda ve kepek olarak yem sanayiinde kullanılmaktadır (Yılmaz ve ark., 2012).

Firik tüketimi bulgur tüketimine benzerlik göstermektedir. Pilavda bulgur ve pirincin yerine kullanılmaktadır. Anadolu'da pişirilen geleneksel bir yemek olan firik pilavı; firik, et, domates, tuz ve tereyağından oluşmaktadır (Dick ve Matsuo, 1988; Özkaya ve ark., 1998; Özkaya ve ark., 1999). Firik aşu olarak da bilinen firik pilavı Antakya'da yöresel olarak tüketilmektedir. Güneydoğu bölgesinde dolmalarda iç olarak kullanılmaktadır. Mardin'de ise yöresel olarak firik salata olarak tüketilmektedir (Hendek Ertop ve ark., 2012).

Geleneksel bir gıda olan firik, küçük porsiyonlarda (500-1000 g) ışık ve nem geçirmeyen plastik film ambalajda satışa sunulmaktadır. Makarnalık buğdaya göre sekiz kat daha yüksek fiyatıyla yerel çiftçilere ürünlerini daha yüksek fiyatlarla satabilmeleri için ekonomik avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle firiğin ticari değerinin yüksek olduğu düşünülmektedir (Carsanba ve ark., 2017).

Firiğin kendine özgü is aroması ve sarı-yeşil renge sahip olması en önemli kalite parametrelerinin arasında yer almaktadır. Uygun “yakma tekniği” ve sonrasında uygun “kurutma” işlemi bu özellikleri etkilemektedir (Kadıoğlu, 2018). Ayrıca uygun şartlarda muhafaza edilmediği zamanda kalite parametresi olarak kabul edilen yeşil renkte beyazlaşma görülebilmektedir. Firik üretiminde kıraç arazilerden hasat edilen buğdaylar tercih edilmektedir. Böylece elde edilen firikler daha lezzetli ve yeşil renkte olmaktadır (Yılmaz ve ark., 2012). Pilav ve çerez olarak tüketilen firik günümüzde paketlenmiş bir şekilde veya dökme olarak tüketiciye sunulmaktadır (Kadıoğlu, 2018).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Türkiye’de satışa sunulan firik ve siyez bulgurlarının bir kısmı Konya’da bulunan marketlerden bir kısmı ise online alışveriş yoluyla Türkiye’nin farklı bölgelerinden temin edilmiştir. Temin edilen firik ve siyez bulgurları ambalajlı olarak oda sıcaklığında depolanmışlardır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Bulgur Analizleri

3.2.1.1. Renk ölçümü

Çiğ ve pişmiş siyez bulguru ve firik örneklerinin renk ölçümü Minolta CR 400 cihazı (KonicaMinolta Osaka, Japonya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bulgur örneklerinde L^* (parlaklık), a^* (kırmızı, yeşil) ve b^* (sarı, mavi) değerleri ölçülmüştür. Hue (renk özü) değeri $\arctan(b^*/a^*)$ formülü ile, SI (doygunluk indeksi) değeri ise $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır.

3.2.1.2. İrilik ölçümü

Firik ve siyez bulgur örneklerinden 100 gram tartılarak 2.5, 2.0 ve 0.5 mm' lik elek takımından geçirilmiştir. Bulgur örneklerinin irilik değerleri 2.5 mm üstünde, 2.0-2.5 mm ve 0.5-2.0 mm arasında kalan bulgur miktarı (%) olarak verilmiştir.

3.2.1.3. Kimyasal analizler

Siyez bulguru ve firik örnekleri laboratuvar tipi öğütücü (Sinbo SCM 2934, Türkiye) kullanılarak öğütülmüştür (<500µm). Bu örnekler üzerinde bazı kimyasal analizler yapılmıştır.

3.2.1.3.1. Nem tayini

Siyez bulguru ve firik örneklerinin nem miktarı tayininde, 135 °C'de 2.5 saat kurutma normu uygulanan AACC'nin Standart Metotlarından Metod 44-19.01 kullanılmıştır (AACC, 1999).

3.2.1.3.2. Kül tayini

Bulgur örneklerinin kül miktarı AACC 08-01.01 metoduna göre, örneklerin kül fırınında 550 °C'de açık gri kül elde edilinceye kadar yakılmasıyla tespit edilmiştir (AACC, 1999).

3.2.1.3.3. Protein tayini

Örneklerin protein tayini için Kjeldahl metodu (AACC 46-12.01) kullanılmıştır. Yakma, destilasyon ve titrasyon olmak üzere üç aşamada belirlenmiştir. Metodun prensibi; örneğin sülfürik asitle tahrip edilerek içindeki azotun (NaH₄)SO₄ halinde tespit edilmesinin ardından, bunu NaOH ile muamele edilip çıkan NH₄OH miktarından titrasyonla azotlu madde miktarının hesaplanmasına dayanmaktadır (AACC, 1999).

3.2.1.3.4. Yağ tayini

Örneklerin yağ miktarı AACC 30-25.01'e göre, soxhelet cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Bulgur örnekleri hekzan ile ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Ekstraksiyonun ardından hekzan uzaklaştırılmış, kalıntı sabit tartıma gelinceye kadar kurutulup tartılmıştır. Sonuçlar, kuru madde esasına göre % olarak belirlenmiştir (AACC, 1999).

3.2.1.4. Serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarı tayini

Serbest fenolik madde ekstraksiyonu; Vitali ve ark. (2009) tarafından belirtilen metot modifiye edilerek kullanılmıştır. Öğütülmüş bulgurlardan 1.0 g kuru örnek tartılıp üzerine 10 mL %1 HCl içeren %80'lik metanol ilave edilerek 24°C' de 2 saat

çalkalamalı su banyosunda (Daihan Wisebath WSB-30, Gangwon, Güney Kore) çalkalanıp ekstrakte edilmiştir. Sonrasında 3000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatant analizde kullanılmak üzere -18 °C'de muhafaza edilmiştir.

Bağlı fenolik madde ekstraksiyonu; Bulgur örneklerinin bağlı fenolik madde ekstraksiyonu için Vitali ve ark. (2009) tarafından geliştirilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Serbest fenoliklerin ekstraksiyonundan arta kalan kalıntıya 20 mL 10:1 oranında metanol/H₂SO₄ karışımı ilave edilip 85°C'deki su banyosunda 20 saat bekletilmiştir. Sonrasında örnekler oda sıcaklığına ulaşmaya kadar soğutulup 3000 rpm'de 10 dk santrifüjlenmiştir. İşlem sonrası elde edilen süpernatant analizde kullanılmak üzere -18 °C'de muhafaza edilmiştir.

Analizde kullanılan çözeltiler aşağıda belirtildiği şekilde hazırlanmıştır:

Lowry A: 0.1 mol/L NaOH (sodyum hidroksit) içinde % 2'lik Na₂CO₃ (sodyum karbonat) çözdürülerek hazırlanmıştır.

Lowry B: % 1'lik NaKC₄H₄O₆ (potasyum sodyum tartarat) içinde % 0.5 CuSO₄ (bakır sülfat) çözdürülerek taze olarak hazırlanmıştır.

Lowry C: 50: 1 (v/v) oranında Lowry A ve Lowry B karışımından elde edilmiştir.

Reaktif: 1:3 oranında saf su ile seyreltilmiş Folin-ciocalteu

Standart: Gallik asit (5-50 mg/L).

Deney tüplerine sırasıyla 0.1 mL yukarıda anlatılan şekilde ekstrakte edilen örnek, 1.9 mL saf su ve 2.5 mL Lowry C eklenip karıştırılmıştır. Oda sıcaklığında 10 dk bekletildikten sonra 0.25 mL Folin-ciocalteu reaktifi (% 10'luk, h/h, suda) ilave edilerek 30 dk oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilmiştir. Süre sonunda örneklerin absorban değerleri 760 nm de spektrofotometrede (Hitachi-U1800, Japonya) okunmuştur. Gallik asit standardı kullanılarak hazırlanan kalibrasyon eğrisi aracılığıyla serbest ve bağlı fenolik madde miktarı hesaplanmıştır. Elde edilen serbest ve bağlı fenolik madde miktarlarının toplanması ile *toplam fenolik madde miktarı* belirlenmiştir.

3.2.1.5. Antioksidan aktivite analizleri

Bulgur örneklerinin antioksidan aktiviteleri DPPH, FRAP ve CUPRAC metotları ile tespit edilmiştir.

Toplam fenolik madde ekstraksiyonundan farklı olarak; 1 gr örnek 10 ml asitlendirilmemiş %80'lik metanol ile karıştırılmış ve karışım 2 saat oda sıcaklığında

(24±1 °C) çalkalamalı su banyosunda çalkalanmış ardından 3000 rpm' de 10 dk santrifüj edilmiştir. Analizde kullanılmak üzere elde edilen süpernatantlar filtreden geçirilerek hazırlanır.

DPPH (2-2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) metodu ile toplam antioksidan aktivite analizi; Gyamfi ve ark. (1999) ile Beta ve ark. (2005)'nin metotları modifiye edilerek spektrofotometrik yöntemle DPPH metodu ile toplam antioksidan miktarı belirlenmiştir. Metodun temeli, bir serbest radikal olan DPPH'in örnekte bulunan antioksidan maddeler tarafından yok edilmesi prensibine dayanmaktadır. Bunun için 100 µl örnek ekstraktı üzerine yeni hazırlanmış 3.9 ml DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Karanlık ortamda 30 dakika bekletildikten sonra spektrofotometrede 517 nm'de absorbans ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlar troloks eşdeğeri cinsinden verilmiştir.

FRAP (Demir İndirgeme Antioksidan Gücü) metodu ile toplam antioksidan aktivite analizi; Gao ve ark. (2000)'nin metodu kullanılarak örneklerdeki toplam antioksidan miktarı FRAP metodu ile belirlenmiştir. 300 mmol/L asetat tamponu, 10 mmol/L TPTZ (Tripyridyl triazine) çözeltisi ile 20 mmol/L FeCl₃.6H₂O çözeltisi sırası ile 10:1:1 oranında karıştırılarak analiz çözeltisi hazırlanmıştır. 50 µl örnek ekstraktı üzerine 700 µl analiz çözeltisi ilave edilerek karanlıkta 5 dakika bekledikten sonra UV-Visible spektrofotometrede 593 nm'de absorbans ölçülmüştür. Sonuçlar troloks eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir.

CUPRAC (Bakır (II) İyonu İndirgeme Esaslı Antioksidan Kapasite) metodu ile toplam antioksidan aktivite analizi; Apak ve ark. (2008)'nin metodu modifiye edilerek CUPRAC metodu ile toplam antioksidan aktivite analizi yapılmıştır. Bir cam tüp içerisine 10⁻² M CuCl₂, 1M NH₄AC (Amonyum asetat tamponu, Ph;7) ve 7.5x10⁻³ M neokuproin çözeltisinden sırasıyla 1'er ml eklenmiş ve üzerine 0.1 ml antioksidan çözeltisi ve 1 ml distile su ilave edilip tüpler vortekslenmiştir. Toplam hacim 4.1 ml olacak şekilde hazırlanan çözeltiler oda koşullarında ağzı kapalı olarak 30 dakika boyunca bekletilmiştir. Bu süre sonunda içinde örnek yerine ekstraksiyon çözeltisi bulunan referans çözeltilere karşı 450 nm'de absorbans değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar troloks eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.1.6. Fitik asit tayini

Bulgur örneklerinde bulunan fitik asit miktarı, kolorimetrik metotla belirlenmiştir. 0.3 g örnek 50 ml 0.2 N hidroklorik asit çözeltisinde ekstrakte edilmiştir.

Elde edilen ekstraktan 0.5 ml alınarak üzerine 1 ml amonyum demir (III) sülfat çözeltisi eklenmiştir. Kaynar su banyosunda 30 dk bekletilmiştir. Sonrasında buz banyosunda 15 dk soğutulan örneklere 2 ml 2,2'-bipiridin çözeltisi eklenerek renklendirilmiştir. Spektrofotometrik yolla 519 nm'de absorbanısı okunarak fitik asit miktarı belirlenmiştir. Sonuçlar mg/100g cinsinden verilmiştir (Haug ve Lantzsch, 1983).

3.2.1.7. Toplam sarı pigment miktarı tayini

Toplam sarı pigment miktarı analizinde AACC 14-50.01 (1999), metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. Öğütülmüş bulgur örneğinden 2 gram tartılıp üzerine 10 ml suyla doyurulmuş n-bütanol eklenmiştir. Bulgur örnekleri 1 dakika vorteks karıştırıcıda karıştırılıp 15 dakika bekletildikten sonra 1 dakika daha karıştırılıp 16-18 saat karanlık ortamda bekletilmeye alınmıştır. Örnekler süzülüp filtre kağıdından geçirilmiştir. Süzülen örnekler mikroküvetlere alınıp 445 nm'de okumaya alınmıştır. Sonuçlar Sims ve Lepage (1968)' de lutein için belirtilen soğurganlık katsayısıyla hesaplanmıştır (Emeksizozğlu, 2016).

3.2.1.8. Mineral madde tayini

Siyez ve firik bulgur örneklerinde Ca, Fe, Mg, K, P ve Zn elementlerinin miktarı tespit edilmiştir. 0.3 g kuru örnek 7 ml HNO₃ kullanılarak mikrodalgada (Mars 5, CEM Corporation, ABD) yakılmıştır. Elde edilen süzüntülerin mineral madde içerikleri ICP-AES (İndüktif eşleşmiş plazma-atomik emisyon spektrometresi) cihazında (Vista Series, Varian International, AG, İsviçre) tayin edilmiştir (Skujins, 1998).

3.2.1.9. Pişirme testleri

Siyez bulguru ve firik örneklerinin **ağırlık artışı** değerlerini belirlemek amacıyla, 20 g bulgur örneği 250 ml saf su içinde ortalama 11 dakika pişirilmiştir. Suyu süzülen pişmiş örnekler 2 dakika bekletildikten sonra tartılmış ve son ağırlık değeri bulunmuştur. Pişmiş örnek ağırlığı değerinden, pişmemiş örnek ağırlığı çıkarılarak pişirme sonucu meydana gelen ağırlık artışı yüzde (%) olarak tespit edilmiştir (Oh ve ark., 1985). **Suya geçen madde miktarı**, ağırlık artışı analizlerinde

anlatıldığı şekilde pişirilen siyez bulguru ve firik örneklerinin süzöldükten sonra kalan su, kurutma dolabında 135 °C’de kurutularak “suya geçen madde miktarı” % olarak hesaplanmıştır (Özkaya ve Kahveci, 1990).

3.2.1.10. Tekstür profil analizi

Siyez ve bulgur örneklerine ait sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, koheziflik, çignenebilirlik ve esneklik değerleri belirlenmiştir. Analiz için siyez bulguru ve firik örnekleri optimum pişme süresince pişirilip süzölmüştür. Tekstür cihazının platformuna taneler üst üste gelmeyecek şekilde eşit yükseklikte yerleştirilmiştir (Champagne ve ark., 1998; Yılmaz, 2012). Bulgurların tekstürlerinin belirlenmesinde 30 kg’lık yük hücreesine sahip TA.XT plus Texture Analyser (Texture Exponent Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK) cihazı kullanılmıştır.

3.2.2. İstatistikî analizler

Bu çalışmada Türkiye gıda pazarında farklı satış kanalları üzerinden satışa sunulan 10 adet firik ve 10 adet siyez bulgurunda fiziksel ve kimyasal özellikler araştırılmıştır. Firik ve siyez bulgurlarına ait analiz sonuçları JMP programı, 5.0.1 versiyonu (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılarak istatistik analize tabi tutulmuş ve ortalamalar Student’s t testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Bulgur Analiz Sonuçları

4.1.1. Renk değerleri

Hem durum buğdayından üretilen endüstriyel bulgurlarda, hem de siyez bulguru ve firik gibi geleneksel ürünlerde renk tüketici tercihini önemli derecede etkileyen parametrelerin başında gelmektedir. Bu nedenle siyez bulguru ve firik örneklerinin çiğ ve pişirilmiş olarak renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) ölçülmüş ve bu değerlerden SI ve Hue değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler tablolar halinde özetlenmiş ve ayrı başlıklar altında renk değerleri tartışılmıştır.

4.1.1.1. L^* değeri

Çiğ ve pişmiş siyez bulguru ve firik örneklerine ait renk ölçüm sonuçları Çizelge 4.1, 4.2 ve Şekil 4.1-4.10'da verilmiştir. Çiğ siyez bulguru ve firik örneklerinin L^* (parlaklık) değerleri 44.58-48.50 ve 44.48-52.67 arasında, pişmiş siyez bulguru ve firik örneklerinin L^* değerleri ise 43.84-56.90, 45.90-52.93 arasında değişmiştir (Çizelge 4.1, 4.2 ve Şekil 4.1, 4.2). Çiğ firik örneklerinin ortalama L^* değeri (49.36) çiğ siyez bulgurlarının ortalama L^* değerinden (46.68) yüksek bulunurken, pişmiş firik ve siyez bulgurlarının ortalama L^* değerleri (50.48 ve 49.85) arasında istatistiki olarak bir farklılık oluşmamıştır. Siyez bulguru ve firik örnekleri çiğ formda iken aralarında bulunan parlaklık farklılığı pişirme sonrası ortadan kalkmıştır.

Bulgur rengi, başta hammadde rengi olmak üzere, “pişirme, kavurma, kurutma, kabuk soyma, öğütme” gibi bulgur üretim aşamalarından etkilenebilmektedir (Yılmaz ve Koca, 2020). Siyez bulguru ve firik örneklerinin üretiminde kullanılan hammaddelerin ve üretim yöntemlerinin birbirinden çok farklı olması iki bulgur çeşidi arasında farklı parlaklık değerlerinin elde edilmesinde en önemli etkenlerdir. Özellikle siyez bulgurunda “kurutma” firik de ise “kavurma” işleminin uygulanması bulgurlarda renk farklılıklarını ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca aynı bulgur grubu içinde farklı partikül boyutlarına sahip bulgurların bulunması (Çizelge 4.3) da parlaklığı etkilemektedir. Bulgur örneklerinde partikül boyutu küçüldükçe L^* değeri artmaktadır (Elgün ve ark., 1995).

Çizelge 4.1 Çiğ siyez bulguru ve firik örneklerine ait renk değerleri¹

Bulgur çeşidi	Örnek no	L*	a*	b*	SI	Hue
Siyez	1	46.26±0.16	5.27±0.32	12.35±0.44	13.43±0.52	66.93±0.57
	2	46.61±0.27	5.57±0.23	13.85±1.35	14.94±1.28	67.98±1.81
	3	47.35±0.18	5.50±0.33	14.42±0.88	15.43±0.94	69.11±0.18
	4	45.45±0.25	7.05±0.49	17.41±1.28	18.79±1.31	67.92±1.14
	5	47.47±0.30	6.46±0.37	19.93±0.84	20.95±0.86	72.04±0.95
	6	45.34±0.16	6.38±0.41	13.38±1.03	14.83±1.05	64.47±1.35
	7	47.62±0.45	5.31±0.32	17.13±1.18	17.94±1.15	72.73±1.33
	8	48.50±0.38	6.46±0.46	16.73±0.91	17.93±0.90	68.87±1.54
	9	47.57±0.40	5.64±0.52	17.39±0.47	18.29±0.41	72.02±1.78
	10	44.58±0.25	6.62±0.43	15.31±0.93	16.68±0.96	66.59±1.25
Min-Maks		44.58-48.50	5.27-7.05	12.35-19.93	13.43-20.95	64.47-72.73
Ortalama		46.68±1.25	6.03±0.63	15.79±2.32	16.92±2.27	68.87±2.69
Firik	1	47.46±0.19	3.38±0.29	21.77±0.77	22.03±0.74	81.15±0.91
	2	48.43±0.24	-0.31±0.35	17.98±0.96	17.98±0.96	91.03±1.10
	3	50.40±0.25	1.91±0.86	20.13±0.76	20.23±0.81	84.64±2.29
	4	44.48±0.31	-0.52±0.83	18.08±0.73	18.10±0.72	91.68±2.67
	5	52.67±0.19	0.74±0.50	22.34±1.53	22.36±1.54	88.15±1.18
	6	49.37±0.26	3.10±0.51	21.24±0.81	21.47±0.78	81.67±1.50
	7	54.61±0.22	2.28±0.74	21.72±1.42	21.85±1.44	84.03±1.87
	8	50.42±0.25	-0.62±0.77	20.26±1.30	20.29±1.29	91.85±2.20
	9	47.39±0.30	0.23±0.33	20.40±0.74	20.40±0.73	89.34±0.95
	10	48.39±0.29	1.13±0.34	20.79±0.66	20.83±0.66	86.89±0.94
Min-Maks		44.48-52.67	-0.62-3.38	17.98-22.34	17.98-22.36	81.15-91.85
Ortalama		49.36±2.86	1.13±1.48	20.47±1.47	20.55±1.52	87.04±4.02
	n	L*	a*	b*	SI	Hue
Siyez	10	46.68±1.25b	6.03±0.63a	15.79±2.32b	16.92±2.27b	68.87±2.69b
Firik	10	49.36±2.86a	1.13±1.48b	20.47±1.47a	20.55±1.52a	87.04±4.02a

¹ Aynı sütunda farklı harfle gösterilmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, Hue: Renk özü, SI: Doygunluk indeksi.

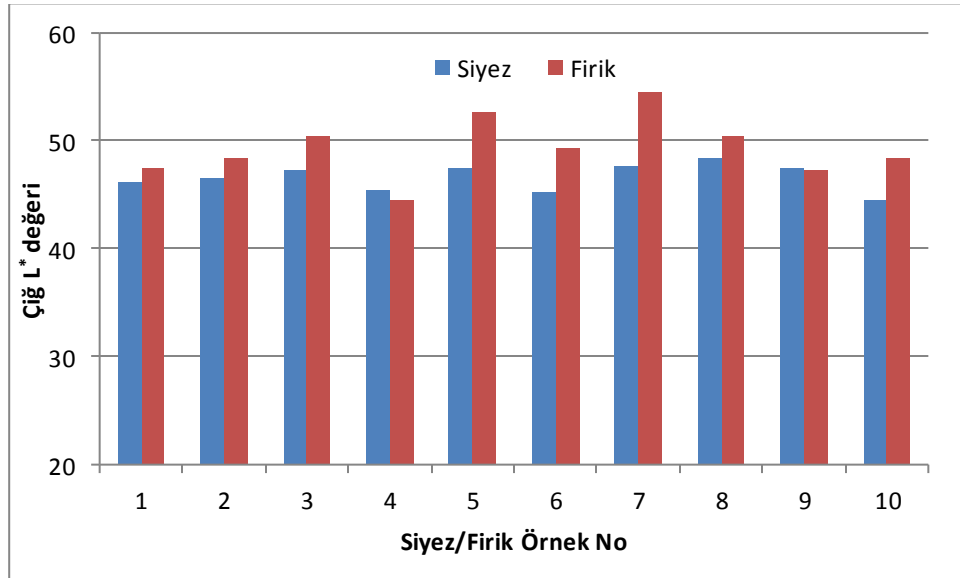
4.1.1.2. a* değeri

Çiğ ve pişmiş siyez bulguru ve firik örneklerinin a* değerleri Çizelge 4.1, 4.2 ve Şekil 4.3, 4.4'de verilmiştir. Çiğ siyez bulguru ve firik örneklerinin a* değerleri sırasıyla 5.27-7.05, (-0.62)-3.38 arasında belirlenmiş olup pişmiş siyez bulguru ve firik örneklerinin a* değerleri ise sırasıyla 1.70-6.20, (-2.26)-0.69 arasında değişmiştir (Çizelge 4.1, 4.2 ve Şekil 4.3, 4.4). Çiğ siyez bulguru ve firik örneklerinin ortalama a* değerleri sırasıyla 6.03 ve 1.13 olarak bulunmuştur. Pişmiş siyez bulguru ve firik örneklerinin ortalama a* değerleri ise 4.35 ve -0.74 olarak belirlenmiştir. Hem çiğ hem pişmiş örneklerde siyez bulgurunun ortalama a* değeri firik örneklerinin ortalama a* değerinden yüksek bulunmuştur.

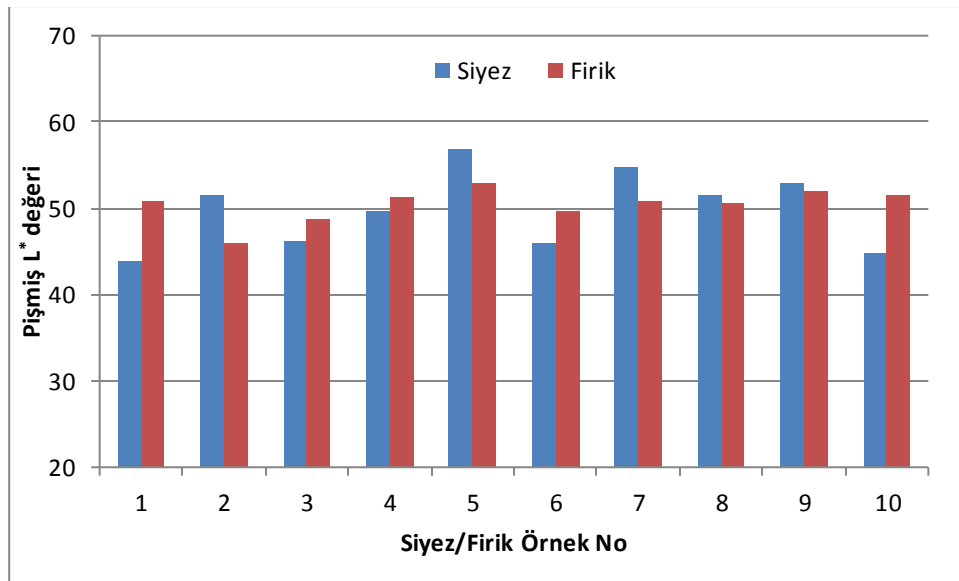
Çizelge 4.2. Pişmiş siyez bulguru ve firik örneklerine ait renk değerleri¹

Bulgur çeşidi	Örnek no	L*	a*	b*	SI	Hue
Siyez	1	43.84±0.83	6.23±0.49	20.58±1.82	21.51±1.72	73.04±2.07
	2	51.53±0.51	3.67±0.30	14.38±1.41	14.85±1.42	75.64±0.92
	3	46.23±0.53	5.50±0.30	17.08±2.02	17.95±1.98	72.01±1.58
	4	49.70±0.29	5.25±0.58	21.17±2.99	21.82±2.94	75.91±2.23
	5	56.90±0.89	2.02±0.83	22.07±2.28	22.17±2.33	84.85±1.80
	6	45.95±0.78	6.28±0.59	15.28±2.84	16.54±2.78	67.31±2.93
	7	54.86±0.55	1.70±0.41	21.67±2.61	21.74±2.57	85.37±1.58
	8	51.58±0.25	4.40±0.18	15.25±1.24	15.88±1.20	73.84±1.39
	9	53.03±0.49	2.25±0.52	21.35±1.94	21.48±1.93	83.97±1.51
	10	44.84±0.64	6.20±0.41	17.18±0.82	18.27±0.77	70.12±1.55
Min-Maks		43.84-56.90	1.70-6.20	14.38-22.07	14.85-22.17	67.31-85.37
Ortalama		49.85±4.48	4.35±1.83	18.60±3.05	19.22±2.83	76.21±6.40
Firik	1	50.95±0.34	0.40±0.46	22.52±0.98	22.53±0.99	53.02±2.28
	2	45.90±0.51	-1.30±0.48	19.81±1.09	19.86±1.11	93.71±1.25
	3	48.84±0.47	-0.11±1.11	21.24±1.76	21.27±1.78	90.31±2.92
	4	51.36±0.59	-2.03±0.74	19.83±2.40	19.04±2.42	95.80±1.94
	5	52.93±0.58	-1.33±0.88	19.99±1.92	20.04±1.95	96.66±2.36
	6	49.79±0.79	0.69±0.42	21.65±2.56	21.67±2.56	88.13±1.20
	7	50.87±0.74	0.55±0.77	21.44±2.07	21.46±2.07	88.57±2.11
	8	50.72±0.49	-2.26±0.36	20.88±1.86	21.01±1.84	96.25±1.31
	9	51.98±0.63	-1.04±0.32	20.93±1.71	20.96±1.70	92.89±1.01
	10	51.44±0.97	-0.97±0.22	21.44±1.05	21.46±1.05	92.61±0.65
Min-Maks		45.90-52.93	-2.26-0.69	19.81-22.52	19.04-22.53	53.02-96.66
Ortalama		50.48±1.96	-0.74±1.06	20.97±0.88	20.93±1.02	88.49±12.76
	n	L*	a*	b*	SI	Hue
Siyez	10	49.85±4.48a	4.35±1.83a	18.60±3.05b	19.22±2.83a	76.21±6.40b
Firik	10	50.48±1.96a	-0.74±1.06b	20.97±0.88a	20.93±1.02a	88.49±12.76a

¹ Aynı sütunda farklı harfle gösterilmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, Hue: Renk özü, SI: Doygunluk indeksi.



