



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



BUĞDAY RUŞEYİMİ VE TARHANA
İLAVESİYLE FONKSİYONEL VE BESLEYİCİ
ÖZELLİKLERİ GELİŞTİRİLMİŞ GEVREK
ÜRETİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Şeyma DEMİRCİ

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.

Şeyma DEMİRCİ

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BUĞDAY RUŞEYİMİ VE TARHANA İLAVESİYLE FONKSİYONEL VE BESLEYİCİ ÖZELLİKLERİ GELİŞTİRİLMİŞ GEVREK ÜRETİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Şeyma DEMİRCİ

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2022, 102 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

Doç. Dr. Sultan ARSLAN TONTUL

Bu çalışmada, tarhana ve buğday ruşeymi ilavesiyle gevreğin besinsel, fonksiyonel ve duyuşal özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Gevrek formülasyonunda kullanılan buğday unu farklı oranlarda tarhana (%0, 5 ve 10) ve buğday ruşeymi (%0, 5, 10, 15 ve 20) ile yer değiştirilerek (3x5)x2 faktöriyel deneme desenine göre iki tekerrürlü olarak gevrek üretimi gerçekleştirilmiştir. Gevreklerde fiziksel, kimyasal, fonksiyonel ve duyuşal özellikler belirlenmiştir. Gevreklerde tarhana ve buğday ruşeyminin tek tek ya da kombinasyon halinde kullanımı, gevreklerin kırmızılık, sarılık ve sertlik değerlerini arttırırken, kalınlık değerlerini düşürmüştür. Formülasyonda artan oranda tarhana ve buğday ruşeymine yer verilmesi gevreklerin kül, protein, fenolik madde (serbest, bağlı ve toplam), antioksidan aktivite (DPPH, FRAP ve CUPRAC) ve mineral madde (Ca, Mg, K ve P) miktarlarını arttırmıştır. Tarhana ilavesiyle gevreklerde fitik asit miktarı azalırken, artan buğday ruşeymi ilave oranına bağlı olarak fitik asit miktarları artmıştır. Duyusal analiz sonuçlarına göre, gevrek formülasyonunda %10 tarhana ile birlikte %5 ya da %10 buğday ruşeymi kullanımı ile genel kabul edilebilirliği kontrol örnekten daha yüksek ürünler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Buğday ruşeymi, fonksiyonel, gevrek, tarhana

ABSTRACT

MS THESIS

A RESEARCH ON GEVREK PRODUCTION WITH IMPROVED FUNCTIONAL AND NUTRITIONAL PROPERTIES BY THE ADDITION OF WHEAT GERM AND TARHANA

Şeyma DEMİRCİ

**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, 102 Pages

Jury

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Assoc. Prof. Dr. Nilgün ERTAŞ

Assoc. Prof. Dr. Sultan ARSLAN TONTUL

In this study, it was aimed to improve the nutritional, functional and sensory properties of gevrek with the addition of tarhana and wheat germ. Wheat flour used in the gevrek formulation was replaced with tarhana (0, 5 and 10%) and wheat germ (0, 5, 10, 15 and 20%) in different proportions, and gevrek production was carried out in two replications according to the (3x5)x2 factorial experimental design. Physical, chemical, functional and sensory properties of gevrek samples were determined. The use of tarhana and wheat germ individually or in combination in gevrek samples increased the redness, yellowness and firmness values of the gevreks, while decreasing the thickness values. Increasing the use of tarhana and wheat germ in the gevrek formulation increased the ash, protein, phenolic matter (free, bound and total), antioxidant activity (DPPH, FRAP and CUPRAC) and mineral (Ca, Mg, K and P) contents of the gevrek samples. While the amount of phytic acid in gevrek decreased with the addition of tarhana, it increased depending on the increasing wheat germ addition ratio. According to the results of the sensory analysis, gevrek samples containing 10% tarhana with 5% or 10% wheat germ had higher overall acceptability than the control sample.

Keywords: Functional, gevrek, tarhana, wheat germ

ÖNSÖZ

Öncelikle bu tez çalışmamın tüm aşamasında bilgi, tecrübe ve görüşleriyle her probleme çözüm üreten, akademik bilgi ve birikimleri ile yoluma ışık tutan, yetişmemi sağlayan, her zaman büyük destek ve ilgisini gördüğüm ve danışmanım olmasından gurur duyduğum çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ'ye sonsuz şükranlarımı sunarım.

Deneyim, bilgi ve paylaşımcı tavrıyla laboratuvar çalışmalarım süresince ve tezimin son aşamasına kadar büyük emeği olan ve bana sabırla yol gösteren Arş. Gör. Dr. Tekmile CANKURTARAN KÖMÜRCÜ'ye, Dr. Elif Yaver'e, manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Gıda Yüksek Müh. Yağmur GÜVEN'e ve laboratuvar çalışmalarım boyunca bana yardımcı olan tüm arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Bana her konuda destek olan, verdiğim tüm kararlarda arkamda duran, sevgi, inanç, sabır ve anlayışlarını eksik etmeyen, emeklerini ve haklarını asla ödeyemeyeceğim AİLEME sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Şeyma DEMİRCİ
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Gevrek.....	3
2.2. Buğday Ruşeymi.....	6
2.3. Tarhana	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Deneme planı	15
3.2.2. Tarhana üretimi.....	15
3.2.3. Gevrek üretimi	16
3.2.4. Hammadde analizleri	16
3.2.4.1. Renk ölçümü	17
3.2.4.2. Kimyasal analizler	17
3.2.4.2.1. Nem tayini.....	17
3.2.4.2.2. Kül tayini	17
3.2.4.2.3. Protein tayini.....	18
3.2.4.2.4. Yağ tayini.....	18
3.2.4.2.5. Fitik asit tayini	18
3.2.4.2.6. Serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarı tayini	18
3.2.4.2.7. Antioksidan aktivite analizleri	19
3.2.4.2.8. Mineral madde tayini	21
3.2.5. Gevrek analizleri.....	21
3.2.5.1. Fiziksel analizler	21
3.2.5.1.1. Renk ölçümü	21
3.2.5.1.2. Kalınlık, genişlik ve uzunluk ölçümü	21
3.2.5.1.3. Sertlik analizi	21
3.2.5.2. Kimyasal analizler	22
3.2.5.3. Duyusal analizler	22
3.2.6. İstatistikî analiz	22
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	23
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları	23
4.2. Gevrek Analiz Sonuçları.....	30

4.2.1. Gevrek örneklerine ait fiziksel analiz sonuçları	30
4.2.1.1. Renk	30
4.2.1.2. Kalınlık, genişlik ve uzunluk	40
4.2.1.3. Sertlik	44
4.2.2. Gevrek örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları	47
4.2.2.1. Nem	47
4.2.2.2. Kül	50
4.2.2.3. Protein	51
4.2.2.4. Yağ	52
4.2.2.5. Fitik asit	53
4.2.2.6. Fenolik madde miktarı	56
4.2.2.6.1. Serbest fenolik madde miktarı	56
4.2.2.6.2. Bağlı fenolik madde miktarı	60
4.2.2.6.3. Toplam fenolik madde miktarı	62
4.2.2.7. Antioksidan aktivite	64
4.2.2.7.1. DPPH	64
4.2.2.7.2. FRAP	66
4.2.2.7.3. CUPRAC	68
4.2.2.8. Mineral madde	70
4.2.3. Duyusal analiz sonuçları	78
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	82
5.1. Sonuçlar	82
5.2. Öneriler	83
KAYNAKLAR	85
EKLER	101

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a^*	: (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
a/h	: 100 ml çözeltide çözünmüş maddenin gram olarak miktarı
b^*	: (+) sarı, (-) mavi renk değeri
Ca	: Kalsiyum
dk	: Dakika
Fe	: Demir
g	: Gram
h	: Saat
Hue	: Renk özü
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
L^*	: (0) siyah-(100) beyaz
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
P	: Fosfor
rpm	: Devir sayısı/Dakika
Zn	: Çinko
α	: Alfa
μ	: Mikron
μM	: MikroMolar
μg	: Mikrogram
μmol	: Mikromol
Hue	: Renk özü
SI	: Doygunluk indeksi
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
SFM	: Serbest fenolik madde
TFM	: Toplam fenolik madde

1. GİRİŞ

Günümüzde, insanların yaşam şekillerinin değişmesi ve yoğun hayat temposu sebebiyle hazır, taşınabilir ve hızlı tüketime uygun atıştırmalık gıdalar günlük diyetle önemli bir yer edinmiştir. Atıştırmalık gıdaların ürün yelpazesi her geçen gün artmakta olup, bu ürünlere fonksiyonel özellikler kazandırma ve ürün albenisinin artırılması sektör içerisinde atıştırmalık ürünlere olan talebi daha da arttırmıştır. Dünyada ve ülkemizde atıştırmalık gıdalar, üretim ve tüketim açısından önemli bir paya sahip olup dünya genelinde günlük kalorinin %20'si atıştırmalık ürünlerden alınmaktadır. Türkiye'nin kek, bisküvi gibi fırınlanmış atıştırmalık ürünlerinde 2019 yılında dünya ithalat miktarı 17.917 ton iken; 2020'de bu değer 21.488 tona yükselmiştir. Dünya ihrac miktarı ise 2019'da 524.117 ton iken; 2020 de 537.887 ton olarak rapor edilmiştir (Anonim, 2021).

Unlu mamül ürünleri dünya genelinde tüketim oranı en yüksek atıştırmalık gıdalar grubundadır. Bu grupta yer alan galeta ve grissini kuru forma sahip, raf ömrü uzun unlu mamüllerdendir (Rodríguez-Carrasco ve ark., 2014). Dünyada birçok ülkede farklı formlara ve isimlere sahip galeta, grissini, gevrek, ekmek çubukları ve benzeri ürünler üretilmektedir. Ekmek çubukları İspanya'nın geleneksel fırınlanmış atıştırmalık ürünlerden biri olup, Akdeniz ülkelerinde de geniş tüketim skalasına sahiptir (Uribe-Wandurraga ve ark., 2019). Gevrek Türkiye'nin Konya ilinde üretilen grissini benzeri tahıl bazlı bir atıştırmalıktır. Gevrek bileşenleri içerisinde buğday unu, su, tuz, sıvı veya katı yağ ve maya mevcuttur. Grissini ve gevrek benzeri ürünlere yuvarlama işleminden sonra kalem şekli verilir ve içini tamamen çekecek şekilde pişirilir (Ktenioudaki ve ark., 2012; Rodríguez-Carrasco ve ark., 2014). Günümüzde ürün çeşitliliğinin artması ve refah düzeyinin artışına bağlı olarak insanların tüketim açısından bilinçlenmesi, fonksiyonel atıştırmalıklara olan talebi arttırmıştır. Besinsel öğelerin rafine beyaz undan üretilen unlu mamül ürünlerinde yeterli miktarlarda bulunmaması nedeniyle bu ürünler vitamin, mineral, lif ve antioksidan içeren çeşitli bileşenlerle katkılanarak besleyici ve fonksiyonel özellikleri zenginleştirilebilmektedir (Kırbaş ve ark., 2019; Aydın, 2020).

Tahıllar kişinin günlük enerjisini karşıladığı temel besin gruplarının başında gelmektedir (Arslan ve ark., 2006; Karabudak ve ark., 2013). Tahıl çeşitlerinden biri olan buğday iyi bir enerji kaynağı olarak kabul edilirken rafine buğday unu besin değerleri ve esansiyel aminoasitler bakımından yetersiz bulunmaktadır (Dhingra ve Jood, 2001; Aydın, 2020). Buğday tanesinin %2-3'ünü oluşturan buğday ruşeymi (Ge

ve ark., 2000) buğday ununa kıyasla protein, yağ ve birçok bileşen bakımından daha zengindir (İbanoğlu ve ark., 1999). Buğday ruşeymi yaklaşık %42 karbonhidrat, %28 protein, %10 yağ ve %4 mineral içeriğine sahiptir (Demir ve Elgün, 2011; Güven, 2012). Buğday ruşeyminin besin değerinin yüksek olması atıştırmalık fırın ürünlerinde tercih nedeni olurken (Jadhav ve Vali, 2009) aynı zamanda buğday ruşeyminin sahip olduğu değerli biyoaktif bileşen içeriği, katkı maddesi olarak gıda sanayisinde birçok farklı ürün formülasyonunda kullanılmasını da sağlamaktadır (Çetinyürek, 2012).

Geleneksel fermente ürünlerden tarhana, Doğu Avrupa, Türkiye ve Orta Doğu'da tüketilen Türklerin en eski tahıl ürünleri arasında yer almaktadır (Özdemir ve ark., 2007). Tarhana üretiminde kullanılan hammaddelerin besinsel ve duyuşal özelliklerinin yüksek olmasının yanı sıra tarhananın uzun bir raf ömrüne sahip olması ürünü ayrıcalıklı kılmaktadır (Tamime ve O'connor, 1995; Gotcheva ve ark., 2001; Esimek, 2010). Tarhananın ana bileşeni buğday unu / kırması ve yoğurttur. Üretildiği yöreye göre farklılıklar gösterebilmekle birlikte tarhana zengin besin içeriğine sahiptir. İçeriğindeki bitkisel proteinlerle birlikte, yoğurttan gelen hayvansal proteinler birbirini tamamlamaktadır. Üstelik tarhana, fermente bir ürün olması sayesinde sindirilebilirlik ve biyoyararlılık açısından büyük önem taşımaktadır (Çevik, 2016). Ülkemizde tarhana daha çok çocuk ve yaşlıların beslenmesinde kullanılmakta olup; son yıllarda tüm bu özellikleri sayesinde tarhana ve diğer fermente tozlar çeşitli gıda formülasyonlarına dahil edilmeye başlanmıştır.

Bu çalışmada sağlık ve beslenme üzerine önemli etkileri bulunan buğday ruşeymi ve tarhana gevrek formülasyonunda kullanılarak, gevrek örneklerinin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda gıda endüstrisine fonksiyonel ve besinsel özellikleri artırılmış bir ürünün kazandırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Gevrek

Unlu mamuller dünya çapında yaygın olarak tüketilen ürün gruplarından biri olup çeşitli tiplerde, tatlarda ve dokularda üretilebilmekte ve günlük beslenmenin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bununla birlikte yemeye hazır gıdalar son yıllarda tüketime elverişli olmaları, hazırlama ve saklama kolaylığı nedeniyle tüketiciler arasında popüler hale gelmiştir. Bu bağlamda, dünya çapında yaygın olarak tüketilen unlu mamuller bisküvi, kraker, kek, grissini, galeta vb. uzun raf ömrüne sahip olması açısından önem taşımaktadır.

Galeta ve gevrek gibi ürünler; kek, bisküvi, kraker gibi atıştırmalık ürünlerin en eskilerinden olup, ülkemizde ve dünyanın farklı bölgelerinde geleneksel olarak üretilmektedir. Bu ürünlerin formülasyonu üretilen bölgeye göre farklılıklar göstermektedir. Fırınılandıktan sonra sert bir yapı kazanan gevrek uzun raf ömrüne sahiptir. Yöresel bir atıştırmalık olması ve üretildiği bölgeye göre özel isimlerle bilinmesi nedeniyle gevrek üzerine literatürde kapsamlı bir araştırma bulunmamaktadır.

Gevrek, galeta, grissini ve ekmek çubukları benzer özellikler taşıyan, dünyanın farklı bölgelerinde ortaya çıkmış çubuk şeklinde gevrek yapıya sahip fırıncılık ürünleridir (Zeppa ve ark., 2007). Gevrek, yüzyıllardır Orta Anadolu'da tüketilen geleneksel bir üründür. Galeta, İtalya'nın kuzeybatısında 1600'lü yıllardan beri üretilen İtalyan mutfağının önemli sembollerinden biridir. Grissini yine İtalya'da ortaya çıkan kalem boyutunda gevrek, kuru pişmiş ekmek çubuklarıdır. Kuzey Amerika'da popüler olan yumuşak pişmiş bir ekmek çubuğu versiyonu vardır. Ekmek çubukları İspanya'nın geleneksel atıştırmalık ürünleri arasında ilk sırada yer almaktadır (Zeppa ve ark., 2007).

Gevrek benzeri galeta, grissini, peksimet, etimek gibi tahıl ürünleri düşük su içerikleri sayesinde uzun yolculuklarda veya mevsimsel farklılıklarda rahatlıkla tüketilebilmektedir. Üstelik bu tür ürünlerin düşük nem içeriği çok uzak noktalara satışlarını da mümkün kıldığı için üreticiler açısından da önemli bir ekonomik kazanç oluşturduğu bilinmektedir (Kalkışım ve ark., 2012). Bu ürünlerin tipik bileşenleri arasında buğday unu, su, tuz, maya, sıvı veya katı yağ bulunur (Ktenioudaki ve ark., 2012). İnsan beslenmesinde önemli yere sahip olan bu unlu mamuller dünya çapında tüketilmekte olup, fonksiyonel bileşenlerin eklenmesi hususunda potansiyel bir taşıyıcıya özelliğe sahiptir (Martins ve ark., 2017).

Tüketiciler gıdaların besin değerini artırmak için ürünlerin formülasyonlarına diyet lifleri, vitaminler ve mineraller gibi fonksiyonel bileşenlerin eklenmesine ilgi göstermektedirler (Wang ve Jiao, 2000). Çağımızda toplumların yaşam tarzında olan değişimler göz önüne alındığında taşınması kolay, yemeye hazır tahıl ürünlerinden oluşan atıştırmalık ürünlerin beslenmedeki yeri her geçen gün biraz daha artmaktadır (Wade, 1988). Bu kapsamda yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Garipoğlu (2019), galetaya fonksiyonel özellik kazandırılması amacıyla buğday nişastasından elde edilmiş olan enzime dirençli nişastayı, %10, 15, 20, 30 ve 40 oranlarında ekleyerek yeni bir ürün geliştirmiştir. Galeta formülasyonunda enzime dirençli nişasta ilave oranının artması ile protein oranı hafif azalmış, yağ içeriği değişmemiş ve kullanılabilir karbonhidrat azaldığından toplam enerji değerinin düştüğü belirlenmiştir.

Karaboğa ve Yıldırım (2019), ekmeklik buğday ununa %5 ve %10 oranlarında nohut ve mısır unu ekleyerek Mardin peksimeti üretiminde kullanmışlardır. Nohut unu ve mısır unu kullanımı Mardin peksimetinin yumuşaklığını, kırılgenliğini ve rengini olumsuz etkilerken; kabuk rengi, tat ve aroma üzerinde olumlu etkisi bulunmuştur.

Karaağaoğlu ve ark. (1994), yaptıkları çalışmada 6 firmaya ait 12 bisküvi, 10 galeta, 6 grissini, 3 etimek olmak üzere toplam 31 ürünün protein, yağ, nem, kül, karbonhidrat ve enerji değerlerini belirlemişlerdir. Sade galeta ve kepekli etimek dışındaki tüm ürünlerde nem miktarları % 6'dan düşük çıktığı belirlenmiştir. Etimek ve galetaya oranla grissinilerin yağ miktarlarının daha yüksek bulunurken, protein değerlerinin ise benzer olduğu görülmüştür. Ayrıca sade etimek, kepekli etimek ve sade galetanın yağ miktarları grissini ve bisküvi ürünlerine oranla daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Karabudak ve ark. (2013), Ankara'daki 4 pastanenin ürünleri üzerinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada, galetanın diğer ürünlere oranla daha yüksek karbonhidrat (%60) ve daha düşük yağ oranına (%22.2) sahip olduğunu belirlemiştir. Bunun sonucunda galetanın, diğer pastane ürün çeşitlerine nazaran daha düşük enerji değerlerine sahip olduğu rapor edilmiştir.

Grissininin fonksiyonel özelliğini geliştirmek amacıyla yapılan bir çalışmada grissini toz organik dereotu ile %1 ve %2 oranlarında katkılanmıştır. Organik dereotunun yaprak ve saplarından elde edilen dereotu tozu ile zenginleştirilmiş grissini analiz edildiğinde; kontrol, %1 ve %2 katkılı örneklerin tamamının yağ, protein ve tuz

içeriğinin aynı olduğu bulunmuştur. Ancak %2 katkılı grissini örneğinde tat, lezzet ve kokuda önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir (Dragomir ve ark., 2020).

Gargaracı Kınay ve Duyar (2021), spirulinayı (deniz yosunu) protein, yağ asidi, besin değeri ve vitaminler bakımından zengin olmasından dolayı grissini üretiminde katkı maddesi olarak kullanmışlardır. Bu araştırmanın sonucunda sade grissini ve spirulina grissini olmak üzere iki çeşit ürün üretilerek duyu ve fiziksel özellikler değerlendirilmiştir. Spirulina katkılı grissinilerin, sade grissinilerden duyu olarak lezzet farkının olmadığı ancak yeşil renginden dolayı düşük duyu puan aldığı belirlenmiştir. Spirulina katkılı grissinilerin L^* renk ve sertlik değerinin sade grissinilerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

El-Hadidy ve ark. (2020), yaptıkları bir çalışmada deve diken tohumu tozu %4, 8 ve 12 oranlarında buğday unu ile yer değiştirerek ürettikleri ekmek çubuklarının kimyasal ve besinsel özelliklerini incelemişlerdir. Ekmek çubuklarının deve diken tohumu tozu ile zenginleştirilmesi sonucunda ham lif, ham protein ve kül miktarları önemli miktarda artış gösterirken; karbonhidrat miktarlarında ise azalma olduğu belirlenmiştir. Ayrıca deve diken tohumu tozu ile zenginleştirilmiş ekmek çubuklarının renk, tat, doku, aroma ve genel kabul edilebilirlik değerlerinde de düşüş olduğu rapor edilmiştir.

Lofty ve Naga (2020), çalışmalarında kinoa ununu %5, 10, 15 ve 20 oranlarında ekmek çubuk formülasyonuna eklemişlerdir. Yapılan analizler sonucunda kinoa ununun ikame oranı arttıkça ekmek çubuklarının kül, protein ve enerji değerleri artarken, toplam karbonhidrat miktarının azaldığı görülmüştür. Panelistler tarafından yapılan duyu değerlendirmeler sonucunda %100 buğday unundan yapılan ekmek çubukları en yüksek kabul edilebilirliği göstermiştir. Ayrıca ekmek çubuklarına eklenen kinoa unu miktarı arttıkça lezzet, doku, renk, tat ve genel kabul edilebilirliğin azaldığı belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada ekmek çubuklarında çimlenmiş ve çimlenmemiş baklagiller kullanılmıştır. Baklagil ilavesinin ekmek çubuklarının dokusal, biyoaktif ve duyu özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Nem değerleri yüksek olan çimlenmiş baklagillerin ekmek çubuklarına eklenmesi sonucunda sertlik değerleri azalmıştır. Çimlendirilmiş baklagilleri içeren ekmek çubuklarının, çimlendirilmemiş baklagilleri içerenlere göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Çimlendirilmiş siyah gram içeren ekmek çubukları en yüksek antioksidan aktivite ve biyoaktif bileşen içeriğini göstermiştir. Tüm panelistler, ekmek çubuklarında çeşide bakılmaksızın renkleri için benzer görsel çekicilik gösterdiklerini belirtmişlerdir. Ekmek

çubuklarının tadı, çimlendirilmiş baklagillerin eklenmesiyle iyileşmiş ve en yüksek puanı çimlenmiş siyah gram içeren çeşitler almıştır (Sattar ve ark., 2018).

2.2. Buğday Ruşeymi

Buğday, ticari un üretiminde kullanılan en önemli tahıl olup, dünya nüfusunun üçte birinden fazlası için temel gıda ürünüdür (Kumar ve ark., 2011; Ghafoor ve ark., 2017). Buğday tanesi endosperm (%81-84), kepek (%14-16) ve ruşeym (%2-3) olmak üzere 3 fraksiyondan oluşmaktadır (Capitani ve ark., 2011). Dünya genelinde yıllık yaklaşık 10 milyon ton buğday ruşeymi üretilmektedir (Yazıcıoğlu, 2013). Buğday ruşeyminin büyük bir kısmı hayvan yemi olarak değerlendirilirken, kalan kısmı ise değerlendirilemeden atık olmaktadır. Ancak son yıllarda akademik ve endüstriyel alanda yapılan çalışmalar ile buğday ruşeyminin bir tahıl atığından ziyade doğal bir besin deposu olduğu anlaşılmaya başlanmıştır. Üstelik son zamanlarda market raflarında paketlenmiş satışları mevcut olup, özellikle bebek ve küçük çocukların diyetlerini zenginleştirmek için anneler tarafından da tercih edildiği gibi sporcular da ek takviye olarak kullanmaktadır (Erim Köse, 2018).

Buğday ruşeyminin kimyasal bileşimi; buğday ruşeymi protein, karbonhidrat, yağ, mineral madde, B ve E grubu vitaminleri, karotenoidler ile fenolik bileşikler bakımından oldukça zengindir. Bu nedenle, fonksiyonel gıda olma özelliğine sahiptir (Brandolini ve Hidalgo, 2012). Ancak buğday ruşeyminin besinsel bileşimi, saflık derecesi, buğdayın tane büyüklüğü, çeşidi ve ruşeymin elde edilme yöntemine bağlı olarak farklılık göstermektedir (Shurpalekar ve Rao, 1977). Pınarlı (2004), sert buğdayların %2.4-3.9 oranında buğday ruşeymi ihtiva ederken; yumuşak buğdayların ise %2.1-3.2 oranında buğday ruşeymi ihtiva ettiğini bildirmiştir. Çizelge 2.1’de buğday ruşeyminin kimyasal bileşimi gösterilmektedir.

Buğday tanesinde en fazla protein ihtiva eden kısım ruşeym tabakasıdır. Buğday ruşeyminin protein içeriği %25-30 civarlarında olup, buğday unundan yaklaşık 3 kat daha fazladır. Ayrıca biyolojik değeri açısından hayvansal kaynaklı proteinlere de yakındır (İbanoğlu ve ark., 1999). Buğday ruşeymi proteinlerinin %30.2’sini albumin %18.9’unu globülin %14’ünü gliadin ve %0.30-0.37’sini glutenin oluşmaktadır (Pınarlı, 2004). Buğday ruşeymi, protein yapısında olmayan azotlu maddelerden biri olan glutatyon içeriği açısından zengindir (Zhu ve ark., 2006). Glutatyon, gluten proteinlerinin güçlü bir ağ oluşturmaya engel olurken, aynı zamanda proteolitik

enzimlerin aktifleşmesine yardımcı olmakta ve sonuç olarak fırın ürünlerinin gluten yapısını zayıflatmaktadır (Akbaş, 2010).

Çizelge 2.1. Buğday ruşeyminin kimyasal bileşimi (%)

Bileşen (%)	Shurpalekar ve Rao (1977)	Al-Kahtani (1989)
Nem	11.7	5.39
Yağ	10.4	9.09
Protein	28.5	30.00
Kül	4.5	5.18
Karbonhidrat	44.9	46.9

Ruşeym buğday tanesinin yağ miktarı açısından en zengin tabakasıdır. Buğday ruşeyminde yağ miktarı yaklaşık %8-14 civarında iken; endospermde bu değer %1.4 oranındadır (Mahmoud ve ark., 2015). Buğday ruşeyminin yağ içeriği birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Örneğin; buğdayın çeşidi, tercih edilen ekstraksiyon yöntemi ve elde edilen buğday ruşeyminin saflığı bu kriterlerden bazılarıdır (Güven, 2012). Buğday ruşeymi yağı tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri ile α - tokoferol gibi antioksidanları yüksek oranda içerir. Bu açıdan insan sağlığı üzerinde oldukça önemlidir. Doymamış yağ asitlerinden olan linoleik ve linolenik asitler vücutta sentezlenemeyen ve dışarıdan alınması gereken yağ asitleri olup bu yağ asitleri buğday ruşeymi yağında bol miktarda bulunur. Bu yağ asitleri insanlarda üremeyi düzenleyici göreve sahip olup, kolesterol düşürücü özelliği de vardır. Linoleik asitin ayrıca nitrit-nitrat zehirlenmesinde, damar sertliği rahatsızlığında, nitrozaminlerin önlenmesinde katalizör görevi mevcuttur (Elgün ve Ertugay, 2000). Bunlarla beraber, buğday ruşeymi yağının 23 g alımı sonucunda; vasküler elastikiyeti sürdürmeye yardımcı olduğu, kalp sağlığı ve normal kan basıncının sağlanması ile kardiyovasküler sistem üzerinde de olumlu etkileri Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) raporunda bildirilmiştir. Üstelik bağırsakta Ca mineralinin geri emilimini arttırdığı, beden kütle indeksi üzerine olumlu etkileri olduğu ve serbest radikal oluşumunu azalttığı da vurgulanmıştır (EFSA, 2010). Yapılan birçok bilimsel çalışmada buğday ruşeymi ve ekstraktlarının antikanserojenik özellikte olduğu tespit edilmiştir (Demir ve Elgün, 2014).

Buğday ruşeymi şekerler bakımından da zengindir. Buğday ruşeymi buğday unundan 15 kat daha fazla şeker içeriğine sahip olup %80-85'ini sakkaroz oluştururken, %15-20'sini ise fermente olmayan şekerler oluşturmaktadır (İbanoğlu ve ark., 1999). Ayrıca buğday ruşeymi içerdiği yağ ve şeker sayesinde katkı maddesi olarak kullanıldığı ürünlerin de tatlarını zenginleştirmekte ve özellikle uygulanan ısıl işlemler

buğday ruşeyminin tadını daha da ön plana çıkarmaktadır (Kahlon, 1989; Güven ve Kara, 2015).

Buğday ruşeymi; A, B1, B3, B5 ve B6 vitaminleri, folik asit, riboflavin, tiamin, Mg, Fe, Zn, K, P, Ca ve lif olmak üzere vitamin ve mineraller bakımından iyi bir kaynaktır (Šramková ve ark., 2009; Ghafoor ve ark., 2017).

Buğday ruşeymi lipofilik antioksidanlar, tokoferol ve karotenoidler açısından zengindir (Brandolini ve Hidalgo, 2012). Buğday ruşeym yağları önemli tokoferol kaynakları olup E vitamini açısından zengindir (Anonim, 2014; Ghafoor ve ark., 2017). Ayrıca tokoferol (1300-2700 mg/kg) ve karotenoid (56 mg/kg) içeriğinden dolayı iyi bir antioksidan olmakla beraber hastalıkların önlenmesinde de önemli rol oynar (Brandolini ve Hidalgo, 2012; Ghafoor ve ark., 2017). Antioksidanlar UV radyasyonuna maruz kalmış ciltte, hücre değişikliklerine sebep olan serbest radikalleri önemli ölçüde azaltmaktadır (Anonim, 2014; Ghafoor ve ark., 2017).

Değirmencilik yan ürünlerinden biri olan buğday ruşeymi, besinsel lif açısından oldukça zengindir. Yaklaşık 1 çorba kaşığı buğday ruşeyminde 1 gram besinsel lif bulunduğu bildirilmiştir (Shewry, 2009; Pravst, 2010; Kumar ve ark., 2011; Erim Köse, 2018). Besinsel liflerin sağlık üzerine olumlu etkileri olup insan vücudunda sindirilmezler (Özkaya, 1986). Buğday ruşeyminin içeriğindeki besinsel lifler (%9.3) bağırsak problemlerinin düzelmesine ve bu problemlerden korunmaya yardımcı olur (Bushuk ve Rasper, 1994; Erim Köse, 2018). Bu nedenle buğday ruşeymi tahıl bazlı ürünlerin zenginleştirilmesinde tercih edilebilmektedir (Kumar ve ark., 2011).

Buğday ruşeyminin kullanım alanları; buğday ruşeyminin hayvan yemlerinde, bazı fermente olmuş gıdalarda, vitamin konsantrelerinde, eczacılık, kozmetik sanayi ve ekmek, bisküvi, makarna, kahvaltılık tahıl ve kek gibi tahıl ürünlerinde kullanıldığı yapılan araştırmalar sonucunda belirlenmiştir (Avcıoğlu, 2014). Yüksek besin değerine sahip olan buğday ruşeyminin tarhana gibi geleneksel ürünlere de katkı maddesi olarak eklenebileceği bildirilmiştir (Bilgiçli ve ark., 2006). Sümbül ve Tanju (1982), buğday ruşeyminin insan sağlığına oldukça faydalı olmasından dolayı, evlerde her türlü gıdaya rahatlıkla eklenebileceğini ve çorba, salata, köfte, omlet gibi yiyeceklere farklı formlarda ilave edilebileceğini belirtmişlerdir.

Buğday ruşeymi protein, aminoasit (lisin), E ve B grubu vitaminleri bakımından zengin olması nedeniyle buğday ununa besin değerini arttırmak amacıyla ilave edilebilmektedir (Nissan ve Ollins, 1958; Moran ve ark., 1968; Özçira, 2019). Günümüzde Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde sağlık ve diyet ürün satışı olan

işletmelerinde, buğday ruşeymlerinin yağı alınmış ve alınmamış olarak satışı yapılmaktadır. Üstelik çorbaların içine, süt ya da yoğurda eklenerek de tüketilebilmektedir (İbanoğlu ve ark., 1999; Özçira, 2019). Buğday ruşeymi yağı doymuş alkol olan oktakosanol ve E vitaminini yüksek miktarda içermektedir. Bu sebeple buğday ruşeymi yağı eczacılık, kozmetik sektörü ve gıdaların iyileştirilmesinde tercih sebebi olmaktadır (Kahlon, 1989; Özçira, 2019).

Etlerin olgunlaşmasında ve tatlarının geliştirilmesinde buğday ruşeyminin ekstraksiyonu sonucu elde edilen proteolitik preparatların da kullanımı mevcuttur (Flaczyk ve Kaminski 1978; Özdoğan, 2018).

Son yıllarda yalnızca gıdalarda değil aynı zamanda biyolojik böcek kontrol ajanı, tıbbi ilaçlar ve kozmetik formülasyonların da üretiminde yer almaktadır. Buğday ruşeymi yağının, kapsül ve şişelerde satışları mevcut olup gıda takviyesi olarak da satılmaktadır. Antrenörler ve atletlere hem fiziki yeterlilik hem de dayanıklılığı artırmak amacıyla takviye olarak buğday ruşeymi yağı tavsiye edilmektedir. Bu etkinin buğday ruşeymi yağında mevcut olan polikosanol adındaki bileşenlerden kaynaklandığı belirtilmiştir (Krings ve ark., 2000).

Buğday ruşeymişinin kraker, bisküvi, kek, makarna gibi ürünlerde kullanımını konu alan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Meriles ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, ısıl işlem görmüş buğday ruşeyminin hamur özellikleri ve kraker kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada buğday unu, buğday ruşeymi ile %10, 20 ve 30 oranlarında yer değiştirilerek krakerler hazırlanmıştır. Buğday unu, buğday ruşeymi ile yer değiştirdikçe protein, yağ ve kül içerikleri de kademeli olarak artmıştır. Pişirme öncesi ve sonrasında kraker çapında herhangi bir farklılık gözlenmemiştir. Buğday ruşeyminin kraker formülasyonuna eklenmesi, krakerlerin spesifik hacim ve hacim indeksini azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca %20 ve %30 oranında buğday ruşeymi katkılı kraker örneklerinin sertlik değeri kontrol örneklerinden daha düşük olup, %20 buğday ruşeymi ilaveli kraker örnekleri en yüksek duyusal puanı alan örnek olmuştur.

Buğday ruşeyminin kurabiyelerin fonksiyonel ve besinsel özellikleri üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada yağı alınmış buğday ruşeymi, %5, 10, 15, 20 ve 25 oranlarında buğday unu ile yer değiştirilerek kurabiye üretiminde kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kurabiyelerdeki buğday ruşeymi miktarı arttıkça protein, kül, lif, Ca, Fe ve K değerleri de artış göstermiştir. Ancak nem içeriklerinde önemli farklılık olmadığı gözlenmiştir. Kurabiyelerde yağı alınmış buğday ruşeymi miktarı arttıkça;

ürün ağırlığında artış olduğu belirlenirken; kurabiyelerin yüksekliği, çapı, yayılma oranı ve sertlik dereceleri ise azalmıştır. Ayrıca %15'ten fazla yağı alınmış buğday ruşeymi katkılı kurabiyeler ufalanan bir dokuya, fasülyemsi bir tada ve koyu bir renge sahip olup, panelistler tarafından genel olarak düşük beğeni puanı aldığı ifade edilmiştir (Arshad ve ark., 2007).

