



T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



SİYAH MERCİMEK UNU İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ EKMEK ÜRETİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Meryem DEMİRAY

AĞUSTOS 2021
GÜMÜŞHANE

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SİYAH MERCİMEK UNU İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ EKMEK ÜRETİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Meryem DEMİRAY

Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
“Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı”
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 26.07.2021
Tezin Sözlü Savunma Tarihi: 27.08.2021

AĞUSTOS 2021

TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda tezin yazımına ait kurallara uygun olarak hazırladığım “**Siyah mercimek unu ile zenginleştirilmiş ekmek üretimi**” isimli yüksek lisans tezi çalışmada; söz konusu tüm bilgi ve belgeleri genel akademik kurallara göre elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 26/07/2021

Meryem DEMİRAY

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

SİYAH MERCİMEK UNU İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ EKMEK ÜRETİMİ

Meryem DEMİRAY

Gümüşhane Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Huri İLYASOĞLU

2021, 57 sayfa

Bu çalışmanın amacı beyaz ekmeğin besinsel özelliklerinin iyileştirilmesinde siyah mercimek ununun (SMU) kullanılabilirliğinin incelenmesidir. İlk olarak buğday ununa belli oranlarda (%5–%30) siyah mercimek unu ilave edilerek hazırlanan ekmek hamurlarının reolojik özellikleri tayin edilmiştir. Buğday ununa siyah mercimek unu ilavesiyle hamurun gelişme süresi, stabilite, enerji ve uzama kabiliyeti değerlerinde azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Reolojik analiz sonuçlarına göre ekmek üretiminde en fazla %10 oranında siyah mercimek unu kullanımına karar verilmiştir.

Buğday ununa %2, %6 ve %10 oranında SMU ilave edilerek yapılan ekmeklerde nem, ağırlık, spesifik hacim, protein, toplam diyet lifi, yağ, kül, toplam fenolik madde ve

antioksidan kapasite tayinleri yapılarak buğday unundan yapılan kontrol ekmeği ile kıyaslanmıştır. Buğday ununa siyah mercimek unu ilavesiyle ekmeklerin protein, toplam diyet lifi, kül ve toplam fenolik madde içeriğinde ve antioksidan kapasitesinde artış tespit edilirken ekmeklerin spesifik hacim değerinde azalma tespit edilmiştir. Ekmek içi ve ekmek kabuğunun parlaklık, kırmızılık ve sarılık değerleri tayin edilmiştir. Siyah mercimek unu ilavesiyle ekmek içi ve ekmek kabuğunun parlaklık ve sarılık değerlerinin azaldığı ve kırmızılık değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Ekmek içinin renk, gözenek, ufalanma, tat, koku, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik; ekmek kabuğunun ise renk, koku, tat ve gevreklik gibi özellikleri panelistler tarafından değerlendirilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre SMU ilaveli ekmekler ve kontrol ekmeğinin aynı derecede beğenildiği tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre beyaz ekmeğin besinsel özelliklerinin iyileştirilmesinde buğday ununun % 6–% 10 oranında SMU ile ikame edilmesi önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan kapasite, Besinsel özellikler, Ekmek, Fenolik maddeler, Siyah mercimek

ABSTRACT
MS THESIS

PRODUCTION OF ENRICHED BREAD WITH BLACK LENTIL FLOUR

Meryem DEMİRAY

Gümüşhane University
Graduate Education Institute
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Huri İLYASOĞLU

2021, 57 pages

The aim of this study is to investigate the usability of black lentil flour (BLF) in improving the nutritional properties of the white bread. The rheological properties of bread dough prepared from the black lentil flour added into the wheat flour at the certain proportions (5 %- 30 %) were determined. With the addition of the black lentil flour, the values of development time, stability, energy, and extensibility of dough were found to be decreased. According to the rheological analysis results, a maximum of 10 % BLF was decided to use in the bread production.

Moisture, weight, specific volume, protein, total dietary fiber, fat, ash, total phenolic compounds, and antioxidant capacity were determined in the breads prepared with the addition of 2%, 6%, and 10 % BLF, and compared with the control bread prepared

from the wheat flour. With the addition of the black lentil flour, an increase in the protein, total dietary fiber, ash, and total phenolic compounds contents, and antioxidant capacity was determined, whereas a reduction in the specific volume was determined. The lightness, redness, and yellowness of crumb and crust were determined. With the addition of the BLF, a reduction in the lightness and yellowness of the crumb and crust, and an increase in the redness of the crumb and crust were determined. The properties of the crumb such as colour, porosity, crumbling, taste, odour, stickiness, and chewiness and the properties of crust such as colour, odour, taste, and crispness were evaluated by the panelists. According to the sensory analysis results, the breads with BLF and control breads were determined to be liked equally. According to the study's results, the replacement of the wheat flour with the BLF at 6 %- 10 % levels in the bread production could be recommended to improve the nutritional properties of the white bread.

Keywords: Antioxidant capacity, Black lentil, Bread, Nutritional properties, Phenolic compounds

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyip, karşılaştığım zorluklarda bana yardımcı olan sayın hocam Prof. Dr. Huri İLYASOĞLU'na tezime ve gelecekteki hayatıma sunduğu katkılarından dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yine çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan Doç. Dr. Cemalettin BALTACI, Dr. Öğr. Üyesi Nesibe ARSLAN BURNAZ, Dr. Öğr. Üyesi Tuba Eda ARPA ZEMZEMOĞLU, Arş. Gör. Arda AKDOĞAN hocalarıma ve Kimyager İsmail YAPICI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Reolojik analizleri fabrikada yapma fırsatı veren Samsun Fabrika Üretim Müdürü Tacettin YELMENOĞLU'na ve ULUSOY UN SANAYİ ve TİCARET A.Ş.'ye teşekkürlerimi sunarım.

Bu yolda yürümem için beni cesaretlendiren ve bir an olsun bana inanmaktan vazgeçmeyen Annem Sevilay DEMİRAY'a, maddi manevi hiçbir desteğini benden esirgemeyen Babam Ramazan DEMİRAY'a ve her zaman yanımda olan kardeşlerim Meltem ve Mert DEMİRAY'a sonsuz teşekkür ederim.

Ve bu yolda beni hiç yalnız bırakmayan, her türlü zorluğu aşmama yardımcı olan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyip bana her zaman inanan Hakan ÇELİK'e sonsuz teşekkür ederim.

Meryem DEMİRAY

Gümüşhane, 2021

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	IV
ABSTRACT	VI
TEŞEKKÜR	VIII
İÇİNDEKİLER.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XII
EKLER DİZİNİ	XIII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	2
1.3. Ekmek	2
1.4. Ekmeğin Tarihçesi	3
1.5. Ekmek Üretimi Aşamaları	4
1.6. Ekmeğin Besinsel Değeri.....	6
1.7. Beyaz ekmek.....	6
1.8. Ekmek Zenginleştirmesi Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	7
1.9. Mercimek	12
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	15
2.1. Materyal.....	15
2.2. Kimyasallar	15
2.3. Ekmek Üretimi	15
2.4. Un Örneklerinde Yapılan Kimyasal Analizler	16
2.4.1. Nem Miktarı Tayini.....	16
2.4.2. Kül Miktarı Tayini.....	16
2.4.3. Protein Miktarı Tayini	17
2.4.4. Yağ Miktarı Tayini.....	17
2.4.5. Toplam Diyet Lifi Analizi.....	17
2.5. Ekmek Hamurunda Yapılan Reolojik Analizler	17
2.5.1. Ekstensograf Analizi	18
2.5.2. Farinograf Analizi	18

2.6.	Ekmekte Yapılan Analizler	19
2.6.1.	Nem Miktarı Tayini.....	19
2.6.2.	Kül Miktarı Tayini.....	19
2.6.3.	Protein Miktarı Tayini	19
2.6.4.	Yağ Tayini.....	20
2.6.5.	Toplam Diyet Lifi Analizi	20
2.6.6.	Ağırlık Tayini	20
2.6.7.	Spesifik Hacim Tayini.....	20
2.6.9.	Fenolik Madde Ekstraksiyonu.....	20
2.6.10.	Toplam Fenolik Madde Analizi	21
2.6.11.	DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi.....	21
2.6.12.	FRAP demir (III) iyonu indirgeme antioksidan gücü	21
2.6.13.	Duyusal Analiz	22
2.6.14.	İstatistiksel Analiz	22
3.	BULGULAR	23
3.1.	Hamurun Reolojik Özellikleri	23
3.1.1.	Farinograf Analiz Sonuçları	23
3.1.2.	Ekstensograf Analiz Sonuçları	24
3.2.	Un analiz sonuçları.....	25
3.3.	Ekmek Analiz Sonuçları.....	26
3.3.1.	Nem Analizi Sonuçları	26
3.3.2.	Protein Analizi Sonuçları	27
3.3.3.	Yağ Analizi Sonuçları	27
3.3.4.	Kül Analiz Sonuçları	28
3.3.5.	Toplam Diyet Lifi Analizi Sonuçları.....	28
3.3.6.	Ağırlık Tayini Sonuçları.....	28
3.3.7.	Spesifik Hacim Tayini Sonuçları	29
3.3.8.	Renk analizi sonuçları	29
3.3.9.	Toplam Fenolik Madde Analizi Sonuçları	31
3.3.10.	DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi Analizi Sonuçları	31
3.3.11.	FRAP Demir (III) İyonu İndirgeme Antioksidan Kapasitesi Analizi Sonuçları ...	32
3.3.12.	Duyusal Analiz Sonuçları.....	32
4.	TARTIŞMA.....	36

4.1.	Ekmek Hamurunun Reolojik Özelliklerinin Değerlendirilmesi.....	36
4.2.	Unların Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi	38
4.3.	Ekmek Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi.....	39
4.4.	Antioksidan Kapasitesinin Değerlendirilmesi.....	42
4.5.	Duyusal Özelliklerin Değerlendirilmesi.....	44
5.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	46
6.	KAYNAKLAR.....	48
7.	EKLER	58
	ÖZGEÇMİŞ	



TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. 1. Beyaz Ekmekğin Ortalama Besinsel Bileşimi ve Enerji Değeri (URL-2).....	7
Tablo 1. 2. Siyah mercimeğın besinsel bileşimi (URL-5).....	13
Tablo 1. 3. Gıda zenginleştirme çalışmalarında mercimek unu kullanımı	14
Tablo 2. 1. Ekmek Formülasyonları	15
Tablo 2. 2. Ekmek üretiminde kullanılan program.....	16
Tablo 2. 3. Reolojik analiz için hazırlanan un karışım oranları	18
Tablo 3. 1. Farinograf analizi sonuçları.....	23
Tablo 3. 2. Ekstensograf analizi sonuçları (135 dakika)	25
Tablo 3. 3. Un numunelerine ait nem, protein, yağ, kül ve toplam diyet lifi analizi sonuçları.....	26
Tablo 3. 4. Ekmek numunelerine ait nem analizi sonuçları	27
Tablo 3. 5. Ekmek numunelerine ait toplam protein analizi sonuçları.....	27
Tablo 3. 6. Ekmek numunelerine ait yağ analizi sonuçları	27
Tablo 3. 7. Ekmek numunelerine ait kül analizi sonuçları	28
Tablo 3. 8. Ekmek numunelerine ait toplam diyet lifi analizi sonuçları	28
Tablo 3. 9. Ekmek numunelerine ait ağırlık tayini sonuçları	29
Tablo 3. 10. Ekmek numunelerine ait spesifik hacim tayini sonuçları.....	29
Tablo 3. 11. Ekmek içi renk analiz sonuçları	30
Tablo 3. 12. Ekmek kabuğı renk analiz sonuçları	31
Tablo 3. 13. Ekmek numunelerine ait toplam fenolik madde analizi sonuçları	31
Tablo 3. 14. Ekmek numunelerine ait DPPH radikal temizleme aktivitesi analizi sonuçları	32
Tablo 3. 15. Ekmek numunelerine ait FRAP analizi sonuçları	32
Tablo 3. 16. Ekmek içine ait duyuusal analiz sonuçları	33
Tablo 3. 17. Ekmek kabuğuna ait duyuusal analiz sonuçları	35

EKLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Ek Form 1. Duyusal Analiz Formu.....	57
Ek Form 2. Etik Kurul İzin Belgesi.....	60
Ek Şekil 1. Ekmek Numunelerinin Enine Kesit Görüntüsü.....	64
Ek Şekil 2A.Toplam Fenolik Madde Analizi Kalibrasyon Grafiği.....	65
Ek Şekil 2B.DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi Analizi Kalibrasyon Grafiği.....	65
Ek Şekil 2C.FRAP Demir (III) İyonu İndirgeme Antioksidan Kapasitesi Analizi Kalibrasyon Grafiği.....	66
Ek Tablo 1. Un numunelerinin Student-t Testi Sonuçları.....	67
Ek Tablo 2. Hamur Numuneleri Tek Yollu Varyans Analizi Sonuçları.....	68
Ek Tablo 3. Ekmek Numuneleri Tek Yollu Varyans Analizi Sonuçları.....	69
Ek Tablo 4. Duyusal Panel Tek Yollu Varyans Analizi Sonuçları.....	71

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BU	: Buğday unu
CO ₂	: Karbondioksit
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
FRAP	: Demir (III) İyonu İndirgeme Antioksidan Gücü
KM	: Kuru madde
M.Ö.	: Milattan önce
Rpm	: Devir sayısı
SMU	: Siyah mercimek unu
TFM	: Toplam Fenolik Madde
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
TPTZ	: 2,3,5-Triphenyltetrazolium chloride
TS	: Türk Standardı
°C	: Derece santigrat
cm	: Santimetre
g	: Gram
dk	: Dakika
kg	: Kilogram
kcal	: Kilo kalori
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mM	: Milimolar
Nm	: Nanometre
pH	: Çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini ifade eden ölçü birimi
yy	: Yüzyıl
µg	: Mikrogram
µM	: Mikromolar

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ekmek yüksek enerji değerine sahip olması nedeniyle temel besin maddelerinden birisi olarak kabul edilmektedir. Ekonomik, doyurucu ve besleyici olması nedeniyle her öğün tüketilmektedir (Özdemir vd., 2021). Ekmek karbonhidrat içeriği ve enerji değeri bakımından zengin olmasına rağmen esansiyel amino asit (lizin, metiyonin ve triptofan gibi) içeriği açısından fakirdir (Boukid vd., 2019).

Ekmek genelde rafine unlardan elde edilmektedir. Rafine unlar buğday kepeğinin ayrılması ile elde edildiğinden rafine unların vitamin, mineral ve diyet lif içeriği tam tahıl unlarına göre düşüktür. Bu nedenle rafine undan yapılan ekmekler tüketicilerin artan besinsel ve sağlık taleplerini karşılayamamaktadır (Xu vd., 2021).

Günümüzde fonksiyonel fırıncılık ürünlerine olan talep artmaktadır. Özellikle rafine undan yapılan ekmeğin besinsel özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar önem kazanmıştır. Rafine undan yapılan ekmeklerin protein, diyet lifi ve biyoaktif bileşenler açısından iyi bir kaynak olmaması nedeniyle ekmeğin besinsel özelliklerinin iyileştirilmesinde başta bitkisel kaynaklı besinler ve besin bileşenlerinden yararlanılmaktadır (Meral ve Karaoğlu, 2019).

Diyet lifi insan bağırsığında sindirilemeyen veya emilemeyen karbonhidrat polimerlerinden oluşan kalın bağırsakta kolon mikrobiyotası tarafından kısmen veya tamamen fermente edilebilen bitkilerin yenilebilen kısımlarıdır (Rezende vd., 2021). Diyet lifi tüketiminin obezite, diyabet, kolon kanseri, kardiyovasküler rahatsızlıklar ve bazı gastrointestinal rahatsızlıkları önleyebildiği ve sağlık açısından faydalı olduğu kanıtlanmıştır (Acosta-Estrada vd., 2014).

Antioksidan maddeler, aktif oksijen oluşumunu durdurarak ya da oluşan aktif oksijenleri tutarak, oksidasyonun neden olduğu zararlı etkileri hücresel bazda durdurarak kanser ve kardiyovasküler gibi kronik hastalıkların oluşumunu önlemektedir (Tosun ve Karadeniz, 2005). Antioksidan maddeler, vücuttaki tüm hücrelere etki ederek, yaşlanmayla ilgili süreç ve kronik hastalıklarda etkisi olduğu bilinen serbest radikallerin sağlık üzerindeki zararlı etkilerini azaltır (Kolaç vd., 2017).

En az bir aromatik halka ve bu halkada birden fazla sayıda hidroksil grubu içeren bileşikler fenolik bileşikler olarak adlandırılmaktadır (İçli, 2017). Fenolik bileşikler, hücre

yapısının korunmasında, serbest radikallerin zararlı etkilerini en aza indirerek hücreleri yaşlanmaya bağlı oksidatif hasarlardan korumada çok önemli bir rol oynamaktadır.

Mercimek (*Lens culinaris*), protein, karbonhidrat, diyet lifi, mineral, vitamin ve fenolik bileşikler açısından zengin bir besindir (Alshikh vd., 2015). Mercimek, tahıl bazlı diyetlerde esansiyel amino asitlerin eksikliğini dengelemede önemli olan iyi bir diyet lifi kaynağıdır (Perri vd., 2021). Yapılan çalışmalar, baklagillerde özellikle mercimekte bulunan biyoaktif bileşiklerin (fenolikler ve peptitler), antiinflamatuvar ve antihipertansif özelliklere sahip olabileceğini ve kanser hücre dizilerinin gelişmesini inhibe etme yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir (Casarin vd., 2021). Mercimek, önemli düzeyde fenolik bileşikler ve diyet lifi içermesi nedeniyle fonksiyonel gıda üretiminde yüksek potansiyele sahip bir baklagildir (Polat vd., 2020).

Pek çok insan, duyuşal özellikleri nedeniyle rafine undan yapılan beyaz ekmeği tercih etmektedir. Buradaki temel problem ekmeğin duyuşal özelliklerinde önemli bir değişiklik olmaksızın zenginleştirme çalışmasının yapılmasıdır (Agama-Acevedo vd., 2019).

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada beyaz ekmeğin besinsel özelliklerinin iyileştirilmesinde siyah mercimek ununun kullanılabilirliğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Beyaz ekmek her öğünde tüketilen temel bir gıda maddesidir. Beyaz ekmek diyet lifi içeriği bakımından fakirdir. Siyah mercimek iyi bir diyet lifi kaynağı olan bir baklagildir. Beyaz una siyah mercimek unu ilave edilerek ekmeğin diyet lifi içeriğinin artırılması hedeflenmiştir. Ayrıca siyah mercimeğin fenolik maddelerce zengin olması nedeniyle beyaz ekmeğin fenolik madde içeriğinin ve antioksidan kapasitenin artırılması amaçlanmıştır.

1.3. Ekmek

Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği'ne (Tebliğ no: 2012/2) göre ekmek; buğday ununa; su, tuz, maya (*Saccharomyces cerevisiae*) gerektiğinde şeker, enzimler, enzim kaynağı olarak malt unu, vital gluten ve izin verilen katkı maddeleri ilave edilip bu karışımın tekniğine uygun olarak yoğrulması, şekillendirilmesi, fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan üründür (URL-1).

Ülkemizde ekmek üretiminde buğday unu tercih edilmektedir. Ekmeklik unun protein miktarı yüksek, kül miktarı düşük ve maksimum nem miktarı % 14.5 olmalıdır.

Ekmeklik unda başlıca kalite özellikleri renk, protein miktarı ve kalitesi, su absorblama kapasitesi, hamur yoğurma ve fermentasyon toleransı, hamurun gaz yapma kabiliyeti ve glütenin gaz tutma kapasitesidir. Buğday proteini glüten maya faaliyeti sonucu açığa çıkan karbondioksit gazının hamurda tutulmasını sağlayarak ekmeğin kabarmasını ve gözenekli yapı oluşmasını sağlar. Bu nedenle ekmek yapımında unun glüten kalitesi ve miktarı önemlidir (Uslu, 2016).

Ekmek yapımında kullanılacak su; temiz, renksiz, kokusuz ve orta sertlikte olmalıdır. Su hamur bileşenlerinin karışmasını ve birbirleriyle etkileşime girmelerini sağlar ve hamura viskoelastik yapı kazandırır. Hamurda tuz, şeker ve hidrofilik proteinler gibi bileşenleri çözer ve suda çözünmeyen proteinleri hidrate ederek glüten oluşmasında rol oynar (Şen, 2013).

Ekmek yapımında kullanılan dört bileşenden biri olan tuz ekmeğe lezzet katar, hamurun fiziksel özelliklerini olumlu yönde ve glütene kuvvetlendirici yönde etki eder (Yılmaz, 2019).

Maya (*Saccharomyces cerevisiae*) hamurda oluşan basit şekerleri fermente ederek hamurun kabarması ve olgunlaşması için gerekli olan alkol ve karbondioksit gazının meydana gelmesini sağlar (Pala, 2012).

Ekmek yapımında dört bileşenin yanı sıra ekmek kalitesini iyileştirebilmek için bazı gıda katkı maddeleri kullanılmaktadır (Gujral ve Singh, 1999). Ekmek yapımında hamur performansını geliştirmek için enzimler (Tebben vd.,2018), hamuru kuvvetlendirmek ve ekmek kalitesini arttırmak için askorbik asit (Gültekin vd.,2019) ve ekmeğin bayatlamasını geciktirmek için emülgatörler (Stampfli ve Nersten, 1995) gibi katkı maddeleri kullanılmaktadır.

1.4. Ekmeğin Tarihçesi

Ekmek insanoğlunun bilinen en eski, en temel ve önemli gıda maddesidir. İnsanlar, su ile ıslatılmış ve kendi haline bırakılmış buğday kırmada gözeneklerin meydana geldiğini görmüşler ve bu kütleyi sıcak taşlar üzerinde pişirdikleri zaman küttelede bir lezzet olduğunun farkına varmışlardır ve ilk ekmeği böylece keşfetmişlerdir (Kalkan ve Özark, 2017).

Modern ekmek yapımı, Mısırlılar tarafından yaklaşık 3500 yıl öncesine dayanmaktadır. M.Ö. 4300 yıllarında değirmencilik ve fırıncılık sanatının icra edildiği, yapılan kazı sonuçlarında anlaşılmıştır. Ayrıca arkeolojik bulgular, Babilliler'in M.Ö. 4000

yıllarında fırınlarda ekmek pişirmeyi bildiğini göstermiştir (Kocaadam ve Acar-Tek, 2016). Atinalılar M.Ö. 5. yüzyıldan itibaren fırınlardan ekmek alımını sağlayabilmişlerdir. Roma'da ise fırınlar 2.yüzyılda ortaya çıkmıştır. Romalılar ilk ekmek üretimini, M.S. 87-117 yıllarında gerçekleştirmişlerdir. (Kourkouta vd., 2017)

Bira üretiminin geçmişinin ekmek yapımına göre daha eskiye dayanması nedeniyle ilk mayalı hamur eldesinde biradan yararlanıldığı belirtilmiştir (Kocaadam ve Acar-Tek,2016). 19. yy.da Hollanda'da buğday temeline dayanan maya bulunmuş ve kullanılmaya başlanılmıştır. Orta ve diğer Avrupa ülkelerine ekmek daha sonraları güneyden yayılmıştır. Avrupalılar buğdaydan önce çavdar gibi diğer tahıl ürünlerini kullanmışlar, ancak 15. yy.da buğdaydan beyaz ekmek yapımına başlamışlardır. Mikroorganizmaların ve mayanın aktif olarak bilinmesinden (19. yy.) sonra ekmek üretimi sanayi dalı haline gelmiştir. Yüzyılımızın ikinci yarısına yaklaşırken artık ekmek yapımında modern tekniklerin ortaya çıktığı ve makineleşmenin başladığı görülmektedir. Bir anlamda bu süre içerisinde ekmek sektörünün hızla sanayileştiği ifade edilmiştir (Kuter, 2011).