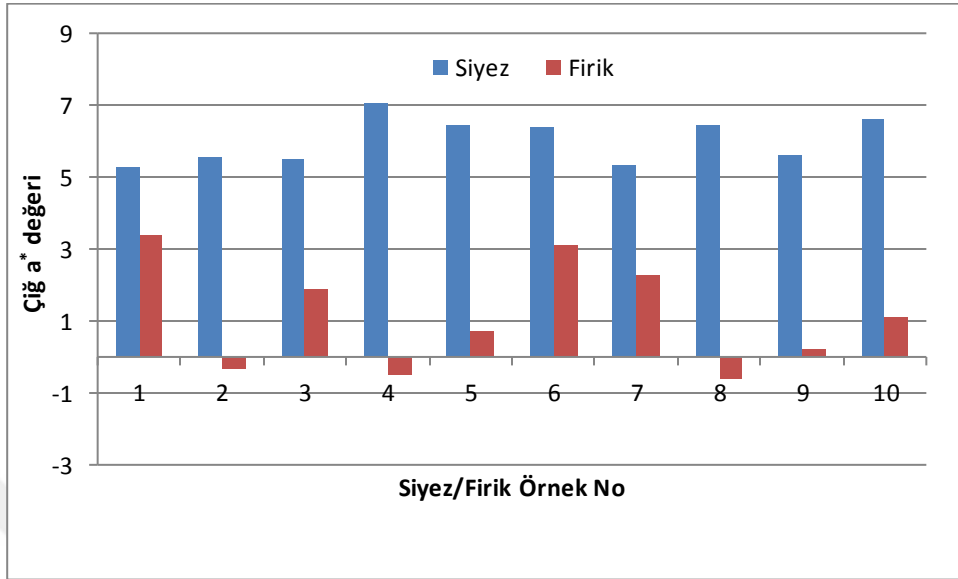
Şekil 4.1. Çiğ siyez bulguru ve firik örneklerinin L* değeri



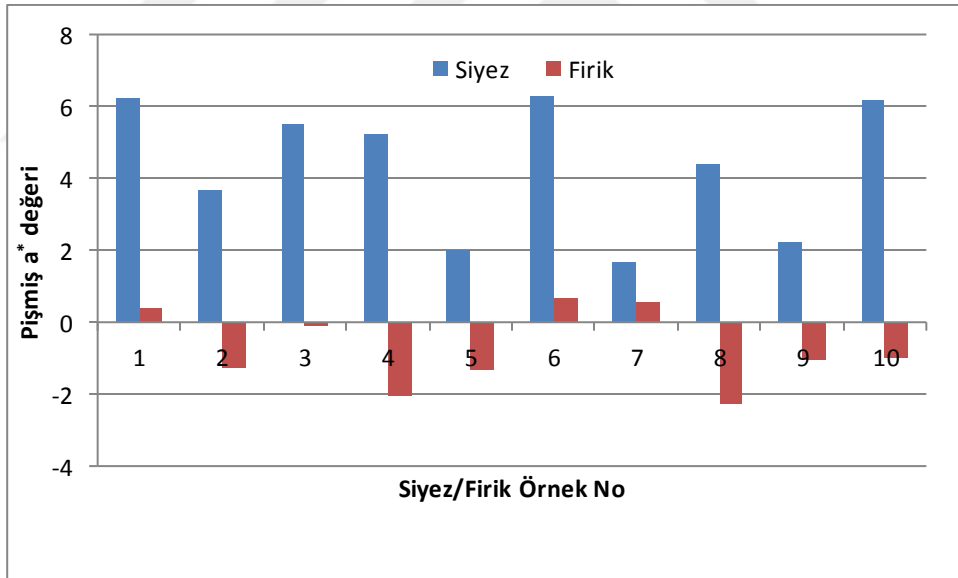
Şekil 4.2. Pişmiş siyez bulguru ve firik örneklerinin L* değeri

Hem çiğ hem de pişmiş siyez bulgurlarının a^* değerleri incelendiğinde kırmızılığı ifade eden pozitif rakamlar görülürken, firik örneklerinde özellikle pişmiş örneklerde daha da fazla olmak üzere yeşilliği gösteren negatif değerler ölçülmüştür. Firik, buğday olgunlaşmadan hasat edilip üretilen bir ürün olduğu için bu buğdayların renginde yeşil tonun belirlenmesi beklenen bir sonuçtur. Yang ve ark. (2012), olgunlaşma öncesi yeşil buğdayın a^* değerini -5.2, olgun sarı buğdayın a^* değerini ise 6.5 olarak rapor etmiştir. Bu durumu buğdayın hasat dönemine atfetmiştir. Tüm siyez bulgurlarının pozitif yönde a^* değerlerine sahip olması, istatistiki olarak firik örneklerine göre daha yüksek ($p < 0.05$) a^* değerleri ile değerlendirilmelerine neden olmuştur. Siyez bulguru ve firik örnekleri a^* değeri açısından kendi içlerinde değerlendirildiğinde, aynı bulgur çeşidi içindeki a^* değerleri farklılıklarının en önemli sebebinin buğday çeşidinin farklılığı olduğu söylenebilir. Ayrıca firik buğdaylarının farklı olgunlaşma sürelerinde hasat edilmiş olma ihtimali kırmızılık/yeşillik değerini direkt etkileyen bir durumdur. Bulgur üretim aşamasında, kontrolsüz kurutma/kavurma işlemleri sırasında oluşabilecek Maillard reaksiyonu bazı bulgur örneklerinin daha yüksek a^* değerine sahip olmasına neden olabilmektedir (Asselman ve ark., 2007). Çizelge 4.3'te bulgurların irilik dağılımı verilmiş ve her örneğin aynı irilikte olmadığı görülmüştür. Bulgurlarda partikül boyutunun azalması sonucu artan yüzeyle birlikte ışık kırılımı çok yönlü gerçekleşmektedir. Böylece normal ışık renkleri gözlenmemektedir. Bu durum da a^* değerinin azalmasına neden olmaktadır (Certel, 1990). Hem siyez

bulguru hem firik gruplarında birbirlerinden farklı partikül boyutuna sahip örneklerin yer almasının a^* değerini de etkilediği düşünülmektedir.



Şekil 4.3. Çiğ siyez bulguru ve firik örneklerinin a^* değeri



Şekil 4.4. Pişmiş siyez bulguru ve firik örneklerinin a^* değeri

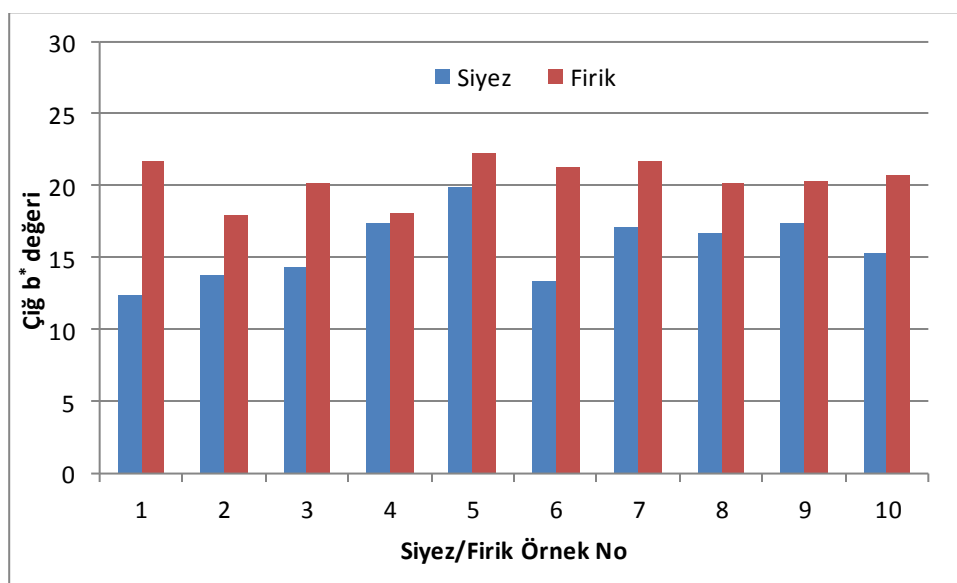
4.1.1.3. b^* değeri

Çiğ ve pişmiş siyez bulguru ve firik örneklerine ait b^* değerleri Çizelge 4.1, 4.2 ve Şekil 4.5, 4.6'da verilmiştir. Çiğ siyez bulguru ve firik örneklerinin b^* (sarılık) değerleri 12.35-19.93 ve 17.98-22.34 arasında, pişmiş siyez bulguru ve firik örneklerinin b^* değerleri ise 14.38-22.07, 19.81-22.52 arasında değişmiştir (Çizelge 4.1,

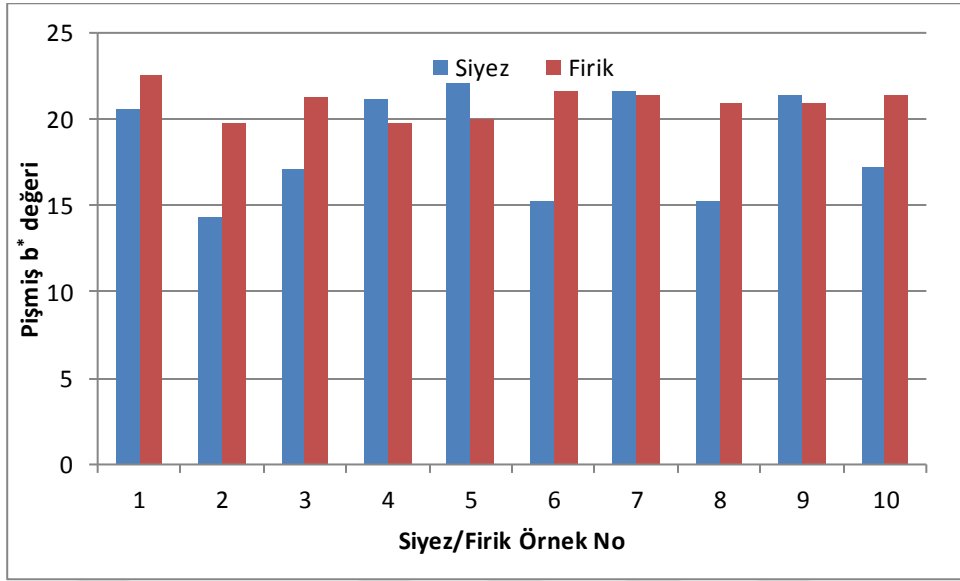
4.2 ve Şekil 4.5, 4.6). Çiğ firik örneklerinin ortalama b^* değeri (20.47) çiğ siyez bulgurlarının ortalama b^* değerinden (15.79) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.1). Aynı zamanda pişmiş firik örneklerinin b^* değeri (20.97) de siyez bulgurlarının b^* değerinden (18.60) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Literatür çalışmalarında, buğdayda karotenoidlerin başında luteinin yer aldığı ve buğdaya ve son ürüne sarı rengi verdiği ifade edilmiştir (Brandolini ve ark., 2015; Giambanelli ve ark., 2013). Siyez ve firik buğdaylarının lutein içeriği bu buğdaylardan elde edilen bulgurların sarı renk intensitesini belirlemektedir. Siyezin lutein içeriği modern ekmeklik buğdaylardan ve durum buğdayından yüksektir (Brandolini ve ark., 2008). Yılmaz ve Koca (2020), siyez bulgurunun tüketici dikkatini çeken koyu sarı renge sahip olduğunu rapor etmiştir. Bu çalışmada firik örneklerinin sarılığı luteince zengin siyez bulgurundan da yüksek bulunmuştur. Buğdayda olgunlaşma süresinin artmasıyla birlikte lutein miktarında azalmalar görülmektedir. Durum buğdayının lutein miktarının da olgunlaşma süresinin artmasına bağlı olarak azaldığı ifade edilmiştir (Dexter ve Matsuo, 1977).

Öğütme işlemi b^* değerini etkileyen diğer faktörler arasında yer almaktadır. Renk pigmentlerini taşıyan testa tabakası öğütle birlikte endospermden ayrılıp sarı renk pigmenti iç kısımlara doğru azalmaktadır (Matsuo ve Dexter, 1980; Elgün ve ark., 1994). Çalışmada kullanılan bulgur örneklerinin b^* değerlerindeki farklılıklar, bulgur prosesinde yer alan öğütme işleminin farklılığına ve buğday partikül boyutlarının değişkenliğine atfedilebilir.



Şekil 4.5. Çiğ siyez bulguru ve firik örneklerinin b^* değeri

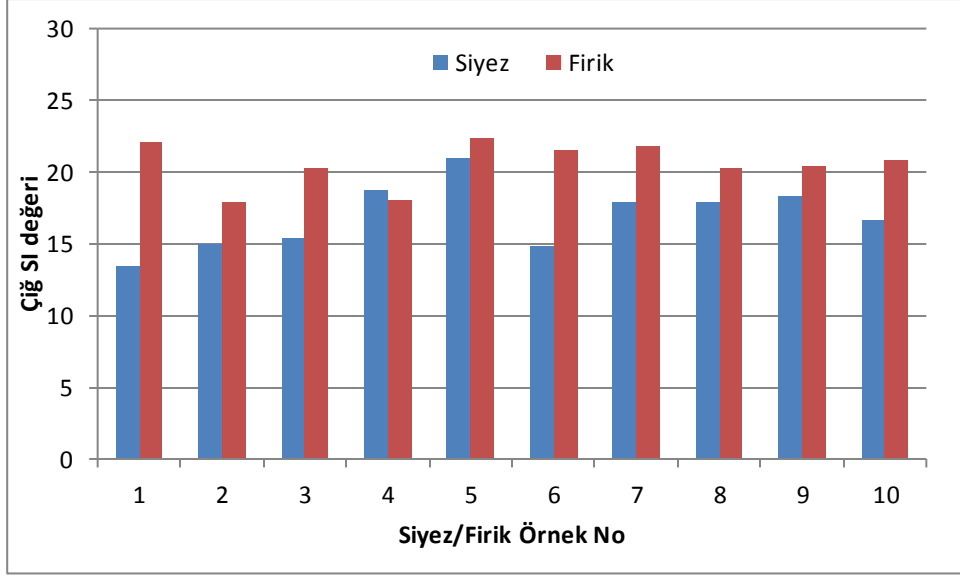


Şekil 4.6. Pişmiş siyez bulguru ve firik örneklerinin b* değeri

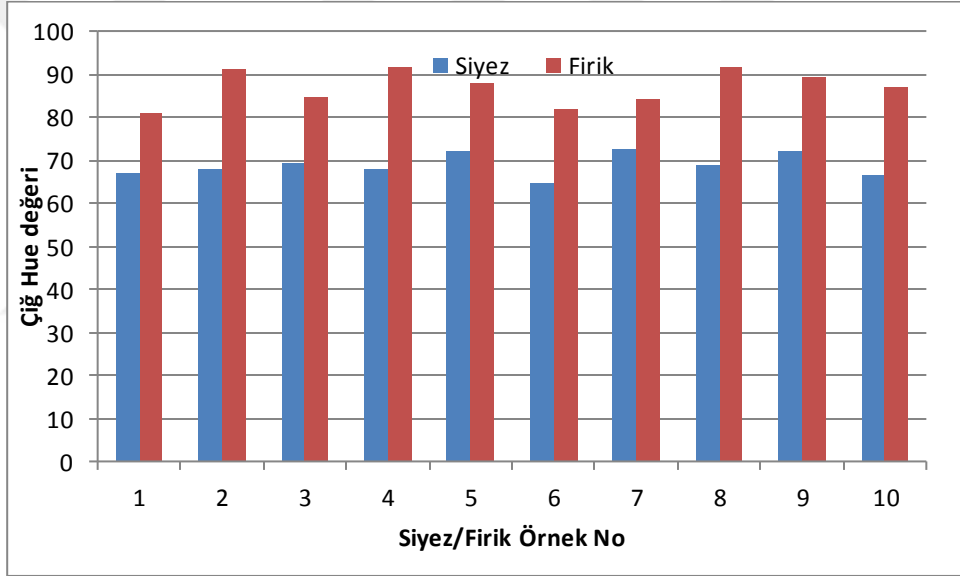
4.1.1.4. SI ve Hue değeri

Çiğ siyez bulguru ve firik örneklerinin SI değerleri 13.43-20.95 ve 17.98-22.36 arasında, Hue değerleri ise sırasıyla 64.47-72.73 ve 81.15-91.85 arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.1, Şekil 4.7, 4.8). Çiğ firik örneklerinin ortalama SI (20.55) ve Hue (87.04) değerleri siyez bulgurlarının ortalama SI (16.92) ve Hue (68.87) değerlerinden yüksek bulunmuştur.

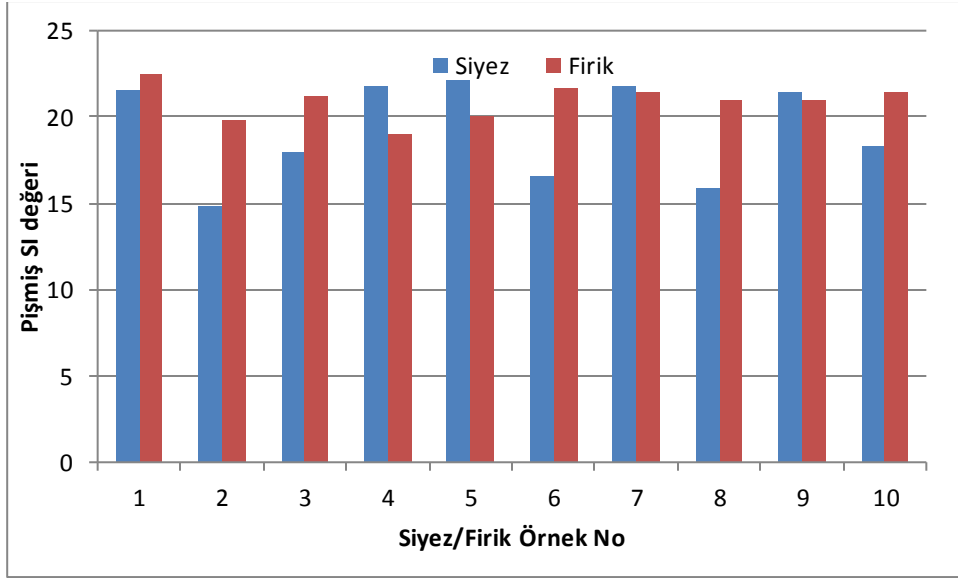
Pişmiş siyez bulguru ve firik örneklerinin SI değerleri sırasıyla 14.85-22.17 ve 19.04-22.53 arasında, Hue değerleri ise sırasıyla 67.31-85.37 ve 53.02-96.66 arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.9, 4.10). Pişmiş firik örneklerinin ortalama SI (20.93) ve Hue (88.49) değerleri siyez bulgurlarının ortalama SI (19.22) ve Hue (76.21) değerlerinden yüksek bulunmuştur.



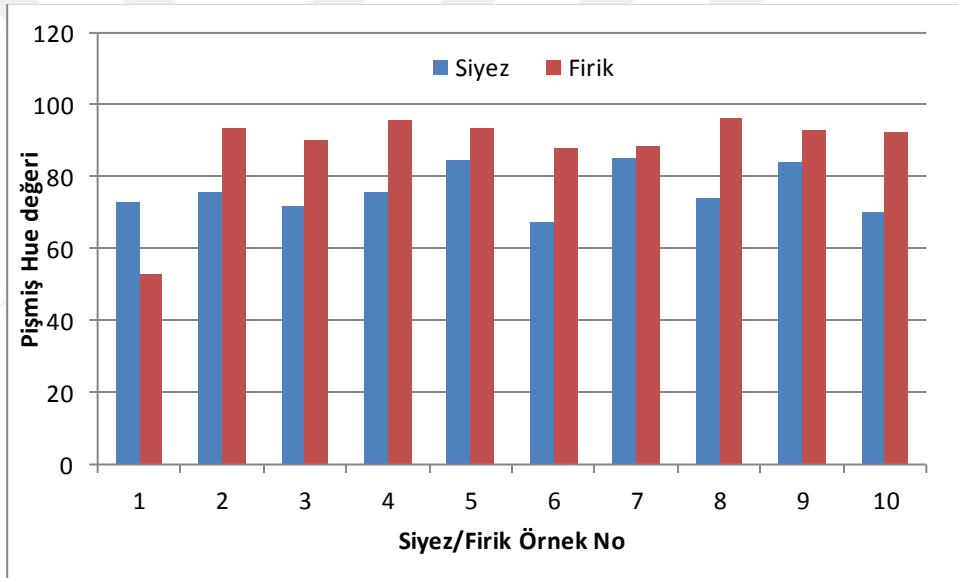
Şekil 4.7. Çiğ siyez bulguru ve firik örneklerinin SI değeri



Şekil 4.8. Çiğ siyez bulguru ve firik örneklerinin Hue değeri



Şekil 4.9. Pişmiş siyez bulguru ve firik örneklerinin SI değeri



Şekil 4.10. Pişmiş siyez bulguru ve firik örneklerinin Hue değeri

Hidalgo ve Brandolini (2011), çalışmalarında siyez buğdayının L^* , a^* ve b^* değerlerini sırası ile 93.27, -2.83 ve 10.93 olarak bildirmiştir.

Abdel-Aal ve ark. (1997), yaptıkları çalışmada siyez buğdayının L^* değerini 89.1, a^* değerini 0.1 ve b^* değerini ise 13.7 olarak belirlemiştir.

Cankurtaran Kömürcü (2021), çalışmasında siyez buğdayının L^* , a^* , b^* , SI ve Hue değerlerini sırasıyla 54.79, 5.71, 18.80, 19.65 ve 73.10 olarak rapor etmiştir.

Yılmaz (2012), çalışmasında siyez ve durum buğdayı için sırasıyla L^* değerini 43.98 ve 40.17, a^* değerini 6.17 ve 6.72 ve b^* değerini 16.55 ve 17.47 olarak rapor etmiştir. Pişmemiş siyez bulgur örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 38.02,

7.30, 15.02 bulurken aynı değerler pişmiş siyez bulgurunda 40.70, 5.46, 16.86 olarak bulunmuştur.

Yılmaz ve Koca (2020), yaptıkları çalışmada pişmemiş siyez bulguru örnekleri için ortalama L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 38.87, 7.13 ve 15.23 olarak bulmuştur. Aynı renk değerlerini pişmiş siyez bulguru örnekleri için 40.70, 5.46 ve 16.86 olarak rapor etmiştir.

Hendek Ertop (2019), çalışmasında siyez ve durum buğdayının L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 50.16 ve 60.19, 8.14 ve 3.32, 18.85 ve 22.44 olarak bulmuştur. Ev tipi ve endüstriyel tip siyez bulgurunun L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 53.24, 7.64 ve 20.71; 51.98, 7.24 ve 18.06 olarak belirlemiştir. Durum bulgurunun L^* , a^* ve b^* değerlerini ise sırasıyla 62.79, 3.49 ve 29.44 olarak bildirmiştir.

Cankurtaran ve Bilgiçli (2021), siyez bulgurunun L^* , a^* , b^* , Hue ve SI değerlerini sırasıyla 51.04, 7.18, 23.86, 73.26 ve 24.92 olarak bulmuşlardır.

Yang ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada olgunlaşma öncesi yeşil buğdayın L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 37.4, -5.2 ve 22.1; olgunlaşma sürecini tamamlamış sarı buğdayın L^* , a^* ve b^* değerlerini ise sırasıyla 45.4, 6.5 ve 23.6 olarak rapor etmişlerdir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgur renk değerleri literatürde verilen değerlerle bazı farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıkların ana sebepleri, kullanılan buğday çeşitlerinin farklı olması, firik buğdayının hasat dönemi ve bulgur üretim metotlarındaki farklılıklar olarak görülmektedir.

4.1.2. İrilik

Siyez bulguru ve firik örneklerine ait tane iriliği (%) değerleri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.11-4.13'te verilmiştir. Siyez bulgurlarında 2.5 mm üzeri, 2.0-2.5 mm arası ve 0.5-2.0 mm arasında kalan bulgur miktarı sırasıyla %8.55-82.50, %13.87-49.55 ve %1.06-51.76 aralığında, firik örneklerinde ise aynı elekler üzerinde kalan miktarlar sırasıyla %13.15-53.54, %32.74-57.51 ve %3.30-38.36 aralığında değişim göstermiştir.

2.5 mm üzeri bulgur miktarları; siyez bulgurunda 4 örneğin 2.5 mm'lik elek üzerinde kalan miktarlarının %50'nin üzerinde (%82.50, 78.98, 74.42 ve 53.87) olduğu görülmektedir. Firik örneklerinde ise sadece 1 örneğin 2.5 mm'lik elek üzerinde kalan miktarı %50'nin üzerinde (%53.54) bulunmuştur. Siyez bulgurlarında 2.5 mm elek üzerinde kalan miktarlar %8.55 ile %82.50 arasında değişen geniş bir aralık gösterirken,

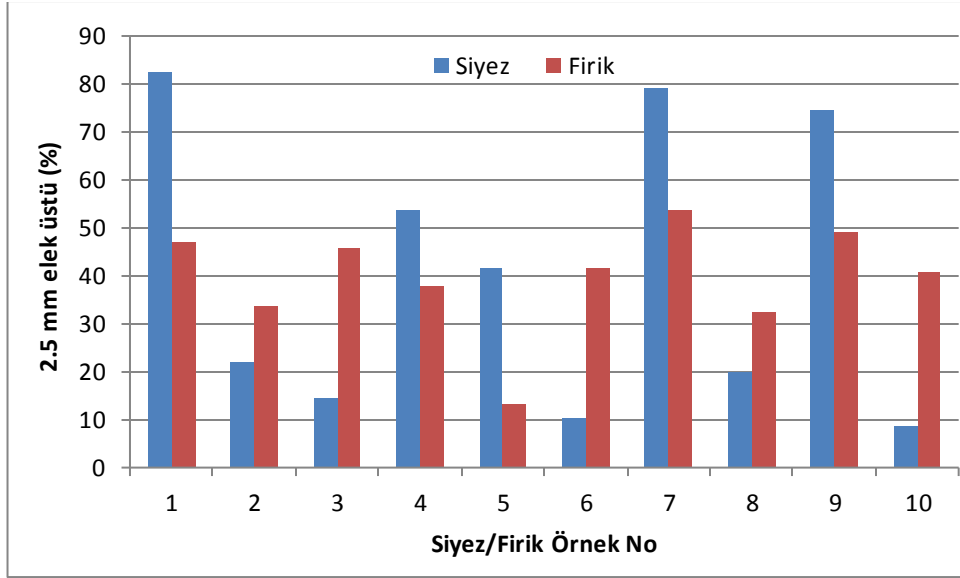
firik örneklerinde bir örnek hariç (6 nolu örnek %13.15) genel olarak birbirine yakın değerler sergilemişlerdir (Şekil 4.11).

2.0-2.5 mm arasındaki bulgur miktarları; siyez bulgurlarının ortalama %34.08'lik kısmının, firik örneklerinin ise ortalama %42.90'nın 2.0-2.5 mm arasındaki elek aralığı grubunda yer aldığı belirlenmiştir. Her üç elek üstünde kalan miktarlar birlikte değerlendirildiğinde; siyez bulgurlarında ortalama olarak en yüksek miktarı (%40.63) 2.5 mm elek üzerinde bulunurken, firik örneklerinde ortalama olarak en yüksek miktar (%42.90) 2.0-2.5 mm arasında belirlenmiştir. Firik örnekleri 2.0-2.5 mm elek arasında kalan örnek miktarı açısından da siyez bulgurlarına göre daha homojen bir dağılım sergilemişlerdir (Şekil 4.12).

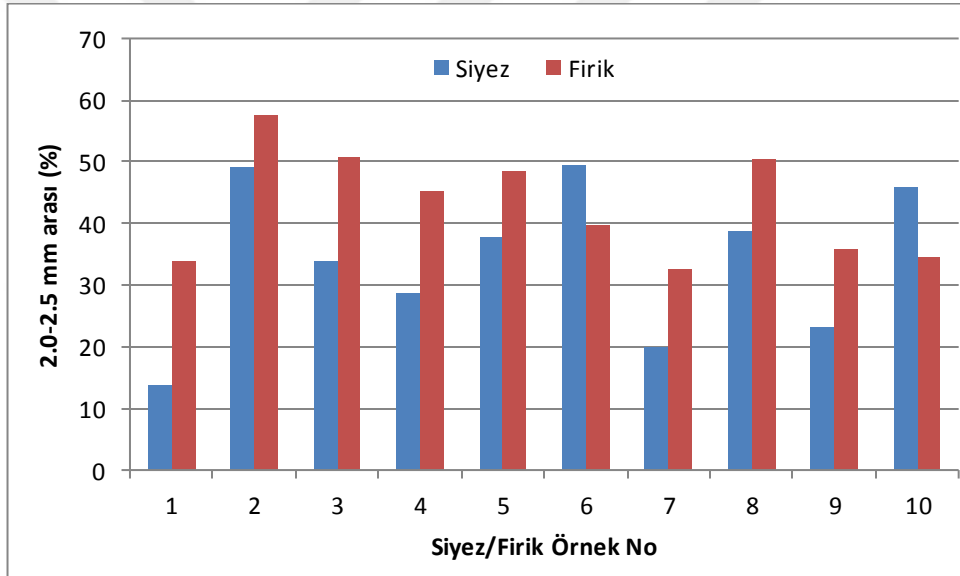
Çizelge 4.3 Siyez bulguru ve firik örneklerine ait tane iriliği (%) değerleri¹

Bulgur çeşidi	Örnek no	2.5 mm üstü	2.0-2.5 mm	0.5-2.0 mm
Siyez	1	82.50±1.65	13.87±1.17	3.64±0.59
	2	21.98±0.07	49.24±1.05	28.79±1.00
	3	14.32±0.21	33.93±1.03	51.76±0.62
	4	53.87±1.70	28.70±0.81	17.44±0.44
	5	41.47±0.14	37.75±0.33	20.78±0.28
	6	10.43±3.00	49.55±0.47	40.03±3.59
	7	78.98±2.53	19.96±2.29	1.06±0.18
	8	19.84±5.15	38.82±1.38	41.35±3.63
	9	74.42±4.45	23.16±3.71	2.43±0.77
	10	8.55±1.94	45.83±7.55	45.62±9.73
Min-Maks		8.55-82.50	13.87-49.55	1.06-51.76
Ortalama		40.63±29.73	34.08±12.47	25.29±19.04
Firik	1	47.16±2.50	33.83±0.28	19.02±1.32
	2	33.52±0.15	57.51±0.01	8.97±0.02
	3	45.89±1.41	50.82±1.25	3.30±0.06
	4	37.82±2.04	45.11±1.37	17.07±0.69
	5	13.15±0.82	48.50±1.73	38.36±2.74
	6	41.56±1.22	39.70±1.77	18.75±0.47
	7	53.54±2.87	32.74±2.31	13.73±1.15
	8	32.60±2.28	50.52±1.07	16.89±0.76
	9	49.04±0.54	35.73±0.55	15.24±0.11
	10	40.93±1.02	34.59±0.85	24.48±0.08
Min-Maks		13.15-53.54	32.74-57.51	3.30-38.36
Ortalama		39.52±11.42	42.90±8.73	17.58±9.32
	n	2.5 mm üstü	2.0-2.5 mm	0.5-2.0 mm
Siyez	10	40.63±29.73a	34.08±12.47a	25.29±19.04a
Firik	10	39.52±11.42a	42.90±8.73a	17.58±9.32a

¹ Aynı sütunda farklı harfle gösterilmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

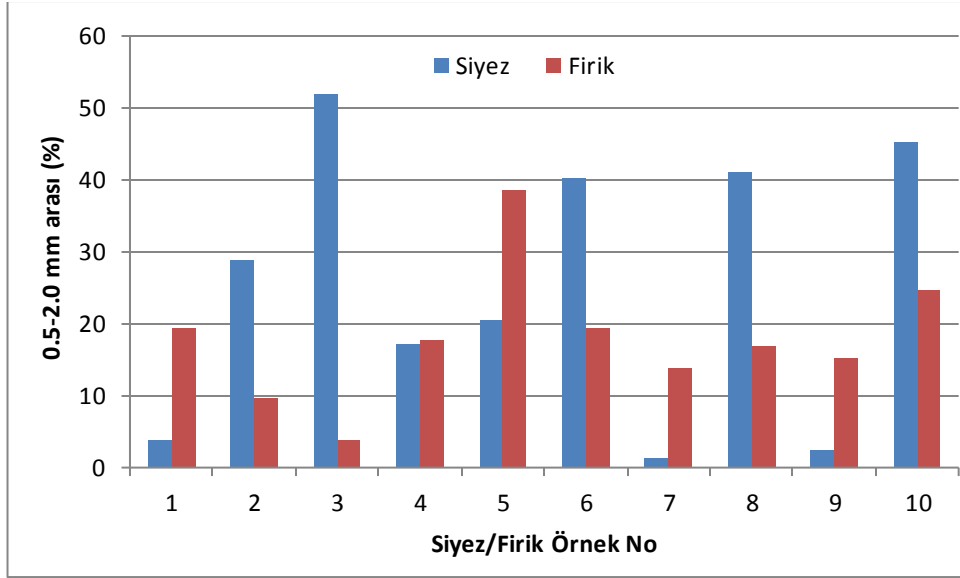


Şekil 4.11. Siyez bulguru ve firik örneklerinin 2.5 mm elek üstü miktarları (%)



Şekil 4.12. Siyez bulguru ve firik örneklerinin 2.0-2.5 mm elek arasında kalan miktarları (%)

0.5-2.0 mm arasındaki bulgur miktarları; siyez bulgurlarında 4 örneğin %40'tan fazla miktarının 0.5-2.0 mm arasında iriliğe sahip olduğu görülmektedir. Siyez bulgurundan 3 örnek de oldukça düşük (%1.06, 2.43 ve 3.64) 0.5-2.0 mm arası miktarlarına sahiptir. Siyez bulgurunda 2.5 mm üzeri grupta olduğu gibi, ince partikül boyutuna sahip grupta (0.5-2.0 mm) da homojen olmayan bir dağılım gözlenmiştir. Firik örnekleri iki örnek hariç genel olarak 0.5-2.0 mm arasında daha homojen bir dağılım göstermişlerdir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Siyez bulguru ve firik örneklerinin 0.5-2.0 mm elek arasında kalan miktarları (%)

Emeksizoğlu (2016), yaptığı çalışmada 30 farklı siyez buğday örneğinin 2.8 mm+2.5 mm'lik elek üstünde kalan oranlarını en yüksek %93.27, en düşük ise %79.40 olarak rapor etmiştir.