Al-Marazeeq ve Angor (2017), buğday ruşeymini %5, 10, 15, 20 ve 25 oranlarında rafine buğday unu ile yer değiştirerek bisküvi üretiminde kullanmışlardır. Panelistlerden tarafından yapılan değerlendirmeye göre; %20 buğday ruşeymi katkılı örneklerin en yüksek beğeniye aldığı belirlenmiştir. Bisküvinin %20 buğday ruşeymi ile güçlendirilmesinin protein, lif ve toplam mineral miktarlarını önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir.

Majzoobi ve ark. (2012) çalışmalarında farklı oranlarda (%0, 5, 10, 15 ve 20) ve farklı boyutlarda (280, 585, 890 ve 1.195 μm) buğday ruşeymini kek formülasyonunda kullanmışlardır. Buğday ruşeymi miktarının artmasına bağlı olarak kek yoğunluğunda bir artış gözlemlenirken, kekin hacminde ise bir azalış meydana geldiği saptanmıştır. Artan buğday ruşeymi ilave oranına bağlı olarak kekin renginde ve duyuşal özelliklerinde belirgin bir değişiklik olmadığı yalnızca kek içi sarılık değerinin arttığı bildirilmiştir. Panelistler tarafından en küçük partikül boyutuna sahip (280 μm) %15 buğday ruşeymi katkılı kek örneklerinin en yüksek beğeni skorlarını aldığı rapor edilmiştir.

Kekin fonksiyonel özelliklerinin zenginleştirilmesi için buğday ruşeymi ve dirençli nişasta ilavesinin tercih edildiği bir çalışmada; formülasyonda buğday ruşeymi oranının artmasına bağlı olarak kül, yağ, fitik asit, mineral madde miktarı ve protein içeriğinde artış olduğu ancak sıklık ve hacim indeks değerlerinin ise olumsuz etkilendiği belirtilmiştir (Bilgiçli ve Levent, 2013).

Aravind ve ark. (2012), makarnanın fonksiyonel özelliklerini geliştirmek için katkı maddesi olarak %10, 20, 30, 40, 50 ve 60 oranlarında buğday ruşeymi ve %10, 20 ve 30 oranında kepek kullanmışlardır. Elde edilen makarna örneklerinde artan oranda buğday ruşeymi ve kepek kullanımına paralel olarak diyet lifi miktarında artış gözlemlenmiştir. %10 buğday ruşeymi ilaveli makarna örnekleri fiziksel ve duyuşal olarak en beğenilen örnekler olurken aynı zamanda kontrol örneğine kıyasla daha yüksek diyet lifi ve antioksidan aktivite değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Makarnalarda buğday ruşeymi ilave oranı %30'un üzerine çıkması arzu edilmeyen renk ve duyuşal özelliklere neden olmuştur.

Gök Pınarlı (2004) buğday ruşeymini %0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında makarnanın fonksiyonel özelliklerini zenginleştirmek amacıyla buğday irmiği ile yer değiştirerek kullanmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda buğday ruşeymi ilavesinin makarnaların protein miktarını %17 oranında arttırdığı belirlenirken, makarnaların protein sindirilebilirliği üzerine bir etkisi olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca buğday ruşeymi ilavesi makarnaların yumuşaklık/sertlik derecelerinde önemli bir değişime neden olmaz iken; amiloz-yag kompleksi, tat ve görünüm üzerinde ise önemli bir fark oluşturduğu belirtilmiştir.

2.3. Tarhana

TS 2282 Tarhana standardına göre tarhana; buğday unu, kırması, irmik veya bunların karışımı ile yoğurt, biber, tuz, soğan, domates ve tat, koku verici, sağlığa zararsız bitkisel maddelerin karıştırılıp yoğrulduktan ve fermente edildikten sonra kurutulması, öğütülmesi ve elenmesiyle elde edilen bir besin maddesidir (Anonim, 2004). Tarhana genel olarak çorba formunda tüketilse de yöreden yöreye ve üretim şekline bağlı olarak plaka ve topak şeklinde üretilip kurutularak çerez şeklinde de tüketilebilmektedir (Erbaş, 2003).

Tarhana asitli ve ekşi bir aromaya sahip fermente bir gıda olup bazı ülkelerde kishk, kushuk, tahonya ve talkuna isimleriyle bilinmektedir. Bu ürünlerin yapılış yöntemleri her ülkeye özgü olsa bile hepsinde tahıl ve yoğurt iki ana bileşen olarak kullanılmaktadır (İbanoğlu ve Ainsworth, 2004; Akbaş ve Coşkun, 2006).

Ülkemizde tarhanalar farklı bileşim ve üretim metodu ile üretilmekte olup bunlar çorba yapımının yanında ayrıca geleneksel cips veya çerez olarak da tüketilmektedir. Tarhananın standart bir üretim metodu olmadığı için besleyici özellikleri tarhanada kullanılan hammaddelerin çeşidine ve miktarına göre farklılık göstermektedir (Erbaş ve ark., 2005).

Tarhana üretimi genellikle hamur karıştırma, fermentasyon, kurutma ve öğütme aşamalarından meydana gelmektedir. Tarhana hamuru buğday ununa yoğurt, maya (*Saccharomyces cerevisiae*), sebzeler (domates, soğan, yeşil biber ve toz biber), tuz ve baharatların (nane, kekik, dereotu, vb.) karıştırılmasıyla hazırlanmaktadır. Genellikle tarhana üretiminde beyaz buğday unu kullanılmaktadır. Ayrıca un yerine hem irmik hem de un+irmik karışımı kullanılabilir. Tarhana üretiminde ilk olarak un yoğurtla karıştırılmaktadır. Ardından diğer malzemelerle beraber sebzeler doğrandıktan

sonra eklenip yoğrulmaktadır. Domates ve biber yerine, domates ve biber salçası tercih edilebilir. Tüm malzemeler homojen bir hal alana kadar karıştırıldıktan sonra elde edilen hamur 30-35 °C’ de 1-7 gün süreyle fermentasyona bırakılmaktadır. Tarhanada fermentasyon yoğurt bakterileri olan *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ve ekmek mayası olan *Saccharomyces cerevisiae* tarafından sağlanmaktadır. Böylece laktik asit ve alkol fermentasyonları tarhana üretiminde eş zamanlı gerçekleşmektedir. Fermentasyon aşamasından sonra tarhana kurutulmaktadır. Ülkemizde ev yapımı tarhanalar çoğunlukla güneşte kurutularak üretilirken ticari tarhana üretiminde modern kurutma tekniklerinden yararlanılmaktadır (Akbaş ve Coşkun, 2006; Özdemir ve ark., 2007). Tarhananın bileşimi, kullanılan hammaddelerin miktarları, üretim yöntemi, fermentasyon süresi, kurutma yöntemi gibi faktörler yöreden yöreye farklılık göstermektedir.

TSE’ye göre belirtilen tarhana çeşitleri un, göce, irmik ve karışık tarhanadır. Bu tarhana çeşitleri, buğday unu, kırması ve irmiğin tarhana üretiminde kullanılma esası baz alınarak belirlenmiştir İrmik tarhanasında un yerine irmik kullanılırken karışık tarhanada buğday unu, kırması ve irmikten en az ikisi kullanılmaktadır (Anonim, 2004).

Un tarhanası; buğday unu, yoğurt, biber, tuz, kuru soğan, domates, sağlığa zararsız bitkisel aroma verici ürünlerin (nane, dere otu vb.) harmanlanıp yoğrulduktan sonra fermente edilip kurutulması, öğütülmesi ve elenmesiyle elde edilmektedir. Daha çok Ege bölgesinde üretilen bir tarhana çeşididir (Anonim, 2004).

Göce tarhanası; buğday tanesinin hiçbir kısmı ayrılmadan öğütülmesi sonucu elde edilen buğday kırması, yoğurt, biber, tuz, domates, kuru soğan, sağlığa zararsız bitkisel aroma verici maddelerin harmanlanıp yoğrulduktan sonra fermente edilip kurutulması, öğütülmesi ve elenmesiyle elde edilen tarhana çeşididir (Anonim, 2004).

İrmik tarhanası; irmik, yoğurt, biber, tuz, kuru soğan, domates, sağlığa zararsız bitkisel aroma verici maddelerin harmanlanıp yoğrulduktan sonra fermente edilip kurutulması, öğütülmesi ve elenmesiyle elde edilen tarhana çeşididir (Anonim, 2004).

Karışık tarhana; buğday unu, buğday kırması ve irmikten en az ikisi ile birlikte yoğurt, biber, tuz, soğan, domates, sağlığa zararsız çeşitli bitkisel aroma verici maddelerin karıştırılıp yoğrulduktan ve fermente edildikten sonra kurutulması, öğütülmesi ve elenmesiyle elde edilen bir tarhana çeşididir (Anonim, 2004).

Tarhana ingredientleri besin değeri açısından oldukça zengin olup, üretim basamaklarından fermentasyon tarhananın besin değerini daha da arttırmaktadır (Dayısoylu ve ark., 2002; Erdoğan, 2019). Tarhana yetişkin ve bebek beslenmesinde

önemli bir yere sahip olmakla beraber besleyici ve iyileştirici özelliği mevcut olup aynı zamanda sindirilebilirliği yüksek bir gıda ürünüdür (Karakaya ve Kavas, 1999). Tarhana bitkisel ve hayvansal proteinlerin bir kombinasyonu niteliğindedir. Tarhana üretimi esnasında laktik asit fermantasyonun gerçekleşmesi gıdanın muhafazasında büyük önem taşımaktadır. Bunun sonucunda karbonhidrat, protein ve yağlar hidrolizasyona uğrayarak ürünün raf ömrü bakımından ve kişinin sindirimi açısından avantaj sağlamaktadır (Dayısoylu ve ark., 2002; Erdoğan, 2019).

Buğday unu treonin ve lisin gibi aminoasit içeriği bakımından fakir bir protein kaynağıdır. Tarhananın diğer bileşenlerinden biri olan yoğurtta ise treonin ve lisin gibi aminoasitler yüksek miktarda mevcut olup, böylece buğday unu ve yoğurt aminoasitler bakımından birbirini tamamlamaktadır. Bu durum tarhananın yüksek kalitede bir protein kaynağı olduğunu göstermektedir (Özbilgin, 1983).

Tarhananın beslenme üzerindeki etkilerinden bir diğeri ise, fermantasyon sayesinde kolayca sindirilebilmesi ayrıca uzun süre bozulmadan muhafaza edilmesidir (Işık Erol, 2010). Tarhana öğütme işleminden sonra fiçılarda, kavanozlarda, veya bez torbalarda rutubetsiz, serin ve ışık almayan ortamlarda depolanması gereken bir üründür. Uygun depolama şartlarında tarhanalar fiziksel ve kimyasal özelliklerini koruyarak 6 ay ile 1 yıl aralığında muhafaza edilebilir. Modern teknolojinin sağladığı imkanlar sayesinde, fermantasyonu tamamlanmış tarhanalar kurutulduktan sonra veya kurutma işlemi gerçekleşmemiş olan yaş tarhanalar dondurulduktan sonra 1-2 yıl boyunca hiçbir özelliğini kaybetmeden depolanabilmektedir (Çakıroğlu, 2007; Erdoğan, 2019).

Tarhana besin değeri ve bileşiminin çeşitliliği bakımından zengin bir besin maddesi olup, Anadolu, Orta Doğu ve Balkanlar'da tüketilen geleneksel bir ürün olmakla birlikte tarhana ile ilgili yapılan çalışmalar çoğunlukla bu bölgelerde yürütülmüştür. Tarhana ile ilgili bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Tarhananın besinsel değerini arttırmak için yapılan bir çalışmada, buğday unu ile farklı oranlarda buğday kepeği ve buğday ruşeymi (%10, 25 ve 50) yer değiştirilerek tarhana üretiminde kullanılmıştır. Formülasyonda buğday kepeği ve buğday ruşeymi miktarı arttıkça tarhana örneklerindeki protein ve mineral içeriklerinde bir artış olduğu belirlenmiştir (Bilgiçli ve ark., 2006).

Bilgiçli ve ark. (2006), buğday ruşeymini %0, 10, 25 ve 50 oranında rafine buğday unu ile yer değiştirilerek tarhana formülasyonunda kullanmışlardır. Artan oranda buğday ruşeymi kullanılması ile tarhana örneklerinin toplam antioksidan aktivite

değerinin, in vitro protein sindirilebilirliğinin, L^* , a^* ve b^* renk değerlerinin azaldığı, yağ, protein, kül, Ca, Mg, Cu, K, Mn, Fe, Zn ve toplam fenolik madde miktarları ile titre edilebilir asitlik ve pH değerlerinin ise arttığı belirlenmiştir. Bunlarla birlikte %10 buğday ruşeymi ilavesi ile üretilen tarhana örneklerinin panelistler tarafından en beğenilen örnekler olduğu bildirilmiştir.

Aktaş ve ark. (2015) buğday ruşeymini %10, 30 ve 50 oranlarında tarhana formülasyonunda kullanmışlardır. Buğday ruşeymi kullanımı ile tarhana örneklerinin pH, titre edilebilir asitlik değerleri, kül, protein, toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktivite değerlerinde artış olduğu belirtilmiştir.

Bilgiçli ve Türker (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, geleneksel kraker formülasyonunda tarhana %50, 75 ve 90 oranlarında buğday unu ile yer değiştirilerek kullanılmıştır. Artan tarhana ilave oranı ile birlikte kraker örneklerinin yayılma değeri sayısal olarak artarken, kalınlıkları azalmıştır. Duyusal analiz sonuçları %90 tarhana katkılı kraker örneklerinin gevreklik açısından en yüksek puanı aldığını, bununla birlikte görünüş bakımından üç kraker örneğinin de panelistler tarafından benzer puanlarla değerlendirildiği göstermiştir.

Aktepe (2019) yaptığı çalışmada, tarhanayı nugget üretiminde kaplama materyali olarak kullanmıştır. Yapılan analizler sonucunda, tarhana kaplamalı nuggetların ham protein, ham yağ ve kül miktarlarının kontrol grubu nuggetlardan daha yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Hemat ve Abdel-Razik (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, tarhana hamurundaki buğday unu, 1/1 oranında tam arpa unu ile yer değiştirilerek arpa-unlu tarhana hamuru üretilmiştir. Arpa-unlu tarhana hamurları tava ekmeği üretiminde kullanılmıştır. Bu amaçla tava ekmeği örnekleri buğday ununun, tarhana hamuru ile %0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında yer değiştirilerek hazırlanmıştır. Tava ekmeklerinde tarhana hamurunun oranları %0'dan %20'ye çıkarıldığında nem içeriğinde artış olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tarhana hamurunun ilave edilmesi, tava ekmeği örneklerinin tazeliğini, özgül hacmini ve duyusal kabul edilebilirliğini arttırmıştır. Taze tava ekmeğinin kabuk ve iç renk parametreleri, tarhana hamurunun kullanım oranı artışına bağlı olarak azalmıştır. Tüm tava ekmek örnekleri panelistler tarafından kabul edilebilir bulunmuştur. Kontrol ve %20 tarhana katkılı tava ekmeğinin tekstür, hacim ve iç rengi en yüksek değerlere sahip olmuştur. Ayrıca %20 tarhana katkılı tava ekmeği örneklerinin aroması ve tadı diğer örneklerle kıyasla yüksek kabul edilebilirlikte olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Gevrek üretiminde kullanılan un (Hekimoğlu, Konya Türkiye), şeker (Torku, Konya, Türkiye), sofr tuzu (Salina, Konya, Türkiye), yaş maya (Pakmaya, Kocaeli, Türkiye), ayçiçek yağı (Bizim, Balıkesir, Türkiye), hidrojenize bitkisel yağ (Bizim, İstanbul, Türkiye), buğday ruşeymi Konya’da faaliyet gösteren bir un fabrikasından temin edilmiştir. Gevrek üretiminde kullanılan tarhana laboratuvarında üretilmiş olup, tarhananın hazırlanmasında kullanılan hammaddeler [(un (Hekimoğlu, Konya, Türkiye), konsantre tam yağlı süzme yoğurt (Dost, Sakarya, Türkiye), domates salçası (Öncü, Gaziantep, Türkiye), soğan, kırmızı toz biber (Çınar, Konya, Türkiye), yaş maya (Pakmaya, Kocaeli, Türkiye) ve sofr tuzu (Salina, Konya, Türkiye)] yerel bir marketten temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Gevrek formülasyonundaki buğday unu 3 farklı oranda tarhana (% 0, 5 ve 10) ve 4 farklı orandan buğday ruşeymi (% 0, 10, 15 ve 20) ile yer değiştirerek, (3×4)×2 faktöriyel deneme desenine göre gevrek üretimi gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Tarhana üretimi

Gevrek üretiminde kullanılacak tarhana Bilgiçli (2009)’nin tarhana üretim metoduna göre üretilmiştir.

Tarhana üretiminde Çizelge 3.1’de belirtilen miktarlarda un, yoğurt, salça, soğan, kırmızı toz biber, tuz, maya ve su bir mikserde (Hobert N 50, Kanada Inc, North York, Ontario, Kanada) 15 dk boyunca en düşük hızda karıştırılmış, elde edilen hamur cam bir kap içerisine alınarak, fermentasyon kabini (Fimak FMD 16, Konya, Türkiye) içerisinde 30°C’ de 72 saat boyunca fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyondan sonra tarhana hamuru örnekleri yaklaşık 2-3 cm çapında küçük parçalara bölünerek 55°C’de 48 saat boyunca kurutma fırınında (Nüve KD-200, Ankara, Türkiye)

kurutulmuştur. Kurutulan tarhana örnekleri laboratuvar tipi öğütücüde (Sinbo SCM 2934, İstanbul, Türkiye) öğütülmüş ve ardından 500 µm gözenek çaplı elekten elenerek cam kaplarda ağzı kapalı bir şekilde kullanılıncaya kadar muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3.1. Tarhana formülasyonu

Bileşen	Miktar (g)
Un	400
Yoğurt	160
Salça	40
Kuru soğan	20
Kırmızı toz biber	8
Tuz	4
Yaş maya	10
Su	200

3.2.3. Gevrek üretimi

Gevrek üretimi Konya’da faaliyet gösteren bir unlu mamuller işletmesinin üretim metodu esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Kontrol gevrek örneğinin üretiminde 250 g un esasına göre; 250 g buğday unu, 10 g şeker, 83 g hidrojenize bitkisel yağ, 5 g tuz, 25 ml ayçiçek yağı, 2 g yaş maya ve 50 ml su kullanılmıştır (Çizelge 3.2). Tüm bileşenler mikserde (Hobert N 50, Kanada Inc, North York, Ontario, Kanada) homojen bir hamur elde edilinceye kadar (8 dakika) karıştırılmıştır. Elde edilen hamur 80 g’lık eşit parçalara ayrılarak elle fitil şekli verildikten sonra inceltilmiş, delikli tepsilere dizilmiş ve tepside 10 cm uzunluğunda kesilmiştir. Önceden ısıtılmış döner fırında (Fimak Rokon Classic FRN10 G, Konya, Türkiye) 230°C’de 10 dakika boyunca pişirilmiştir. Katkılı gevrek formülasyonlarında buğday ruşeymi (%0, 5, 10, 15 ve 20), tarhana (%0, 5 ve 10) deneme deseninde belirtilen oranlarda ve buğday ununa ikame olarak kullanılmıştır. Pişirme işleminden sonra, gevrekler oda şartlarında soğumaya bırakılmış, ardından polietilen torbalarda paketlenerek kimyasal analizlere kadar buzdolabında (+4°C) saklanmıştır.

3.2.4. Hammadde analizleri

Hammaddelerden buğday unu, tarhana ve buğday ruşeyminin renk ölçümü, nem, kül, protein, yağ, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite ve mineral madde miktarı analizleri yapılmıştır.

Çizelge 3.2. Katkısız gevrek formülasyonu

Bileşen (g)	Kontrol
Buğday unu	250
Şeker	10
Hidrojenize bitkisel yağ	83
Ayçiçek yağı	25
Tuz	5
Yaş maya	2
Su	50

3.2.4.1. Renk ölçümü

Gevrek üretiminde kullanılan hammaddelerin (un, buğday ruşeymi ve tarhana) renk değerleri Minolta CR-400 (Konica Minolta, Japonya) cihazı ile örneklerin 5 farklı noktasından belirlenmiş ve bunların ortalaması alınarak L^* , a^* ve b^* değerleri tespit edilmiştir. L^* değeri [(0) siyah-(100) beyaz] parlaklık, a^* değeri [yeşil (-80) : kırmızı (+100)] yeşil-kırmızı, b^* değeri [sarı (+70) : mavi (-80)] ile sarı-mavi rengi ölçümleri yapılmıştır. Hue (renk özü) değeri $\arctan(b^*/a^*)$ formülü ile, SI (doygunluk indeksi) değeri ise $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır (Francis, 1998).

3.2.4.2. Kimyasal analizler

3.2.4.2.1. Nem tayini

Hammaddelerde nem tayini AACC' nin Standart Metotlarından Metod 44-19.01'a göre yapılmıştır. Etüvde (Nüve KD 200, Türkiye) sabit tartıma getirilmiş olan kurutma kaplarına, hammadde örneklerinden yaklaşık 4.5-5 g örnek tartılmıştır. Tartılan örnekler 135 °C' de 2.5 saat kurutma işlemine tabi tutulmuştur (AACC, 1999). Kurutma işlemi sonrasında desikatöre alınan örneklerin oda sıcaklığına soğumasının ardından ağırlıklarının örneğin başlangıçtaki ağırlığına oranı ile hesaplanmıştır.

3.2.4.2.2. Kül tayini

Hammaddelerde kül tayini AACC 08-01.01 metoduna göre örneklerin kül fırınında (Daihan Wise Therm, Kore) 550 °C'de yakılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Örnekler hiçbir siyah leke içermeyecek duruma gelene kadar yakma işlemine devam

edilmiştir (AACC, 1999). Çalışmada kullanılan hammaddelerin kül miktarları, krezelerde kalan kül miktarının örneğin başlangıçtaki ağırlığına oranı ile hesaplanmıştır.

3.2.4.2.3. Protein tayini

Hammaddelerde protein tayini AACC'nin Standart Metotlarından Kjeldahl metoduna (AACC 46-12.01) göre yapılmıştır. Hammaddelerdeki azotlu madde miktarı Kjeldahl metodu ile yakma, destilasyon ve titrasyon olmak üzere üç aşamada belirlenmiştir. Buğday ununda 5.70 ve diğer tüm örneklerde 6.25 çarpım faktörü kullanılarak protein miktarları hesaplanmıştır (AACC, 1999).

3.2.4.2.4. Yağ tayini

Hammaddelerde yağ tayini AACC'nin Standart Metotlarından metod 36-25.01'e göre Soxhlet ekstraksiyon yöntemiyle yapılmıştır. Hammaddelerde bulunan yağın hekzan ile otomatik yağ ekstraksiyon cihazında (Velp SER 148/6, İtalya) ekstrakte edilmesinin ardından solventin uçurulması ile yağ miktarı belirlenmiştir (AACC, 1999).

3.2.4.2.5. Fitik asit tayini

Hammaddelerin fitik asit miktarı, Haug ve Lantzsch (1983)'e göre kolorimetrik metot kullanılarak tayin edilmiştir. Örneklerdeki fitik asit 0.2 N HCl ile ekstrakte edilmiş ve amonyum demir (III) sülfat çözeltisi ilave edilmiştir. Kaynar su banyosunda 30 dk bekletildikten sonra, buz banyosunda oda sıcaklığına soğutulmuştur. 2-2-bipiridin çözeltisi eklenerek renklendirilmiş ve 519 nm'de absorbans değeri okunarak, fitik asit miktarı hesaplanmıştır.

3.2.4.2.6. Serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarı tayini

Serbest fenolik madde ekstraksiyonu; Hammaddelerin serbest fenolik madde içeriğinin ekstraksiyonu için Vitali ve ark. (2009)'da belirtilen metod modifiye edilerek kullanılmıştır. Ekstraksiyon için 1 g örnek 10 ml %1 HCl içeren %80'lik metanol ile karıştırılmış ve karışım 2 saat oda sıcaklığında (24 ± 1 °C) çalkalamalı su banyosunda (Daihan Wisebath WSB-30, Gangwon, Güney Kore) çalkalanarak ekstrakte edilmiştir.

Daha sonra bu karışım, 3000 rpm' de 10 dakika süre ile santrifüj edilmiş ve sonrasında elde edilen supernatant analizde kullanılmak üzere -18 °C'de muhafaza edilmiştir.

Bağlı fenolik madde ekstraksiyonu; Hammaddelerin bağlı fenolik madde ekstraksiyonu için Vitali ve ark. (2009) tarafından belirtilen metot modifiye edilerek kullanılmıştır. Bağlı fenolik maddelerin ekstrasyon işlemine, serbest fenolik maddelerin ekstraksiyonundan arta kalan kalıntı ile devam edilmiştir. Kalıntıya 20 mL 10:1 oranında metanol/H₂SO₄ karışımı eklenmiş ve 85°C'deki su banyosunda 20 saat bekletilmiştir. Ardından örnekler oda sıcaklığına ulaşınca kadar soğutularak 3000 rpm' de 10 dakika süre ile santrifüj edilmiş ve sonrasında elde edilen supernatant analizde kullanılmak üzere -18 °C'de muhafaza edilmiştir.

Analizlerde kullanılan çözeltiler aşağıda belirtildiği şekilde hazırlanmıştır:

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

Lowry B: % 1'lik NaKC₄H₄O₆ (potasyum sodyum tartarat) içinde % 0.5 CuSO₄ (bakır sülfat) çözündürülerek 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 koyulan 0.1 mL yukarıda anlatılan örnek ekstraktının üzerine 1.9 mL saf su ve 2.5 mL Lowry C ilave edilip karıştırıldıktan sonra, 10 dk oda sıcaklığında bekletilmiştir. Süre sonunda, 0.25 ml Folin-ciocaltaeu reaktifi (% 10'luk, h/h, suda) eklenerek 30 dk oda sıcaklığında karanlık şartlarda bekletilmiştir. Bu süre sonunda örneklerin absorbans değerleri 760 nm de spektrofotometrede (Hitachi-U1800, Japonya) okunmuş ve 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.

3.2.4.2.7. Antioksidan aktivite analizleri

Hammaddelerde antioksidan aktivite tayini DPPH (2-2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl), FRAP (Demir İndirgeme Antioksidan Gücü) ve CUPRAC (Bakır(II) İyonu İndirgeme Esaslı Antioksidan Kapasite) metodlarına göre yapılmıştır.

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. Elde edilen süpernatantlar filtreden geçirilerek analizlerde kullanılmıştır.

Hammaddelerin DPPH metodu ile antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde Gyamfi ve ark. (1999) ile Beta ve ark. (2005)'nin metodları modifiye edilerek kullanılmıştır. Metod bir serbest radikal olan DPPH (2,2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl)' in örnekte bulunan antioksidan maddeler tarafından yok edilmesi esasına dayanmaktadır. Analiz 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 ifade edilmiştir.

Hammaddelerin FRAP metodu ile antioksidan aktivite analizleri Gao ve ark. (2002)'nin metoduna göre yapılmıştır. FRAP yöntemi, gıdalardaki antioksidan bileşenlerin sahip olduğu indirgen özelliklerinin veya kapasitelerinin ölçülerek belirlendiği bir antioksidan aktivite tayini yöntemidir (Benzie ve Strain, 1999). Bu yöntemde göre toplam indirgeme potansiyeli; Fe^{+3} 'ün Fe^{+2} 'ye indirgenmesi sonucu oluşan renk değişiminin 593 nm'de izlenmesi sonucunda belirlenir (İskefiyeli, 2014; Akyüz, 2007). 300 mmol/L Asetat tamponu (300 mmol/L), TPTZ (Tripyridyl triazine) çözeltisi (10 mmol/L) ile $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ çözeltisi (20 mmol/L) sırası ile 10:1:1 oranında karıştırılarak analiz çözeltisi hazırlanmıştır. 50 µl ekstrakt 700 µl analiz çözeltisi ile karıştırılıp, karanlıkta 5 dakika bekledikten sonra UV-Visible spektrofotometrede 593 nm'de absorbans ölçülmüştür. Sonuçlar 2 paralelli olarak troloks eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir.

Hammaddelerin CUPRAC metodu ile antioksidan aktivite analizlerinde Apak ve ark. (2007)'nin metodu kullanılmıştır. CUPRAC metodu örnekte bulunan antioksidanlar (redüktan) tarafından Cu (II)'nin Cu (I)'e indirgenmesi esasına dayanmaktadır. Bir cam tüp içerisine $CuCl_2$ (10^{-2} M), NH_4AC (Amonyum asetat tamponu, Ph;7) (1 M) ve neokuproin çözeltisinden (7.5×10^{-3} M) 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 örneklerin 450 nm'de absorbans değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar troloks eşdeğeri cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.4.2.8. Mineral madde tayini

Örneklerdeki Ca, Fe, Mg, K, P ve Zn elementlerinin miktarlarını belirlemek için, 0.3 g kuru örnek 10 ml $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ kullanılarak mikrodalgada (Mars 5, CEM Corporation, ABD) yakılmıştır. Elde edilen süzüntülerde mineral madde içerikleri ICP-MS İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi) cihazında (Agilent Technologies - 7900 ICP-MS / ASX 500, Waldbronn, Germany) analiz edilmiştir (Skujins, 1998).

3.2.5. Gevrek analizleri

Gevreklerde fiziksel (renk, kalınlık, genişlik, uzunluk ve sertlik), kimyasal (nem, kül, protein, yağ, fitik asit, serbest, bağlı ve toplam fenolik madde miktarları, antioksidan aktivite ve mineral madde miktarı) ve duyuşsal özellikler belirlenmiştir.

3.2.5.1. Fiziksel analizler

3.2.5.1.1. Renk ölçümü

Gevrek örneklerinde renk ölçümü başlık 3.2.4.1’de verilen metot kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.1.2. Kalınlık, genişlik ve uzunluk ölçümü

Gevreklerin kalınlık, genişlik ve uzunluk oranlarının tespit edilmesi amacıyla örnekler oda sıcaklığında 60 dakika dinlendirilmiştir. Genişlik, kalınlık ve uzunluk değerleri kumpas (Mitutoyo, Minoto-Ku, Tokyo, Japonya) kullanılarak mm olarak ölçülmüştür.

3.2.5.1.3. Sertlik analizi

Gevrek örnekleri 24 saat oda şartlarında dinlendirildikten sonra sertlik ölçümleri AACC Standart Metot No: 16-50 (AACC, 2002) yöntemi esas alınarak, tekstür analiz cihazı (TA-XT plus, Stable Mikrosistemleri, İngiltere) kullanılarak yapılmıştır. HDP/3PB 3-Point Bending Rig probu tercih edilerek yapılan ölçümlerde ön test hızı 1.0 mm/s; test hızı 1.0 mm/saniye; test sonrası hızı 10.0 mm/s; probun açıklığı/mesafesi 3 mm; tetik

tipi: otomatik 5 g parametreleri kullanılmıştır. Sertlik değeri örnekler için beş paralel olarak belirlenmiş ve 2 tekerrürlü olarak çalışılmıştır.

3.2.5.2. Kimyasal analizler

Gevrek örneklerinin nem tayini başlık 3.2.4.2.1’de, kül tayini başlık 3.2.4.2.2’de, protein tayini başlık 3.2.4.2.3’te, yağ tayini başlık 3.2.4.2.4’te, fitik asit tayini başlık 3.2.4.2.5’te serbest, bağlı ve toplam fenolik madde tayini başlık 3.2.4.2.6’da antioksidan aktivite tayini başlık 3.2.4.2.7’de ve mineral madde tayini başlık 3.2.4.2.8’de verilen metotlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.3. Duyusal analizler

Gevrek örneklerinde fiziksel ve kimyasal olarak üstün özellik gösteren örnekler duyusal analize tabi tutulmuştur. Gevrek örneklerinin duyusal analizleri Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünden, 22 panelist (25-55 yaş) tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistler gevrek örneklerinin renk, koku, görünüş, tat, gevreklik ve genel beğeni özelliklerini 1-7 arasında puanlayarak (1-Kesinlikle beğenmedim, 7- Kesinlikle beğendim) değerlendirmiştir.

3.2.6. İstatistikî analiz

İstatistikî analizler için SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL,USA) istatistik programı kullanılmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutularak, ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi aracılığıyla karşılaştırılmıştır ($p<0.05$). İstatistikî analiz sonuçları tablolar halinde özetlenerek, önemli ve anlamlı bulunan interaksiyonlar şekiller üzerinde gösterilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

Gevrek üretiminde kullanılan buğday unu, buğday ruşeymi ve tarhana ile yer değiştirilerek kullanıldığından, bu hammaddelere ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları tablolar halinde verilmiş ve sonuçlar aşağıda tartışılmıştır.

Gevrek üretiminde kullanılan hammaddelerden buğday unu, buğday ruşeymi ve tarhanaya ait renk değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Hammaddelerin L^* değeri 72.27 ile 91.30, a^* değeri -0.30 ile 6.04 ve b^* değeri 10.43 ile 27.34 arasında değişmiştir. L^* değerinin, buğday ununda (91.30) sırasıyla tarhana (81.89) ve buğday ruşeymine (72.27) göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. a^* değeri en yüksek (6.04) tarhanada, en düşük (-0.30) buğday ununda bulunmuştur. Buğday ununun diğer hammaddelerden daha düşük sarılık değerine sahip olduğu belirlenmiştir Hammaddelerdeki Hue ve SI değerleri sırasıyla 77.54 ile 91.61 ve 10.44 ile 27.99 arasında değişim göstermiştir. Tarhana hammaddeler arasında daha düşük Hue ve daha yüksek SI değerini veren örnek olmuştur. Buğday unu tahmin edildiği gibi yüksek parlaklık ve düşük kırmızılık değerine sahip bulunmuştur. Tarhana diğer hammaddelerden daha yüksek kırmızılık ve sarılık değerleri ile dikkat çekmektedir. Tarhananın çeşidi, bileşenleri, üretim metodu ve depolama şartları tarhananın renk değerlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Tarhana ile ilgili elde ettiğimiz renk sonuçları genel olarak literatürle uyumlu olmakta birlikte farklılıklar yukarıda bahsedilen sebeplerle gerçekleşmektedir. Buğday ununun rengi ile ilgili literatür değerleri randımana göre farklılık gösterebilmektedir. Buğday ruşeymi için elde edilen değerler literatürle genel olarak uyumludur.

Çizelge 4.1. Gevrek hammaddelerinden buğday unu, buğday ruşeymi ve tarhanaya ait renk değerleri¹

	L^*	a^*	b^*	Hue	SI
Buğday unu	91.30±0.01	-0.30±0.01	10.43±0.01	91.61±0.08	10.44±0.01
Buğday ruşeymi	72.27±0.20	3.32±0.02	24.77±0.05	82.37±0.06	24.99±0.05
Tarhana	81.89±0.02	6.04±0.03	27.34±0.06	77.54±0.03	27.99±0.07

¹ L^* : Parlaklık renk değeri, a^* : Kırmızı-yeşil renk değeri, b^* : Sarı-mavi renk değeri, Hue: Renk özü, SI: Doygunluk indeksi.

Bilgiçli (2009), yaptığı bir çalışmada buğday ununun L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 92.11, -0.65 ve 10.01 olarak rapor etmiştir.

Shafi ve ark. (2016), buğday ununun L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 91.42, -0.91 ve 15.89 olarak bildirmişlerdir.

Bilgiçli ve İbanoğlu (2007), yaptıkları tarhana çalışmasında buğday ununun ve buğday ruşeyminin L^* değerlerini sırasıyla; 94.6 ve 75.3, a^* değerlerini sırasıyla; 0.5 ve 3.1 ve b^* değerlerini sırasıyla; 13.7 ve 20.7 olarak belirlemişlerdir.

Demir ve ark. (2021), yaptıkları çalışma sonucunda ham buğday ruşeyminin L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 75.37, 2.13 ve 24.18 olarak tespit etmişlerdir.