Sanayi Devrimi (18.-19. yy.) hızlı teknolojik atılımlar ve fırıncılıkta önemli değişiklikler getirmiştir. Amerika'da sert taneli tahıllar için su değirmenlerinden daha güçlü değirmenler ve yel değirmenleri üretilmiştir. Valsli değirmenlerin yapımı sert buğdayın öğütülmesine ve daha beyaz un üretimine yol açmıştır. Bu sayede kaliteli ekmek üretimi için yeni buğday çeşitleri keşfedilmiştir (Kourkouta vd., 2017).

1.5. Ekmek Üretimi Aşamaları

Ekmek üretiminin temel aşamaları yoğurma, fermentasyon, şekil verme, pişirme ve dinlendirmedir. Ekmek hammaddeleri tartıldıktan sonra gerekli miktarda su ilave edilerek hazırlanan karışımın yoğurulmasıyla hamur elde edilir. Ekmek yapımında ilk temel aşama yoğurma işlemidir. Yoğurma işleminin amacı hammaddelerin istenilen düzeyde birbirine karıştırılması ve işlenebilecek kıvamda hamur elde edilmesidir. Yoğurma işlemi sonrasında hamur plastik, elastik ve viskoz özelliklere sahip olmaktadır. Glütenin fiziksel olarak gelişmesi bu aşamada oluşmakta ve bu aşamada uygulanan mekanik işlemler ile glüten istenilen formu kazanmaktadır. Yoğurma işlemi iyi yapılmış ve geliştirilmiş bir hamurun konulduğu kabın şeklini alacak, şekil verilme aşamasında verilen şekli alabilecek, ayrıca kısmen ilk halini alabileceği canlı, elastik ve esnek yapıya sahip olması istenmektedir. Yoğurmanın süresi una göre değişmekle birlikte 5-6 dakika sürmekte, su absorplama

kapasitesi, yoğurma hızı, protein oranı, sıcaklık ve tuz ilave zamanı gibi faktörlerle değişmekte ve bu süre 2-3 katına kadar çıkabilmektedir. Hamurun son sıcaklığı 27⁰ C'yi aşmamalıdır, aştığı takdirde hamurda ve ekmekte kalite düşüklüğü meydana gelmektedir (Badem, 2021).

Yoğurma sonrası hamurun belirlenen süreyle fermente edilmesi ile yüksek hacimli, kaliteli bir ekmek üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Fermantasyonda meydana gelen gaz ile hamurun hacmi ilk hacminin 5 katına kadar çıkmakta ve hamur süngerimsi bir hal almaktadır. Fermentasyonda oluşan organik asit ve inorganik asitler ile ortam asitliği artmakta, etil alkol ve CO₂ oluşmaktadır. Tüm bu bileşenlerin etkisi ile glutende değişiklikler meydana gelerek hamurun gaz tutma yeteneği artmakta ve süngerimsi yapı ortaya çıkmakta, elastikiyeti ve uzama kabiliyeti artmaktadır. Fermentasyonu etkileyen faktörler; mayanın hamurdaki besin düzeyi, ortamdaki suyun miktarı, ortam sıcaklığı, ortam asitliği, başlangıçta ilave edilen maya miktarı ve hamur içerisine ilave edilen diğer malzemeler olarak sıralanabilir. Fermantasyonda ekmek mayasının en verimli çalışması için ortam sıcaklığı 31-38⁰ C olmalı ancak hamurun özellikleri açısından en ideal sıcaklık 21-32⁰ C aralığında olmalıdır. İstenilen hamura, üretim şekline, kullanılacak maya tipine ve yapılacak ekmek türüne göre değişmekle birlikte ortalama % 2.5-3.5 oranında maya kullanılmaktadır. Mayanın optimum çalışma pH'sı 4.7 olup, birçok hamurun ortalama pH'sı 4.0-6.0 arasındadır. Başlangıçta hamurun pH'sı 5.8- 6.0 iken fermentasyon sonunda pH 4.0'a kadar düşmektedir. Hamura ilave edilen tuz en çok % 1.5-2.25 ve şeker % 2-3 olup mayayı çok olumsuz yönde etkilememektedir, ancak tuzun % 1 ve şekerin % 6 üzerinde eklenmesi maya faaliyetini yavaşlatıcı etki yapmaktadır (Badem, 2021).

Belirli bir süre sonunda tamamlanan fermentasyonun ardından hamur, istenilen miktarda tartılarak kesme işlemi yapılmaktadır. İlk fermentasyon aşamasında fazla gaz oluşumu istenmeyen bir durum olup, hamur içerisinde oluşabilecek büyük hava ceplerini engellemek için kesme işlemi yapılmadan önce kısmi hava alma işlemi uygulanabilmektedir. Kesilen hamurların kendini toplaması için biraz dinlendirilmekte, sonra yuvarlak şekline getirilmektedir. Yuvarlak şekil verilen hamurların içerisindeki havanın kaybı nedeniyle kısa süreli bekletme ile (2-20 dk arası) hamur kendine gelmesi gerekmektedir. En son ekmek şekli verilen hamur tavalara alınarak son fermentasyon aşaması başlamış olmaktadır (Badem, 2021).

Fermentasyon işlemi tamamlanınca hamurun içindeki suyu buharlaştırmak için hamur fırında pişirilir. Yapılacak ekmek çeşidine göre değişmekle birlikte pişirme işlemi

220-250 °C sıcaklıkta 18-25 dakika arasında gerçekleştirilmektedir. Sıcaklık düşük ise ekmek hacmi büyük, sıcaklık yüksek ise ekmek hacmi düşük olmaktadır. Pişirme esnasında gluten denatüre olmaktadır. Karamelizasyon ve maillard reaksiyonları ekmeğin renk ve aromasına katkıda bulunmaktadır (Kalkışım vd., 2012)

Piştirme işleminden sonra ekmek alttan hava alacak ızgara üzerinde dinlenmeye ve soğumaya bırakılır. Fermentasyon sırasında oluşan nem ve alkol fazlası dışarıya atılır (Kalkışım vd., 2012)

1.6. Ekmeğin Besinsel Değeri

Ekmek, uzun süredir tüm dünyada insan beslenmesinin temel bir parçası olmuştur (Eslamizad vd., 2019). Ekmekte bulunan başlıca makro besin öğeleri karbonhidrat (%50.13), protein (%9.41) ve yağdır (%3.22). 100 g ekmek yaklaşık 276 kkal enerji sağlamaktadır. 100 g ekmeğin nem değeri %31.64 ve kül değeri %1.29'dur (URL-2). Ekmek tiamin, riboflavin, niasin, piridoksin ve folik asit gibi B grubu vitaminleri, yüksek miktarda fosfor, magnezyum, kalsiyum ve potasyum gibi mineralleri ve düşük miktarda sodyum, demir ve iyot gibi mineralleri içeren bir gıdadır (Shanmugavel vd., 2020).

Türkiye' de beslenmede enerjinin % 66'sı tahıllardan, bununda % 56'sı ekmekten, proteinin de % 50'si ekmekten karşılanmaktadır. İdeal bir beslenmede karbonhidratların toplam enerjideki payı % 55-60'dır (Kotancılar vd., 1995).

Yetişkin bir insanın günde ortalama 200 gr ekmek tüketmesiyle alması gereken günlük enerjinin % 20-24'ünü, proteinin % 26-28'ini, demirin % 8-32'ini, kalsiyumun % 6-38'ini, B₁ vitamininin % 18-42'sini, B₂ vitamininin % 8-20'sini ve niasinin % 10-18'ini karşıladığı bildirilmiştir. Dünyada kişi başına yıllık ekmek tüketimi; Avustralya'da 44 kg, Mısır'da 180 kg, İran'da 150 kg, İtalya'da 73 kg, Kuveyt'te 98 kg, Suriye'de 130 kg, ABD'de 34 kg iken Türkiye'de bu değer 180-210 kg düzeylerindedir (URL-3).

1.7. Beyaz ekmek

Öğütme sırasında kepek ve embriyo taneden ayrılır ve sadece endosperm kısmından un elde edilirse bu una "beyaz un" denir. Beyaz unun nişasta içeriği yüksektir fakat diğer besin öğeleri açısından fakirdir. Beyaz un elde edilirken diyet lifi, minör besin öğeleri (vitaminler ve mineraller) ve fenolik maddeler gibi sağlığa faydalı olduğu bilinen bileşenlerin miktarı azalmaktadır (Doğu-Baykut, 2021).

Beyaz una su, tuz, maya ve gerekli katkı maddeleri ilave edilerek beyaz ekmek elde edilmektedir. Beyaz ekmek ülkemizde en fazla tüketilen ekmek çeşididir. Beyaz ekmeğin besinsel bileşimi Tablo 1.1’de verilmiştir.

Tablo 1. 1. Beyaz Ekmeğin Ortalama Besinsel Bileşimi ve Enerji Değeri (URL-2)

Besin ögesi	100 g beyaz ekmek
Enerji (kcal)	276
Protein(g)	9.41
Azot(g)	1.65
Yağ(g)	3.22
Kül(g)	1.29
Karbonhidrat(g)	50.13
Toplam diyet lifi(g)	4.32
Tuz(g)	858
Nişasta (g)	34.44
Tiamin(mg)	0.197
Riboflavin(mg)	0.047
Niasin(mg)	0.871
Demir(mg)	1.04
B ₆ vitamini(mg)	0.104
Kalsiyum(mg)	109
Magnezyum(mg)	25
Fosfor(mg)	77
Potasyum(mg)	113
Sodyum(mg)	343
Çinko(mg)	1.68
Selenyum(μg)	3.0

1.8. Ekmek Zenginleştirilmesi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Temel besin maddelerinden birisi olan ekmek iyi bir karbonhidrat ve enerji kaynağı olmasına karşın özellikle beyaz undan yapılan ekmek protein, diyet lifi ve mikro besin öğeleri açısından iyi bir kaynak değildir. Bu nedenle ekmeğin besinsel özelliklerinin iyileştirilmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalarda genelde bitkisel besinler veya besin bileşenlerinden yararlanılmaktadır (Meral ve Karaoğlu, 2019). Ekmek hamurunun reolojik özellikleri ve/veya ekmek kalite özellikleri belirlenerek bitkisel besinlerin ve bileşenlerinin ekmek zenginleştirme amacıyla kullanılabilirliği araştırılmaktadır.

Marti ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan bir çalışmada filizlenmiş buğday taneleri % 15, % 25, % 33, % 50 ve % 75 oranlarında rafine buğday ununa ikame edilerek

hamurun reolojik özellikleri, pişirme performansları ve nişastanın sindirilebilirliği araştırılmıştır. Hamurun su absorpsiyonu, geliştirme süresi ve stabilitesinin önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir. Ekmek hacmi ve gözenekliliği açısından en iyi ekmeğin %50 filizlenmiş buğday ikame edilen ekmek olduğu ve %100 filizlenmiş buğday ikame edilen ekmeğin ise yavaş sindirilebilir nişasta fraksiyonunu arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Roblez-Ramirez ve arkadaşları (2020) tarafından yapılan bir çalışmada buğday ununa % 40, % 50, % 60 ve % 100 oranlarında arpa unu ilave edilerek ekmeğin gözenek yapısı, fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri araştırılmıştır. Arpa unu ilavesi ile, ekmeğin çözünmeyen lif, çözünür lif, toplam fenolik madde içeriğinin ve antioksidan kapasitesinin arttığı belirlenmiştir. Arpa ununun, ekmek hacmini azalttığı ve ekmeklerin tadını acılaştırdığı gözlemlenmiştir. Duyusal değerlendirmede ise % 60 oranında arpa unu ilaveli ekmeğin kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir.

Xu ve arkadaşları (2019) tarafından yapılan bir çalışmada buğday ununa % 5, % 10 ve % 15 oranlarında kinoa unu ilave edilerek ekmeğin bazı kalite özellikleri, antioksidan kapasitesi ve sindirilebilirliği araştırılmıştır. % 10 ve % 15 kinoa unu ilavesinin ekmeğin hacmini azalttığı ve kaba gözenek yapısını ve sertliğini arttırdığı tespit edilmiştir. Kinoa içeren ekmeklerin diyet lifi içeriği ve antioksidan kapasitesinin arttığı glisemik indeks ve sindirilebilirliğin azaldığı belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmede, artan kinoa unu ilavesiyle ekmeğin lezzetinin önemli ölçüde arttığı belirtilmiştir.

Buğday ununa % 10, % 15 ve % 20 oranında kinoa unu ve % 50, % 75 ve % 100 oranında peynir altı suyu ilave edilerek ekmek zenginleştirmesi üzerine yapılan bir çalışmada kinoa unu ve peynir altı suyu ilaveli ekmeklerin kontrol ekmeğine oranla daha iyi dokuya, raf ömrüne ve duyuşal özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Acılık vermesi nedeniyle en fazla % 15 oranında kinoa unu kullanımı önerilmiştir. Peyniraltı suyu kullanımının ise, ekmek yapımında kullanılan su miktarını tamamen değiştirebileceğinden en fazla % 50 oranında kullanımı önerilmiştir (Salazar vd., 2017).

Dhingra ve Jood (2002) tarafından yapılan bir çalışmada arpa unu ve soya unu (tam yağlı ve yağı alınmış) sırasıyla % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranlarında buğday ununa ilave edilerek ekmeğin duyuşal ve besinsel özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. % 15 seviyesinde hem arpa hem de yağı alınmış soya unlarından yapılan ekmeklerde, önemli ölçüde protein, toplam lizin, diyet lifi, β -glukan ve mineral içeriğinin arttığı ve duyuşal özellikler bakımından ve besleyici olarak en kabul edilebilir ekmekler olduğu belirlenmiştir.

Man ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan bir çalışmada nohut unu % 10, % 20 ve % 30 oranlarında buğday ununa ikame edilerek ekmeğin besinsel ve kalite özellikleri araştırılmıştır. Ekmeğin protein, mineral ve lif değerlerinin arttığı, nohut unu ilave oranı arttıkça ekmek hacminin azaldığı belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmede % 10 oranında nohut ilaveli ekmeğin kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir.

Bigne ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan bir çalışmada buğday ununun 100 g ve 200 g/kg nohut unu ile ikame edilmesiyle nohut-buğday unu hamurunun reolojik özellikleri incelenmiştir. Nohut unu ilavesinin artışıyla hamurda sertlik ve elastikiyet artışı olduğu saptanmıştır.

Turfani ve arkadaşları (2017) tarafından yapılan bir çalışmada buğday ununa % 5-6, % 10-12 ve % 24 oranında yeşil mercimek unu ve keçiyoynuzu unu ilave edilerek hamurun reolojik ve fonksiyonel özellikleri incelenmiştir. Keçiyoynuzu ununun, hamurun uzayabilirliğini azalttığı ancak hamurun uzamaya karşı direncini ve hamurun su absorpsiyonu yaklaşık % 40'a kadar arttırdığı, mercimek ununun ise hamurun uzamaya karşı direncini, uzama kabiliyetini ve stabilitesini azalttığı tespit edilmiştir. % 5-6 oranında mercimek unu ilave edilmesinin genel olarak ekmeğin hacmini değiştirmediği, keçiyoynuzu unu ve özellikle mercimek ununun ekmeğin antioksidan kapasitesini arttırdığı saptanmıştır. Keçiyoynuzu ve yeşil mercimeğin buğday ekmeğinin fonksiyonel ve teknolojik özelliklerini iyileştirmek için kullanılabileceği önerilmiştir.

Buğday ununa 15-35 g/kg oranlarında mesquite (baklagil) unu ilave edilerek ekmeğin reolojik ve kalite özellikleri incelenmiştir. Mesquite unu ilavesinin hamurun stabilitesini düşürdüğü, fermentasyon sürelerini arttırdığı ve ekmeğin daha düşük hacme sahip olduğu saptanmıştır. Diyet lifi içeriğinde önemli ölçüde iyileşme olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Bigne vd., 2016).

Buğday ununa % 5 ve % 20 oranında kabak unu ilave edilerek ekmeğin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitesi incelenmiştir. Kabak ununun toplam fenolik madde içeriği, DPPH ve ABTS radikal temizleme aktivitesini arttırdığı ve en yüksek antioksidan aktiviteye sahip ekmeğin % 20 ilaveli ekmek olduğu saptanmıştır (Wohyono vd., 2020).

Makinde ve Akinoso (2014) tarafından yapılan bir çalışmada buğday ununa % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranında siyah susam unu ikame edilerek ekmeğin kimyasal, fiziksel ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Siyah susam unu oranı arttıkça protein, yağ, kül ve ham lif değerlerinin arttığı, karbonhidrat ve enerji değerlerinin ise azaldığı tespit edilmiştir.

Duyusal analiz sonuçlarında ise kontrol ekmeği ve susam unu ilaveli ekmeklerin aralarında önemli derecede fark olduğu ve % 5 ilaveli ekmeğin ise en fazla kabul gören ekmek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Buğday ununa % 2.5, % 5, % 7.5 ve % 10 oranlarında enginar sapı tozu ikame edilmesiyle ekmeklerin toplam fenolik madde içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmede % 7.5 ve % 10 oranında enginar tozu ilave edilen ekmeklerin tadının daha kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir (Boubaker vd., 2016).

Suliman ve arkadaşları (2016) tarafından yapılan bir çalışmada buğday ununa % 5, % 7.5 ve % 10 oranlarında nar kabuğu ilave edilerek ekmek kalitesine etkisi araştırılmıştır. Reolojik analizler sonucunda hamurun uzamaya karşı direnci ve stabilitesinin nar kabuğu oranı arttıkça azaldığı, hamurun su absorpsiyonunun ise nar kabuğu arttıkça arttığı gözlemlenmiştir. Ekmeğin ağırlığının nar kabuğu oranı arttıkça arttığı, ekmek hacminin ise nar kabuğu oranı arttıkça azaldığı belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonucu % 5 oranında nar kabuğu ilavesinin kabul edilebilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Issaoui ve arkadaşları (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, ekmeğin besinsel değeri ve duyusal kalitesinin artırılması hedeflenerek buğday ununa % 0.25, % 0.5, % 0.75 ve % 1 oranında tarçın ve % 0.25, % 0.5, % 0.75, % 1 ve % 1.5 oranında ise nar kabuğu ilave edilmiştir. Nar kabuğu ve tarçın ilavesinin artmasıyla birlikte ekmeklerde doğru orantılı olarak nem ve protein miktarının azaldığı, kül ve lif miktarı ve radikal temizleme aktivitesinin ise arttığı saptanmıştır. Duyusal değerlendirmede ise % 0.25 ilaveli tarçınlı ekmeğin ve % 0.5 nar kabuğu tozu ilaveli ekmeğin kabul gördüğü belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada üzüm çekirdeği ekstresi ilavesinin ekmeklerin antioksidan aktivitesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Üzüm ekstresi eklenmiş ekmeklerin kontrol ekmeğine oranla daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip oldukları ve üzüm ekstresi oranı arttıkça antioksidan kapasitenin daha da arttığı saptanmıştır. Üzüm ekstresinin ekmekler üzerinde kabul edilebilir renk değişikliğine neden olduğu belirtilmiştir (Peng vd., 2010).

Dhen ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan bir çalışmada buğday ununa % 4, % 8, % 12 ve % 24 oranlarında kayısı çekirdeği unu (KÇU) ilave edilmiş ve ekmeğin kimyasal, duyusal ve renk özellikleri incelenmiştir. Kayısı çekirdeği ununun protein, kül ve yağ içeriği bakımından ekmeği zenginleştirmek için uygun olduğu belirlenmiştir. % 12'nin üzerinde KÇU ilaveli ekmeğin kontrol ekmeğine göre, düşük hacimli, daha koyu kabuk rengine ve sarımsı ekmek içi rengine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kayısı çekirdeğinin ekmek zenginleştirme için en fazla % 12 oranında kullanımı önerilmiştir.

Romankiewicz ve arkadaşları (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa % 2, % 4, % 6 ve % 8 oranlarında chia tohumu ilave edilmiştir. Chia tohumu miktarı arttıkça pişirme kayıplarının, ekmek içi sertliğinin ve ekmek hacminin azaldığı, diyet lifi, mineral madde ve fenolik madde içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Chia tohumu ilave edilmiş ekmeklerin kabuk renginin kontrol ekmeğine göre daha koyu olduğu saptanmıştır. Duyusal değerlendirmede ise % 2 - % 6 oranında ilaveli ekmeklerin kabul gördüğü belirlenmiştir.

Arufe ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa % 2, % 4, % 6 ve % 8 oranında kahverengi deniz yosunu tozu (*Fucus vesiculosus*) ilave edilerek hamurun reolojik özellikleri ve ekmeğin kalitesi incelenmiştir. % 4'ün üzerinde ilave edilen deniz yosunu tozunun hamurun uzama kabiliyeti ve ekmek içi sertliğini arttırdığı tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre deniz yosunu tozu ilave oranı artışı panelistleri olumsuz etkilediğinden en fazla % 4 oranında ilave edilmesi önerilmiştir.

Zhang ve arkadaşları (2019) tarafından yapılan bir çalışmada mantar (*Agaricus bisporus*) tozu (ABT) % 2, % 4, % 6 ve % 8 oranlarında buğday ununa ikame edilerek ekmeğin antioksidan kapasitesi ve kalite özellikleri incelenmiştir. ABT miktarının artmasıyla, hamurun su absorpsiyonun, ekmeklerin antioksidan kapasitelerinin ve fenolik madde içeriklerinin arttığı, ekmek hacminin ise azaldığı belirtilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre % 4 oranında ABT ilaveli ekmeğin kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir.

Kuruyemiş (badem, fındık, fıstık ve ceviz) ezmeleri buğday hamuruna % 5, % 10 ve % 15 oranında ilave edilerek hamurun reolojik özellikleri ve ekmek hacmine etkisi incelenmiştir. Ceviz ezmesi ilaveli hamurun uzamaya karşı direnci ve su absorplama kapasitesinin en düşük değere sahip olduğu, hamur gelişme süresi, tolerans ve stabilitenin en yüksek değerleri gösterdiği saptanmıştır. % 5 ve % 10 fındık ezmesi ilave edildiğinde ekmek hacminin arttığı ve badem, fıstık ve ceviz ezmesiyle de benzer sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir (Gomez vd., 2008).

Garcia-Segovia ve arkadaşları (2020) tarafından yapılan bir çalışmada bezelye ve böcek bazlı protein kaynaklarının buğday ununa % 5 ve % 10 ilave edilerek hamurun reolojik özellikleri ve ekmeğin fizikokimyasal ve duyusal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bezelye proteininin hamurun uzama kabiliyetini ve stabilitesini önemli ölçüde arttırdığı ve yüksek miktarlarda bezelye proteini ilavesinin, ekmeğin sertlik değerlerini arttırdığı tespit edilmiştir. Protein kaynaklarının ilavesinin ekmeğin besin

değerini iyileştirdiği ve protein içeriğini artırdığı saptanmıştır. Duyusal değerlendirmede ise % 10 böcek bazlı protein ilaveli ekmeklerin görünüş puanlarının en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir.