Hendek Ertop (2019), çalışmasında elde ettiği ev tipi ve endüstriyel tipteki siyez bulguru örneklerinin 2.5 mm elek altında kalan oranını sırasıyla %59.25 ve %45.92 olarak belirlemiştir.

Özkaya ve ark. (1999), Duraking ve Ege buğday çeşidinden kaynatma prosesiyle elde ettiği (25. olgunlaşma gününde) firik bulgurlarının 2.5 mm elek üstünde kalan oranlarını sırasıyla %47.8 ve %23.4; kavurma prosesiyle elde ettiği (25. olgunlaşma gününde) bulgurların oranlarını ise %45.0 ve %27.3 olarak bulmuştur.

4.1.3. Kimyasal analizler

Siyez bulguru ve firik örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Siyez bulgurlarında nem miktarı %6.15 ile %10.97 arasında değişim gösterirken, firik örneklerinde nem miktarı %7.29 ile %10.78 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.14). Siyez bulguru ve firik örneklerinin ortalama nem miktarları sırasıyla %8.25 ve %8.72 olarak belirlenmiş olup istatistiki olarak aynı grupta yer almaktadır (Çizelge 4.4).

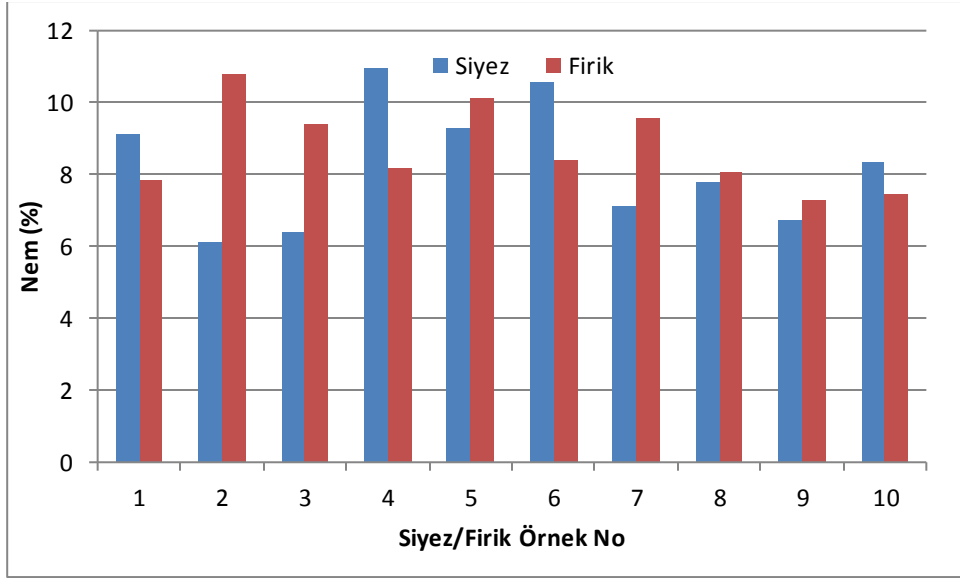
Buğday tanesindeki nem içeriği, hasat dönemindeki yağış miktarı, iklim koşulları ve olum süresi gibi faktörlere bağlıdır (Kahrıman, 2007). Bulgurun nem

miktarı; üretim koşullarından özellikle kurutma ve ısıtma işleminden, kurutma sonrası depolama koşulları ve ambalaj materyali özelliklerinden önemli derecede etkilenebilmektedir (Özkaya ve ark., 1999; Carsanba ve ark., 2017). Depolama ve değirmencilik açısından da nem miktarının önemi dikkat çekmektedir. Fazla nem kuru madde miktarını düşürerek mikroorganizma faaliyetlerini arttırmakta ve depolamayı zorlaştırmaktadır (Emeksizozęlu, 2016).

Çizelge 4.4. Siyez bulguru ve firik örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları¹

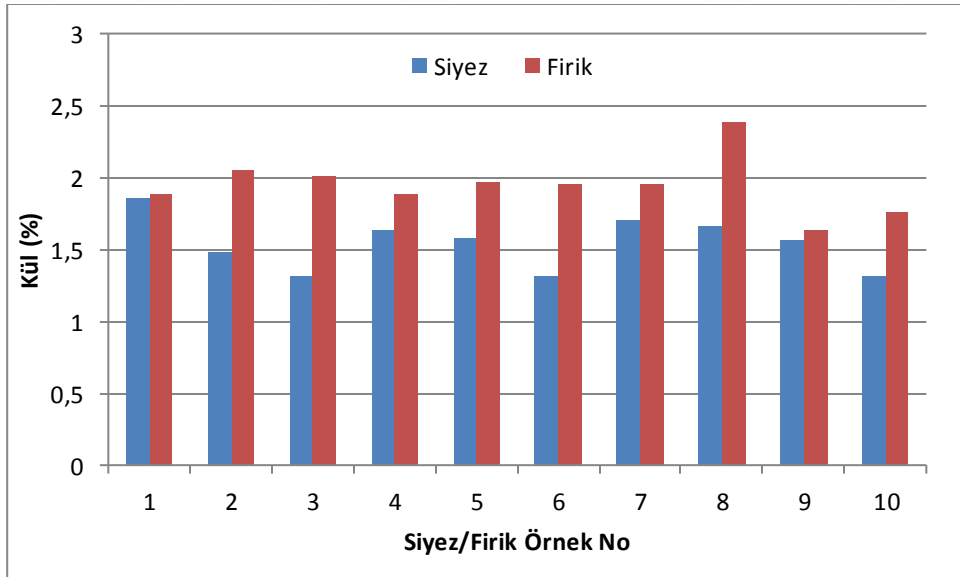
Bulgur çeşidi	Örnek no	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)
Siyez	1	9.11±0.03	1.86±0.03	12.22±0.07	1.25±0.14
	2	6.15±0.02	1.48±0.04	10.73±0.03	1.74±0.24
	3	6.38±0.12	1.32±0.04	12.14±0.14	1.33±0.05
	4	10.97±0.06	1.63±0.01	12.37±0.02	1.93±0.17
	5	9.31±0.05	1.58±0.02	12.12±0.07	1.41±0.14
	6	10.60±0.05	1.31±0.20	11.18±0.01	1.71±0.21
	7	7.15±0.10	1.71±0.13	11.85±0.02	1.85±0.04
	8	7.81±0.03	1.66±0.15	11.51±0.23	1.79±0.23
	9	6.71±0.06	1.57±0.14	11.70±0.01	1.82±0.07
	10	8.33±0.03	1.32±0.31	11.26±0.02	2.39±0.01
Min-Maks		6.15-10.97	1.31-1.86	10.73-12.37	1.25-2.39
Ortalama		8.25±1.72	1.54±0.19	11.71±0.53	1.72±0.33
Firik	1	7.84±0.04	1.89±0.06	10.75±0.16	2.44±0.03
	2	10.78±0.08	2.05±0.07	11.34±0.14	3.01±0.02
	3	9.39±0.01	2.01±0.06	10.22±0.05	2.06±0.06
	4	8.17±0.04	1.88±0.16	10.11±0.07	2.67±0.02
	5	10.11±0.04	1.97±0.17	11.23±0.05	1.85±0.02
	6	8.43±0.03	1.95±0.03	9.95±0.13	1.53±0.04
	7	9.59±0.05	1.95±0.11	9.27±0.03	1.63±0.06
	8	8.09±0.11	2.38±0.04	12.97±0.10	1.50±0.08
	9	7.29±0.17	1.64±0.12	11.11±0.21	1.99±0.02
	10	7.48±0.06	1.76±0.02	10.72±0.02	1.75±0.01
Min-Maks		7.29-10.78	1.64-2.38	9.27-12.97	1.50-2.67
Ortalama		8.72±1.18	1.95±0.19	10.77±1.01	2.04±0.68
	n	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)
Siyez	10	8.25±1.72a	1.54±0.19b	11.71±0.53a	1.72±0.33b
Firik	10	8.72±1.18a	1.95±0.19a	10.77±1.01b	2.04±0.68a

¹ Aynı sütunda farklı harfle gösterilmiş ortalama lar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Kül, protein ve yağ sonuçları kurumadde üzerinden verilmiştir.



Şekil 4.14. Siyez bulguru ve firik örneklerinin nem miktarı

Siyez bulguru ve firik örneklerinin kül miktarı sırasıyla %1.31-1.86 ve %1.64-2.38 arasında değişmekte olup ortalama miktarları ise sırasıyla %1.54±0.19 ve %1.95±0.19 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.15). Firik örneklerinin kül miktarının siyez bulguruna kıyasla daha fazla olduğu görülmüştür.



Şekil 4.15. Siyez bulguru ve firik örneklerinin kül miktarı

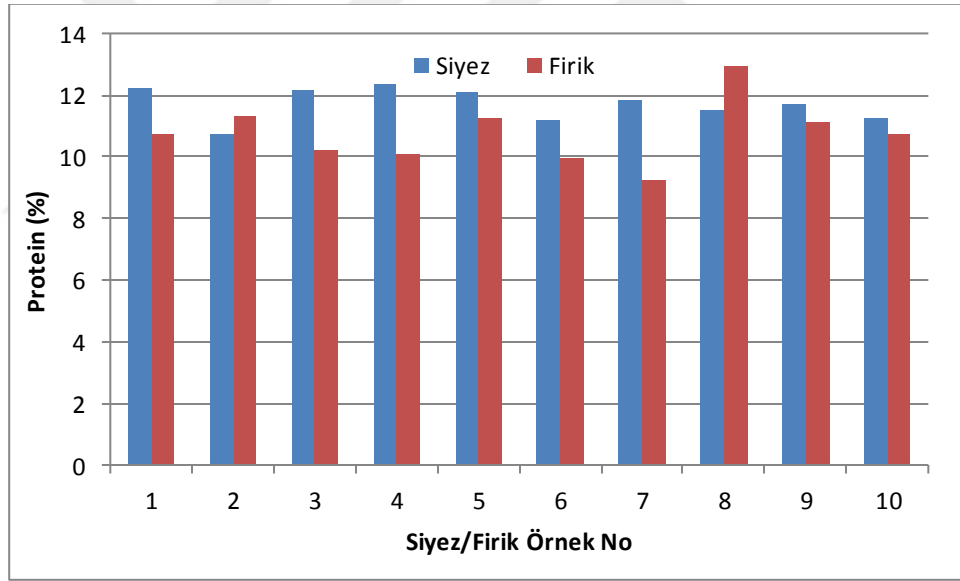
Kül, hububat ve ürünlerinin yakılması sonucu elde edilen, mineral maddelerin oluşturduğu kalıntıdır. Buğdaydaki kül miktarı buğdayın çeşidi, yetiştirildiği toprak özellikleri, iklim ve gübreleme durumu gibi birçok faktöre bağlı olarak değişiklik

göstermektedir (Köksel ve ark., 2000; Emeksizoglu, 2016). Buğday tanesindeki kül miktarı, tane yüzey alanının büyüklüğü ve hektolitre ağırlığı hakkında da bilgi vermektedir (Emeksizoglu, 2016). Buğday tanesinin yetiştirildiği topraktaki mineral miktarı ve bitkinin minerali depolayabilme özelliği kül miktarını etkilemektedir (Pomeranz ve Shellenberger, 1971; Yılmaz, 2011). Bulgurdaki kül miktarı ise yüksek oranda buğdayın kül miktarını etkileyen faktörlerden etkilenmektedir. Bu çalışmada aynı bulgur grubu içinde (siyez ya da firik grubu) farklı kül miktarlarının belirlenmesinin en önemli sebebi bu bulgurların üretilmesinde kullanılan buğdayların yukarıda sayılan sebeplerden dolayı farklı kül içeriklerine sahip olmasıdır. Diğer taraftan öğütme yöntemi ve partikül boyutu bulgurdaki kül miktarını etkileyen diğer faktörler olarak gösterilebilir. Külü oluşturan mineral maddeler buğdayın her tabakasında homojen olarak dağılmamışlardır. Mineral maddeler özellikle buğdayın dış tabakalarında lokalize olmuştur (Elgün ve Ertugay, 1995). Piyasadan toplanan siyez ve firik örneklerinin partikül boyutlarının (iriliklerinin) verildiği Çizelge 4.3 incelendiğinde, örneklerin farklı partikül boyutlarına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Farklı iriliğe sahip olan bulgurlar buğdayın farklı tabakalarını içerebilmektedir. İnceer (2011), çalışmasında farklı partikül boyutuna sahip bulgur örneklerinde kül miktarlarının da farklı olduğunu ve özellikle 0.5 mm altı partikül büyüklüğüne sahip buğdayların en yüksek kül miktarına sahip olduğunu rapor etmiştir. Çalışmamızda aynı bulgur grubu içerisinde bulunan bulgur örneklerinin farklı partikül büyüklüğüne bağlı olarak kül miktarlarının değişkenlik gösterdiği tahmin edilmektedir.

İstatistiki değerlendirmede firik örneklerinin siyez bulgurlarına göre yüksek kül içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Siyez bulguru ve firik örneklerinin üretiminde kullanılan buğdayların kül içerikleri bu sonucun elde edilmesinde en önemli etkidir. İlkel bir buğday çeşidi olan siyez buğdayı, modern buğdaylara göre daha küçük tane boyutuna ve daha yüksek oranda dış tohum katmanlarına sahiptir. Tohumun dış katmanları özellikle kül ve protein açısından zengin olup, ilkel buğdayların modern buğdaylara kıyasla daha yüksek oranda kül ve protein içermesine neden olmaktadır (Pomeranz, 1988; Hamed ve Şimşek, 2014). Rasmusson ve ark., (1971) modern buğday çeşitlerinin ilkel buğdaylara göre düşük kül içeriğinin, öğütme verimini artırmak için genetik seçilimin sonucu olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca literatürde einkorn ve emmer gibi ilkel buğdayların, modern buğdaydan çok daha fazla ham kül içermesinin, bu buğdayların mineral biriktirme kapasitesinin daha yüksek olduğunun göstergesi olduğu ifade edilmiştir (Hidalgo ve ark., 2009; Rachon ve ark., 2015).

Firik olgunlaşmamış buğdayın hasat edilip kavrulması ile elde edilmektedir. Buğdayın olgunlaşma sürecinde (çiçek oluşumundan fizyolojik olgunluğa kadar) pek çok bileşenin miktarında değişim olmaktadır. Literatürde olgunlaşma süresinin ilerlemesiyle buğdayda kül miktarının azaldığı bildirilmiştir (Skarsaune ve ark.1970; Tipples, 1980; Ercan ve Seçkin, 1989; Zebarth ve ark.,1992). Mevcut çalışmada; aynı çeşit buğdaylardan üretilmiş olmasalarda, olgunlaşmamış buğdaylardan elde edilen firik bulgurlarının kül miktarının, fizyolojik olgunluğunu tamamlamış siyez buğdayından elde edilen siyez bulgurundan yüksek olması, olgunlaşma sürecinde kül miktarında meydana gelen değişime bağlanabilir. Özkaya ve ark. (1999), firik örneklerinde olgunlaşma süresinin artmasıyla birlikte kül miktarının azaldığını belirlemişlerdir.

Siyez bulguru ve firik örneklerinin protein miktarları sırasıyla %10.73-12.37 ve %9.27-12.97 arasında olup ortalama miktarları ise sırasıyla %11.71 ve %10.77 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.16).



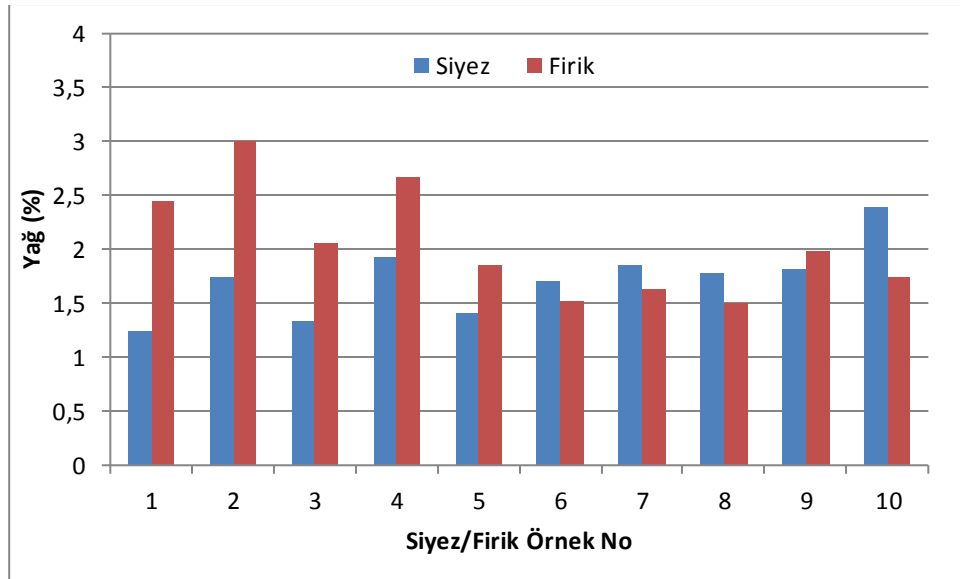
Şekil 4.16. Siyez bulguru ve firik örneklerinin protein miktarı

Protein miktarı, buğday kalitesinin belirlenmesinde kullanılan önemli parametrelerin başında gelmektedir. Buğdayın tür ve çeşidi, iklim, toprak yapısı, gübreleme ve sulama durumu gibi faktörler protein miktarını etkilemektedir (Güleç ve ark., 2010; Emeksizoğlu, 2016). Buğday kalitesi üzerinde etkili faktörler, bulgur kalitesi üzerinde de etkili olmaktadır. Ayrıca bulgur partikül büyüklüğü de protein miktarını etkileyebilmektedir. Certel (1990), yaptığı çalışmada aynı buğdaydan elde edilmiş olan ince partiküllü bulgur örneklerinin (köftelik bulgur ve bulgur ununun) daha iri

fraksiyonlu pilavlık bulgura göre daha yüksek protein miktarlarına sahip olduğunu rapor etmiştir. Bunun sebebi ise pilavlık bulgurda tanenin endosperm kısmının, köftelik ve bulgur ununun ise tanenin dış ve proteince zengin kısımlarını içermesidir. Mevcut çalışmada da bulgur örneklerinin partikül boyutları farklılık göstermektedir. Siyez bulgurunun protein miktarı firik örneklerinkinden yüksek bulunmuştur. Siyez buğdayı yüksek proteine sahip buğday çeşidi olarak bilinmektedir. Bu çalışmada siyez bulgurlarındaki protein miktarı ortalama %11.71 olarak bulunmuştur. Literatürde durum bulgurlarındaki ortalama protein miktarı da %10.3-12.8 aralığında rapor edilmiştir (Tacer, 2008). Piyasadan toplanan siyez bulgurlarının ortalama protein miktarının, literatürde bulunan durum bulgurunun ortalama protein miktarına yakın olduğu görülmektedir.

Firik örneklerinin ortalama protein miktarı (%10.77) siyez bulgur örneklerinkinden (%11.71) düşük bulunmuştur. Buğday tanesi fizyolojik olgunluğa ulaşana kadar protein miktarında da değişiklikler olmaktadır. Tipples (1980), buğdayda olgunlaşma süresince; yaklaşık %50 tane suyu değerinde, buğday protein içeriğinin minimum değerine ulaştığını, daha sonra protein miktarının azar azar arttığını ve minimum protein içeriği ile olgun buğday protein içeriği arasındaki farkın %0.5 ile 1.3 arasında değiştiğini bildirmiştir. Sonuç olarak siyez bulguru ve firik örnekleri protein miktarları arasındaki farkın en önemli sebebi buğday çeşidi olmakla birlikte, buğdayın olgunlaşma sürecinde protein miktarındaki değişiklik firik örneklerinin nihai protein miktarını etkileyerek, siyez bulguruna kıyasla daha düşük değer elde edilmesine neden olmuş olabilir.

Siyez bulguru ve firik örneklerinin yağ miktarları sırasıyla %1.25-2.39 ve %1.50-2.67 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.17). Firik örneklerinin ortalama yağ miktarı (%2.04) siyez bulgur örneklerinin ortalama yağ miktarından (%1.72) daha yüksek belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Bu ürünlerdeki yağ miktarlarının farklı olmasında “buğday çeşitlerinin ve bulgur üretim metotlarının farklı olması”, “buğday olgunlaşma sürecinde yağ miktarındaki değişim” ve “öğütme özellikleri” etkili olmuş olabilir. Daftary ve Pomeranz (1965) buğdayda olgunlaşma süreciyle birlikte yağ miktarının yavaş yavaş azaldığını rapor etmişlerdir. Mevcut çalışmada da olgunlaşmamış buğdaydan elde edilen firik örneklerinde daha yüksek yağ miktarı belirlenmiştir. Öğütme özellikleri bulgurun yağ miktarı üzerinde etkili olabilmektedir. İnceer (2011) tarafından, bulgurda partikül boyutunun azalması sonucu ruşeymin parçalanmasıyla birlikte yağ miktarının arttığı belirlenmiştir (İnceer, 2011).



Şekil 4.17. Siyez bulguru ve firik örneklerinin yağ miktarı

Brandolini ve ark. (2008), farklı ülkelerden topladığı 65 Einkorn buğdayı örneğinde çalışmalar yapmıştır. Bu örneklerin kül miktarlarını %2.06-2.8 arasında değiştiğini ortalama ise %2.35 olduğunu bulmuştur. Aynı buğday örneklerinin ortalama protein miktarı ise %18.2 olarak bulunmuştur. Türkiye’de seçilen 8 adet Einkorn buğdayı örneğinde kül ve protein miktarlarının ortalama değerleri sırasıyla %2.34 ve %17.0 olarak bulunmuştur.

Abdel-Aal ve ark. (1995), yaptıkları çalışmada siyez buğdayının kül, protein ve yağ miktarını sırasıyla %1.86, %18.1 ve %2.48 olarak belirlemiştir. Kül içeriğinde en fazla P’un yer aldığını ifade etmişlerdir.

D’egedio ve ark. (1993), yaptığı çalışmada siyez buğdaylarının kül miktarını %2.05-2.52, protein miktarını ise %12.5-18.7 aralığında rapor etmiştir. Durum buğdayları için ise ortalama kül ve protein miktarları sırasıyla %1.98 ve %13.1 olarak bildirmiştir.

Yapılan bir çalışmada iki farklı kırmızı sert yazlık buğday çeşidinde olgunlaşma ile su miktarının sırası ile %66.7’den %10.2’e ve %68’den %13.6’ya düşerken, kül miktarının da %2.14’den %1.60’a, %2.17’den %1.54’e azaldığını belirlenmiştir (Skarsaune ve ark. 1970),

Levent (2014), iki farklı olgunlaşma döneminde hasat ettikleri buğdaylarda olgunlaşmanın ilerlemesi ile birlikte buğdaylarda nem ve kül miktarında azalma, protein miktarında ise hafif bir artış, yağ miktarında da bir azalma belirlemiştir.

Merendino ve ark. (2006), çiçeklenmeden 9, 13, 17, 21, 28 ve 45 gün (fizyolojik olarak olgun) sonra hasat edilen durum buğdayında protein miktarlarını sırası ile %19.9, 17.7, 16.5, 17.7, 17.0 ve 18.2 olarak belirlemişlerdir.

Petrovska-Avramenko ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada olgunlaşmamış buğday tanesinin protein miktarını %9.8 olgun buğday tanesinin protein miktarını ise %13.4 olarak bulmuşlardır. Olgunlaşmamış ve olgun buğday taneleri arasındaki protein miktarı farkının %3.6 olduğunu ifade etmişlerdir.

Dexter ve Matsuo (1977), çalışmalarında 3 farklı durum buğdayının olgunlaşma öncesi 24, 22 ve 20. günlerindeki protein miktarlarını sırasıyla %12.3, %12.9 ve %12.0; olgunlaşmış durum buğdaylarında ise protein miktarlarını sırasıyla %14.0, %14.4 ve %13.1 olarak bildirmişlerdir. Aynı durum buğdayı örneklerinde olgunlaşma öncesi 24, 22 ve 20. günlerindeki kül miktarlarını sırasıyla %1.94, %1.77 ve %1.85; olgunlaşmış durum buğdayı örneklerinde ise kül miktarı sırasıyla %1.42, %1.66 ve %1.60 olarak bulmuşlardır.

Kadıoğlu (2018), çalışmasında firik buğdayının nem, kül, protein ve yağ miktarlarının sırasıyla %9.4-10.5, %1.6-1.8, %8.3-8.6 ve %2.1-2.4 aralıklarında olduğunu belirtmiştir.

Takruri ve ark. (1990), süt olum aşamasının sonunda hasat edilen buğday tanesinden üretilen firiğin nem, protein, yağ ve kül miktarlarını sırasıyla 9.7 g/100 g, 12.3 g/100 g, 2.5 g/100 g ve 2.0 g/100 g; olgunlaşmış buğday tanesinde ise aynı değerleri sırasıyla 9.5 g/100 g, 11.2 g/100 g, 1.9 g/100 g ve 1.7 g/100 g olarak rapor etmişlerdir.

Çarşamba ve ark. (2017), çalışmalarında Hatay bölgesinde üretilen dört farklı firik bulgurlarının besin değerlerini incelemişlerdir. Besin değerleri bulgur ve pirinç ile karşılaştırılmıştır. Firik bulgur örneklerinin ortalama nem, kül, protein ve yağ miktarları sırasıyla %10.58, %1.86, %11.44 ve %1.73 olarak bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda firik bulgurunun kül ve protein miktarının beyaz pirinç ve bulgura kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür.

Özkaya ve ark. (1999), çalışmalarında buğdayların olgunlaşma aşaması ve pişirme metotlarının, firiklerin fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkileri incelenmiştir. İki farklı durum buğdayından (Duraking ve Ege) elde ettikleri firiklerin ortalama kül ve protein miktarları sırasıyla Duraking çeşidinden elde edilen firik için %1.57 ve %12.8, Ege çeşidinden elde edilen firik için ise aynı değerleri sırasıyla %1.72 ve %13.9 bulmuşlardır.

4.1.4. Serbest, bağı ve toplam fenolik madde

Gıda bileşeni olan fenolik bileşikler; insan sağlığına faydaları, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişiminden sorumlu olmaları, antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstermelerinden dolayı önem taşımaktadırlar (Acar ve Gökmen, 2016).

Bu çalışmada piyasadan toplanan siyez bulguru ve firik örnekleri serbest fenolik madde (SFM), bağı fenolik madde (BFM) ve toplam fenolik madde (TFM) içerikleri açısından analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Serbest fenolik madde; siyez bulguru ve firik örneklerinin SFM miktarı sırasıyla 1559.34-2269.25 mg GAE/kg, 2498.78-3452.33 mg GAE/kg arasında değişmektedir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.18). Ortalama SFM değerleri ise siyez bulguru ve firik için sırasıyla 2000.50 mg GAE/kg ve 3068.13 mg GAE/kg olarak bulunmuş ve istatistiki olarak firik örneklerinin siyez bulgurlarından daha yüksek SFM miktarına sahip olduğu bulunmuştur.

Bağı fenolik madde; siyez bulgurlarının BFM miktarları 2141.41-4286.61 mg GAE/kg, firik örneklerinin BFM miktarı ise 3689.65-5090.95 mg GAE/kg aralığında olup; siyez bulguru örneklerinin ortalama BFM miktarı (3326.65 mg GAE/kg) firik örneklerinin ortalama BFM miktarından (4364.58 mg GAE/kg) düşük bulunmuştur (Çizelge 4.5, Şekil 4.19).

Toplam fenolik madde; siyez bulguru ve firik örneklerinin TFM miktarları sırasıyla 4134.45-6158.93 mg GAE/kg ve 6375.39-8229.22 mg GAE/kg aralığında değişmiştir. SFM ve BFM miktarı sonuçlarında olduğu gibi; firik örneklerinin ortalama TFM miktarı (7432.71 mg GAE/kg), siyez bulguru örneklerinin TFM miktarından (5327.15 mg GAE/kg) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.5, Şekil 4.20).

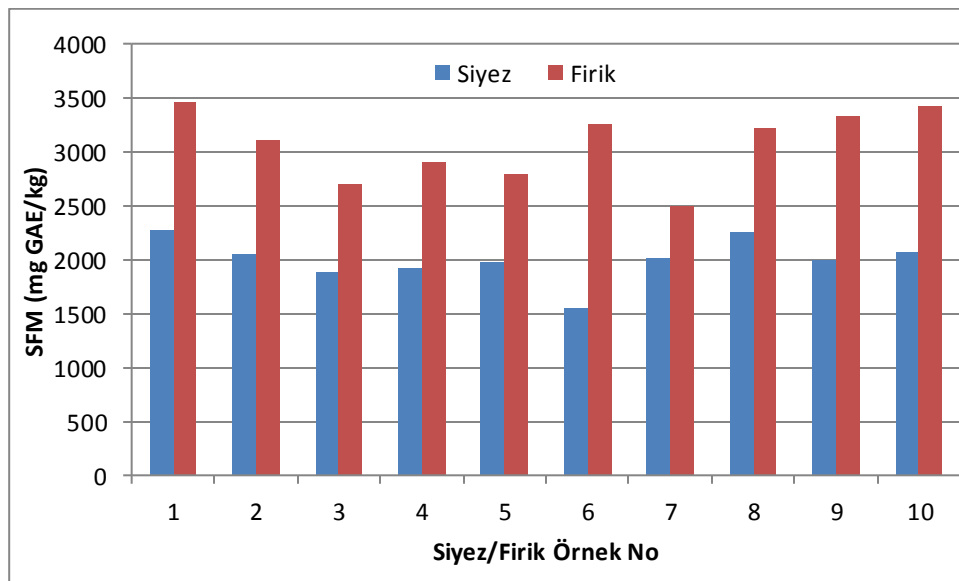
Literatür çalışmalarında buğday türünün bulgurların TFM miktarını etkilediği bildirilmiştir (Yılmaz, 2012). Çalışmamızda siyez bulguru ve firik örneklerinin üretiminde kullanılan buğdayların farklı olmasının TFM miktarını etkilediği tahmin edilmektedir.