Bayrakçı ve Bilgiçli (2015), rafine buğday unu ile hazırlanan tarhananın L^* , a^* , b^* , SI ve Hue değerlerini sırasıyla 81.01, 5.92, 27.31, 27.94 ve 77.77 şeklinde belirlemişlerdir. Esimek (2010) farklı orijinli tarhana çeşitleri üzerine yaptığı bir çalışmada Çorum tarhanasının L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 79.6, 7.7 ve 26.7 olarak bulmuşlardır.

Süfer ve Bozok (2021), tarhana örneklerinin L^* , a^* , b^* ve Hue değerlerini sırasıyla 82.04, 8.20, 38.63 ve 78.02 olarak belirlerken, Levent (2019) ise tarhana örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 78.76, 10.05 ve 33.60 olarak bildirmiştir.

Gevrek üretiminde kullanılan hammaddelerden buğday unu, buğday ruşeymi ve tarhanaya ait nem, kül, yağ, protein ve fitik asit analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Kullanılan hammaddeler içerisinde buğday ruşeymi %13.18 ile en yüksek nem içeriğine sahip olup, bunu buğday unu (%10.77) ve tarhana (%6.29) takip etmektedir. Buğday unu, buğday ruşeymi ve tarhanaya ait kül miktarları sırasıyla %0.50, 3.88 ve 2.70 olarak belirlenmiştir. Buğday ununun diğer hammaddelere göre daha düşük kül içeriği rafine buğday ununun üretilmesi sırasındaki rafinasyon işlemi ile buğdayın yüksek kül içeriğine sahip dış tabakalarının (kepek ve ruşeym) uzaklaştırılması ile ilgilidir (Kurt, 2012). Yağ miktarı en yüksek buğday ruşeyminde (%8.65) belirlenirken, bunu sırasıyla tarhana (%6.34) ve buğday unu (%1.06) izlemektedir. Hammaddelerin protein miktarları incelendiğinde buğday ruşeymi ve tarhananın protein açısından zengin kaynaklar olduğu görülmektedir. Protein miktarlarının en yüksek buğday ruşeyminde, daha sonra tarhanada ve en düşük buğday ununda olduğu belirlenmiştir. Hammaddeler içerisinde en yüksek fitik asit içeriği buğday ruşeyminde belirlenmiş olup (2178.15 mg/100g) bunu sırasıyla buğday unu (201.10 mg/100g) ve tarhana (30.14 mg/100g) takip etmiştir. Buğday tanesinin ruşeym ve kepek tabakaları endosperm tabakasından daha yüksek oranda fitik asit içermektedir (Bassiri ve Nahapetian, 1977; Yalçın, 2018). Hammaddeler içerisinde tarhana en düşük fitik asit içeriğine sahip olup, bu durum tarhananın üretiminde kullanılan ekmek mayasının fitaz aktivitesinden ve ayrıca yoğurt, buğday unu ve diğer

bileşenlerden gelen bakteriler tarafından gerçekleştirilen laktik fermentasyon nedeniyle fitik asit içeriğinin azalmasından kaynaklanmaktadır (Lopez ve ark., 1983; Fredrikson ve ark., 1998, Sindhu ve Khetarpaul, 2001; Bilgiçli, 2004).

Çizelge 4.2. Gevrek hammaddelerinden buğday unu, buğday ruşeymi ve tarhanaya ait kimyasal analiz sonuçları¹

	Nem (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Fitik asit (mg/100g)
Buğday unu	10.77±0.01	0.50±0.00	1.06±0.20	9.78±0.12	201.10±13.06
Buğday ruşeymi	13.18±0.42	3.88±0.04	8.65±0.33	23.86±0.24	2178.15±62.68
Tarhana	6.29±0.09	2.70±0.01	6.34±0.29	18.62±0.19	30.14±2.74

¹Nem hariç diğer sonuçlar kurumadde üzerinden verilmiştir.

Bilgiçli ve İbanoğlu (2007), buğday unu ve buğday ruşeyminin nem, protein, yağ, kül ve fitik asit değerlerini sırasıyla %12.3, %10.06, %1.1, %0.5 ve 337 mg/100g; %10.8, %26.5, %8.5, %4.1 ve 2478 mg/100g olarak belirlemişlerdir.

Gómez ve ark., (2012), buğday ruşeyminin nem, kül, yağ ve protein miktarlarını sırasıyla %9.05, 5.15, 9.55 ve 35.16 olarak rapor etmişlerdir.

Güven (2012), farklı buğday çeşitlerine ait buğday ruşeymlerinin nem, yağ, protein ve kül oranlarını sırasıyla %11.58-12.96, %9.68-11.67, %23.99-27.70 ve %4.58-5.03 aralıklarında tespit etmiştir.

Cankurtaran (2016), makarna üretiminde kullanmış olduğu buğday unu ve buğday ruşeyminin kül, protein, yağ ve fitik asit miktarlarını sırasıyla %0.69, %10.36, %0.82 ve 133.77 mg/100g ; %3.65, %21.44, %8.81 ve 2484.23 mg/100g olarak bildirmiştir.

Çevik (2016), tarhana üretiminde kullanmış olduğu hammaddelerden biri olan buğday ununun kül miktarını %0.55, protein miktarını %12.58 ve fitik asit miktarını 153.30 mg/100g olarak bulmuştur. Aynı çalışmada kontrol grubu tarhanaların kül, protein ve fitik asit miktarları sırasıyla %1.36-1.40, %14.38-14.61 ve 25.26-28.40 mg/100g aralıklarında belirlenmiştir.

Bilgiçli (2009), buğday unu ve tarhananın kül, protein, yağ ve fitik asit miktarlarını sırasıyla %0.52, %11.54, %0.8 ve 145 mg/100g; %1.68, %16.4, %6.11 ve 21.20 mg/100g olarak rapor etmiştir. Yapılan başka bir çalışmada tarhananın protein miktarı %14.04 ve yağ miktarı ise %3.61 olarak belirlenmiştir (Özçira, 2019).

Gürbüz ve ark. (2010), farklı kurutma yöntemi kullanarak ürettikleri tarhanalar üzerine yaptıkları bir çalışmada; 72 saatlik fermentasyon sürecine tabi tutularak

korunaklı kurutma metodu uygulanan tarhanaların nem, kül ve protein miktarlarını sırasıyla %10.84, 7.22 ve 11.42 olarak bulmuşlardır.

Gevrek üretiminde kullanılan hammaddelere ait serbest fenolik madde (SFM), bağlı fenolik madde (BFM) ve toplam fenolik madde miktarları (TFM) ile antioksidan aktivite (DPPH, FRAP ve CUPRAC) değerleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. SFM miktarı buğdayın öğütme yan ürünlerinden biri olan buğday ruşeyminde 5512.66 mg GAE/kg olarak belirlenmiş olup, bunu sırasıyla 3913.38 mg GAE/kg ile tarhana ve 2732.95 mg GAE/kg ile buğday unu takip etmiştir. BFM miktarı, SFM miktarı ile benzer değişim göstermiş olup, en yüksek değer buğday ruşeyminde (7001.54 mg GAE/kg) en düşük değer (2948.08 mg GAE/kg) ise buğday ununda bulunmuştur. TFM miktarı, SFM ve BFM miktarlarının toplamı olup, en yüksek SFM ve BFM içeriğine sahip örnek olan buğday ruşeymi (11916.16 mg GAE/kg), buğday unu (5768.17 mg GAE/kg) ve tarhanadan (8435.92 mg GAE/kg) daha yüksek TFM miktarına sahip örnek olarak belirlenmiştir.

Bitkisel kaynaklı gıdalarda, antioksidan aktiviteyi sağlayan bileşenlerin karmaşık yapılarından dolayı antioksidan aktivite analizinde daha doğru bir sonuç elde etmek için en az iki metot uygulanması gerektiği literatürde belirtilmiştir (Liyana-Pathirana ve Shahidi, 2007; Tacer, 2008).

Buğday unu, buğday ruşeymi ve tarhana örneklerinin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde DPPH, FRAP ve CUPRAC metotları kullanılmıştır. Antioksidan aktivite değerinin belirlendiği DPPH metoduna göre en yüksek değer buğday ruşeyminde (1654.66 mg TE/g) bulunmuş, bunu sırasıyla tarhana (258.60 mg TE/g) ve buğday unu (203.60 mg TE/g) takip etmiştir. Antioksidan değerlerinin belirlendiği diğer bir metot olan FRAP analizi sonuçlarına göre buğday unu, buğday ruşeymi ve tarhanada saptanan değerler sırasıyla 0.25 $\mu\text{mol TE/g}$, 14.00 $\mu\text{mol TE/g}$ ve 1.64 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak bulunmuştur.

CUPRAC analiz sonuçlarına göre en yüksek değer buğday ruşeyminde (42.17 $\mu\text{mol TE/g}$), en düşük değer buğday ununda (2.99 $\mu\text{mol TE/g}$) belirlenmiştir. Buğdayın dış tabakasında yer alan ve öğütme yan ürünlerinden biri olan ruşeym, unsu tabakadan daha yüksek antioksidan aktivite değerine sahiptir (Cankurtaran, 2016). Buğday ruşeyminin bu özelliği diğer hammaddelerden daha yüksek oranda antioksidan aktivite göstermesini sağlamıştır.

Çizelge 4.3. Gevrek hammaddelerinden buğday unu, buğday ruşeymi ve tarhanaya ait fenolik madde ve antioksidan aktivite sonuçları¹

	SFM² (mg GAE/kg)	BFM³ (mg GAE/kg)	TFM⁴ (mg GAE/kg)	DPPH⁵ (mg TE/g)	FRAP⁶ (μmol TE/g)	CUPRAC⁷ (μmol TE/g)
Buğday unu	2732.95±60.35	2948.08±145.67	5768.17±62.43	203.60±5.61	0.25±0.04	2.99±0.22
Buğday ruşeymi	5512.66±85.87	7001.54±737.64	11916.16±39.90	1654.66±113.29	14.00±0.57	42.17±0.95
Tarhana	3913.38±135.16	5165.42±627.71	8435.92±150.32	258.60±7.62	1.64±0.15	9.83±0.13

¹Sonuçlar kurumadde üzerinden verilmiştir. ²Serbest fenolik madde (GAE: Gallik asit eşdeğeri). ³Bağlı fenolik madde (GAE: Gallik asit eşdeğeri). ⁴Toplam fenolik madde (GAE: Gallik asit eşdeğeri). ⁵ 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radikalinin inhibisyonu (TE:Troloks eşdeğeri). ⁶Ferrik iyonlarını indirgeme kuvveti. ⁷Bakır iyonlarını indirgeme kuvveti.

Yaver (2017), ekmek üretiminde kullanmış olduğu buğday ununun TFM miktarını 397 mg GAE/kg ve antioksidan aktivite değerini (DPPH) %28.15 olarak belirlemiştir. Yapılan başka bir çalışmada, buğday ununun antioksidan aktivite değeri (DPPH) ve toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 2.9 μ mol TE/g ve 76.21 μ g/g olarak bulunmuştur (Konopka ve ark., 2014).

Yılmaz (2011), buğday unun SFM, BFM ve TFM miktarlarını sırasıyla 679.23, 1373.20 ve 2052.43 mg GAE/kg olarak bulurken, DPPH değerini ise 4.21 μ mol TE/g olarak bildirmiştir.

Rizzello ve ark. (2010), buğday ruşeyminin antioksidan aktivite değerini (DPPH) 24.1 mmol TE/g ve TFM miktarını ise 2.061 mM GAE/g olarak rapor etmişlerdir.

Erim Köse (2018), yaptığı bir çalışmada farklı stabilizasyon yöntemleri ile stabilize edilen ve oda sıcaklığında 90 gün boyunca depolanan buğday ruşeymlerinin fenolik madde içeriklerini 335.00-336.69 mg GAE/100g arasında bulmuş olup, DPPH yöntemi ile antioksidan aktivitelerini de %78.93-70.31 arasında belirlemiştir.

Zou ve ark. (2015), yaptıkları bir çalışmada buğday ruşeyminin DPPH antioksidan aktivite değerini %6.09 ve farklı işlemlere tabi tutulan buğday ruşeymlerinin FRAP değerini ise 14.6-26.2 mmol Fe²⁺ equivalents/100 g arasında bulduklarını rapor etmişlerdir.

Liu ve ark. (2017), yağı alınmış buğday ruşeyminin SFM, BFM ve TFM miktarlarını sırasıyla 1.58, 8.97 ve 10.55 mg GAE/g olarak belirtmişlerdir.

Göncü (2020), tarafından yapılan bir çalışmada tarhananın TFM ve antioksidan aktivite değeri (DPPH) sırasıyla 187.46 mg GAE/100g ve 9.96 μ mol TE/100g olarak belirtilmiştir.

Esimek (2010), farklı tarhana örnekleri üzerine yaptığı bir çalışmada, bu çalışmadaki tarhana reçetesi ile uyumlu olabilecek Çorum tarhanasının TFM miktarını 1090.69 μ g GAE/gr olarak bildirmiştir. Ayrıca tüm tarhanaların TFM miktarı 572.47-1892.31 μ g GAE/gr arasında değişim gösterdiği rapor edilmiştir.

Göçmen (2013), yaptığı bir çalışmada buğday ununun antioksidan aktivite değerlerini CUPRAC ve FRAP metotlarını kullanarak sırasıyla 0.78 ve 0.61 μ mol TE/g olarak belirlerken, TFM içeriğini 580.68 mg/100g GAE olarak belirtmiştir. Aynı zamanda buğday unu kullanılmış tarhana örneklerinin toplam fenolik madde içeriği,

CUPRAC ve FRAP değerleri sırasıyla 2839.34 mg/100g GAE, 2.14 ve 1.71 μmol trolox/g olarak bildirilmiştir.

Kılıcı ve Göçmen (2014), yaptıkları çalışmada tarhananın SFM, BFM ve TFM miktarlarını sırasıyla 122.49, 2612.01 ve 2734.50 mg GAE 100 g⁻¹ olarak bulurken CUPRAC ve FRAP antioksidan aktivite değerlerini ise sırasıyla 59.31 ve 4.91 μmol TE/g olarak rapor etmişlerdir.

Antioksidan aktivelerin belirlenmesi amacıyla metanol, hekzan, etanol, su vb. farklı çözücülerin kullanılması; DPPH, ORAC, TEAC, CUPRAC, FRAP gibi farklı tayin yöntemlerinin uygulanması ve ayrıca sonuçların birbirinden farklı birimlerle belirtilmesi literatürde antioksidan değerlerinin karşılaştırılmasını güçleştirmektedir.

Gevrek üretiminde kullanılan hammaddelerden buğday unu, buğday ruşeymi ve tarhanaya ait mineral madde analiz sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Buğday unu, buğday ruşeymi ve tarhananın Ca miktarları sırasıyla 19.64, 50.08 ve 87.52 mg/100g olarak bulunmuş olup, en yüksek değer tarhanada tespit edilmiştir. Hammaddeler içerisinde Fe içeriği bakımından en yüksek değere buğday ruşeymi (10.37 mg/100g) sahip olup, bunu sırasıyla tarhana (2.52 mg/100g) ve buğday unu (1.53 mg/100g) izlemektedir. Buğday ruşeymi (261.01 mg/100g) ve tarhananın (58.72 mg/100g) Mg içeriği buğday ununun (44.29 mg/100g) Mg içeriğinden fazladır. Buğday unu 146.66 mg/100g, tarhana 392.52 mg/100g K içerirken, buğday ruşeymi ise 859.77 mg/100g K ihtiva etmekte olup, buğday ununa kıyasla oldukça yüksek bir değere sahiptir. Buğday unu 209.99 mg/100g, tarhana 308.48 mg/100g ve buğday ruşeymi 924.36 mg/100g P içermektedirler. Zn bakımından en yüksek değer buğday ruşeyminde (14.72 mg/100g) belirlenirken bunu sırasıyla tarhana (1.56 mg/100g) ve buğday unu (1.38 mg/100g) izlemektedir.

Çizelge 4.4. Gevrek hammaddelerinden buğday unu, buğday ruşeymi ve tarhanaya ait mineral madde miktarı sonuçları (mg/100 g)¹

	Ca	Fe	Mg	K	P	Zn
Buğday unu	19.64±0.84	1.53±0.10	44.29±1.43	146.66±5.99	209.99±13.22	1.38±0.03
Buğday ruşeymi	50.08±1.01	10.37±0.65	261.01±7.31	859.77±21.49	924.36±42.86	14.72±1.17
Tarhana	87.52±1.21	2.52±0.20	58.72±1.47	392.52±11.00	308.48±12.99	1.56±0.05

¹Sonuçlar kurumadde üzerinden verilmiştir.

Mineral madde açısından tahmin edildiği gibi buğday ruşeymi en zengin içeriğe sahip olup (Ca hariç), bunu tarhana ve buğday ununun takip ettiği belirlenmiştir.

Buğday ruşeyminin buğday ununa göre daha yüksek mineral içeriğine sahip olması beklenen bir sonuç olmakla beraber yapılan bir çalışmada buğday ruşeymin, buğday ununa göre 6 kat daha fazla mineral içerdiği literatür verileri ile desteklenmektedir (Srivastava ve ark., 2007).

Çevik (2016), buğday ununun Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn miktarlarını sırasıyla 29.06, 1.52, 119.02, 44.27, 138.93 ve 0.92 mg/100g olarak belirlerken, Cankurtaran (2016) ise aynı değerleri sırasıyla 23.87, 1.39, 165.31, 35.00, 169.42 ve 0.74 mg/100g olarak rapor etmiştir. Hussein ve ark., (2013), buğday ununun Ca, P, K, Fe ve Mg miktarlarını sırasıyla 23.00, 190.12, 102.0, 1.71 ve 104.61 mg/100g olarak bulmuşlardır. Buğday ununun mineral içeriği bazı faktörlerden etkilenmektedir. Bu faktörler içerisinde buğdayın yetiştirilme koşulları, buğday çeşidi ve randımanı sayılabilir (Cankurtaran, 2016).

Çakır (2018), buğday ruşeyminin kimyasal bileşimini incelediği çalışmasında Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn miktarlarını sırasıyla 124.18, 5.48, 785.36, 189.83, 739.82 ve 9.31 mg/100g olarak bulmuştur.

Bilgiçli ve Levent (2013b), çalışmalarında kullandıkları kaba ve ince buğday ruşeymlerinin 41.10 ve 41.71 mg/100g Ca, 6.43 ve 6.53 mg/100g Fe, 220.73 ve 225 mg/100g Mg, 769.88 ve 774.94 mg/100g P, 748.84 ve 750.86 mg/100g K ve 12.63 ve 12.54 mg/100g Zn içerdiğini belirlemişlerdir.

Bilgiçli (2009), tarhananın K, Ca, Mg, P, Fe ve Zn miktarlarını sırasıyla 384.6, 100.4, 61.05, 246.2, 2.52 ve 1.56 mg/100g olarak belirlemiştir. Bayrakçı ve Bilgiçli (2015), yaptıkları farklı bir tarhana çalışmasında ise Fe, K, Mg, P ve Zn değerlerini sırasıyla 1.25, 538.3, 40.6, 198.2 ve 1.23 mg/100g olarak rapor etmişlerdir.

4.2. Gevrek Analiz Sonuçları

4.2.1. Gevrek örneklerine ait fiziksel analiz sonuçları

4.2.1.1. Renk

Farklı oranlarda tarhana ve buğday ruşeymi kullanılarak üretilen gevrek örneklerinin renk değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Gevrek örneklerine ait L^* değeri 44.55 ile 63.57 arasında değişmekte olup, ortalama L^* değeri 53.58 olarak bulunmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin L^* değeri üzerine, tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörleri ile “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksiyonunun istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.5. Gevrek örneklerine ait renk değerleri¹

Tarhana ilave oranı (%)	Ruşeym ilave oranı (%)	L^*	a^*	b^*	Hue	SI
0	0	63.28±0.37	6.92±0.01	26.21±0.11	75.40±0.09	27.11±0.11
	5	55.48±0.28	8.21±0.13	27.27±0.11	72.86±0.18	28.48±0.14
	10	50.53±0.24	9.15±0.06	29.45±0.10	72.84±0.04	30.84±0.11
	15	47.68±0.20	11.30±0.17	30.27±0.16	69.14±0.18	32.31±0.21
	20	47.41±0.40	11.24±0.03	30.34±0.06	69.50±0.09	32.36±0.05
5	0	63.57±0.27	8.07±0.14	29.55±0.18	73.99±0.35	30.63±0.14
	5	62.49±0.21	8.01±0.18	30.12±0.14	74.27±0.40	31.17±0.09
	10	53.21±0.24	10.44±0.17	30.09±0.09	71.58±0.33	31.85±0.03
	15	49.50±0.20	9.95±0.14	30.85±0.10	71.51±0.30	32.42±0.05
	20	44.67±0.03	10.93±0.13	30.39±0.11	70.53±0.14	32.30±0.15
10	0	60.16±0.26	8.46±0.14	31.32±0.17	74.54±0.16	32.44±0.20
	5	58.19±0.18	8.99±0.10	32.80±0.06	74.38±0.13	34.01±0.09
	10	57.37±0.28	10.60±0.16	32.66±0.14	72.70±0.32	34.34±0.09
	15	44.55±0.23	11.14±0.03	31.83±0.03	70.65±0.03	33.72±0.04
	20	45.56±0.24	11.90±0.09	31.44±0.10	69.43±0.07	33.62±0.12
Minimum-maksimum		44.55-63.57	6.92-11.90	26.21-32.80	69.14-75.40	27.11-34.34
Ortalama±std		53.58±6.85	9.69±1.50	30.31±1.75	72.33±2.18	31.84±1.96

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.7’de verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; %5 ve %10 tarhana ilavesi ile hazırlanan gevreklerin ortalama L^* değeri (54.69 ve 53.17), tarhana ilavesiz gevreklerin ortalama L^* değerinden (52.88) daha yüksek bulunmuştur. Tarhana ilavesiyle gevreklerde, koyuluğun azalması; tarhananın buğday unundan daha koyu renge sahip olması (Çizelge 4.1) ve tarhananın fermentasyonu aşamasında oluşan serbest şekerlerin fermentasyonda görev alan mikroorganizmalar ve/veya maya tarafından tüketilmesi ile gevreğin pişirilmesi sırasında Maillard reaksiyonunun daha düşük oranda gerçekleşmesi ile ilgili olabilir. Erbaş ve ark. (2004) tarhanada bulunan serbest şekerlerin fermentasyon sırasında laktik asit bakterileri ve mayalar tarafından enerji kaynağı olarak kullanılması ile fermentasyon sonunda tarhanadaki serbest şeker miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Bilgiçli (2009), tarhana fermentasyonu sırasında fitik asidin parçalandığını, tarhanın serbest mineral içeriğinin arttığını ve bu serbest minerallerin de bazı enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını katalize ettiğini bildirmiştir.

Sonuçlar buğday ruşeymi ilave oranı açısından incelendiğinde; gevrek formülasyonlarında artan buğday ruşeymi ilave oranı gevrek örneklerinin ortalama L^* değerinin azalmasına neden olmuştur. Buğday ruşeymi içermeyen gevrek örneklerinin ortalama L^* değeri 62.34 iken, %20 buğday ruşeymi ilavesi ile hazırlanan gevrek örneklerinin ortalama L^* değeri ise 45.88 olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.1 incelendiğinde hammadde olarak kullanılan buğday ruşeyminin L^* değerinin, rafine buğday ununun L^* değerinden düşük olması burada etkili olmuş olabilir. Gevrek formülasyonunda kullanılan buğday ruşeyminin, yüksek fenolik içeriği (11916.16 mg GAE/kg) son ürünün renginin koyulaşmasında etkili diğer bir faktör olabilir. Literatürde gıda ürünlerinin koyu renginden fenolik bileşenlerin sorumlu olabileceği bildirilmiştir (Zaddem, 2014; Atudorei ve ark., 2021; Cankurtaran, 2021). Bununla birlikte gıdalara uygulanan ısıl işlemin türü ve derecesinin son ürünün fenolik içeriğini arttırabileceği rapor edilmiştir (Sakac ve ark., 2011; Meral, 2016). Buğday ruşeyminde doğal olarak bulunan antioksidanlar, formülasyonuna dahil edildiği ürünün ısıl işleme uğraması sırasında yıkıma uğrayabilir ve Maillard reaksiyonu sırasında yeni antioksidan bileşenler oluşabilir. Araştırmacılar bu reaksiyonlar sonucunda oluşan antioksidan aktiviteye katkı sağlayan fenolik bileşenlerin son ürün renginde koyulaşmanın artmasında etkili olduklarını bildirmişlerdir (Calligaris ve ark., 2004; Meral, 2016).

Erdoğan (2010), fenolik ve antioksidan aktivite gösteren bileşenler açısından zengin olduğunu bildirdiği elma posası tozunu ekmek formülasyonunda kullanmış ve üretilen ekmek örneklerinin renginde koyuluğun arttığını rapor etmiştir. Gevrek örneklerinin L^* değeri üzerinde etkili bir diğer faktör hammaddenin protein içeriği olabilir. Moss (1971), ürünün protein içeriği ile L^* değerinin ters orantılı olduğunu bildirmiştir. Çakır (2018) buğday ruşeyminin yüksek protein içeriğinin son ürünün protein içeriğini arttırarak pişirme sırasında oluşan Maillard reaksiyonuna katkıda bulunduğunu ve daha koyu renk oluşumundan sorumlu olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.6. Gevrek örneklerinin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	<i>L</i> *		<i>a</i> *		<i>b</i> *		Hue		SI	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Tarhana ilave oranı (A)	2	9.47	146.25**	2.15	139.94**	27.34	1962.39**	0.71	14.62**	29.23	2072.07**
Ruşeym ilave oranı (B)	4	303.84	4690.76**	13.96	910.44**	3.77	270.34**	30.39	629.59**	3.00	51.54**
(AxB)	8	1.32	27.37**	0.23	14.30ns	18.19	632.61**	5.73	64.85**	8.41	596.37**
Hata	23	0.07		0.02		0.01		0.05		0.01	

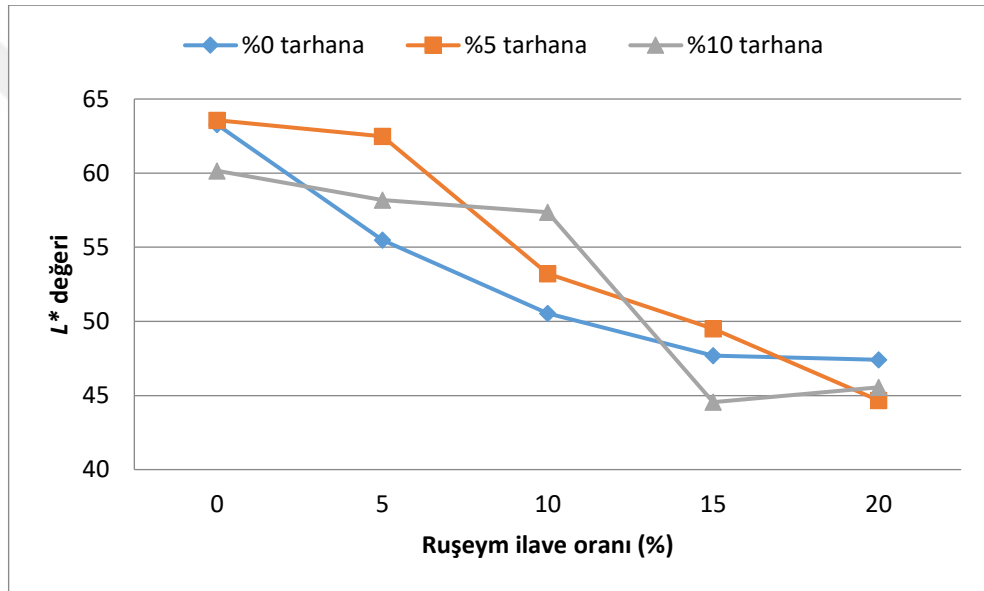
¹** p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.7. Gevrek örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	Hue	SI
Tarhana ilave oranı (%)						
0	10	52.88±6.66c	9.36±1.91b	28.71±1.87c	72.08±2.62b	30.22±2.35c
5	10	54.69±8.20a	9.48±1.36b	30.20±0.47b	72.61±1.66a	31.67±0.76b
10	10	53.17±7.48b	10.22±1.45a	32.01±0.69a	72.31±2.26b	33.63±0.72a
Ruşeym ilave oranı (%)						
0	12	62.34±1.89a	7.82±1.89e	29.03±2.59d	74.94±0.71a	30.06±2.71d
5	12	58.72±3.53b	8.40±3.53d	30.06±2.77c	74.34±0.85b	31.22±2.77c
10	12	53.70±3.45c	10.06±3.45c	30.73±1.70b	71.87±0.69c	32.34±1.80b
15	12	47.24±2.50d	10.80±2.50b	30.98±0.79a	70.79±1.20d	32.82±0.78a
20	12	45.88±1.40e	11.36±1.40a	30.72±0.62b	69.72±0.62e	32.76±0.75a

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

Gevrek örneklerinde L^* değeri üzerinde etkili ($p<0.01$) “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” interaksyonu Şekil 4.1’de verilmiştir. Artan buğday ruşeymi ilave oranına bağlı olarak tüm tarhana ilave oranlarında gevrek örneklerinin L^* değerinin azaldığı görülmektedir. Bu azalma %5 ve %10 buğday ruşeymi ilave oranlarında tarhana içermeyen örneklerde daha fazla olurken, %15 buğday ruşeymi ve %10 tarhana içeren örneklerin L^* değeri en yüksek azalma oranına sahiptir. Tüm tarhana ilave oranlarında %20 buğday ruşeymi ilavesi, örneklerin L^* değerlerinin birbirine yaklaşmasına neden olup, %5 ve %10 tarhana ilaveli örnekler arasındaki fark en aza düşmüş ve tarhana ilavesiz örneklerden daha düşük L^* değeri göstermişlerdir.



Şekil 4.1. Gevrek örneklerinin L^* değeri üzerinde etkili “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” interaksyonu

Farklı oranlarda tarhana ve buğday ruşeymi kullanılarak hazırlanan gevrek örneklerinin a^* değerleri Çizelge 4.5’te verilmiştir. Gevrek örneklerin a^* değerleri 6.92-11.90 arasında değişmekte olup, ortalama a^* değeri 9.69 olarak bulunmuştur. Gevrek örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde; a^* değeri üzerinde tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörlerinin istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları tarhana ilave oranı açısından incelendiğinde; %10 tarhana ilaveli örneklerin ortalama a^* değeri tarhana ilavesiz ve %5 tarhana ilaveli gevrek örneklerin ortalama a^* değerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.7). Hemat ve Abdel-Razik (2010), arpa unundan hazırlanmış tarhana hamuru

kullanarak tava ekmeği ve kruvasan üretimi üzerine yaptıkları bir çalışmada, tava ekmeğinde artan oranlarda tarhana hamurunun kullanılmasının örneklerin a^* değerini arttırdığını bildirilmişlerdir. Bu durumun tarhana hamurunda bulunan domates, yoğurt proteini ve indirgen şekerin varlığına bağlı olduğunu belirtilmişlerdir. Ayrıca bu bileşenlerin esmerleşme reaksiyonlarında önemli rolü olduğuna da vurgu yapılmıştır (Marshall ve Pomeranz, 1982; Hemat ve Abdel-Razik, 2010).

Sonuçlar buğday ruşeymi ilave oranı açısından incelendiğinde; formülasyonda artan oranda buğday ruşeymi kullanımı a^* değerini artırmış, en düşük ortalama a^* değeri buğday ruşeymi ilavesiz örneklerde (7.82), en yüksek ortalama a^* değeri ise %20 buğday ruşeymi içeren örneklerde (11.36) tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Bu durum buğday ruşeyminin (3.32) buğday ununa (-0.30) kıyasla daha yüksek a^* değerine sahip olması ile ilgili olabilir (Çizelge 4.1). Bununla birlikte Levent ve Bilgiçli (2013b) buğday ruşeymini kek üretiminde kullandıkları çalışmalarında, buğday ruşeyminin yüksek aminoasit ve şeker içeriğinin son ürünün kırmızılık değerinde artış sağlayacak şekilde Maillard reaksiyonuna katkı sağlamış olabileceğini bildirmişlerdir.

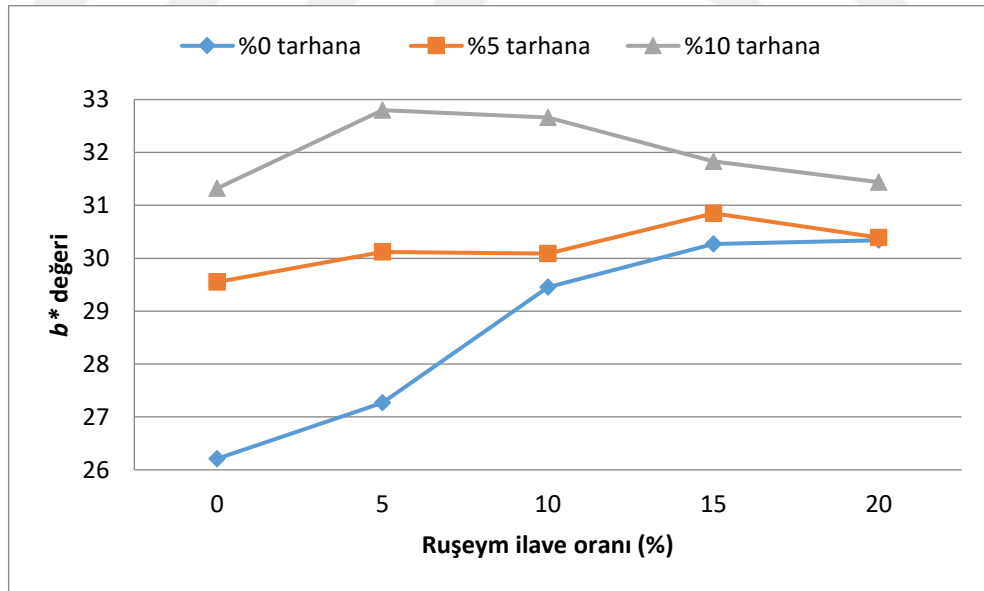
Gevrek örneklerine ait b^* değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Gevreklerin b^* değerleri 26.21-32.80 arasında değişmekte olup, ortalama b^* değeri 30.31 olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin b^* değeri üzerinde, tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörleri ile “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksiyonunun $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.7 tarhana ilave oranı faktörü açısından incelendiğinde; %10 tarhana ilavesi ile hazırlanan gevreklerin b^* değeri (32.01), sırasıyla %5 tarhana ilaveli (30.20) ve tarhana ilavesiz (28.71) gevrek örneklerinden yüksek bulunmuştur. Hammadde olarak kullanılan tarhananın b^* değerinin, rafine buğday ununun b^* değerinden yüksek olması burada etkili olmuş olabilir (Çizelge 4.1).

Gevrek formülasyonunda buğday ruşeymi oranının artması ile gevrek örneklerine ait b^* değerinin yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Buğday ruşeymi ilavesiz kontrol gevrek örneklerinde b^* değeri 29.03 iken, %20 oranında buğday ruşeymi ilave edilen gevrek örneklerinde bu değer 30.72'ye yükselmiştir. Bu durum buğday ruşeyminin rafine buğday ununa kıyasla daha yüksek b^* değerine sahip olması ile ilişkilendirilebilir (Çizelge 4.1). Bir diğer neden, yukarıda da belirtildiği gibi buğday ruşeyminin yüksek protein ve serbest şeker içeriği Maillard reaksiyonunu hızlandırarak

ürünün rengini etkileyebilir (Levent ve Bilgiçli, 2013a). Ayrıca buğday ruşeyminin karotenoidler açısından zengin olması son ürünün renk özelliklerine yansımış olabilir (Toufeili ve ark., 1999).