1.9. Mercimek

Mercimek (*Lens culinaris*), Leguminosae familyasına ait bir türdür. Dünya çapında özellikle Asya ve Amerika'da yetiştirilmektedir (Magro ve Castro, 2020). Mercimek, Orta Doğu, Güney Asya ve Kuzey Afrika'daki ülkelerde, temel bir besindir. Kanada, dünya üretiminin yaklaşık %40'ını karşılayan lider mercimek üreticisi ve ihracatçısıdır (Zhang vd., 2019). Türkiye, en önemli mercimek üreticisi ülkelerden birisidir ve verimi 850 ila 1100 kg/ha arasında değişmektedir (Göncü, 2020). 2019 verilerine göre, Kanada 2166900 ton, Hindistan 1227820 ton, Avustralya 533755 ton, Türkiye 353631 ton, Çin 164239 ton ve Rusya 116618 ton üretim miktarı ile en önemli mercimek üreticisi ülkelerdir (URL-4).

Mercimek, çeşit, tohum kabukları ve kotiledonların bileşimine bağlı olarak sarı, turuncu, kırmızı, yeşil, kahverengi veya siyahı içeren geniş bir renk yelpazesine sahiptir. Kabuğu ayrılmış tohumların rengi, esas olarak sarı, kırmızı veya yeşil olabilen kotiledon rengiyle ilişkilidir. Bozulmamış tohumun rengi tohum kabuğuna bağlıyken, taba rengi, kahverengi, yeşil, gri veya siyah olabilir (Ganesan ve Xu, 2017).

Mercimek protein ve diyet lifi içeriğinin yüksek olması sebebiyle besleyici değeri yüksek bir baklagildir (Gökhisar, 2018). Mercimek çok çeşitli fitokimyasallar içeren birçok ülkede insanlar için önemli temel baklagillerdendir. Baklagiller arasında mercimek (*Lens culinaris*), insan diyetinde sağlık yararları nedeniyle artan bir ilgi görmekte ve yüksek biyoaktif bileşen seviyeleri nedeniyle mükemmel bir diyet antioksidan kaynağı olarak kabul edilmektedir (Zhang vd., 2015). Siyah mercimek yüksek oranda fenolik bileşikler içerir. Siyah mercimek üzerine yapılan bir çalışmada siyah mercimeğin güçlü antioksidan özelliklere sahip bir baklagil olduğu açıklanmıştır (Paranavitana vd., 2021). Yapılan bir çok çalışma fenolik bileşiklerin göğüs, kolon, mide ve prostat kanseri oluşum riskini azalttığını göstermiştir (Alshikh vd., 2015). Koyu renkli baklagiller özellikle antosiyanidinler açısından zengindir. Antosiyanidinler flavonoit grubuna ait fenolik bir bileşiktir (Paranavitana vd., 2021). Araştırmalar, monomerik antosiyanidinlerin siyah kabuklarda diğer renkli kabuklara oranla daha fazla olduğunu göstermiştir (Kuang vd., 2017).

Mercimek özellikle çözünür olmayan diyet lifi bakımından zengindir. Çözünür olmayan diyet lifi toplam diyet lifinin yaklaşık % 91’lık kısmını oluşturur (Duenas vd., 2016). Çözünür olmayan lif dışkıyı toplar, kolondan geçiş süresini kısaltır ve böylece kabızlığı önler (Mahan vd., 2016). Diyabetli kişiler için glisemik indeksi düşürmede ve diyet lifi içeriğinden dolayı kardiyovasküler hastalıklara karşı korumada oldukça faydalıdır. Çok sayıdaki çalışma yüksek oranda lif tüketen kişilerin kan basıncının düşük oranda lif tüketen kişilere göre daha düşük olduğunu göstermiştir (Wang vd., 2009).

Mercimekteki bir diğer önemli biyoaktif bileşen folik asittir (B₉ vitamini) (Singh vd., 2015). 100 g mercimek ortalama 328 µg folik asit içerir.(URL-5). Yeterli miktarda folat alımı erken embriyonik beyin gelişimi, özellikle nöral tüp kusurları, kolon kanseri ve beyin bozuklukları riskini azaltmaya yardımcı olur. Folat eksikliği, kardiyovasküler hastalık için bir risk faktörü olan homosistein seviyesinin yükselmesi ile de ilişkilidir. İnsan vücudunda folat sentezi gerçekleşmediği için folatı, folat değeri yüksek gıdalardan takviye etmelidirler (Singh vd., 2015).

Protein, karbonhidrat, diyet lifi ve mikro besin öğeleri içeriği ile besleyici değeri yüksek olan siyah mercimeğin besinsel bileşimi ve enerji değeri Tablo 1.2.’de verilmiştir.

Tablo 1. 2. Siyah mercimeğin besinsel bileşimi (URL-5)

Besin öğeleri	100 g siyah mercimek
Protein (g)	26
Yağ (g)	2
Karbonhidrat (g)	60
Toplam diyet lifi (g)	18
Şeker (g)	2
Kalsiyum (mg)	100
Demir (mg)	8
Potasyum (mg)	960
Sodyum (mg)	30
Enerji (kkal)	360

Mercimek yüksek oranda içerdiği karbonhidrat ve diyet lifinden dolayı doygunluk hissi verdiği için diyet listelerinde fazlaca kullanılmaktadır. Mercimeğin dünyadaki tüm mutfaklarda kullanımı oldukça yaygındır. Çorba, güveç, salata ve smoothie yapımında kullanılır. Mercimek unu olarak bisküvi, granola, barlar, kekler, kurabiyeler ve meyveli dondurma yapımında kullanılmaktadır (Havemeier, 2018).

Mercimeğin protein ve diyet lifi içeriğinin yüksek olması nedeniyle mercimek ununun gıda zenginleştirme amacıyla kullanılabilirliğini araştıran çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları Tablo 1.3’de verilmiştir.

Tablo 1. 3. Gıda zenginleştirme çalışmalarında mercimek unu kullanımı

Gıda	Kaynak
Kek-Kraker	Utku vd.,2020
Erişte	Vatansever vd.,2020
Buğday ekmeği	Marchini vd., 2021
Glutensiz kek	Gülhan,2021
Tarhana	Göncü, 2020
Bisküvi-Granola-Bar	Havemeier, 2018

2.YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Çalışma için organik ekmeklik beyaz un (Safmill Gıda A.Ş./Tekirdağ), siyah mercimek (Yayla Agro Gıda San. ve Nakliyat A.Ş./Mersin), kuru maya ve tuz (Aktentaş Aksaray Tarım Endüstri Ticaret A.Ş.) temin edilmiştir. Siyah mercimek laboratuvar değirmeni (IKA-Werke, GmbH & Co.KG, Staufen, Germany) ile öğütülerek un (partikül boyutu: 200 mikron) haline getirilmiştir.

2.2. Kimyasallar

Çalışmada analitik saflıkta aseton, metanol, etanol, borik asit, hidroklorik asit, nitrik asit, sülfirik asit, sodyum hidroksit, sodyum karbonat, petrol eteri, dietil eter, demir-3-klorür, Folin Chiocalteu reaktifi, gallik asit, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) ve 2,4,6-tripiridil-s-triazin (TPTZ), Troloks kullanılmıştır.

2.3. Ekmek Üretimi

Ekmek üretiminde ev tipi ekmek makinesi (Arçelik K2715, Arçelik A.Ş., İstanbul) kullanılmıştır. Beyaz una belli oranlarda siyah mercimek unu (% 2 - % 6 - % 10) ilave edilerek ekmek formülasyonları oluşturulmuştur. Çalışmada biri kontrol olmak üzere 4 formülasyon hazırlanmıştır. Ekmek formülasyonları Tablo 2.1’de verilmiştir. Ekmek üretimi 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. 1. Ekmek Formülasyonları

Bileşenler	Kontrol	% 2 SMU	% 6 SMU	% 10 SMU
Un(g)	300	294	282	270
Maya(g)	3	3	3	3
Tuz(g)	4.5	4.5	4.5	4.5
Su(g)	180	180	180	180
Siyah mercimek unu(g)	0	6	18	30

SMU : siyah mercimek unu

Ekmek üretiminde ekmek makinesinde kullanılan program Tablo 2.2’de verilmiştir (Arslan Burnaz vd., 2018).

Tablo 2. 2. Ekmek üretiminde kullanılan program

Program Aşamaları	Süre (dakika)
Yoğurma 1	14
Mayalanma 1	32
Yoğurma 2	8
Mayalanma 2	31
Mayalanma 3	50
Piştirme Sıcaklığı: 180°C	62
Toplam Süre	3 saat 17 dakika

2.4. Un Örneklerinde Yapılan Kimyasal Analizler

Ekmeklik un örneklerinde nem, kül, yağ, protein ve toplam diyet lifi analizi yapılmıştır.

2.4.1. Nem Miktarı Tayini

Çalışmada kullanılan unun nem miktarı tayini AOAC 925.10 metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Aşağıdaki formüle göre nem miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{Nem}\% = (m_2 - m_3) * 100 / (m_2 - m_1)$$

m₁: Tartım kabının ağırlığı (g)

m₂: Tartım kabı + numune miktarı (kurutmadan önce) (g)

m₃: Tartım kabı + numune miktarı(kurutmadan sonra) (g)

2.4.2. Kül Miktarı Tayini

Çalışmada kullanılan unun kül miktarı tayini AOAC 923.03 metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Aşağıdaki formüle göre kül miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{Kül}\% = (m_3 - m_1) * 100 / (m_2 - m_1)$$

m₁: Kroze ağırlığı (g)

m₂: Kroze ağırlığı + numune miktarı (g)

m₃: Kroze ağırlığı + kül miktarı (g)

2.4.3. Protein Miktarı Tayini

Çalışmada kullanılan unların protein miktarı tayini Kjeldahl yöntemiyle yapılmış olup tayin AOAC 920.87 metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Protein faktör değeri buğday unu için 5.7 siyah mercimek unu için 6.25 olarak alınmıştır. Aşağıdaki formüle göre protein değeri hesaplanmıştır.

$$\text{Protein \%} = N \cdot V \cdot 0.014 \cdot F \cdot 100 / m$$

N: Harcanan HCl Normalitesi (0.1 N)

V: Harcanan HCl hacmi (mL)

m : Numune miktarı (g)

F: Protein faktör değeri

2.4.4. Yağ Miktarı Tayini

Ekmeklik un örneklerinin yağ miktarı tayini AOAC 922.06 metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Aşağıdaki formüle göre yağ miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{Yağ \%} = (m_3 - m_2) / (m_1 \cdot 100)$$

m₁: Numune miktarı (g)

m₂: Balon ağırlığı (g)

m₃: Balon ağırlığı + yağ miktarı (g)

2.4.5. Toplam Diyet Lifi Analizi

Çalışmada kullanılan unların toplam diyet lifi analizi AOAC 985.29 metoduna göre yapılmış olup analizler özel Gıda Kontrol Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

2.5. Ekmek Hamurunda Yapılan Reolojik Analizler

Belirli oranlarda ekmeklik buğday unu ve siyah mercimek unu içeren un karışımlarından elde edilen hamurların reolojik özellikleri farinograf ve ekstensograf cihazları ile belirlenmiştir. Çalışmada hazırlanan un karışımlarının buğday unu ve siyah mercimek unu oranları Tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2. 3. Reolojik analiz için hazırlanan un karışım oranları

Buğday unu (%)	Siyah Mercimek Unu (%)
100	0
95	5
90	10
85	15
80	20
75	25
70	30

2.5.1. Ekstensograf Analizi

Ekstensograf analizi için (Brabender – Extensograph – E, Almanya) cihazı kullanılmıştır. Ekmeklik un örnekleri 300 g tartılmış ve cihazdaki hazneye boşaltılmıştır. Üzerine bir miktar saf suda çözündürülmüş 6 g tuz ilave edilmiş ve cihaz çalıştırılmıştır. Hamur yoğrulmaya başlamış ve bu işlem 5 dakika sürmüştür. Süre sonunda cihazın kapağı açılmış ve elde edilen hamurdan makas yardımıyla 150 g tartılmıştır. Hamur önce yuvarlama kutusuna sonra nişastaya batırılarak silindire verilmiştir.

Rulo haline gelen hamur tutuculara yerleştirilmiştir ve 30°C de dinlendirme odasında 45 dakika bekletilmiştir. 45 dakika sonunda hamur tutucuyla beraber ölçüm sistemine asılmış ve grafiği çizilmiştir. Hamur koştuktan sonra tutucudan alınıp, tekrar rulo haline getirilmiş ve yeniden dinlenme odasına konulmuştur. Bu işlem her 45 dakika sonunda olmak üzere üç defa tekrarlanmıştır. Toplamda 45+45+45=135 dakika bir hamur için dinlendirme yapılmıştır.

Ekstensograf analizinde hamurun uzamaya karşı direnci, enerji değeri, uzama kabiliyeti ve maksimum direnç gibi parametrelerinin ölçümü yapılmıştır.

Ekstensograf analizi Samsun Ulusoy Un A.Ş. un fabrikasında gerçekleştirilmiştir.

2.5.2. Farinograf Analizi

Farinograf analizi için (Brabender – Farinograph – E, Almanya) cihazı kullanılmıştır. Ekmeklik un örnekleri toplam 300 g tartılmış ve miksera dökülmüştür. Bu analizde kullanılan unun ekstensograf analizinde kaldırdığı su miktarının iki birim fazlası verilmiştir. Su verme işlemi tek seferde ve hızlı bir şekilde yapılmıştır. Farinograf analizi 20 dakika sürmüştür. Paletler 20 dakika boyunca hamuru karıştırmaya devam etmiştir ve 20 dakika sonunda paletler durmuş olup test sona ermiştir.

Farinograf analizinde su absorpsiyonu, hamur gelişme süresi, stabilite ve yumuşama derecesi gibi parametrelerin ölçümü yapılmıştır.

Farinograf analizleri Samsun Ulusoy Un A.Ş. un fabrikasında gerçekleştirilmiştir.

2.6. Ekmekte Yapılan Analizler

Beyaz un ile hazırlanan kontrol ekmeğinde ve belirli oranlarda beyaz un ve siyah mercimek unu içeren un karışımlarından hazırlanan ekmeğin örneklerinde nem, kül, protein, yağ, toplam diyet lifi, ağırlık ve spesifik hacim tayinleri, duyu analizi, renk analizi, toplam fenolik madde analizi ve antioksidan aktivite analizleri (DPPH radikal temizleme ve FRAP demir (III) iyonu indirgeme antioksidan gücü) yapılmıştır.

2.6.1. Nem Miktarı Tayini

Ekmeğin örneklerinde nem tayini TS 5000'e göre gerçekleştirilmiştir. Aşağıdaki formüle göre toplam nem miktarı yüzde olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Nem}\% = (R_1 + R_2) - (R_1 \cdot R_2) / 100$$

R₁: Dilimlenmiş ekmeğin nem miktarı (%)

R₂: Öğütülmüş ekmeğin nem miktarı (%)

$$R_1 = (m - m_1) / m \cdot 100$$

$$R_2 = (m_2 - m_3) / m_2 \cdot 100$$

m: Kurutulmadan önce dilimlenmiş ekmeğin kütlesi (g)

m₁: Kurutulduktan sonra dilimlenmiş ekmeğin kütlesi (g)

m₂: Öğütülmüş ekmeğin tartılan numune kütlesi (g)

m₃: Öğütülmüş ekmeğin kurutulduktan sonraki kütlesi (g)

2.6.2. Kül Miktarı Tayini

Ekmeğin örneklerinde kül tayini, AOAC 923.03 metoduna göre gerçekleştirilmiştir.

2.6.3. Protein Miktarı Tayini

Ekmeğin örneklerinin protein miktarı tayini Kjeldahl yöntemiyle yapılmış olup AOAC 920.87 metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Protein faktörü olarak 5.7 alınmıştır.

2.6.4. Yağ Tayini

Ekmek örneklerinde yağ miktarı tayini AOAC 922.06 metoduna göre gerçekleştirilmiştir.

2.6.5. Toplam Diyet Lifi Analizi

Ekmek örneklerinde toplam diyet lifi analizi AOAC 985.29 metoduna göre yapılmış olup analizler özel Gıda Kontrol Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

2.6.6. Ağırlık Tayini

Ekmekler piştikten ve soğuduktan sonra hassas terazide (Radwag PC-600.R2, Polonya) tartılarak ağırlıkları gram (g) cinsinden belirlenmiştir.

2.6.7. Spesifik Hacim Tayini

Piştirme sonrası 2 saat oda koşullarında soğutulan ekmeklerde, kolza tohumuyla yer değiştirme yöntemi kullanılarak ekmek hacmi cm^3 cinsinden belirlenmiştir (Ertugay ve ark. 1991). Aşağıdaki formüle göre ekmeklerin spesifik hacmi hesaplanmıştır.

Spesifik Hacim= Ekmek hacmi / Ekmek ağırlığı (cm^3/g)

Ekmek hacmi = (Kabın kolza tohumu cinsinden hacmi)-(Ekmek çıkarıldıktan sonra kalan kolza tohumunun hacmi) (cm^3)

2.6.8. Renk Analizi

Ekmek örneklerinin renk analizi renk tayin cihazı (Konica Minolta CR-400, Japonya) ile gerçekleştirilmiştir. Ekmek örneklerinin renk analizinde ekmek içi ve ekmek kabuğunun L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık-yeşillik) ve b^* (sarılık-mavilik) renkleri değerlendirilmiştir.

2.6.9. Fenolik Madde Ekstraksiyonu

Ekstraksiyon işleminde çözücü olarak % 80'lik metanol kullanılmıştır (Xu vd., 2019). Öğütülmüş ekmek örneklerinden 1 g tartılmış ve üzerine 5 ml % 80'lik metanol ilave edilmiştir. Deney tüpleri çalkalamalı su banyosunda 250 rpm'de 2 saat çalkalanmış ve çalkalama işlemi sonrası ekstraksiyona ultrasonik banyoda 30 dakika devam edilmiştir. Deney tüpleri santrifüjde 4000 rpm'de 5 dakika santrifüj edildikten sonra deney

tüplerinden üst faz alınmıştır. Ekstraksiyon işlemi 1 kez daha tekrar edilmiştir. Ekstraktlar birleştirilmiş ve analize kadar – 18 °C’de muhafaza edilmiştir.

2.6.10. Toplam Fenolik Madde Analizi

Toplam fenolik madde analizi Folin-Ciocalteu yöntemine göre gerçekleştirilmiştir (Singleton ve Rossi, 1965). Ekstrakt (0.5 mL) deney tüpüne alınmış ve üzerine Folin Ciocalteu reaktifi (0.5 mL) ilave edilmiştir. Deney tüpleri karanlıkta 5 dakika bekledikten sonra sırasıyla 0.5 mL sodyum karbonat (1 M) ve 3.5 ml su ilave edilmiştir. Deney tüpleri karıştırıldıktan sonra karanlıkta 2 saat bekletilmiştir. UV-VIS spektrotometre ile (Shimadzu UV-1800, Japonya) 760 nm’de absorbans ölçülmüştür. Kalibrasyon grafiği galik asit (5-10-20-40-60-80-100 mg/L) ile hazırlanmıştır.

2.6.11. DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi

Antioksidan aktivenin belirlenmesinde DPPH radikal temizleme yöntemi kullanılmıştır (Brands-Williams vd.,1995). Ekstrakt (1 mL) deney tüpüne alınmış ve üzerine DPPH reaktifi (60 µM, 1 mL) ilave edilmiştir. Deney tüpleri karıştırılmış ve karanlıkta 1 saat bekletilmiştir. UV-VIS spektrotometre ile (Shimadzu UV-1800, Japonya) 515 nm’de absorbans ölçülmüştür. Kalibrasyon grafiği Troloks (0.75-1.5-3.125-6.25-12.5-25-50 µM) ile hazırlanmıştır.

2.6.12. FRAP demir (III) iyonu indirgeme antioksidan gücü

Antioksidan aktivitenin belirlemede bir diğer yöntem olarak FRAP demir (III) iyonu indirgeme antioksidan kapasitesi yöntemi kullanılmıştır (Benzie ve Strain, 1996). FRAP reaktifi sodyum asetat tamponu (pH=3.6), TPTZ (10 mM) ve demir-3-klorür (20 mM) 10:1:1 oranında karıştırılmasıyla hazırlanmıştır. Ekstrakt (0.5 mL) deney tüpüne alınmış ve üzerine FRAP reaktifi (1.5 mL) ilave edilmiştir.

Deney tüpleri karıştırılmış ve karanlıkta 20 dakika bekletilmiştir. UV-VIS spektrofotometre ile (Shimadzu UV-1800, Japonya) 595 nm’de absorbans ölçülmüştür. Kalibrasyon grafiği Troloks (1.5-3.125-6.25-12.5-25-50-100 µM) ile hazırlanmıştır.

2.6.13. Duyusal Analiz

Ekmek örneklerinin duyusal analizinde ekmek içi ve ekmek kabuğu değerlendirilmiştir. Ekmek içinde renk, gözenek, ufalanma, koku, tat, elastikiyet, nemlilik, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik özelliklerine ve ekmek kabuğunda renk, koku, tat, sertlik ve gevreklik özelliklerine bakılmıştır. Duyusal analiz yapılırken panelistlere her bir örnek test edilirken ağızlarını çalkalamaları için su verilmiştir. Duyusal analiz yaş aralığı 25-35 olan 13'ü erkek 12'si kadın olmak üzere 25 kişilik sağlıklı deneyimsiz panelistler (üniversite personeli) ile gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizde 1-9 skalalı puanlama testi uygulanmıştır. Duyusal analiz için kullanılan form ekte (Ek Form 1) verilmiştir.

Duyusal panel öncesi panelistler çalışma ile ilgili bilgilendirilmiş ve çalışmaya katılmaları için onamları alınmıştır. Duyusal panel için Gümüşhane Üniversitesi Etik Kurulu'ndan (Tarih : 26/10/2020 Sayı: 2020/10) izin alınmıştır.

2.6.14. İstatistiksel Analiz

Analiz sonuçlarına ait ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Örnekler arasındaki farklılıkları belirlemek için tek yönlü varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Sonuçlar %95 güven aralığında değerlendirilmiştir. Veri analizinde SPSS 17.00 programı kullanılmıştır.