Bulgur üretim prosesindeki farklılıklar da bulgur örneklerinin fenolik madde içeriğini etkilemektedir (Yılmaz, 2012). Çalışmada kullanılan siyez bulgur örneklerinin kendi içlerindeki fenolik madde miktarındaki farklılıklar, siyez bulgurlarının üretim prosesinde yer alan pişirme yönteminin farklılığına atfedilebilir.

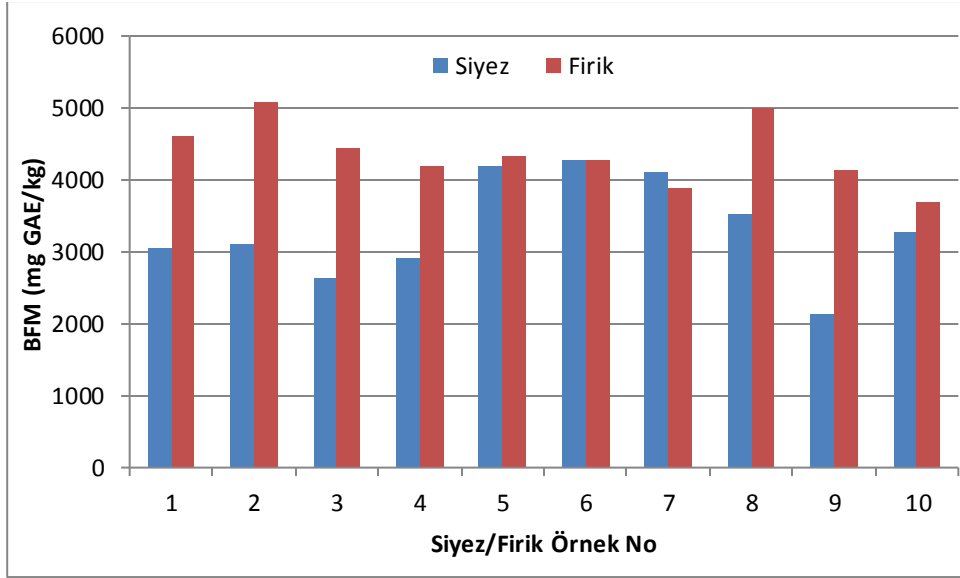
Çizelge 4.5 Siyez bulguru ve firik örneklerine ait serbest, bağlı ve toplam fenolik madde değerleri¹

Bulgur çeşidi	Örnek no	SFM (mg GAE/kg)	BFM (mg GAE/kg)	TFM (mg GAE/kg)
Siyez	1	2269.25±10.91	3065.39±13.60	5334.64±12.20
	2	2059.77±9.70	3102.05±10.74	5161.82±10.02
	3	1889.90±10.49	2647.33±11.07	4537.24±14.36
	4	1920.98±14.29	2924.86±6.49	4845.84±10.46
	5	1975.79±9.81	4183.14±8.99	6158.93±12.93
	6	1559.34±8.57	4286.61±13.16	5845.95±13.42
	7	2020.12±10.00	4115.56±9.60	6135.68±14.22
	8	2247.69±8.51	3537.95±7.09	5785.64±15.49
	9	1993.04±14.40	2141.41±11.07	4134.45±12.25
	10	2069.11±12.87	3262.18±11.64	5331.30±6.44
Min-Maks		1559.34-2269.25	2141.41-4286.61	4134.45-6158.93
Ortalama		2000.50±198.83	3326.65±704.96	5327.15±677.45
Firik	1	3452.33±8.65	4603.98±13.63	8056.31±10.15
	2	3116.61±9.93	5090.95±5.42	8207.56±18.49
	3	2701.32±12.99	4443.19±9.48	7144.51±12.44
	4	2905.83±6.82	4193.06±5.74	7098.89±15.68
	5	2787.56±10.13	4338.04±11.02	7125.60±19.29
	6	3250.33±13.08	4277.06±13.60	7527.39±15.36
	7	2498.78±13.61	3876.61±10.66	6375.39±9.98
	8	3223.00±7.14	5006.22±6.85	8229.22±12.20
	9	3323.33±7.19	4127.03±13.88	7450.36±17.77
	10	3422.18±12.81	3689.65±10.13	7111.83±18.41
Min-Maks		2498.78-3452.33	3689.65-5090.95	6375.39-8229.22
Ortalama		3068.13±326.83	4364.58±446.05	7432.71±590.92
	n	SFM (mg GAE/kg)	BFM (mg GAE/kg)	TFM (mg GAE/kg)
Siyez	10	2000.50±198.83b	3326.65±704.96b	5327.15±677.45b
Firik	10	3068.13±326.83a	4364.58±446.05a	7432.71±590.92a

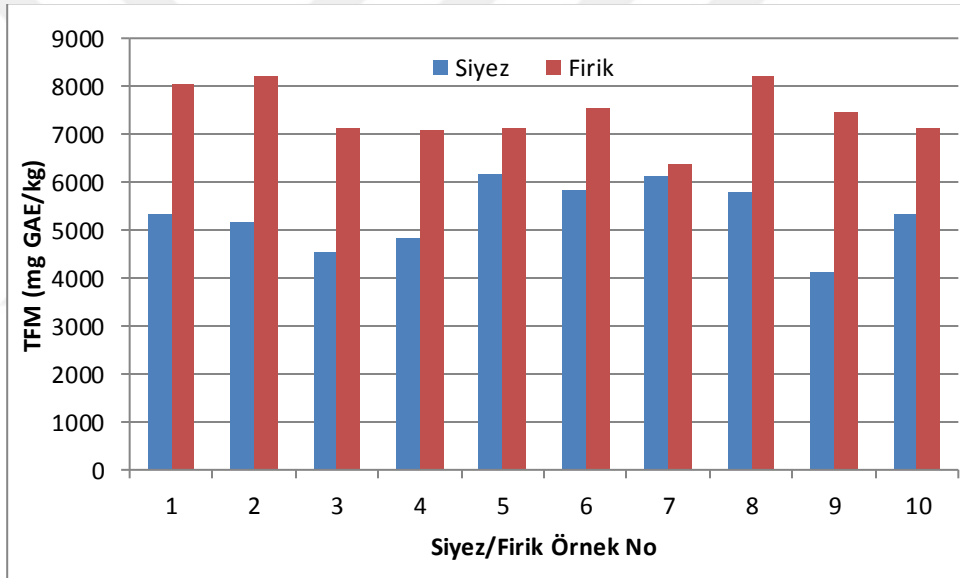
¹ Aynı sütunda farklı harfle gösterilmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). SFM: Serbest fenolik madde, BFM: Bağlı fenolik madde, TFM: Toplam fenolik madde, GAE: Gallik asit eşdeğeri.



Şekil 4.18. Siyez bulguru ve firik örneklerinin SFM miktarı



Şekil 4.19. Siyez bulguru ve firik örneklerinin BFM miktarı



Şekil 4.20. Siyez bulguru ve firik örneklerinin TFM miktarı

Firik örnekleri kendi arasında değerlendirildiğinde ise toplam TFM'nin 6375.39-8229.22 mg GAE/kg aralığında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Literatür çalışmalarına göre firığın toplam TFM miktarı, buğdayın olgunlaşma derecesine ve aşamasına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Olgunlaşma sürecinin ilerlemesiyle birlikte antioksidan aktiviteyle birlikte fenolik madde içeriğinin de düştüğü ifade edilmiştir (Özkaya ve ark., 2018). Yapılan bir çalışmada firik örneklerinin tam çiçeklenmeyi takip ettikleri zaman periyodunun ilerlemesiyle SFM, BFM ve TFM miktarının azaldığını bildirmiştir (Özkaya ve ark., 2018). Başka bir çalışmada da olgunlaşmamış buğdayların olgunlaşmış buğdaylara kıyasla daha yüksek SFM, BFM ve

TFM içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir (Güleşci ve Aygöl, 2016; Yılmaz ve Yıldırım, 2020). Mevcut çalışmada kullanılan firik örneklerinin birbirlerinden farklı fenolik madde içermeleri firik buğdaylarının farklı olgunlaşma sürelerinde hasat edilmesine bağlı olabileceği tahmin edilmektedir.

Şahin (2016), çalışmasında kullandığı 2 farklı siyez buğdayının BFM miktarlarını sırasıyla 1274.72 µg GAE/g ve 1083.00 µg GAE/g; SFM miktarlarını ise sırasıyla 107.70 µg GAE/g ve 105.75 µg GAE/g olarak rapor etmiştir. Cankurtaran ve Bilgiçli (2021), siyez bulgurunun TFM miktarını 5956.02 mg GAE/kg olarak bildirmişlerdir.

Giambanelli ve ark. (2020), siyez bulgur prosesinde pişirme süresinin tanedeki SFM ve TFM miktarına etkisini incelemişlerdir. Çiğ tanedeki SFM miktarı 120.3 mg/kg olarak belirlenmiş, 2, 3 ve 4 saat pişirme işlemi sonrasında sırasıyla 164.5, 160.0 ve 255.5 mg/kg olarak bulunmuştur. Pişirme süresinin TFM miktarına etkisi incelendiğinde ise; çiğ tanede TFM miktarı 914.9 mg/kg olup, 2, 3 ve 4 saat pişirme işlemi sonrasında sırasıyla 930.0, 931.2 ve 1014.9 mg/kg olarak bulunmuştur.

Yılmaz (2012), çalışmasında ortalama TFM miktarını siyez buğdayı için 1694.79 µg GAE/g, durum buğdayı için ise 1633.24 µg GAE/g olarak bulmuştur. Çalışmada siyez ve durum buğdayından elde ettiği bulgurların TFM miktarlarını ise sırasıyla 1163.9 µg GAE/g ve 1286.0 µg GAE/g olarak bildirmiştir. Pişirme yönteminin (geleneksel, mikrodalga ve otoklav) bulgurların TFM miktarına etkisini incelediğinde mikrodalga ile pişirilen bulgurların TFM miktarının daha yüksek olduğunu ifade etmiştir.

Kim ve Kim (2016), çalışmasında olgunlaşmamış, buhar uygulanmış olgunlaşmamış ve olgun buğday tanelerinin SFM, BFM ve TFM miktarını incelemiştir. Olgunlaşmış buğdayın SFM, BFM ve TFM miktarları sırasıyla 1.21, 3.24 ve 4.46 mg GAE/g; olgunlaşmamış buğdayın SFM, BFM ve TFM miktarları sırasıyla 1.44, 3.88 ve 4.69 mg GAE/g; buhar uygulanmış olgunlaşmamış buğdayın aynı özelliklere ait miktarları ise 1.31, 3.38 ve 4.69 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda olgunlaşmamış buğday örneğinin en yüksek SFM, BFM ve TFM miktarına sahip olduğu ardından da buhar uygulanmış olgunlaşmamış buğdayın geldiği görülmüştür.

Özkaya ve ark. (2018), firik örneklerinin olgunlaşma sürecine bağlı olarak SFM, BFM ve TFM miktarlarındaki değişimi incelemişlerdir. Çalışmada Bezostaya çeşidinden elde edilen firığın çiçeklenmeyi takiben 10, 15, 20, 25. günündeki ve olgunlaştığı gündeki SFM miktarı sırasıyla 1630.7, 1244.0, 1124.2, 903.9 ve 770.7 mg

GAE/kg; BFM miktarı 3180.1, 2611.6, 2117.2, 1855.5 ve 1464.9 mg GAE/kg; TFM miktarı sırasıyla 4810.8, 3855.6, 3241.4, 2759.4 ve 2235.6 mg GAE/kg olarak belirlenmiştir. Diğer 2 çeşitten (Eser ve Cesit-1252) elde edilen firiklerin de SFM, BFM ve TFM miktarları olgunlaşma sürelerinin artmasıyla birlikte azalmıştır.

4.1.5. Antioksidan aktivite

Tahıllarda bulunan antioksidan bileşikler, tanenin dış katmanlarında genellikle fenolik bileşikler olarak yer almaktadır (Liyana-Pathirana ve Shahidi, 2007; Menga ve ark., 2010). Antioksidan bileşikler, serbest radikallerin etkilerini ortadan kaldırarak (Durmuş, 2012), oksidasyonun zararlı etkilerine karşı kendiliğinden sentezlenmektedir (Mpofu ve ark., 2008). Antioksidanların kalp hastalıkları ve bazı kanser türleri de dahil olmak üzere yaşlanmaya bağlı kronik hastalıkların görülme sıklığını azaltmada katkısının bulunduğu ifade edilmiştir (Miller ve ark., 2000).

Literatürde, tahıllarda antioksidan aktivite gösteren biyoaktif bileşenlerin karmaşık yapıda olmalarından dolayı antioksidan aktivite analizinde hatalı değerlendirme yapmamak amacıyla en az iki yöntemin uygulanması gerektiği önerilmektedir (Liyana-Pathirana ve Shahidi, 2007; Tacer, 2009).

Mevcut çalışmada siyez bulguru ve firik örneklerinin antioksidan aktiviteleri DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), FRAP (Ferrik iyonlarını indirgeme kuvveti) ve CUPRAC (Bakır iyonlarını indirgeme kuvveti) yöntemleri ile belirlenmiştir. Troloks (6-hidroksi 2,5,7,8-tetrametilroman-2-karboksilik asit), tahıl ekstraktlarının troloks eş değeri olarak radikal süpürme/temizleme kapasitesinin hesaplanmasında kullanılan antioksidan standardıdır (Ragae ve ark., 2006). Antioksidan aktivite sonuçları troloks eş değeri olarak ifade edilmiştir.

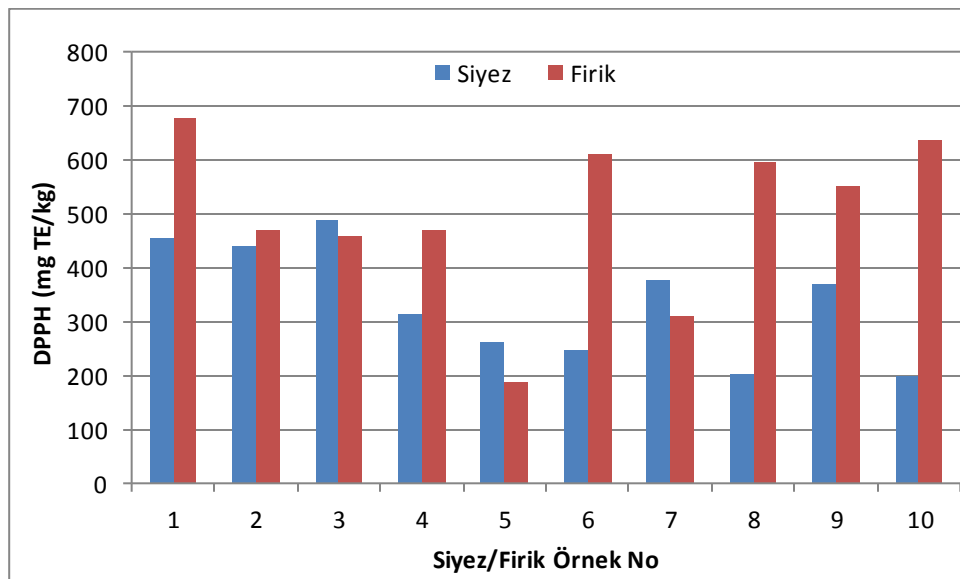
DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) yöntemi prensibi serbest radikal süpürücü aktivitenin belirlenmesine dayanmaktadır. Stabil radikallerden biri olan DPPH antioksidan tarafından indirgenip renkte açılma meydana gelir. DPPH'in renginin açılmasıyla reaksiyon spektrofotometrik yöntemle izlenir (Durmuş, 2012).

Siyez bulguru ve firik örneklerinin DPPH değerleri sırasıyla 197.34-488.42 mg TE/kg ve 186.50-678.45 mg TE/kg aralığında belirlenmiştir. Siyez bulgurlarının ortalama DPPH değeri (335.68 mg TE/kg) firik örneklerinin ortalama DPPH değerinden (496.67 mg TE/kg) düşük bulunmuştur (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.21).

Çizelge 4.6 Siyez bulguru ve firik örneklerine ait antioksidan aktivite değerleri¹

Bulgur çeşidi	Örnek no	DPPH (mg TE/kg)	FRAP (μ mol TE/g)	CUPRAC (μ mol TE/g)
Siyez	1	454.23 \pm 8.15	2.93 \pm 0.72	5.31 \pm 0.74
	2	441.46 \pm 11.38	2.54 \pm 0.69	4.44 \pm 0.30
	3	488.42 \pm 13.13	1.75 \pm 0.46	3.49 \pm 0.09
	4	314.30 \pm 16.37	2.45 \pm 0.24	4.66 \pm 0.59
	5	262.17 \pm 11.78	1.48 \pm 0.15	4.94 \pm 0.58
	6	248.92 \pm 7.99	0.63 \pm 0.07	3.81 \pm 0.52
	7	376.64 \pm 9.37	3.16 \pm 1.96	5.58 \pm 0.19
	8	202.70 \pm 11.69	1.66 \pm 0.28	3.93 \pm 0.22
	9	370.65 \pm 12.18	3.52 \pm 0.29	4.71 \pm 0.49
	10	197.34 \pm 10.87	1.26 \pm 0.25	3.93 \pm 0.46
Min-Maks		197.34-488.42	0.63-3.52	3.49-5.58
Ortalama		335.68 \pm 106.29	2.14 \pm 0.92	4.48 \pm 0.69
Firik	1	678.45 \pm 13.16	9.01 \pm 1.01	9.11 \pm 0.39
	2	468.53 \pm 8.09	7.58 \pm 1.32	7.55 \pm 0.19
	3	459.91 \pm 7.89	6.18 \pm 1.14	6.53 \pm 0.10
	4	469.48 \pm 12.73	5.92 \pm 0.14	6.64 \pm 0.76
	5	186.50 \pm 6.65	3.92 \pm 0.76	6.01 \pm 0.38
	6	609.71 \pm 7.83	5.34 \pm 0.30	9.63 \pm 0.12
	7	310.98 \pm 5.20	4.06 \pm 0.63	7.14 \pm 0.65
	8	594.26 \pm 10.20	9.74 \pm 1.91	11.88 \pm 1.38
	9	551.44 \pm 11.15	6.61 \pm 0.86	9.95 \pm 0.83
	10	637.45 \pm 9.92	8.12 \pm 2.65	10.43 \pm 0.12
Min-Maks		186.50-678.45	3.92-9.74	6.01-11.88
Ortalama		496.67 \pm 153.38	6.65 \pm 1.96	8.49 \pm 1.98
	n	DPPH (mg TE/kg)	FRAP (μmol TE/g)	CUPRAC (μmol TE/g)
Siyez	10	335.68 \pm 106.29b	2.14 \pm 0.92b	4.48 \pm 0.69b
Firik	10	496.67 \pm 153.38a	6.65 \pm 1.96a	8.49 \pm 1.98a

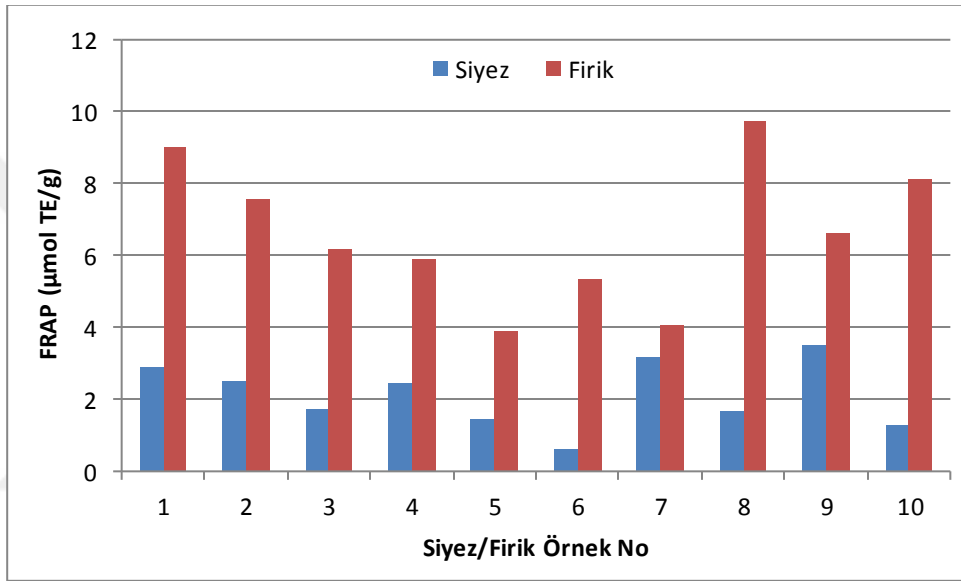
¹ Aynı sütunda farklı harfle gösterilmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). DPPH: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radikalinin inhibisyonu, FRAP: Ferrik iyonlarını indirgeme kuvveti, CUPRAC: Bakır iyonlarını indirgeme kuvveti, TE: Troloks eşdeğeri.



Şekil 4.21. Siyez bulguru ve firik örneklerinin DPPH değeri

FRAP yöntemi, sarı Fe^{+3} tripiridiltriiazin (TPTZ) kompleksinin asidik koşullar altında elektron verici maddelerle mavi Fe^{+2} TPTZ kompleksine indirgenmesi prensibine dayanmaktadır (Djordjevic ve ark., 2011).

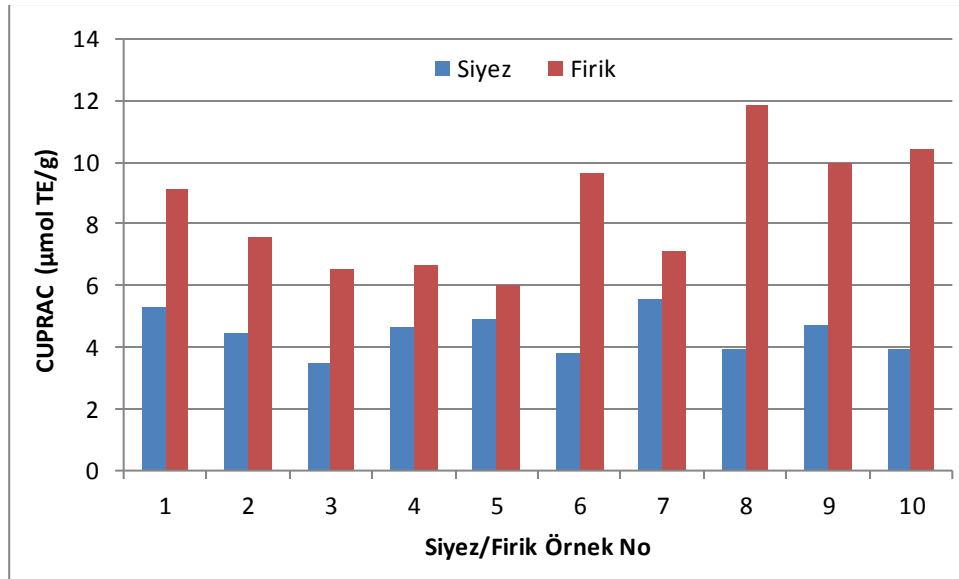
Siyez bulguru ve firik örneklerinin FRAP değerleri sırasıyla 0.63-3.52 $\mu\text{mol TE/g}$ ve 3.92-9.74 $\mu\text{mol TE/g}$ arasında değişmiş olup, ortalama 2.14 $\mu\text{mol TE/g}$ ve 6.65 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.22). İstatistiki olarak, siyez bulgurlarının ortalama FRAP değeri firik örneklerinin ortalama FRAP değerinden düşük bulunmuştur.



Şekil 4.22. Siyez bulguru ve firik örneklerinin FRAP değeri

CUPRAC metodunda kromojenik bir yükseltgen olan açık mavi renkli $Cu(II)$ -neokuproin (Ne) reaktifinin bulgur örneklerindeki antioksidan ve polifenol bileşikleri yükseltmesi prensibine dayanmaktadır.

Siyez bulguru ve firik örneklerinin CUPRAC değerleri sırasıyla 3.49-5.58 $\mu\text{mol TE/g}$ ve 6.01-11.88 $\mu\text{mol TE/g}$ aralığında belirlenmiştir. Siyez bulgurlarının ortalama CUPRAC değeri (4.48 $\mu\text{mol TE/g}$) firik örneklerinin ortalama CUPRAC değerlerinden (8.49 $\mu\text{mol TE/g}$) istatistiki olarak düşük bulunmuştur (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Siyez bulguru ve firik örneklerinin CUPRAC değeri

Çalışmada firik örneklerinin ortalama antioksidan aktivitelerinin değeri kullanılan 3 metotta da (DPPH, FRAP ve CUPRAC) siyez bulguru örneklerinin antioksidan aktivite değerinden yüksek bulunmuştur. Üretimlerinde farklı buğday çeşitlerinin kullanılıyor olması antioksidan aktivitenin farklı olmasında etkilidir. Diğer taraftan, literatür çalışmalarında buğdaydaki antioksidan aktivitenin olgunlaşma süresi, bulgur üretim prosesi gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterdiği ifade edilmiştir. Olgunlaşma süresinin antioksidan aktiviteye etkisi incelendiğinde yapılan çalışmalarda olgunlaşmamış buğdayların antioksidan aktivitelerinin olgunluğunu tamamlamış buğdaylara kıyasla daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (Sramkova ve ark., 2009; Yılmaz ve Yıldırım, 2020). Olgunlaşma periyodunun ilk aşamalarında yüksek miktarda bulunan antioksidan aktivitenin çiçeklenmeden 2-3 hafta sonrasında hızlı bir şekilde azaldığı görülmüştür. Antioksidan özelliği bulunan glutasyon ve C vitamini miktarının da olgunlaşma süresinin ilerlemesiyle azaldığı ifade edilmiştir (De Gara ve ark., 2003; Paradiso ve ark., 2006). Yapılan bir başka çalışmada ise mısırdaki olgunlaşmayla birlikte antioksidan aktivitenin azaldığı belirlenmiştir (Xu ve ark., 2010). Mevcut çalışmamızda da olgunlaşmamış buğdaydan elde edilen firik örneklerinin antioksidan aktivite değerinin siyez bulgurundan daha yüksek bulunmasında bu durum etkili olmuş olabilir.

Bulgur üretim prosesi de bulgur örneklerindeki antioksidan aktiviteyi etkileyen bir diğer faktördür. Yapılan çalışmalarda pişirme süresinin kısa, kurutma sıcaklığının düşük olduğu üretim proseslerinde antioksidan aktivitenin daha iyi korunduğu görülmüştür (Yılmaz ve Koca, 2016). Çalışmamızda aynı bulgur grubu içerisinde

bulunan bulgur örneklerinin birbirlerinden farklı antioksidan aktiviteye sahip olmaları üretim proseslerindeki farklılıktan kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Sonuç olarak siyez bulguru ve firik örneklerinin antioksidan aktivite değerleri arasındaki farkın buğday çeşidinin farklı olmasının yanı sıra; buğdayın olgunlaşma sürecinde antioksidan aktivitesinde meydana gelen değişiklik ve bulgur üretim metotlarının farklı olmasından kaynaklandığı tahmin edilmiştir.

Emeksizoğlu (2016), çalışmasında 30 farklı siyez buğday örneklerinin antioksidan aktivitelerini ABTS, FRAP ve DPPH metodu kullanarak analiz etmiştir. ABTS ve FRAP değerlerini sırasıyla 1.46-8.94 $\mu\text{mol TE/g}$, 3.67-5.36 $\mu\text{mol TE/g}$ aralığında değiştiği rapor edilmiştir. DPPH metodu ile siyez buğdayı örneklerinin % indirgeme güçlerini %23.59 ile %37.36 arasında, ortalama ise %32.10 olarak belirlemiştir.

Hendek Ertop ve Atasoy (2019), DPPH metodu ile siyez ve durum buğdayı örneklerinin antioksidan aktivite değerini (% inhibisyon) sırasıyla %18.60 ve %9.23 olarak belirlemiştir.

Cankurtaran ve Bilgiçli (2021), FRAP metoduyla belirledikleri siyez bulgurunun antioksidan aktivitesini 1407.38 mg TE/kg, DPPH metoduyla ise %8.09 olarak rapor etmişlerdir.

Liyana-Pathirana ve Shahidi (2007), yaptığı çalışmada durum ve sert ekmeklik buğdayın toplam antioksidan aktivitelerini sırasıyla 4.24 ve 4.99 7.09 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak belirlemiştir.

Djordjevic ve ark. (2011), durum buğdayı örneğinin antioksidan aktivitesini DPPH metodu ile 200 $\mu\text{g/ml}$ 'den fazla olduğunu, FRAP metodu ile de 12.15 nmol/mg olarak belirlemiştir.

Ragae ve ark. (2006), yaptığı çalışmada sert buğday tanesinin antioksidan aktivitesini DPPH ve ABTS metoduyla belirlemiştir. DPPH metoduyla 4.33 $\mu\text{mol /g}$, ABTS metoduyla ise 8.8 $\mu\text{mol /g}$ olarak bulunmuştur.

Kim ve Kim (2016), olgunlaşmamış (35.günde hasat edilen), olgunlaşmamış buhar işlemi uygulanmış (100°C, 30 dk, 0.5 MPa) ve olgunlaşmış buğday (45. günde hasat edilen) örneklerinin bağlı antioksidan aktivitelerini sırasıyla 66 $\mu\text{M TE/g}$, 57.5 $\mu\text{M TE/g}$ ve 50.3 $\mu\text{M TE/g}$ olarak rapor etmiştir.

Özkaya ve ark. (2018), çalışmalarında 3 farklı türdeki firik örneklerinin tam çiçeklenmeyi takiben 10, 15, 20 ve 25. gününde ve olgunlaşmanın tamamlandığı gündeki toplam antioksidan aktivitelerini incelemiştir. Bezostaya, Eser ve Çesit-

1252 çeşitlerinden elde edilen firik örneklerinin olgunlaşmalarını tamamladıkları gündeki toplam antioksidan aktivite değerleri DPPH metoduna göre sırasıyla 467.1, 423.7 ve 411.9 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ olarak bulunmuştur. Çalışmada kullanılan ekmeklik Bezostaya çeşidinden elde edilen firığın tam çiçeklenmeyi takiben 10, 15, 20 ve 25. günündeki toplam antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 782.8, 691.4, 614.9, 519.1 ve 467.1 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$; Eser çeşidinden elde edilen firığın antioksidan aktivite değerleri 729.2, 673.1, 589.6, 495.4 ve 423.7 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$; makarnalık Çeşit-1252 çeşidinden elde edilen firığın değerleri ise 730.7, 678.6, 567.8, 469.6 ve 411.9 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ olarak bulunmuştur. Çalışmasında kullandığı firik örneklerinin tamamında olgunlaşma süreciyle birlikte antioksidan aktivitelerinin azaldığı görülmüştür.

4.1.6. Fitik asit

Siyez bulguru ve firik örneklerine ait fitik asit sonuçları Çizelge 4.7 ve Şekil 4.24'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan siyez bulguru ve firik örneklerinin fitik asit miktarları sırasıyla 759.83-1567.16 mg/100g, 504.12-905.96 mg/100g arasında değişmiştir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.24). Siyez bulgurlarının ortalama fitik asit miktarı (1169.52 mg/100g) firik örneklerinin ortalama fitik asit miktarından (777.00 mg/100g) yüksek bulunmuştur.