Gevrek örneklerinde b^* değeri üzerinde etkili ($p<0.01$) “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” interaksyonu Şekil 4.2’de verilmiştir. Tüm buğday ruşeymi ilave oranlarında en yüksek b^* değeri %10 tarhana ilaveli örneklerden elde edilirken, en düşük b^* değeri ise tarhana ilavesiz örneklerde belirlenmiştir. %5 buğday ruşeymi ilavesi tüm tarhana ilave oranlarında gevrek örneklerinin b^* değerini buğday ruşeymi ilavesiz örneklere göre artırmıştır. Bu artış tarhana ilavesiz ve %5 tarhana ilaveli örneklerde artan buğday ruşeymi ilavesi ile süreklilik göstermiştir. Bununla birlikte %5 tarhana ilaveli örneklerin b^* değeri artan buğday ruşeymi ilave oranı ile birlikte tarhana ilavesiz örneklerden daha fazla artış göstermiş, ancak %20 buğday ruşeymi ilave oranında aralarındaki fark azalmıştır. %10 tarhana ilaveli gevrek örneklerinin b^* değeri %5 buğday ruşeymi ilave oranı üzerinde azalma göstermiş olsa da buğday ruşeymi ilavesiz örneklerden daha yüksek b^* değerine sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Gevrek örneklerinin b^* değeri üzerinde etkili “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” interaksyonu

Farklı oranlarda tarhana ve buğday ruşeymi ile üretilen gevrek örneklerinin Hue ve SI değerleri Çizelge 4.5’te verilmiş olup gevrek örneklerinin ortalama Hue ve SI değerleri 72.33 ve 31.84 olarak bulunmuştur. Gevrek formülasyonunda Hue değerleri

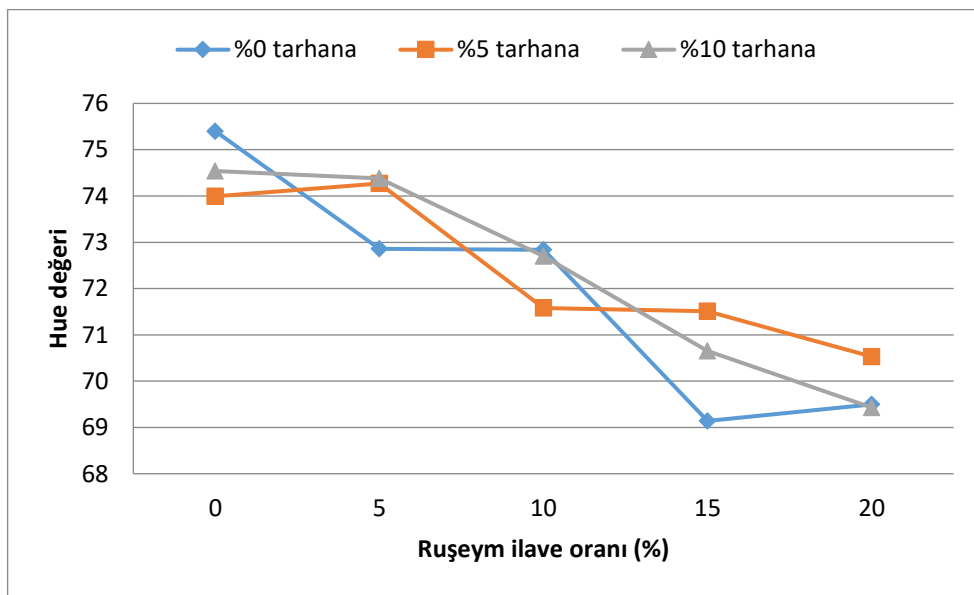
69.14-75.40 arasında değişkenlik gösterirken, SI değerleri 27.11-34.34 arasında değişmiştir (Çizelge 4.5).

Tarhana ve buğday ruşeyimli gevrek örneklerinin varyans analizi sonuçlarına göre Hue ve SI değerleri üzerinde, tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörleri ile “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli ($p < 0.01$) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.7’de verilen analiz sonuçlarına göre gevrek üretiminde %5 tarhana kullanımı, %10 ve %0 tarhana kullanımına göre daha yüksek Hue değeri verirken, %10 tarhana kullanılarak hazırlanan gevrekler sırasıyla %5 ve %0 tarhana kullanılarak hazırlanan gevrek örneklerinden daha yüksek SI değerinin elde edilmesini sağlamıştır.

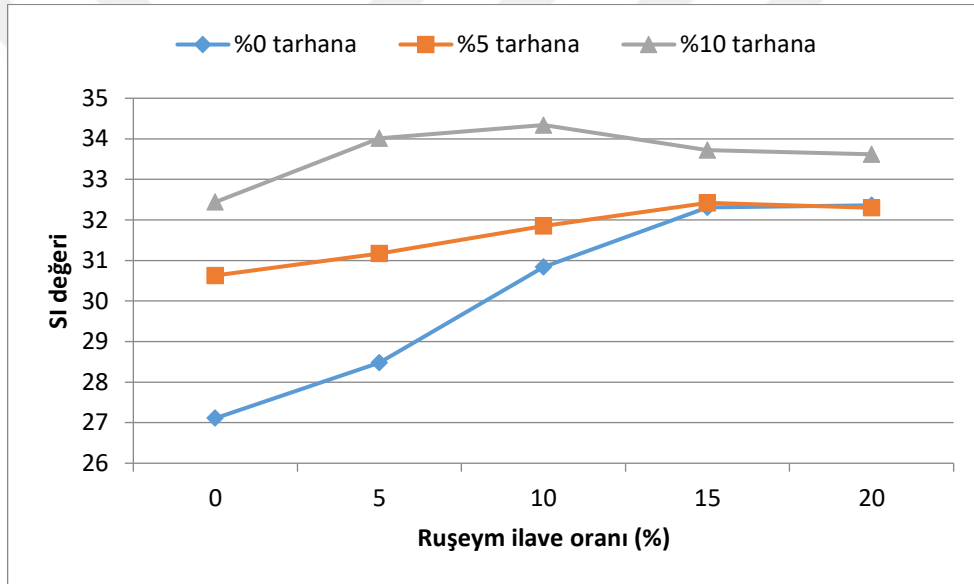
Gevrek üretiminde buğday ruşeymi ilave oranının artması ortalama Hue değerinin azalmasına, SI değerinin ise %15 buğday ruşeymi ilavesine kadar artmasına neden olmuştur. %20 buğday ruşeymi ilavesi SI değerinde azalmaya neden olsa da %15 buğday ruşeymi ilaveli örneklerle aralarında istatistiksel bir fark bulunmamıştır.

Gevrek örneklerinde Hue değeri üzerinde etkili “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksiyonu Şekil 4.3’de verilmiştir. Artan buğday ruşeymi oranı tüm tarhana ilave oranlarında gevrek örneklerinin Hue değerinin azalmasına neden olurken en düşük Hue değeri %15 buğday ruşeymi ve tarhana ilavesiz gevrek örneklerinde belirlenmiştir. % 20 buğday ruşeymi ilaveli örnekler arasında %5 tarhana ilaveli örnek %0 ve %10 tarhanalı örneklerden daha yüksek Hue değeri göstermiştir.



Şekil 4.3. Gevrek örneklerinin Hue değeri üzerinde etkili “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksiyonu

Gevrek örneklerinde SI değeri üzerinde etkili ($p<0.01$) “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” interaksyonu Şekil 4.4’de verilmiştir. Gevrek örneklerinin SI değeri artan buğday ruşeymi ilave oranına bağlı olarak tarhana ilavesiz ve %5 tarhana ilaveli örneklerde artış göstermiş olup yüksek buğday ruşeymi ilave oranlarında tarhana ilavesiz ve %5 tarhana ilaveli gevrek örneklerinin SI değerleri arasında fark en aza inmiştir. %10 tarhana ilaveli gevrek örneklerinde, %10 buğday ruşeymi ikamesine kadar SI değerinin artış gösterdiği tespit edilirken; %15 ve %20 oranlarında buğday ruşeymi ilavesi gevreklerin SI değerinde azalmaya neden olmuştur. Bununla birlikte %10 tarhana ilaveli gevrek örnekleri tüm buğday ruşeymi ilave oranlarında tarhana ilavesiz ve %5 tarhana ilaveli örneklerden daha yüksek SI değeri göstermiştir.



Şekil 4.4. Gevrek örneklerinin SI değeri üzerinde etkili “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” interaksyonu

Sakaç ve ark. (2019), çalışmalarında farklı oranlarda (%5, 10 ve 15) yağsız buğday ruşeymini kurabiye formülasyonlarında kullanmışlardır. Formülasyonda buğday ruşeymi oranı arttıkça kurabiye örneklerinin L^* değerinin azaldığını, a^* ve b^* değerlerinin ise artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Renk üzerinde, Maillard reaksiyonu ve karemelizasyonun etkisini bildirmişlerdir.

Gül ve ark. (2018), ısı ile stabilize edilmiş buğday ruşeymlerini farklı oranlarda (%0-30) kurabiye üretiminde kullanmışlardır. Örneklerdeki buğday ruşeymi oranı arttıkça L^* ve b^* değerinde azalış, a^* değerinde ise artış olduğunu belirlemişlerdir.

Örneklerin renklerindeki kahverengileşmenin artmasında Maillard reaksiyonunun etkili olabileceğini bildirmişlerdir.

Bansal ve Sudha (2011), yağı alınmış buğday ruşeymlerini bisküvi formülasyonuna %0, 10, 20, 30 ve 40 oranlarında ilave etmişlerdir. Bisküvi örneklerine ilave edilen buğday ruşeymi oranları arttıkça L^* değerleri azalırken, a^* değeri artmıştır. b^* değeri ise dengesiz bir artış ve azalış profili izlemiştir.

Tetik (2018), gıda endüstrisi yan ürünlerinden biri olan buğday ruşeymini %0, 5, 15 ve 20 oranlarda ilave ettikleri bisküvi örneklerinin L^* değerlerini sırasıyla 71.06, 71.76, 70.83, 68.60 ve 65.56 olarak tespit etmişlerdir. Formülasyonda buğday ruşeymi oranı arttıkça L^* değeri azalırken, a^* ve b^* değerleri artmıştır.

Levent ve Bilgiçli (2013b), farklı oranlarda (%0, 10, 20 ve 30) buğday ruşeymini kek üretiminde kullandıkları çalışmalarında; artan oranlarda buğday ruşeymi kullanımının kek örneklerinin a^* ve b^* değerlerini arttırırken, L^* ve Hue değerlerini ise azalttığını bildirmişlerdir. Buğday ruşeymi ilavesiz kek örneklerinin L^* , a^* ve b^* renk değerlerini sırası ile 55.10, 10.98 ve 21.64 olarak belirlenirken, %30 buğday ruşeymi ilaveli örneklerde ise sırasıyla 47.46, 15.53, 29.95 olarak belirlenmiştir.

Majzoobi ve ark. (2012), kek hamuruna buğday ruşeymini % 0, 5, 10 ve 15 ve 20 oranlarında ve farklı partikül boyutunda olacak şekilde eklemişlerdir. Kek formülasyonunda artan buğday ruşeymi oranı kek kabuklarının L^* değerini azaltırken, a^* ve b^* değerlerini ise arttırdığı bildirilmiştir. Ancak renk değerlerindeki bu değişimlerin önemsiz olduğu rapor edilmiştir.

Cankurtaran (2016) çalışmasında yaş makarna formülasyona ilave ettiği buğday ruşeymi oranına bağlı olarak makarna örneklerinin L^* ve Hue değerinin azaldığını; a^* , b^* ve SI değerlerinin ise arttığını rapor etmiştir.

Hemat ve Abdel-Razik (2010), buğday ununa ikame olarak % 0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında arpadan üretilmiş tarhana hamuru kullanarak tava ekmeği üretmişlerdir. Tarhana hamuru ilave miktarına bağlı olarak elde ettikleri tava ekmeklerinin kabuk a^* değerinde artış, L^* değerinde azalma olduğu rapor edilmiştir. Tava ekmeklerin b^* değeri de %10 oranında tarhana hamuru ilavesi ile azalmıştır.

4.2.1.2. Kalınlık, genişlik ve uzunluk

Farklı oranlarda tarhana ve buğday ruşeymi kullanılarak hazırlanan gevrek örneklerinin fiziksel özellikleri (kalınlık, genişlik ve uzunluk) ve sertlik sonuçları Çizelge 4.8’de, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Fiziksel özellikleri ve sertlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.10’da özetlenmiştir.

Gevrek örneklerinin kalınlık değeri 14.7-16.4 mm arasında değişmiş olup, ortalama 15.6 mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Çizelge 4.9’da verilen varyans analizi sonuçlarına göre kalınlık değeri üzerinde tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları tarhana ilave oranı açısından incelendiğinde; formülasyonda %10 tarhana kullanımı gevreklerin kalınlık değerini azaltmıştır. Tarhana ilavesiz gevrek örneklerinin ortalama kalınlık değeri 15.78 mm, %10 tarhana ilaveli örneklerin ortalama kalınlık değeri 15.34 mm olarak belirlenmiştir. Şentürk ve Ötleş (2017) tarafından yapılan bir çalışmada; simit formülasyonuna fermente ürün olarak kefir ilave edilmiş ve simit formülasyonuna fermente ürün ilavesinin, nihai ürünün hacmini azalttığı bildirilmiştir. Bu azalış fermentasyon süresi, sıcaklık, hamurun dinlenme süresi ve nem değerlerine atfedilmiştir.

Çizelge 4.8. Gevrek örneklerine ait kalınlık, genişlik, uzunluk ve sertlik sonuçları¹

Tarhana ilave oranı (%)	Ruşeym ilave oranı (%)	Kalınlık (mm)	Genişlik (mm)	Uzunluk (mm)	Sertlik (g)
0	0	16.4±0.11	16.5±0.26	101.4±0.88	1825.9±42.92
	5	15.9±0.21	16.5±0.21	101.9±1.00	2168.6±17.73
	10	15.9±0.27	16.8±0.01	100.3±0.85	2237.0±35.50
	15	15.3±0.10	17.1±0.24	99.6±0.85	2309.9±32.23
	20	15.4±0.09	17.1±0.20	98.5±0.92	2371.3±75.04
5	0	15.9±0.23	16.6±0.20	101.2±1.00	1894.6±41.20
	5	15.9±0.26	16.7±0.11	101.3±0.71	2096.2±23.99
	10	15.4±0.26	16.9±0.17	99.7±1.00	2271.1±84.57
	15	15.5±0.03	17.1±0.27	97.6±0.48	2294.3±40.97
	20	14.9±0.17	17.1±0.23	98.4±0.14	2521.5±38.17
10	0	15.9±0.28	16.7±0.28	102.1±0.71	1983.6±35.85
	5	15.6±0.26	17.1±0.31	98.7±1.00	2224.2±52.34
	10	15.6±0.13	16.9±0.41	100.8±0.14	2304.2±33.19
	15	14.9±0.28	17.4±0.14	98.3±0.71	2536.0±25.81
	20	14.7±0.20	17.5±0.24	96.5±1.00	2523.0±42.31
Minimum-maksimum		14.7-16.4	16.5-17.5	96.5-102.1	1825.9-2536.0
Ortalama±std		15.6±0.48	16.9±0.34	99.8±1.77	2237.4±215.71

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.9. Gevrek örneklerinin kalınlık, genişlik, uzunluk ve sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Kalınlık		Genişlik		Uzunluk		Sertlik	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Tarhana ilave oranı (A)	2	0.49	11.51**	0.28	4.99*	2.91	4.48*	46928.59	23.29**
Ruşeym ilave oranı (B)	4	1.11	26.08**	0.46	8.21**	14.57	22.47**	292390.13	145.09**
(AxB)	8	0.08	1.83ns	0.03	0.46ns	2.13	3.29*	6964.52	3.46*
Hata	15	0.04		0.06		0.65		2015.28	

¹* p<0.05 düzeyinde önemli, ** p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.10. Gevrek örneklerinin kalınlık, genişlik, uzunluk ve sertlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Kalınlık (mm)	Genişlik (mm)	Uzunluk (mm)	Sertlik (g)
Tarhana ilave oranı (%)					
0	10	15.78±0.44a	16.80±0.30b	100.34±1.37a	2182.54±213.43b
5	10	15.52±0.41ab	16.88±0.23b	99.64±1.65ab	2215.54±234.60b
10	10	15.34±0.51b	17.2±0.34a	98.28±2.20b	2314.20±229.29a
Ruşeym ilave oranı (%)					
0	12	16.07±0.24a	16.60±0.10b	101.57±0.47a	1901.37±79.07e
5	12	15.80±0.17b	16.77±0.26b	100.63±1.70ab	2163.00±64.18d
10	12	15.63±0.25b	16.87±0.06b	100.27±0.55b	2270.77±33.60c
15	12	15.23±0.31c	17.20±0.17a	98.50±1.01c	2380.07±135.27b
20	12	15.00±0.36c	17.23±0.23a	97.80±1.13c	2471.93±87.15a

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

Bisküvi ve benzeri ürünlerde fiziksel özellikler, hamur viskozitesine, nişasta ve protein (gluten) özelliklerine bağlı olup, hamur viskozitesini azaltan faktörlerin son ürünün çap, kalınlık ve yayılma gibi fiziksel özelliklerindeki artışı sınırlandırdığı rapor edilmiştir (Masmoudi ve ark., 2021). İçen (2018), tarhana hamurlarındaki gluten miktarının fermantasyon prosesi ile azaldığını belirlemiş ve bu durumu; fermantasyon işleminin gluten ağına zarar vermesi ile ilişkilendirmiştir. Hamurun hacminin artmasından sorumlu glutenin zarar görmesi gevrek örneklerinin kalınlık değerinin azalmasından sorumlu olabilir. Ayrıca yapılan başka bir çalışmada; bisküvi örneklerinin kalınlık değerlerinin azalması ilave edilen katkının gluten ağını zayıflatması ve hacim artışının sağlanamamasına atfedilmiştir (Can, 2015).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları buğday ruşeymi ilave oranı açısından değerlendirildiğinde; formülasyonda artan oranda buğday ruşeymi kullanımı kalınlık değerlerinin azalmasına neden olmuştur. Buğday ruşeymi kullanılmadan hazırlanan gevrek örneklerinin ortalama kalınlık değeri 16.07 mm iken, formülasyonda %20 buğday ruşeymi kullanılması ile bu değer 15.00 mm'ye düşmüştür (Çizelge 4.10). Gomez ve ark. (2012) farklı oranlarda (%2.5, 5, 7.5, 10 ve 20) buğday ruşeymi kullanarak tava ekmeği üretmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda buğday ruşeyminin ekmek hamurunda gluten ağını zayıflatarak ekmek hacminin azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum gevrek örneklerinin hazırlanmasında kullanılan buğday ruşeymi partiküllerinin gluten ağına zarar vermesi ile gevrek hamurunun gaz tutma kapasitesinin zarar görmesi sonucu kalınlık değerinin azalması ile ilişkilendirilebilir. Gül ve ark. (2018) kurabiye formülasyonlarında kullandıkları buğday ruşeyminin örneklerin kalınlık değerlerinde düşüşe sebep olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum glutenin buğday ruşeymi partikülleri tarafından seyreltilmesi sonucunda azalan kalınlık değerleri ile ilişkilendirilmiştir.

Gevrek örneklerinin genişlik değeri 16.5 ile 17.5 mm arasında değişmiş olup, ortalama 16.9 mm olarak bulunmuştur (Çizelge 4.8). Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin genişlik değeri üzerinde tarhana ilave oranı faktörü $p < 0.05$ düzeyinde, buğday ruşeymi ilave oranı faktörü ise $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları tarhana ilave oranı açısından değerlendirildiğinde; %10 tarhana kullanılarak hazırlanan gevrek örneklerinin genişlik değeri (17.20 mm), formülasyonda %0 ve %5 tarhana kullanılan örneklerin genişlik

değerinden (16.80 mm ve 16.88 mm) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.10). Bilgiçli ve Türker (1999) tarhana formülasyonunda bulunan yoğurdun yağ içeriğinin ve sebzelerin selüloz içeriğinin, gluteni seyreltici etkisini, krakerlerin artan yayılma değerleri ile ilişkilendirmişlerdir.

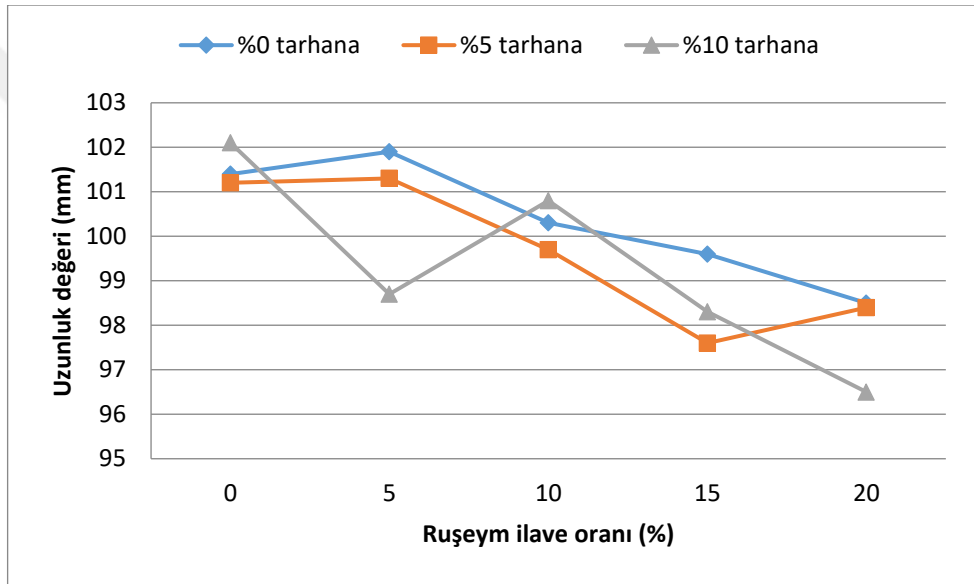
Gevrek formülasyonunda %10' un üzerinde buğday ruşeymi kullanılması ile gevrek örneklerine ait genişlik değerinin arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Buğday ruşeymi ilavesiz kontrol gevrek örneklerinin genişlik değeri 16.60 mm olarak belirlenirken, %20 oranında buğday ruşeymi ilave edilen gevrek örneklerinde bu değer 17.23 mm'ye yükselmiştir. Bu durum buğday ruşeymi ilavesi ile gluten içeriğinin azalmasından kaynaklı olabilir. Meriles ve ark. (2021), kraker formülasyonuna artan oranlarda (%0-30) buğday ruşeymi ilavesi yaptıklarında, bu durumun gluten ağı üzerinde olumsuz etkiye neden olduğunu bildirmişlerdir. Tetik (2018), bisküvi formülasyonunda iri partikül boyutunda buğday ruşeymi, kepek vb. yan ürün kullanımının bisküvi genişliğinin artışı üzerinde etkili olduğunu belirtmiş olup, bu durumu, lifli yapıların su tutma kapasitelerinin yüksek olması ile ilişkilendirmişlerdir.

Çizelge 4.8'de verilen gevrek örneklerine ait uzunluk değerleri 96.5 mm ile 102.1 mm arasında değişmekte olup, ortalama 99.8 mm olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin uzunluk değeri üzerinde tarhana ilave oranı faktörü ile *“tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı”* interaksyonu $p < 0.05$ düzeyinde, buğday ruşeymi ilave oranı faktörü ise $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları tarhana ilave oranı açısından incelendiğinde; formülasyonda %10 tarhana kullanımı gevreklerin uzunluk değerini azaltmış olup, tarhana ilavesiz gevreklerde ortalama 100.34 mm olan uzunluk değerleri, %5 ve %10 tarhana ilaveli örneklerde sırasıyla 99.64 mm ve 98.28 mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10'da verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları buğday ruşeymi ilave oranı açısından değerlendirildiğinde; gevrek örneklerinin uzunluk değeri %5'in üzerinde artan buğday ruşeymi ilave oranına bağlı olarak azalış eğilimi göstermiştir. En yüksek uzunluk değeri buğday ruşeymi ilavesiz gevrek örneklerinden elde edilirken, tüm buğday ruşeymi ilave oranları birlikte değerlendirildiğinde; %15 ve %20 buğday ruşeymi ilaveli gevrek örnekleri istatistiksel olarak en düşük uzunluk değerine sahip gevrek örnekleri olmuştur.

Gevrek örneklerinde uzunluk değeri üzerinde etkili ($p<0.05$) “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksyonu Şekil 4.5’de verilmiştir. Buna göre; %5 buğday ruşeymi ikamesine kadar uzunluk değerinin tüm tarhana ilave oranlarında hafif artış gösterdiği tespit edilirken, %5 üzerindeki buğday ruşeymi ilavesi gevreklerin uzunluk değerinde azalmaya neden olmuştur. %10 tarhana ilaveli gevrek örnekleri, tüm buğday ruşeymi ilave oranlarında en düşük uzunluk değeri elde edilen örnekler olarak belirlenmiştir. %5 tarhana ilaveli gevrek örnekleri ile tarhana ilavesiz örneklerin uzunluk değerleri arasındaki fark %20 buğday ruşeymi kullanımı ile azalırken, %10 tarhana ilaveli gevrek örnekleri ile aralarındaki fark artış göstermiştir.



Şekil 4.5. Gevrek örneklerinin uzunluk değeri üzerinde etkili “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksyonu

4.2.1.3. Sertlik

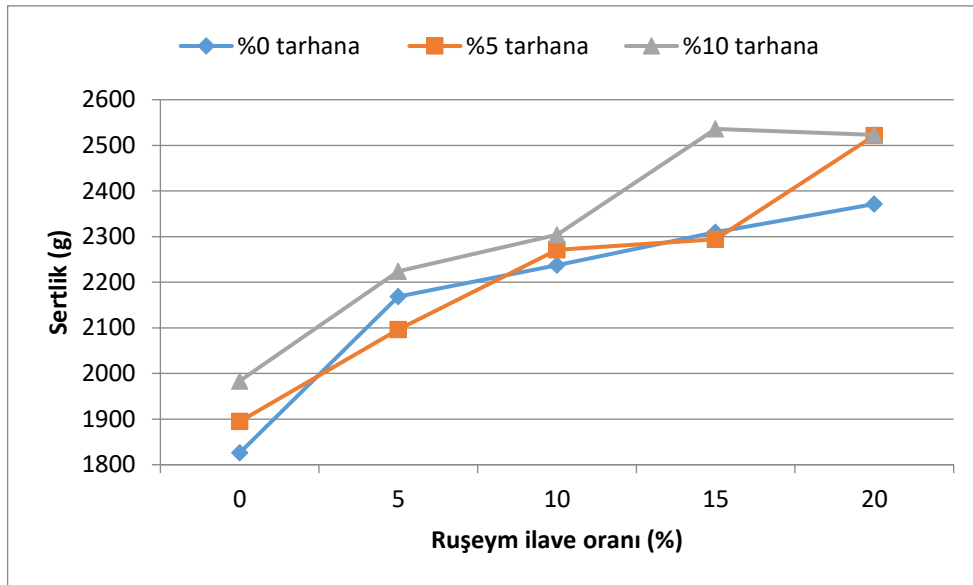
Gevrek örneklerinin sertlik değerleri 1825.9 g ile 2536.0 g arasında değişmiş olup, ortalama 2237.4 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin sertlik değeri üzerine, tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörlerinin $p<0.01$ düzeyinde, “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksyonunun ise $p<0.05$ düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, %10 tarhana ilaveli gevrek örneklerinin sertlik değeri (2314.20 g), tarhana ilavesiz ve %5 tarhana ilavesiyle

hazırlanan gevrek örneklerinin sertlik değerinden (2182.54 g ve 2215.54 g) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.10). Sattar ve ark. (2018) gevrek benzeri ekmek çubuklarının sertlik değerinin, nem ve protein içeriği ile ilişkili olduğunu ve ayrıca sertlik değerine bazı nişasta granüllerine hapsolmuş protein agregatları, lipid ve şekerlerinde etki ettiğini bildirmişlerdir (Chevallier ve ark., 2000). Faridi ve Faubion (1990) unun nem içeriğinde oluşabilecek azalmanın hamur sıkılığında artışına sebep olup, böylece krakerde sertlik değerini yükselebileceği bildirilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada sertlik değerinin, ürünün protein ve nişasta içeriği ile ilgili olduğu belirtilmiştir. Proteinlerin hidrofobik özellikte olması sonucunda protein ağları sert buğdaylarda nişastayı çevreleyerek sertliği arttırdığı rapor edilmiştir (Troccoli ve ark., 2000; Turnbull ve Rahman, 2002; Güleç ve ark., 2010).

Sonuçlar buğday ruşeymi ilave oranı açısından değerlendirildiğinde; artan buğday ruşeymi ilave oranına bağlı olarak gevrek örneklerinin sertlik değerinin arttığı belirlenmiştir. Buğday ruşeymi ilavesiz gevrek örneklerinde ortalama sertlik değeri 1901.37 g olarak belirlenirken, %20 buğday ruşeymi ilaveli örneklerin ortalama sertlik değeri 2471.93 g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.10). Can (2015), yaptığı çalışmada formülasyona ilave edilen lifin su absorpsiyon kapasitesini arttırdığını ve bunun sonucunda bisküvi örneklerinin sertlik değerinin arttığını rapor etmiştir. Demir ve ark. (2021), buğday ruşeyminin lif içeriğinin (%12.23), buğday unundan (%3.16) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Gevrek örneklerinde sertlik değeri üzerinde etkili ($p < 0.05$) “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksiyonu Şekil 4.6’da verilmiştir. Tüm tarhana ilave oranlarında; artan buğday ruşeymi ilavesi gevrek örneklerinin sertlik değerini artırmıştır. Bu artış %10 tarhana ilaveli gevrek örneklerinde, sırasıyla %5 ve %0 tarhana ilaveli gevrek örneklerine göre daha fazla oranda gerçekleşmiştir. %15 buğday ruşeymi ilave oranında; %5 tarhana ilaveli gevrek örnekleri tarhana ilavesiz gevrek örneklerine en yakın değeri gösterirken, %10 tarhana ilaveli gevrek örnekleri ile aralarındaki fark açılmıştır.



Şekil 4.6. Gevrek örneklerinin sertlik değeri üzerinde etkili “*tarhana ilave oranı xbuğday ruşeymi ilave oranı*” etkileşimi

Meriles ve ark. (2021), buğday ruşeymini farklı oranlarda (%0, 10, 20 ve 30) kraker yapımında kullandıkları çalışmalarında; buğday ruşeymi ilave oranının artmasına bağlı olarak kraker örneklerinin kalınlık değerinin azaldığını, genişlik değerinin ise artış ve azalış konusunda dengesiz bir profil izlediğini bildirilmişlerdir. Buğday ruşeymi ilavesiz kraker örneğinin sertlik değeri 34.6 N olarak, %20 buğday ruşeymi ilaveli örneğin sertlik değeri ise 27.1 N olarak rapor edilmiştir.

Kuchtova ve ark. (2016) buğday ruşeymini, %5, 10 ve 15 oranlarında kraker üretiminde buğday unu ile yer değiştirerek kullanmışlardır. Kraker formülasyonunda kullanılan buğday ruşeymi oranı arttıkça genişlik ve kalınlık değerinin azaldığı belirtilmiştir. Buğday ruşeymi içermeyen kontrol örneklerinin genişlik ve kalınlık değerlerini sırasıyla 5.00 cm ve 1.06 cm olarak belirlerken, %15 buğday ruşeymi ilaveli krakerlerin aynı değerlerini sırasıyla 4.91 cm ve 1.00 cm olarak bildirmişlerdir.

Uysal ve ark. (2007), çalışmalarında buğday ruşeymi ve buğday kepeği gibi kaynaklardan elde edilen liflerin farklı oranlarda (%0, 15, 20 ve 30) kurabiye formülasyonunda sertlik ve yayılma değerleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Formülasyonda artan buğday ruşeymi ilave oranına bağlı yayılma değerleri artış gösterirken, sertlik değerleri %15 buğday ruşeym ilavesinden sonra artış gösterdiği belirlenmiştir.

Bilgiçli ve Levent (2013b), buğday ruşeymini artan oranlarda (%0, 10, 20 ve 30) kek formülasyonuna ilave ettikleri bir çalışmada, formülasyonda buğday ruşeymi

oranın artmasına bağlı sertlik değerinin artış, hacim değerinin ise azalma gösterdiğini belirlemişlerdir. Sertlik değerindeki artışın yüksek oranda buğday ruşeymi kullanımı ile gluten ağ yapısının zarar görmesinden ve sonuç olarak kek hacmin düşmesinden kaynaklı olabileceğini bildirmişlerdir.

Bilgiçli ve Türker (1999), %50, 75 ve 90 oranında tarhana tozunu, buğday unu yerine kraker formülasyonunda kullanmışlardır. Formülasyonda artan oranda tarhana kullanımının krakerlerin yayılma değerinde artışa, kalınlık değerinde ise azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. %50 tarhana katkılı krakerlerin ortalama kalınlık değerleri 5.37 mm olarak belirlenirken, %90 tarhana katkılı örneklerin ortalama kalınlık değeri ise 3.57 mm olarak rapor edilmiştir.

4.2.2. Gevrek örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları

Farklı oranlarda tarhana ve buğday ruşeymi kullanılarak hazırlanan gevrek örneklerine ait nem, kül, protein, yağ ve fitik asit analiz sonuçları Çizelge 4.11’ de, serbest fenolik madde (SFM), bağlı fenolik madde (BFM) ve toplam fenolik madde miktarı (TFM) ile antioksidan aktivite (DPPH, FRAP ve CUPRAC) analiz sonuçları Çizelge 4.14’de, mineral madde sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.12, 4.15 ve 4.18’de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise sırasıyla Çizelge 4.13, 4.16 ve 4.19’da özetlenmiştir.

4.2.2.1. Nem

Gevrek örneklerinin nem miktarı %5.13 ile %6.64 arasında değişmiş olup, ortalama nem miktarı %5.74 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin nem miktarı üzerinde, tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörleri ile “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksyonunun istatistiki olarak önemli ($p < 0.01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.13’de verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; gevrek formülasyonunda artan oranda tarhana kullanımı örneklerin nem miktarında artışa neden olmuştur. Tarhana içermeyen örneklerin nem miktarı ortalama %5.37 iken, %10 tarhana ilavesi ile hazırlanan gevrek örneklerinin ortalama nem miktarı %6.19

olarak belirlenmiştir. Hemat ve Abdel-Razik (2010), bu durumu tarhananın ilave edildiği üründe su tutma kapasitesini artırması ile ilişkilendirmişlerdir. Bununla birlikte tarhananın yüksek nişasta ve protein içeriğine sahip olması sorpsiyon değerleri üzerinde olumlu etki yarattığı ve böylece su bağlamaya uygun bir yapı kazandığı rapor edilmiştir (Ertugay ve ark., 2000).

Sonuçlar buğday ruşeymi ilave oranı açısından incelendiğinde; formülasyonda %15-20 oranında buğday ruşeymi kullanımının gevrek örneklerinin nem miktarını arttırdığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte %0, %5 ve %10 buğday ruşeymi ilaveli gevrek örneklerinin nem miktarı; istatistiksel olarak aynı grupta yer almış olup, %15 ve %20 buğday ruşeymi ilaveli örneklerin nem miktarından daha düşük bulunmuştur. Buğday ruşeymi ilavesiz kontrol gevrek örneklerinde nem miktarı %5.43 iken, %20 oranında buğday ruşeymi ilave edilen gevrek örneklerinde bu değer %6.38'e yükselmiştir. Cankurtaran (2016), lif içeriği yüksek buğday ruşeyminin, katkı olarak kullanıldığı ürün formülasyonunda su tutma kapasitesini arttırdığını belirtmiştir.