3.BULGULAR

3.1. Hamurun Reolojik Özellikleri

3.1.1.Farinograf Analiz Sonuçları

Çalışmada kullanılan buğday ununa belirli oranlarda siyah mercimek unu ilave edilerek hamur yoğurma özellikleri belirlenmiştir. Buğday unu ve buğday unu-siyah mercimek unu karışımlarından hazırlanan hamurların farinograf analiz sonuçları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3. 1. Farinograf analizi sonuçları

SMU/BU Oranı	Su Absorpsiyonu (%)	Hamur Gelişme Süresi (dakika)
% 0 SMU - % 100 BU	61.55±0.35 ^{bcd}	18.85±1.62 ^a
% 5 SMU - % 95 BU	60.75±0.07 ^d	10.20±0.00 ^b
% 10 SMU - % 90 BU	61.00±0.14 ^{cd}	8.60±0.42 ^c
% 15 SMU - % 85 BU	61.80±0.28 ^{abc}	7.50±0.00 ^{cd}
% 20 SMU - % 80 BU	62.20±0.00 ^{ab}	6.80±0.14 ^{de}
% 25 SMU - % 75 BU	62.40±0.14 ^a	5.50±0.00 ^e
% 30 SMU - % 70 BU	62.00±0.70 ^{ab}	5.75±0.07 ^e
SMU/BU Oranı	Stabilite (dakika)	Yumuşama Derecesi (Farinograf Birimi)
% 0 SMU - % 100 BU	18.70±0.14 ^a	0.00±0.00 ^e
% 5 SMU - % 95 BU	15.55±0.21 ^b	0.00±0.00 ^e
% 10 SMU - % 90 BU	8.40±1.83 ^c	0.00±0.00 ^e
% 15 SMU - % 85 BU	5.90±0.14 ^d	74.50±0.70 ^d
% 20 SMU - % 80 BU	4.40±0.00 ^{de}	86.50±2.12 ^c
% 25 SMU - % 75 BU	3.55±0.35 ^e	108.50±3.53 ^a
% 30 SMU - % 70 BU	3.30±0.42 ^e	94.50±2.12 ^b

Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli derecede bir fark vardır (p<0.05).

SMU: Siyah mercimek unu BU: Buğday unu

Su absorpsiyonu değerleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur (p<0.05). % 5-% 10 oranında siyah mercimek unu ilavesi ile hamurun su absorpsiyonu değeri azalırken % 15-% 30 oranında siyah mercimek unu ilavesi ile hamurun su absorpsiyonu değeri artış göstermiştir. Su absorpsiyonu değeri en yüksek örnek % 25 SMU ilave edilmiş hamur (% 62.40) bulunurken, su absorpsiyonu değeri en düşük örnek %5 SMU ilave edilmiş hamur (% 60.75) bulunmuştur.

Hamur gelişme süresi ve stabilite değerleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). SMU ilavesi ile hamur gelişme süresinin ve stabilitesinin azaldığı saptanmıştır. Hamur gelişme süresi ve stabilitesi en yüksek örnek buğday unundan yapılan hamur bulunurken % 25 SMU ilave edilmiş örneğin en düşük hamur gelişme süresine ve % 30 SMU ilave edilmiş örneğin en düşük hamur stabilitesine sahip olan örnek olduğu tespit edilmiştir.

Yumuşama değerleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur ($p<0.05$). SMU ilavesi ile ($> \%10$) yumuşama derecesinin arttığı belirlenmiştir. Buğday unundan yapılan hamur ile % 5 ve % 10 SMU ilave edilmiş hamur örneklerinin yumuşama dereceleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir ($p> 0.05$).

3.1.2. Ekstensograf Analiz Sonuçları

Buğday ununa belli oranlarda siyah mercimek unu ilave edilerek hamurun visko-elastik özellikleri belirlenmiştir. Buğday unu ve buğday unu-siyah mercimek unu karışımlarından hazırlanan ekmek hamurlarının ekstensograf analiz sonuçları Tablo 3.2’de verilmiştir.

Ekmek hamurlarının enerji değerleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). SMU ilavesiyle enerji değerlerinde azalma saptanmıştır. Buğday unundan yapılan hamurun en yüksek enerji değerine sahip olduğu % 30 SMU ilave edilerek hazırlanan hamurun en düşük enerji değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

% 5-% 10 oranında SMU ilavesi ile hamurun uzamaya karşı direncinin arttığı ancak kontrol örneği ile arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0.05$). % 15-% 30 oranında SMU ilavesi ile hamurun uzamaya karşı direncinin azaldığı saptanmıştır. % 25-% 30 oranında SMU ilave edilen örnekler ile kontrol örneği arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmuştur ($p<0.05$).

Ekmek hamurlarının uzama kabiliyeti değerleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). SMU ilavesiyle hamur uzama kabiliyeti değerlerinde azalma saptanmıştır. Hamur uzama kabiliyeti değeri en yüksek örneğin buğday unundan yapılan örnek olduğu en düşük örneğin ise % 25 SMU ilave edilen örnek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3. 2. Ekstensograf analizi sonuçları (135 dakika)

SMU/BU Oranı	Enerji (cm ²)	Hamur Direnci (Brabender Birimi)
%0 SMU-%100 BU	122.00±4.24 ^a	637.50±33.23 ^a
%5 SMU-%95 BU	108.50±7.77 ^b	677.50±64.34 ^a
%10 SMU-%90 BU	105.50±2.12 ^b	676.50±33.23 ^a
%15 SMU-%85 BU	91.00±2.82 ^c	605.00±1.41 ^a
%20 SMU-%80 BU	92.50±9.19 ^c	612.50±0.70 ^a
%25 SMU-%75 BU	73.00±1.41 ^d	512.00±22.62 ^b
%30 SMU-%70 BU	70.50±3.53 ^d	477.50±3.53 ^b
SMU/BU Oranı	Uzama Kabiliyeti (mm)	Maksimum Direnç (Brabender Birimi)
%0 (%100 BU)	127.00±1.41 ^a	759.00±8.08 ^a
%5 SMU-%95 BU	110.00±1.41 ^b	769.50±58.68 ^a
%10 SMU-%90 BU	108.00±4.24 ^{bc}	726.00±16.97 ^a
%15 SMU-%85 BU	104.00±1.41 ^{bcd}	642.00±7.07 ^b
%20 SMU-%80 BU	104.00±8.48 ^{bcd}	649.00±11.31 ^b
%25 SMU-%75 BU	96.50±3.53 ^d	513.00±22.62 ^c
%30 SMU-%70 BU	97.00±5.65 ^{cd}	486.00±8.48 ^c

Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli derecede bir fark vardır (p<0.05).

SMU: Siyah mercimek unu BU: Buğday unu

% 15-% 30 oranında SMU ilavesiyle hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç değerlerinin azaldığı ve kontrol örneği ve örnekler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Uzamaya karşı maksimum direnç değeri en yüksek örneğin % 5 SMU ilave edilmiş örnek olduğu en düşük örneğin ise % 30 SMU ilave edilmiş örnek olduğu tespit edilmiştir.

Ekmek hamurlarının reolojik analiz sonuçlarına göre ekmek üretiminde en fazla % 10 siyah mercimek unu kullanılmasına karar verilmiştir.

3.2. Un analiz sonuçları

Çalışmada kullanılan buğday unu ve siyah mercimek ununda nem, protein, yağ, diyet lifi ve kül tayinleri yapılmış olup analiz sonuçları Tablo 3.3' de verilmiştir.

Buğday ununun nem değeri % 13.42, siyah mercimek ununun nem değeri ise % 11.57 bulunmuştur. Örnekler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.05).

Tablo 3. 3. Un numunelerine ait nem, protein, yağ, kül ve toplam diyet lifi analizi sonuçları

Un	Nem (%) *	Protein (%)* (km)	Yağ (%) (km)	Kül (%)* (km)	Toplam diyet lifi (%)*
BU	13.42±0.07	11.87±0.14	1.82±0.25	0.72±0.02	4.66±0.63
SMU	11.57±0.05	30.07±0.56	1.67±0.19	2.76±0.01	25.09±4.58

* Student-t testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli derecede bir fark vardır ($p<0.05$).

km : Sonuçlar kurumadde üzerinden verilmiştir. BU : buğday unu; SMU : siyah mercimek unu

Protein miktarı buğday ununda % 11.87 iken siyah mercimek ununda % 30.07 olarak bulunmuştur. Siyah mercimek ununun protein değeri buğday ununun protein değeriyle kıyaslandığında protein değerinin 2 katından fazla olduğu ve örnekler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Yağ miktarı buğday ununda % 1.82 iken siyah mercimek ununda % 1.67 olarak bulunmuştur. Örnekler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$).

Kül miktarı % 0.72 bulunurken siyah mercimek ununda % 2.76 bulunmuştur. Siyah mercimek unu buğday unu ile kıyaslandığında kül değerinin yaklaşık 4 kat fazla olduğu ve örnekler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Toplam diyet lifi miktarı buğday ununda % 4.66 bulunurken siyah mercimek ununda % 25.09 bulunmuştur. Siyah mercimek ununun toplam diyet lifi miktarı buğday ununun toplam diyet lifi miktarı ile kıyaslandığında toplam diyet lifi miktarının 5 katından fazla olduğu ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

3.3. Ekmek Analiz Sonuçları

3.3.1. Nem Analizi Sonuçları

Kontrol ekmeğine ve buğday ununa belirli oranlarda siyah mercimek unu ilave edilerek yapılan ekmeklere ait nem değerleri Tablo 3.4' te verilmiştir. Ekmek örneklerinin nem değeri % 35.16-% 35.67 aralığında değişmektedir. % 2 SMU ilave edilmiş ekmek örneği en yüksek nem değerine sahipken % 10 SMU ilave edilmiş ekmek örneğinin en düşük nem değerine sahip olduğu ve ekmekler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Tablo 3. 4. Ekmek numunelerine ait nem analizi sonuçları

	Kontrol	% 2 SMU	% 6 SMU	% 10 SMU
Nem (%)	35.67±1.00 ^a	35.62±1.65 ^a	35.33±0.66 ^a	35.16±0.90 ^a

Aynı satır içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p>0.05$).

SMU : siyah mercimek unu

3.3.2. Protein Analizi Sonuçları

Ekmek örneklerinin protein analiz sonuçları Tablo 3.5’ de verilmiştir. Ekmek numunelerine ait protein değerleri % 11.32-% 12.83 aralığında değişmektedir. En yüksek protein değerine % 10 SMU ilave edilmiş ekmek sahipken en düşük protein değerine kontrol ekmeği sahiptir.

Tablo 3. 5. Ekmek numunelerine ait toplam protein analizi sonuçları

	Kontrol	% 2 SMU	% 6 SMU	% 10 SMU
Protein (%) (km)	11.32±0.30 ^c	12.05±0.35 ^b	12.50±0.25 ^{ab}	12.83±0.24 ^a

Aynı satır içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli derecede bir fark vardır ($p<0.05$).

km : Sonuçlar kurumadde üzerinden verilmiştir. SMU : Siyah mercimek unu

Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). SMU ilavesiyle ekmeklerin protein değerinin önemli derecede arttığı belirlenmiştir.

3.3.3. Yağ Analizi Sonuçları

Kontrol ekmeği ve SMU ilave edilmiş ekmeklerin yağ analizi sonuçları Tablo 3.6’ de verilmiştir. Ekmek örneklerinin yağ içeriğinin % 1.59-% 1.68 arasında değiştiği görülmektedir. % 2 SMU edilmiş ekmeğin en yüksek yağ değerine sahip olduğu ve en düşük yağ değerine ise kontrol ekmeğinin sahip olduğu belirlenmiştir. Örnekler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$)

Tablo 3. 6. Ekmek numunelerine ait yağ analizi sonuçları

	Kontrol	% 2 SMU	% 6 SMU	% 10 SMU
Yağ (%) (km)	1.59±0.15 ^a	1.68±0.09 ^a	1.65±0.01 ^a	1.59±0.14 ^a

Aynı satır içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p>0.05$).

km : Sonuçlar kurumadde üzerinden verilmiştir. SMU : Siyah mercimek unu

3.3.4. Kül Analiz Sonuçları

Ekmek örneklerinin kül analizi sonuçları Tablo 3.7' de verilmiştir. Ekmek örneklerine ait kül değerleri % 1.03-% 1.16 arasında bulunmuştur. % 10 SMU ilave edilmiş ekmek örneğinin en yüksek kül değerine sahip olduğu kontrol ekmeğinin ise en düşük kül değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. SMU ilavesi ile kül miktarının arttığı ancak örnekler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

Tablo 3. 7. Ekmek numunelerine ait kül analizi sonuçları

	Kontrol	% 2 SMU	% 6 SMU	% 10 SMU
Kül(%) (km)	1.03±0.05 ^a	1.05±0.12 ^a	1.08±0.04 ^a	1.16±0.06 ^a

Aynı satır içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p > 0.05$).

km : Sonuçlar kurumadde üzerinden verilmiştir. SMU : Siyah mercimek unu

3.3.5. Toplam Diyet Lifi Analizi Sonuçları

Ekmek örneklerine ait diyet lifi analizi sonuçları Tablo 3.8' de verilmiştir. Ekmek örneklerine ait toplam diyet lifi değerlerinin % 4.47-% 7.64 aralığında olduğu bulunmuştur. En yüksek toplam diyet lifi değerine sahip örneğin % 10 SMU ilave edilmiş ekmek olduğu en düşük toplam diyet lifi değerine sahip örneğin kontrol örneği olduğu tespit edilmiştir. Ekmek örnekleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). % 6-% 10 oranında SMU ilavesi ile toplam diyet lifi miktarının önemli derecede arttığı saptanmıştır.

Tablo 3. 8. Ekmek numunelerine ait toplam diyet lifi analizi sonuçları

	Kontrol	% 2 SMU	% 6 SMU	% 10 SMU
Toplam diyet lifi (%) (km)	4.47±1.21 ^b	5.25±0.65 ^b	7.12±1.10 ^a	7.64±0.66 ^a

Aynı satır içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli derecede bir fark vardır ($p < 0.05$).

km : Sonuçlar kurumadde üzerinden verilmiştir. SMU : Siyah mercimek unu

3.3.6. Ağırlık Tayini Sonuçları

Ekmek örneklerine ait ağırlık değerleri Tablo 3.9' te verilmiştir. Ekmek örneklerine ait ağırlık değerleri 414.48 g-418.25 g aralığında değişmektedir. En yüksek ağırlık değerine sahip örneğin % 6 SMU ilave edilmiş örnek olduğu ve en düşük ağırlık değerine

sahip örneğin % 2 SMU ilave edilmiş örnek olduğu belirlenmiştir. Kontrol örneği ile SMU ilave edilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 3. 9. Ekmek numunelerine ait ağırlık tayini sonuçları

	Kontrol	% 2 SMU	% 6 SMU	% 10 SMU
Ağırlık(g)	415.22±7.20 ^a	414.48±5.30 ^a	418.25±4.00 ^a	417.58±5.42 ^a

Aynı satır içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p>0.05$).

3.3.7. Spesifik Hacim Tayini Sonuçları

Ekmek örneklerinin spesifik hacim değerleri Tablo 3.10' da verilmiştir. Ekmek örneklerine ait spesifik hacim değerleri 2.10g/cm^3 - 3.02g/cm^3 arasında değişmektedir. Kontrol ekmeği en yüksek spesifik hacim değerine sahipken % 10 SMU ilave edilmiş ekmek örneği en düşük spesifik hacim değerine sahiptir. Kontrol ekmeği ile siyah mercimek unu ilave edilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Siyah mercimek unu ilavesi ile spesifik hacmin önemli derecede azaldığı saptanmıştır.

Tablo 3. 10. Ekmek numunelerine ait spesifik hacim tayini sonuçları

	Kontrol	% 2 SMU	% 6 SMU	% 10 SMU
Spesifik Hacim (g/cm^3)	3.02±0.42 ^a	2.67±0.16 ^{ab}	2.40±0.21 ^{bc}	2.10±0.04 ^c

Aynı satır içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir derecede fark vardır ($p<0.05$).

SMU: siyah mercimek unu

3.3.8. Renk analizi sonuçları

Ekmek örneklerinin ekmek içine ait renk analiz sonuçları Tablo 3.11' te verilmiştir. L^* değeri parlaklığı, a^* değeri kırmızılık-yeşillik ve b^* değeri sarılık-mavilik durumunu ifade etmektedir. L^* değerleri incelendiğinde 55.68-69.02 aralığında değiştiği görülmektedir. En yüksek L^* değerine kontrol ekmeğinin sahip olduğu ve en düşük L^* değerine ise % 10 SMU ilaveli ekmek örneğinin sahip olduğu belirlenmiştir. L^* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Siyah mercimek unu ilavesi ile L^* değeri önemli derecede azalmaktadır. L^* değeri azaldıkça ekmek renginde koyulaşma gözlenmiştir.

Tablo 3. 11. Ekmek içi renk analiz sonuçları

	Kontrol	% 2 SMU	% 6 SMU	% 10 SMU
L*	69.02±1.86 ^a	64.85±0.98 ^b	59.02±2.12 ^c	55.68±2.70 ^c
a*	-0.90±0.06 ^d	-0.34±0.03 ^c	0.90±0.10 ^b	1.43±0.12 ^a
b*	18.91±0.07 ^a	14.49±0.31 ^b	12.64±0.82 ^c	11.56±0.03 ^d

Aynı satır içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli derecede bir fark vardır (p<0.05).

a* değerleri -0.90-1.43 aralığında değişmektedir. En yüksek a* değerine % 10 siyah mercimek unu ilaveli ekmek örneğinin sahip olduğu ve en düşük a* değerine ise kontrol ekmeğinin sahip olduğu belirlenmiştir. Örnekler arasında istatistiksel farkın önemli olduğu ve siyah mercimek unu ilavesiyle a* değerinin önemli derecede arttığı saptanmıştır (p<0.05).

b* değerleri ise 11.56-18.91 aralığında değişmektedir. En yüksek b* değerine kontrol ekmeği sahipken en düşük b* değerine ise % 10 SMU ilaveli ekmek örneği sahiptir. Örnekler arasında istatistiksel farkın önemli olduğu ve siyah mercimek unu ilavesiyle b* değerinin önemli derecede azaldığı belirlenmiştir (p<0.05).

Ekmek kabuğuna ait renk analiz sonuçları Tablo 3.12' te verilmiştir. L* değerleri incelendiğinde L* değerlerinin 62.50-72.23 arasında değiştiği görülmektedir. Kontrol ekmeğinin en yüksek L* değerine, % 10 SMU ilaveli ekmeğin ise en düşük L* değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ekmek örnekleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ve siyah mercimek ununun oranı arttıkça kabuğun L* değerinin önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir (p<0.05).

Ekmek kabuğu a* değerleri 1.17-2.75 arasında değişmektedir. % 10 SMU ilaveli ekmek en yüksek a* değerine sahipken kontrol ekmeği en düşük a* değerine sahiptir. Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). Siyah mercimek unu oranı arttıkça ekmek kabuğunun a* değerinin önemli derecede arttığı tespit edilmiştir.

Ekmeğin kabuğunun b* değerleri 18.83-22.88 arasında değişmektedir. En yüksek b* değerine kontrol ekmeği, en düşük b* değerine ise % 10 SMU ilaveli ekmek sahiptir. Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). Siyah mercimek unu oranı arttıkça b* değerinin önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir (p> 0.05).

Tablo 3. 12. Ekmek kabuğu renk analiz sonuçları

	Kontrol	% 2 SMU	% 6 SMU	% 10 SMU
L*	72.23±0.66 ^a	70.50±.45 ^a	66.42±0.83 ^b	62.50±1.94 ^c
a*	1.17±0.23 ^c	1.72±0.25 ^b	1.97±0.25 ^b	2.75±0.26 ^a
b*	22.88±1.29 ^a	20.60±2.66 ^{ab}	18.27±.90 ^b	18.83±1.34 ^b

Aynı satır içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli derecede bir fark vardır (p<0.05).

3.3.9. Toplam Fenolik Madde Analizi Sonuçları

Ekmek örneklerinin toplam fenolik madde (TFM) analizi sonuçları Tablo 3.13’de verilmiştir. TFM miktarı 9.59-13.22 mg/100g arasında değişmektedir. En yüksek değere sahip örneğin %10 SMU ilaveli örnek olduğu ve en düşük değere sahip örneğin % 2 SMU ilaveli örnek olduğu belirlenmiştir. Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve % 6-% 10 siyah mercimek unu ilavesiyle ile örneklerin toplam fenolik madde miktarının önemli derecede arttığı tespit edilmiştir (p <0.05).

Tablo 3. 13. Ekmek numunelerine ait toplam fenolik madde analizi sonuçları

	Kontrol	% 2 SMU	% 6 SMU	% 10 SMU
Toplam Fenolik Madde (mg/100g) (km)	9.69±1.65 ^b	9.59±1.25 ^b	12.09±1.28 ^{ab}	13.22±1.54 ^a

* Aynı satır içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli derecede bir fark vardır (p<0.05).

km : Sonuçlar kurumadde üzerinden verilmiştir. SMU : Siyah mercimek unu

3.3.10. DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi Analizi Sonuçları

Ekmek örneklerinin DPPH radikal temizleme aktivitesi Tablo 3.14’ de verilmiştir. Ekmek örneklerinin ait DPPH radikal temizleme aktivitesi 9.11-15.75 µmol/100g olarak bulunmuştur. En yüksek değere sahip örneğin %6 SMU ilaveli örnek olduğu ve en düşük değere sahip örneğin %2 SMU ilaveli örnek olduğu belirlenmiştir. Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve % 6-% 10 siyah mercimek unu ilavesiyle örneklerin DPPH radikal temizleme aktivitesinin önemli derecede arttığı tespit edilmiştir (p<0.05).

Tablo 3. 14. Ekmek numunelerine ait DPPH radikal temizleme aktivitesi analizi sonuçları

	Kontrol	% 2 SMU	% 6 SMU	% 10 SMU
DPPH($\mu\text{mol}/100\text{g}$) (km)	10.34 $\pm$ 2.12 ^b	9.11 $\pm$ 0.34 ^b	15.75 $\pm$ 0.84 ^a	15.69 $\pm$ 2.46 ^a

Aynı satır içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli derecede bir fark vardır ($p<0.05$).

km : Sonuçlar kurumadde üzerinden verilmiştir. SMU : Siyah mercimek unu

3.3.11.FRAP Demir (III) İyonu İndirgeme Antioksidan Kapasitesi Analizi Sonuçları

Ekmek örneklerine ait demir indirgeme kapasitesi (FRAP) analiz sonuçları Tablo 3.15’de verilmiştir. Ekmek örneklerinin FRAP değerlerinin 34.38-54.12 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ aralığında değiştiği bulunmuştur. %10 SMU ilave edilmiş ekmek örneği en yüksek FRAP değerine sahipken % 2 SMU ilave edilmiş ekmek örneği en düşük FRAP değerine sahiptir. Örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve % 6-% 10 siyah mercimek unu ilavesi ile örneklerin FRAP demir (III) iyonu indirgeme antioksidan kapasitesinin önemli derecede arttığı tespit edilmiştir ($p< 0.05$).

Tablo 3. 15. Ekmek numunelerine ait FRAP analizi sonuçları

	Kontrol	% 2 SMU	% 6 SMU	% 10 SMU
FRAP($\mu\text{mol}/100\text{g}$) (km)	41.26 $\pm$ 5.73 ^b	34.38 $\pm$ 7.56 ^b	45.25 $\pm$ 5.59 ^{ab}	54.12 $\pm$ 5.91 ^a

Aynı satır içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli derecede bir fark vardır ($p<0.05$).

km : Sonuçlar kurumadde üzerinden verilmiştir. SMU : Siyah mercimek unu

3.3.12. Duyusal Analiz Sonuçları

Ekmek içine ait duyusal analiz sonuçları Tablo 3.16’ te verilmiştir. Ekmek içi rengi değerlendirildiğinde % 2 SMU ilaveli ekmeğin renk değerinin en yüksek puanı ve % 10 SMU ilaveli ekmeğin en düşük puanı aldığı belirlenmiştir. Örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığı saptanmıştır ($p>0.05$).