Fitik asit; hububatta doğal olarak bulunan beslenme açısından öneme sahip minerallerle (Ca, Zn, Fe, Cu vb.) kompleks oluşturarak minerallerin biyo-yararlılığını düşüren anti-besinsel bir ögedir (Bilgiçli, 2002). Fitik asit bitki tohumlarında, tanelerinde, köklerinde ve yumrularında yaygın olarak bulunmaktadır. Fitik asit genellikle tohumlarda hem fosfat hem de inositolün birincil depolama şekli olarak kabul edilmektedir. Monokotiledonlu tohumlarda (pirinç, buğday, arpa vb.) fitik asidin en yoğun birikme yeri, aleuron tabakası ve özellikle bu tabakadaki globoidlerdir (Lásztity ve Lásztity, 1990).

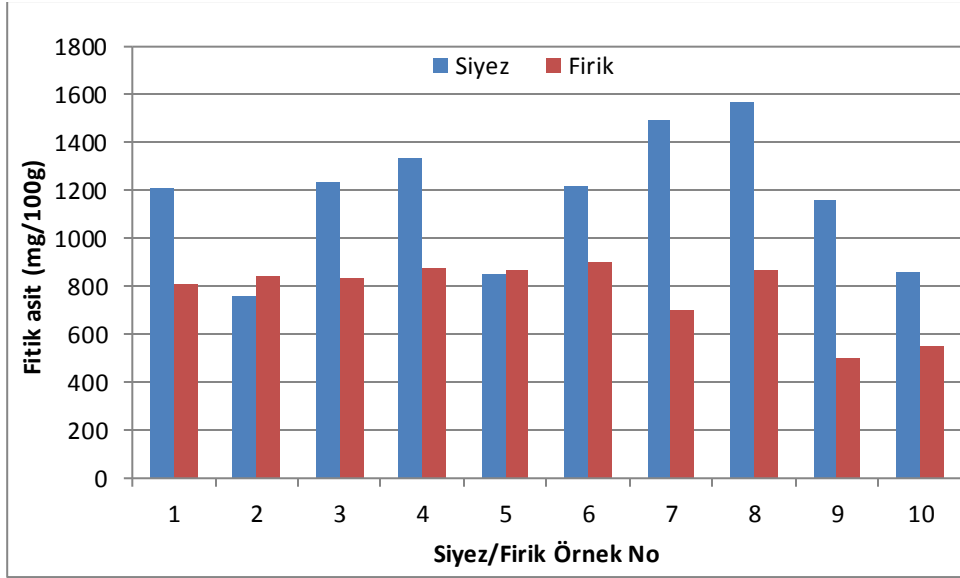
Buğdaydaki fitik asit miktarı; buğday çeşidi, iklim şartları, toprak yapısı gibi birçok faktöre bağlı olarak değişim göstermektedir (Bassiri ve Nahapetian, 1977; García-Esteva ve ark., 1999, Türksoy, 2005). Bulgurdaki fitik asit miktarı ise, hammadde başta olmak üzere pişirme, kurutma ve öğütmeyi kapsayan bulgur prosesi aşamalarından etkilenmektedir (Bilgiçli, 2009).

Çizelge 4.7 Siyez bulguru ve firik örneklerine ait fitik asit ve TSP miktarları¹

Bulgur çeşidi	Örnek no	Fitik asit (mg/100g)	TSP (µg/g)
Siyez	1	1212.81±6.60	4.18±0.03
	2	759.83±10.95	1.16±0.01
	3	1236.56±6.31	1.02±0.05
	4	1331.54±9.89	3.20±0.02
	5	854.81±7.54	2.07±0.21
	6	1216.47±8.49	0.60±0.02
	7	1497.75±7.39	2.48±0.18
	8	1567.16±10.66	2.13±0.03
	9	1159.84±7.38	2.37±0.05
	10	858.47±9.73	0.49±0.02
Min-Maks		759.83-1567.16	0.49-4.18
Ortalama		1169.52±271.70	1.97±1.18
Firik	1	807.32±8.87	9.78±0.26
	2	847.51±8.90	19.35±0.05
	3	832.90±9.82	9.97±0.02
	4	878.56±10.90	13.76±0.04
	5	865.77±13.82	7.60±0.14
	6	905.96±10.51	8.68±0.26
	7	703.21±6.54	5.25±0.01
	8	871.25±7.65	14.37±0.02
	9	504.12±12.73	8.80±0.38
	10	553.44±7.92	8.62±0.03
Min-Maks		504.12-905.96	5.25-19.35
Ortalama		777.00±142.44	10.62±4.27
	n	Fitik asit (mg/100g)	TSP (µg/g)
Siyez	10	1169.52±271.70a	1.97±1.18b
Firik	10	777.00±142.44b	10.62±4.27a

¹ Aynı sütunda farklı harfle gösterilmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). TSP: Toplam sarı pigment.

Yapılan çalışmaların sonucunda pişirme, kurutma ve kabuk soyma işlemlerinin tanedeki fitik asit miktarının azalmasına neden olduğu görülmüştür. Pişirme işlemi otoklav ile gerçekleştirildiğinde ise bu azalmanın daha fazla olduğu belirlenmiştir (Özkaya ve Özkaya, 1998; Köksel ve ark., 1999; Özkaya, 2000). Fitik asit miktarının azalma derecesi uygulanan proses yöntemi ve şartlara bağlı olarak değişmektedir (Williams ve ark., 1984; Özkeser, 2015). Çalışmamızda aynı bulgur grubu içinde farklı fitik asit miktarlarının belirlenmiş olmasının bulgur proseslerindeki farklılıktan kaynaklanabildiği tahmin edilmektedir.



Şekil 4.24. Siyez bulguru ve firik örneklerinin fitik asit miktarı

Siyez bulguru ve firik örneklerinin ortalama fitik asit miktarları kendi aralarında karşılaştırıldığında siyez bulgurlarında bulunan fitik asit miktarının firik örneklerinin yaklaşık 1.5 katı olduğu görülmektedir. Firik örnekleri daha öncede belirtildiği gibi olgunlaşmamış buğdaydan üretilmektedir. Literatürde hububattaki olgunlaşma sürecinin fitik asit miktarı üzerine etkisinin detaylı olarak incelendiği çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda genellikle tam çiçeklenmeden tam olgunluğa kadar geçen sürede fitik asit miktarı takip edilmiştir. Olgunlaşma boyunca tohumlarda fitat birikimi, diğer depo maddelerinin birikimleriyle birlikte gerçekleşmektedir (Cosgrove, 1966; Sobolev, 1966; Makower, 1969; Abernathy ve ark., 1973; Nahapetian ve Bassiri, 1975). De Turk ve ark. (1932), büyümekte olan mısır bitkisinde tozlanmadan önce püskül, gövde ve yaprakta fitat bulunmadığını saptamışlardır. Fitat sentezi tozlanmadan hemen sonra başlamakta ve mısır tanesinin olgunlaşması süresince devam etmektedir (Earley ve De Turk, 1944). Sentezin tozlanmadan yaklaşık iki hafta sonra başladığı ve dört hafta sonrasına kadar inorganik fosfat varlığına bağlı olarak devam ettiği belirlenmiştir. Benzer sonuçlar pirinç, buğday ve beyaz yulaf için de rapor edilmiştir (Saio, 1964; Asada ve ark., 1969). Olgunlaşma sürecinin fitik asit miktarı üzerine etkisinin incelendiği başka bir çalışmada; buğdayda fitik asit üretiminin olgunlaşma döneminin 2. haftasında başlayıp 4. haftasına kadar artarak 4. haftada maksimum seviyeye ulaştığı ve 4. haftadan itibaren azalmaya başladığı rapor edilmiştir (Abernety ve ark., 1973). Fakat firik bulguruyla yapılan bir çalışmada fitik asit miktarının 4. haftadan sonra da artmaya devam ettiği bildirilmiştir (Özboy ve ark., 2001). Abernety

ve ark. (1973), fitik asitin toplam tane fosforunun çiçeklenme sırasında %8'ini, çiçeklenmeden 28 gün sonra %82'sini, olgunlaşma aşamasında ise %72'sini ihtiva ettiğini belirtmiştir. Özboy ve ark. (2001), buğday tanesinin olgunlaşma sürecinin ilerlemesiyle fitik asit miktarının arttığını belirlenmiştir. Özkaya ve ark. (1999), buğday olgunlaşma aşamasının firiklerin fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkilerini inceledikleri çalışmada olgunlaşma süresinin artmasıyla birlikte fitik asit miktarının da arttığını ifade etmişlerdir. Mevcut çalışmada da tahmin edildiği gibi olgunlaşma sürecini tamamlamış siyez buğdaylarından elde edilen bulgurların fitik asit miktarı olgunlaşmamış buğdaylardan elde edilen firik bulgurlarının fitik asit miktarından yüksek bulunmuştur.

Cankurtaran ve Bilgiçli (2021), yaptıkları çalışmada siyez bulgurunun fitik asit içeriğini 1119.66 mg/100 g olarak bulmuşlardır.

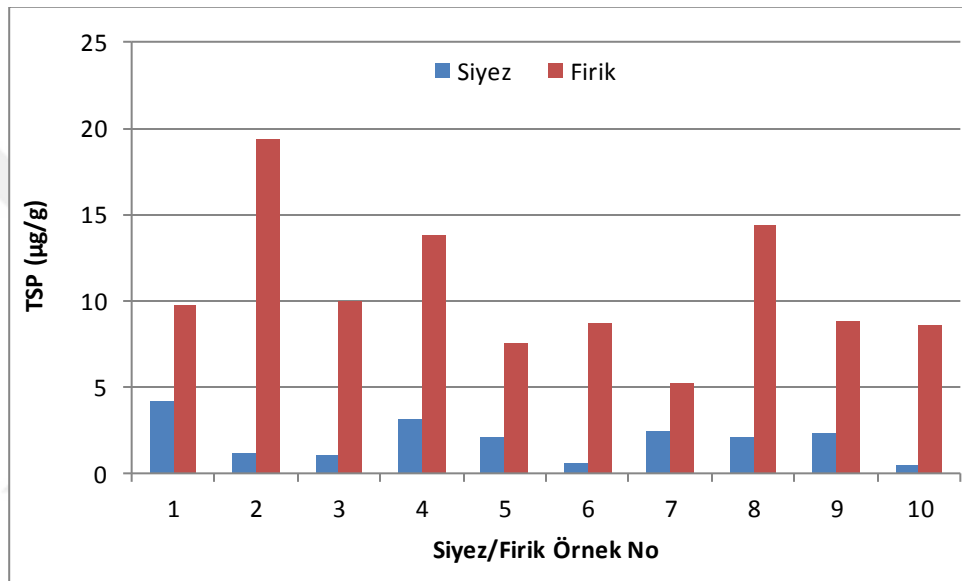
Hendek Ertop (2018), çalışmasında siyez buğdayı ve bulgurunun fitik asit miktarlarını sırasıyla 2132.81 mg/100g ve 1715.63 mg/100g olarak belirlemiştir.

Ertaş (2017), çalışmasında endüstriyel, ev yapımı ve laboratuvar yapımı durum bulgurlarının ortalama fitik asit miktarlarını sırasıyla 712.3 mg/100 g, 994.9 mg/100 g ve 1533.8 mg/100 g olarak belirlemiştir. Laboratuvarda üretilen bulgur örneklerinin ortalama fitik asit miktarının daha yüksek bulunmasının sebebinin bulgur üretiminde ayrılmamış buğday kepeğinin yüksek fitik asit içermesinden kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Özboy ve ark. (2001), çalışmalarında buğdayın olgunlaşma aşamasının ve pişirme yönteminin firik örneklerinin fitik asit içeriğine etkilerini incelemişlerdir. Duraking buğday çeşidinden tam çiçeklenmeyi takiben 13, 16, 19, 22 ve 25. günlerinde hasat edilmiş ve kaynatma yöntemi kullanılarak elde edilen firığın fitik asit içeriği sırasıyla 665, 681, 720, 784 ve 805 mg/100g; aynı buğday çeşidinden aynı günlerde hasat edilerek elde edilen ve kavru olarak üretilen firığın fitik asit içeriği ise sırasıyla 678, 658, 747, 790 ve 792 mg/100g olarak bulunmuştur. Ege buğday çeşidinden kaynatılarak elde edilen firığın tam çiçeklenmeyi takiben 13, 16, 19, 22 ve 25. günlerindeki fitik asit içeriği sırasıyla 750, 777, 807, 850 ve 869 mg/100g; aynı buğday çeşidinden kavru olarak elde edilen firığın aynı günlerdeki fitik asit içeriği ise sırasıyla 669, 771, 819, 853 ve 868 mg/100g olarak bulunmuştur.

4.1.7. Toplam sarı pigment

Siyez bulguru ve firik örneklerinin toplam sarı pigment miktarları 0.49-4.18 $\mu\text{g/g}$ ve 5.25-19.35 $\mu\text{g/g}$ arasında değişmiş olup ortalama değerleri ise sırasıyla 1.97 $\mu\text{g/g}$ ve 10.62 $\mu\text{g/g}$ olarak bulunmuştur (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.25). Siyez bulguru ve firik örneklerine ait TSP sonuçları karşılaştırıldığında firik örneklerinin ortalama TSP miktarının (10.62 $\mu\text{g/g}$) siyez bulguru örneklerinininkinden (1.97 $\mu\text{g/g}$) fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 4.25. Siyez bulguru ve firik örneklerinin TSP miktarı

Farklı buğday çeşitlerinde sarı pigmentlerin %90 lutein ve lutein esterlerinden oluştuğu varsayılmaktadır (Hentschel ve ark., 2002). Bu çalışmada TSP miktarı lutein eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Lutein, bulgurun belirgin sarı renginden sorumlu ana karonetoiddir (Burkhardt ve Böhm, 2007; Balcı ve Bayram, 2017). Lutein, tohumların ve tahıl tanelerinin olgunlaşması sırasında kendiliğinden oluşmaktadır (Zhou ve Erdman, 1995). Buğday kepeğindeki karotenoid içeriği endospermden daha yüksek olup, sarı pigmentler dış katmanlarda iç katmanlara göre daha konsantredir (Adom ve Liu, 2002; Hentschel ve ark., 2002). Yapılan bir çalışmada, bulgurda sarı pigment içeriği ile bulgur çeşidi, pişirme yöntemleri ve bunların interaksiyonlarında anlamlı bir ilişki bulunmuştur (Evlice ve Özkaya, 2020). Kurutma prosesi, kaliteyi doğrudan etkilediği için bulgurun işlenmesinde önemli bir adımdır (Dorra ve ark., 2022). Buğdayın nem miktarı ve kabuk ayırma prosesinde aşınma süresinin de toplam

karotenoid içeriğini önemli ölçüde etkilediği ifade edilmiştir (Chen ve ark., 2013; Dorra ve ark., 2022).

Sarılık derecesi; öğütme tipi, pigmentlerin kimyasal yapısıyla birlikte orijin, yetiştirme koşulları ve buğday türü gibi faktörlerden etkilenmektedir (Hentschel ve ark., 2002).

Bulgur üretim prosesindeki farklılıklar TSP miktarını etkilemektedir. Siyez bulgur üretimi prosesinde ortalama %39, durum bulgur üretimi prosesinde ise ortalama %51 oranında TSP miktarında azalma olduğu belirtilmiştir (Yılmaz, 2012). Kurutma işlemi sırasında sıcaklığın ürünlerin besin kalitesini doğrudan etkilediği bilinmektedir (Dorra ve ark., 2022). Yılmaz ve Koca (2016), bulgur prosesinde uygulanan mikrodalgada pişirme ve sıcak havada kurutma işleminin bulgurun TSP miktarını en yüksek düzeyde tuttuğunu rapor etmiştir.

Hidalgo ve ark. (2008), çalışmalarında ısıl işlemin siyez buğdaylarındaki lutein miktarına etkisini incelemişlerdir. Siyez buğdaylarına 115-120°C buhar uygulaması sonucu lutein miktarının azaldığı, uygulama süresinin artmasıyla birlikte de azalış miktarının arttığı görülmüştür (Hidalgo ve ark., 2008). Yılmaz (2012), yaptığı çalışmada bulgur prosesinde yer alan pişirme işlemindeki farklılığında (geleneksel, mikrodalga ve otoklav) TSP miktarına etki ettiğini ifade etmiştir. Çalışmamızda kullanılan 10 farklı siyez bulgur örneklerinde birbirlerinden farklı TSP (lutein) miktarları bulunmuştur. Bu farklılığın sebebinin yukarıda belirtilen bulgur proseslerindeki farklılıklardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

İstatistiki değerlendirmede firik örneklerinin siyez bulgur örneklerine göre yüksek TSP miktarına sahip olduğu bulunmuştur. İki grup arasında yaklaşık 5.4 katlık bir fark bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda olgunlaşma sürecinin ilerlemesiyle birlikte lutein miktarının azaldığı belirlenmiştir (Dexter ve Matsuo, 1977). Siyez bulguru ve firik örneklerinin üretiminde kullanılan buğdayların farklı olması, üretim prosesindeki farklılıklar ve en önemlisi hasat olgunlaşma süreçlerinin birbirinden farklı olmasının TSP miktarını etkilediği düşünülmektedir.

Giambanelli ve ark. (2020), siyez bulgur prosesinde pişirme süresinin tanedeki lutein miktarına etkisini incelemişlerdir. Herhangi bir pişirme işlemi uygulanmadan çığ tanedeki lutein miktarı 5.40 mg/kg bulunmuştur. 2, 3 ve 4 saat pişirme işlemlerinden sonra lutein miktarı sırasıyla 1.77, 2.67 ve 2.40 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Brandolini ve ark. (2008), çalışmalarında siyez buğdaylarının sarı pigment miktarını 5.33-13.64 µg/g aralığında ortalama ise 8.46 µg/g olarak bulmuşlardır.

Abdel-Aal ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada siyez buğdayı örneklerinin lutein miktarını 8.56 ile 13.79 $\mu\text{g/g}$ arasında; Serpen ve ark. (2008), 6.37-8.46 $\mu\text{g/g}$ aralığında ortalama değeri ise 7.41 $\mu\text{g/g}$ olarak bulmuşlardır.

Abdel-Aal ve ark. (2002), çalışmalarında 3 farklı siyez buğday örneklerinin lutein miktarını 1.78-8.23 mg/kg, durum buğdayının lutein miktarını ise 5.93 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Hidalgo ve ark. (2006), farklı eko-coğrafi alanlardan elde ettikleri 54 siyez buğday örneklerinin karotenoid ve lutein içeriklerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre toplam karotenoidlerin %93'ünü luteinin oluşturduğunu ve ortalama lutein miktarının 7.69 $\mu\text{g/g}$ olduğunu rapor etmişlerdir.

Piscozzi (2007), çalışmasında 10 farklı bölgeden topladığı 64 farklı siyez buğdayının karotenoid konsantrasyonunu (lutein esaslı) 8.4 mg/kg olarak bulmuştur.

Yılmaz (2012), yaptığı çalışmada 18 farklı siyez ve durum bulgurunda ortalama TSP miktarını sırasıyla 8.53 ve 3.32 $\mu\text{g/g}$ olarak bildirmiştir. Geleneksel, mikrodalga ve otoklav pişirme yöntemleriyle elde edilen siyez bulgurlarının ortalama TSP miktarları sırasıyla 6.10, 7.42 ve 4.85 $\mu\text{g/g}$ olarak bulunmuştur. Kurutma yöntemlerinin TSP miktarına etkisini incelediğinde ise etüv ve mikrodalga kurutma yöntemlerinin kullanıldığı proseste sırasıyla 6.43 ve 5.81 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir.

Dexter ve Matsuo (1977), durum buğdaylarında yaptığı çalışmada olgunlaşma ile sarı pigment değerinin azaldığını rapor etmişlerdir. 3 farklı durum buğdayının olgunlaşma öncesi 24, 22 ve 20. günlerindeki sarı pigment içerikleri sırasıyla 10.40, 15.37 ve 9.74 ppm; olgun buğdaylarda ise sırasıyla 4.13, 5.80 ve 5.54 ppm olarak ifade edilmiştir. Mevcut çalışmamızda firik örneklerinin (olgunlaşmamış buğdaydan elde edilen) TSP miktarı siyez bulgurunun (olgunlaşma sürecini tamamlamış buğdaydan elde edilen) değerinden yüksek bulunmuştur.

Humphries ve Khachik (2003), firikte geometrik izomerlerinin de ayrı ayrı belirlendiği bir çalışmada toplam lutein miktarı 791.9 ng/g olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada Pioneer buğdayında toplam lutein miktarı ise 224.1 ng/g olarak rapor edilmiştir.

Çalışmanın sonucunda elde edilen siyez ve firik bulgur örneklerinin TSP miktarlarıyla literatürde yer alan miktarlar arasında bazı farklılıkların görülmesinin sebebi buğday türleri ve bulgur üretim süreçlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

4.1.8. Mineral madde

Siyez bulguru ve firik örneklerine ait mineral madde (Ca, Fe, Mg, K, P ve Zn) miktarı sonuçları Çizelge 4.8 ve Şekil 4.26-4.31'de verilmiştir. Siyez bulguru örneklerinde Ca miktarının 24.94-41.01 mg/100 g, Fe miktarının 2.07-6.91 mg/100 g, Mg miktarının 84.06-116.68 mg/100 g, K miktarının 253.75-417.17 mg/100 g, P miktarının 240.62-478.00 mg/100 g ve Zn miktarının 1.30-6.93 mg/100 g aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Firik örneklerinde ise sırasıyla Ca miktarı 29.78-53.08 mg/100 g, Fe miktarı 2.21-7.06 mg/100 g, Mg miktarı 101.32-155.93 mg/100 g, K miktarı 248.68-574.01 mg/100 g, P miktarı 231.49-423.57 mg/100 g ve Zn miktarı 2.57-7.09 mg/100 g arasında değişmiştir (Çizelge 4.8, Şekil 4.26-31). Siyez bulguru ve firik örneklerinin sırasıyla ortalama Ca miktarı 31.83 ve 40.10 mg/100 g, Fe miktarı 3.81 ve 4.47 mg/100 g, Mg miktarı 98.20 ve 128.22 mg/100 g, K miktarı 302.56 ve 355.32 mg/100 g, P miktarı 312.86 ve 336.10 mg/100 g, Zn miktarı 4.11 ve 4.88 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Firik örneklerinin Fe, K, P ve Zn miktarları siyez bulguru örneklerine kıyasla sayısal olarak daha yüksek, Ca ve Mg miktarları ise istatistiki olarak yüksek bulunmuştur.

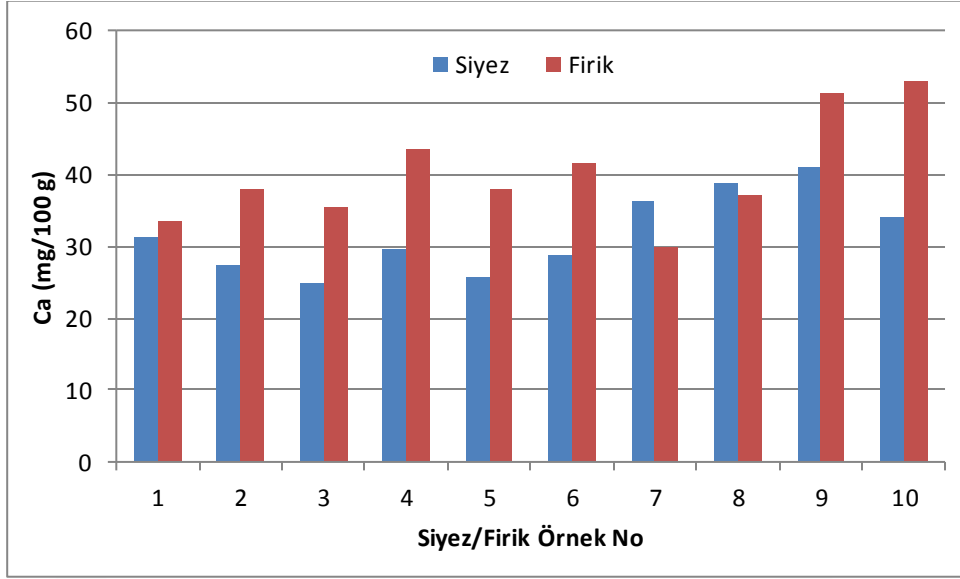
Tahıl tanelerindeki mineral madde miktarı; yetiştirildiği toprak türüne, yetiştirme koşullarına, tohum çeşidi ve gübrelemeye bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Ercan, 1986; Emeksizozğlu, 2016). Ayrıca minerallerin tanedeki dağılışı farklılık göstermekte özellikle dış tabakalarda yoğunlaşmaktadır (Ercan, 1986). Özkaya ve ark. (1999), çalışmalarında iki farklı durum buğdayından (Duraking ve Ege) iki farklı prosesle elde ettikleri firiklerin olgunlaşma sürecinin (tam çiçeklenmeyi takiben 13-25 gün) ilerlemesiyle Cu, Zn, Mn, Na, K ve Mg minerallerinin miktarında azalma görmüşlerdir.

Levent (2014), yaptığı çalışmada buğdayların olgunlaşma periyodunun ilerlemesiyle birlikte mineral madde miktarının azaldığını ifade etmiştir. Karlen ve Whitney (1980), çalışmasında sert kırmızı kışlık buğdayların olgunlaşma süreçlerinin ilerlemesiyle P, K, Ca ve Cu minerallerinin konsantrasyonunun azaldığını, Mg ve Zn minerallerinin sabit kaldığını ve S ve Mn minerallerinin ise değişkenlik gösterdiğini rapor etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada ekmeklik buğday çeşidinde bulunan Zn konsantrasyonunun olgunlaşma sürecinin ilerlemesiyle azaldığı belirtilmiştir (Öztürk ve ark.,2006).

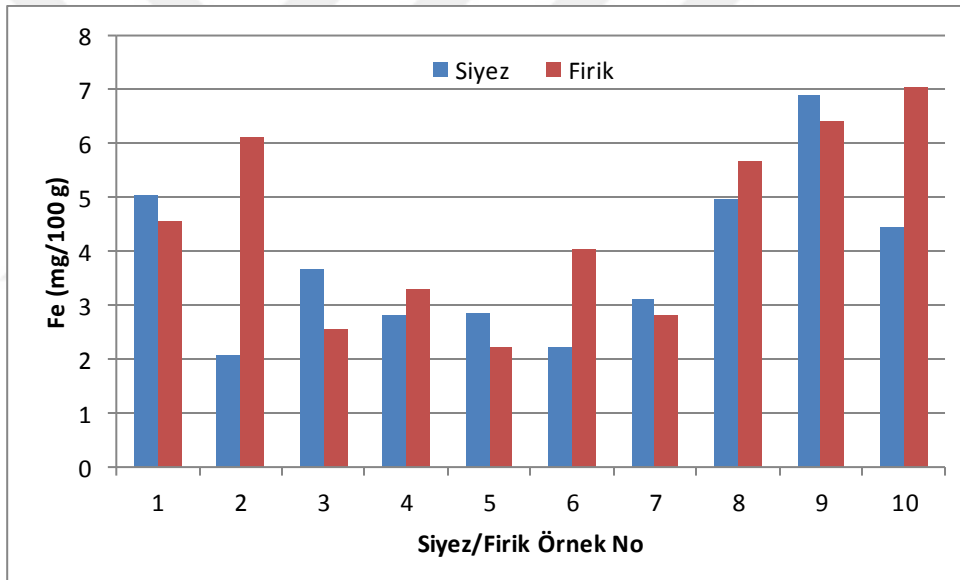
Çizelge 4.8. Siyez bulguru ve firik örneklerine ait mineral madde miktarı (mg/100 g) sonuçları¹

Bulgur çeşidi	Örnek no	Ca	Fe	Mg	K	P	Zn
Siyez	1	31.33±0.94	5.04±0.32	104.21±3.56	271.20±5.37	313.21±4.32	4.76±0.1
	2	27.48±0.72	2.07±0.13	84.06±4.23	259.54±6.12	240.62±4.55	1.45±0.06
	3	24.94±0.19	3.66±0.09	108.13±3.45	318.42±4.23	310.15±3.69	3.97±0.23
	4	29.72±0.29	2.81±0.12	86.22±2.98	261.23±5.09	298.15±5.17	4.44±0.32
	5	25.68±0.56	2.87±0.05	88.47±1.78	253.75±2.57	290.52±6.29	2.60±0.04
	6	28.85±0.42	2.21±0.07	92.69±2.59	290.52±3.48	335.21±3.96	1.30±0.21
	7	36.39±0.34	3.12±0.25	116.68±2.31	417.17±5.14	478.00±4.56	6.84±0.12
	8	38.85±0.77	4.96±0.32	93.55±3.96	274.52±4.94	248.65±4.19	6.23±0.04
	9	41.01±0.59	6.91±0.33	116.42±3.02	358.96±6.45	315.00±5.21	6.93±0.07
	10	34.04±0.32	4.46±0.09	91.61±2.87	320.27±4.17	299.13±5.45	2.60±0.07
Min-Maks		24.94-41.01	2.07-6.91	84.06-116.68	253.75-417.17	240.62-478.00	1.30-6.93
Ortalama		31.83±5.55	3.81±1.52	98.20±12.21	302.56±52.43	312.86±65.00	4.11±2.11
Firik	1	33.44±0.55	4.55±0.15	127.29±2.54	316.33±3.97	363.23±4.98	3.36±0.06
	2	38.08±0.65	6.11±0.19	132.51±3.56	426.63±4.87	423.57±7.02	4.94±0.07
	3	35.32±0.72	2.55±0.16	116.32±3.47	307.12±6.32	298.12±6.48	2.57±0.12
	4	43.55±0.26	3.29±0.06	128.36±3.41	355.87±5.12	340.62±5.73	4.59±0.15
	5	38.06±0.25	2.21±0.23	123.52±2.65	277.97±4.51	234.78±4.68	5.77±0.09
	6	41.47±0.45	4.05±0.23	113.73±1.98	345.75±3.89	345.69±4.23	5.28±0.23
	7	29.78±0.55	2.83±0.25	107.12±1.75	248.68±4.58	231.49±3.45	3.54±0.24
	8	37.04±0.48	5.66±0.12	101.32±2.48	262.26±2.45	294.83±5.55	5.07±0.33
	9	51.17±0.45	6.43±0.13	176.11±4.24	574.01±5.21	422.41±5.25	7.09±0.07
	10	53.08±0.33	7.06±0.15	155.93±2.12	438.54±1.98	406.23±4.1	6.58±0.11
Min-Maks		29.78-53.08	2.21-7.06	101.32-155.93	248.68-574.01	231.49-423.57	2.57-7.09
Ortalama		40.10±7.53	4.47±1.75	128.22±22.66	355.32±99.88	336.10±70.88	4.88±1.43
	N	Ca	Fe	Mg	K	P	Zn
Siyez	10	31.83±5.55b	3.81±1.52a	98.20±12.21b	302.56±52.43a	312.86±65.00 a	4.11±2.11a
Firik	10	40.10±7.53a	4.47±1.75a	128.22±22.66a	355.32±99.88a	336.10±70.88a	4.88±1.43a

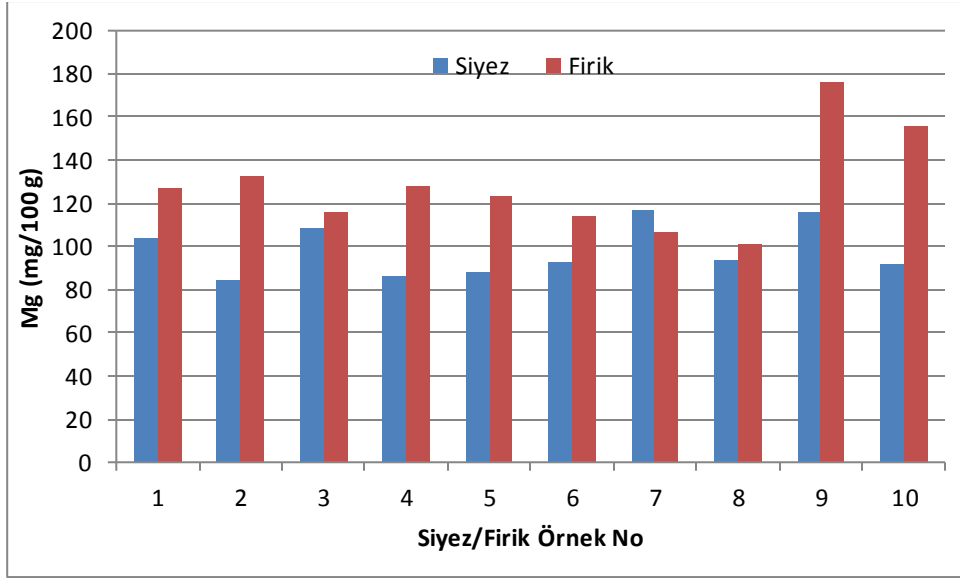
¹ Aynı sütunda farklı harfle gösterilmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Sonuçlar kuruma dde üzerinden verilmiştir.