Çizelge 4.11. Gevrek örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları¹

Tarhana ilave oranı (%)	Ruşeym ilave oranı (%)	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Fitik asit (mg/100g)
0	0	5.13±0.06	1.81±0.04	9.33±0.21	23.48±0.30	167.15±23.25
	5	5.19±0.05	1.88±0.09	10.09±0.37	23.7±0.23	263.78±31.86
	10	5.35±0.10	1.95±0.04	10.69±0.20	24.47±0.28	376.08±19.03
	15	5.55±0.15	2.04±0.09	11.33±0.28	24.8±0.41	443.99±16.22
	20	5.64±0.03	2.06±0.01	11.41±0.06	25.67±0.20	585.37±24.72
5	0	5.19±0.14	1.85±0.07	9.49±0.24	23.65±0.33	153.43±16.72
	5	5.20±0.13	1.98±0.02	10.36±0.03	24.27±0.28	255.95±17.95
	10	5.37±0.10	2.15±0.06	10.99±0.23	24.63±0.21	332.43±19.91
	15	6.11±0.11	2.16±0.09	11.55±0.13	25.27±0.39	402.75±13.85
	20	6.48±0.06	2.24±0.06	11.71±0.02	25.88±0.26	504.06±24.73
10	0	5.81±0.21	1.92±0.10	9.57±0.26	24.12±0.36	135.16±13.39
	5	5.97±0.13	2.06±0.07	10.8±0.14	24.69±0.32	232.44±24.47
	10	6.21±0.23	2.21±0.07	11.55±0.33	25.1±0.39	324.58±21.60
	15	6.32±0.19	2.27±0.09	11.59±0.17	25.4±0.56	394.37±13.92
	20	6.64±0.18	2.33±0.11	12.41±0.04	25.93±0.30	472.72±15.75
Minimum-maksimum		5.13-6.64	1.81-2.33	9.33-12.41	23.48-25.93	135.16-585.37
Ortalama±std		5.74±0.03	2.06±0.01	10.86±0.04	24.74±0.06	336.28±133.41

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Nem dışındaki analiz sonuçları kuru madde üzerinden verilmiştir.

Çizelge 4.12. Gevrek örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Nem		Kül		Protein		Yağ		Fitik asit	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Tarhana ilave oranı (A)	2	1.70	90.01**	0.11	21.91**	0.95	22.03**	0.99	8.95**	8001.88	19.12**
Ruşeym ilave oranı (B)	4	1.24	65.70**	0.12	23.84**	5.34	123.31**	3.91	35.51**	122078.72	291.62**
(AxB)	8	0.31	16.51**	0.00	0.58ns	0.07	1.62ns	0.05	0.43ns	689.55	1.64*
Hata	23	0.01		0.00		0.09		0.07		418.62	

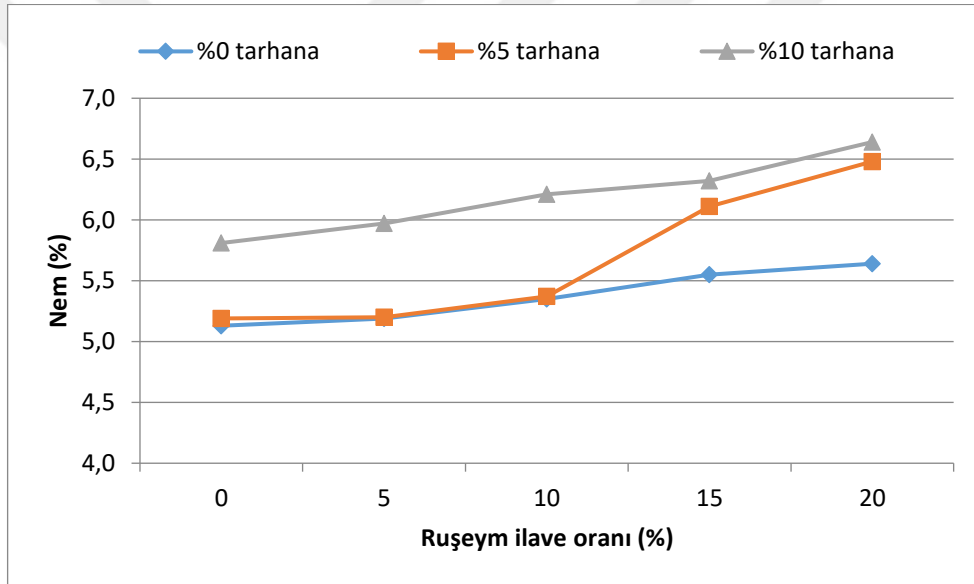
¹* p<0.05 düzeyinde önemli, ** p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.13. Gevrek örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Fitik asit (mg/100g)
Tarhana ilave oranı (%)						
0	10	5.37±0.22c	1.95±0.11c	10.57±0.88c	24.42±0.88b	367.28±161.47a
5	10	5.86±0.88b	2.08±0.16b	10.82±0.91b	24.74±0.87ab	329.72±134.40b
10	10	6.19±0.32a	2.16±0.17a	11.18±1.07a	25.05±0.69a	311.85±132.64b
Ruşeym ilave oranı (%)						
0	12	5.43±0.47b	1.86±0.06d	9.46±0.12e	23.75±0.33e	151.92±16.05e
5	12	5.53±0.59b	1.97±0.09c	10.41±0.36d	24.22±0.50d	250.72±16.31d
10	12	5.48±0.29b	2.10±0.14b	11.08±0.44c	24.74±0.33c	344.37±27.75c
15	12	6.23±0.64a	2.16±0.12ab	11.49±0.14d	25.16±0.32b	413.70±26.56b
20	12	6.38±0.65a	2.21±0.14a	11.84±0.51e	25.83±0.14a	520.71±58.15a

¹Aynı sütunda farklı harfle gösterilmiş ortalamalar istatistiki olarak farklıdır (p<0.05). Nem dışındaki analiz sonuçları kuru madde üzerinden verilmiştir.

Gevrek örneklerinde nem miktarı üzerinde etkili ($p<0.01$) “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” interaksyonu Şekil 4.7’de verilmiştir. Buna göre buğday ruşeymi ilave oranına bağlı olarak tarhana ilave oranı farketmeksizin gevrek örneklerinin nem miktarının arttığı gözlemlenmektedir. Bu artışın %10 tarhana ilaveli gevrek örneklerinde, %0 ve %5 tarhana ilaveli örneklerden daha fazla oranda gerçekleştiği görülmektedir. %0 ve %5 tarhana ilaveli gevrek örneklerinde %10 buğday ruşeymi ilave oranına kadar benzer nem içeriği belirlenirken, daha yüksek buğday ruşeymi ilave oranlarında aralarındaki fark açılmıştır. %15 ve %20 buğday ruşeymi ilave oranlarında %5 ve %10 tarhana ilaveli gevrek örneklerinin nem içeriği birbirine paralel artış göstermiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Gevrek örneklerinin nem değeri üzerinde etkili “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” interaksyonu

4.2.2.2. Kül

Gevrek örneklerinin kül miktarı %1.81-2.33 arasında değişmekte olup, ortalama kül miktarı %2.06 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin kül miktarı üzerine, tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörlerinin $p<0.01$ düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.13 tarhana ilave oranı faktörü açısından incelendiğinde; %10 tarhana ilavesi ile hazırlanan gevreklerin kül miktarı (%2.16), sırasıyla %5 (%2.08) ve %0

(%1.95) tarhana ilavesi ile hazırlanan gevrek örneklerinin kül miktarından yüksek bulunmuştur. Artan oranda tarhana kullanımı gevreklerin kül miktarlarında da artışa neden olmuştur. Hammadde olarak kullanılan tarhananın kül miktarının, rafine buğday ununun kül miktarından yüksek olması burada etkili olmuş olabilir (Çizelge 4.2).

Sonuçlar buğday ruşeymi ilave oranı açısından değerlendirildiğinde; artan buğday ruşeymi ilave oranına bağlı olarak gevreklerin kül miktarının artış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.13). Buğday ruşeymi ilavesiz kontrol gevrek örneklerinde kül miktarı %1.86 iken, %20 oranında buğday ruşeymi ilave edilen gevrek örneklerinde bu değer %2.21'e yükselmiştir. Hammadde olarak kullanılan buğday ruşeyminin kül miktarının, rafine buğday ununun kül miktarından yüksek olması burada etkili olmuş olabilir (Çizelge 4.2). Buğday ruşeymi, buğday ununa kıyasla 6 kat daha fazla mineral madde içeriğine sahiptir (Srivastava ve ark., 2007). Kotancılar ve ark. (1995) mineral maddelerin buğday tanesinde en çok buğday ruşeymi ve alöronda mevcut olduğunu ve bu mineral maddelerin tanede kül içerikleri ile bağlantılı olduğunu bildirmişlerdir. Özkaya (1986), buğday ruşeyminin kül miktarının endospermden çok daha yüksek olduğunu ve bu durumun buğday ruşeyminin zengin mineral madde miktarı ile ilişkili olduğunu rapor etmiştir.

4.2.2.3. Protein

Farklı oranlarda tarhana ve buğday ruşeymi ile üretilen gevrek örneklerinin protein miktarı %9.33 ile %12.41 arasında değişmiş olup, ortalama %10.86 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.11). Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin protein miktarı üzerinde, tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörlerinin $p < 0.01$ düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Sonuçlar tarhana ilave oranı açısından değerlendirildiğinde; formülasyonda artan tarhana ilave oranı gevrek örneklerinin ortalama protein miktarının artmasını sağlamıştır (Çizelge 4.13). Tarhana içermeyen gevrek örneklerinin ortalama protein miktarı % 10.57 olarak belirlenirken, %10 tarhana ilavesi ile hazırlanan gevrek örneklerinin ortalama protein miktarı ise %11.18 olarak tespit edilmiştir. Bu durum tarhananın (%18.62) buğday ununa (%9.78) kıyasla daha yüksek protein içeriğine sahip olması ile ilgili olabilir (Çizelge 4.2). Dağlıoğlu (2000) buğday ununun protein bakımından zayıf, tarhananın ise içeriğindeki yoğurt ve ekmek mayası ile daha yüksek protein içeriğine

sahip olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle artan oranda tarhana ilavesi gevrek örneklerinin protein içeriğinde artış sağlamış olabilir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları buğday ruşeymi ilave oranı açısından incelendiğinde; formülasyonda buğday ruşeymi kullanım oranı arttıkça gevrek örneklerindeki protein miktarı da artmıştır. En düşük protein miktarı buğday ruşeymi içermeyen kontrol örneğinde (%9.46) belirlenirken, en yüksek protein miktarı (%11.84) %20 buğday ruşeymi ilaveli gevreklerden elde edilmiştir (Çizelge 4.13). Bu artışın sebebi buğday ruşeyminin protein miktarının (%23.86), rafine buğday ununun (%9.78) protein miktarından yüksek olması ile ilişkilendirilebilir (Çizelge 4.2). Brandolini ve Hidalgo (2012), buğday ruşeyminin değerli bir protein kaynağı olduğunu ve yaklaşık %26-35 oranlarında protein ihtiva ettiğini bildirmişlerdir. Zhu ve ark. (2006) buğday ruşeyminin glutamik asit, arginin, lösin, aspartik asit ve lisin gibi aminoasitler açısından zengin olduğunu rapor etmişlerdir.

4.2.2.4. Yağ

Gevrek örneklerinin yağ miktarı %23.48 ile %25.93 arasında değişmekte olup, ortalama yağ miktarı %24.74 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.11). Varyans analizi sonucuna göre gevrek örneklerinin yağ miktarı üzerinde tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörlerinin $p < 0.01$ düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.13’de verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; %10 tarhana ilavesi ile hazırlanan gevreklerin ortalama yağ miktarı (%25.05), tarhana ilavesiz (%24.42) gevrek örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu durum hammadde olarak kullanılan tarhananın (%6.34) buğday ununa (%1.06) göre daha yüksek yağ miktarına sahip olması ile ilişkilendirilebilir (Çizelge 4.2). Tarhana formülasyonunda kullanılan süzme yoğurdun yüksek yağ içeriğine (%7) sahip olması tarhananın yağ içeriğinin ve dolayısıyla gevrek örneklerinin yağ içeriğinin artış göstermesine neden olmuş olabilir. Erbaş ve ark. (2006), tarhanada bulunan yoğurdun zengin yağ asidi içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Sonuçlar buğday ruşeymi ilave oranı açısından incelendiğinde; gevrek örneklerinde buğday ruşeymi ilave oranının artması ile birlikte gevreklerin ortalama yağ miktarının arttığı belirlenmiştir. Buğday ruşeymi ilavesiz gevrek örneğinde %23.75

olarak belirlenen yağ miktarı, %20 buğday ruşeymi kullanımı ile 1.09 kat artarak %25.83 değerine ulaşmıştır (Çizelge 4.13). Bu artış buğday ruşeyminin yağ içeriğinin (%8.65), rafine buğday ununun (%1.06) yağ içeriğinden yüksek olması ile ilişkilendirilebilir (Çizelge 4.2). Cankurtaran (2016) yüksek yağ içeriğine sahip olan buğday ruşeyminin, ilave edildiği formülasyonlarda yağ miktarında artışa neden olduğunu belirtmiştir.

4.2.2.5. Fitik asit

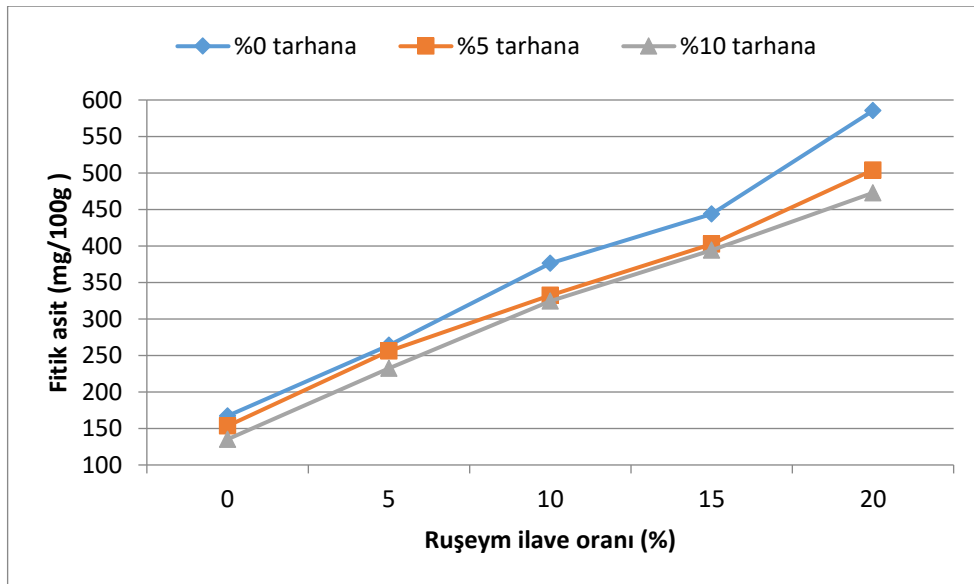
Gevrek örneklerinin fitik asit miktarına ait sonuçlar Çizelge 4.11’de verilmiştir. Gevrek örneklerinin fitik asit miktarı 135.16 mg/100g ile 585.37 mg/100g arasında değişmekte olup, ortalama 336.28 mg/100g olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin fitik asit miktarı üzerinde, tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörleri ($p < 0.01$) ile “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksiyonunun istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; tarhana içermeyen gevrek örneklerinin ortalama fitik asit miktarı (367.28 mg/100g), %5 ve %10 tarhana ilaveli gevrek örneklerinin ortalama fitik asit miktarından (329.72 ve 311.85 mg/100g) daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.13). Tarhana üretim prosesi içerisinde yer alan fermentasyon işlemi tarhananın fitik asit içeriğinin azalmasında etkili olmuş ve sonuç olarak tarhananın kullanıldığı gevrek örneklerinin fitik asit miktarının azalmasını sağlamış olabilir. Bilgiçli ve ark. (2006) fermentasyon prosesinin, fitik asit miktarının azaltılması üzerinde en etkili yöntemlerden biri olduğunu ve fermentasyon süresinin uzun tutulması ve maya miktarının arttırılmasının fitik asit miktarında daha fazla azalmayı sağlayacağını bildirmişlerdir (Lasztity ve Lasztity, 1990). Ayrıca yapılan başka bir çalışmada Bilgiçli (2004), ekmek mayası ilavesiz tarhana örneklerinin, ekmek mayası ilaveli tarhana örneklerinden daha yüksek fitik asit içeriğine sahip olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 4.13 buğday ruşeymi ilave oranı faktörü açısından incelendiğinde; en yüksek fitik asit içeriği %20 buğday ruşeymi kullanılarak hazırlanan gevrek örneklerinde ortalama 520.71 mg/100g olarak belirlenirken, en düşük fitik asit içeriği buğday ruşeymi ilave edilmeden hazırlanan gevrek örneklerinde 151.92 mg/100g olarak

bulunmuştur. Bektaş (2018), fitik asidin buğday tanesinde özellikle buğday ruşeymi ve kepek tabakasında konsantre olduğunu ve buğday tanesinde buğday ruşeymin fitik asit içeriğinin %0.86-1.35 arasında değiştiğini bildirmiştir. Buğday ruşeyminin fitik asit içeriğinin minerallerin ve proteinlerin biyoyararlılığı üzerine olumsuz etkisi; pişirme, fermentasyon ve ısıtma işlemi ile azaltılabileceği rapor edilmiştir (Rizzello ve ark., 2010; Cankurtaran, 2016). Gevrek örneklerinin yüksek pişirme derecesine maruz kalması ve gevrek formülasyonunda kullanılan ekmek mayasında bulunan fitaz enziminin aktivitesi hammadde olarak kullanılan buğday ruşeyminin fitik asit içeriği (2178.15 mg/100g) göz önüne alındığında gevrek örneklerinin fitik asit içeriğinin artış oranını azaltmış olabilir.

Gevrek örneklerinin fitik asit miktarı üzerinde etkili “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksyonu Şekil 4.8’de verilmiştir. Gevrek formülasyonunda artan oranda buğday ruşeymi kullanımı ile tüm tarhana ilave oranlarında örneklerin fitik asit miktarının arttığı görülmektedir. Bu artışın en fazla tarhana ilavesiz örneklerde olduğu, en az artışın ise %10 tarhana ilaveli gevrek örneklerinde gerçekleştiği gözlemlenmektedir. Şekil 4.8 tarhana ilave oranı açısından incelendiğinde artan tarhana ilave oranına bağlı olarak gevrek örneklerinin fitik asit içeriğinin azaldığı görülmektedir. %5 ve %10 tarhana ilaveli gevrek örneklerinin fitik asit içeriği birbirine yakın bir seyir izlemiştir.



Şekil 4.8. Gevrek örneklerinin fitik asit miktarı üzerinde etkili “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksyonu

Meriles ve ark. (2021) farklı oranlarda (%0, 10, 20 ve 30) ısıt işlem görmüş buğday ruşeyminden üretilen krakerlerde kül miktarlarını sırasıyla %1.66, 1.95, 2.35 ve 2.65 olarak belirlerken, protein miktarlarını ise sırasıyla %9.14, 11.41, 13.34, 14.52 olarak bildirmişlerdir.

Avcıoğlu (2014), kurabiye üretiminde %50, 60 ve 70 oranlarında buğday ruşeymi kullanımının kurabiye örneklerinin nem içeriğini arttırdığını bildirmiştir. Örneklerin nem miktarları kurabiye formülasyonunda buğday ruşeymi artışına bağlı olarak %0.29-11.01 arasında değişmiş olup, ortalama %4.31 olarak rapor edilmiştir. Ayrıca kül, protein ve yağ miktarları da sırasıyla %2.15-6.33, %18-29 ve %12-33 arasında bildirilmiştir.

Arshad ve ark. (2007), farklı oranlarda (%0, 5, 10, 15, 20 ve 25) yağsız buğday ruşeymini bisküvi üretiminde kullanmışlardır. Buğday ruşeymi ilavesiz bisküvi örneklerinin nem, protein, yağ ve kül miktarları sırasıyla %8.37, 11.8, 14.15 ve 0.76 olarak belirlenirken, %25 buğday ruşeymi ilaveli bisküvi örneklerinde %9.02, 16.2, 13.94 ve 1.69 olarak belirlenmiştir. Buğday ruşeymi miktarı arttıkça nem, protein ve kül miktarları da artmıştır.

Tetik (2018) tarafından yapılan bir çalışmada; bisküvi formülasyonunda %0, 5, 15 ve 20 oranlarında buğday ruşeymi kullanmıştır. İlave edilen buğday ruşeymi miktarı arttıkça bisküvi örneklerinin kimyasal içeriği (nem, yağ, protein ve kül) zenginleşmiştir. Buğday ruşeymi ilavesiz bisküvi örneklerinde nem, yağ, protein ve kül değerleri sırasıyla %3.48, 16.36, 8.47 ve 1.35 olarak belirlenirken, %20 oranında buğday ruşeymi ilaveli örneklerde %4.61, 18.63, 13.31 ve 1.35 olarak belirtilmiştir.

Çakır (2018), buğday ruşeymini kek üretiminde artan oranlarda (%0-30) kullanması ile örneklerin kül, protein, yağ ve fitik asit miktarlarında artış olduğunu belirtmiştir. Ruşeym ilavesiz kek örneklerinin kül, protein, yağ ve fitik asit miktarlarını sırasıyla %1.75, %7.94, %28.25 ve 78.31 mg/100g olarak belirlerken, %30 buğday ruşeymi ilavesi ile örneklerin aynı değerlerini sırasıyla %2.09, %10.50, %30.05 ve 304.56 mg/100g olarak rapor etmiştir.

Levent ve Bilgiçli (2013b), farklı oranlarda (%0, 10, 20 ve 30) buğday ruşeymini kek üretiminde kullandıkları çalışmalarında; artan oranlarda buğday ruşeymi kullanımının kek örneklerinin nem, kül, protein ve yağ değerlerini arttırdığını bildirmişlerdir. Buğday ruşeymi ilavesiz kek örneklerinin nem, kül, protein ve yağ miktarları sırası ile %18.29, 1.28, 7.85 ve 28.15 olarak belirlenirken, %30 buğday

ruşeymi ilaveli örneklerde ise sırasıyla %18.36, 1.95, 11.89 ve 29.57 olarak belirlenmiştir.

Cankurtaran (2016), dolgulu yaş makarna üretiminde farklı oranlarda (%0-20) buğday ruşeymi kullanımının, kontrol makarna örneğine kıyasla su, kül, protein ve yağ miktarlarında artış sağladığını rapor etmiştir.

Pınarlı ve ark. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada; %15 oranında stabilize edilmiş buğday ruşeymi ve ham buğday ruşeymi irmik ile yer değiştirilerek makarna formülasyonunda kullanmışlardır. Buğday ruşeymi ilavesiz makarna örneklerinin yağ, protein ve kül içeriklerini sırasıyla %2.3, 11.5 ve 0.9 olarak belirlerken, %15 oranında ham ve stabilize edilmiş buğday ruşeymi kullanılan makarna örneklerinin yağ, protein ve kül miktarlarını ise sırasıyla %5.2, 13.4 ve 1.5 olarak rapor etmişlerdir.

Akgün (2007), ekşi hamur tozunu %0, 2, 4 ve 6 oranında buğday unu ile yer değiştirerek ekmek üretiminde kullanmıştır. Ekmek formülasyonunda artan oranda ekşi hamur tozu kullanımının ekmeklerin kül miktarını arttırdığı bildirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan ekşi hamur tozunun kül miktarı üzerine etkisi, fermente özelliklere sahip olan tarhana ile ilişkilendirilebilir.

Oral Alver (2016), ekmek hamurlarına %30-40 oranlarında fermente bir ürün olarak kefir ilave etmiştir. Hamur örneklerinde artan kefir ilave oranına bağlı olarak protein, yağ ve kül miktarlarının da artış gösterdiğini rapor etmiştir.

De Oliveira Silva ve ark. (2018), bisküvi hamurlarına fermente edilmiş soya küspesi eklemişlerdir. Fermente edilmiş soyalı bisküvi örneklerinin, kontrol örneklerine göre daha yüksek yağ, protein ve kül içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

4.2.2.6. Fenolik madde miktarı

4.2.2.6.1. Serbest fenolik madde miktarı

Farklı oranlarda tarhana ve buğday ruşeymi ile üretilen gevrek örneklerinin serbest fenolik madde (SFM) miktarı 1676.60 mg GAE/kg ile 3203.79 mg GAE/kg arasında değişmiş olup, ortalama 2458.26 mg GAE/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin SFM değeri üzerine, tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörleri ile “*tarhana ilave oranı x*

buğday ruşeymi ilave oranı” interaksyonunun istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.16’da verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; gevrek formülasyonunda artan tarhana ilave oranı gevrek örneklerinin ortalama SFM miktarını arttırmıştır. Tarhana içermeyen gevrek örneklerinin ortalama SFM miktarı 2279.15 mg GAE/kg olarak belirlenirken, %10 tarhana ilavesi ile hazırlanan gevrek örneklerinin ortalama SFM miktarı ise 2637.09 mg GAE/kg olarak belirlenmiştir. Bu durum tarhananın (3913.38 mg GAE/kg) buğday ununa (2732.95 mg GAE/kg) kıyasla daha yüksek serbest fenolik madde değerine sahip olması ile ilgili olabilir (Çizelge 4.3). Esimek (2010), tarhana formülasyonunda soğan, domates ürünü veya farklı sebze kullanımının ürünün fenolik madde miktarı üzerinde etkili olduğunu ve bu ürünlerin formülasyonda kullanım durumuna göre son ürünün fenolik içeriğini arttırdığını bildirmiştir. Hole ve ark. (2012) sebzelerdeki fenolik bileşenlerin çoğunlukla serbest formda bulunduğunu rapor etmişlerdir. Işık ve Yapar (2016), salça üretim atıklarının tarhana üretiminde kullanılmasının fenolik madde miktarında artış sağladığını belirtmişlerdir. Anson ve ark. (2009) yaptıkları çalışma sonucunda fermantasyon işleminin fenolik madde miktarında artış sağladığını özellikle serbest ve toplam fenolik asit miktarında artış gözlemlendiğini bildirmiştir.

Sonuçlar buğday ruşeymi ilave oranı açısından incelendiğinde; gevrek örneklerinde artan oranda buğday ruşeymi ilavesi örneklerin ortalama SFM miktarını arttırmıştır. Bu artışın en fazla %20 buğday ruşeymi ilaveli (3084.02 mg GAE/kg) örneklerde olduğu, en az artışın ise buğday ruşeymi ilavesiz örneklerde (1870.60 mg GAE/kg) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.16). Buğday ruşeymi ve kepeğinin, buğday tanesinin TFM içeriğinin yaklaşık %83’ünü oluşturduğu ve endosperme göre 15-18 kat daha fazla fenolik içeriğe sahip oldukları bildirilmiştir (Adom ve ark., 2005).

Gelmez ve ark. (2019) buğday ruşeyminde fenolik bileşenlerin yoğun olarak serbest formda bulunduğunu ve bunların vanilik asit ve glikoflavonlar olarak nitelendirildiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.14. Gevrek örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları¹

Tarhana ilave oranı (%)	Ruşeym ilave oranı (%)	SFM ² (mg GAE/kg)	BFM ³ (mg GAE/kg)	TFM ⁴ (mg GAE/kg)	DPPH ⁵ (mg TE/kg)	FRAP ⁶ (µmol TE/g)	CUPRAC ⁷ (µmol TE/g)
0	0	1676.60±16.62	2290.26±12.91	3966.86±29.54	228.36±2.36	1.32±0.01	5.28±0.11
	5	1988.53±14.32	2457.22±8.62	4445.74±22.95	368.76±21.36	2.56±0.14	6.93±0.11
	10	2101.02±24.83	2634.21±26.43	4735.23±1.59	523.62±14.04	3.12±0.10	8.11±0.13
	15	2636.06±22.18	3294.35±36.51	5930.41±58.68	657.38±8.68	4.05±0.00	10.51±0.24
	20	2993.55±26.86	3862.82±20.40	6856.37±47.26	699.90±21.91	5.10±0.12	12.07±0.40
5	0	1839.14±28.14	2613.36±11.44	4452.50±16.69	238.03±20.53	1.54±0.14	5.87±0.09
	5	2253.70±5.33	2753.83±25.44	5007.53±20.11	456.26±19.79	3.09±0.00	7.65±0.17
	10	2433.30±30.78	2922.14±20.24	5355.44±10.54	602.90±21.72	3.83±0.03	8.54±0.21
	15	2711.76±33.23	3612.42±16.59	6324.18±49.82	675.12±16.10	4.71±0.22	10.60±0.18
	20	3054.71±31.35	4022.00±25.82	7076.71±5.54	722.82±23.53	5.31±0.17	12.38±0.16
10	0	2096.05±30.83	3262.34±17.12	5358.39±47.95	303.92±7.53	2.03±0.18	6.18±0.15
	5	2340.65±11.07	3365.99±12.96	5706.63±24.02	492.34±19.52	3.13±0.11	8.10±0.31
	10	2646.06±43.93	3521.93±16.52	6168.00±27.40	636.34±17.49	4.28±0.00	9.84±0.11
	15	2898.93±34.95	4027.15±13.61	6926.08±21.34	710.90±4.36	4.99±0.21	11.00±0.19
	20	3203.79±27.92	4284.31±18.06	7488.10±45.98	798.49±24.10	5.63±0.07	13.80±0.20
Minimum-maksimum		1676.60-3203.79	2290.26-4284.31	3966.86-7488.10	228.36-798.49	1.32-5.63	5.28-13.80
Ortalama±std		2458.26±459.32	3261.62±618.95	5719.88±1062.73	541.00±182.99	3.65±1.36	9.12±2.53

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. ²Serbest fenolik madde. ³Bağlı fenolik madde. ⁴Toplam fenolik madde. ⁵2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radikalinin inhibisyonu.

⁶Ferrik iyonlarını indirgeme kuvveti. ⁷Bakır iyonlarını indirgeme kuvveti.

Çizelge 4.15. Gevrek örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	SFM ²		BFM ³		TFM ⁴		DPPH ⁵		FRAP ⁶		CUPRAC ⁷	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Tarhana ilave oranı (A)	2	320306.73	430.18**	1583209.45	3916.32**	3307377.48	2992.05**	21558.23	69.46**	1.54	98.88**	3.74	94.18**
Ruşeym ilave oranı (B)	4	1342912.63	1803.55**	1930672.49	4775.83**	6415526.17	5803.85**	229109.44	738.23**	12.55	803.67**	44.07	1110.28**
(AxB)	8	11839.32	15.90**	26845.82	66.41**	57351.16	51.88**	853.79	2.75*	0.05	3.40*	0.21	5.36**
Hata	23	744.59		404.26		1105.39		310.35		0.02		0.04	

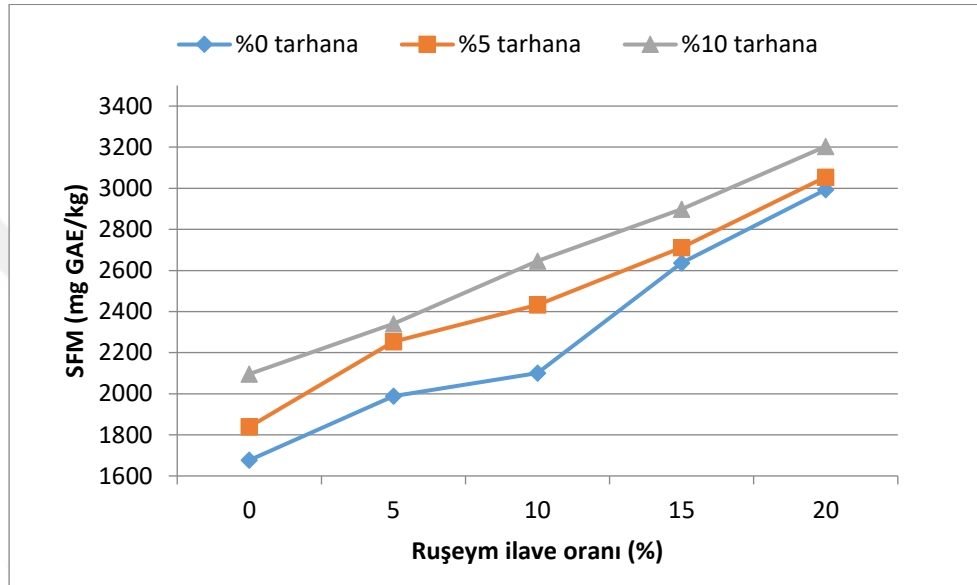
¹* p<0.05 düzeyinde önemli, ** p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz. ²Serbest fenolik madde. ³Bağlı fenolik madde. ⁴Toplam fenolik madde. ⁵2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radikalinin inhibisyonu. ⁶Ferrik iyonlarını indirgeme kuvveti. ⁷Bakır iyonlarını indirgeme kuvveti.

Çizelge 4.16. Gevrek örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	SFM ² (mg GAE/kg)	BFM ³ (mg GAE/kg)	TFM ⁴ (mg GAE/kg)	DPPH ⁵ (mg TE/kg)	FRAP ⁶ (µmol TE/g)	CUPRAC ⁷ (µmol TE/g)
Tarhana ilave oranı (%)							
0	10	2279.15±528.44c	2907.77±655.88c	5186.92±1181.29c	495.60±197.61c	3.26±1.44c	8.58±2.73c
5	10	2458.53±459.83b	3184.75±605.19b	5643.27±1051.59b	539.02±196.11b	3.70±1.47b	9.01±2.54b
10	10	2637.09±438.86a	3692.35±442.43a	6329.44±873.98a	588.04±194.68a	4.01±1.45a	9.79±2.89a
Ruşeym ilave oranı (%)							
0	12	1870.60±211.49e	2721.99±495.06e	4592.56±706.26e	256.77±41.12e	1.63±0.36e	5.77±0.46e
5	12	2194.29±183.42d	2859.01±463.43d	5053.30±631.69d	439.12±63.55d	2.93±0.32b	7.56±0.59d
10	12	2393.46±274.70c	3026.09±452.90c	5419.55±718.53c	587.62±57.89c	3.74±0.58c	8.83±0.90c
15	12	2748.92±135.32b	3644.64±367.46b	6393.56±501.45b	681.14±27.26b	4.58±0.48d	10.70±0.26b
20	12	3084.02±108.14a	4056.38±212.84a	7140.39±320.64a	740.40±51.59a	5.35±0.27a	12.75±0.92a

¹Aynı sütunda farklı harfle gösterilmiş ortalamalar istatistiki olarak farklıdır (p<0.05). ²Serbest fenolik madde. ³Bağlı fenolik madde. ⁴Toplam fenolik madde. ⁵2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radikalinin inhibisyonu. ⁶Ferrik iyonlarını indirgeme kuvveti. ⁷Bakır iyonlarını indirgeme kuvveti.

Gevrek örneklerinin SFM miktarı üzerinde etkili “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksyonu Şekil 4.9’da verilmiştir. Gevrek örneklerinin formülasyonunda tüm tarhana ilave oranlarında artan buğday ruşeymi ilave oranına bağlı SFM miktarı artış göstermiş olup, bu artış en fazla %10 tarhana ilaveli gevrek örneklerinde gerçekleşmiştir. %5 ve %10 tarhana ilaveli gevrek örneklerinin SFM miktarları genel olarak birbirine paralel bir artış göstermiştir.