Tablo 3. 16. Ekmek içine ait duyusal analiz sonuçları

	Kontrol	% 2 SMU	% 6 SMU	% 10 SMU
Renk	7.28±1.27 ^a	7.48±1.08 ^a	7.16±1.21 ^a	6.68±1.40 ^a
Gözenek	7.20±1.19 ^a	7.24±1.12 ^a	7.12±1.20 ^a	6.64±1.52 ^a
Ufalanma	6.96±1.59 ^a	7.24±1.12 ^a	7.12±1.53 ^a	6.84±1.59 ^a
Koku	6.92±1.68 ^a	6.92±1.44 ^a	7.00±1.22 ^a	6.84±1.40 ^a
Tat	6.92±1.32 ^a	6.56±1.12 ^a	7.00±1.19 ^a	6.88±1.42 ^a
Elastikiyet	7.24±1.26 ^a	7.04±1.05 ^a	7.00±1.00 ^a	6.84±1.43 ^a
Nemlilik	7.16±1.40 ^a	7.04±1.17 ^a	7.08±1.11 ^a	7.00±1.29 ^a
Yapışkanlık	7.04±1.64 ^a	6.88±1.33 ^a	6.88±1.56 ^a	6.72±1.40 ^a
Çiğnenebilirlik	7.20±1.35 ^a	7.20±0.95 ^a	7.24±1.09 ^a	6.92±1.49 ^a
Genel Beğeni	6.80±1.35 ^a	6.92±0.99 ^a	7.08±1.11 ^a	6.80±1.55 ^a

Aynı satır içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p>0.05$).

Ekmek içi gözenek yapısı değerlendirildiğinde %2 SMU ilaveli ekmeğin en yüksek puanı ve % 10 SMU ilaveli ekmeğin en düşük puanı aldığı belirlenmiştir. Örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığı saptanmıştır ($p>0.05$).

En yüksek ufalanma puanını sahip örneğin % 2 SMU ilaveli ekmek olduğu ve en düşük ufalanma puanını sahip örneğin % 10 SMU ilaveli ekmeğin olduğu belirlenmiştir. Örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Ekmek içi kokusu değerlendirildiğinde en fazla beğenilen örneğin % 6 SMU ilaveli örnek olduğu ve en az beğenilen örneğin % 10 SMU ilaveli örnek olduğu belirlenmiştir. Örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Ekmek örnekleri tat bakımından değerlendirildiğinde en fazla beğenilen örneğin % 6 SMU ilaveli örnek olduğu ve en az beğenilen örneğin % 2 SMU ilaveli örnek olduğu belirlenmiştir. Örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Siyah mercimek unu ilavesi ile ekmek örneklerinin elastikiyet puanı azalmaktadır ancak örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). En yüksek elastikiyet puanına sahip örneğin kontrol örneği olduğu en düşük elastikiyet puanına sahip örneğin % 10 SMU ilaveli örnek olduğu belirlenmiştir.

Siyah mercimek unu ilavesi ile ekmek örneklerinin nemlilik puanı azalmaktadır ancak örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). En yüksek nemlilik puanına sahip örneğin kontrol örneği olduğu en düşük puana sahip örneğin % 10 SMU ilaveli örnek olduğu belirlenmiştir.

Siyah mercimek unu ilavesi ile ekmek örneklerinin yapışkanlık puanı azalmaktadır ancak örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p<0.05$). En yüksek yapışkanlık puanına sahip örneğin kontrol örneği olduğu en düşük yapışkanlık değerine sahip örneğin % 10 SMU ilaveli örnek olduğu belirlenmiştir.

Ekmeklerin çiğnenebilirlik özellikleri değerlendirildiğinde en yüksek çiğnenebilirlik puanına sahip örneğin %6 SMU ilave edilmiş örnek olduğu ve en düşük çiğnenebilirlik puanına sahip örneğin %10 SMU ilave edilmiş örnek olduğu belirlenmiştir. Çiğnenebilirlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Ekmek içi genel beğeni düzeyi değerlendirildiğinde en yüksek puana sahip örneğin %6 SMU ilave edilmiş örnek olduğu ve en düşük puana sahip örneğin kontrol örneği ve %10 SMU ilave edilmiş örneğin olduğu belirlenmiştir. Örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p<0.05$).

Ekmek kabuklarına ait duyusal analiz sonuçları Tablo 3.17’ de verilmiştir. Ekmek kabuk rengi değerlendirildiğinde en yüksek puanı %6 ve %10 siyah mercimek unu ilaveli ekmek örneklerinin almış olduğu görülmektedir ($p>0.05$). Kontrol örneği ise en düşük puanı almıştır. Örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Ekmek kabuğunun kokusu değerlendirildiğinde en yüksek puanı kontrol ekmeğinin ve en düşük puanı ise % 2 SMU ilave edilmiş ekmek örneğinin almış olduğu tespit edilmiştir. Örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Ekmek kabuğu tat bakımından değerlendirildiğinde en yüksek puanı kontrol ekmeğinin ve en düşük puanı ise % 2 SMU ilave edilmiş ekmek örneğinin almış olduğu tespit edilmiştir. Örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Ekmek kabuğunun sertliği değerlendirildiğinde en yüksek puana kontrol ekmeği ve % 6 SMU ilave edilmiş ekmeğin sahip olduğu ve en düşük puana ise % 2 SMU ilave edilmiş örneğin olduğu tespit edilmiştir. Örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Tablo 3. 17. Ekmek kabuğuna ait duyusal analiz sonuçları

	Kontrol	% 2 SMU	% 6 SMU	% 10 SMU
Renk	6.40±1.47 ^a	6.48±1.53 ^a	6.92±1.35 ^a	6.92±1.28 ^a
Koku	7.04±1.42 ^a	6.52±1.66 ^a	7.00±1.29 ^a	6.92±1.11 ^a
Tat	7.08±1.28 ^a	6.56±1.29 ^a	6.88±1.39 ^a	6.76±1.20 ^a
Sertlik	7.04±1.39 ^a	6.72±0.89 ^a	7.04±1.27 ^a	6.80±1.44 ^a
Gevreklik	6.80±1.32 ^a	6.80±1.25 ^a	6.68±1.40 ^a	6.72±1.56 ^a
Genel Beğeni	6.84±1.59 ^a	6.64±1.25 ^a	6.92±1.22 ^a	6.80±1.35 ^a

Aynı satır içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p>0.05$).

Ekmek kabukları gevreklik açısından değerlendirildiğinde kontrol ekmeği ve % 2 SMU ilaveli ekmeğin en yüksek puana sahip olduğu ve en düşük puana ise % 6 SMU ilave edilmiş örneğin sahip olduğu tespit edilmiştir. Örnekler arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Ekmek kabuğunun genel beğeni düzeyi değerlendirildiğinde panelistler tarafından en beğenilen ekmeğin %6 SMU edilmiş ekmek olduğu ve en az beğenilen örneğin % 2 SMU ilave edilmiş örnek olduğu belirlenmiştir. Örnekler arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

4.TARTIŞMA

Ekmek temel bir besin maddesi olması nedeniyle zenginleştirme çalışması yapılan başlıca besinlerden birisidir. Ekmeğin besinsel özelliklerinin iyileştirilmesi için farklı besinler ve besin bileşenlerinden yararlanılmaktadır. Bu çalışmada beyaz undan yapılan ekmeklerin besinsel özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla siyah mercimek ununun kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Beyaz undan yapılan kontrol ekmeği örneğinin ve siyah mercimek unu ilave edilerek yapılan ekmek örneklerinin fiziksel, kimyasal ve duysal analiz sonuçları değerlendirilerek siyah mercimek ununun ekmek zenginleştirmede kullanılabilirliği irdelenmiştir.

4.1. Ekmek Hamurunun Reolojik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Çalışmada buğday ununa ilave edilecek en yüksek siyah mercimek unu oranını belirlemek için ekmek hamurunun reolojik özellikleri belirlenmiştir. Farinograf cihazı ile hamurun yoğurma özelliklerini belirlemeye yarayan su absorpsiyonu, hamur gelişme süresi, stabilitesi ve yumuşama derecesi gibi değerler elde edilir. Bu çalışmada % 5-% 30 oranında siyah mercimek unu ilavesinin hamur yoğurma özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Buğday ununa % 15-% 30 oranında siyah mercimek unu ilavesi ile hamurun su absorpsiyonu değerinde artış gözlenmiştir. Literatürde kurubaklagil unlarının buğday ununa ilavesi ile hamurun su absorpsiyonu değerinin arttığını rapor eden çalışmalar bulunmaktadır. Su absorpsiyonu değerinin buğday ununa % 10-% 30 oranında mercimek unu ilavesi ile % 58.50'den % 59.73-% 74.90'a, (Kohajdova vd., 2013), % 10-% 30 oranında kuru fasulye unu ilavesi ile % 58.50'dan % 62.47- % 63.67'e ve % 5-% 30 oranında nohut unu ilavesi ile % 53.50'den % 54.40- % 55.70'e (Cappelli vd., 2020) ve % 10-% 30 oranında nohut unu ilavesi ile % 58.80'den % 59.90-% 62.50'e (Mohammed vd., 2012) arttığı rapor edilmiştir. Su absorpsiyonu değerinin artması kurubaklagil unu ilavesiyle protein ve pentoz miktarının artması ile ilişkilendirilmiştir (Mohammed vd., 2012). Buğday ununa hurma lifi ilavesiyle (% 1-% 10) hamurun su absorpsiyonu oranının arttığı rapor edilmiştir. Su absorpsiyonu oranında artış görülmesi hurma lifinin su absorplama kapasitesinin yüksek olması ile ilişkilendirilmiştir (Ahmed vd., 2013). Bu çalışmada su absorpsiyonu oranında artış gözlenmesi siyah mercimek unu ilavesiyle hamurun protein ve lif içeriğinde artış meydana gelmesiyle ilişkili olabilir. Siyah mercimek

ununun protein ve diyet lifi içeriğinin çalışmada kullanılan buğday unundan yüksek olduğu saptanmıştır.

Siyah mercimek unu ilavesi ile hamur gelişme süresinin azaldığı tespit edilmiştir. Literatürde yer alan çalışmalarda kurubaklagil unu ilavesi ile hamur gelişme süresinin arttığı rapor edilmiştir. Nohut unu ile yapılan çalışmalarda hamur gelişme süresinin 2.1 dakikadan 6 dakikaya (Mohammed vd., 2012) ve 3.69 dakikadan 4.89 dakikaya (Cappelli vd, 2020) arttığı, mercimek unu ile yapılan çalışmada 3.50 dakikadan 4.93 dakikaya ve kuru fasulye unu ile yapılan çalışmada 3.50 dakikadan 5.50 dakikaya arttığı (Kohajdova vd., 2013) belirlenmiştir. Hurma lifi ile yapılan çalışmada % 10 oranında hurma lifi ilave edildiğinde hamur gelişme süresinin 2 dakikadan 4 dakikaya yükseldiği tespit edilmiştir. Hamur gelişme süresindeki artışın buğday unu ve hurma lifi proteinlerinin birbiriyle etkileşiminin hamur ağ yapısının oluşum süresini artırmasıyla ilişkili olabileceği ifade edilmiştir (Ahmed vd., 2013). Bu çalışmada siyah mercimek unu ilavesiyle hamurun gluten miktarının azalması sonucu gluten ağ yapısının bozulduğu ve buna bağlı olarak hamur gelişme süresinde azalma gözlemlendiği düşünülmektedir.

Siyah mercimek unu ilavesi ile hamur stabilitesinin azaldığı gözlenmiştir. Hamur stabilitesindeki azalmanın siyah mercimek unu ilavesi ile gluten ağ yapısının zayıflaması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Literatürde kurubaklagil unlarının ilavesiyle hamur stabilitesinin azaldığını rapor eden çalışmalar bulunmaktadır. Hamur stabilitesinin mercimek unu ile yapılan çalışmada 6.67 dakikadan 3.43 dakikaya ve kuru fasulye unu ile yapılan çalışmada 6.67 dakikadan 2.30 dakikaya düştüğü (Kohajdova vd., 2013) ve nohut unu ile yapılan çalışmada 6.10 dakikadan 3.60 düştüğü (Mohammed vd., 2012) belirlenmiştir.

Siyah mercimek unu ilavesi (% 15-% 30) ile yumuşama derecesinde artış gözlenmiştir. Siyah mercimek unu ilavesiyle yumuşama derecesinde artış meydana gelmesi gluten ağının zayıflaması ile ilişkili olabilir. Nohut unu ile yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yumuşama derecesinin % 20-% 30 nohut unu ilavesi ile 24'den 42'ye arttığı rapor edilmiştir (Mohammed vd., 2012).

Ekstensograf cihazı ile hamurun viskoelastik yapısı hakkında bilgi veren hamurun uzama kabiliyeti ve uzamaya karşı gösterdiği direnci gösteren değerler elde edilir. Siyah mercimek unu ilavesiyle hamurun uzama kabiliyeti değerinin ve enerji değerinin azaldığı tespit edilmiştir. % 15-%30 siyah mercimek unu ilavesiyle hamurun uzamaya karşı direncinde de azalma gözlenmiştir. Nohut unuyla yapılan çalışmada da benzer sonuçlar

elde edilmiştir. % 10-%30 nohut unu ilavesi ile uzama kabiliyeti değerinin 135 cm'den 124 cm-84 cm'e, uzamaya karşı direncin 560 (Brabender Birimi)'den 520-445 (Brabender Birimi)'ne ve enerji değerinin 138 cm²'den 58 cm²'ye düştüğü rapor edilmiştir Enerji değeri ve uzamaya karşı direncin azalmasının nohut ununda bulunan bazı bileşenlerin glüten ile etkileşime girerek istenen reolojik özelliklerin gelişimini engellemesiyle ilişkili olabileceği ifade edilmiştir (Mohammed vd., 2012). Hurma lifi ile yapılan çalışmada da hurma lifi oranı artışı ile enerji değeri ve uzama kabiliyeti değerinin azaldığı tespit edilmiştir (Ahmed vd., 2013). Bu çalışmada enerji ve uzamaya karşı direnç değerlerinde azalma gözlenmesinin nedeni siyah mercimek ununun yüksek lif içeriğiyle ilişkili olabilir. Lif içeriği artışı ile hamurun visko-elastikiyeti azalmış olabilir.

Ekmeklik unların hamur gelişme süresi ve stabilitesinin yüksek, yumuşama derecesinin düşük olması istenir. Buğday ununa % 15- % 30 oranında siyah mercimek unu ilavesiyle hamur gelişme süresi değerlerinde yaklaşık % 60-% 70 ve stabilite değerlerinde % 68- % 82 oranında azalma gözlenmiştir. Siyah mercimek unu ilavesi % 10'dan % 30'a yükseldiğinde yumuşama derecesinde yaklaşık % 21'lik artış tespit edilmiştir. Ekmeklik unların enerji değerinin yüksek olması hamurun gaz tutma kabiliyeti ve fermentasyon toleransının yüksek olduğunu göstermektedir. Buğday ununa % 15- % 30 oranında siyah mercimek unu ilavesiyle enerji değerinde % 25-% 42 oranında azalma gözlenmiştir. Hamurun uzamaya karşı direncinde % 5-% 25 oranında ve uzama kabiliyetinde % 18-% 24 oranında azalma tespit edilmiştir. Farinograf ve ekstensograf analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde ekmek zenginleştirme çalışmasında en fazla % 10 oranında siyah mercimek unu kullanımına karar verilmiştir.

4.2. Unların Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği (Tebliğ no: 2013/9)'nde ekmeklik unların protein değeri için minimum değer (kurumaddede en az: % 10.5) ve kül değeri için ise minimum ve maksimum değer (kurumaddede: % 0.7-% 0.80) belirlenmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre buğday ununun Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği' nde ekmeklik unlar için belirlenen kriterlere uygun olduğu belirlenmiştir.

Siyah mercimek ununun protein ve kül değerlerinin literatürdeki verilerle benzerlik gösterdiği ifade edilebilir. Bir çalışmada mercimek ununun protein değeri % 31.69 ve kül değeri % 2.48 olarak (Pasqualone vd., 2021), bir başka çalışmada ise protein değeri % 30.65 ve kül değeri % 2.57 olarak (Xu vd., 2019) rapor edilmiştir. Kırmızı mercimek

ununun protein değeri % 24.13 ve kül değeri % 2.39 olarak (Marchini vd., 2021) belirlenmiştir.

Siyah mercimek ununun toplam diyet lifi içeriğinin literatürde rapor edilen değerlerden genelde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Literatürde mercimek ununun toplam diyet lifi içeriğini % 10.6 (Paspualone vd., 2019) ve % 20.44 (de Almedia Costa vd., 2006) olarak rapor eden çalışmalar bulunmaktadır. Bir başka çalışmada ise mercimek ununun toplam diyet lifi içeriği % 26.9 olarak tespit edilmiştir.

Literatürde yer alan çalışmalarda çoğunlukla mercimek çeşidi (sarı, kırmızı, yeşil veya siyah) belirtilmediğinden siyah mercimek ile diğer mercimek çeşitlerinin kompozisyonu arasında farklılık olup olmadığı incelenememiştir.

Siyah mercimek ununun protein, diyet lifi ve kül miktarının çalışmada kullanılan buğday unundan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kimyasal analiz sonuçları siyah mercimek ununun ekmeğin besinsel özelliklerini iyileştirmek için kullanılabileceğini göstermiştir. Buğday ununa siyah mercimek unu ilave edilerek ekmeğin protein ve diyet lifi içeriği artırılabilir. Siyah mercimek unu ilavesiyle ekmeğin kül içeriği artırılabilir dolayısıyla mineral maddelerce zenginleştirilebilir.

4.3. Ekmek Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Siyah mercimek ununun buğday ununa % 6-% 10 oranında ilavesi ile ekmek nem değerlerinde azalma meydana gelmiş ancak örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Siyah mercimek unu ilavesi ile ekmek ağırlığında önemli bir değişim gözlenmezken spesifik hacimde önemli derecede azalma tespit edilmiştir. Spesifik hacim ekmekte önemli kalite özelliklerinden birisidir. Siyah mercimek unu ile ilavesi ile spesifik hacimde azalma meydana gelmesinin gluten miktarının azalması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kurubaklagil unları ile yapılan çalışmalarda ekmeğin spesifik hacminin baklagil unu ilavesiyle önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. Spesifik hacmin % 10 oranında nohut unu ilavesiyle 4.49 cm³/g'dan 4.04 cm³/g'a (Mohammed vd., 2012) ve %15 oranında acı bakla unu ilavesiyle 5.26 cm³/g'dan 4.95 cm³/g'a (Villacres vd., 2020) düştüğü rapor edilmiştir. % 30 oranında faba fasulyesi unu ilavesiyle spesifik hacmin 3.50 cm³/g'dan 3.20 cm³/g'a düştüğü (Coda vd., 2017) ve % 5 oranında soya unu ilavesiyle 4.02 cm³/g'dan 3.91 cm³/g'a düştüğü (Huang et al., 2019) belirlenmiştir. Beyaz una baklagil unu ilavesiyle hamurdaki gluten miktarı azalmakta ve baklagil lifleri ve proteinleri

glüten ağıyla etkileşime girmektedir. Gluten ağının zayıflaması sonucu gaz tutma kapasitesi azalmaktadır (Turfani vd., 2017).

Ekmekte bulunan başlıca makro besin öğelerinden birisi proteindir. Buğday ununa siyah mercimek ununun ilave edilmesiyle ekmeğin protein içeriğinde önemli derecede artış gözlenmiştir. Protein değerinde görülen artışın siyah mercimek ununun protein içeriğin yüksek olması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Siyah mercimek ununun protein içeriğinin beyaz unun protein içeriğinin 2 katından fazla olduğu tespit edilmiştir. Kurubaklagil unları ile yapılan çalışmalarda da protein içeriğinde artış gözlendiği rapor edilmiştir. Soya unuyla yapılan bir çalışmada % 10 oranında soya ilavesi ile ekmeğin protein içeriğinin % 11.50'den % 13.70'e yükseldiği (Dhingra vd., 2002) ve acı bakla unu yapılan bir çalışmada ise % 10 oranında acı bakla ilavesi % 15.40'den % 18.50'e (Villaceres vd., 2020) yükseldiği tespit edilmiştir.

Siyah mercimek unu ekmeklerin yağ içeriğinde önemli bir değişikliğe neden olmamıştır. Siyah mercimek unu ile beyaz unun yağ içeriği arasında az bir fark olmakla birlikte istatistiksel olarak önemli fark bulunmaması ekmeklerin yağ içeriğinde değişiklik olmamasını açıklamaktadır.

Beyaz ekmek diyet lifi açısından iyi bir kaynak değildir. Beyaz ekmeğin lif içeriğinin artırılması için zenginleştirme çalışmaları yapılmaktadır. Kurubaklagiller diyet lifi içeriği yüksek besinler olması nedeniyle ekmek zenginleştirme çalışmalarında kullanımlarına olan ilgi artmaktadır. Bu çalışmada siyah mercimek ununun % 6-% 10 oranında buğday ununa ilavesiyle ekmeğin diyet lifi içeriğinde önemli derecede artış gözlenmiştir. Altı acı bakla çeşidi ile yapılan bir çalışmada % 20 oranında bakla unu ilavesi ile ekmeğin toplam diyet lifi içeriğinin % 9.2'den % 14.6-% 16.2'ye yükseldiği rapor edilmiştir (Villarinio vd. 2015). Bakla ile yapılan başka bir çalışmada ise %10-% 20 oranında bakla unu ilavesiyle diyet lifi içeriğinin %5.28'den %28.2-%58.1'e yükseldiği tespit edilmiştir (Villacres vd., 2015). İnce bağırsakta sindirilemeyen ve kalın bağırsakta fermente edilebilen bitkilerin yenilebilen kısımları olarak tanımlanan diyet liflerinin sağlık üzerine olumlu etkileri olduğu bilinmektedir. Kolon kanseri ve kansere karşı koruyucu özellikleri olduğunu gösteren çalışmalar diyet lifinin öneminin anlaşılmasına katkı sağlamıştır (Dülger ve Şahan, 2011). Bu çalışma sonuçları siyah mercimeğin ekmeğin diyet lifince zenginleştirilmesinde kullanılabileceğini göstermiştir.

Siyah mercimek unu ilavesi ile ekmeğin kül içeriğinde artış gözlenmekle birlikte örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Literatürde de yer alan

çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Soya unu (Dhingra vd., 2002) ve acı bakla (Villarino vd., 2015) ile yapılan çalışmalarda kl miktarında istatistiksel olarak önemli olmayan derecede artışlar olduğu rapor edilmiştir.

Çalışma sonuçları siyah mercimek unu ilavesinin ekmeğin besinsel kalitesini artırdığını göstermektedir. Siyah mercimek unu ilaveli ekmekler daha yüksek oranda protein içermektedir. Kurubaklagillerin lizin ve treonin gibi esansiyel amino asit içerikleri tahıllardan yüksektir. Buğday ununa siyah mercimek unu ilavesi amino asit dengesinin sağlanması yardımcı olabilir. Siyah mercimek unu ilavesiyle ekmeklerin diyet lifi içeriğinde de artış sağlanmıştır. Yetişkinler için günde 25 g lif alımı önerilmektedir (TÜBER, 2015). Siyah mercimek unu ilaveli ekmek tüketimi günlük diyet lifi alımına katkı sağlayabilir.

