

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

**FARKLI ÖN İŞLEMLER UYGULANARAK GLUTENSİZ
MERCİMEK BİSKÜVİSİ ÜRETİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CANSEV TAŞ

DENİZLİ, OCAK - 2023

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



**FARKLI ÖN İŞLEMLER UYGULANARAK GLUTENSİZ
MERCİMEK BİSKÜVİSİ ÜRETİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CANSEV TAŞ

DENİZLİ, OCAK - 2023

**Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinasyon Birimi tarafından 2022FEBE003 nolu proje ile desteklenmiştir.**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

CANSEV TAŞ

ÖZET

**FARKLI ÖN İŞLEM UYGULANARAK GLUTENSİZ MERCİMEK
BİSKÜVİSİ ÜRETİMİNİN ARAŞTIRILMASI**
YÜKSEK LİSANS TEZİ
CANSEV TAŞ
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. YAHYA TÜLEK)

DENİZLİ, OCAK - 2023

Bu çalışmanın amacı yeşil mercimek ununa farklı ıslatma işlemleri uygulayarak fitik asit miktarının düşürülmesi ve glutensiz bisküvi üretiminde kullanılarak bisküvilerin kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisini belirlemektir. Yeşil mercimek ununa ultrases ıslatma ve 1:19 oranında seyreltilmiş peynir altı suyu tozunda (PAST) ıslatma işlemleri uygulanmıştır. Çalışma kapsamında ultrases ıslatmada 35 KHz ve %80 genlik sabit tutularak 3 farklı sıcaklık (50, 60 ve 70 °C) ve 2 farklı süre (2 ve 4 saat) uygulaması, PAST ile ıslatmada 3 farklı sıcaklık (25, 40 ve 50 °C) ve 4 farklı süre (2, 4, 8 ve 12 saat) uygulaması yapılmıştır. Başlangıçta yeşil mercimek ununun fitik asit değeri 1460.74 mg/100 g kuru madde olarak bulunmuştur. Yeşil mercimek ununun ultrasonik su banyosunda ıslatma işlemlerinden sonra fitik asit değerleri 913.40-589.37 mg/100 g kuru madde aralığında, PAST ile ıslatma ön işleminin ardından fitik asit değeri 1437.79-717.92 mg/100 g kuru madde aralığında değişkenlik göstermiştir. PAST ile ıslatma ön işleminin saf su ile ıslatmaya kıyasla daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Yeşil mercimek unundaki fitik asit miktarında %59.6 azalmayla en etkili yöntem ultrasonik su banyosunda 35 KHz %80 genlikte 70 °C'de 4 saat ıslatma sonucunda elde edilmiştir. Fitik asit miktarı düşürülmüş yeşil mercimek unundan 3 farklı glutensiz bisküvi üretilmiştir. Glutensiz bisküvi örneklerinde nem, kül ve yağ değerleri birbirine yakın çıkarken ($p>0.05$) protein değeri en yüksek örnek PAST ile ıslatılarak hazırlanan bisküvi örneği olmuştur ($p<0.05$). Bisküvi örneklerinin antioksidan aktivite değerleri 84.16-103.77 $\mu\text{mol TE}/100$ g kuru madde arasında, toplam fenolik madde miktarları 140.88-193.21 mg GAE/100 g kuru madde ve fitik asit miktarları 368.79-634.03 mg/100 g kuru madde aralığında değişkenlik göstermiştir. Bisküvilerin L^* , a^* , b^* ve sertlik değerleri açısından birlerine yakın oldukları belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmede tüm bisküvi örnekleri hedonik skalada iyi-çok iyi arasında puanlar almıştır ve istatistik açıdan aralarında bir farkın olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$).

ANAHTAR KELİMELER: Çölyak, Gluten, Mercimek, Glutensiz Bisküvi, Fitik Asit

ABSTRACT

INVESTIGATION OF GLUTEN-FREE LENTIL BISCUIT PRODUCTION BY APPLYING PRE-PROCESSES

MASTER THESIS

CANSEV TAŞ

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. YAHYA TÜLEK)