Şekil 4.9. Gevrek örneklerinin serbest fenolik madde değeri üzerinde etkili “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksyonu

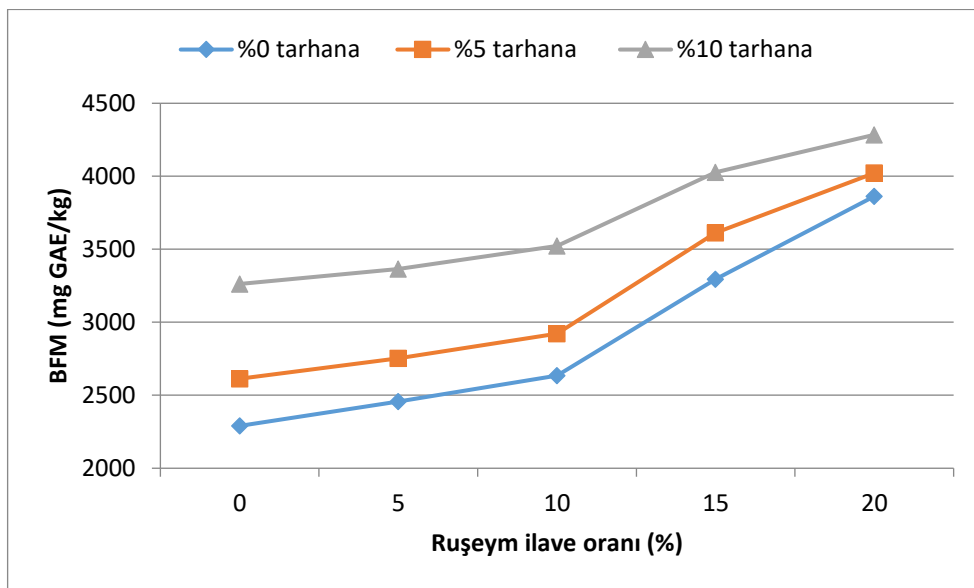
4.2.2.6.2. Bağlı fenolik madde miktarı

Gevrek örneklerine ait bağlı fenolik madde (BFM) miktarı 2290.26-4284.31 mg GAE/kg arasında değişmiş olup, ortalama 3261.62 mg GAE/kg olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin BFM değeri üzerinde, tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörleri ile “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksyonunun istatistiki olarak önemli ($p < 0.01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları değerlendirildiğinde; %10 tarhana ilaveli örneklerin (3692.15 mg GAE/kg) ortalama BFM miktarı sırasıyla %5 (3184.75 mg GAE/kg) ve %0 tarhana (2907.77 mg GAE/kg) ilaveli gevrek örneklerin ortalama BFM miktarından daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Sonuçlar buğday ruşeymi ilave oranı açısından incelendiğinde; buğday ruşeymi ilave oranının artmasına bağlı olarak örneklerin BFM miktarının da arttığı görülmektedir (Çizelge 4.16). Buğday ruşeymi kullanılmadan hazırlanan gevrek örneklerinde BFM miktarı ortalama 2721.99 mg GAE/kg iken, %20 oranında buğday ruşeymi kullanılarak hazırlanan gevrek örneklerinde bu değer ortalama 4056.38 mg GAE/kg'a yükselmiştir. Fenolik bileşiklerin hücre içerisindeki farklı formları, onları gıdalarda oluşturduğu kompleksler açısından önemli kılmaktadır (Karabulut ve Yemiş, 2019). Li ve ark. (2008) tam buğday unlarının serbest ve bağlı fenolik asit dağılımlarını inceledikleri bir çalışmada, serbest fenolik asitlerin toplam fenolik aside olan katkılarının düşük düzeyde olduğunu belirtirken, bağlı fenolik asitlerin ise toplam fenolik bileşenlerin %77'sini oluşturduğunu rapor etmişlerdir.

Gevrek örneklerinin BFM miktarı üzerinde etkili “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksyonu Şekil 4.10’da verilmiştir. Tarhana ilave oranı dikkate alınmaksızın gevrek örneklerinin formülasyonunda artan buğday ruşeymi ilavesi ile örneklerin BFM miktarı artış göstermiş bu artış, %10 buğday ruşeymi ilave oranı üzerinde daha yüksek oranlarda gerçekleşmiştir. Tüm tarhana ilave oranlarında gevrek örneklerinin BFM miktarı birbirine paralel bir değişim gösterirken, %20 buğday ruşeymi ilavesi ile aralarındaki fark azalma eğilimi göstermiştir. Sonuçlar tarhana ilave oranı açısından incelendiğinde artan tarhana ilavesi BFM miktarında artışa neden olmuş ve en yüksek BFM miktarı %10 tarhana ilaveli gevrek örneklerinde belirlenmiştir.



Şekil 4.10. Gevrek örneklerinin bağlı fenolik madde değeri üzerinde etkili “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksyonu

4.2.2.6.3. Toplam fenolik madde miktarı

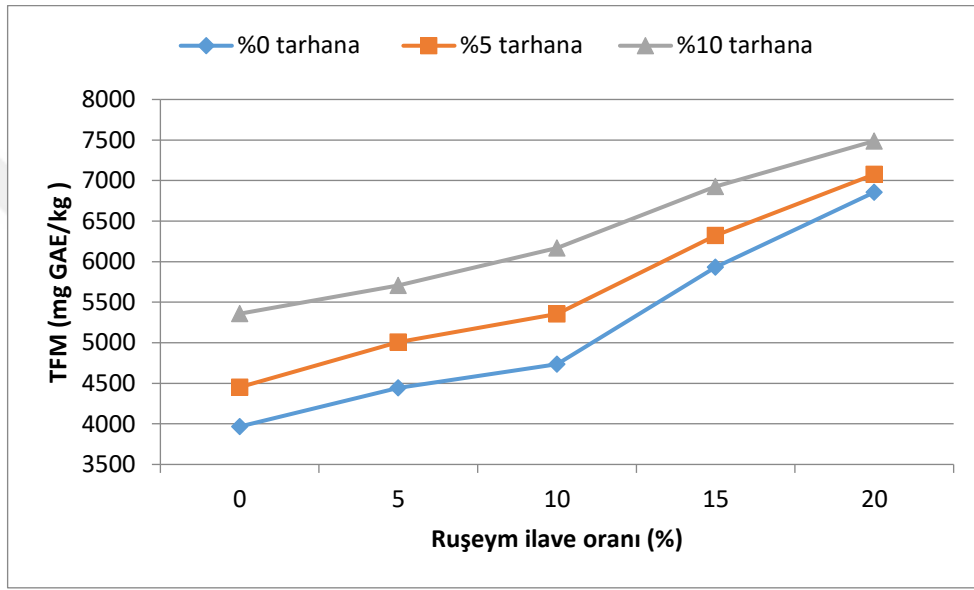
Farklı oranlarda tarhana ve buğday ruşeymi ile üretilen gevrek örneklerinin toplam fenolik madde (TFM) miktarı ortalama 5719.88 mg GAE/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin TFM miktarı üzerine, tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörleri ile “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksiyonunun istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları tarhana ilave oranı açısından incelendiğinde; en yüksek TFM miktarı %10 tarhana ilaveli örneklerde belirlenmiş olup (6329.44 mg GAE/kg), bunu sırasıyla %5 tarhana ilaveli ve tarhana katkısız örneklerin TFM miktarları (5643.27 mg GAE/kg ve 5186.92 mg GAE/kg) izlemiştir (Çizelge 4.16). Sakac ve ark. (2011) fenolik bileşenlerin miktarında artışa sebep olabilecek faktörleri; gıdaların bileşimi, mevcut yapısı, gıdanın maruz kaldığı ısıl işlemin türü ve sıcaklık dereceleri olarak belirtmişlerdir. Işık ve Yapar (2016), tarhanalarda kullanılan domates tohumunun toplam fenolik ve antioksidan değerlerini önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir. Yünlü ve Kır (2016), soğanda toplam 7 tane flavonoidin bulunduğunu ve ürüne uygulanan ısıl işlemlerin fenolik bileşik konsantrasyonunu arttırdığını belirtmişlerdir. Bu araştırmalar göz önüne alındığında gevrek üretiminde kullanılan tarhana formülasyonunda yer alan ingredientlerin, tarhananın ve dolaylı olarak gevrek örneklerinin fenolik içeriğine katkı sağladığı ifade edilebilir. Ayrıca Değirmencioğlu ve ark. (2016) tarhanaların fırında kurutma işlemi ile en yüksek fenolik bileşen ve maksimum antioksidan kapasiteye ulaştıklarını rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.16’da verilen analiz sonuçlarına göre gevrek formülasyonunda buğday ruşeymi oranının artması ile gevrek örneklerine ait TFM miktarının yükseldiği belirlenmiştir. Buğday ruşeymi ilavesiz kontrol gevrek örneklerinde TFM miktarı 4592.56 mg GAE/kg iken, %20 oranında buğday ruşeymi ilave edilen gevrek örneklerinde bu değer 7140.39 mg GAE/kg ‘a yükselmiştir. Çalışkan Koç ve Özçira (2019) tarhana formülasyonuna dahil edilen buğday ruşeyminin fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerinde artış sağladığını ve bu durumun fermantasyon süresi, ekstraksiyon yöntemleri ve ikame oranları ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir.

Gevrek örneklerinde TFM miktarı üzerinde etkili ($p<0.01$) “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksiyonu Şekil 4.11’de verilmiştir. Gevrek

örneklerinde tarhana ilave oranı arttıkça TFM miktarı artış göstermiş olup, bu artış %10 tarhana ilaveli gevrek örneklerde daha yüksek oranda gerçekleşmiştir. Sonuçlar buğday ruşeymi ilave oranı açısından değerlendirildiğinde; artan buğday ruşeymi ilavesi örneklerin TFM miktarında artış sağlarken bu artış tüm tarhana ilave oranlarında %10 buğday ruşeymi ilavesi üzerinde daha yüksek oranda gerçekleşmiştir. %10 buğday ruşeymi ilave oranı üzerinde %0 ve %5 tarhana ilaveli gevrek örneklerinin TFM miktarları arasındaki fark azalış göstermiştir.



Şekil 4.11. Gevrek örneklerinin bağlı fenolik madde değeri üzerinde etkili “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” etkileşimi

Tüm bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, gevrek formülasyonunda artan oranlarda tarhana ve buğday ruşeymi kullanımı, örneklerin SFM, BFM ve TFM içeriklerinde artış sağlamıştır. Bu durum tarhana ve buğday ruşeyminin fenolik maddeler açısından zengin olması ile ilgili olabilir (Çizelge 4.3). Buğday ununda SFM, BFM ve TFM miktarı sırasıyla 2732.95, 2948.08 ve 5768.17 mg GAE/kg; tarhanada sırasıyla 3913.38, 5165.42 ve 8435.92 mg GAE/kg olarak; buğday ruşeyminde ise sırasıyla 5512.66, 7001.54 ve 11916.16 mg GAE/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Tetik (2018), içerisinde buğday ruşeyminin de bulunduğu gıda endüstrisi yan ürünleri ile farklı kombinasyonlar yaparak bisküvi üretmiştir. Formülasyonunda buğday ruşeymi kullanılan örneklerin TFM miktarının diğer örneklerden daha yüksek bulunduğu rapor edilmiştir.

Demir ve ark. (2021), erişte formülasyonunda %0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında stabilize edilmiş buğday ruşeymi kullanmışlardır. İlave edilen buğday ruşeymi oranı arttıkça erişte  rneklerinin TFM miktarlarının arttığını bildirmişlerdir. Artan oranlarda buğday ruşeymi (%0-20) ilave edilen erişte örneklerinde TFM miktarları sırasıyla 0.83, 1.05, 1.22, 1.39 ve 1.53 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Erişte  rneklerinde TFM miktarının artışını, hücre bileşenleri ve hücre duvarlarındaki bağlı fenolik bileşiklerin termal olmayan prosesler sonucunda parçalamasından kaynaklanabileceği rapor edilmiştir.

Liu ve ark. (2017), artan s relerde (12-72 saat) fermente edilmiş buğday ruşeyminin fenolik madde miktarlarını ve antioksidan aktivite değerlerini incelemişlerdir. Buğday ruşeymi  rneklerinin SFM ve TFM miktarlarının artan fermantasyon süresi ile artış gösterdiği bildirilmiştir. Benzer şekilde antioksidan aktivite değerlerinin de artan fermantasyon süresine bağlı artış gösterdiği rapor edilmiştir.

Aktaş ve ark. (2015), buğday ununa ikame olarak farklı oranlarda (%10, 30 ve 50) buğday ruşeymini tarhana formülasyonunda kullanmışlardır. Formülasyonda buğday ruşeym oranı arttıkça örneklerin TFM miktarında artış olduğunu bildirmişlerdir.

Bilgiçli ve ark. (2006), çalışmalarında, buğday ruşeymini farklı oranlarda (%0, 10, 25 ve 50) tarhana üretiminde kullanmışlar ve elde ettikleri örneklerin fenolik madde miktarlarını incelemişlerdir. Formülasyonda artan buğday ruşeymi ilave oranı ile tarhana  rneklerinin TFM miktarlarının arttığını bildirmişlerdir.

4.2.2.7. Antioksidan aktivite

Gevrek  rneklerinin antioksidan aktivitelerini belirlemek için DPPH, FRAP ve CUPRAC olmak üzere 3 farklı antioksidan analiz metodu kullanılmıştır.

4.2.2.7.1. DPPH

Farklı oranlarda tarhana ve buğday ruşeymi ile üretilen gevrek  rneklerinin DPPH miktarı 228.36 mg TE/kg ile 798.49 mg TE/kg arasında değişmiş olup, ortalama 541.00 mg TE/kg olarak bulunmuştur ( izelge 4.14). Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek  rneklerinin DPPH miktarı üzerinde, tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi

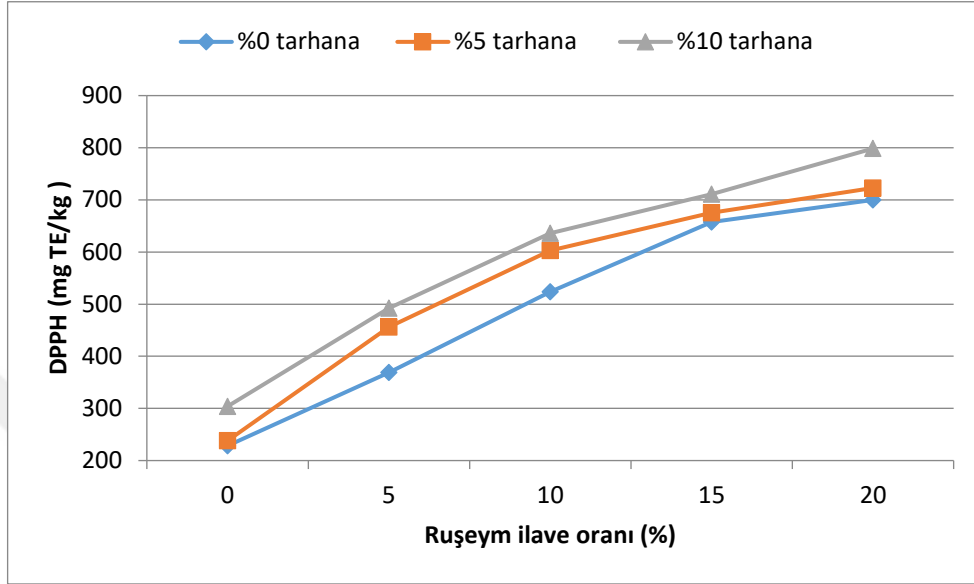
ilave oranı faktörleri ($p < 0.01$) ile “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksiyonunun istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.16’da verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; gevrek formülasyonunda artan oranda tarhana kullanımı örneklerin DPPH miktarında artış sağlamıştır. Tarhana içermeyen örneklerin DPPH miktarı ortalama 495.60 mg TE/kg iken, %10 tarhana ilavesi ile hazırlanan gevrek örneklerinin ortalama DPPH miktarı ise 588.04 mg TE/kg olarak belirlenmiştir. Gürbüz ve Yıldız (2019) tarhana örneklerinde antioksidan aktivite değerlerindeki değişimleri fermantasyon, üretim metodu ve ürün içeriği ile ilişkilendirmişlerdir. Meral (2016), gıdalarda bağlı halde bulunan fenolik bileşenlerin ısıtma işlemi maruz bırakıldığında serbest hale geçtiğini ve bu durumun gıdada bulunan antioksidan maddeleri etkileyerek enzimleri yıkıma uğrattığını ve bunun sonucunda Maillard reaksiyonu ile ortaya çıkan ara ürünlerin gıdadaki antioksidan aktiviteyi artırabileceğini bildirmiştir. Tarhananın yüksek antioksidan aktivitesi, ilave edildiği gevrek örneklerine de yansımıştır.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları buğday ruşeymi ilave oranı açısından incelendiğinde; en yüksek DPPH içeriği %20 buğday ruşeymi kullanılarak hazırlanan gevrek örneklerinde ortalama 740.40 mg TE/kg olarak belirlenirken, en düşük DPPH içeriği buğday ruşeymi ilavesi olmadan hazırlanan gevrek örneklerinde 256.77 mg TE/kg olarak bulunmuştur. Wu ve ark. (2022) tarafından yapılan bir çalışmada buğday ruşeymine uygulanan ısıtma işleminin buğday ruşeyminin antioksidan aktivite değerini arttırdığı bildirilmiştir. Ayrıca Lindenmeier ve Hofmann (2004), ekmeğin pişirilmesi için uygulanan ısıtma işleminin ekmek kabuğunda Maillard reaksiyonunun oluşmasına neden olduğunu ve böylece bazı antioksidan özellikli bileşiklerin oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmalar doğrultusunda gevrek üretiminde artan oranlarda buğday ruşeyminin kullanılması ve gevreğin yüksek ısıda pişirilmesi ile gevreğin yapısında oluşan Maillard reaksiyonu, gevreklerin antioksidan aktivite değerlerini artırmış olabilir.

Gevrek örneklerinde DPPH miktarı üzerinde etkili ($p < 0.05$) “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksiyonu Şekil 4.12’de verilmiştir. Artan oranlarda tarhana kullanımına bağlı olarak gevreklerin DPPH miktarının arttığı, bu artışın en fazla %10 tarhana ilaveli örneklerde olduğu, en az artışın ise tarhana ilavesiz örneklerde gerçekleştiği görülmektedir. Tarhana ilavesiz ve %5 tarhana ilaveli gevrek örneklerinin DPPH miktarları arasındaki fark %15 buğday ruşeymi ilave oranına kadar artış gösterirken, %15 ve üzeri buğday ruşeymi ilave oranlarında DPPH miktarları birbirine

yaklaşmıştır. %20 buğday ruşeymi ilave oranında tarhana ilavesiz ve %5 tarhana ilaveli gevrek örneklerinin DPPH miktarları benzer değerler göstermiş olup, %10 tarhana ilaveli gevrek örnekleri ile aralarındaki fark açılmıştır.



Şekil 4.12. Gevrek örneklerinin DPPH değeri üzerinde etkili “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” etkileşimi

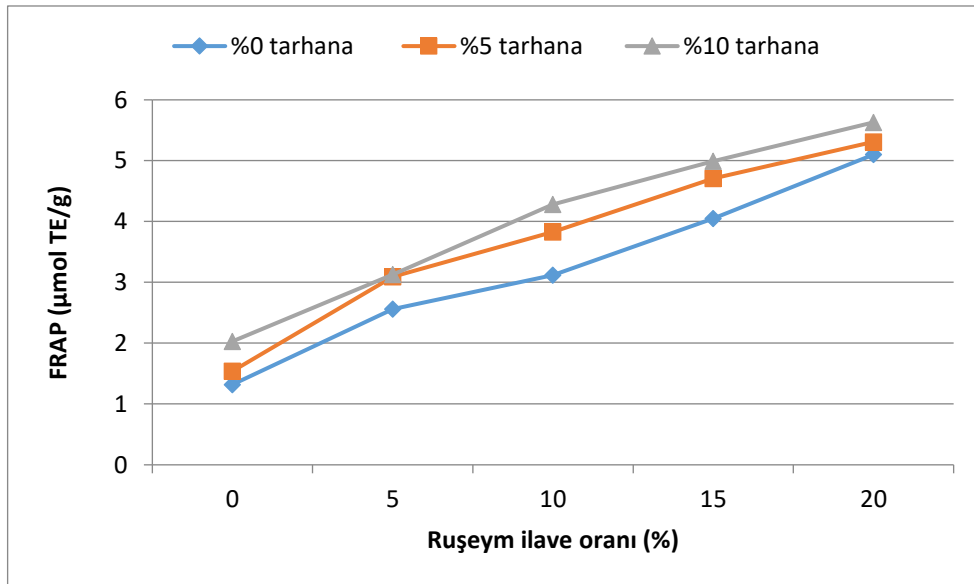
4.2.2.7.2. FRAP

Gevrek örneklerinin FRAP metoduna göre antioksidan aktivite değeri 1.32-5.63 $\mu\text{mol TE/g}$ arasında değişmekte olup, ortalama FRAP değeri 3.65 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin FRAP antioksidan aktivite değerleri üzerine, tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörleri ($p < 0.01$) ile “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” etkileşiminin istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Sonuçlar tarhana ilave oranı açısından değerlendirildiğinde; gevrek üretiminde artan oranda tarhana kullanımının FRAP değerini de arttırdığı görülmektedir (Çizelge 4.16). Daha önce de ifade edildiği gibi tarhananın yüksek antioksidan aktivite miktarı ilave edildiği gevrek örneğine de yansımıştır. Tahılların fermantasyon prosesi ile antioksidan aktivite değerleri artmaktadır. Fermantasyon işlemi sırasında gıdada asitlik artış gösterip tarhanada bulunan fenolik bileşenler serbest hale geçmektedir. Bu şekilde aktifleşen proteaz enzimi ile oluşan biyoaktif peptitler antioksidan aktivite değerlerinin artmasını sağlamaktadır (Kıtan, 2017).

Çizelge 4.16 buğday ruşeymi ilave oranı faktörü açısından incelendiğinde; gevrek formülasyonlarında buğday ruşeymi kullanım oranı arttıkça gevrek örneklerindeki FRAP değeri de yükselmiştir. Buğday ruşeymi ilavesiz gevrek örneklerinin ortalama FRAP içeriği, %20 buğday ruşeymi ilaveli gevrek örneklerinin ortalama FRAP içeriği ile karşılaştırıldığında, 3.28 kat artarak ortalama 5.35 $\mu\text{mol TE/g}$ 'a ulaşmıştır (Çizelge 4.16). Verma ve ark. (2009), tahılların antioksidan aktivite değerleri ve onların fenolik içerikleri arasında kuvvetli bir bağ olduğunu belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada aynı şekilde antioksidan aktivite değerinin fenolik madde etkileşimine bağlı olduğu belirtilmiştir (Prior ve ark., 2005). Bu doğrultuda gevrek formülasyonunda buğday ruşeymi oranının artışına bağlı olarak fenolik ve antioksidan aktivite değerleri benzer artışlar göstermiştir.

Gevrek örneklerinde FRAP değeri üzerinde etkili ($p < 0.05$) “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” interaksyonu Şekil 4.13’de verilmiştir. Artan tarhana ilave oranı ile gevrek örneklerinin FRAP değeri artmış, bu artış en fazla %10 tarhana ilaveli örneklerde gerçekleşmiştir. Sonuçlar buğday ruşeymi ilave oranı açısından değerlendirildiğinde; artan oranda buğday ruşeymi kullanımı gevrek örneklerinin FRAP değerini artırmıştır. %20 buğday ruşeymi ilavesi ile tüm tarhana ilave oranlarında gevrek örneklerinin FRAP değerleri arasındaki fark azalmıştır.



Şekil 4.13. Gevrek örneklerinin FRAP değeri üzerinde etkili “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” interaksyonu

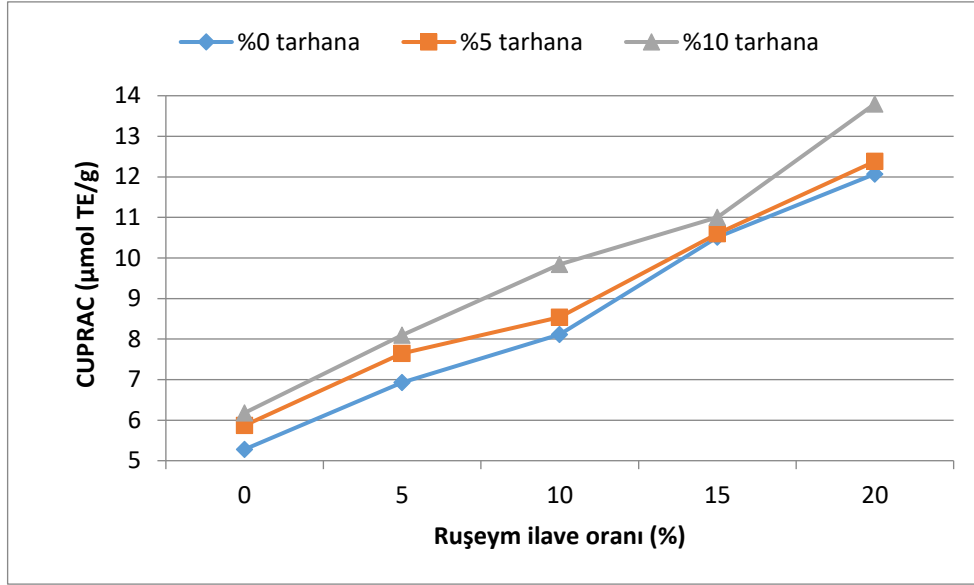
4.2.2.7.3. CUPRAC

Gevrek örneklerinin CUPRAC antioksidan aktivite değeri 5.28-13.80 $\mu\text{mol TE/g}$ arasında değişmiş olup, ortalama 9.12 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin CUPRAC değeri üzerinde, tarhana ilave oranı ve ruşeymi ilave oranı faktörleri ile “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksyonunun istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları tarhana ilave oranı açısından incelendiğinde; en yüksek CUPRAC değeri %10 tarhana ilaveli örneklerde belirlenmiş olup (9.79 $\mu\text{mol TE/g}$), bunu sırasıyla %5 tarhana ilaveli ve tarhana katkısız örneklerin CUPRAC antioksidan aktivite değeri (9.01 $\mu\text{mol TE/g}$ ve 8.58 $\mu\text{mol TE/g}$) takip etmiştir (Çizelge 4.16). Domates ve domates bazlı gıdalar güçlü bir antioksidan olan likopeni içermektedir (Caseiro ve ark., 2020). Gevreğin fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde tarhana formülasyonuna ilave edilen salça ve diğer sebzelerin antioksidan aktivite değeri üzerinde önemli etmen olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.16’da verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları buğday ruşeymi ilave oranı açısından değerlendirildiğinde; en yüksek CUPRAC antioksidan aktivite değeri %20 buğday ruşeymi ilaveli gevrek örneklerinde (12.75 $\mu\text{mol TE/g}$), en düşük CUPRAC antioksidan aktivite değeri ise buğday ruşeymi katkısız gevrek örneklerinde (5.77 $\mu\text{mol TE/g}$) belirlenmiştir. Ayrıca CUPRAC antioksidan aktivite değeri, DPPH ve FRAP antioksidan aktivite değerlerinde olduğu gibi ilave oranına bağlı artışlarda benzer profili izlemişlerdir.

Gevrek örneklerinde CUPRAC değeri üzerinde etkili ($p<0.01$) “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksyonu Şekil 4.14’de verilmiştir. Artan oranlarda tarhana kullanımına bağlı olarak gevreklerin CUPRAC değerinin arttığı, bu artışın en fazla %10 tarhana ilaveli örneklerde olduğu, en az artışın ise tarhana ilavesiz gevrek örneklerinde gerçekleştiği görülmektedir. Tüm tarhana örneklerinin CUPRAC değerleri %15 buğday ruşeymi ilave oranında birbirine yakınlaşma eğilimi sergilemiştir. %20 buğday ruşeymi ilave oranında tarhana ilavesiz ve %5 tarhana ilaveli gevrek örneklerinin CUPRAC değerlerindeki artış benzer olurken, %10 tarhana ilaveli gevrek örneklerinde CUPRAC değerinin artış oranı diğer tarhana ilaveli örneklerden daha yüksek olmuştur.



Şekil 4.14. Gevrek örneklerinin CUPRAC değeri üzerinde etkili “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” interaksiyonu

Gevrek formülasyonunda artan oranlarda buğday ruşeymi ve tarhananın kullanılması, örneklerin DPPH, FRAP ve CUPRAC antioksidan aktivite değerlerinde artış sağlamıştır. Bu durum buğday ruşeymi ve tarhananın DPPH, FRAP ve CUPRAC antioksidan aktivite değerlerinin, rafine buğday ununa kıyasla daha yüksek olması ile ilişkilendirilebilir (Çizelge 4.3). Zieliński ve Kozłowska (2000) tahılların antioksidan aktivite değerlerine, fenolik bileşenlerin önemli katkısı olduğunu belirtmişlerdir. Bu bilgiler doğrultusunda gevrek örneklerinde fenolik madde miktarını arttıran buğday ruşeymi ve tarhana ilavesinin, antioksidan aktivite değerini de arttırdığı düşünülmektedir.

Cankurtaran ve Bilgiçli (2019), farklı oranlarda (%0, 5, 10, 15 ve 20) buğday ruşeymini makarna üretiminde kullandıkları çalışmalarında; artan oranlarda buğday ruşeymi kullanımının makarna örneklerinin TFM miktarlarını ve antioksidan aktivite değerlerini arttırdığını bildirmişlerdir. Buğday ruşeymi ilavesiz makarna örneklerinin TFM miktarı ve antioksidan aktivite değeri 0.54 mg GAE/g ve %17.12 olarak belirlenirken, %20 buğday ruşeymi ilaveli örneklerde ise 0.74 mg GAE/g ve %36.66 olarak belirlenmiştir.

Şahin (2021), ekstrüde edilmiş mısır çerezi formülasyonlarına çeşitli oranlarda (%0, 10, 20, 30 ve 40) buğday ruşeymi kullanmıştır. Buğday ruşeymi kullanımı ile üretilen çerez örneklerinin TFM miktarlarının artış gösterdiği bildirilmiştir.

Başlı (2005) yaptığı çalışmada kırmızı pul biberinin fenolik madde miktarını 1023-1088.20 mg/100g aralığında belirlerken, antioksidan aktivite değerini %53.18-59.36 aralığında bildirmiştir. Bu veriler doğrultusunda gevrek örneklerini zenginleştirmek için ilave edilen tarhana formülasyonunda yer alan kırmızı pul biberin de, domates ve diğer sebzeler gibi örneklerin antioksidan aktivite değeri ve fenolik madde miktarlarının artışı üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

Yeşil ve Levent (2022), glutensiz ekmek üretiminde farklı oranlarda (%0, 15, 30 ve 45) fermente edilmiş tahıl ürünleri kullanmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda fermente ürünlerin ekmeğin fenolik madde miktarlarını ve antioksidan aktivite değerlerini arttırdığı belirtilmiştir.

Baltacioğlu ve ark. (2019), atık fermente havuç tozunu %10, 20 ve 30 oranlarında bisküvi formülasyonlarına ilave etmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda fermente ürün ilaveli bisküvi örnekleri, kontrol örneklerine göre daha yüksek TFM miktarı ve antioksidan aktivite değerleri göstermiştir. Ayrıca bisküvi örneklerine ilave edilen fermente ürün miktarı arttıkça bu değerlerinde artış gösterdiği rapor edilmiştir.

De Oliveira Silva ve ark. (2018), bisküvi örneklerine fermente edilmiş soya küspesi ilave ettikleri çalışmalarında, kontrol örneğinin FRAP antioksidan aktivite değerini 1.6 $\mu\text{mol Fe}^{+2}/\text{g}$ olarak belirlerken, fermente edilmiş ürün ilavesi sonucunda FRAP değerini 10.5 $\mu\text{mol Fe}^{+2}/\text{g}$ olarak bildirmişlerdir.

4.2.2.8. Mineral madde

Farklı oranlarda tarhana ve buğday ruşeymi kullanılarak hazırlanan gevrek örneklerinin mineral madde (Ca, Fe, Mg, K, P ve Zn) miktarı sonuçları Çizelge 4.17’de, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18’de, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Gevrek örneklerinin Ca miktarı 25.65-32.76 mg/100 g arasında değişmiş olup, ortalama 29.30 mg/100 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.17). Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin Ca miktarı üzerinde, tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörleri ile “*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*” interaksiyonunun istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.17. Gevrek örneklerine ait mineral madde miktarı (mg/100 g) sonuçları¹

Tarhana ilave oranı (%)	Ruşeym ilave oranı (%)	Ca	Fe	Mg	K	P	Zn
0	0	25.65±0.18	1.50±0.14	44.27±0.99	120.27±13.05	248.10±11.28	1.30±0.35
	5	26.85±0.10	1.82±0.10	49.16±1.05	147.68±6.27	279.91±11.36	2.77±0.14
	10	27.84±0.42	2.20±0.23	61.18±0.07	175.07±7.86	342.50±12.37	3.64±0.31
	15	29.53±0.28	2.90±0.13	72.09±1.07	205.69±12.49	376.75±16.42	4.78±0.39
	20	29.85±0.38	3.51±0.20	76.12±1.88	232.22±3.79	407.49±16.63	4.86±0.36
5	0	27.12±0.31	1.61±0.06	45.50±1.28	129.36±2.56	253.93±16.24	1.47±0.27
	5	28.90±0.37	1.85±0.14	60.49±0.52	149.63±4.37	286.01±11.29	2.10±0.36
	10	29.85±0.44	2.19±0.06	71.52±1.26	184.70±7.33	352.46±16.54	3.83±0.31
	15	30.18±0.11	2.94±0.18	75.92±0.74	219.05±10.74	387.52±8.92	4.77±0.31
	20	31.59±0.48	3.60±0.06	83.04±1.53	237.46±3.80	423.25±30.08	4.85±0.44
10	0	27.95±0.14	1.59±0.24	45.68±1.27	141.01±6.32	275.00±13.77	1.48±0.10
	5	29.03±0.28	1.95±0.18	68.73±1.60	149.55±2.50	334.86±46.21	3.02±0.22
	10	30.12±0.14	2.21±0.11	72.92±1.52	194.12±7.57	367.93±16.40	4.74±0.34
	15	32.76±0.24	3.12±0.23	79.45±1.29	227.81±10.88	403.21±23.07	4.90±0.08
	20	32.20±0.16	3.73±0.24	85.94±1.07	271.71±8.91	458.52±15.46	5.90±0.21
Minimum-maksimum		25.65-32.76	1.50-3.73	44.27-85.94	120.27-237.46	248.10-458.52	1.30-5.90
Ortalama±std		29.30±1.98	2.45±0.78	66.13±14.01	185.69±45.25	346.50±65.95	3.63±1.50

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 4.18. Gevrek örneklerinin mineral madde miktarlarına ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Ca		Fe		Mg		K		P		Zn	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Tarhana ilave oranı (A)	2	16.64	177.73**	0.05	1.66ns	259.17	173.40**	1086.67	17.12**	3671.79	9.23**	1.10	12.40**
Ruşeym ilave oranı (B)	4	19.19	218.11**	4.23	153.38**	1240.06	829.64**	13823.91	217.79**	27906.60	70.12*	14.97	168.69**
(AxB)	8	0.50	5.64**	0.01	0.21ns	23.87	15.97**	120.36	1.90ns	147.79	0.37ns	0.20	2.26ns
Hata	23	0.09		0.03		1.50		63.48		398.00		0.09	

¹* p<0.05 düzeyinde önemli, ** p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz.

Çizelge 4.19. Gevrek örneklerinin mineral madde miktarlarına (mg/100 g) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Ca	Fe	Mg	K	P	Zn
<i>Tarhana ilave oranı (%)</i>							
0	10	27.94±1.78c	2.39±0.82a	60.56±13.88c	176.19±44.58c	330.95±66.25b	3.47±1.49b
5	10	29.53±1.66b	2.44±0.82a	67.30±14.68b	184.04±45.43b	340.63±70.12b	3.40±1.55b
10	10	30.41±2.05a	2.52±0.88a	70.54±15.36a	196.84±54.60a	367.90±69.25a	4.01±1.75a
<i>Ruşeym ilave oranı (%)</i>							
0	12	26.91±1.16e	1.57±0.06e	45.15±0.77e	130.21±10.40e	259.01±14.15e	1.42±0.10e
5	12	28.26±1.22d	1.87±0.07d	59.46±9.83d	148.95±1.10d	300.26±30.12d	2.63±0.48d
10	12	29.27±1.25c	2.20±0.01c	68.54±6.41c	184.63±9.53c	354.29±12.81c	4.07±0.59c
15	12	30.82±1.71b	2.99±0.12b	75.82±3.68b	217.52±11.14b	389.16±13.31b	4.82±0.07b
20	12	31.21±1.22a	3.61±0.11a	81.7±5.05a	247.13±21.45a	429.75±26.13a	5.20±0.60a

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

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları tarhana ilave oranı açısından incelendiğinde; %10 tarhana ilavesi ile hazırlanan gevreklerin Ca miktarı (30.41 mg/100 g), sırasıyla %5 (29.53 mg/100 g) ve %0 (27.94 mg/100 g) tarhana ilavesi ile hazırlanan gevrek örneklerinden yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.19). Bilgiçli (2004) tarhanada Ca miktarı açısından en zengin bileşenin yoğurt olduğunu ve tarhananın toplam Ca miktarının %76-78'ini yoğurt bileşenlerinin oluşturduğunu bildirmiştir. Bu çalışma doğrultusunda tarhananın zengin Ca içeriğinin gevrek örnekleri üzerinde de önemli bir etki sağladığı düşünülmektedir.