Renk tüketicisi tercihini etkileyen önemli kalite parametrelerinden birisidir. Çalışmada ekmek içi ve kabuk rengi değerlendirilmiştir. Siyah mercimek unu ilavesiyle ekmek içi ve kabuğun parlaklık değeri azalmakta ve kırmızılık değeri artmaktadır. Siyah mercimeğin antosiyanidin içerdiği (Takeo vd., 2005) bilinmektedir. Ekmek içi rengine parlaklığının azalmasının siyah mercimeğin antosiyanidin içeriğiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Ekmek kabuğu rengine koyuluğun artması Maillard reaksiyonunda meydana gelen artışla ilişkili olabilir (Xiao vd., 2016). Reaktif bir amino asit olan lizin mercimekte bulunan başlıca amino asitlerden birisidir. Nohut unu ile yapılan çalışmada da ekmek içi ve kabuk renginin parlaklık değerinin azaldığı ve kırmızılık değerinin arttığı rapor edilmiştir. Nohut unu ilavesi (% 10) ile ekmek içi L* değerinin 96.94'den 93.80'e düştüğü ve a* değerinin ise 0.23'den 0.29'e yükseldiği, ekmek kabuğunun L* değerinin 98.14'den 87.37'e düştüğü a değerinin ise 0.27'den 3.67'a yükseldiği rapor edilmiştir (Mohammed vd., 2012). Keçiboynuzu ve acı bakla unlarıyla yapılan çalışmalarda da ekmek içi parlaklığının azaldığı tespit edilmiştir. Keçiboynuzu unu (% 12) ile yapılan çalışmada ekmek içi L* değerinin 78.7'den 58.1'e düştüğü ve a değerinin 1.1'den 6.9'a yükseldiği belirlenmiştir (Novotni vd., 2020). Acı bakla ile yapılan bir çalışmada ise % 10-% 20 oranında acı bakla ilavesiyle ekmek içi L* değerinin 60.01'den 51.63-57.54'e ve ekmek kabuğu L* değerinin ise 53.78'den 50.07'e düştüğü rapor edilmiştir (Villacres vd., 2020). Soya unu ile yapılan bir çalışmada ise ekmek kabuğu rengine bir değişim gözlenmezken ekmek içi rengine parlaklık, kırmızılık ve sarılık değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. % 1.5 oranında soya unu ilavesiyle ekmek içi renginin L* değerinin 64.5'den 61'e ve a değerinin 0.7'den 0.5'e düştüğü tespit edilmiştir (Rosales-Juarez vd., 2008).

4.4. Antioksidan Kapasitesinin Değerlendirilmesi

Antioksidanların sağlık üzerine olumlu etkilerinin bulunduğunu gösteren çalışmalar gıdaların antioksidan maddelerce zenginleştirilmesi üzerine çalışmalar yapılmasına yol açmıştır. Antioksidanlar serbest radikallerin neden olduğu oksidasyon reaksiyonlarını önleyen bileşiklerdir. Serbest radikaller proteinlere, nükleik asitlere, lipitlere ve DNA'ya zarar vererek çeşitli kronik rahatsızlıkların oluşumunda yer almaktadır (Kasnak ve Palamutoğlu, 2015). Besinlerin antioksidan madde içeren gıda veya gıda bileşenleri ile zenginleştirilmesiyle ilgili çalışmalar önem kazanmıştır.

Fenolik maddeler bitkiler tarafından sentezlenen antioksidan özellik gösteren maddelerdir. Meyve, sebze ve kurubaklagil gibi bitkisel besinler polifenoller içermektedir. Polifenollerin dejeneratif rahatsızlıklara karşı koruyucu özellik gösterdiği düşünülmektedir. Polifenollerin sağlık üzerine olan olumlu etkileri antioksidan ve antiinflamatuvar özellik göstermeleriyle ilişkilendirilmektedir (Madaan vd., 2010).

Siyah mercimek unu ilavesi ile (% 6-% 10) ekmeğin toplam fenolik madde içeriğinde önemli derecede artış gözlenmiştir. Siyah mercimeğin gallik, kafeik, ferulik, p-kumarik ve sinapik asit gibi fenolik asitler ve kateşin ve epikateşin gibi flavanoller ve proantosiyanidin (Alshikh vd., 2015) ve antosiyanidin (Takaeko vd., 2005) içerdiği rapor edilmiştir. Siyah mercimek unu ilavesi ile ekmeğin toplam fenolik madde içeriğinde gözlenen artış siyah mercimeğin fenolik maddeler açısından iyi bir kaynak olması ile açıklanabilir. Literatürde kurubaklagil unlarının zenginleştirme amacıyla kullanıldığı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yeşil mercimek ve keçiyoynuzu ile yapılan bir çalışmada % 6 oranında mercimek unu ilavesiyle toplam fenolik madde miktarının 59.4 mg/100 g'dan 157.9 mg/100 g'a yükseldiği ve % 5 keçiyoynuzu unu ilavesiyle 59.4 mg/100 g'dan 155.6 mg/100'a yükseldiği (Turfani vd., 2017) ve nohut unu (% 5) ilavesiyle toplam fenolik madde miktarının 94.4 mg/100 g 102.7 mg/100 g'a yükseldiği (Xiao et al., 2016) rapor edilmiştir. Altı farklı acı bakla çeşidi ile yapılan çalışmada ise % 20 oranında bakla unu ilavesiyle toplam fenolik madde miktarının 50 mg/100g'dan 60 mg/100 g-70 mg/100 g'a yükseldiği belirlenmiştir (Villarino vd., 2015).

Buğday ununa arpa, çavdar ve yulaf gibi tam tahıl unlarının % 30 oranında ilave edilerek yapılan çalışmada tam tahılların beyaz una ilavesiyle ekmeğin toplam fenolik madde içeriğinde artış olduğu tespit edilmiştir. En yüksek toplam fenolik madde içeriğine yulaf ilaveli ekmeğin (16.8 mg/100 g) ve en düşük toplam fenolik madde içeriğine arpa ilaveli ekmeğin (11.9 mg/100 g) olduğu belirlenmiştir (Ragee vd., 2011). Buğday ununa %

15 oranında kinoa unu ilavesiyle toplam fenolik madde miktarının 63 mg/100 g'dan 101 mg/100 g'a çıktığı tespit edilmiştir (Xu vd., 2019)

Tahıl ve kurubaklagil unlarının yanısıra keten tohumu ve chia tohumu gibi tohumların ve baharatların da ekmek zenginleştirmede kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Keten tohumu ilavesiyle (% 1-% 5) ekmeğin toplam fenolik madde içeriğinin 42 mg/100 g'dan 47 mg/100 g-81 mg/100 g'a arttığı (Sezcyk vd., 2017) ve chia tohumu (% 2-% 8) ilavesiyle 44 mg/100 g'dan 49 mg/100 g-82 mg/100 g'a arttığı (Romankiewicz vd., 2017) tespit edilmiştir. Zencefil ile yapılan bir çalışmada ekmek içinin toplam fenolik madde içeriğinin % 6 oranında zencefil ilavesiyle 14.30 mg/100 g'a 48.50 mg/100 g'a yükseldiği tespit edilmiştir (Balestra vd., 2011).

Antioksidan aktivite tayinlerinde farklı in-vitro yöntemler kullanılmaktadır. DPPH radikal temizleme aktivitesi ve FRAP demir (III) iyonu indirgeme antioksidan kapasitesi tayini gıdalarda antioksidan aktivite tayinlerinde sıklıkla kullanılan yöntemlerdendir. DPPH radikal temizleme aktivitesi tayini ile antioksidanların radikal yakalama kabiliyeti ve FRAP demir (III) iyonu indirgeme antioksidan kapasitesi tayini ile antioksidanların zincir kırma kabiliyeti ve indirgeme gücü belirlenebilir (Karadağ vd, 2009).

Buğday ununa siyah mercimek unu ilavesiyle (% 6-% 10) ekmeklerin antioksidan kapasitesinin arttığı tespit edilmiştir. Antioksidan kapasitedeki artışın mercimek ununun içerdiği antioksidan madde miktarının buğday unundan yüksek olmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Literatürde yer alan çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Buğday unundan hazırlanan kontrol ekmeğinin FRAP değeri 6.4 µg/100 g bulunurken yeşil mercimek (% 6) ve keçiyoynuzu (% 5) unları ilave edilmiş ekmeklerin FRAP değeri sırasıyla 10.6 µg/100 g ve 39.5 µg/100 g olarak bulunmuştur (Turfani vd., 2017).

Tam tahıl (arpa, çavdar ve yulaf) ilaveli ekmeklerin DPPH radikal temizleme aktivitesinin kontrol ekmeği ile kıyaslandığında yaklaşık 2 kat fazla olduğu tespit edilmiştir (Ragae vd, 2011). Kinoa unu ilave edilmiş ekmeklerin (% 15) DPPH radikal temizleme aktivitesinin kontrol örneğinden 1.38 kat fazla olduğu saptanmıştır (Xu vd., 2019). Kırmızı ve siyah kinoa unu ilavesiyle (% 25) DPPH radikal temizleme aktivitesinin yaklaşık 2 kat ve FRAP değerinin yaklaşık 3 kat arttığı rapor edilmiştir (Ballester vd., 2019)

Bu çalışmada % 6-% 10 oranında mercimek unu ilavesiyle toplam fenolik madde miktarında yaklaşık 1.25-1.36 kat, DPPH radikal temizleme aktivitesinde yaklaşık 1.52 kat ve FRAP değerinde yaklaşık 1.10-1.31 kat artış gözlenmiştir. Bu sonuçlar siyah

mercimeğin yeşil mercimek, keçiboynuzu ve tam tahıllar gibi ekmeği antioksidan maddelerce zenginleştirme amacıyla kullanabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda kontrol ekmeğinin ve siyah mercimek unu ilaveli ekmeklerin toplam fenolik madde miktarının literatürdeki verilerle karşılaştırıldığında düşük olduğu saptanmıştır. Buğday çeşidi ve ekstraksiyon yöntemindeki farklılıklar bu farklılığa neden olmuş olabilir.

4.5. Duyusal Özelliklerin Değerlendirilmesi

Duyusal özellikler tüketicilerin gıda tercihini belirleyen özelliklerinden birisidir. Ekmek örneklerinin duyusal değerlendirilmesi sonucu ekmek örneklerinin genel beğeni düzeyi arasında önemli derecede fark olmadığı belirlenmiştir. Literatürdeki çalışmalarda kurubaklagil unlarıyla zenginleştirilmiş ekmeklerin genel beğeni düzeylerinin kurubaklagil unu ilave oranına bağlı olduğu tespit edilmiştir. Mercimek ve kuru fasulye unlarının beyaz una %20-%30 oranında ilave edilmesiyle ekmeklerin genel beğeni düzeyinin azaldığı ve %10 oranında ilave edilen örneklerin genel beğeni düzeyinin kabul edilebilir olduğu rapor edilmiştir (Kohajdova vd., 2013). Mercimek unu ile yapılan başka bir çalışmada ise tam buğday ununa %10-% 20 oranında mercimek unu ilavesiyle ekmeklerin genel beğeni düzeyinin benzer olduğu ve % 25 oranında ilave edildiğinde genel beğeni skorunun 7.17'den 4.33'e düştüğü belirlenmiştir (Previtali vd., 2014). Buğday ununa % 10 oranında nohut unu ilavesiyle genel beğeni düzeyinde istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmazken % 20-%30 oranında ilavesiyle genel beğeni düzeyinin istatistiksel olarak önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir. Örneklerin genel beğeni puanının 9.0'dan 3.9'a düşmüştür (Mohammed vd., 2012). Buğday ununa % 5-% 10 oranında soya unu ilavesiyle yapılan ekmeklerin genel beğeni düzeyinin kabul edilebilir olduğu ve % 15-%20 oranında soya unu ilavesiyle örneklerinin genel beğeni düzeyinin azaldığı belirlenmiştir. Genel beğeni puanının 7.70'den 4.62'e düştüğü rapor edilmiştir (Dhigra ve Jood, 2001).

Buğday ununa siyah mercimek unu ilavesiyle ekmek içi ve ekmek kabuğu renginde koyulaşma gözlenmiştir. Ancak kontrol ekmeği ve siyah mercimek unu ilave edilmiş ekmek örneklerinin renk puanları arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmamıştır. Bu nedenle siyah mercimek unu ilavesiyle ekmek içi ve kabuğu renginde meydana gelen koyulaşmanın tüketici tercihini olumsuz yönde etkilemediği ifade edilebilir. Nohut unu ile yapılan bir çalışmada % 10 oranında nohut unu ilavesinin kabuk rengi beğeni düzeyinde istatistiksel olarak önemli olmayan derecede azalmaya ve % 20-%

30 oranında nohut unu ilavesinin ise kabuk rengi beğeni düzeyinde istatistiksel olarak önemli derecede azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. % 30 nohut unu ilavesi ile renk puanının 9.3'den 2.5'a düştüğü belirlenmiştir (Mohammed vd., 2012). % 5- %10 oranında soya unu ilavesinin kabuk rengi beğeni düzeyi üzerine etkisinin önemsiz olduğu ancak % 15- % 20 oranında soya ununun ilavesinin önemli derecede etkisinin bulunduğu rapor edilmiştir. % 20 soya una ilavesiyle ekmek kabuğu renk puanının 7.75'den 5.62'ye düştüğü tespit edilmiştir (Dhingra ve Jood, 2001).

Kontrol ekmeği ve siyah mercimek unu ilave edilmiş ekmek örnekleri arasında tat puanlarına göre istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmamıştır. Buğday ununa siyah mercimek unu ilavesinin ekmek tadına olumsuz bir etkisinin olmadığı ifade edilebilir. % 10 oranında nohut unu ilavesiyle ekmek tat puanının istatistiksel olarak önemli olmayan derecede azaldığı ancak % 20 oranında nohut unu ilavesiyle istatistiksel olarak önemli derecede azalma olduğu rapor edilmiştir. Tat puanının 9.1'den 6.0'ya düştüğü belirlenmiştir (Mohammed vd., 2012). Buğday ununa soya unu ilavesinin (% 5-% 20) ekmeğin tat beğeni düzeyinde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir.

Panelistlerin kontrol ekmeği ve siyah mercimek unu ilave edilmiş ekmek örneklerine verdikleri genel beğeni puanı ortalaması 6.6 ile 7.1 aralığında değişmekte olup panelistlerin ekmekleri orta derecede beğendiklerini göstermektedir. Buğday ununun % 6-%10 oranında siyah mercimek unuyla ikame edilmesi ile hem duyuşal açıdan tüketicinin kabul edebileceği hem de besinsel değeri artırılmış ekmek üretiminin gerçekleştirilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada beyaz ekmeğin besinsel özelliklerini iyileştirmek amacıyla buğday ununa % 0, % 2, % 6 ve % 10 oranında siyah mercimek unu ilave edilerek ekmekler üretilmiş ve bu ekmeklerin fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri araştırılmıştır.

Araştırma sonuçları buğday ununa % 6-% 10 oranında siyah mercimek unu ilavesiyle ekmeğin besinsel değerinde istatistiksel olarak önemli derecede artış olduğunu göstermiştir. Buğday ununun % 10 oranında siyah mercimek unu ile ikame edilmesiyle:

- Protein içeriğinin % 11.32'den % 12.83'e arttığı belirlenmiştir.
- Toplam diyet lifi içeriğinin % 4.47'den % 7.64'e arttığı tespit edilmiştir.
- Toplam fenolik madde içeriğinin 9.69 mg/100 g'dan 13.22 mg/100 g'a arttığı belirlenmiştir.
- DPPH radikal temizleme aktivitesinin 10.34 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$ 'dan 15.69 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$ ve FRAP değerinin 41.26 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$ 'dan 54.12 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$ 'a arttığı tespit edilmiştir.

Buğday ununa % 2-% 10 oranında SMU ilavesinin ekmeğin nem ve ağırlık değerleri üzerine önemli bir derecede etkisi olmadığı spesifik hacim değerinde önemli derecede azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Spesifik hacim değeri % 10 SMU ilavesiyle 3.02 g/cm³'den 2.10 g/cm³'e düşmüştür.

Buğday ununa % 2-% 10 oranında SMU ilavesinin ekmek içi ve ekmek kabuğu renginin L*, a* ve b* değerleri üzerine önemli derecede etkisi olduğu tespit edilmiştir.

- % 10 SMU ilavesiyle ekmek içi L* değeri 69.02'den 55.68'e ve b* değeri 18.91'den 11.56'ya düşmüştür.
- Ekmek kabuğu L* değeri 72.23'den 62.50' ve b* değeri 22.88'den 18.83'e düşmüştür.
- Ekmek içi a* değeri ise -0.90'dan 1.43'e yükselmiştir.
- Ekmek kabuğu a* değeri ise 1.17'den 2.75'e yükselmiştir.

Duyusal analiz sonuçlarına göre kontrol ekmeği ve SMU ilave edilmiş ekmek örnekleri aynı derecede beğenilmiştir.

- Ekmek içi rengi, gözenek yapısı, ufalanma, koku, tat, elastikiyet, nemlilik, yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve genel beğeni puanlarının 6.56 ile 7.48 aralığında değiştiği belirlenmiştir.

- Ekmek kabuğu renk, koku, tat, sertlik, gevreklik ve genel beğeni puanlarının 6.40 ile 7.08 aralığında değiştiği tespit edilmiştir.
- Ekmek içi koku, tat, çiğnenebilirlik ve genel beğeni özellikleri ve ekmek kabuğu renk ve genel beğeni özellikleri açısından en yüksek puanı % 6 SMU ilave edilmiş ekmek almıştır.

Çalışma sonuçları siyah mercimek ununun %6-%10 oranında buğday ununa ilavesiyle beyaz ekmeğin besinsel değerinin istatistiksel olarak önemli derecede artırılabilceği ve duyuşal açıdan kabul edilebilir SMU içeren ekmek üretilebileceğini göstermiştir. Siyah mercimek iyi bir protein ve diyet lifi kaynağı olmasının yanı sıra fenolik maddeler açısından zengin bir besindir. Buğday ununa % 6-% 10 oranında SMU ilavesiyle protein miktarında % 10-% 13'lük, toplam diyet lifi miktarında % 59-% 71'lik ve toplam fenolik madde miktarında % 25-% 36'lık artış gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre siyah mercimek unu ile zenginleştirilmiş ekmeğin günlük diyetle yer alması durumunda içerdiği diyet lifi ve antioksidan maddeler nedeniyle günlük lif ve antioksidan madde alımına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Siyah mercimekle zenginleştirilmiş ekmek tüketimi sağlıklı beslenme için önerilebilir.

Siyah mercimek ununun hamurun reolojik özelliklerine etkisini belirlemek için buğday ununa % 0, % 5, % 10, % 15, % 20, % 25 ve % 30 oranında SMU ilave edilerek hamurun reolojik özellikleri araştırılmıştır. Buğday ununa SMU ilavesinin ekmek hamurun reolojik özellikleri üzerine önemli derecede etkisi olduğu belirlenmiştir.

- Farinograf analizi sonuçlarına göre buğday ununa SMU ilavesiyle hamur gelişme süresi ve stabilite değerlerinde azalma gözlenmiştir.
- Ekstensograf analizi sonuçlarına göre buğday ununa SMU ilavesiyle hamurun uzama kabiliyeti ve enerji değerlerinde azalma gözlenmiştir.
- Farinograf ve ekstensograf analiz sonuçlarına göre buğday ununa en fazla % 10 oranında SMU ilave edilmesinin uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmamızda diğer mercimek çeşitlerine oranla daha az bilinen ve ülkemizde kullanımı sınırlı olan siyah mercimek kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarının protein, diyet lifi ve fenolik maddelerce zengin olan siyah mercimeğin kullanım alanlarının artırılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

6.KAYNAKLAR

- Acosta-Estrada, B.A., Lazo-Vélez, M.A., Nava-Valdez, Y., Gutiérrez-Urbe, J. A., and Serna- Saldívar, S.O., 2014. Improvement of Dietary Fiber, Ferulic Acid and Calcium Contents in Pan Bread Enriched with Nejayote Food Additive From White maize (*Zea mays*), *Journal of Cereal Science*, 60, 1, 264-269.
- Agama-Acevedo, E., Pacheco-Vargas, G., Gutierrez-Meraz, F., Tovar, J., ve Bello-Perez, L. A., 2019. Dietary Fiber Content, Texture, and in vitro Starch Digestibility of Different White Bread Crusts, *Journal of Cereal Science*, 89, 102824.
- Ahmed, J., Almusallam, A.S., Al-Salman, F., AbdulRahman, M.H., ve Al-Salem, E., 2013. Rheological Properties of Water Insoluble Date Fiber Incorporated wheat Flour Dough, *LWT-Food Science and Technology*, 51,2, 409-416.
- Almeida Costa, G.E., da Silva Queiroz-Monici, K., Reis, S.M.P.M., ve de Oliveira, A.C., 2006. Chemical Composition, Dietary Fibre and Resistant Starch Contents of Raw and Cooked Pea, Common Bean, Chickpea and Lentil Legumes, *Food chemistry*, 94,3, 327-330.
- Alshikh, N., de Camargo, A. C., ve Shahidi, F., 2015. Phenolics of Selected Lentil Cultivars: Antioxidant Activities and Inhibition of Low-Density Lipoprotein and DNA Damage, *Journal of Functional Foods*, 18, 1022-1038.
- Arslan Burnaz, N., Hendek Ertop, M., ve Karataş, Ş. M., (2018). Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanımı İle Ekmegin Fenolik Madde İçeriğinin Zenginleştirilmesi, *GIDA* (2018), 43,2, 240-249.
- Arufe, S., Della Valle, G., Chiron, H., Chenlo, F., Sineiro, J., ve Moreira, R., 2018. Effect of Brown Seaweed Powder on Physical and Textural Properties of Wheat Bread, *European Food Research and Technology*, 244, 1 , 1-10.
- Aydogdu, A., Yildiz, E., Aydogdu, Y., Sumnu, G., Sahin, S., ve Ayhan, Z., 2019. Enhancing Oxidative Stability of Walnuts by Using Gallic Acid Loaded Lentil Flour Based Electrospun Nanofibers as Active Packaging Material, *Food Hydrocolloids*, 95, 245-255.
- Badem, A. 2021. Ekmek ve Unlu Mamuller, Detay Yayıncılık, Ankara, (1), 265-285.
- Balestra, F., Cocci, E., Pinnavaia, G., ve Romani, S., 2011. Evaluation of Antioxidant, Rheological and Sensorial Properties of wheat flour Dough and Bread Containing Ginger Powder, *LWT-Food Science and Technology*, 44,3, 700-705.
- Benzie, I.F.F., ve Strain, J.J., 1999., Ferric Reducing Antioxidant Power Assay, Direct Measure of Total Antioxidant Activity of Biological Fluids, and Modified Version

For Simultaneous Measurement of Total Antioxidant Power and Ascorbic Acid Concentration, *Methods Enzymology*, 299, 15-19.