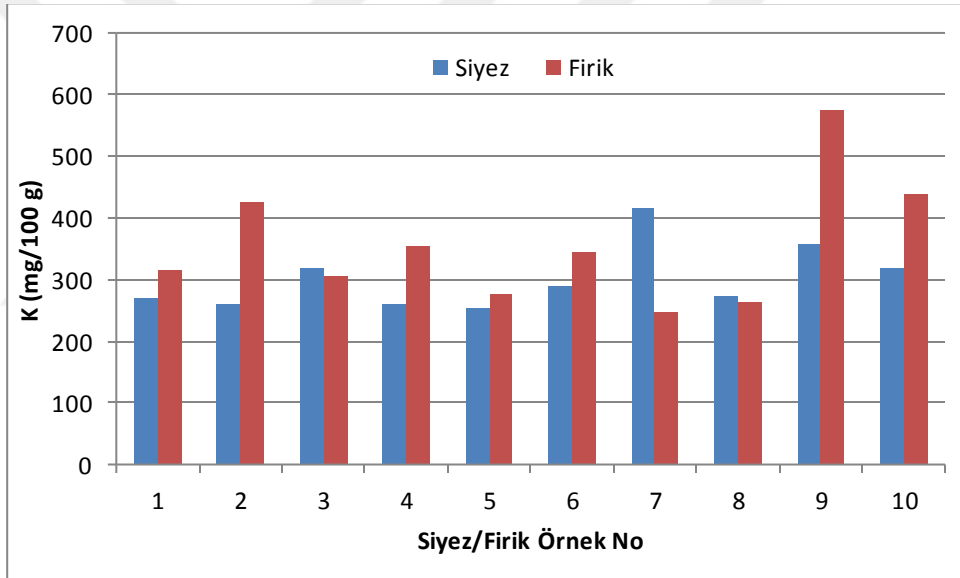
Şekil 4.26. Siyez bulguru ve firik örneklerinin Ca miktarı



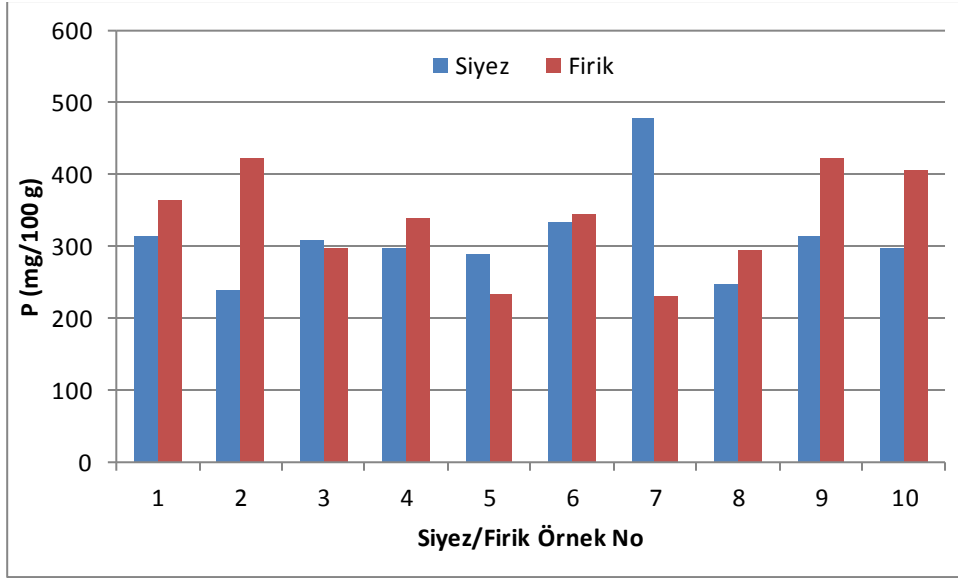
Şekil 4.27. Siyez bulguru ve firik örneklerinin Fe miktarı



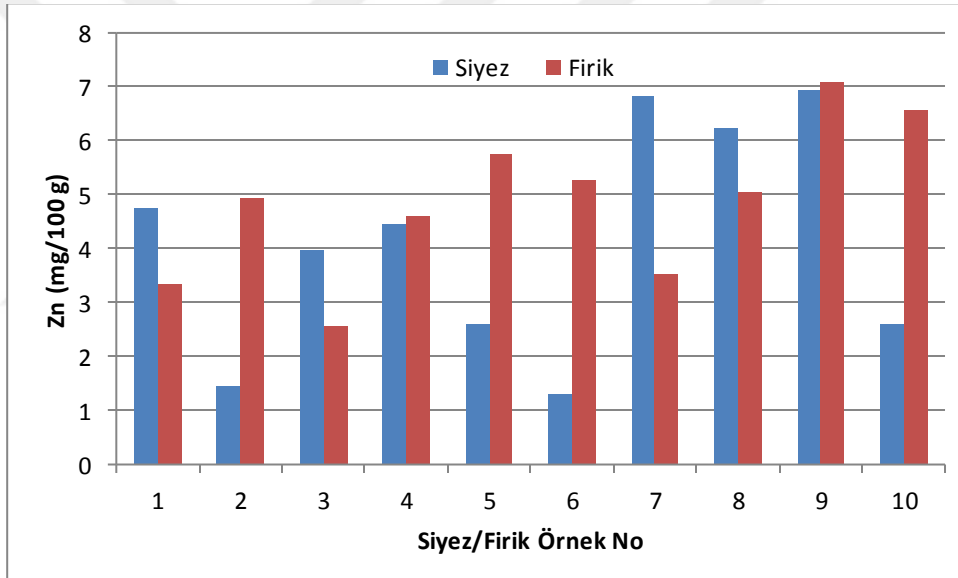
Şekil 4.28. Siyez bulguru ve firik örneklerinin Mg miktarı



Şekil 4.29. Siyez bulguru ve firik örneklerinin K miktarı



Şekil 4.30. Siyez bulguru ve firik örneklerinin P miktarı



Şekil 4.31. Siyez bulguru ve firik örneklerinin Zn miktarı

Çalışmamızda olgunlaşmamış buğdaydan elde edilen firik örneklerinin mineral madde miktarının olgunlaşma sürecini tamamlamış siyez bulgur örneklerinden fazla olması olgunlaşma sürecinde mineral madde miktarında meydana gelen değişime bağlanabilir. Özkaya ve ark. (1999), çalışmasında durum buğdaylarından kaynatma ve kavurma prosesleriyle elde edilen firiklerin mineral miktarlarını incelemiştir. Firik örnekleri aynı çeşit buğdaydan elde edilmesine rağmen proseslerdeki farklılıktan dolayı mineral madde miktarları değişkenlik göstermiştir. Kavurma prosesi ile elde edilen firik örneklerinin mineral miktarları kaynatma prosesiyle elde edilenlerden daha yüksek

bulunmuştur. Bu çalışmada da firik ve siyez bulgurlarının farklı proseslerle üretilmiş olması mineral madde miktarlarının farklı olmasında önemli bir etken olabilir.

Literatür çalışmalarında; siyez ve ekmeklik buğdayın Fe, Zn, Mg ve P miktarı sırasıyla 45.9-52 ve 36-38.2 mg/kg, 53-72 ve 35 mg/kg, 1.5-1.6 ve 1.1-1.4 g/kg, 5.2-5.4 ve 3.1-4.7 g/kg olarak rapor edilmiştir (Zhao ve ark., 2009; Erba ve ark., 2011; Suchowilska ve ark., 2012).

Abdel-Aal ve ark. (1995), çalışmasında siyez ve durum buğdayının P ve K miktarlarını sırasıyla 415 ve 360 mg/100 g ile 390 ve 305 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir.

Özkan ve ark. (2007), yaptığı çalışmada 54 farklı siyez buğday tanesinin Zn ve Fe miktarlarını 42.7-71.1 mg/100 g ve 37.2-62.6 mg/100 g aralığında ortalama değeri ise sırasıyla 54.8 mg/100 g ve 47.0 mg/100 g olarak belirlemişlerdir.

Erba ve ark. (2011), siyez buğdayında mineral maddelerin dağılımını incelediği çalışmada P, K ve Mg miktarlarını sırasıyla 309-541.1 mg/100 g, 199.6-326 mg/100 g ve 112.5-151.2 mg/100 g aralığında belirlemişlerdir.

Suchowilska ve ark. (2012), *Triticum monococcum* buğdayında ortalama K, P ve Mg miktarlarını sırasıyla 4.29 g/kg, 5.20 g/kg ve 1.63 g/kg olarak bulmuşlardır.

Emeksizoğlu (2016), çalışmasında siyez buğdayı örneklerinde K, P ve Mg miktarlarını sırasıyla 396.76-558.42 mg/100 g, 109.36-527.76 mg/100 g ve 102.68-157.05 mg/100 g aralığında değiştiğini tespit etmiştir. Aynı minerallerin ortalama değerleri ise sırasıyla 500.94, 357.89 ve 129.07 mg/100 g olarak bulunmuştur.

Arzani ve Ashraf (2017), çalışmalarında siyez buğdayunun P, K, Mg, Ca, Fe ve Zn miktarları sırasıyla 5.2 g/kg, 4.29 g/kg, 1.63 g/kg, 0.42 g/kg, 49 mg/kg ve 53 mg/kg olarak ifade etmişlerdir.

Biel ve ark. (2021), siyez buğdayının Ca, P, Mg, K, Fe ve Zn miktarları sırasıyla 0.17, 4.74, 1.74, 6.45, 58.8 ve 17.8 g/kg olarak belirlemişlerdir.

Hendek Ertop ve Atasoy (2019), yaptıkları çalışmada siyez buğdayı örneklerinin K, Ca, Fe, Zn, P ve Mg miktarlarını sırasıyla 4963.60, 549.45, 73.10, 67.90, 3924.30 ve 1294.70 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Yang ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada olgunlaşma öncesi yeşil buğdayın ve olgunlaşmış sarı buğdayın Ca, Fe, K ve P miktarlarını sırasıyla 63.79 ve 49.26 mg/100 g, 10.39 ve 10.44 mg/100 g, 451.02 ve 390.41 mg/100 g, 412.55 ve 421.78 mg/100 g olarak bulmuşlardır.

Ertaş (2017), çalışmasında endüstriyel olarak elde edilen durum bulguru örneklerinin ortalama Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn miktarlarını sırasıyla 24.7, 1.89, 363, 75.7, 284 ve 2.02 mg/100 g; aynı mineral miktarları sırasıyla ev yapımı durum bulgurlarında 40.9, 2.99, 378, 111.9, 345.6 ve 3.21 mg/100 g; laboratuvar ortamında elde edilen durum bulgurunda ise 56.8, 5.85, 473, 127, 407.2 ve 4.15 mg/100 g olarak belirlenmiştir.

Özkaya ve ark. (1999), Duraking durum buğdayı çeşidinde elde edilen firığın Fe, Zn, K, Ca ve Mg miktarlarını sırasıyla 40.2 ppm, 29.6 ppm, 370 mg/100 g, 35.6 mg/100 g ve 166 mg/100 g; Ege durum buğdayından elde edilen firığın aynı mineral değerlerini ise sırasıyla 43.4 ppm, 30.4 ppm, 458 mg/100 g, 44.2 mg/100 g ve 178 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Her iki buğday türünde de (Duraking ve Ege) hasat sürecinin ilerlemesiyle firiklerdeki mineral madde miktarlarında azalma görülmüştür.

4.1.9. Pişirme testleri

Siyez bulguru ve firik örneklerinin ağırlık artışı ve suya geçen madde miktarı (SGMM) değerleri Çizelge 4.9 ve Şekil 4.32-4.33'de verilmiştir.

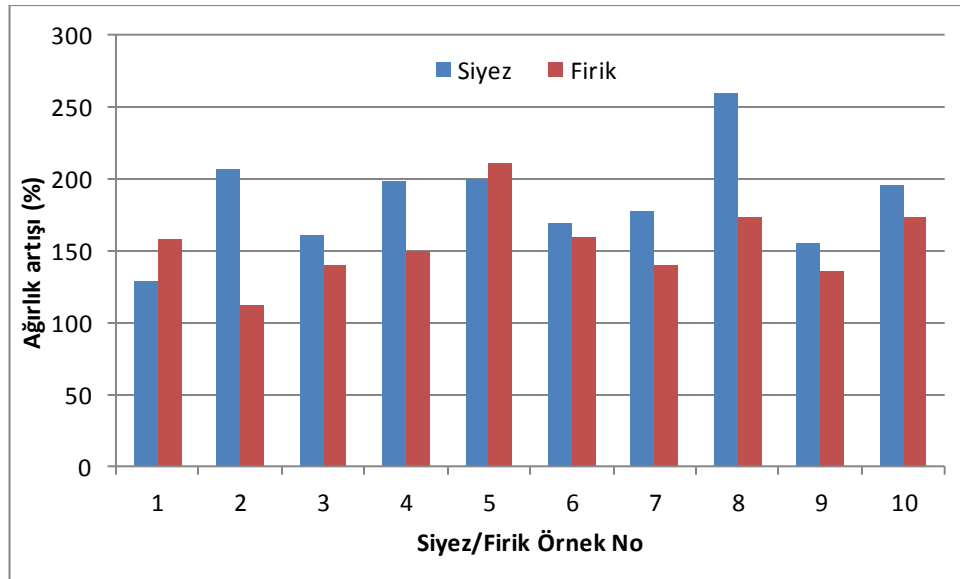
Siyez bulguru ve firik örneklerinin ağırlık artış değerleri sırasıyla %129.29-%259.09 ve %112.79-%210.91 aralığında değiştiği görülmüştür. Siyez bulguru örneklerinin ortalama ağırlık artış değeri (%185.01) firik örneklerinin ortalama ağırlık artış değerinden (%155.43) daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.32).

Buğdayların zayıf ya da kuvvetli olması suyu tutma ve absorbe etme özelliklerini etkilemektedir (Mis, 2005). Protein miktarı, öğütme işlemi sırasında zarar gören nişasta miktarı, nişasta dışındaki diğer karbonhidratlar su emilimini etkileyen faktörler arasında yer almaktadır (Finney ve ark., 1987; Cankurtaran Kömürcü, 2021). Fizyolojik olgunluğunu tamamlamış siyez buğdayından elde edilen siyez bulguru olgunlaşmamış buğdaydan elde edilen firik bulguruna kıyasla daha fazla nişasta içermektedir. Bu durum ağırlık artışı üzerinde etkili olabilmektedir.

Çizelge 4.9. Siyez bulguru ve firik örneklerine ait pişirme testi sonuçları¹

Bulgur çeşidi	Örnek no	Ağırlık artışı (%)	SGMM (%)
Siyez	1	129.29±4.31	3.19±0.14
	2	206.43±1.66	4.13±0.38
	3	160.24±2.07	3.54±1.28
	4	198.28±3.81	4.08±0.01
	5	199.55±4.77	4.08±0.42
	6	168.75±9.54	3.88±0.12
	7	177.76±3.72	4.18±0.05
	8	259.09±7.75	5.50±0.32
	9	155.69±7.35	3.50±0.15
	10	195.00±7.78	3.26±0.05
Min-Maks		129.29-259.09	3.19-5.50
Ortalama		185.01±35.48	3.94±0.66
Firik	1	158.62±4.43	4.55±0.43
	2	112.79±6.30	1.95±0.21
	3	140.50±4.14	2.79±0.94
	4	149.01±0.70	3.50±0.39
	5	210.91±9.77	5.00±0.15
	6	158.75±3.89	3.58±0.70
	7	140.10±3.30	2.72±0.23
	8	173.94±6.35	4.00±0.39
	9	136.29±2.31	4.29±0.04
	10	173.51±2.25	6.88±1.19
Min-Maks		112.79-210.91	1.95-6.88
Ortalama		155.43±26.78	3.93±1.39
	n	Ağırlık artışı (%)	SGMM (%)
Siyez	10	185.01±35.48a	3.94±0.66a
Firik	10	155.43±26.78b	3.93±1.39a

¹ Aynı sütunda farklı harfle gösterilmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). SGMM: Suya geçen madde miktarı.



Şekil 4.32. Siyez bulguru ve firik örneklerinin ağırlık artışı

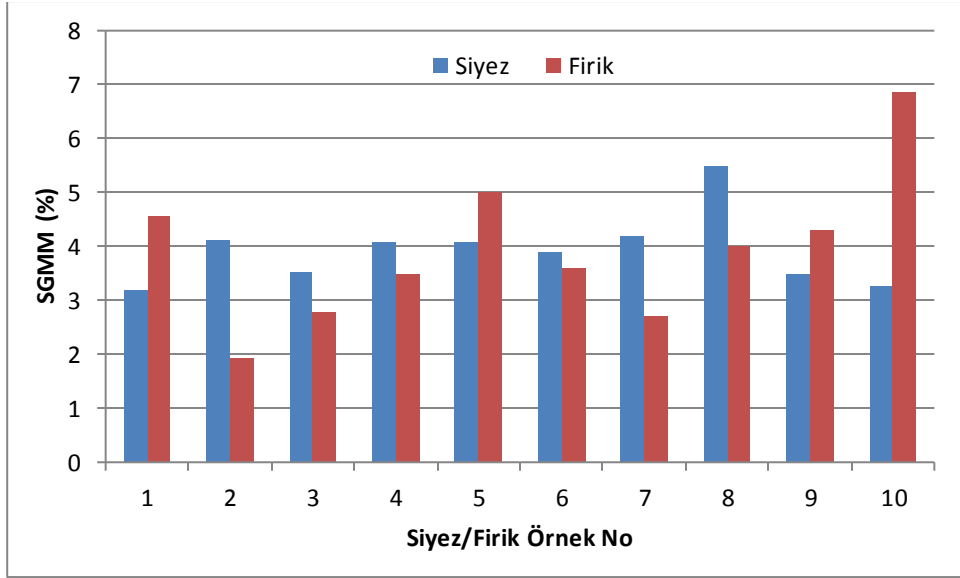
Durum buğdayı siyez buğdayına kıyasla daha büyük ve sert tane yapısı ve daha kalın kepek tabakasına sahiptir. Hendek Ertop (2019), çalışmasında siyez buğdayının SEM mikrograflarını opak, durum buğdaylarınınkini ise camsı bir görünümde olduğunu belirtmiştir. Siyezde görsel gözlemlerle nişasta granülleri kolayca ayrılabilirken protein bağlarının daha iç içe sıkı bir yapıda olduğu görülmüştür. Durum buğdayında nişasta granüllerinin çapının siyez buğdayına göre daha düşük olduğu ifade edilmiştir. Durum buğdayının bu yapısal özellikleri suyun taneye nüfuz etmesini zorlaştırır, pişirme için gereken ısının verimliliğini azaltır ve nişastanın jelatinizasyonunu geciktirir (Yılmaz ve Koca, 2020).

Literatür çalışmalarında olgunlaşma sürecinin ve bulgur işleme prosesinin buğday tanesinin absorpsiyon özelliklerini etkilediği belirtilmiştir (Maskan, 2001; Bayram, 2008). Bu çalışmamızda da siyez bulguru ve firik örneklerinin kendi içinde ağırlık artış değerlerinin geniş bir aralıkta değişim göstermesinin bulgur üretim proseslerindeki farklılıklardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Siyez bulguru ve firik örneklerinin ortalama ağırlık artışlarının birbirinden farklı olmasının sebebi firik örneklerinin olgunlaşmamış buğdaylardan elde edilirken siyez bulguru örneklerinin ise olgunlaşma sürecini tamamlamış siyez buğdayından elde edilmesine bağlanabilir.

Siyez bulguru örneklerinin SGMM değerleri %3.19 ile %5.50 arasında değişmekte olup ortalama %3.94 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.33). Firik örneklerinin SGMM değerleri ise %1.95 ile %6.88 arasında değişmekte olup ortalama %3.93 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.33). Siyez bulguru örneklerinin ortalama SGMM değeri sayısal olarak firik örneklerinin SGMM değerinden yüksek bulunmuştur fakat istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Bulgur Tebliğine göre SGMM değeri (kurumaddede) pilavlık bulgur ve esmer pilavlık bulgurda en çok %10, çeşnili pilavlık bulgurda ise en çok %12 olarak belirtilmiştir (Anonim, 2016). Çalışmamızda elde edilen siyez bulguru ve firik örneklerinin ortalama SGMM değeri pilavlık bulgur değerlerine uygun bulunmuştur.

Yılmaz ve Koca (2020), çalışmalarında farklı üretim prosesleriyle elde ettikleri siyez ve durum bulguru örneklerinin su absorpsiyon değerlerinin sırasıyla %90.33 ile %132.67 ve %197.83 ile %237.33 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Aynı bulgur örneklerinde ortalama su absorpsiyon değerlerini ise sırasıyla %102.33 ve %216.67 olarak bulmuşlardır.



Şekil 4.33. Siyez bulguru ve firik örneklerinin suya geçen madde miktarı (SGMM)

Hendek Ertop (2019), çalışmasında endüstriyel ve ev tipi siyez bulgur örneklerinin su absorpsiyon değerleri sırası ile %149 ve %151; durum bulgurunun su absorpsiyon değerini ise %180 olarak rapor etmiştir.

Hayta (2002), çalışmasında bulgur üretim prosesinde farklı kurutma yöntemlerinin durum bulgur örneklerindeki su absorpsiyon değerlerine etkisini incelemiştir. En düşük su absorpsiyonu değerini %233 olarak tepsili ve mikrodalga kurutma metotlarında, en yüksek değeri ise %256 olarak solar kurutma metodunda elde etmiştir. Güneşte kurutarak da su absorpsiyon değerini %234 olarak belirlemiştir.

Özboy Özbaş ve Köksel (2003), çalışmalarında tritikaleden, makarnalık ve ekmeklik buğdaydan elde edilmiş kırılmamış bulgur örneklerinin su absorpsiyon değerlerini sırasıyla %84.1, %68.3 ve %59.1; 2 mm elek üstü kırılmış aynı bulgur örneklerinde ise su absorpsiyon değerlerini sırasıyla %206.0, %201.9 ve %202.6 olarak rapor etmişlerdir.

Aydın ve ark. (1993), durum bulguru örneklerinin su absorpsiyon değerlerini %190.2 ile %205.6 arasında değiştiğini ve ortalama değeri ise %198.0 olarak bildirmişlerdir.

Maskan (2001), çalışmasında firığın suda bekletme süresinin ve su sıcaklığının artmasına bağlı olarak firik örneklerinin su absorpsiyon ve hacim artış değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Su sıcaklığının 70°C'de en yüksek su absorpsiyon ve hacim artış değerlerini verdiği ifade edilmiştir. Buğday, dövme ve firik örneklerini karşılaştırdığı

çalışmasında en yüksek su absorpsiyon ve hacim artışı değerinin firik örneklerinde bulunduğunu bildirmiştir.

4.1.10. Tekstür profil analizi sonuçları

Siyez bulguru ve firik örneklerinin tekstür profil analiz sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Sertlik kavramı, besin maddelerini öğütücü dişler yardımıyla birkaç parçaya ayırmak için gerekli kuvvettir (Karaoğlu ve ark., 2021). Başka bir ifade ile sertlik ilk sıkıştırmada örnek tarafından proba uygulanan kuvvettir. Bulgurda çok düşük ya da çok yüksek sertlik tercih edilmemektedir (Yılmaz ve Koca, 2020).

Siyez bulguru ve firik örneklerinin sertlik değerleri sırasıyla 13706.76-25905.06 g ve 11631.02-23560.02 g aralığında değişmiş olup firik örneklerinin ortalama sertlik değerinin (19293.11 g) siyez bulguru örneklerinin ortalama sertlik değerinden (18356.83 g) sayısal olarak daha yüksek olduğu, ancak istatistiki olarak aralarındaki farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.34).

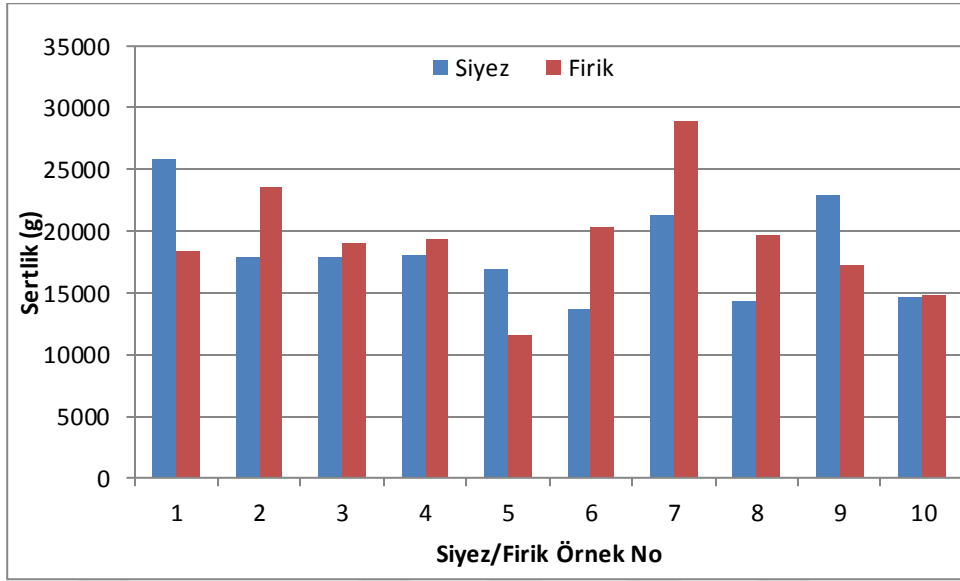
Yapışkanlık; probu numuneden çekmek için negatif bir kuvvet olarak tanımlanmaktadır. Tekstürel analizlerde yapışkanlık parametresinin yüksek olması tüketicilerde duyuşsal ve görsel bir sorun oluşturmaktadır (Yılmaz ve Koca, 2020). Singh ve Singh (2010), çalışmasında kepek miktarındaki artışın, kepek tabakasının yapışkan nişasta ile dış ortam arasındaki bariyer etkisi sayesinde pişmiş buğdayın yapışkanlığını azalttığını bildirmiştir.

Tekstür profil sonuçları, yapışkanlık değerleri açısından değerlendirildiğinde; siyez bulguru örneklerinin yapışkanlık değerlerinin (-6.83)-(-2.84) arasında, firik örneklerinin ise (-7.37)-(-3.14) aralığında değişim gösterdiği görülmüştür. Siyez bulguru ve firik örneklerinin ortalama yapışkanlık değerleri ise sırasıyla -4.40 ve -4.05 olarak bulunmuştur. Negatif kuvvet alanını ifade eden yapışkanlık değeri siyez bulgur örneklerinde firik örneklerine kıyasla sayısal olarak daha yüksek bulunmuş, ancak istatistiki olarak aralarında fark belirlenmemiştir (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.35).

Çizelge 4.10 Siyez bulguru ve firik örneklerine ait tekstür profil analiz değerleri

Bulgur çeşidi	Örnek no	Sertlik (g)	Yapışkanlık	Elastikiyet	Koheziflik	Çiğnenebilirlik (g)	Esneklik
Siyez	1	25905.06±57.97	-3.70±1.19	0.93±0.00	0.73±0.00	17690.81±19.17	0.65±0.00
	2	17868.64±187.98	-3.05±0.39	0.94±0.07	0.65±0.00	11021.74±99.89	0.69±0.02
	3	17899.47±67.73	-5.07±2.26	0.91±0.02	0.73±0.00	11793.39±93.76	0.70±0.01
	4	18115.73±175.82	-5.02±1.11	0.92±0.01	0.73±0.02	12128.74±54.74	0.63±0.04
	5	16880.85±165.85	-6.83±0.01	0.87±0.02	0.71±0.02	10490.38±74.10	0.65±0.02
	6	13706.76±269.88	-2.84±0.62	0.85±0.03	0.66±0.00	7659.50±13.35	0.69±0.03
	7	21303.76±53.57	-3.84±0.03	0.87±0.03	0.67±0.02	12526.60±69.07	0.61±0.05
	8	14279.68±37.36	-6.14±2.82	0.88±0.03	0.63±0.02	7922.70±4.89	0.57±0.04
	9	22960.98±55.97	-3.13±0.59	0.92±0.10	0.76±0.00	16041.19±100.16	0.69±0.03
	10	14647.36±11.14	-4.37±0.55	0.88±0.00	0.68±0.00	8707.35±32.85	0.67±0.03
Min-Maks		13706.76-25905.06	-6.83-(-2.84)	0.85-0.94	0.63-0.76	7659.50-17690.81	0.57-0.70
Ortalama		18356.83±3965.81a	-4.40±1.35a	0.90±0.03a	0.70±0.04a	11598.24±3282.63a	0.65±0.04a
Firik	1	18381.11±152.34	-3.14±0.80	0.88±0.02	0.69±0.00	11041.21±167.27	0.62±0.02
	2	23560.02±121.32	-3.91±0.09	0.87±0.03	0.75±0.01	15391.57±62.64	0.73±0.01
	3	19029.58±259.29	-3.04±0.09	0.90±0.01	0.75±0.01	12936.80±119.12	0.72±0.00
	4	19294.32±62.61	-3.71±0.37	0.74±0.04	0.71±0.01	10161.44±75.25	0.66±0.01
	5	11631.02±208.55	-7.37±0.31	0.85±0.25	0.61±0.04	6060.70±129.52	0.60±0.06
	6	20262.21±302.28	-3.42±0.90	0.84±0.01	0.70±0.01	12032.19±22.31	0.65±0.03
	7	28915.42±32.55	-3.76±0.07	0.85±0.04	0.76±0.00	18749.04±85.24	0.68±0.01
	8	19693.88±71.36	-3.94±0.05	0.89±0.01	0.73±0.00	12816.47±41.21	0.68±0.01
	9	17317.35±21.94	-3.70±1.11	0.80±0.03	0.68±0.02	9462.10±54.73	0.60±0.02
	10	14846.15±104.10	-4.54±0.24	0.91±0.02	0.64±0.01	8686.97±26.51	0.59±0.00
Min-Maks		11631.02-23560.02	-7.37-(-3.14)	0.74-0.91	0.61-0.76	6060.70-18749.04	0.59-0.73
Ortalama		19293.11±4656.93a	-4.05±1.24a	0.85±0.05b	0.70±0.05a	11733.85±3572.75a	0.65±0.05a
	N	Sertlik (g)	Yapışkanlık	Elastikiyet	Koheziflik	Çiğnenebilirlik (g)	Esneklik
Siyez	10	18356.83±3965.81a	-4.40±1.35a	0.90±0.03a	0.70±0.04a	11598.24±3282.63a	0.65±0.04a
Firik	10	19293.11±4656.93a	-4.05±1.24a	0.85±0.05b	0.70±0.05a	11733.85±3572.75a	0.65±0.05a

¹ Aynı sütunda farklı harfle gösterilmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).