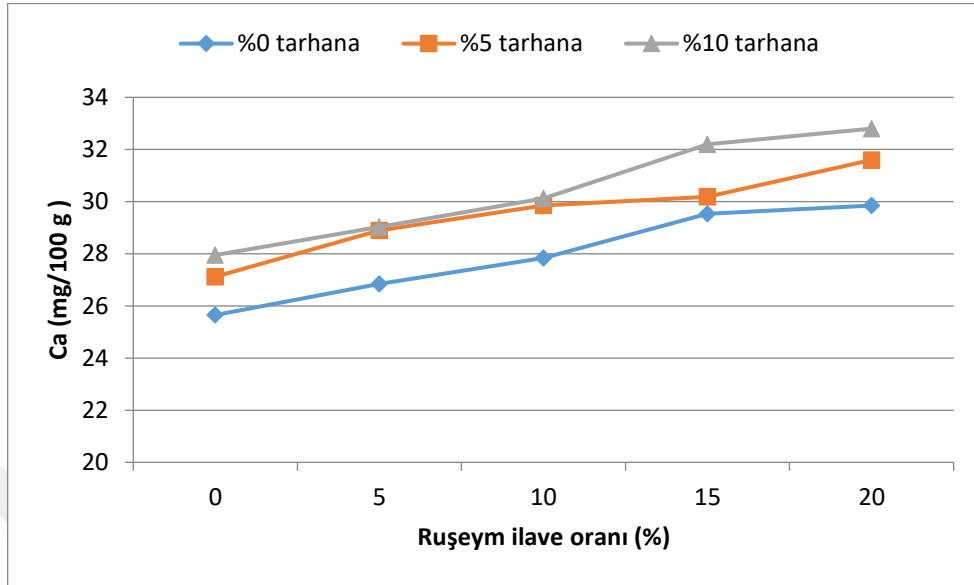
Sonuçlar buğday ruşeymi ilave oranı açısından değerlendirildiğinde; artan buğday ruşeymi ilave oranına bağlı olarak gevreklerin Ca miktarının artış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Buğday ruşeymi ilavesiz kontrol gevrek örneklerinde Ca miktarı 26.91 mg/100 g iken, %20 oranında buğday ruşeymi ilave edilen gevrek örneklerinde bu değer 31.21 mg/100 g'a yükselmiştir. Altan (2006) buğday ruşeyminde Ca'nın (7225-9480 ppm), P'den (22380-25437 ppm) sonra en fazla bulunan mineral madde olduğunu bildirmiştir. Bu bağlamda gevrek formülasyonunda artan buğday ruşeymi ilave oranı, örneklerin Ca miktarında artış sağlamış olabilir.

Gevrek örneklerinde Ca miktarı üzerinde etkili ($p<0.01$) "*tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı*" interaksyonu Şekil 4.15'de verilmiştir. Artan oranda tarhana ilavesi gevrek örneklerinin Ca miktarını artırmıştır. Tüm tarhana ilaveli örneklerde buğday ruşeymi ilave oranının artması ile gevrek örneklerinin Ca miktarı artış göstermiş olup, bu artış %5 ve %10 tarhana ile hazırlanan gevrek örneklerinde %10 buğday ruşeymi ilavesine kadar benzer oranda gerçekleşirken, %15 buğday ruşeymi ilavesinde aralarındaki fark en yüksek değerine ulaşmıştır. Tarhana ilavesiz ve %5 tarhana ilaveli örnekler %15 buğday ruşeymi ilave oranında birbirine en yakın Ca değerini göstermiştir.

Gevrek örneklerinin Fe miktarı 1.50-3.73 mg/100 g arasında değişmiştir (Çizelge 4.17). Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin Fe miktarı üzerinde buğday ruşeymi ilave oranı faktörünün $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.19'da verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları tarhana ilave oranı açısından incelendiğinde; tarhana ilavesiz gevrek örneklerinin ortalama Fe miktarı 2.39 mg/100 g, %5 tarhana kullanılarak üretilen örneklerin ortalama Fe miktarı 2.44 mg/100 g ve %10 tarhana kullanılarak üretilen örneklerin ise ortalama Fe miktarı 2.52

mg/100 g olarak belirlenmiş olup, aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.19).



Şekil 4.15. Gevrek örneklerinin Ca miktarı üzerinde etkili “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” etkileşimi

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları buğday ruşeymi ilave oranı açısından değerlendirildiğinde; formülasyonda artan oranda buğday ruşeymi kullanımı Fe içeriğinde artış sağlamıştır. Buğday ruşeymi kullanılmadan hazırlanan gevrek örneklerinin ortalama Fe miktarı 1.57 mg/100 g iken, formülasyonda %20 buğday ruşeymi kullanılması ile bu değer 3.61 mg/100 g’a yükselmiştir (Çizelge 4.19). Bu durum, hammaddeler arasında buğday ruşeymin Fe içeriğinin (10.37 mg/100), buğday ununun Fe içeriğinden (1.53 mg/100) yüksek olması ile ilişkilendirilmiştir (Çizelge 4.4).

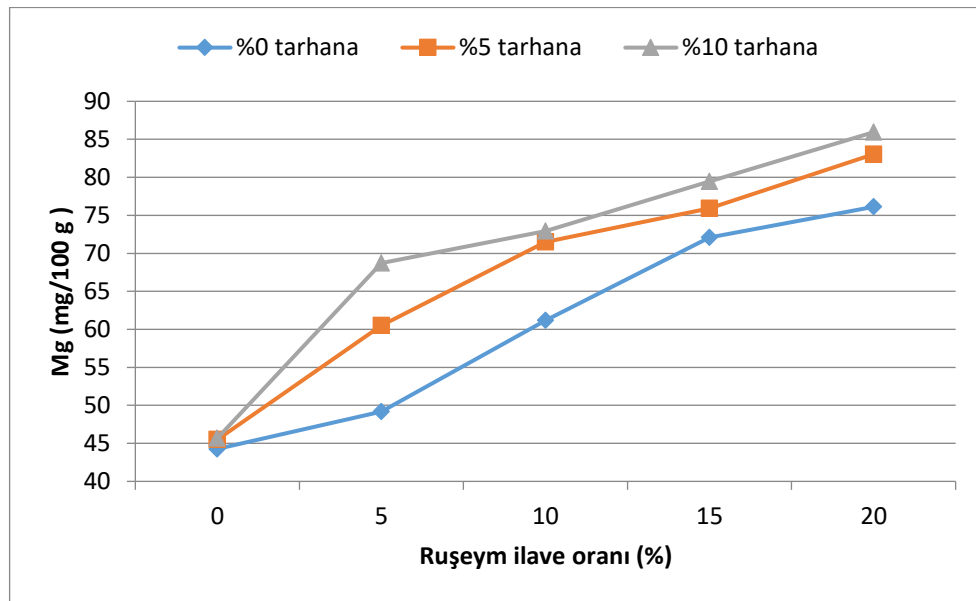
Çizelge 4.17’de verilen gevrek örneklerine ait Mg miktarları 44.27 mg/100 g ile 85.94 mg/100 g arasında değişmekte olup, ortalama 66.13 mg/100 g olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre gevrek örneklerinin Mg miktarı üzerinde, tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörleri ile “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” etkileşiminin istatistikî olarak önemli ($p < 0.01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

Sonuçlar tarhana ilave oranı açısından değerlendirildiğinde; artan oranda tarhana kullanımı gevrek örneklerinin Mg içeriğini artırmıştır. En yüksek Mg içeriği %10 tarhana ilaveli gevrek örneklerinde belirlenmiş olup (70.54 mg/100 g), bunu sırasıyla %5 ve %0 tarhana ile hazırlanan gevrek örneklerinin Mg içeriği (67.30 mg/100 g ve 60.56 mg/100 g) izlemiştir (Çizelge 4.19). Işık (2013) tarhana üretiminde kullanmış

olduğu salça atıklarının, tarhanada Mg miktarını arttırdığını bildirmiştir. Yapılan başka bir çalışmada domates posasının yüksek Mg miktarına sahip olduğu rapor edilmiştir (Alvarado ve ark., 2001). Gevrek örneklerine ilave edilen tarhananın formülasyonunda yer alan salça, gevreklerde artan Mg miktarı ile ilişkilendirilebilir.

Çizelge 4.19 buğday ruşeymi ilave oranı faktörü açısından incelendiğinde; %20 buğday ruşeymi ile üretilen gevrek örneklerinin Mg içeriğinin (81.70 mg/100 g), buğday ruşeymi ilavesiz gevrek örneklerinin Mg içeriğinden (45.15 mg/100 g) 1.8 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.37). Çakır (2018) kek formülasyonuna değirmencilik yan ürünlerinden buğday ruşeymini eklemesi sonucunda Ca, K ve P minerallerinde artış gözlendiğini bildirirken aynı zamanda Mg miktarında yükseldiğini bildirmiştir.

Gevrek örneklerinde Mg miktarı üzerinde etkili ($p<0.01$) “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” interaksyonu Şekil 4.16’da verilmiştir. Gevrek örneklerinde buğday ruşeymi ilave oranının artmasına bağlı olarak tüm tarhana ilave oranlarında Mg miktarı artış göstermiş, bu artış %10 tarhana ilaveli örneklerde daha yüksek oranda gerçekleşmiştir. %5 tarhana ilaveli gevrek örnekleri ile %10 tarhana ilaveli örneklerin Mg değerleri arasındaki fark %10 buğday ruşeymi ilavesinde en düşük değerine ulaşırken, %15 ve üzeri buğday ruşeymi oranlarında farklı tarhana ilave oranları ile hazırlanan örneklerin Mg içerikleri birbirine paralel artış göstermiştir.



Şekil 4.16. Gevrek örneklerinin Mg miktarı üzerinde etkili “tarhana ilave oranı x buğday ruşeymi ilave oranı” interaksyonu

Gevrek örneklerinin K miktarı 120.27-237.46 mg/100 g arasında değişmiştir (Çizelge 4.17). Çizelge 4.18’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre K miktarı üzerinde tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörleri $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları tarhana ilave oranı açısından incelendiğinde; %10 tarhana ilavesi ile hazırlanan gevreklerin K miktarı (196.84 mg/100 g), sırasıyla %5 (184.04 mg/100 g) ve %0 (176.19 mg/100 g) tarhana ilavesi ile hazırlanan gevrek örneklerinden yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Sonuçlar buğday ruşeymi ilave oranı açısından değerlendirildiğinde; gevrek örneklerine ilave edilen buğday ruşeymi miktarının artması, gevrek örneklerinin K miktarını artırmıştır. En yüksek K miktarı %20 buğday ruşeymi ilaveli gevrek örneklerinde (247.13 mg/100 g), en düşük K içeriği buğday ruşeymi ilavesiz gevrek örneklerinde (130.21 mg/100 g) tespit edilmiştir (Çizelge 4.19). Brandolini ve Hidalgo (2012), buğday ruşeyminin önemli bir mineral kaynağı olduğunu bildirmişlerdir.

Tarhana ve buğday ruşeymi ilave edilerek üretilen gevrek örneklerinin P miktarı 248.10-458.52 mg/100 g arasında değişmekte olup, ortalama 346.50 mg/100 g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.17). Gevrek örneklerinin varyans analiz sonuçları incelendiğinde; P miktarı üzerinde tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörlerinin istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları tarhana ilave oranı açısından değerlendirildiğinde; %10 tarhana kullanılarak hazırlanan gevrek örneklerinin P miktarı (367.90 mg/100 g), formülasyonda tarhana kullanılmayan ve %5 tarhana kullanılan örneklerin P miktarından (330.95 mg/100 g ve 340.63 mg/100 g) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Buğday ruşeymi ilave oranının örneklerin P miktarı üzerine etkisi incelendiğinde; artan tarhana ilave oranına bağlı olarak gevrek örneklerinin P miktarının arttığı görülmüştür (Çizelge 4.19). Buğday ruşeymi ilavesiz kontrol gevrek örneklerinde P miktarı 259.01 mg/100 g iken, %20 oranında buğday ruşeymi ilave edilen gevrek örneklerinde bu değer 429.75 mg/100 g’a yükselmiştir. Wang ve Johnson (2001) buğday ruşeyminin özellikle P açısından oldukça zengin olduğunu (1.4 g/kg) bildirmiştir. Gevrek örneklerinin buğday ruşeymi ilavesi ile artan P içeriği buğday ruşeyminin zengin P kaynağı olması ile ilişkili olabilir.

Gevrek örneklerinin Zn miktarı 1.30-5.90 mg/100 g arasında değişmekte olup, ortalama 3.63 mg/100 g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.17). Varyans analizi sonuçlarına

göre gevrek örneklerinin Zn miktarı üzerinde tarhana ilave oranı ve buğday ruşeymi ilave oranı faktörlerinin istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.18).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, %10 tarhana ilaveli gevrek örneklerinin Zn içeriği (4.01 mg/100 g), tarhana ilavesiz ve %5 tarhana ilavesiyle hazırlanan gevrek örneklerinin Zn içeriğinden (3.47 mg/100 g ve 3.40 mg/100 g) yüksek bulunmuştur. Tarhana ilavesiz gevrek örneklerinin ortalama Zn miktarı, %5 tarhana ilaveli örneklerin Zn miktarından yüksek olmasına rağmen aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19 buğday ruşeymi ilave oranı faktörü açısından incelendiğinde; artan buğday ruşeymi ilave oranına bağlı olarak gevrek örneklerinin Zn miktarının arttığı görülmüştür. Buğday ruşeymi ilavesiz kontrol gevrek örneklerinde Zn miktarı 1.42 mg/100 g iken, %20 oranında buğday ruşeymi ilave edilen gevrek örneklerinde bu değer 5.20 mg/100 g'ya yükselmiştir. Buğday ruşeyminin (14.72 mg/100 g), rafine buğday ununa (1.38 mg/100 g) göre oldukça yüksek olan Zn içeriğinin (Çizelge 4.4), buğday ruşeymi ilaveli gevrek örneklerinin Zn miktarını artırdığı tahmin edilmektedir (Çizelge 4.19).

Arshad ve ark. (2007) çalışmalarında yağsız buğday ruşeymini farklı oranlarda (%0, 5, 10, 15, 20 ve 25) kurabiye formülasyonunda kullanarak Ca, Fe ve K değerleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Formülasyonda artan buğday ruşeymi ilave oranına göre kurabiye örneklerinin mineral miktarlarının artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Ca, Fe ve K miktarları sırasıyla buğday ruşeymi ilavesiz kurabiye örneklerinde 50.1, 1.85 ve 105 mg/100 g olarak belirlenirken, %20 buğday ruşeymi ilaveli gevrek örneklerinde 52.4, 3.01, 276 mg/100 g olarak rapor edilmiştir.

Bilgiçli ve Levent (2013a) kek formülasyonuna %0, 10 ve 20 oranlarında buğday ruşeymi ilave ettikleri çalışmalarında, buğday ruşeymi miktarı arttıkça kek örneklerinin Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn miktarlarının artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu durum buğday ruşeyminin, buğday ununa kıyasla 6 kat daha fazla mineral içeriğine sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Atwell, 2001).

Cankurtaran (2016), makarna formülasyonunda artan buğday ruşeymi ilave oranları ile makarna örneklerinin makro ve mikro mineral miktarının yükseldiği bildirilmiştir. Çalışmada %20 buğday ruşeymi ilaveli makarna örneklerinin Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn miktarları sırasıyla 39.44, 2.97, 338.20, 75.00, 358.18 ve 2.54 mg/100 g olarak rapor etmiştir.

Gharibzahedi and Jafari (2017), makro ve mikro minerallerin insan vücudunda başlıca kemik, diş sağlığı, sinir iletileri ve hormonlar üzerinde önemli etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Fermente bir ürün olan tarhananın mineraller bakımından önemli bir kaynağa sahip olduğu rapor edilmiştir (Değirmencioğlu, 2016).

Tekgül ve ark. (2020), tarhana formülasyonuna artan oranlarda (%0, 10, 20, 30 ve 50) buğday ruşeymi ilave etmişlerdir. Formülasyonda buğday ruşeymi kullanım oranı artıkça tarhana örneklerinin Mg, K ve Zn miktarlarının artış gösterdiğini; Ca, ve Fe miktarlarının ise artış ve azalış konusunda dengesiz bir profil izlediğini belirtmişlerdir.

Tarhana formülasyonunda kullanılan hammaddeler önemli mineral madde içeriğine sahip olup, bu minerallerden Ca kaynağını yoğurttan, Mg domates salçasından, Fe buğday unundan, Zn mayadan ve K ise domates salçası, maya ve soğandan aldığı bildirilmiştir (Bilgiçli ve ark., 2006; Esimek, 2010).

Tahıllarda özellikle bazı minerallerin yetersiz olduğu, ancak fermantasyon işlemi ile tahılların besinsel kalitesinde artış sağlanabileceği bildirilmiştir (Chavan ve ark., 1989; Ciesarova ve ark., 2017; Karademir ve ark. 2021). Ayrıca hammaddelerin içerdiği mineral maddeler, hammaddelerin fermantasyon sürecinde önemli etkiye sahiptir. Bu maddeler mikroorganizmalar tarafından besin kaynağı olarak kullanılması yanında organik ve inorganik bileşenler olarak reaksiyon düzenleyici göreve de sahiptirler (Arıcı, 2017).

4.2.3. Duyusal analiz sonuçları

Farklı oralarda tarhana ve buğday ruşeymi ilavesi ile üretilen gevreklerde yapılan fiziksel ve kimyasal analizlerin sonucunda üstün özellik gösteren “%10 tarhana ilaveli” ve “%10 tarhana ilavesine ek olarak %5, 10, 15 ve 20 oranlarında buğday ruşeymi içeren” gevrekler ile “kontrol” grubu gevrek örnekleri duyusal değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Gevreklerde renk, görünüş, tat, koku, gevreklik ve genel kabuledilebilirlik özellikleri 7 puanlı hedonik skala ile değerlendirilmiştir. Duyusal analiz sonuçları Şekil 4.17’de gösterilmiştir. Ayrıca gevrek örneklerinin resimleri EK-1’de verilmiştir.

Gevrek örneklerinin renk puanları 4.4-6.9 arasında değişmiştir (Şekil 4.17). %10 tarhana ilavesi ile hazırlanan gevrek örnekleri kontrol örneğe eşdeğer, %10 tarhana + buğday ruşeymi (%5-20) ilavesi ile hazırlanan tüm gevrek örnekleri ise, kontrol

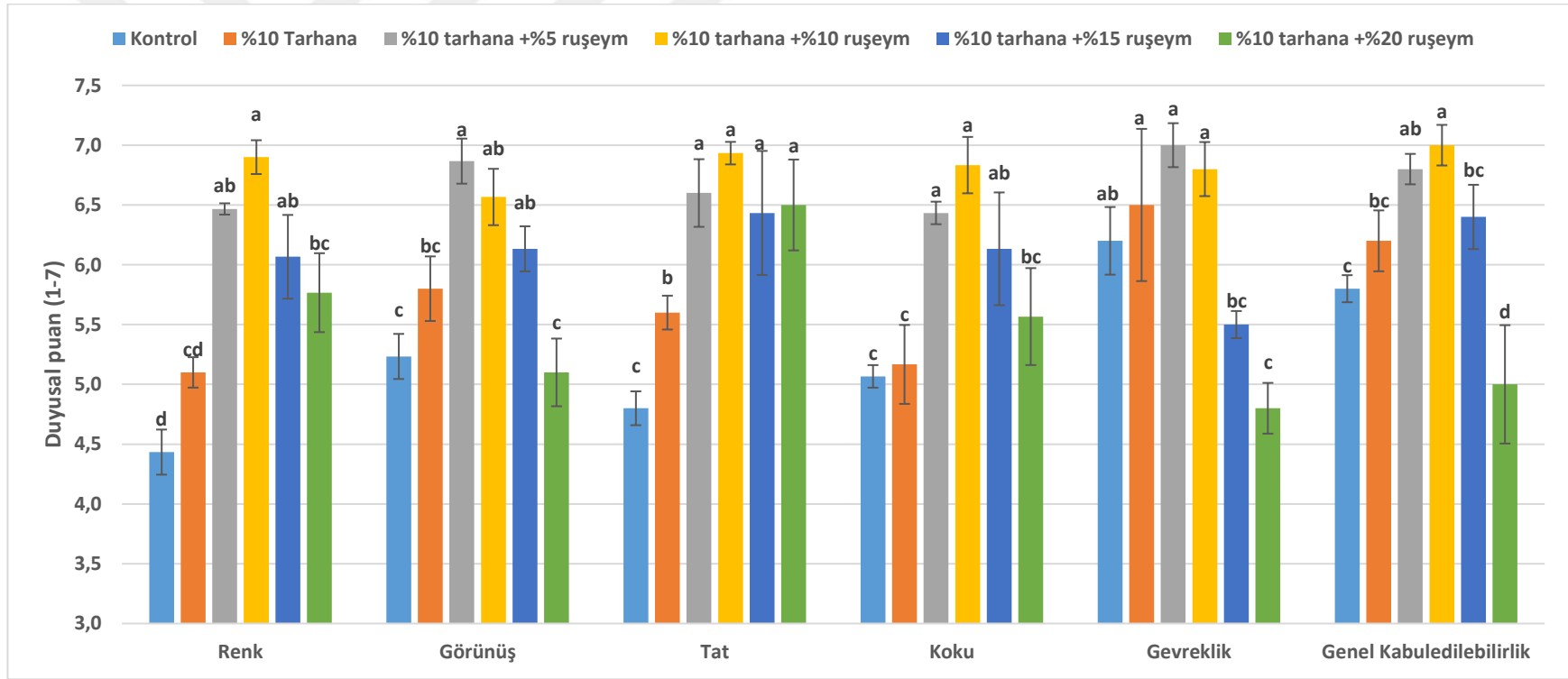
örnekten yüksek renk puanları sergilemiştir. Renk açısından en yüksek puanları alan gevrek örnekleri “%10 tarhanaya ilaveten % 5-20 oranlarında buğday ruşeymi” içeren 4 gevrek örneği olmuştur. 4.2.1.1 başlığı altında verilen gevrek renk ölçüm sonuçlarına göre; gevrek formülasyonunda artan tarhana ve buğday ruşeymi ilave oranına bağlı olarak a^* ve b^* değerinde meydana gelen artış, duyuşal parametrelerden renk puanlarına da yansımış ve bu ürünlerin panelistler tarafından kontrol örnekten daha fazla beğenilmesine neden olmuştur.

Farklı oranlarda tarhana ve buğday ruşeymi ilavesi ile üretilen gevrek örneklerinin görünüş puanları değerlendirildiğinde; “%10 tarhana” ve “%10 tarhanaya ilaveten + %20 buğday ruşeymi” içeren örneklerin “kontrol” örneğe eşdeğer, diğer gevrek örneklerinin ise “kontrol” örnekten yüksek görünüş puanları aldığı belirlenmiştir. Tüm gevrek örnekleri içinde, “%10 tarhanaya ilaveten % 5, 10 ve 15 oranlarında buğday ruşeymi” içeren 3 gevrek en yüksek görünüş puanlarını vermiştir.

Gevrek örneklerine ait tat puanları Şekil 4.17’de verilmiştir. “%10 tarhanaya ilave olarak %5-20 oranlarında buğday ruşeymi ilavesi ile hazırlanan gevrek örnekleri birbirine eş değer tat puanı vermiş ve bu örneklerin tat puanları “kontrol” ve “%10 tarhana ilaveli” gevrek örneklerinden üstün bulunmuştur. “%10 tarhana ilaveli” gevrek örneklerinin tat puanları buğday ruşeymi ilavelilerden düşük, “kontrol” grubu gevrek örneklerinden ise yüksek bulunmuştur. Gevrek formülasyonuna tarhanaya ilave olarak buğday ruşeymi ilave edilmesi, gevreklerin tat puanlarını daha da geliştirmiştir.

Farklı oranlarda tarhana ve buğday ruşeymi ilavesi ile üretilen gevrek örneklerinin koku puanları 5.1-6.8 aralığında değişmiştir. “Kontrol”, “%10 tarhana ilaveli” ve “%10 tarhana + %20 buğday ruşeymi ilaveli” gevrek örneklerinin koku puanları istatistiki olarak aynı grupta yer almış olup, diğer gevrek örneklerinden daha düşük puanlarla değerlendirilmişlerdir. En yüksek koku puanları “%10 tarhanaya ilaveten % 5, 10 ve 15 oranlarında buğday ruşeymi” içeren 3 gevrek örneğinde belirlenmiştir.

Gevrek örneklerinin gevreklik puanları 4.8-7.0 arasında değişim göstermiştir. “%10 tarhana + %15-20 buğday ruşeymi ilaveli” iki galete örneği hem kontrol hem de diğer gevrek örneklerine göre daha düşük gevreklik puanları ile değerlendirilmişlerdir. 4.2.1.3 başlığı altında verilen gevrek sertlik ölçüm sonuçları gevreklik puanları ile karşılaştırıldığında; gevrek örneklerinde artan buğday ruşeymi ilave oranına bağlı olarak sertlik değeri de artmıştır. Sertlik değerinin artması gevreklik puana yansımış olabilir.



Şekil 4.17. Tarhana ve buğday ruşeymi ilave edilen gevrek örneklerinin duyusal analiz değerlerine ait sonuçlar

Gevrek örneklerinin genel kabuledilebilirlik puanları Şekil 4.17’de verilmiştir. “%10 tarhana + %20 buğday ruşeymi ilaveli” gevrek örneği dışındaki gevrek örnekleri kontrol gevrek örneğine eşdeğer yada daha yüksek genel kabuledilebilirlik puanları toplamıştır. En yüksek genel kabuledilebilirlik değerleri “%10 tarhana + %10-15 buğday ruşeymi ilaveli” iki galeta örneğinde belirlenmiştir.

Bilgiçli ve Türker (1999) %50, 75 ve 90 oranında tarhana tozunu, buğday unu yerine kraker formülasyonunda kullanarak krakerlerin duyusal özelliklerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda kraker formülasyona ilave edilen tarhana katkı oranı gevreklik, görünüş ve renk üzerinde önemli ($p<0.05$) derecede etkili bulunmuştur. Gevreklik bakımından %90 tarhana katkılı krakerler en yüksek beğeniyi alırken, %75 ve %90 katkılı krakerler de renk değerlendirmesinde en yüksek puanları almıştır. Ayrıca görünüş özellikleri açısından her üç çeşidin de istatistiksel olarak benzer özellikler gösterdiği belirtilmiştir.

Hemat ve Abdel-Razik (2010), buğday ununa ikame olarak farklı oranlarda (%0-20) arpadan üretilmiş tarhana hamuru kullanarak tava ekmeği üretmişlerdir. Tat, koku ve tekstür özellikleri açısından en yüksek puanlamanın %5 ve %10 tarhana hamuru ilaveli örneklerde olduğunu bildirmişlerdir.

Kuchtova ve ark. (2016) buğday ruşeymini farklı oranlarda (%5, 10 ve 15) kraker üretiminde buğday unu ile yer değiştirerek kullanmışlardır. Duyusal analiz sonuçlarına göre %10 buğday ruşeymi ilaveli krakerler görünüş, tat, koku ve sertlik özellikleri bakımından en yüksek duyusal puanları alan örnekler olarak bildirilmiştir.

Tetik (2018), %0, 5, 15 ve 20 oranlarında buğday ruşeymini bisküvi üretiminde kullandığı çalışmada; bisküvilere ilave edilen buğday ruşeymi miktarı arttıkça renk, görünüş, tat, koku ve genel beğeni puanlarının genel olarak düştüğünü belirtmişlerdir. Bu durum için Can (2015), bisküvilerde lif miktarının artışına bağlı olarak duyusal kalite puanlarında azalma olabileceğini bildirmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada gevrek üretiminde farklı oranlarda tarhana ve buğday ruşeymi kullanımının, gevreklerin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Gevrek örneklerinin renk sonuçları değerlendirildiğinde; “tarhana ilave oranı” ve “buğday ruşeymi ilave oranı” faktörlerinin tüm renk değerleri (L^* , a^* , b^* , SI ve Hue) üzerinde $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Gevrek formülasyonunda artan oranlarda tarhana kullanımı beklenildiği gibi kırmızılık ve sarılık değerlerini arttırmıştır. Formülasyonda artan oranlarda buğday ruşeymine yer verilmesi ise parlaklığı düşürürken, kırmızılık ve sarılık değerlerini arttırmıştır. Buğday unu ile yer değiştirme esasına göre kullanılan tarhana ve buğday ruşeyminin buğday unundan daha yüksek kırmızılık ve sarılık değerlerine sahip olması bu sonuçların elde edilmesinde etkili olmuştur. Diğer taraftan hem tarhana hem de buğday ruşeymi buğday unundan çok daha fazla protein ve serbest şeker miktarına sahip olduğundan, gevreklerin pişirilmesi esnasında yüksek sıcaklığa bağılı olarak Maillard reaksiyonuna girme eğiliminde artış olmuş bu durumda gevreklerin koyuluk ve kırmızılık değerlerini arttırmıştır.

Sonuçlar gevreklerin fiziksel özellikleri açısından incelendiğinde; yüksek tarhana kullanım oranının (%10) gevrek örneklerinin kalınlık ve uzunluğunu azaltırken, genişlik ve sertlik değerlerini arttırdığı belirlenmiştir. Gevrek formülasyonunda %15-20 oranında buğday ruşeymi kullanımı en düşük kalınlık ve uzunluk değerleri ile en yüksek genişlik değerlerinin elde edilmesini sağlamıştır. Artan buğday ruşeymi oranı ile birlikte gevrek örneklerinin sertlik değerleri de yükselmiş ve %20 buğday ruşeymi kullanımı en sert gevrek örneklerinin elde edilmesine neden olmuştur. Tarhana ilaveli gevrek örneklerinde, fermentasyon sürecinin gluten ağına zarar vermesi ile kalınlık değerinde azalma gerçekleşmiştir. Ayrıca tarhananın yoğurttan gelen yağ içeriği gevreklerin genişliğinin artması üzerinde etkili olmuştur. Buğday ruşeyminin yüksek lif içeriği, ilave edildiği gevrek örneklerinde su tutma kapasitesini arttırarak genişlik ve sertlik üzerinde etkili olmuştur. Ayrıca gevrek hamurunda gluten ağının buğday ruşeymi partikülleri tarafından zarar görmesi nedeniyle kalınlık değerlerinde azalma gerçekleşmiştir.

Gevrek formülasyonunda tarhana ve buğday ruşeymine yer verilmesi, gevrek örneklerinin nem, kül, protein ve yağ miktarlarında artış sağlamıştır. Tarhana ve buğday ruşeyminin su bağlamaya uygun olan yapıları son ürüne yansiyarak örneklerin nem içeriğinin artmasına neden olmuştur. Hammadde olarak kullanılan tarhana ve buğday ruşeyminin kül, yağ ve protein miktarının rafine buğday unundan yüksek olması gevrek örneklerinde bu değerlerin artmasına neden olmuştur. Formülasyonda tarhana kullanılması fitik asit miktarında düşüşe sebep olurken, artan oranlarda buğday ruşeymi ilavesi gevrek örneklerinin fitik asit miktarını yükseltmiştir. Fermantasyon prosesi fitik asitin düşürülmesi açısından en etkili yöntemlerden biridir. Bu nedenle tarhana ve ilave edildiği gevrek örneklerinde fitik asit miktarında düşüş gerçekleşmiştir. Buğday dış katmanları (kepek, ruşeym) yüksek oranda fitik asit içerdiğinden, buğday ruşeymi ilavesine bağlı olarak beklenildiği gibi gevreklerin fitik asit miktarları da yükselmiştir.

Fenolik madde ve antioksidan aktivite analiz sonuçlarına göre, formülasyonda artan tarhana ve buğday ruşeymi oranına bağlı olarak gevrek örneklerinin hem fenolik madde miktarı (SFM, BFM ve TFM) hem de antioksidan aktivite değerleri (DPPH, FRAP ve CUPRAC) artmıştır. Tarhana ilaveli gevrek örneklerinin fenolik madde miktarlarının artışı üzerinde fermantasyon işlemi ve tarhana formülasyonunda yer alan hammaddeler etkili olmuştur. Buğday ruşeymi ilaveli gevrek örneklerinde ise fenolik maddelerin büyük bir kısmının buğdayın ruşeym tabakasında yer alması son ürünün fenolik bileşenlerinin artışı sağlamıştır. Ayrıca ısı işlem sonucunda zengin protein ve şeker içeriğine sahip tarhana ve buğday ruşeymi ilaveli gevrek örneklerinde Maillard reaksiyonun oluşması gevreklerin antioksidan aktivitelerine katkı sağlamıştır.

Gevrek üretiminde artan oranda tarhana ve buğday ruşeymi kullanımı mineral madde miktarı üzerinde önemli ($p < 0.01$) etkide bulunmuştur. Rafine buğday ununa kıyasla, tarhana ve buğday ruşeyminin zengin mineral içeriği, beklenen bir sonuç olarak gevrek örneklerinin mineral miktarlarına yansımıştır.

Duyusal analiz sonuçlarına göre; %10 tarhana ilaveli gevreklerin %5 ve %10 buğday ruşeymi ile kombinasyonları genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanları alarak panelistler tarafından en fazla beğenilen örnekler olmuştur.

5.2. Öneriler

1. Bu çalışmada geleneksel olarak buğday unundan üretilen gevreğin, tarhana ve buğday ruşeymi ikamesi ile besinsel, fonksiyonel ve duyusal özellikleri geliştirilmiştir. Gevrek

katkılama ve zenginleştirmeye çok uygun bir üründür. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, gevrek formülasyonuna fonksiyonel özelliklere sahip farklı bileşenler katılarak yeni ürünler geliştirilebilir.

2. Buğday ruşeymi değirmencilik endüstrisinin önemli bir yan ürünüdür. Fonksiyonel ve besleyici özellikleri oldukça yüksek olan bu yan ürünün yeni bir kullanım alanı oluşturulmuştur. İleriki çalışmalarda, buğday ruşeymi yağı alınarak, defitinize edilerek, farklı partikül boyutlarına indirgenerek, gevrek formülasyonunda kullanılabilir.

3. Bu çalışmada gevreklerin bazı besinsel, fonksiyonel ve antibesinsel özellikleri ortaya konmuştur. Daha sonraki çalışmalarda, aminoasit kompozisyonu, yağ asiti kompozisyonu, vitamin içeriği gibi ileri analizlerin ve raf ömrü testlerinin yapılması ürünün besinsel ve fonksiyonel özelliklerini daha açık bir şekilde ortaya koyabilecektir.