- Bigne, F., Puppo, M. C., ve Ferrero, C., 2016. Fibre Enrichment of Wheat Flour With Mesquite (*Prosopis* spp.): Effect on Breadmaking Performance and Staling, *LWT-Food Science and Technology*, 65, 1008-1016.
- Bigne, F., Romero, A., Ferrero, C., Puppo, M. C., ve Guerrero, A., 2021. New Thermal and Rheological Approaches of Chickpea–Wheat Dough For Breadmaking, *European Food Research and Technology*, 247, 5, 1107-1115.
- Boubaker, M., Damergi, C., Marzouk, C. B., Blecker, C., ve Bouzouita, N., 2016. Effect of Artichoke (*Cynara scolymus* L.) By-Product on the Quality and Total Phenol Content of Bread, *Mediterranean Journal of Chemistry*, 5, 5, 548-553.
- Boukid, F., Zannini, E., Carini, E., ve Vittadini, E., 2019. Pulses For Bread Fortification: A Necessity or a Choice?, *Trends in Food Science & Technology*, 88, 416-428.
- Brands-Williams, W., Cuvelier, M.E., ve Berset C., 1995. Use of Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 28, 25-30.
- Burcu, U. T. K. U., Ayan, A. D., Güneş, Z. S., & Karaça, A. C., 2020. Mercimek Proteinini İzolatı ve Unu Kullanılarak Bitkisel Bazlı Fırıncılık Ürünlerinin Geliştirilmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 473-483.
- Cappelli, A., Oliva, N., Bonaccorsi, G., Lorini, C., ve Cini, E., 2020. Assessment of the Rheological Properties and Bread Characteristics Obtained by Innovative Protein Sources (*Cicer arietinum*, *Acheta domesticus*, *Tenebrio molitor*): Novel food or potential improvers for wheat flour?, *LWT - Food Science and Technology*, 118.
- Casarin, A. L. F., Rasera, G. B., ve de Castro, R. J. S., 2021. Combined Biotransformation Processes Affect the Antioxidant, Antidiabetic and Protease Inhibitory Properties of Lentils, *Process Biochemistry*, 102, 250-260.
- Coda, R., Varis, J., Verni, M., Rizzello, C.G., ve Katina, K., 2017. Improvement of the Protein Quality of wheat Bread Through Faba Bean Sourdough Addition. *LWT-Food Science and Technology*, 82, 296-302.
- Demir, M. K., Ertaş, N., ve Sert D., 2020. Influence of Some Dairy Powders on the Qualitative Parameters of Bread, *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10, 4, 2618-2625.
- Dhen, N., Rejeb, I. B., Boukhris, H., Damergi, C., ve Gargouri, M., 2018. Physicochemical and Sensory Properties of Wheat-Apricot Kernels Composite Bread, *Lwt- Food Science and Technology*, 95, 262-267.
- Dhingra, S., ve Jood, S., 2002. Organoleptic and Nutritional Evaluation of Wheat Breads Supplemented with Soybean and Barley Flour, *Food Chemistry*, 77,4, 479-488.

- Doğu-Baykut, E., 2021. Bazı Tahıl Benzeri Ürünlerin Besin İçeriğı ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (23), 89-98.
- Dueñas, M., Sarmiento, T., Aguilera, Y., Benitez, V., Mollá, E., Esteban, R.M., ve Martín-Cabrejas, M.A., 2016. Impact of Cooking and Germination on Phenolic Composition and Dietary Fibre Fractions in Dark Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and Lentils (*Lens culinaris* L.), *LWT-Food Science and Technology*, 66, 72-78.
- Ekici, L., ve Ercoşkun, H., 2007. Et Ürünlerinde Diyet Lif Kullanımı, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1, 83-90.
- Eslamizad, S., Kobarfard, F., Tsitsimpikou, C., Tsatsakis, A., Tabib, K., ve Yazdanpanah, H., 2019. Health Risk Assessment of Acrylamide in Bread in Iran Using LC-MS/MS, *Food and Chemical Toxicology*, 126, 162-168.
- Fendri, L.B., Chaari, F., Maaloul, M., Kallel, F., Abdelkafi, L., Chaabouni, S. E., ve Ghribi-Aydi, D., 2016. Wheat Bread Enrichment by Pea and Broad Bean Pods Fibers: Effect on Dough Rheology and Bread Quality, *LWT - Food Science and Technology*, 73, 584-591.
- Ganesan, K., ve Xu, B., 2017. Polyphenol-rich Lentils and Their Health Promoting Effects, *International Journal of Molecular Sciences*, 18,11, 2390.
- Gao, J., ve Zhou, W., 2021. Oral Processing of Bread: Implications of Designing Healthier Bread Products, *Trends in Food Science & Technology*, 112, 720-734.
- García-Segovia, P., Igual, M., ve Martínez-Monzó, J., 2020. Physicochemical Properties and Consumer Acceptance of Bread Enriched with Alternative Proteins, *Foods*, 9,1, 933.
- Gedik, S.K., 2016. Mercimek Diyet Liflerinin İzolasyonu, Karakterizasyonu ve Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 95s.
- Gökhisar, Ö.K., 2018. Kırmızı Mercimek (*Lens culinaris*) Makarnası Üretiminin Araştırılması, Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 180s.
- Göncü, A., 2020. Tarhana Üretiminde Farklı Mercimek Unları ve Boza Kullanım Olanaklarının Araştırılması, Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 168s.
- Gujral, H. S., ve Singh, N., 1999. Effect of Additives on Dough Development, Gaseous Release and Breadmaking Properties, *Food Research International*, 32,10, 691-697.
- Gülhan, M.E., 2021. Effects of Lentil Flour On The Quality Of Gluten-Free Muffins, İstanbul Technical University Graduate School, İstanbul, 55p.

- Gültekin, F., Akın, S., ve Elgün, A., 2019. Ekmek Hakkında Güncel Bir Değerlendirme: Sağlık Etkileri, Gıda Katkı Maddeleri ve Helallik Sorunu, *Journal of Halal Life Style*, 1,1, 1-17.
- Havemeier, S. M., 2018. Evaluating the Agricultural, Historical, Nutritional, and Sustainable Uses of Pulse Grains and Legumes, Doctoral dissertation, University of Minnesota, 217p.
- Hefnawy, T. H., 2011. Effect of Processing Methods on Nutritional Composition and Anti-nutritional Factors in Lentils (*Lens culinaris*), *Annals of Agricultural Sciences*, 56,2, 57-61.
- Huang, L., Huang, Z., Zhang, Y., Zhou, S., Hu, W., ve Dong, M., 2019. Impact of Tempeh Flour on the Rheology of wheat Flour Dough and Bread Staling, *LWT - Food Science and Technology*, 111, 694-702.
- İçli, N., 2017. Elma Ekşilerinde Toplam Fenolik Bileşikler, Toplam Antioksidan Kapasite ve Toplam Flavonoid Maddelerin Tespiti, *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 2,2, 89-99.
- Kalkan, İ., ve Özarık, B., 2017. Tam Buğday Ekmeği ve Sağlık Üzerine Etkisi, *Aydın Gastronomy*, 1,1, 37-46.
- Kalkışım Ö., Özdemir M., ve Osman B., 2012. Ekmek Yapım Teknolojisi. Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane, 91s.
- Karadağ, A., Saner, S., ve Özçelik, B., 2009. Review of Methods to Determine Antioxidant Capacities, *Food Analytical Methods*, 2,1, 41-60.
- Kocaadam, B., ve Acar - Tek, N., 2016. Ekmek, Bira, Şarap ve Yoğurdun Orijinleri ve Tarihsel Süreçleri, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 44,3, 272-279.
- Kohajdová, Z., Karovičová, J., ve Magala, M., 2013. Effect of Lentil and Bean Flours on Rheological and Baking Properties of wheat dough, *Chemical Papers*, 67,4, 398-407.
- Kolaç, T., Gürbüz, P., ve Yetiş, G., 2017. Doğal Ürünlerin Fenolik İçeriği ve Antioksidan Özellikleri, *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 5,1, 26-42.
- Kotancılar, G., Çelik, İ., ve Ertugay, Z., 1995. Ekmeğin Besin Değeri ve Beslenmedeki Önemi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26,3, 431-441.
- Kourkouta, L., Koukourikos, K., Iliadis, C., Ouzounakis, P., Monios, A., ve Tsaloglidou, A., 2017. Ekmek ve Sağlık, *Eczacılık ve Farmakoloji Dergisi*, 5,11, 821-826.
- Kuang, Q., Yu, Y., Attree, R., ve Xu, B., 2017. A Comparative Study on Anthocyanin, Saponin, and Oil Profiles of Black and Red Seed Coat Peanut (*Arachis hypogaea*) Grown in China, *International Journal of Food Properties*, 20,1, 131-140.

- Magro, A.E.A., ve de Castro, R.J.S., 2020. Effects of Solid-State Fermentation and Extraction Solvents on the Antioxidant Properties of Lentils, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 28, 101753.
- Mahan, L., Foster, L., ve Dahl, W.J., 2013. Beans, Peas, and Lentils: Health Benefits, University of Florida, IFAS Extension, EDIS, 5, 2.
- Makinde, F.M., ve Akinoso, R., 2014. Physical, Nutritional and Sensory Qualities of Bread Samples made with Wheat and Black Sesame (*Sesamum Indicum* Linn) Flours, *International Food Research Journal*, 21,4, 1635-1640.
- Man, S., Păucean, A., Muste, S., ve Pop, A., 2015. Effect of the Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Flour Addition on Physicochemical Properties of wheat Bread, *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 72,1, 41-49.
- Marchini, M., Carini, E., Cataldi, N., Boukid, F., Blandino, M., Ganino, T., Pellegrini, N., ve Vittadini E., 2021. The use of Red Lentil Flour in Bakery Products: How do particle size and Substitution Level Affect Rheological Properties of wheat Bread Dough?, *Lwt*, 136, 110299.
- Marti, A., Cardone, G., Pagani, M.A., ve Casiraghi, M.C., 2018. Flour from Sprouted wheat as a New Ingredient in Bread-making, *LWT- Food Science and Technology*, 89, 237-243.
- Martins, Z.E., Pinho, O., ve Ferreira, I.M.P.L.V.O., 2017. Food Industry by-products Used as Functional Ingredients of Bakery Products, *Trends in Food Science & Technology*, 67, 106-128.
- Miranda-Ramos, K.C., Sanz-Ponce, N., ve Haros, C.M., 2019. Evaluation of Technological and Nutritional Quality of Bread Enriched with Amaranth Flour. *LWT - Food Science and Technology*, 114, 108418.
- Mohammed, I., Ahmed, A.R., ve Senge, B., 2012. Dough Rheology and Bread Quality of wheat–Chickpea Flour Blends, *Industrial Crops and Products*, 36,1, 196-202.
- Mondor, M., Guévremont, E., ve Villeneuve, S., 2014. Processing, Characterization and Bread-Making Potential of Malted Yellow Peas, *Food Bioscience*, 7, 11-18.
- Novotni, D., Mutak, N., Nanjara, L., Drakula, S., Čukelj Mustač, N., Voučko, B., and Ćurić, D., 2020. Sourdough Fermentation of Carob Flour and Its Application in Wheat Bread, 58 (4), 465-474.
- Ogunsina, B.S., Radha, C., ve Indrani, D., 2011. Quality Characteristics of Bread and Cookies Enriched with Debittered Moringa *Oleifera* Seed Flour, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62,2, 185-194.
- Olapade, A.A., ve Oluwole, O. B., 2013. Breadmaking Potential of Composite Flour of wheat-Acha (*Digitaria exilis* staph) Enriched with Cowpea (*Vigna unguiculata* L. walp) Flour, *Nigerian Food Journal*, 31,1, 6-12.

- Özdemir, G., Altın, D.D., ve Şahan, Y., 2021. Bazı Tıbbi Bitkilerle Zenginleştirilmiş Ekmeklerin Duyusal Özellikleri ve Satın Alma Niyetine Etkisi, *Gıda, The Journal of Food*, 46,4, 767-784.
- Pala, A., 2012. Farklı Yöntemlerle Kurutularak Elde Edilen Boza Tozunun Hamur Reolojik ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 58s.
- Paranavitana, L., Oh, W.Y., Yeo, J., ve Shahidi, F., 2021. Determination of Soluble and Insoluble-Bound Phenolic Compounds in Dehulled, Hulled, and Hulls of Green and Black Lentils Using Electrospray Ionization (ESI)-MS/MS and their Inhibition in DNA Strand Scission, *Food Chemistry*, 361, 1-8.
- Pauline, M., Roger, P., Nina, N.E.S.N., Arielle, T., Eugene, E. E., ve Robert, N., 2020. Physico-chemical and Nutritional Characterization of Cereals Brans Enriched Breads, *Scientific African*, 7.
- Pejcz, E., Czaja, A., Wojciechowicz-Budzisz, A., Gil, Z., ve Szychaj, R., 2017. The Potential of Naked Barley Sourdough to Improve the Quality and Dietary Fibre Content of Barley Enriched wheat Bread, *Journal of Cereal Science*, 77, 97-101.
- Pekcan, G., Şanlı, N., ve Baş, M., 2015. Türkiye Beslenme Rehberi (TUBER), T.C. Sağlık Bakanlığı, 157s.
- Peng, X., Ma, J., Cheng, K.W., Jiang, Y., Chen, F., ve Wang, M., 2010. The Effects of Grape Seed Extract Fortification on the Antioxidant Activity and Quality Attributes of Bread, *Food Chemistry*, 119,1, 49-53.
- Perri, G., Coda, R., Rizzello, C. G., Celano, G., Ampollini, M., Gobbetti, M., ve Calasso, M., 2021. Sourdough Fermentation of Whole and Sprouted Lentil Flours: In Situ Formation of Dextran and Effects on the Nutritional, Texture and Sensory Characteristics of White Bread, *Food Chemistry*, 355, 129638.
- Perri, G., Coda, R., Rizzello, C.G., Celano, G., Ampollini, M., Gobbetti, M., ve Calasso, M., 2021. Sourdough Fermentation of Whole and Sprouted Lentil Flours: In Situ Formation of Dextran and Effects on the Nutritional, Texture and Sensory Characteristics of White Bread, *Food Chemistry*, 355.
- Polat, H., Capar, T.D., Inanir, C., Ekici, L., ve Yalcin, H., 2020. Formulation of Functional Crackers Enriched with Germinated Lentil Extract: A Response Surface Methodology Box-Behnken Design, *LWT- Food Science and Technology*, 123, 109065.
- Polat, Y., 2007. Buğday Ununa Balkabağı Tozu İlavesinin Unun Ekmeklik Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi, İstanbul, 43s.

- Ragaee, S., Guzar, I., Dhull, N., ve Seetharaman, K., 2011. Effects of fiber addition on antioxidant capacity and nutritional quality of wheat bread. *LWT-Food Science and Technology*, 44,10, 2147-2153.
- Rezende, E.S.V., Lima, G.C., ve Naves, M.M.V., (2021). Dietary Fibers as Beneficial Microbiota Modulators: A Proposal Classification by Prebiotic Categories, *Nutrition*, 89, 111217.
- Rizzello, C.G., Calasso, M., Campanella, D., De Angelis, M., ve Gobbetti, M., 2014. Use of Sourdough Fermentation and Mixture of wheat, Chickpea, Lentil and Bean Flours for Enhancing the Nutritional, Texture and Sensory Characteristics of White Bread, *International Journal of Food Microbiology*, 180, 78-87.
- Robles-Ramirez, M.D.C., Ortega-Robles, E., Monterrubio-López, R., Mora-Escobedo, R., ve Beltran-Orozco, M., 2020. Barley Bread with Improved Sensory and Antioxidant Properties, *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100279.
- Romankiewicz, D., Hassoon, W.H., Cacak-Pietrzak, G., Sobczyk, M., Wirkowska-Wojdyła, M., Ceglińska, A., ve Dziki, D., 2017. The Effect of Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.) Addition on Quality and Nutritional Value of wheat Bread. *Journal of Food Quality*, 2017, 2-7.
- Rubel, I.A., Pérez, E.E., Manrique, G.D., ve Genovese, D.B., 2015. Fibre enrichment of wheat bread with Jerusalem artichoke inulin: Effect on dough rheology and bread quality. *Food Structure*, 3, 21-29.
- Sairam, S., Krishna, A.G., ve Urooj, A., 2011. Physico-chemical characteristics of defatted rice bran and its utilization in a bakery product. *Journal of food science and technology*, 48,4, 478-483.
- Salazar, D.M., Naranjo, M., Pérez, L.V., Valencia, A.F., Acurio, L.P., Gallegos, L.M., ve Arancibia, M.Y., 2017. Development of Newly Enriched Bread with Quinoa Flour and whey. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 77,1.
- Sęczyk, Ł., Świeca, M., Dziki, D., Anders, A., ve Gawlik-Dziki, U., 2017. Antioxidant, nutritional and functional characteristics of wheat bread enriched with ground flaxseed hulls. *Food chemistry*, 214, 32-38.
- Shanmugavel, V., Santhi, K.K., Kurup, A.H., Kalakandan, S., Anandharaj, A., ve Rawson, A., 2020. Potassium Bromate: Effects on Bread Components, Health, Environment and Method of Analysis: A Review, *Food chemistry*, 311, 1-13.
- Singh, J., Srivastava, R.P., Gupta, S., Basu, P.S., ve Kumar, J., 2016. Genetic Variability for Vitamin B9 and Total Dietary Fiber in Lentil (*Lens culinaris* L.) Cultivars, *International Journal of Food Properties*, 19,4, 936-943.
- Singleton, V.L., Rossi Jr., J.A. & Rossi J A Jr., 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents, *Am. J. Enol. Vitic*, 16, 144-158.

- Stampfli, L. ve Nersten, B., 1995. Ekmek Yapımında Emülgatörler., Food Chemistry, 52,4, 353-360.
- Sulieman, A.M.E., Babiker, W.A., Elhardallou, S.B., Elkhalfa, E.A., ve Veettil, V.N., 2016. Influence of Enrichment of wheat Bread with Pomegranate (Punica granatum L) Peels By-Products, International Journal of Food Science and Nutrition Engineering, 6,1, 10-13.
- Świeca, M., Gawlik-Dziki, U., Dziki, D., ve Baraniak, B., 2017. Wheat bread enriched with green coffee–In vitro bioaccessibility and bioavailability of phenolics and antioxidant activity. Food chemistry, 221, 1451-1457.
- Şen, H., 2013. Bazı Doğal Bitkisel Katkıların Ekmek Hamurunun Reolojik Özellikleri İle Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 145s.
- Tebben, L., Shen, Y., ve Li, Y., 2018. Improvers and Functional Ingredients in Whole wheat Bread: A Review of their Effects on Dough Properties and Bread Quality, Trends in Food Science & Technology, 81, 10-24.
- Tosun, İ., ve Karadeniz, B., 2005. Çay ve çay fenoliklerinin antioksidan aktivitesi, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 20,1, 78-83.
- Turfani, V., Narducci, V., Durazzo, A., Galli, V., ve Carcea, M., 2017. Technological, Nutritional and Functional Properties of wheat Bread Enriched with Lentil or Carob Flours, LWT - Food Science and Technology, 78, 361-366.
- URL-1, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/01/20120104-6.htm>. 04.01.2012
- URL-2, <http://www.turkomp.gov.tr/food-126>. 26.09.2021
- URL-3, https://tuketici.ticaret.gov.tr/data/5e6b33e913b876e4200a0101/Turkiye_Israf_Raporu_2018.pdf. 26.09.2021
- URL-4, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. 26.09.2021
- URL-5, <http://www.turkomp.gov.tr/food-156>. 26.09.2021
- Uslu, E.Ş., 2016. Zayıf Unların Ekmeklik Kalitelerinin Pelemir (Cephalaria syriaca) Ekstraktı İlavesiyle Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 64s.
- Vatansever, M., Tığa, B.H., Kumcuoğlu, S., & Tavman, Ş., 2020. Farklı Oranlarda Mercimek Unu ve Patates Nişastası İçeren Karışımların Ekstrüde Çabuk Erişte Üretiminde Kullanımının İncelenmesi. Gıda , 45 (5), 837-849.
- Villarino, C.B.J., Jayasena, V., Coorey, R., Chakrabarti-Bell, S., Foley, R., Fanning, K., ve Johnson, S.K. 2015. The Effects of Lupin (Lupinus angustifolius) Addition to wheat

Bread on its Nutritional, Phytochemical and Bioactive Composition and Protein Quality, Food Research International, 76, 58-65.

- Wahyono, A., Dewi, A.C., Oktavia, S., Jamilah, S., ve Kang, W.W., 2020. Antioxidant Activity and Total Phenolic Contents of Bread Enriched with Pumpkin Flour. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 411,1, 1-8.
- Wang, N., Hatcher, D.W., Toews, R., ve Gawalko, E.J., 2009. Influence of Cooking and Dehulling on Nutritional Composition of Several Varieties of Lentils (*Lens culinaris*), LWT-Food Science and Technology, 42,4, 842-848.
- Xing, Q., Kyriakopoulou, K., Zhang, L., Boom, R.M., ve Schutyser, M.A., 2021. Protein Fortification of wheat Bread Using Dry Fractionated Chickpea Protein-Enriched Fraction or its Sourdough. LWT, 142, 1-9.
- Xu, J., Li, Y., Zhao, Y., Wang, D., ve Wang, W., 2021. Influence of Antioxidant Dietary Fiber on Dough Properties and Bread Qualities: A Review, Journal of Functional Foods, 80, 1-10.
- Xu, M., Jin, Z., Simsek, S., Hall, C., Rao, J., ve Chen, B., 2019. Effect of germination on the chemical composition, thermal, pasting, and moisture sorption properties of flours from chickpea, lentil, and yellow pea, Food chemistry, 295, 579-587.
- Xu, X., Luo, Z., Yang, Q., Xiao, Z., ve Lu, X., 2019. Effect of Quinoa Flour on Baking Performance, Antioxidant Properties and Digestibility of wheat Bread, Food chemistry, 294, 87-95.
- Yaver, E., ve Bilgiçli, N., 2021. Ultrasound-treated Lupin (*Lupinus albus* L.) Flour: Protein-and Fiber-Rich Ingredient to Improve Physical and Textural Quality of Bread with a Reduced Glycemic Index, LWT, 148, 1-8.
- Yılmaz, M.S., 2019. Farklı Ekmeklik Unların Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 49s.
- Zhang, B., Deng, Z., Ramdath, D.D., Tang, Y., Chen, P. X., Liu, R., ve Tsao, R., 2015. Phenolic Profiles of 20 Canadian Lentil Cultivars and their Contribution to Antioxidant Activity and Inhibitory Effects on α -glucosidase and Pancreatic Lipase, Food Chemistry, 172: 862-872.
- Zhang, B., Deng, Z., Tang, Y., Chen, P.X., Liu, R., Ramdath, D.D., ve Tsao, R., 2017. Reprint of "Bioaccessibility, in vitro Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Phenolics in Cooked Green Lentil (*Lens culinaris*)", Journal of Functional Foods, 38: 698-705.
- Zhang, H., Jha, AB, De Silva, D., Purves, RW, Warkentin, TD ve Vandenberg, A., 2019. Improved folate monoglutamate extraction and application to folate quantification from wild lentil seeds by ultra performance liquid chromatography-selective reaction monitoring mass spectrometry, Journal of Chromatography B, 1121 , 39-47.

Zhang, Y., Ruan, C., Cheng, Z., Zhou, Y., ve Liang, J., 2019. Mixolab Behavior, Quality Attributes and Antioxidant Capacity of Breads Incorporated with *Agaricus bisporus*, *Journal of food science and technology*, 56,8: 3921-3929.