DENİZLİ, JANUARY 2023

The aim of this study was to reduce the amount of phytic acid by applying different soaking processes to green lentil flour and to increase the effect of the chemical, physical and sensory properties of biscuits by using them in the production of gluten-free biscuits. Green lentil flour was treated with ultrasound soaking and soaking in whey powder (PAST) diluted in a ratio of 1:19. Within the scope of the study, 3 different temperatures (50, 60 and 70 °C) and 2 different durations (2 and 4 hours) were applied by keeping 35 KHz and 80% amplitude constant in ultrasound wetting, 3 different temperatures (25, 40 and 50 °C) and 4 different durations (2, 4, 8 and 12 hours) were applied in wetting with PAST. Initially, the phytic acid value of green lentil flour was found to be 1460.74 mg/100 g dry matter. After soaking processes in an ultrasonic water bath of green lentil flour, phytic acid values varied in the range of 913.40-589.37 mg/100 g dry matter, and after soaking pretreatment with PAST, phytic acid values varied in the range of 1437.79-717.92 mg/100 g dry matter. It has been found that the pre-treatment of soaking with PAST is more effective than soaking with pure water. With a 59.6% reduction in the amount of phytic acid in green lentil flour, the most effective method was achieved by soaking for 4 hours at 70 °C at an amplitude of 35 KHz 80% in an ultrasonic water bath. With a 64% reduction in the amount of phytic acid in green lentil flour, the most effective method was achieved by soaking for 4 hours at 70 °C at an amplitude of 35 KHz 80% in an ultrasonic water bath. 3 different gluten-free biscuits were produced from green lentil flour with reduced amount of phytic acid. In gluten-free biscuit samples, moisture, ash and fat values were close to birvir ($p>0.05$), while the biscuit sample prepared by soaking with PAST was the sample with the highest protein value ($p<0.05$). The antioxidant activity values of the biscuit samples ranged from 84.16 to 103.77 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g dry matter}$, total phenolic substance amounts ranged from 140.88 to 193.21 mg GAE / 100 g dry matter and phytic acid amounts from 368.79 to 634.03 mg / 100 g dry matter range. It was determined that the biscuits were close to each other in terms of L^* , a^* , b^* and hardness values. In sensory evaluation, all biscuit samples scored between good and very good on the hedonic scale and it was found that there was no difference between them in terms of statistics ($p>0.05$).

KEYWORDS: Celiac, Gluten, Lentils, Gluten-Free Biscuits, Phytic Acid

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
ÖNSÖZ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı	3
1.2 Literatür Özeti	4
1.2.1 Baklagiller.....	4
1.2.2 Mercimek.....	7
1.2.2.1 Mercimeğin Anatomik Yapısı.....	8
1.2.2.2 Mercimeğin Kimyasal Bileşimi ve Besinsel Değeri	8
1.2.2.3 Mercimeğin Yetiştirme Koşulları	9
1.2.3.4 Türkiye’de Mercimeğin Durumu	10
1.2.3.5 Türkiye’de Mercimek Ekim Alanı ve Üretim Miktarı.....	11
1.2.2 Çölyak Hastalığı	13
1.2.3 Gluten Proteini ve Özellikleri	14
1.2.4 Glutensiz Ürünler.....	15
1.2.5 Fitik Asit	16
1.2.5.1 Fitik Asitin Kaynakları.....	16
1.2.5.2 Fitik Asitin Yapısı	16
1.2.5.3 Fitik Asitin Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi	17
1.2.6 Ultrases	18
1.3 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	20
2. MATERYAL VE YÖNTEM	30
2.1 Materyal.....	30
2.1.1 Mercimeklere Uygulanan Ön İşlemler	30
2.1.1.1 Peynir Altı Suyu Tozunda İslatma	30
2.1.1.2 Ultrasonik Su Banyosunda İslatma	31
2.1.2 İslatma İşleminde Kullanılacak Olan Sularda Yapılan Analizler	32
2.1.2.1 pH Tayini	32
2.1.2.2 Suda Çözünür Kuru Madde Tayini	32
2.1.3 Bisküvilerin Hazırlanması	33
2.2 Yöntem	34
2.2.1 Kimyasal Analizler	35
2.2.1.1 Nem Miktarı Tayini	35
2.2.1.2 Kül Miktarı Tayini	35
2.2.1.3 Protein Miktarı Tayini.....	36
2.2.1.4 Yağ Miktarı Tayini.....	37
2.2.1.5 Fitik Asit Tayini	38
2.2.1.6 Toplam Fenolik Madde Tayini.....	39
2.2.1.7 Antioksidan Aktivite Tayini.....	40
2.2.2 Fiziksel Analizler.....	41
2.2.2.1 Renk Analizi	41