Şekil 4.34. Siyez bulguru ve firik örneklerinin sertlik değeri

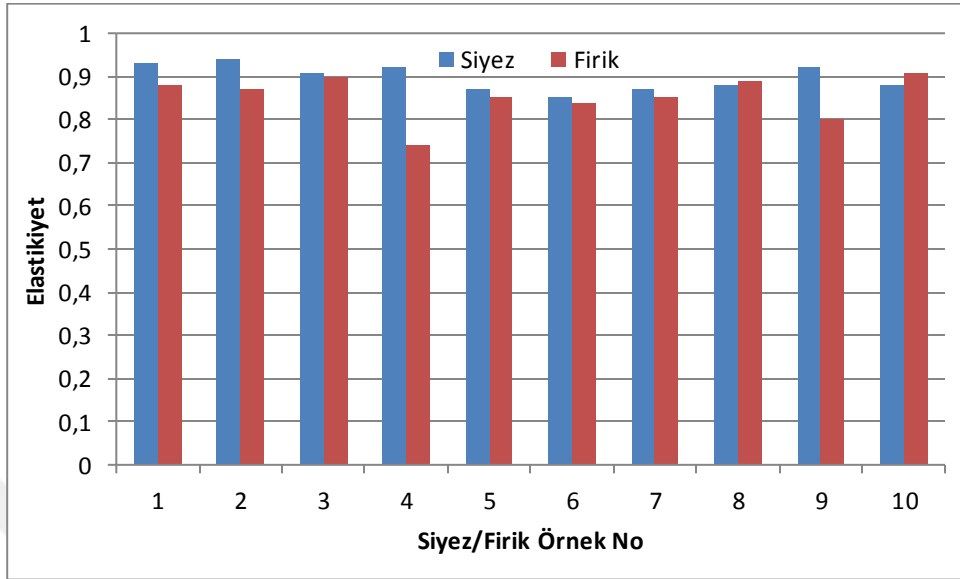


Şekil 4.35. Siyez bulguru ve firik örneklerinin yapışkanlık değeri

Elastikiyet, fiziksel olarak deforme olmuş bir malzemenin deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra deforme olmamış durumuna geri dönme hızı olarak ifade edilmektedir. Duyusal olarak ise besin maddesinin dişler arasında sıkıştırıldığı andan itibaren orijinal şekline dönme hızı olarak tanımlanmaktadır (Szczesniak, 2002).

Siyez bulguru ve firik örneklerinin elastikiyet değerleri sırasıyla 0.85-0.94 ve 0.74-0.91 aralığında belirlenmiştir. İstatistiki olarak değerlendirildiğinde ise siyez

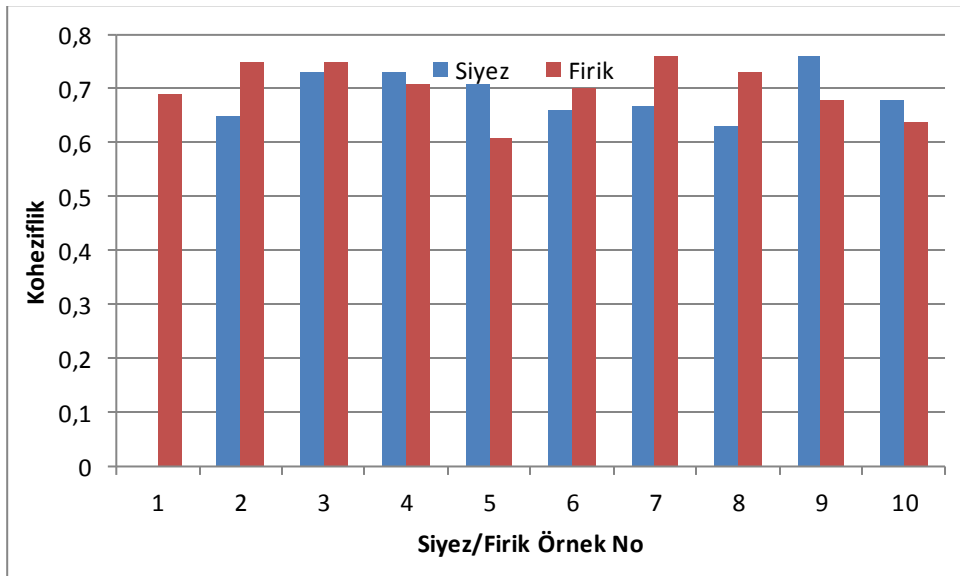
bulgur örneklerinin ortalama elastikiyet değeri (0.90) firik örneklerinin elastikiyet değerinden (0.85) daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.36).



Şekil 4.36. Siyez bulguru ve firik örneklerinin elastikiyet değeri

Koheziflik; bir maddenin kırılmadan önce dişler arasında sıkıştırılma derecesi olarak tanımlanmaktadır (Szczeniak, 2002).

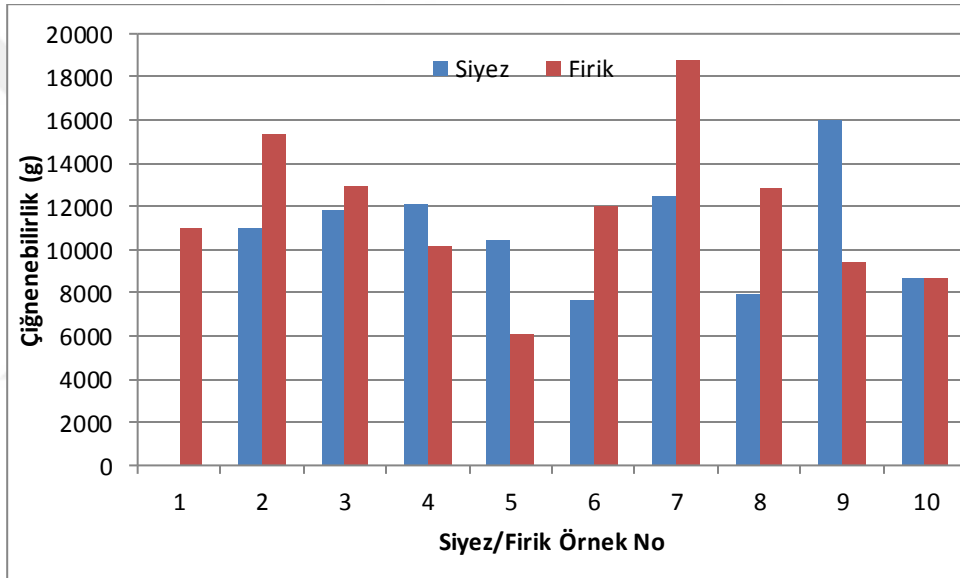
Siyez bulguru örneklerinin koheziflik değeri 0.63-0.76, firik örneklerinde ise aynı değer 0.61-0.76 aralığında bulunmuştur. Her iki bulgur örneklerinde ortalama koheziflik değeri 0.70 olarak bulunmuş ve istatistiki olarak fark belirlenmemiştir (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.37).



Şekil 4.37. Siyez bulguru ve firik örneklerinin koheziflik değeri

Çiğnenebilirlik; katı gıda maddesinin yutmaya hazır hale gelmesine kadar gerekli olan enerji olarak ifade edilmektedir. Çiğnenebilirlik; sertlik, koheziflik ve elastikiyet değerleri çarpılarak elde edilmektedir (Bourne, 2002; Erdemir ve Karaoğlu, 2021).

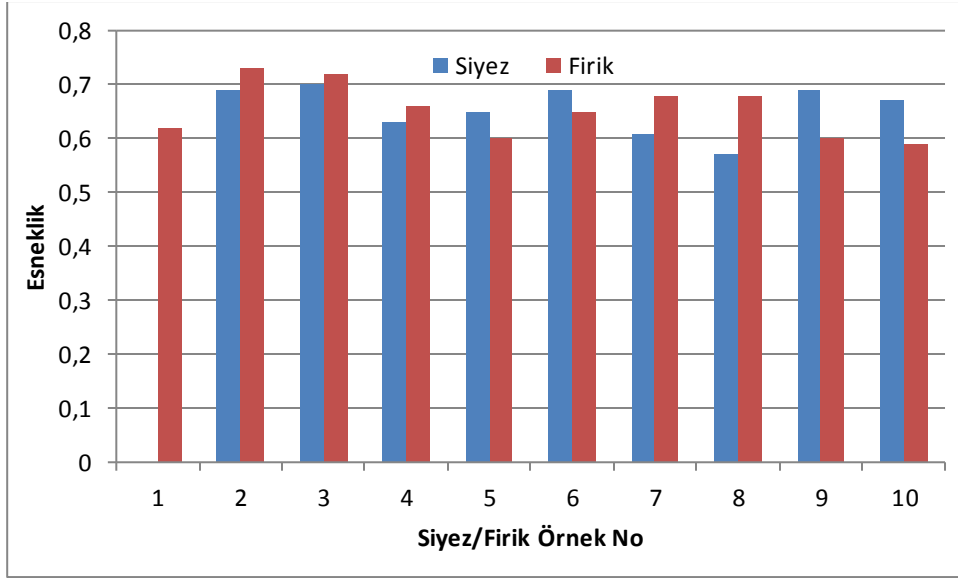
Siyez bulguru ve firik örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri sırasıyla 7659.50 g ile 17690.81 g ve 6060.70 g ile 18749.04 g arasında değişim göstermiştir. Siyez bulguru ve firik örneklerinin ortalama çiğnenebilirlik değerleri sırasıyla 11598.24 g ve 11733.85 g olarak bulunmuştur. Örnek grupları arasında istatistiki fark görülmemiştir (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.38).



Şekil 4.38. Siyez bulguru ve firik örneklerinin çiğnenebilirlik değeri

Esneklik; gıda maddelerine uygulanan etki ortadan kaldırıldıktan sonra orijinal şeklini alması olarak tanımlanmaktadır (Ertaş ve Doğruer, 2010).

Siyez bulguru ve firik örneklerinin esneklik değerleri sırasıyla 0.57-0.70 ve 0.59-0.73 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ortalama esneklik değerleri ise hem siyez bulguru hem firik örneklerinde 0.65 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.39).



Şekil 4.39. Siyez bulguru ve firik örneklerinin esneklik değeri

Siyez bulguru ve firik örneklerinin tekstür profil değerlerinin farklı bulunmasında buğday çeşitlerinin ve bulgur üretim metotlarındaki farklılıklar etkili olmuş olabilir. Literatür çalışmalarında bulgur örneklerinin elde edildiği buğday türünün tekstür profil değerlerini etkilediği belirtilmiştir (Yılmaz, 2012). Mevcut çalışmamızda yer alan siyez bulguru ve firik örnekleri birbirinden farklı buğday türlerinden elde edildiği için tekstür profil değerleri farklı bulunmuştur.

Çalışmamızda aynı bulgur grubu içinde (siyez ya da firik grubu) farklı tekstür profil değerlerinin belirlenmesinin en önemli sebebi ise literatür çalışmalarında da belirtildiği gibi bulgur üretim metotlarındaki farklılıklardır. Pişirme ve kurutma gibi proseslerde farklı yöntemlerin tercih edilmesi tekstür profil değerlerini etkilemektedir (Yılmaz ve Koca, 2020).

Yılmaz ve Koca (2020), çalışmalarında farklı pişirme ve kurutma yöntemleriyle elde ettikleri siyez ve durum bulguru örneklerinin tekstürel özelliklerini incelemişlerdir. Farklı metotlarla elde edilen bulgurların tüm tekstür değerlerinin ortalamaları alınmıştır. Siyez bulgurunun ortalama sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, koheziflik, çiğnenebilirlik ve esneklik değerleri sırasıyla 20557.26 g, -28.72, 0.68, 0.61, 8750.86 g ve 0.45 olarak belirlenmiştir. Durum bulguru örneklerinde ise aynı değerler sırasıyla 15597.62 g, -10.55, 0.65, 0.57, 5959.29 g ve 0.41 olarak bulunmuştur. Yaptığı çalışmada tekstür profil analiz sonuçlarına göre siyez bulgur örnekleri durum bulguru örneklerine kıyasla daha sert, daha yapışkan ve daha az çiğnenebilir bulunmuştur. Siyez buğdayının durum buğdayına kıyasla daha ince bir kepek tabakasına sahip olmasından dolayı siyez bulguru

örneklerinin yapışkanlık değerinin durum bulguru örneklerine göre daha yüksek bulunduğunu bildirmiştir. Siyez ve durum bulguru örneklerinde otoklavda pişirme ve mikrodalga kurutmanın genel olarak numuneler üzerinde sertleştirici bir etkisi olduğu görülmüştür. Her iki bulgur türünde de en düşük yapışkanlık özelliği geleneksel pişirme ve sıcak havada kurutma ya da mikrodalgada kurutma yöntemlerinde belirlenmiştir. Siyez ve durum bulguru örneklerinin elastikiyet ve koheziflik değerleri en yüksek otoklavda pişirme mikrodalgada kurutma, en düşük ise geleneksel pişirme ve sıcak havada kurutmaya elde edilmiştir. Siyez ve durum bulguru örnekleri arasında çignenebilirliği en kolay örnekler geleneksel pişirme ve sıcak havada kurutma yöntemiyle elde edilmiş olup durum bulguru örneklerinde ise buna ek olarak mikrodalgada pişirme ve sıcak havada kurutma yöntemi de eklenmiştir. Esneklik değeri ise geleneksel pişirme/mikrodalga kurutma ve otoklavda pişirme/mikrodalga kurutma metotlarıyla elde edilen durum bulguru örneklerinde yüksek bulunmuştur. Siyez bulguru örneklerinde ise en yüksek esneklik değeri otoklavda pişirme ve mikrodalga kurutma metotlarıyla elde edilmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Çiğ siyez bulguru ve firik örneklerine ait ortalama L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 46.68, 6.03 ve 15.79; 49.36, 1.13 ve 20.47 olarak belirlenmiştir. Siyez bulgurları firik örneklerine göre daha düşük parlaklık ve sarılık değeri ile daha yüksek kırmızılık değeri sergilemiştir. Siyez buğdayının kırmızimsı ve firiğin yeşilimsi rengi son ürün rengi üzerinde etkili olmuştur. Pişmiş firik ve siyez bulgurlarının parlaklık değerleri birbirine yaklaşmış ve istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Pişirilmiş örneklerde, çiğ örneklerde olduğu gibi siyez bulgurları daha yüksek kırmızılık ve daha düşük sarılık değeri vermiştir. Pişirme işlemiyle birlikte siyez bulguru ve firik örneklerinde parlaklık ve sarılık değeri artarken kırmızılık değeri azalmıştır. Örneklerin renk değerlerinde hammadde renk özelliklerinin yanı sıra pişirme/kavurma, kurutma işlemlerinin etkili olduğu düşünülmüştür.

Bulgurların irilik dağılımları incelendiğinde siyez bulgurlarının %40.63'ünün 2.5 mm üzerinde, %34.08'inin 2.0-2.5 mm aralığında olduğu belirlenmiştir. Firik örneklerinde ise 2.5 mm üzerinde ve 2.0-2.5 mm arasında kalan örnek miktarı sırasıyla %39.52 ve %42.90 olarak bulunmuştur. Firik örnekleri 2.5 mm üzeri + 2.0-2.5 mm arası örnek miktarı %81.42 ile daha homojen bir irilik dağılımı sergilemiştir.

Siyez bulguru ve firik örneklerinin ortalama kül, protein ve yağ miktarları sırasıyla %1.54, %11.71 ve %1.72; %1.95, 10.77 ve %2.04 olarak belirlenmiştir. Firik örneklerinin kül ve yağ miktarları siyez bulguru örneklerinden yüksek, protein miktarı ise düşük bulunmuştur. Her iki bulgur grubunun kimyasal bileşimleri arasındaki farklılığın sebepleri; buğday çeşidi, buğdayın hasat dönemi-olgunlaşma seviyesi ve bulgur üretim metotları olduğu düşünülmektedir.

Siyez bulguru ve firik örneklerinde fenolik bileşikler, serbest fenolik madde (SFM), bağlı fenolik madde (BFM) ve toplam fenolik madde (TFM) olarak analiz edilmiştir. Siyez bulgurlarında ortalama SFM, BFM ve TFM sırasıyla 2000.50, 3326.65 ve 5327.15 mg GAE/kg olarak bulunmuştur. Aynı değerler firik örnekleri için sırasıyla 3068.13, 4364.58 ve 7432.71 mg GAE/kg olarak belirlenmiştir. Firik örnekleri yüksek SFM, BFM ve TFM değerleri ile dikkat çekici bulunmuştur. Firik örnekleri olgunlaşmamış buğdaydan üretilmektedir. Olgunlaşmamış buğdaylar, fizyolojik olgunluğunu tamamlamış buğdaylara göre çok daha yüksek fenolik madde içermektedir.

Bu durum firik örneklerinin siyez bulgurlarına göre daha yüksek fenolik madde içermesinde etkili olmuş olabilir. Ayrıca buğday çeşitleri arasındaki farklılıklar, bulgur prosesi esnasında kullanılan farklı pişirme, kurutma, kavurma ve öğütme gibi işlemler, fenolik madde miktarının farklı bulunmasında etkili olmuştur.

Örneklerin antioksidan aktivite değerleri, üç farklı metotla (DPPH, FRAP ve CUPRAC) belirlenmiştir. Fenolik madde miktarı değerlerinde olduğu gibi tüm antioksidan aktivite değerleri firik örneklerinde daha yüksek bulunmuştur. Fenolik madde miktarının farklı bulunmasında etkili olan faktörlerin antioksidan aktivite üzerinde de etkili olabileceği düşünülmektedir. Özellikle olgunlaşma periyodunun ilk aşamasında yüksek miktarda bulunan antioksidan aktivite çiçeklenmeden 2-3 hafta sonra hızlı bir şekilde azalmaktadır. Ayrıca antioksidan özelliği bulunan glutasyon ve C vitamini miktarının da olgunlaşma süresinin ilerlemesiyle azaldığı rapor edilmiştir. Diğer taraftan bulgur prosesinde pişirme süresinin kısa, kurutma sıcaklığının düşük olduğu durumlarda antioksidan aktivitenin daha iyi korunduğu ifade edilmiştir. Aynı bulgur grubu içindeki antioksidan aktivite farklılıklarının prostesten kaynaklandığı düşünülmektedir.

Siyez bulguru ve firik örneklerinin fitik asit miktarları sırasıyla 759.83-1567.16 mg/100 g ve 504.12-905.96 mg/100 g arasında bulunmuştur. Tahmin edildiği gibi firik örneklerinde daha düşük fitik asit değerleri belirlenmiştir. Buğdayda olgunlaşma sürecinin ilerlemesiyle fitik asit miktarı da artmaktadır. Olgun buğdaylardan üretilen bulgurlar daha yüksek fitik asit miktarına sahip olmaktadır. Olgunlaşmamış buğdaydan üretilen firik düşük fitik asit miktarı ile mineral biyoyararlılığı açısından önemli bulunmuştur.

Toplam sarı pigment miktarı siyez bulgurları ve firik örnekleri için sırasıyla 0.49-4.18 µg/g ve 5.25-19.35 µg/g arasında değişmiştir. Lutein eş değeri olarak hesaplanan toplam sarı pigment miktarı ortalama değer olarak firik örneklerinde siyez örneklerinden 5.4 kat fazla olduğu belirlenmiştir. Toplam sarı pigment miktarı; buğday çeşidi, buğday olum safhası, bulgur prosesi ve özellikle ısı işlemlerden etkilenmiştir.

Siyez bulguru ve firik örneklerinin ortalama Ca, Fe, Mg, K, P ve Zn miktarları sırasıyla 31.85, 3.81, 98.20, 302.56, 312.86 ve 4.11 mg/100 g; 40.10, 4.47, 128.22, 355.32, 336.10 ve 4.88 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Firik örneklerinin Fe, K, P ve Zn miktarı sayısal olarak siyez bulgurlarına kıyasla daha yüksek bulunmuştur; fakat istatistiki olarak bir fark görülmemiştir. Ca ve Mg miktarı firik örneklerinde istatistiki olarak siyez bulgurlarından yüksek bulunmuştur.

Pişirme testi sonucu elde edilen ağırlık artışı değeri firik örneklerinde (%155.43) siyez bulgurlarına (%185.01) göre daha düşük bulunmuştur. Siyez bulguru ve firik örneklerinin suya geçen madde miktarı değerlerinin %3.19-5.50 ve %1.95-6.88 arasında değiştiği belirlenmiştir. Suya geçen madde miktarı değeri siyez bulgurları ve firik örneklerinde istatistiki olarak farksız bulunmuştur.

Tekstür profil analiz sonuçlarına göre; siyez bulguru ve firik örneklerinde sertlik, yapışkanlık, koheziflik, çiğnenebilirlik ve esneklik değerleri istatistiki olarak aynı grupta bulunurken elastikiyet değeri siyez bulgurlarında firik örneklerinden daha yüksek bulunmuştur.

5.2. neriler

1. Bu alışmada Türkiye Gıda Piyasasında satışa sunulan 10 adet firik ve 10 adet siyez bulgurunun bazı fiziksel, kimyasal, fonksiyonel özellikleri ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlar firik ve siyez bulgurunun besinsel ve fonksiyonel açıdan zengin ürünler olduğunu ortaya koymuştur. Bu iki ürünün geleneksel üretim metotlarının endüstriyel boyutta geliştirilmesi ve üretim kapasitelerinin artırılması, fonksiyonel gıda sektörüne ve ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacaktır.
2. Bundan sonraki çalışmalarda, firik ve siyez bulgurlarına yapılacak ileri kimyasal, besinsel ve fonksiyonel analizlerle bu ürünlerin tüm özellikleri belirlenerek, elde edilen veriler literatüre kazandırılmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- AACC, 1999. American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC, 10th ed., St. Paul, MN, USA.
- Abdel-Aal, E. M., Hucl, P., Sosulski, F. W. and Bhirud, P. R., 1997, Kernel, milling and baking properties of spring-type spelt and einkorn wheats, *Journal of Cereal Science*, 26 (3), 363-370.
- Abdel-Aal, E. S. and Hucl, P., 2002, Amino acid composition and in vitro protein digestibility of selected ancient wheats and their end products, *Journal of Food Composition and Analysis*, 15 (6), 737-747.
- Abdel-Aal, E. S. M., Hucl, P. and Sosulski, F. W., 1995, Compositional and nutritional characteristics of spring einkorn and spelt wheats, *Cereal Chemistry*, 72 (6), 621-624.
- Abdel-Aal, E. S. M., Young, J. C., Rabalski, I., Hucl, P. and Fregeau-Reid, J., 2007, Identification and quantification of seed carotenoids in selected wheat species, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (3), 787-794.
- Abdel-Aal, E. S. M., Young, J. C., Wood, P. J., Rabalski, I., Hucl, P., Falk, D. and Fregeau-Reid, J., 2002, Einkorn: A potential candidate for developing high lutein wheat, *Cereal Chemistry*, 79 (3), 455-457.
- Abernethy, R. H., Paulsen, G. M. and Ellis Jr., R., 1973, Relation among phytic acid, phosphorus, and zinc during maturation of winter wheat, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 21(2), 282-284.
- Acar, J. ve Gökmen, V., 2016, Fenolik Bileşikler ve Doğal Renk Maddeleri, *Gıda Kimyası*, 5, 557-590.
- Acer, Z., 2004, Mikrodalga pişirme ve kurutmanın bulgur kalitesine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs University*, Samsun, Turkey.
- Acıbuca, V. ve Doğan, Y., 2021, Dünya, Türkiye ve Mardin ilinde bulgur üretimi ve ticareti, Coğrafi işaretli ürünlerin pazarlanması: Mardin Bulguru örneği, 15-31.
- Adom, K. and Liu, R., Antioxidant activity of grains, 2002, *J. Agric. Food Chem.*, 50, 6182-6187.
- Akar, T. ve Eser, V., 2017, Ülkemizde Kavuzlu Buğday Tarımının Dünü, Bugünü ve Yarını, *Türkiye Tohumcular Birliği (TÜRKTÖB) Dergisi*, 8-11.
- Anonim, 2016, Bulgur Standardı TS 2284, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M. and Celik, S. E., 2008, Mechanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay, *Microchimica Acta*, 160 (4), 413-419.

- Arzani, A. and Ashraf, M., 2017, Cultivated ancient wheats (*Triticum* spp.): A potential source of health-beneficial food products, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16 (3), 477-488.
- Asada, K., Tanaka, K. and Kasai, Z., 1969, Formation of phytic acid in cereal grains, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 165(2), 801-814.
- Asselman, A., Van Straten, G., Boom, R. M., Esveld, D. C. and Van Boxtel, A. J. B., 2007, Quality prediction of bakery products in the initial phase of process design, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8 (2), 285-298.
- Aydın, F., Koçak, A. N. ve Dag, A., 1993, Bazı buğday çeşitlerinin bulgur kalitesini belirlenmesini üzerine bir araştırma, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, *Makarnalık Buğday ve Mamülleri Sempozyumu*, 30 Kasım-3 Aralık, Ankara, 608.
- Balci, F. and Bayram, M., 2015, Improving the color of bulgur: new industrial applications of tempering and UV/sun-light treatments, *Journal of Food Science and Technology*, 52, 5579-5589.
- Balci, F. and Bayram, M., 2017, Modification of mechanical polishing operation using preheating systems to improve the bulgur color, *J. Cereal. Sci.*, 75, 108-115.
- Bassiri, A. and Nahapatian, A., 1977, Differences in concentrations and interrelationships of phytate, phosphorus, magnesium, calcium, zinc and iron in wheat varieties grown under dryland and irrigated conditions, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 25(5), 1118-1122.
- Bayram, M., 2008, An analysis of scorched immature wheat: frekeh, *Cereal Foods World*, 53, 134-138.
- Bayram, M. and Öner, M. D., 2005, Stone, disc and hammer milling of bulgur, *Journal of Cereal Science*, 41, 291-296.
- Bayram, M., 2000, Bulgur around the world, *Cereal Foods World*, 45(2), 80-82.
- Bayram, M., 2005, Modelling of cooking of wheat to produce bulgur, *Journal of Food Engineering*, 71, 179-186.
- Bayram, M., 2007, Application of bulgur technology to food aid programs, *Cereal Foods World*, 52 (5), 249-256.
- Bayram, M., and Öner, M. D., 2003, Bulgur sanayi incelemesi, *Abigem Raporu*, Gaziantep.
- Bayram, M. and Öner, M. D., 2007, Bulgur milling using roller, double disc and vertical disc mills, *Journal of Food Engineering*, 79, 181-187.

- Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E., and Sapirstein, H. D., 2005, Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions, *Cereal Chemistry*, 82(4), 390–393.
- Biel, W., Jaroszewska, A., Stankowski, S., Sobolewska, M. and Kępińska-Pacelik, J., 2021, Comparison of yield, chemical composition and farinograph properties of common and ancient wheat grains, *European Food Research and Technology*, 247 (6), 1525-1538.
- Bilgiçli, N., 2002, Fitik asitin beslenme açısından önemi ve fitik asit miktarı düşürülmüş gıda üretim metotları, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(30), 79-83.
- Bilgiçli, N., 2009, Effects of cooking and drying processes on physical, chemical and sensory properties of legume based bulgur. *Department of Food Engineering Faculty of Agriculture Selçuk University*, 42049, Konya, Turkey.
- Bird, A. R. and Mular, M., 2003, Product analysis: green wheat Freekeh, *CSIRO Health Science sand Nutrition*, 4.
- Bond A., 1989, Discovering Einkorn in Haute Provence, *Cerealist*, 1, 6-7, France.
- Borghi, B., Castagna, R., Corbellini, M., Heun, M. and Salamini, F., 1996, Bread making quality of Einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*), *Cereal Chemistry*, 73 (2), 208-214.
- Bourne MC, 2002, Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement, Academic Press, USA.
- Brandolini, A., Hidalgo, A. and Moscaritolo, S., 2008, Chemical composition and pasting properties of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) whole meal flour, *Journal of Cereal Science*, 47 (3), 599-609.
- Burkhard, S. and Böhm, V., 2007, Development of a new method for the complete extraction of carotenoids from cereals with special reference to durum wheat (*Triticum durum* Desf.), *J Agric Food Chem*, 55(21), 8295-8301.
- Caba, Tacer, Z., Boyacıoğlu and D., Boyacıoğlu, M. H., 2012, Bioactive healthy components of bulgur, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(2), 250-256.
- Cankurtaran Kömürcü, T., 2021, Çimlendirilmiş bazı ilkel buğdayların fonksiyonel özellikleri ile erişte ve ekmek üretiminde kullanılabilirliklerinin araştırılması, Doktora tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Cankurtaran, T. and Bilgiçli, N., 2021, Improvement of functional couscous formulation using ancient wheat and pseudocereals, *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 100400.
- Carşanba, E., Akca, I. and Timur, M., 2017, Examination of firik produced in Hatay region in terms of nutritional aspect, *Gıda*, 42(6), 726-730.