7.EKLER

Ek Form 1. Duyusal Analiz Formu

EKMEK İÇİ

Lütfen önce ekmek içinin rengini sonra yapısını daha sonra kokusu değerlendiriniz. Tadımdan sonra ağız hissi dokusal özellikleri değerlendiriniz ve genel beğeni düzeyinizi işaretleyiniz.

ÖZELLİK	ÖRNEK KODU	ÖRNEK KODU	ÖRNEK KODU	ÖRNEK KODU
RENK	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
GÖZENEK YAPISI	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
UFALANMA	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
KOKU	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
TAT	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
ELASTİKİYET	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
NEMLİLİK	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

YAPIŞKANLIK	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
ÇİĞNENE BİLİRLİK	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
GENEL BEĞENİ	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

1:aşırı kötü (aşırı derecede beğenmedim)

2:çok kötü (çok beğenmedim)

3:kötü (orta derecede beğenmedim)

Ek Form 1. Duyusal Analiz Formu

4:ortanın altı, kötüünün üstü (çok az beğenmedim)

5:orta (ne beğendim, ne beğenmedim)

6:iyinin altı, ortanın üstü (çok az beğendim)

7:iyi (orta derecede beğendim)

8:çok iyi (çok beğendim)

9:mükemmel (aşırı derecede beğendi)

KABUK

Lütfen kabuğun önce rengini sonra yapısını daha sonra kokusu değerlendiriniz. Tadımdan sonra ağız hissi dokusal özellikleri değerlendiniz ve genel beğeni düzeyinizi işaretleyiniz.

ÖZELLİK	ÖRNEK KODU	ÖRNEK KODU	ÖRNEK KODU	ÖRNEK KODU
RENK	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
KOKU	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
TAT	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
SERTLİK	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
GEVREKLİK	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
GENEL BEĞENİ	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9

1:aşırı kötü (aşırı derecede beğenmedim)

2:çok kötü (çok beğenmedim)

3:kötü (orta derecede beğenmedim)

beğendim)

4:ortanın altı, kötünün üstü (çok az beğenmedim)

5:orta (ne beğendim, ne beğenmedim)

6:iyinin altı, ortanın üstü (çok az beğendim)

7:iyi (orta derecede beğendim)

8:çok iyi (çok beğendim)

9:mükemmel (aşırı derecede

Ek Form 2: Etik Kurul İzin Belgesi

T.C. GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ Rektörlüğü			GÜMÜŞHANE UNIVERSITY Rector's Office
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU			
(Proje Onay Formu)			
TARİH	: 26/10/2020 - 2020/10		
YER			
KATILIMCILAR	: Prof.Dr. GÜNAY ÇAKIR (Başkan) Prof.Dr. HASAN AYAYDIN (Üye) Prof.Dr. MÜGE YILMAZ (Üye) Prof.Dr. BAYRAM NAZIR (Üye) Prof.Dr. EKREM CENGİZ (Üye) Prof.Dr. HURİ İLYASOĞLU (Üye) Prof.Dr. FERKAN SİPAHİ (Üye)		
BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU PROJE ONAY FORMU			
Projenin Adı:	Siyah Mercimek Unu ile Zenginleştirilmiş Ekmek Üretimi: Duyusal Panel		
Projenin Niteliği:	Yüksek Lisans Tezi İçeriğinde Planlanan Duyusal Analizlerin Yapılabilmesi için Duyusal Panel Düzenlenmesi Prof. Dr. Huri İLYASOĞLU		
Proje Araştırmacıları:	YL Öğrencisi Meryem DEMİRAY		

Proje Yürütücüsünün Haberleşme Bilgileri:	Prof. Dr. Huri İLYASOĞLU GÜ SBF Beslenme ve Diyetetik Bölümü
Araştırmanın Amacı:	Bu duyusal panelin amacı siyah mercimek unu ile zenginleştirilmiş ekmeklerin tüketiciler tarafından beğeni düzeyi ölçmektir.
Araştırmanın Gerekçesi:	Ekmek ülkemizde tüketimi en yaygın olan gıdalardan birisidir. Ekonomik, doyurucu ve kolay ulaşılabilir olması nedeniyle ülkemizde her öğünde tüketilmektedir (Arslan Burnaz ve ark., 2018). Ekmek iyi bir enerji kaynağı olmasının yanısıra kompleks karbonhidratlar açısından da zengindir. Ancak ekmek proteinlerinin esansiyel aminoasit (lizin ve treonin gibi) içeriği düşüktür. Ayrıca rafine undan yapılan ekmekler minör besin öğeleri ve diyet lifi içeriği açısından yeterli bir kaynak değildir. Bu nedenle ekmeğin protein, vitamin, mineral ve diyet lifi açısından zenginleştirilmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Meral ve Karaoğlu, 2019). Tahıl bazlı ürünlerin besinsel kalitesini geliştirmek için rafine unun kurubaklagil unları ile zenginleştirilmesi önemli bir araçtır. Kurubaklagillerin protein ve diyet lifi içeriğinin yüksek olması ve fitokimyasallar içermeleri ekmeğin zenginleştirilmesinde kullanımlarına olan ilgiyi artırmaktadır (Turfani ve ark., 2017). Fasulye, nohut, mercimek ve börülce gibi kurubaklagil unlarının beyaz una katılarak ekmek üretiminde kullanılması ekmeğin besin kalitesini olumlu yönde etkilediğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Cavaltane ve ark., Mohammed ve ark., 2014; Turfani ve ark., 2017). Yüksek lisans tezi kapsamında ülkemizde her öğün tüketilen besin maddesi olan ekmek siyah mercimek unuyla zenginleştirilecektir. Siyah mercimek diyet lifi ve polifenoller açısından iyi bir kaynaktır. Beyaz una siyah mercimek unu ilave edilerek ekmeğin besinsel kalitesinin artırılması hedeflenmektedir. Bu duyusal panel ile siyah mercimek unu ile zenginleştirilmiş ekmeklerin tüketici tarafından beğeni düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kaynaklar Arslan Burnaz, N., Hendek Ertop, M., Karataş, Ş.M., 2018. Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımı ile ekmeğin fenolik madde içeriğinin zenginleştirilmesi. <i>Gıda</i>, 43 (2), 240-249. Cavalcante, R.B.M., Morgano, M.A., Silva, K.J.D., Rocha, M. De M., Araujo, M.A.M., Morareia-Araujo, R.S.R., 2016. Cheese bread enriched with biofortified cowpea flour. <i>Ciencia e Agrotechnologia</i>, 40 (1), 97-103. Meral, H., Karaoğlu, M.M., 2019. Ekmeğin besinsel özelliklerinin iyileştirilmesi. <i>Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi</i>, 50 (2) 217-225.

	Mohammed, I., Ahmed, A.R., Senge, R., 2014. Effects of chickpea flour on wheat pasting properties and bread making quality. <i>Journal of Food Science and Technology</i>, 51 (9), 1902-1910 Turfani, V., Narducci, V., Durazzo A., Galli, V., Carce, M., 2017. Technological, nutritional and functional properties of white bread enriched with lentil or carob flours. <i>LWT Food Science and Technology</i>, 78, 361-366.
Araştırmanın Yöntemi:	Beyaz una üç farklı oranlarda siyah mercimek unu ilave edilerek siyah mercimek unu ile zenginleştirilmiş ekmek üretilenektir. Beyaz un ile kontrol örneği hazırlanacaktır. Ekmek örneklerinin kimyasal ve duysal analizi gerçekleştirilecektir. Duyusal analiz için duysal panel düzenlenecektir. Duyusal panel öncesi katılımcılara duysal panel ile ilgili bilgi verilecek ve çalışmaya katılmayı kabul edilen gönüllüler ile duysal panel gerçekleştirilecektir. Duyusal panelde panelistlerden ekmek örneklerinin duysal özelliklerini (görünüş, yapı, koku ve tat vd) değerlendirilmesi istenecek ve görüşlerini duysal analiz formuna kaydetmeleri istenecektir.
Kullanılacak biyolojik, psikolojik ve teknik vb. tüm yöntemleri açıklayan etik ile ilgili özet:	Duyusal panel öncesi çalışmaya katılmayı kabul eden gönüllülerden yazılı onam alınacaktır. Panelistlere ekmek örnekleri ve duysal analiz formu verilecektir. Panelistlerden ekmek örneklerinin görünüş, yapı, koku ve tat gibi duysal özelliklerini değerlendirmeleri ve değerlendirmelerini duysal analiz formuna kaydetmeleri istenecektir. Ekmek üretiminde beyaz un ve siyah mercimek gibi doğal gıda bileşenleri kullanılacaktır. Panelistlere sunulacak ekmekler sağlığa zararlı bir madde içermemektedir.

**T.C. GÜMÜŞHANE
ÜNİVERSİTESİ
Rektörlüğü**



**GÜMÜŞHANE
UNIVERSITY
Rector's Office**

Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi öğretim üyelerinden Sayın Prof. Dr. Huri İLYASOĞLU'nun "Siyah Mercimek Unu ile Zenginleştirilmiş Ekmek Üretimi: Duyusal Panel" adlı projesi değerlendirilmiştir.

Proje etik açısından uygun bulunmuştur. ✓

Projenin etik açısından geliştirilmesi gerekmektedir.

Proje etik açısından uygun bulunmamıştır.



KONTROL



% 2 SMU



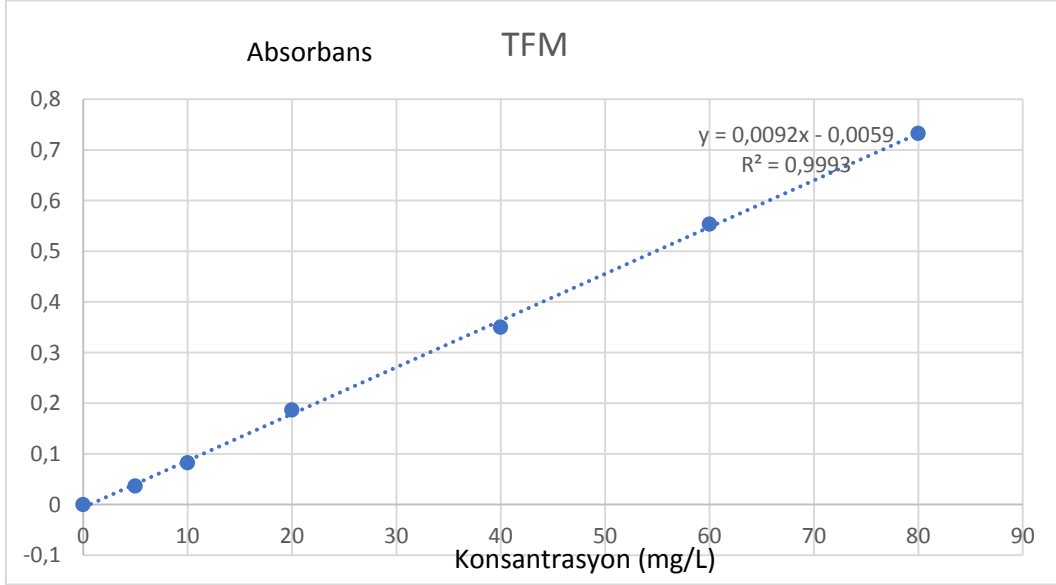
% 6 SMU



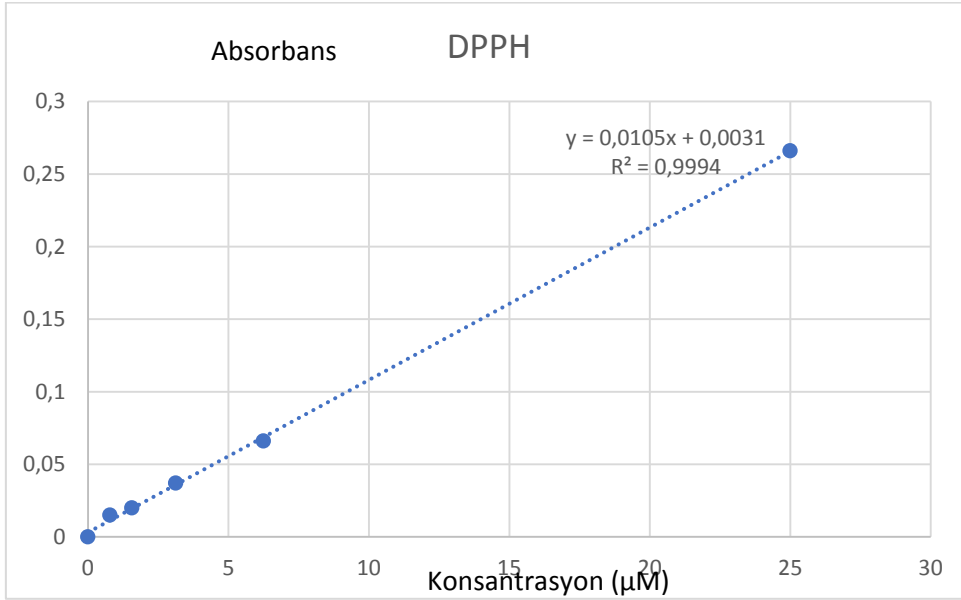
% 10 SMU

Ek Şekil 1. Ekmek Numunelerinin Enine Kesit Görüntüsü

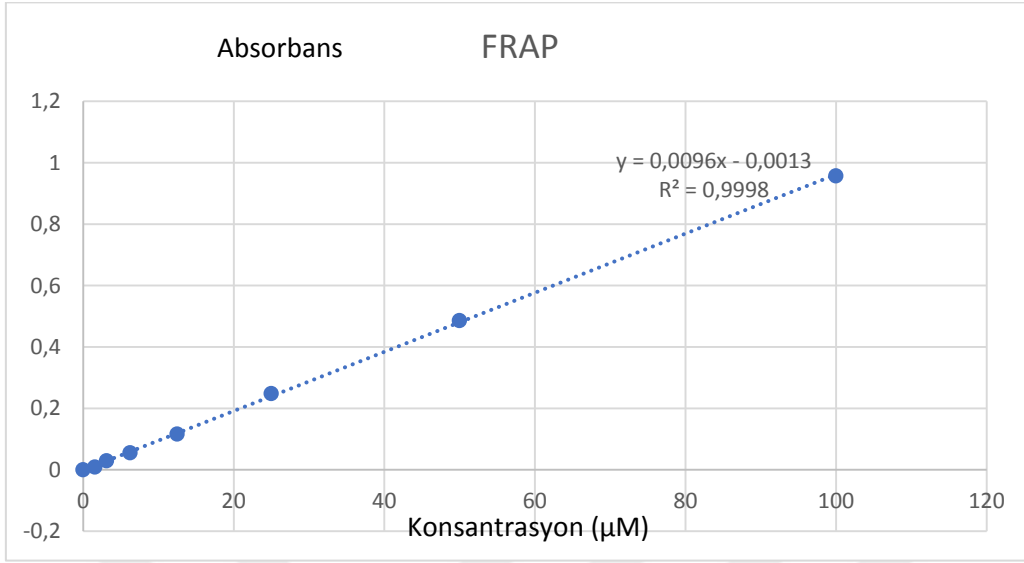
Ek Şekil 2. Kalibrasyon Grafikleri



Şekil 2A. Toplam Fenolik Madde Analizi Kalibrasyon Grafiği



Şekil 2B. DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi Analizi Kalibrasyon Grafiği



Şekil 2C. FRAP Demir (III) İyonu İndirgeme Antioksidan Kapasitesi Analizi Kalibrasyon Grafiği

Ek Tablo 1. Un Numuneleri Student-t Testi Sonuçları

Parametre	Grup	Ortalama	Standart Sapma	Serbestlik Derecesi	t	P
Nem	Buğday unu	13.419	0.069	4	37.905	0.000
	SMU	11.569	0.048			
Kül	Buğday unu	0.721	0.016	4	-169.019	0.000
	SMU	2.755	0.013			
Protein	Buğday unu	11.865	0.140	4	-54.298	0.000
	SMU	30.069	0.563			
Toplam diyet lifi	Buğday unu	4.663	0.628	4	-7.654	0.002
	SMU	25.093	4.580			
Yağ	Buğday unu	1.816	0.253	4	0.780	0.479
	SMU	1.672	0.194			

Ek Tablo 2. Hamur Numuneleri Tek Yollu Varyans Analizi Sonuçları

Parametre	Varyasyon kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Su absorpsiyonu	Gruplar arası	4.499	6	0.750	6.998	0.011
	Grup içi	0.750	7	0.107		
	Toplam	5.249	13			
Hamur gelişme süresi	Gruplar arası	257.039	6	42.840	105.220	0.000
	Grup içi	2.850	7	0.407		
	Toplam	259.889	13			
Stabilite	Gruplar arası	457.704	6	76.284	141.641	0.000
	Grup içi	3.770	7	0.539		
	Toplam	461.474	13			
Yumuşama derecesi	Gruplar arası	29614.000	6	4935.667	1570.439	0.000
	Grup içi	22.000	7	3.143		
	Toplam	29636.000	13			
Enerji	Gruplar arası	4254.857	6	709.143	26.126	0.000
	Grup içi	190.000	7	27.143		
	Toplam	4444.857	13			
Hamur direnci	Gruplar arası	72391.857	6	12065.310	12.282	0.002
	Grup içi	6876.500	7	982.357		
	Toplam	79268.357	13			
Uzama kabiliyeti	Gruplar arası	1274.714	6	212.452	10.585	0.003
	Grup içi	140.500	7	20.071		
	Toplam	1415.214	13			
Maksimum direnç	Gruplar arası	155325.857	6	25887.643	26.624	0.000
	Grup içi	6806.500	7	972.357		
	Toplam	162132.357	13			

Ek Tablo 3. Ekmek Numuneleri Tek Yollu Varyans Analizi Sonuçları

Parametre	Varyasyon kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Nem	Gruplar arası	0.525	3	0.175	0.141	0.933
	Grup içi	9.931	8	1.241		
	Toplam	10.456	11			
Protein	Gruplar arası	3.881	3	1.294	15.647	0.001
	Grup içi	0.661	8	0.083		
	Toplam	4.543	11			
Kül	Gruplar arası	0.030	3	0.010	1.847	0.217
	Grup içi	0.044	8	0.006		
	Toplam	0.075	11			
Yağ	Gruplar arası	0.016	3	0.005	0.432	0.736
	Grup içi	0.099	8	0.012		
	Toplam	0.115	11			
Toplam diyet lifi	Gruplar arası	20.347	3	6.782	7.639	0.010
	Grup içi	7.103	8	0.888		
	Toplam	27.450	11			
TFM	Gruplar arası	29.220	3	9.740	4.673	0.036
	Grup içi	16.674	8	2.084		
	Toplam	45.895	11			
DPPH	Gruplar arası	109.926	3	36.642	12.840	0.002
	Grup içi	22.831	8	2.854		
	Toplam	132.757	11			
FRAP	Gruplar arası	611.580	3	203.860	5.216	0.028
	Grup içi	312.659	8	39.082		
	Toplam	924.239	11			
Ağırlık	Gruplar arası	29.673	3	9.891	0.315	0.814
	Grup içi	250.882	8	31.360		
	Toplam	280.556	11			
Spesifik hacim	Gruplar arası	1.383	3	0.461	7.225	0.012
	Grup içi	0.510	8	0.064		
	Toplam	1.893	11			

Ek Tablo 3. (Devamı)

Parametre	Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
L*	Gruplar arası	3	106.243	26.126	0.000
Ekmek içi	Grup içi	8	4.067		
	Toplam	11			
a*	Gruplar arası	3	3.505	459.356	0.000
Ekmek içi	Grup içi	8	0.008		
	Toplam	11			
b*	Gruplar arası	3	31.479	161.211	0.000
Ekmek içi	Grup içi	8	0.195		
	Toplam	11			
L*	Gruplar arası	3	56.798	20.682	0.000
kabuk	Grup içi	8	2.746		
	Toplam	11			
a*	Gruplar arası	3	1.304	20.449	0.000
kabuk	Grup içi	8	0.064		
	Toplam	11			
b*	Gruplar arası	3	12.879	4.517	0.039
kabuk	Grup içi	8	2.851		
	Toplam	11			

Ek Tablo 4. Duyusal Panel Tek Yollu Varyans Analizi Sonuçları

Parametre	Varyasyon kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Renk	Gruplar arası	8.670	3	2.890	1.849	0.144
Ekmek İçi	Grup içi	150.080	96	1.563		
	Toplam	158.750	99			
Gözenek	Gruplar arası	5.790	3	1.930	1.196	0.316
Ekmek İçi	Grup içi	154.960	96	1.614		
	Toplam	160.750	99			
Ufalanma	Gruplar arası	2.320	3	0.773	0.354	0.786
Ekmek İçi	Grup içi	209.520	96	2.183		
	Toplam	211.840	99			
Koku	Gruplar arası	0.320	3	0.107	0.051	0.985
Ekmek içi	Grup içi	201.040	96	2.094		
	Toplam	201.360	99			
Tat	Gruplar arası	2.800	3	0.933	0.579	0.630
Ekmek İçi	Grup içi	154.640	96	1.611		
	Toplam	157.440	99			
Elastikiyet	Gruplar arası	2.030	3	0.677	0.468	0.705
Ekmek İçi	Grup içi	138.880	96	1.447		
	Toplam	140.910	99			
Nemlilik	Gruplar arası	0.350	3	0.117	0.075	0.974
Ekmek İçi	Grup içi	150.160	96	1.564		
	Toplam	150.510	99			
Yapışkanlık	Gruplar arası	1.280	3	0.427	0.192	0.902
Ekmek İçi	Grup içi	213.280	96	2.222		
	Toplam	214.560	99			
Çiğnenebilirlik	Gruplar arası	1.640	3	0.547	0.354	0.787
Ekmek İçi	Grup içi	148.400	96	1.546		
	Toplam	150.040	99			
Genel Beğeni	Gruplar arası	1.320	3	0.440	0.271	0.846
Ekmek İçi	Grup içi	155.680	96	1.622		
	Toplam	157.000	99			

Ek Tablo 4.(Devamı)

Parametre	Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Renk	Gruplar arası	3	1.947	0.974	0.408
Kabuk	Grup içi	96	1.999		
	toplam	99			
Koku	Gruplar arası	3	1.423	0.738	0.532
Kabuk	Grup içi	96	1.928		
	toplam	99			
Tat	Gruplar arası	3	1.187	0.707	0.550
Kabuk	Grup içi	96	1.679		
	toplam	99			
Sertlik	Gruplar arası	3	0.680	0.421	0.738
Kabuk	Grup içi	96	1.614		
	Toplam	99			
Gevreklik	Gruplar arası	3	0.090	0.046	0.987
Kabuk	Grup içi	96	1.943		
	Toplam	99			
Genel Beğeni	Gruplar arası	3	0.347	0.186	0.906
Kabuk	Grup içi	96	1.864		
	Toplam	99			

ÖZGEÇMİŞ

Meryem DEMİRAY, yılında ' da doğdu. 2008 yılında Alparslan ilköğretim okulunda ilköğretim ve ortaöğretimini, 2012 yılında Karşıyaka Anadolu Lisesi' nde lise öğrenimini tamamladı. 2014 yılında Gümüşhane Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü' nü kazandı ve 2018 yılında mezun oldu. 2019 yılında Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı' nda Yüksek Lisans eğitime başladı. Yüksek Lisans eğitime halen devam etmektedir.