2.2.2.2	Sertlik Değeri Tayini.....	41
2.2.3	Duyusal Analiz	42
2.2.4	İstatistiksel Analiz.....	42
3.	BULGULAR VE TARTIŞMA	43
3.1	Hammadde Kompozisyon Analizleri	43
3.2	Hammaddede Uygulanan Ön İşlemler sonrasında Yapılan Fitik Asit Analizi sonuçları.....	48
3.2.1	Ultrasonik Su Banyosu Ön işlemi Sonrasındaki Mercimek Ununun Fitik Asit Değerleri	48
3.2.2	Peynir Altı Suyu Tozu Kullanılarak İslatma Ön İşlemi Sonrasındaki Mercimek Ununun Fitik Asit Değerleri.....	52
3.2.3	50 °C’de Farklı Sürelerle Yapılan Farklı Ön İşlemlerde Elde Edilen Fitik Asit Değerlerinin Karşılaştırılması	55
3.3	Bisküvi Analizi Sonuçları	58
3.4	Bisküvi Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları.....	58
3.4.1	Bisküvilerin Temel Kimyasal Kompozisyon sonuçları	58
3.4.2	Bisküvilerin Fitik Asit Değerleri	61
3.4.3	Bisküvilerin Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerleri	64
3.4.4	Bisküvi Örneklerinin Fiziksel Analiz Sonuçları.....	65
3.4.5	Bisküvilerin Tekstür Analizi Sonuçları	65
3.4.6	Bisküvilerin CIE Renk Analizi Sonuçları.....	66
3.4.7	Bisküvilerin Duyusal Analiz Sonuçları	68
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER	72
5.	KAYNAKLAR.....	76
6.	EKLER.....	90

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1 Türkiye Yeşil ve Kırmızı Mercimek Üretimi Yapan İller	12
Şekil 1. 3 Neuberg tarafından önerilen fitik asit modeli	17
Şekil 1. 3 Neuberg tarafından önerilen fitik asit modeli	17
Şekil 1. 2 Anderson tarafından önerilen fitik asit modeli	17
Şekil 2. 1 Hububat Öğütücü	30
Şekil 2. 2 Ultrasonik Su Banyosunda Islatma	31
Şekil 2. 3 Dijital pH Metre	32
Şekil 2. 4 Bisküvilerin görüntüleri	34
Şekil 2. 5 Kül Fırını	36
Şekil 2. 6 Protein Cihazı Düzenegi	37
Şekil 2. 7 Soxhlet Cihazı	38
Şekil 2. 8 Fitik Asit Referans Solüsyon Eğrisi	39
Şekil 2. 9 Tekstür Cihazı	41

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. 1 Bazı Baklagil Öğelerinin Besin Kompozisyonu	6
Tablo 1. 2 Yemelik Tane Baklagil Proteinlerin Sindirilebilirlik Dereceleri	6
Tablo 1. 3 Mercimek Tanesinin Yaklaşık Kimyasal bileşimi	9
Tablo 1. 4 Türkiye Mercimek Denge Tablosu	11
Tablo 1. 5 İllere göre Türkiye Yeşil Mercimek Ekim Alanları	11
Tablo 1. 6 İllere göre Türkiye Yeşil Mercimek Üretimi	12
Tablo 2. 1 Bisküvi Üretim Formülasyonları	33
Tablo 3. 1 Bisküvi Üretiminde Kullanılan Yeşil Mercimek ve Patates Ununun Bazı Temel Kimyasal Kompozisyonları	43
Tablo 3. 2 Hammaddelerin Toplam Fenolik Madde Değerleri ve Antioksidan Aktivite Değerleri	45
Tablo 3. 3 Peynir Altı Suyu Tozunda Yapılan Analiz Sonuçları	47
Tablo 3. 4 1:19 Oranında Saf Su ile Seyreltilmiş Peynir Altı Suyu Tozu Analiz Sonuçları	47
Tablo 3. 5 Mercimek Ununa Ultrasonik Su Banyosunda Farklı Sıcaklık ve Farklı Süre Uygulama Sonucundaki Fitik Asit Değerleri	48
Tablo 3. 6 1:19 Oranında Seyreltilmiş Peynir Altı Suyu Tozun Kullanılarak Farklı Sıcaklık ve Farklı Süre Islatma Uygulamaları Sonucundaki Mercimek Unundaki Fitik Asit Değerleri	52
Tablo 3. 7 Farklı Ön İşlemlerin Aynı Sıcaklık ve Aynı Süre Uygulamaları sonucunda Mercimek Unundaki Fitik Asit Değerinin Değişimi	55
Tablo 3. 8 Bisküvilerin Bazı Kimyasal Kompozisyonu	58
Tablo 3. 9 Bisküvilerin fitik asit değerleri	61
Tablo 3. 10 Bisküvilerin Toplam Fenolik Madde Değerleri ve Antioksidan Aktivite Değerleri	64
Tablo 3. 11 Bisküvilerin Testür (Sertlik) değeri (N)	66
Tablo 3. 12 Bisküvilerin CIE Renk Değerleri	67
Tablo 3. 13 Bisküvilerin Duyusal Analiz Değerleri	69