KAYNAKLAR

- AACC, 1999, Approved Methods of American Association of Cereal Chemists, 8th ed., *American Association of Cereal Chemists*, Saint Paul, USA.
- AACC, 2002, American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC. 8th Edition, *American Association Cereal Chemistry*, Method St. Paul.
- Adom, K. K., Sorrells, M. E. and Liu, R. H., 2005, Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (6), 2297-2306.
- Akbaş, Ö., 2010, Farklı kepek fraksiyonlarından hazırlanan un paçallarının değişik depolama koşullarında hamur ve ekmek özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Akbaş, Ş. ve Coşkun, H., 2006, Tarhana üretimi ve özellikleri üzerine bir değerlendirme, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*; Bolu, 24-26 Mayıs.
- Akgün, F. B., 2007, Ekşi hamur tozu eldesi ve ekmek üretiminde kullanılabilme olanakları, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.
- Aktaş, K., Demirci, T. and Akin, N., 2015, Chemical composition and microbiological properties of tarhana enriched with immature wheat grain, *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 3014–3021.
- Aktepe, Y., 2019, Nugget üretiminde alternatif kaplama materyali olarak tarhana kullanımının kalite üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Bolu Abant İzzett Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bolu.
- Akyüz E., 2007, *Polygonum bistorta ssp. carneum* bitki ekstraktlarının kromatografik yöntemlerle kimyasal bileşiminin belirlenmesi ve antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Al-Marazeeq, K. M and Angor, M. M., 2017, Chemical characteristic and sensory evaluation of biscuit enriched with wheat germ and the effect of storage time on the sensory properties for this product, *Food and Nutrition Sciences*, 8 (2), 189-195.
- Altan, A., 2006, Adana ve mersin illerinde toplanılan buğday ve değirmen ürünlerine ait örneklerin mineral, bazı ağır metal, pestisit ve aflotosin içeriklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Alvarado, A., Pacheco Delahaye, E. and Hevia, P., 2001, Value of a tomato byproduct as a source of dietary fiber in rats, *Plant Foods for Human Nutrition*, 56, 335-348.
- Anonim, 2004, TSE Tarhana Standardı, TS 2282, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

- Anonymous, Wheat germ oil [online], Provital Group, <http://www.centerchem.com/Products/DownloadFile.aspx?FileID¼ 6848> [The date of visit: 29 November 2014].
- Anson, N. M., Selinheimo, E., Havenaar, R., Aura, A. M., Mattila, I., Lehtinen, P., Bast, A., Poutanen, K. and Haenen, G. R., 2009, Bioprocessing of wheat bran improves in vitro bioaccessibility and colonic metabolism of phenolic compounds, *J Agricult Food Chem*, 57, 6148-6155.
- Aravind, N., Sissons, M., Egan, N. and Fellows, C., 2012, Effects of insoluble dietary fiber addition on technological, sensory and structural properties of durum wheat spaghetti, *Food Chemistry*, 130, 299-309.
- Arıcı, M., 2017, Fermentasyon teknolojisi, İstanbul.
- Arshad, M. U., Anjum, F. M. and Zahoor, T., 2007, Nutritional assessment of cookies supplemented with defatted wheat germ, *Food chemistry*, 102 (1), 123-128.
- Arslan, P., Mercanlıgil, S., Özel, H. G., Akbulut, G., Dönmez, N., Çiftçi, H., Keleş, İ. ve Onat, A., 2006, Tekharf 2003-2004 taraması katılımcılarının genel beslenme örüntüsü ve beslenme alışkanlıkları, *Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi*, 34 (6), 331-339.
- Atudorei, D., Atudorei, O. and Codină, G. G., 2021, dough rheological properties, microstructure and bread quality of wheat-germinated bean composite flour, *Foods*, 10 (7), 1542.
- Atwell, W. A., 2001, Composition of commercial flour, *Wheat Flour*, 27-45.
- Avcıoğlu, G., 2014, Buğday ruşeymli kurabiyelerin bazı kalitatif özelliklerinin ve raf ömrünün belirlenmesi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Aydın, E., 2020, Unlu mamullerin kompozit unlar ile zenginleştirilmesi, *Akademik Gıda*, 18 (2), 217,227.
- Baltacıoğlu, C., Baltacıoğlu, H. and Tangüler, H., 2019, Atık fermente havuç tozu ilavesinin bisküvi kalitesine etkisi, *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7 (9), 1237-1244.
- Bansal S. and Sudha, M. L., 2011, Nutritional, microstructural, rheological and quality characteristics of biscuits using processed wheat germ, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62 (5), 474-479.
- Bassiri, A., and Nahapetian, A., 1977, Differences in concentrations and interrelationships of phytate, phosphorus, magnesium, calcium, zinc, and iron in wheat varieties grown under dryland and irrigated conditions, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 5 (25), 1118-1122.

- Başı, G., 2005, Bazı gıdaların antioksidan kapasitesi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Bayrakçı, H. A. ve Bilgiçli, N., 2015, Influence of resistant starches on chemical and functional properties of tarhana, *Journal of Food Science and Technology*, 52 (8), 5335–5340.
- Bektaş, M., 2018, Farklı proses koşullarının bazı tahıl ve baklagillerdeki fitik asit düzeyi ve biyoyararlanım üzerindeki etkilerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gümüşhane.
- Benzie, I. F., and Strain, J. J. 1996, The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay, *Analytical biochemistry*, 239 (1), 70-76.
- 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, 390-393.
- Bilgiçli N. and Levent H., 2013, Improvement of nutritional properties of cake with wheat germ and resistant starch, *Journal of Food and Nutrition Research*, 52 (4), 210-218.
- Bilgiçli, N. and İbanoğlu, Ş., 2007, Effect of wheat germ and wheat bran on the fermentation activity, phytic acid content and colour of tarhana, a wheat flour–yoghurt mixture, *Journal of Food Engineering*, 78, 681-686.
- Bilgiçli, N. ve Türker, S., 1999, Tarhana katkılı kraker üretimi üzerine bir araştırma, *Akademik Gıda*, 2 (4), 24-26.
- Bilgiçli, N., 2004, Tarhananın fitik asit içeriği ve bazı besin öğeleri üzerine maya, malt ve fitaz katkılarının etkileri, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Bilgiçli, N., 2009, Enrichment of gluten-free tarhana with buckwheat flour, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60 (4), 1-8.
- Bilgiçli, N., Elgün, A., Herken, E. N., Ertaş, N. and İbanoğlu, Ş., 2006, Effect of wheat germ/bran addition on the chemical, nutritional and sensory quality of tarhana, a fermented wheat flour-yoghurt product, *Journal of Food Engineering*, 77 (3), 680-686.
- Brandolini, A. and Hidalgo, A., 2012, Wheat germ: not only a by-product, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63 (S1), 71–74.
- Bushuk, W. and Rasper, V. F., 1994, Wheat: production, properties and quality, *Blackie Academic and Professional*, UK, 239.

- Calligaris, S., Manzocco, L., Anese, M. and Nicoli, M. C., 2004, Effect of heat-treatment on the antioxidant and pro-oxidant activity of milk, *International Dairy Journal*, 14, 421-427.
- Can, F., 2015, Portakal kabuğu tozunun bisküvi hamuru ve kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Malatya.
- Cankurtaran, T. ve Bilgiçli, N., 2019, Depolama sürelerinin dolgulu yaş makarnanın bazı kalite özellikleri üzerine etkisi, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23 (4), 451-462.
- Cankurtaran Kömürcü, T., 2021, Çimlendirilmiş bazı ilkel buğdayların fonksiyonel özellikleri ile erişte ve ekmek üretiminde kullanılabilirliklerinin araştırılması, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Cankurtaran, T., 2016, Dolgulu ve dolgusuz yaş makarna üretiminde buğday kepeği ve buğday ruşeymi katkısının bazı kalite özellikleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Capitani, M., Mateo, C. and Nolasco, S., 2011, Effect of temperature and storage time of wheat germ on the oil tocopherol concentration, *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 28 (2), 243–250.
- Caseiro, M., Ascenso, A., Costa, A., Creagh-Flynn, J., Johnson, M. and Simões, S., 2020, Lycopene in human health, *Lwt*, 127, 109323.
- Chavan, J. K., Kadam, S. S. and Beuchat, L. R., 1989, Nutritional improvement of cereals by fermentation, *Critic Rev Food Sci Nutr*, 28 (5), 349- 400.
- Chevallier, S., Colonna, P., Della Valle, G. and Lourdin, D., 2000, Contribution of major ingredients during baking of biscuit dough systems, *J Cereal Sci*, 31(3), 241-252.
- Ciesarová, Z., Mikušová, L., Magala, M., Kohajdová, Z. and Karovičová, J., 2017, Nonwheat cereal-fermented-derived products. In: Fermented foods in health and disease prevention, Frias, J., Martinez-Villaluenga, C., Peñas, E. (eds), *Elsevier*, Amsterdam, 417-432.
- Çakır, N., 2018, Bazı değirmencilik yan ürünlerinin kek üretiminde kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Çakıroğlu, F. P., 2007, Geleneksel Tarhananın Modern Yolculuğu, 38. *Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, Ankara, 349-360.
- Çalışkan Koç, G. and Özçıra, N., 2019, Chemical composition, functional, powder, and sensory properties of tarhana enriched with wheat germ, *Journal of food science and technology*, 56 (12), 5204-5213.

- Çetinyürek, F., 2012, Buğday ruşeymi ve buğday ruşeym yağının antioksidan parametrelerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aydın.
- Çevik, A., 2016, Tarhananın besinsel zenginleştirilmesinde kinoa, karabuğday ve lüpen unlarının kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Dağlıoğlu, O., 2000, Tarhana as a traditional Turkish fermented cereal food. Its recipe, production and composition, *Food/Nahrung*, 44 (2), 85-88.
- Dayısoylu K. S., Duman, A. D., İnanç, A. L., Gezginç, Y. ve Özsisli, B., 2002, Model Kahramanmaraş tarhanası hububat, *Hububat Ürünleri Teknolojisi ve Sergisi*, 365-373.
- De Oliveira Silva, F., Miranda, T. G., Justo, T., Da Silva Frasso, B., Conte-Junior, C. A., Monteiro, M. and Perrone, D., 2018, Soybean meal and fermented soybean meal as functional ingredients for the production of low-carb, high-protein, high-fiber and high isoflavones biscuits, *Lwt*, 90, 224-231.
- Değirmencioğlu, N., Gürbüz, O., Herken, E. N. and Yıldız, A. Y., 2016, The impact of drying techniques on phenolic compound, total phenolic content and antioxidant capacity of oat flour tarhana, *Food Chemistry*, 194, 587-594.
- Demir, M. K. and Elgün, A., 2014, Comparison of autoclave, microwave, IR and UV-C stabilization of whole wheat flour branny fractions upon the nutritional properties of whole wheat bread, *Journal of Food Science and Technology*, 51 (1), 59-66.
- Demir, M. K. ve Elgün, A., 2011, Buğday ruşeyminin beslenmedeki önemi, 1. Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, Ankara, 19-20 Kasım, P-10.
- Demir, M. K., Bilgiçli, N., Türker, S. and Demir, B., 2021, Enriched Turkish noodles (erişte) with stabilized wheat germ: chemical, nutritional and cooking properties, *LWT*, 149, 111819.
- Dhingra, S. and Jood, S., 2001, Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour, *Journal of Food Chemistry*, 77, 479-488.
- Dragomir, N., Nicolae, C. G., Bujor, C., Popa, E. E., Andrei, P. and Badulescu, L., 2020, Organic grissini with organic dill powders–innovative products, *Current Trends in Natural Sciences*, 9 (18), 57-63.
- EFSA Scientific Opinion, 2010, *European Food Safety Authority Journal*, 8 (10), 1762.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 2000, Tahıl işleme teknolojisi, Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Yayın No:297, (4. Baskı, Erzurum,s 481).
- El-Hadidy, G. S., Yousef, E. A. and Abd El-Sattar, A. S. 2020, Effect of fortification breadsticks with milk thistle seeds powder on chemical and nutritional properties, *Asian Food Science Journal*, 1-9.

- Erbaş, M., 2003, Changes in composition of wet tarhana during production and in different storage conditions, Doktora tezi, *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Antalya.
- Erbaş, M., Certel, M. and Uslu, M. K., 2005, Microbiological and chemical properties of tarhana during fermentation and storage as wet-sensorial properties of tarhana soup, *LWT-Food Science and Technology*, 38 (4), 409-416.
- Erbaş, M., Certel, M. ve Uslu, M. K., 2004, Yaş ve kuru tarhananın şeker içeriğine fermentasyon ve depolamanın etkisi, *Gıda*, 29 (4), 299-305.
- Erbaş, M., Uslu, M. K., Erbaş, M. O. and Certel, M., 2006, Effects of fermentation and storage on the organic and fatty acid contents of tarhana a Turkish fermented cereal food, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (4), 294-301.
- Erdoğan, S., 2010, Elma posası tozunun antioksidan aktivitesi ile fenolik bileşenlerinin belirlenerek ekmek yapımında kullanım olanaklarını araştırılması, Doktora Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.
- Erim Köse, Y., 2018, Stabilizasyon yöntemlerinin ruşeym ve ruşeym yağının özellikleri üzerine etkisi, Doktora Tezi, *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Van.
- Ertugay, M. F., Certel, M. and Gürses, A., 2000, Moisture adsorption isotherms of tarhana at 25 C and 35 C and the investigation of fitness of various isotherm equations to moisture sorption data of tarhana, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80 (14), 2001-2004.
- Esimek, H., 2010, Tarhananın besinsel lif içeriği ve antioksidatif özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Malatya.
- Faridi, H. and Faubion, J.M., 1990, Dough rheology and baked product texture, *Van Nostrand Reinhold*.
- Flaczyk, E. and Kaminski, E., 1978, Proteolytic preparations obtained from grain products, *Przemysl Spozywczy*, 32, 466-468.
- Francis, F. J., 1998, Colour analyses, *Food Analysis* (S.S Nielson, ed.), Chapman and Hall, New York, NY.
- Fredrikson, M., Larsson, A. H. A., Lemola, E., Laitala, A. and Sandberg, A. S., 1998, Degradation of phytatein peas by bioprocessing, Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds and rapeseed, *Proceedings of the Third International Workshop*, Netherlands, 449-452.
- Gao, L., Wang, S., Oomah, B. D. and Mazza, G., 2002, Wheat quality: antioxidant activity of wheat millstreams, in: wheat quality elucidation, eds. P. Ng and C. W. Wrigley, *AACC International*, St. Paul. MN., 219-233.

- Gargaracı Kınay, A. ve Duyar, H. A., 2021, Grissini üretiminde gıda takviyesi olarak deniz yosunu (spirulina) kullanılmasının duyu ve fiziksel değerlendirilmesi, *Gastroia: Journal of Gastronomy And Travel Research*, 5 (3), 464-470.
- Garipoğlu, G., 2019, Enzime dirençli nişasta kullanarak fonksiyonel galeta geliştirilmesi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 15, 375-380.
- Ge, Y., Sun, A., Ni, Y. and Cai, T., 2000, Some nutritional and functional properties of defatted wheat germ protein, *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 48, 6215-6218.
- Gelmez, N., Kıncal, N. S. and Yener, M. E., 2009, Optimization of supercritical carbon dioxide extraction of antioxidants from roasted wheat germ based on yield, total phenolic and tocopherol contents, and antioxidant activities of the extracts, *The Journal of Supercritical Fluids*, 48 (3), 217-224.
- Ghafoor, K., Özcan, M. M., AL-Juhaimi, F., Babiker, E. E., Sarker, Z. I., Ahmed, I. A. M. and Ahmed, M. A., 2017, Nutritional composition, extraction, and utilization of wheat germ oil: a review, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119 (7), 1600160.
- Gharibzahedi, S. M. T. and Jafari, S. M., 2017, The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation, *Trends in Food Science and Technology*, 62, 119-132.
- Gómez, M., González, J. and Oliete, B., 2012, Effect of extruded wheat germ on dough rheology and bread quality, *Food and Bioprocess Technology*, 5 (6), 2409-2418.
- Gotcheva, V., Pandiella, S. S., Angelov, A., Roshkova, Z. and Webb, C., 2001, Monitoring the fermentation of the traditional Bulgarian beverage boza, *International journal of food science & technology*, 36 (2), 129-134.
- Göçmen, D., 2013, Yulaf unu katkısının tarhana kalitesine etkisi, Proje No: 110O805.
- Gök Pınarlı İ., 2004, Buğday ruşeymi ile zenginleştirilmiş makarnanın özelliklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gaziantep.
- Göncü, A., 2020, Tarhana üretiminde farklı mercimek unları ve boza kullanım olanaklarının araştırılması, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.
- Gül, H., Hayıt, F., Bıçakçı, S. and Acun, S., 2018, Effect of heat stabilized wheat germ on some properties of cookies, *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(2), 1145-1151.
- Güleç, T. E., Sönmezoglu, Ö. A. ve Yıldırım, A., 2010, Makarnalık buğdaylarda kalite ve kaliteyi etkileyen faktörler, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2010 (1), 113-120.

- Gürbüz, I. B. ve Yıldız, E., 2019, Green consumerism: the influence of antioxidant parameters and socio-economic values on Tarhana consumption patterns, *Environmental Science and Pollution Research*, 26 (25), 25526-25537.
- Gürbüz, O., Göçmen, D., Özmen, N. and Dağdelen, F., 2010, Effects of yeast, fermentation time, and preservation methods on tarhana, *Preparative biochemistry and biotechnology*, 40 (4), 263-275.
- Güven, M. and Kara, H. H., 2015, Some chemical and physical properties, fatty acid composition and bioactive compounds of wheat germ oils extracted from different wheat cultivars, *Journal of Agricultural Sciences*, 22, 433-443.
- Güven, M., 2012, Farklı buğday çeşitlerinden elde edilen ruşeym yağlarının yağ asidi dağılımları ve antioksidan aktiviteleri üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyon.
- Gyamfi, M. A., Yonamine, M., 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.
- Haug, W. and Lantzsch, H. J., 1983, Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereals product, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 1423-1426.
- Hemat, E. E. and Abdel-Razik, M. M., 2010, Improvement of pan bread and croissant quality by using barley tarhana dough, *Alexandria Journal of Science and Tecnology*, 7 (2), 13-23.
- Hole, A. S., Rud, I., Grimmer, S., Sigl, S., Narvhus, J. and Sahlstrom, S., 2012, Improved bioavailability of dietary phenolic acids in whole grain barley and oat groat following fermentation with probiotic *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus johnsonii*, and *Lactobacillus reuteri*, *Journal of agricultural and food chemistry*, 60 (25), 6369-6375.
- Hussein, A. M., Kamil, M. M., Hegazy, N. A. and Abo El-Nor, S. A. H., 2013, Effect of wheat flour supplemented with barely and/or corn flour on balady bread quality. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 63 (1).
- Işık Erol, N., 2010, Keçiboynuzlu tarhana üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyon.
- Işık, F. ve Yapar, A., 2016, Değişik oranlarda salça üretim atıkları ilave edilerek üretilen tarhanaların oksidasyon parametrelerinin zamana bağlı değişimi, *Akademik Gıda*, 14 (2), 123-135.
- Işık, F., 2013, Salça üretim atıklarının tarhana üretiminde kullanımı, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.

- Anonim, 2021, Erişim tarihi: 19.02.2022, Erişim adresi: https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=1%7c792%7c%7c%7c%7c1905%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c2%7c.
- İbanoğlu, Ş. and Ainsworth, P., 2004, Application of response surface methodology for studying the viscosity changes during canning of tarhana, a cereal-based food, *Journal of Food Engineering*, 64, 273–275.
- İbanoğlu, Ş., Gökpinar, İ., Dalgıç, A. C. ve Öner, M. D. 1999, Buğday ruşeymi özellikleri ve kullanım alanları, *Unlu Mamüller Teknolojisi*, 8 (6), 39-43.
- İçen, S., 2018, Ekşi maya ve enzim katkılarının fermantasyon sürecinde tarhananın gluten içeriği üzerine etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Antalya.
- İçen, S., 2018, Ekşi maya ve enzim katkılarının fermantasyon sürecinde tarhananın gluten içeriği üzerine etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Antalya.
- İskefiyeli, Z., 2014, Damlatma ile yeni DPPH ve FRAP antioksidan tayin yöntemlerinin geliştirilmesi ve uygulanması, Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Jadhav, K. and Vali, S. A., 2009, Proximate composition of wheat germ based products, *Journal of Dairying, Foods and Home Sciences*, 28 (3and4), 241-243.
- Kahlon, T. S., 1989, Nutritional implication and uses of wheat and oat kernel oil, *Cereal Foods World*, 34 (10), 872-875.
- Kalkışım, Ö., Özdemir, M. ve Bayram, O., 2012, Ekmek Yapım Teknolojisi, *Gümüşhane Üniversitesi Yayınları*, 93.
- Karaağaoğlu, N., Mercalığıl, S. M. ve Başoğlu, S., 1994, Özel amaçlı bisküvi, galeta, grissini, etimek gibi tahıl ürünlerinin besin değerleri: protein, yağ, nem, kül, karbonhidrat ve enerji miktarları, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 22 (2), 229-242.
- Karaboğa, Z. ve Yıldırım, A., 2019, Mısır ve nohut ununun mardin peksimetinin kalitesine etkileri, *Uluslararası Gıda, Tarım Ve Hayvancılık Kongresi*, s.69-85, 19-22 Eylül, Gaziantep.
- Karabudak, E., Başoğlu, S., Turnagöl, H., Bedir, G. Ö. ve Türközü, D., 2013, Pastacılık ürünlerinin enerji ve besin değerleri ile diyet değişim listelerindeki karşılıklarının değerlendirilmesi, *Gıda*, 38 (4), 231-238.
- Karabulut, G. ve Yemiş, O., 2019, Fenolik bileşiklerin bağlı formları ve biyoyararlılığı, *Akademik Gıda*, 17 (4), 526-537.
- Karademir, E., Karasu Yalçın, S. ve Yalçın, E., 2018, Tahıl ve bakliyat esaslı gıdalarda fermantasyon işleminin besinsel özellikler ve biyoaktif bileşenler üzerine etkisi, *Gıda*, 43 (1), 163-173.

- Karakaya, S. ve Kavas, A., 1999, Antimutagenic activities of some foods, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 237-242.
- Kılıcı, A. and Gocmen, D., 2014, Phenolic acid composition, antioxidant activity and phenolic content of tarhana supplemented with oat flour, *Food chemistry*, 151, 547-553.
- Kırbaş, Z., Kumcuoglu, S. ve Tavman, S., 2019, Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties, *Journal of Food Science and Technology*, 56 (2), 914-926.
- Kıtan, S., 2017, Glutensiz tarhana üretiminde kinoa (*chenopodium quinoa*) kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Konopka, I., Tanska, M., Faron, A. and Czaplicki, S., 2014, Release of free ferulic acid and changes in antioxidant properties during the wheat and rye bread making process, *Food Science and Biotechnology*, 23 (3), 831-840.
- Kotancılar, G. , Çelik, İ. ve Ertugay, Z., 2011, Ekmegin besin değeri ve beslenmedeki önemi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi , 26 (3).
- Krings, U., El-Saharty, Y. S., El-Zeany, B. A., Pabel, B. and Berger, R. G., 2000, Antioxidant activity of extracts from roasted wheat germ, *Food chemistry*, 71 (81), 91-95.
- Ktenioudaki, A., Chaurin, V., Reis, S. F. and Gallagher, E., 2012, Brewer's spent grain as a functional ingredient for breadsticks, *International Journal of Food Science and Technology*, 47 (8), 1765-1771.
- Kuchtová, V., Minarovičová, L., Kohajdová, Z. and Karovičová, J., 2016, Effect of wheat and corn germs addition on the physical properties and crackers sensory quality, *Potravinarstvo*, 10 (1), 543-549.
- Kumar, P., Yadava, R. K., Gollen, B., Kumar, S., Verma, R. K. and Yadav, S., 2011, Nutritional contents and medicinal properties of wheat: a review, *Life Sciences and Medicine Research*, 22 (1), 1-10.
- Kurt, Ç., 2012, Buğday işleme fabrikasındaki işlem akışı ve enerji sarfiyatı, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Lasztity, R. and Lasztity, L., 1990, Phytic acid in cereal technology, In Y. Pomeranz (Ed.), *Advances in cereal science and technology*, St. Paul: AACC.
- Levent, H. and Bilgiçli, N., 2013a, Improvement of nutritional properties of cake with wheat germ and resistant starch, *Journal of Food and Nutrition Research*, 52 (4), 210-218.
- Levent, H. and Bilgiçli, N., 2013b, Quality evaluation of wheat germ cake prepared with different emulsifiers, *Journal of Food Quality*, 36 (5), 334-341.

- Levent, H., 2019, Physical, chemical and sensory evaluation of gluten-free tarhana with legume hulls and flours, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 11 (4), 401-409.
- Li, L., Shewry, P.R. and Ward, J.L., 2008, Phenolic acids in wheat varieties in the healthgrain diversity screen, *J. Agric. Food Chem.*, 56, 9732-9739.
- Lindenmeier, M. and Hofmann, T., 2004, Influence of baking conditions and precursor supplementation on the amounts of the antioxidant pronyl-l-lysine in bakery products, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 350–354.
- Liu, F., Chen, Z., Shao, J., Wang, C. and Zhan, C., 2017, Effect of fermentation on the peptide content, phenolics and antioxidant activity of defatted wheat germ, *Food Bioscience*, 20, 141-148.
- Liyana-Pathirana, C. M. and Shahidi, F., 2007, The antioxidant potential of milling fractions from breadwheat and durum, *Journal of Cereal Science*, 45, 238–247.
- Lopez, Y., Gordon, D. T. and Field, M. L. 1983, Release of phosphours from phytate by natural lactic acid fermentation, *J. Food Sci.* 43 (3), 935-954.
- Lotfy, L. M. and Naga, M. E., 2020, Quinoa grain to improve the nutritive value and functional ingredient for breadsticks, *Egyptian J. of Nutrition Vol 35*, 2.
- Mahmoud, A. A., Mohdaly, A. A. and Elneairy, N. A., 2015, Wheat germ: an overview on nutritional value, antioxidant potential and antibacterial characteristics, *Food and Nutrition Sciences*, 6 (02), 265-277.
- Majzoobi, M., Darabzadeh, N. and Farahnaky, A., 2012, Effects of percentage and particle size of wheat germ on some properties of batter and cake, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14, 827-836.
- Marshall, H. G. and Pomeranz, Y., 1982, Buckwheat: description, breeding, production, and utilization, *Advances Cereal Science Technology*, 5, 157-210.
- Martins, Z. E., Pinho, O. and Ferreira, I., 2017, Food industry by-products used as functional ingredients of bakery products, *Trends Food Science and Technology*, 67, 106–128.
- Masmoudi, M., Yaich, H., Borchani, M., Mbarki, R. and Attia, H., 2021, Chemical, physical and sensory characteristics of biscuits enriched with jujube (*Zizyphus lotus* L.) flour and fiber concentrate, *J Food Sci Technol*, 58 (4), 1411-1419.
- Meral, R., 2016, Isıl işlemin fenolik bileşenler üzerine etkisi, *Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21 (1), 55-67.
- Meriles, S. P., Penci, M. C., Steffolani, M. E. and Ribotta, P. D., 2021, Effect of heat-treated wheat germ on dough properties and crackers quality, *International Journal of Food Science and Technology*, 56 (4), 1837-1843.

- Moran, E. T., Summer, J. R. and Bass, E., 1968, Heat germ oil defatted wheat germ and their effect on rheological and baking properties, *Egyptian Journal of Food Science and Technology India*, 17 (4), 171-175.
- Moss, H. J., 1971, The quality of noodles prepared from the flours of some Australian wheats, *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 11, 243-247.
- Nissan, T. R. and Ollins, V. K. 1958, Improving cereals with defatted wheat germ, *Food Technology*, 12, 585-589.
- Oral Alver, A., 2016, Ekşi hamura kefir ilavesi ile mikroflorası zenginleştirilmiş hamurlardan yapılan ekmeklerin karakteristik özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.
- Özbilgin, S., 1983, The chemical and biological evaluation of tarhana supplemented with chickpea and lentil, Ph.D. Thesis. *New York: Cornell University*.
- Özçira, N., 2019, Buğday ruşeyminin protein içeriği artırılmış tarhana üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Alanya Hamdullah Emin Paşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Alanya.
- Özdemir, S., Göçmen, D. and Yıldırım-Kumral, A. A., 2007, Traditional turkish fermented cereal food: tarhana, *Food Reviews International*, 23, 107–121.
- Özdoğan, A., 2018, Ruşeym ile zenginleştirilmiş sakızın fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.
- Özkaya, H., 1986, Buğday, un ve ekmeğin besin değeri ve ekmeğin zenginleştirilmesi, *Gıda*, 11 (3).
- Pınarlı, İ., 2004, Investigation of the properties of macaroni enriched with wheat germ, Doktora Tezi, *Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gaziantep.
- Pınarlı, İ., Öner, M. D. and İbanolu, Ş., 2004, Effect of wheat germ addition on the microbiological quality, in vitro protein digestibility, and gelatinization behavior of macaroni, *European Food Research and Technology= Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung. A*, 219 (1), 52.
- Pravst, I., Žmitek, K. and Žmitek, J., 2010, Coenzyme Q10 contents in foods and fortification strategies, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50 (4), 269-280.
- Prior, R. L., Wu, X. and Schaich, K., 2005, Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements, *Journal of agricultural and food chemistry*, 53 (10), 4290-4302.
- Rizzello, C. G., Nionelli, L., Coda, R., Angelis, M. D. and Gobbetti, M., 2010, Effect of sourdough fermentation on stabilization, and chemical and nutritional characteristics of wheat germ, *Food Chemistry*, 119, 1079-1089.

- Rodríguez-Carrasco, Y., Font, G., Moltó, J. C. and Berrada, H., 2014, Quantitative determination of trichothecenes in breadsticks by gas chromatography-triple quadrupole tandem mass spectrometry, *Food Additives and Contaminants: Part A*, 31 (8), 1422-1430.
- Sakač M., Jovanov P., Petrović J., Pezo L., Fišteš A., Lončarević I. and Pajin B., 2019, Hydroxymethylfurfural content and colour parameters of cookies with defatted wheat germ, *Czech J. Food Sci.*, 37, 285-291.
- Sakac, M., Torbica, A., Sedej, I. and Hadnadev, M., 2011, Influence of breadmaking on antioxidant capacity of gluten free breads based on rice and buckwheat flours, *Food Research International*, 44, 2806-2813.
- Sattar, D. S., Ali, T. M., Abbas, T. and Hasnain, A., 2018, Textural, bioactive and sensory attributes of breadsticks containing germinated and non-germinated legumes, *Journal of Food Chemistry and Nanotechnology*, 4 (3), 51–56.
- Shafi, M., Baba, W. N., Masoodi, F. A. and Bazaz, R., 2016, Wheat-water chestnut flour blends: effect of baking on antioxidant properties of cookies, *Journal of food science and technology*, 53 (12), 4278-4288.
- Shewry, P. R., 2009, The healthgrain programme opens new opportunities for improving wheat for nutrition and health, *Nutrition Bulletin*, 34 (2), 225-231.
- Shurpalekar, S. A. and Rao, P. H. 1977, Wheat germ in advances in food research, *Academic Press*, 23.
- Sindhu, S. C. and Khetarpaul, 2001, Probiotic fermentation of indigenous food mixture: Effect on antinutrients and digestibility of starch and protein, *Journal of Food Composition and Analysis*, 14 (6), 601-609.
- Skujins, S., 1998, Handbook for ICP – AES (Vartian-Vista), A short guide to Vista series ICP– AES operation, *Variant Int. AG*, Zug, version 1.0, Switzerland.
- Šramková, Z., Gregová, E. and Šturdík, E., 2009, Chemical composition and nutritional quality of wheat grain, *Acta chimica slovac*, 2 (1), 115-138.
- Srivastava, A. K, Sudha, M. L, Baskaran, V. and Leelavathi, K., 2007, Isı stabilizeli buğday ruşeymi ve hamurun reolojik özelliklerine etkisi üzerine araştırmalar, *Avrupa Gıda Araştırma ve Teknolojisi*, 224 (3), 365-372.
- Süfer, Ö. and Bozok, F., 2021, Gluten-free tarhana fortified with different ratios of edible mushroom *Lactarius deliciosus*, *International Food Research Journal*, 28 (6), 1131-1140.
- Sümbül, Y. ve Tanju, Ş., 1982, Ülkemiz buğdaylarından ruşeymin elde edilmesi ve gıda endüstrisinde değerlendirilme olanaklarının araştırılması, *Tübitak Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü*.

- Şahin, N., 2021, Değirmencilik yan ürünlerinden bonkalite un ve ruşeymin ekstrüde çerez üretiminde kullanımı, Doktora Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Şentürk, A. ve Ötleş, S., 2017, Farklı düzeylerde kefir kullanımının simidin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(4), 431-443.
- Tacer, Z., 2008, Bulgurun fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Tamime, A. Y. and O'connor, T. P., 1995, Kishk a dried fermented milk/cereal mixture, *International Dairy Journal*, 5 (2), 109-128.
- Tekgöl, Y., Çalışkan Koç, G., Erten, E. S. and Akdoğan, A., 2021, Determination of the effect of wheat germ on the mineral and fatty acid composition and aroma compounds of tarhana: A traditional fermented cereal food, *Journal of Food Processing and Preservation*, 45 (2).
- Tetik, S., 2018, Bazı Gıda endüstrisi yan ürünlerinin bisküvi üretiminde kullanımı üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Toufeılı, I., Melki, C., Shadarevian, S. and Robinson, R.K., 1999, Some nutritional and sensory properties of bulgur and whole wheatmeal kishk, *Food Qual. Prefer.*, 10, 9–15.
- Troccoli, A., Borrelli, G. M., De Vita, P., Fares, C. and Di Fonzo, N., 2000, Durum wheat quality: A multidisciplinary concept, *Journal of Cereal Science*, 32, 99-113.
- Turnbull K. M., and Rahman S., 2002, Endosperm texture in wheat, *Journal of Cereal Science*, 36, 327-337.
- Uribe-Wandurraga, Z. N., Igual, M., García-Segovia, P. and Martínez-Monzó, J., 2019, Effect of microalgae addition on mineral content, colour and mechanical properties of breadsticks, *Food and Function*, 10 (8), 4685-4692.
- Uysal, H., Bilgili, N., Elgun, A., Ibanoglu, S., Herken, E. N. and Demir, M. K., 2007, Effect of dietary fibre and xylanase enzyme addition on the selected properties of wire-cut cookies, *Journal of Food Engineering*, 78, 1074–1078.
- Verma, B., Hucl, P. and Chibbar, R. N., 2009, Phenolic acid composition and antioxidant capacity of acid and alkali hydrolysed wheat bran fractions, *Food Chemistry*, 116 (4), 947-954.
- 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.

- Wade, P., 1988, Biscuits, cookies and crackers, The Principles of the Craft. Volume 1. *Elsevier Applied Science*, London.
- Wang T. and Johnson L. A., 2001, Refining high-free fatty acid wheat germ oil, *JAOCs*, 78 (1), 71–76.
- Wang, S. Y. and Jiao, H., 2000, Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals, and singlet oxygen, *Journal of agricultural and food chemistry*, 48 (11), 5677-5684.
- Wu, F., Tian, F., Jin, Z., Liu, J., Jin, W., Chen, X., Wang, Z., Jia, X., Liu, B., Liu, L. and Shen, W., 2022, Antioxidant capacities of heat-treated wheat germ and extruded compounded bran, *Cereal Chemistry*, 99 (3), 582-592.
- Yalçın, E., Yalçın, S. K. ve Karademir, E., 2018, Tahıl ve bakliyat esaslı gıdalarda fermentasyon işleminin besinsel özellikler ve biyoaktif bileşenler üzerine etkisi, *Gıda*, 43 (1), 163-173.
- Yalçın, T. G., 2018, Yulaf ıslah örneklerinin fitik asit ve mineral içeriklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Yaver, E., 2017, Tahıl-baklagil unu karışımlarının ticari ve geleneksel türk ekmeklerinde kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Yazıcıoğlu, B., 2013, Encapsulation of wheat germ oil, Yüksek Lisans Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Yeşil, S. ve Levent, H., 2022, Fermente karabuğday, kinoa ve amarantın ununun glutensiz ekmek kalitesine etkisi, *LWT*, 160, 113301.
- 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.
- Yünlü, S. and Kır, E., 2016, Soğan (*Allium cepa*) ve sarımsaktaki (*Allium sativum*) bazı fenolik bileşiklerin HPLC yöntemiyle tayin edilmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20 (3), 566-574.
- Zaddem, M., 2014, Application de la méthode des surfaces de réponse pour l’optimisation du blanchiment du son de blé par du peroxyde d’hydrogène et son incorporation dans une farine de pain, Doctoral Thesis, *Université Laval*, Canada.
- Zeppa, G., Rolle, L. and Piazza, L., 2007, Textural characteristics of typical italian "grissino stirato" and "rubatà" bread-sticks, *Italian Journal of Food Science*, 19 (4) 449-459.

- Zhu, K. X., Zhou, H. M. and Qian, H. F., 2006, Proteins extracted from defatted wheat germ: nutritional and structural properties, *Cereal Chemistry*, 83 (1), 69-75.
- Zieliński, H. and Kozłowska, H., 2000, Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions, *Journal of agricultural and food chemistry*, 48 (6), 2008-2016.
- Zou, Y., Yang, M., Zhang, G., He, H. and Yang, T., 2015, Antioxidant activities and phenolic compositions of wheat germ as affected by the roasting process, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92 (9), 1303-1312.



EKLER

EK-1 Gevrek Örneklerinin Resimleri

		
KONTROL	%5 TARHANA	%10 TARHANA
		
%5 RUŞEYM	%5 TARHANA + %5 RUŞEYM	%10 TARHANA + %5 RUŞEYM
		
%10 RUŞEYM	%5 TARHANA + %10 RUŞEYM	%10 TARHANA + %10 RUŞEYM
		
%15 RUŞEYM	%5 TARHANA + %15 RUŞEYM	%10 TARHANA + %15 RUŞEYM