- Carşanba, E., Timur, M. and Akça, İ., 2015, Examination of firik Produced in Hatay region in terms of nutritional aspect, *The Third International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*, 01-04 October 2015 Sarajevo/Bosnia and Herzegovina.
- Certel, M., 1990, Makarnalık (*Tr.durum*) ve ekmeklik (*Tr. aestivum*) buğdaylardan farklı ısıl işlem uygulamalarıyla üretilen bulgur ve ürünlerinin fiziksel, kimyasal ve duyu kalite özellikleri, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, 131.
- Champagne, E.T., Lyon, B.G., Min, B.K., Vinyard, B.T., Bett, K.L., Barton II, F.E., Webb, B.D., McClung, A.M., Moldenhauer, K.A., Linscombe, S., McKenzie, K.S., Kohlwey, D.E., 1998, Effects of postharvest processing on texture profile analysis of cooked rice, *Cereal Chemistry*, 75 (2), 181-186.
- Chen, Y., Dunford, N.T. and Goad, C., 2013, Phytochemical composition of extracts from wheat grain fractions obtained by tangential abrasive dehulling, *Food Sci. Technol.*, 54, 353–359.
- Corbellini, M., Empilli, S., Vaccino, P., Brandolini, A., Borghi, B., Heun, M. and Salamini, F., 1999, Einkorn characterization for bread and cookie production in relation to protein subunit composition, *Cereal Chemical*, 76:727–33.
- Cosgrove, D. J., 1966, Detection of isomers of phytic acid in some Scottish and Californian soils, *Soil Science*, 102(1), 42-43.
- Daftary R. D. and Pomeranz, Y., 1965, Changes in lipid composition in maturing wheat, *Journal of Food Science*, 30(4), 577-582.
- D'Edigio, M. G. and Cecchini, C., 1998, Immature wheat grains as functional foods, *Italian Food & Beverage Technology*, 14(34).
- D'Egidio, M. G., Nardi, S. and Vallega, V., 1993, Grain, flour and dough characteristics of selected strains of diploid wheat, *Triticum monococcum L.*, *Cereal Chemistry*, 70 (3), 298-303.
- De Brier, N., Hemdane, S., Dornez, E., Gomand, S. V., Delcour, J. A. and Courtin, C. M., 2015, Structure, chemical composition and enzymatic activities of pearlings and bran obtained from pearled wheat (*Triticum aestivum L.*) by roller milling, *Journal of Cereal Science*, 62, 66–72.
- De Gara, L., de Pinto, M. C., Moliterni, V. M. and D'Egidio, M. G., 2003, Redox regulation and storage processes during maturation in kernels of *Triticum durum*, *Journal of Experimental Botany*, 54(381), 249-258.
- De Turk, E. E., 1932, Growing corn plant, with results on two, *Journal of Agricultural Research*, 46, 121.

- Dexter, J. E. and Matsuo, R. R., 1977, The spaghetti-making quality of developing durum wheats, *Canadian Journal of Plant Science*, 57, 7-16.
- Dick, J. W. and Matsuo, R. R., 1988, Durum Wheat and Pasta Products, In Y. Pomeranz (Ed.), *Wheat chemistry and technology*, 2, 507-547, St. Paul, MN, *Am. Assoc. Cereal Chem.*, American Assoc.
- Djordjevic, T. M., Šiler-Marinkovic, S. S. and Dimitrijevic-Brankovic, S. I., 2011, Antioxidant activity and total phenolic content in some cereals and legumes, *International Journal of Food Properties*, 14, 175-184.
- Dorra, S. T., Farrah, D., Nesrine, H., Wafa, A. and Youkabet, Z., 2022, Drying behavior of bulgur and its effect on phytochemical content, *Foods*, 11, 1062.
- Dreher, M. L., 2001, Dietary fiber overview, In S. Sungsoo (Ed.), *Handbook of dietary fiber*, New York, USA, Marcel Dekker Inc., 21-36.
- Durmuş, M., 2012, Kapadokya bölgesinde yetişen bazı bitkilerin antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Nevşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Nevşehir.
- Earley, E. B., and De Turk, E. E., 1944, Time and rate of synthesis of phytin in corn grain during the reproductive period, *J. Am. Soc. Agron.*, 36, 803.
- Elgün A. ve Ertugay Z., 2002, Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayınları (No:718), Ziraat Fakültesi, No:297, Ders Kitapları Serisi, No:52, Erzurum.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1995, Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 718, Erzurum.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Kurt, A. ve Gökalp H., 1994, Gıda bilimi ve teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 53, Erzurum.
- Elias, E. M., 1995, Durum wheat products, Seminar on Durum wheat Quality in the Mediterranean Region CIHEAM/ICARDA/CIMMYT, Mediterranean Agronomic Institute Zaragoza, Spain, 17-19 November, 23-31.
- Emeksizoğlu, B., 2016, Kastamonu yöresinde yetiştirilen siyez (*Triticum monococcum L.*) buğdayının bazı kalite özellikleri ile bazlama ve erişte yapımında kullanımının araştırılması, Doktora Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.
- Erba, D., Hidalgo, A., Bresciani, J. and Brandolini, A., 2011, Environmental and genotypic influences on trace element and mineral concentrations in whole meal flour of Einkorn (*Triticum monococcum L. subsp. monococcum*), *Journal of Cereal Science*, 54 (2), 250-254.
- Ercan R., 1986, Bazı ekmeklik buğdaylar ile un ve kepeklerinin mineral elementleri üzerinde araştırma, *Gıda Dergisi*, 4, 225-230.

- Ercan, R., Seçkin, R. ve Velioğlu, S., 1988, Ülkemizde yetiştirilen bazı buğday çeşitlerinin ekmeklik kalitesi, *Gıda*, 13(2), 107-114.
- Erdemir, E. ve Karaoğlu, M., 2021, Et ve et ürünlerinin tekstürel özelliklerini enstrümantal olarak tespit etme yöntemleri ve tekstür profil analizi üzerine bir derleme, *Dergi Park*, 11(4), 2836-2848.
- Ertaş, N., 2017, A comparison of industrial and homemade bulgur in Turkey in terms of physical, chemical and nutritional properties, *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, 23(3), 341-348.
- Ertaş, N. ve Doğruer, Y., 2010, Besinlerde tekstür, *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7(1), 35-42.
- Evlice, A., K. and Özkaya, H., 2019, Effects of wheat cultivar, cooking method, and bulgur type on the yield and colour properties of bulgur, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 11 (4), 381-390.
- Evlice, A., K. and Özkaya, H., 2020, Effects of wheat cultivar, cooking method, and bulgur type on nutritional quality characteristics of bulgur, *J. Cereal Sci*, 96, 103–124.
- Finney, K. F., Yamazaki, W. T., Youngs, V. L. and Rubenthaler, G. L., 1987, Quality of hard, soft, and durum wheats, *Wheat and Wheat Improvement, Agronomy*, 13, 677-748.
- Gao, X., Björk, L., Trajkovski, V. and Uggla, M., 2000, Evaluation of antioxidant activities of rosehip ethanol extracts in different test systems, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80 (14), 2021-2027.
- García-Esteva, R. M., Guerra-Hernández, E. and García-Villanova, B., 1999, Phytic acid content in milled cereal products and breads, *Food Research International*, 32(3), 217-221.
- Gebruers, K., Dornez, E., Boros, D., Fra, A., Dynkowska, W., Bedo, Z., Rakszegi, M., Delcour, J.A. and Courtin, C.M., 2008, Variation in the content of dietary fiber and components thereof in wheats in the health grain diversity screen, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 9740–9749.
- Giambanelli, E., Ferioli, F. and D'Antuono L. F., 2020, The fate of bioactive compounds during traditional preparation of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) bulgur, *Journal of Cereal Science*, 102890.
- Grausgruber, H., Scheiblaue, J., Schönlechner, R., Ruckebauer, P. and Berghofer, E., 2004, Variability in chemical composition and biologically active constituents of cereals, in: J. Vollmann, H. Grausgruber and P. Ruckebauer (Eds.), *Genetic Variation for Plant Breeding, Austria*, 23-26.

- Güleç, T. E., Sönmezoğlu, Ö. A. ve Yıldırım, A., 2010, Makarnalık buğdaylarda kalite ve kaliteyi etkileyen faktörler, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (1), 113-120.
- Güleşçi, N. ve Aygül İ., 2016, Beslenmede yer alan antioksidan ve fenolik madde içerikli çerezler, *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5 (1), 109-129.
- Gyamfi, M. A., Yonamine, M. and Aniya, Y., 1999, Free radical scavenging action of medical herbs from ghane: *Thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries, *General Pharma*, 32 (6), 661-667.
- Hammed, A. M. and Simsek, S., 2014, Hulled wheats: a review of nutritional properties and processing methods, *Cereal Chemistry*, 91 (2), 97-104.
- Haug, W. and Lantzs, H. J., 1983, Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 1423-1426.
- Hayta, M., 2001, Bulgur quality as affected by drying methods, *Journal of Food Science*, 67, 2241-2244.
- Hayta, M., 2002, Bulgur Quality as affected by during methods, *Journal Food Science* 67(6), 2244-2245.
- Hendek Ertop, M., 2018, Evaluation of some physicochemical properties and changes in mineral content of einkorn wheat during bulgur and flour production processes, *International Symposium on Multidisciplinary Academic Studies*, 336-341.
- Hendek Ertop, M., 2019, Comparison of industrial and homemade bulgur produced from einkorn wheat (*Triticum monococcum*) and durum wheat (*Triticum durum*): Physicochemical, nutritional and microtextural properties, *Journal of Food Processing and Preservation*.
- Hendek Ertop, M. and Atasoy, R., 2019, Comparison of physicochemical attributes of einkorn wheat (*Triticum monococcum*) and durum wheat (*Triticum durum*) and evaluation of morphological properties using scanning electron microscopy and image analysis, *Journal of Agricultural Sciences*, 25, 93-99.
- Hendek Ertop, M., Karaoğlu, T. ve İriz, Ş., 2012, Geleneksel bir tahıl ürünü firikin ürün ve yöresel tüketim özellikleri, *III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, Konya.
- Hentschel, V., Kranl, K., Hollmann, J., Lindhauer, M. G., Böhm, V. and Bitsch, R., 2002, Spectrophotometric determination of yellow pigment content and evaluation of carotenoids by high-performance liquid chromatography in durum wheat grain, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (23), 6663-6668.
- Heun M., Schafer-Pregl R., Klawan D., Castagana R., Accerbi M., Borghi B. and Salamini F., 1997, Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting, *Science*, 278, 1312-1314.

- Hidalgo, A. and Brandolini, A., 2011, Evaluation of heat damage, sugars, amylases and colour in breads from einkorn, durum and bread wheat flours, *Journal of Cereal Science*, 54 (1), 90-97.
- Hidalgo, A. and Brandolini, A., 2019, Nutritional, technological, and health aspects of einkorn flour and bread, in: V. R. Preedy and R. R. Watson (Eds.), *Flour and breads and their fortification in health and disease prevention*, Elsevier, 99-110.
- Hidalgo, A. and Brandolini, A., 2014, Nutritional properties of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.), *Journal Science Food Agriculture*, 94 (4), 601-612.
- Hidalgo, A., Brandolini, A. and Gazza, L., 2008, Influence of steaming treatment on chemical and technological characteristics of einkorn (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) whole meal flour, *Food Chemistry*, 111 (3), 549-555.
- Hidalgo, A., Brandolini, A. and Pompei, C., 2009, Kinetics of tocopherols degradation during the storage of einkorn (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) and bread wheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *aestivum*) flours, *Food Chemistry*, 116 (4), 821-827.
- Hidalgo, A., Brandolini, A., Pompei, C. and Piscozzi, R., 2006, Carotenoids and tocopherols of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum* L.), *Journal of Cereal Science*, 44 (2), 182-193.
- Humphries, J. M. and Khachik, F., 2003, Distribution of lutein, zeaxanthin, and related geometrical isomers in fruit, vegetables, wheat, and pasta products, *J Agric Food Chem*, 51(5), 1322-1327.
- Ikedo, S., Yabuzoe, T., Takaya, T., and Nishinari, K., 2001, Effects of sugars on gelatinisation and retrogradation of corn starch, in *Starch Advances in Structure and Function*, 67, Eds. Barsby, T.L., Donald, A.M., and Frazier, P.J., Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- İnan, M. and Karakaya, M., 2013, A Traditional Product: Firik, The Second International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus" 24-26 October 2013 Struga (Ohrid Lake) / Macedonia.
- İnceer, N. E., 2011, Mısır bulgurunun bazı besinsel ve teknolojik özellikleri üzerine farklı olum devrelerinin ve bazı mısır varyetelerinin etkisi, Yüksek lisans tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Johnson, I., and Williamson, G., 2003, *Phytochemical functional foods*, Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC, USA.
- Kadıoğlu, C., 2018, Firik buğdaylarda okratoksin A (OTA) varlığının tespiti, Yüksek Lisans Tezi, *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Hatay.
- Kahrıman, F., 2007., Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve kalite değerlerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Ç.O.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Çanakkale.

- Kahyaoğlu, L. N., Sahin, S. and Sumnu, G., 2010, Physical properties of parboiled wheat and bulgur produced using spouted bed and microwave assisted spouted bed drying, *Journal of Food Engineering*, 98, 159-169.
- Kahyaoğlu, L. N., 2009, Usage of spouted bed and microwave assisted spouted bed dryers in bulgur production, Master of Science Thesis, Middle East Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, 143.
- Kahyaoğlu, L. N., Sahin, S. and Sumnu, G., 2012, Spouted bed and microwave-assisted spouted bed drying of parboiled wheat, *Food Bioprod. Process*, 90, 301–308.
- Kan, M., Küçükçongar, M., Keser, M., Mourgonov, A., Kaya, Y., Dönmez, E., Özbek, K., Karabak, S., Taşçı, R., Ulucan, O., Çakmak, M., Yüksel, S., Karadaş, K. and Denizer, B., 2011, The diversity of wheat land races in Turkey and their potential to use in breeding, 3-4 October, Bakü, Azerbaijan.
- Karabak, S., Taşçı, R., Ceyhan, V., Özbek, K. ve Yüce Arslan, H., 2019, İhsangazi Tarlalarından Soframıza Kültür Mirası Siyez Buğdayı, *Toprak Su Dergisi*, 86-93.
- Karakaş, H. ve Törnük, F., 2016, Geleneksel gıdaların okul çağı çocuklarının beslenmesindeki rolü üzerine bir araştırma, *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 37(3), 293-302.
- Karaoğlu, M. M., Melek, S., Bedir, Y. ve Boz, H., 2021, Kavrulmuş buğday ve arpadan elde edilen unların keklerin bazı kalite özellikleri üzerine etkisi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(3), 288-299.
- Karlen, D. L. and Whitney, D. A., 1980, Dry matter accumulation, mineral concentrations and nutrient distribution in winter wheat, *Agronomy Journal*, 72(2), 281-288.
- Kent, N. L. and Evers, A. D., 1994, Technology of Cereals: An Introduction for Students of Food Science and Agriculture, Woodhead Publishing, 4, 53-78.
- Kim, M. J. and Kim, S. S., 2016, Antioxidant and antiproliferative activities in immature and mature wheat kernels, *Food Chemistry*, 196, 638–645.
- Koca, A.F. ve Anıl, M., 1996, Farklı buğday çeşitleri ve pişirme yöntemlerinin bulgur kalitesine etkisi, *Gıda*, 21, 369-374.
- Köksel, H., Edney, M.J., ve Özkaya, B., 1999, Barley bulgur: effect of processing and cooking on chemical composition, *J. Cereal Sci.*, 29, 185–190.
- Köksel, H., Sivri, D., Özboy Ö., Başman, A. ve Karacan, H., 2000, Hububat Laboratuvarı El Kitabı, Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik fakültesi Yayınları, Yayın No:47, Ankara.
- Krinsky, N. I., 1994, The biological properties of carotenoids, *Pure and Applied Chemistry*, 66, 1003–110.

- Lásztity, R. and Lásztity, L. J., 1990, Phytic acid in cereal technology, *Advances in cereal science and technology*, 10, 309-371.
- Levent, H., 2014, Farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edilen buğdaylardan elde edilen unların somun ve yufka ekmeklerinin teknolojik ve besinsel özellikleri üzerine etkileri, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Liyana-Pathirana, C. M. and Shahidi, F., 2007, Antioxidant and free radical scavenging activities of whole wheat and milling fractions, *Food Chemistry*, 101(3), 1151-1157.
- Loje, H., Moller, B., Laustsen, A. M. and Hansen, A., 2003, Chemical composition, Functional Properties and Sensory Profiling of Einkorn (*Triticum monococcum* L.), *Journal of Cereal Science*, 37, 231-240.
- Makower, R. U., 1969, Changes in phytic acid and acid-soluble phosphorus in maturing pinto beans, and *Journal of the Science of Food Agriculture*, 20(2), 82-84.
- Maskan, M., 2001, Effect of maturation and processing on water uptake characteristics of wheat, *Journal of Food Engineering*, 47, 51-57.
- Matsuo, R. R. and Dexter, J. E., 1980, Comparison of experimentally milled durum wheat semolina to semolina produced by some Canadian commercial mills, *Cereal Chemistry*, 57, 117.
- Menga, V., Fares, C., Troccoli, A., Cattivelli, L. and Baiano, A., 2010, Effects of genotype, location and baking on the phenolic content and some antioxidant properties of cereal species, *International Journal of Food Science and Technology*, 45(1), 7-16.
- Merendino, N., A'Aguiño, M., Molinari, R., De Gara, L., D'Egidio, M. G., Paradiso, A., Cecchini, C., Corradini, C. and Tomassi, G., 2006, Chemical characterization and biological effects of immature durum wheat in rats, *Journal of Cereal Science*, 43,129-136.
- Miller, H. E., Rigelhof, F., Marquart, L., Prakash, A. and Kanter, M., 2000, Whole-grain products and antioxidants, *Cereal Foods World*, 45, 59–63.
- Mis, A., 2005, Influence of chosen factors on water absorption and rheological properties of gluten of bead wheat (*Triticum aestivum* L.), *Acta Agrophysica (Poland)*, 128.
- Mpofu, A., Beta, T. and Sapirstein, H. D., 2008, Effects of genotype, environment and genotype x environment interaction on the antioxidant properties of wheat, In:Wheat antioxidants (Eds. Yu, L.), *Wiley-Intescience*, John Wiley and Sons, Inc. Publication, USA, 25-41.
- Musselman, L. J. and Mouslem, A. B., 2001, Frikeh, roasted green wheat, *Econ Bot*, 55 (2), 187–189.

- Nahapetian, A. and Bassiri, A., 1975, Changes in concentrations and interrelations of phytate, phosphorus, magnesium, calcium, and zinc in wheat during maturation, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23(6), 1179-1182.
- Nesbitt, M. and Samuel, D., 1996, From staple crop to extinction? The archaeology and history of hulled wheats, In: Padulosi, S., Hammer, K., Heller, J. (Eds.), *Hulled Wheats. Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats*, Castelvechio Pascoli, Tuscany, Italy, 41–100.
- Oh, N. H., Seib, P. A., Chung, D. S. and Deyoe, C. W., 1985, Noodle. III. Effects of processing variables on the quality of dry noodle, *Cereal Chemistry*, 62 (6), 437-440.
- Özboy Özbaş, Ö. ve Köksel, H., 2003, Triticale ve buğday bulgurlarının fiziksel, kimyasal ve pişirme özelliklerinin karşılaştırılması, *Gıda*, 28(5), 531-537.
- Özboy, Ö., 1998, Bulgur üretiminde verim ve kalite belirlemede kullanılacak testler ile üretimin nişasta ve protein özellikleri üzerine etkileri, Doktora tezi, *Hacettepe University*, Ankara, Turkey.
- Özboy, Ö., Özkaya, B., Özkaya, H. and Köksel, H., 2001, Effects of wheat maturation stage and cooking method on dietary fiber and phytic acid contents of firik, a wheat-based local food, *Food/Nahrung*, 45(5), 347-349.
- Özboy, Ö., Özkaya, B., Özkaya, H. and Köksel, H., 2001, Effects of wheat maturation and cooking method on dietary fiber and phytic acid contents of firik, a wheat-based local food, *Nahrung*, 45(5), 347-349.
- Özkan, H., Brandolini, A., Torun, A., Altintas, S., Kilian, B., Braun, H. J., Salamini, F. and Cakmac, I., 2007, Natural variation and QTL identification of microelements content in seeds of einkorn wheat (*Triticum monococcum*), In: Buck HT, Nisi JE, Salomón N, editors, *Wheat production in stressed environment*, Series developments in plant breeding, Mar del Plata, Argentina, 455–62.
- Özkaya, B., 2000, Tahıldaki fitik asit miktarı üzerine prosesin etkisi, *Unlu Mamuller Teknolojisi*, 9(3), 43-48.
- Özkaya, B., Özkaya, H., Baumgartner, B., Özkeser, İ., Turksoy, S. and Köksel, H., 2018, Changes in the functional constituents and phytic acid contents of firiks produced from wheats at different maturation stages, *Food Chemistry*, 246, 150-155.
- Özkaya, B., Özkaya, H., Eren, N., Ünsal, A. S. and Köksel, H., 1999, Effects of wheat maturation stage and cooking method on physical and chemical properties of firiks, *Food Chemistry*, 66, 97-102.
- Özkaya, B., Özkaya, H. and Köksel, H., 1998, Physical and chemical properties of firiks, *Getreide Mehl und Brot*, 52,5, 298-301.

- Özkaya, B., ve Özkaya, H., 1998, Einfluss der herstellungsbedingungen auf den phytinsäuregehalt im bulgur, *Getreide Mehl und Brot*, 52, 3, 182-184.
- Özkaya, H., ve Kahveci, B., 1990, Tahıl ve ürünleri analiz yöntemleri, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 14, 152.
- Özkeser, İ., 2015, Lif kaynağı olarak bulgur kepeğinin bisküvide kullanım olanakları, Yüksek lisan tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öztürk, L., Yazıcı, M. A., Yücel, C., Torun, A., Çekic, C., Bağcı, A., Özkan, H., Braun, H. J., Sayers, Z. and Çakmak, İ., 2006, Concentration and localization of zinc during seed development and germination in wheat, *Physiologia Plantarum*, 128, 144-152.
- Paradiso, A., Cecchini, C., De Gara, L. and D'Egidio, M. G., 2006, Functional, antioxidant and rheological properties of meal from immature durum wheat, *Journal of Cereal Science*, 43, 216-222.
- Petrovska-Avramenko, N., Karklina, D. and Gedrovica, I., 2016, Investigation of Immature Wheat Grain Chemical Composition, *Food Sciences*, 1, 102-105.
- Piironen, V., Edelmann, M., Kariluoto, S. and Bedo, Z., 2008, Folate in wheat genotypes in the health grain diversity screen, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 9726-9731.
- Piscozzi, R., 2007, Optimization of HPLC quantification methods for carotenoids and tocopherols characterization of einkorn whole flours (*Triticum monococcum ssp. monococcum*), *Tecnica Molitoria*, 58 (12), 1350-1355.
- Pomeranz, Y. and Shellenberger, J. A., 1971, Bread Science and Technology, The AVI Publishing Company, Inc., London.
- Pomeranz, Y., 1988, Chemical composition of kernel structures, *Wheat: Chemistry and Technology*, 1, 97-158.
- Pomeranz, Y., Finney, K. F. And Hosney, R. C., 1966, Amino-acid composition of maturing wheat, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 17, 485-487.
- Preston, K. R., Kilborn, R. H., Morgan, B. C. and Babb, J. C., 1991, Effects of frost and immaturity on the quality of a Canadian hard red spring wheat, *Cereal Chemistry*, 68, 133-138.
- Quaglia, G.B., 1988, Other durum wheat products, in Durum Chemistry and Technology, 281, Eds. Fabiani, G., and Lintas, C., AACC, Minnesota.
- Rachon, L., Szumilo, G., Brodowska, M. and Wozniak, A., 2015, Nutritional value and mineral composition of grain of selected wheat species depending on the intensity of a production technology, *Journal of Elementology*, 20 (3), 705-715.
- Ragaee, S., Abdel-Aal, E-S. M. and Noaman, M., 2006, Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use, *Food Chemistry*, 98, 32-38.

- Rao, A. V. and Rao, L.G., 2007, Carotenoids and human health, *Pharmacological Research*, 55, 207–16.
- Rasmusson, D. C., Hester, A. J., Fick, G. N. and Byrne, I., 1971, Breeding for mineral content in wheat and barley, *Crop Science*, 11 (5), 623-627.
- Saio, K., 1964, The change in inositol phosphates during the ripening of rice grains, *Plant and Cell Physiology*, 5(4), 393-400.
- Savaş, K., 2010, Kızılötesi uygulamasının bulgur üretiminde kullanımı ve bulgur kalitesine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe University*, Ankara, Turkey.
- Savaş, K. and Basman, A., 2016, Infrared drying: a promising technique for bulgur production, *J. Cereal. Sci.*, 68, 31–37.
- Serpen, A., Gökmen, V., Karagöz, A. and Köksel, H., 2008, Phytochemical quantification and total antioxidant capacities of emmer (*Triticum dicoccon* Schrank) and Einkorn (*Triticum monococcum* L.) wheat landraces, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (16), 7285-7292.
- Shevkani, K., Singh, N., Bajaj, R. and Kaur, A., 2017, Wheat starch production, structure, functionality and applications, *International Journal of Food Science and Technology*, 52, 38–58.
- Sims R. P. A., Lepage M., 1968, A basis for measuring the intensity of wheat flour pigments, *Cereal Chemistry*, 45, 605-611.
- Singh, S. and Singh, N., 2010, Effect of debranning on the physico-chemical, cooking, pasting and textural properties of common and durum wheat varieties, *Food Res. Int*, 43, 2277–2283.
- Skarsaune, S. K., Youngs, V. L. and Gilles, K. A., 1970, Changes in wheat lipids during seed maturation. I. Physical and chemical changes in the kernel, *Cereal Chemistry*, 47, 522-532.
- Skujins, S., 1998, Handbook for ICP-AES (Vartian-Vista) A Short Guide to Vista Series ICP-AES Operation, Variant Int. AG, Zug, Switzerland.
- Sobolev, A. M., 1966, On the state of phytin in the aleurone grains of mature and germinatine seeds, *Soviet Plant Phvsiol*, 13, 177.
- Sramkova, Z., Gregova, E. and Sturdik, E., 2009, Chemical composition and nutritional quality of wheat grain, *Acta Chimica Slovaca*, 2(1), 115-138.
- Stallknecht, G. F., Gilbertson K. M. and Ranney J. E., 1996, Alternative wheat Cereals as Food Grains: Einkorn, Emmer, Spelt, KamutandTriticale, Progress in newcrops. ASHS Press, Alexandria, VA, 156-170.

- Suchowilska, E., Wiwart, M., Borejszo, Z., Packa, D., Kandler, W. and Krska R., 2009, Discriminant analysis of selected yield components and fatty acid composition of chosen *Triticum monococcum*, *Triticum dicoccum* and *Triticum spelt* accessions, *Journal of Cereal Science*, 49, 310–315.
- Suchowilska, E., Wiwart, M., Kandler, W. and Krska, R., 2012, A comparison of macro- and microelement concentrations in the whole grain of four *Triticum* species, *Plant, Soil and Environment*, 58 (3), 141-147.
- Szczesniak, A. S., 2002, Texture is a sensory property, *Food Quality and Preference*, 13, 215-225.
- Şahin, Y., 2016, Phytochemical contents and antioxidant activities of some bread (*Triticum aestivum* L.), durum (*Triticum turgidum* ssp. durum Desf.) and hulled einkorn (*Triticum monococcum* ssp. monococcum) wheats, Master of Science, *Abant İzzet Baysal University*, Bolu.
- Tacer, Z., 2008, Bulgurun fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-6.
- Takruri, H. R., Humeid, M. A. and Umari, M. A. H., 1990, Protein quality of parched immature durum wheat (Frekeh), *J. Sci Food Agric*, 50, 319-327.
- Tipples, K. H., 1980, Effect of immaturity on the milling and baking quality of red spring wheat, *Canadian Journal of Plant Science*, 60, 357-369.
- TMO, 2021, 2020 Yılı Hububat Sektör Raporu, <http://www.tmo.gov.tr> [Erişim tarihi: 06.10.2022].
- Tonay, A. N. and Öner, M. D., 2013, Perfect combination of taste and nutrition in a traditional food: Firik, *The Second International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus”* 24-26 October 2013 Struga (Ohrid Lake) / Macedonia.
- Türksoy, S., 2005, Ekmeğin fitik asit miktarına buğday çeşidi ve un ekstraksiyonunun etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 71.
- Vitali, D., Vedin Dragojević, I. and Šebečić, B., 2009, Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits, *Food Chemistry*, 114, 1462–1469.
- Williams, P.C., El-Haramein, F.J. and Adleh, B. 1984, Burghul and its preparation, *Rachis*, 3 (2), 28-30.
- Williams, P.C. and El-Haramein, F.J., 1985, Frekehmaking in Syria-A small but significant local industry, *Rachis*, 3 (2), 28-30.
- Xu, J. G., Hu, Q. P., Wang, X. D., Luo, J. Y., Liu, Y. and Tian, C. R., 2010, Changes in the main nutrients, phytochemicals, and antioxidant activity in yellow corn grain

- during maturation, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(9), 5751-5756.
- Yang, D., Shin, J., Gan, L., Zhu, X., Hong, S., Sung, C., Cho, J., Ku, J. and Lee, K., 2012, Comparison of nutritional compounds in premature green and mature yellow whole wheat in Korea, *Cereal Chemistry*, 89(6), 284-289.
- Yıldırım, A., 2004, Effect of different milling systems on selected quality parameters of bulgur, Master of Science Thesis, Gaziantep University, *The Graduate School of Natural and Applied Sciences*, Gaziantep, 83.
- Yıldırım, A., Bayram, M. and Öner, M.D., 2008, Bulgur milling using a helical disc mill, *J. Food Eng*, 87, 564–570.
- Yılmaz, M. S. ve Yıldırım, A., 2020, Firik üretim teknikleri ve fonksiyonel özellikleri, *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 5(2), 109-121.
- Yılmaz, M., Türker, S. ve Parlayıcı, M., 2012, Firik bulguru, 3. *Geleneksel Gıda Sempozyumu*, Konya.
- Yılmaz, Ö. M., 2011, Türkiye’de yetiştirilen başlıca buğday çeşitlerinin antioksidan aktivitelerinin ve fenolik asit dağılımlarının belirlenmesi ve ekmeğin nar kabuğu ekstraktı ile zenginleştirilmesi, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 80.
- Yılmaz, V. A., 2012, Siyez (*Triticum monococcum* L.) ve durum (*Triticum durum*) buğdayların bulgura işlenmesinde bulgur kalitesi, biyoaktif bileşenler ve antioksidan aktivitedeki değişimler, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.
- Yılmaz, V. A. ve Koca, A. F., 2017, Effect of different production techniques on bioactive compounds and antioxidant capacity of einkorn (*Triticum monococcum* L.) and durum (*Triticum turgidum* subsp durum) bulgur, *J. Sci. Food Agric*, 97, 269–277.
- Yılmaz, V. A. and Koca, A. F., 2020, Quality, sensorial and textural properties of einkorn and durum bulgur produced with several methods, *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100263.
- Zaharieva, M. and Monneveux, P., 2014, Cultivated Einkorn wheat (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*): the long life of a founder crop of agriculture, *Genetic Resource Crop. Evolution*, 61, 677-706.
- Zebarth, B., Warren, C. J. and Sheard, R.W., 1992, Influence of the rate of nitrogen fertilization on the mineral content of winter wheat in Ontario, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(9), 1528-1530.
- Zhao, F. J., Su, Y. H., Dunham, S. J., Rakszegi, M., Bedo, Z., McGrath, S. P. and Shewry, P. R., 2009, Variation in mineral micronutrient concentrations in grain of wheat lines of diverse origin, *Journal of Cereal Science*, 49, 290-295.

Zhou, J. R. and J. W., Erdman, 1995, Phytic acid in health and disease, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 35(6), 495-508.



EKLER**EK-1 Siyez bulguru ve firik örnekleri****Siyez bulguru örnekleri****Firik örnekleri**