SEMBOL LİSTESİ

mg	:	Miligram
g	:	Gram
mm	:	Milimetre
°C	:	Santigrat derece
dk	:	Dakika
cm	:	Santimetre
ml	:	Mililitre
µm	:	Mikrometre
m	:	Metre
µL	:	Mikrolitre
s	:	Saniye
L	:	Litre
V	:	Volt
v/v	:	Hacim/Hacim
w/v	:	Ağırlık/Hacim
nm	:	Nanometre
W	:	Watt
m²	:	Metrekare
rpm	:	Dakikadaki Devir Sayısı
FC	:	Folin-Ciocalteu
Na₂CO₃	:	Sodyum Karbonat
GAE	:	Gallik Asit Eşdeğeri
DPPH	:	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
TE	:	Trolox® Eşdeğeri
kV	:	Kilovolt
mbar	:	Milibar
kcal	:	Kilokalori
kHZ	:	Kilohertz
PAST	:	Peynir Altı Suyu Tozu

ÖNSÖZ

Gerçekleştirmiş olduğum bu çalışmada tez konusunun belirlenmesi, planlanması, yürütülmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesinde tecrübe, bilgi ve düşünceleriyle çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen değerli hocam sayın Prof. Dr. Yahya TÜLEK'e sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışmanın başlangıcından bu yana bilgileriyle yönlendiren, desteğini esirgemeyen sevgili hocam Doç. Dr. Fatma IŞIK, çalışma sürecinde bir şeyler öğretmek uğruna vaktini benimle harcıyıp yardımlarını esirgemeyen bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan Arş. Gör. Özlem ZAMBAK, Arş. Gör. Ufuk Gökçe AYRANCI, Arş. Gör. Dr. Aysun YURDUNUSEVEN YILDIZ, Arş. Gör. Duygu ZEHİR ŞENTÜRK ve Yüksek Müh. Ünkan URGANCI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmama 2022FEBE003 no'lu yüksek lisans projesi ile maddi destek sağlayan Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne ayrıca teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında bana gönülden destek olan, manevi desteklerini esirgemeyen ve işlerimde yardımcı olmaya çalışan Pamukkale Üniversitesi lisans, yüksek lisans, doktora öğrencisi arkadaşlarıma, Öğr. Gör. Dr. Sinem TÜRKASLAN, Öğr. Gör. Figen YÜCE, Yüksek Mühendis Pınar ŞENGÜN ve Yüksek Mühendis Orhan ÖZÜNLÜ'ye teşekkür ederim.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca her zaman yanımda olan sevgili arkadaşlarım Şahide YÜKSEL, Mehmet Onur KARTAL, Tuğçe AYDOĞDU ve Burçin ÇULLUK'a bana desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında manevi desteklerini esirgemeyen, motivasyonumu kaybetmemem için bana destek veren Hakan YETİŞ'e, hayatım boyunca her anımda yanımda olan sevgili babam Osman TAŞ ve sevgili annem Hülya TAŞ'a ve tüm aile fertlerime beni destekledikleri için sonsuz teşekkür ederim.

Cansev TAŞ

1. GİRİŞ

Uzun yıllardan beri süregelen beslenme alışkanlığımızda tahıl ve tahıl ürünleri insan beslenmesinde önemli bir besin kaynağı olarak yerini almıştır. Tahıl ürünleri dünya çapında olmak üzere toplumların beslenmesinde temel bir besin kaynağı olarak görülmektedir. Günümüzde değişen beslenme alışkanlıklarına karşılık tahıllar toplumların beslenmesinde halen önemini korumaktadır. Ucuz olmalarının yanı sıra temin edilmesi kolay ve doyurucu olmasıyla besin ihtiyacını karşılamak üzere çeşitli ürünlerde temel hammadde olarak kullanılmaktadır (Elgün ve Ertugay 1997; Türksoy ve Özkaya 2006). Ancak tüketilen buğday, arpa, çavdar ve yulaf gibi tahıllar beslenmemizde önemli yer tutmasına rağmen bazı insanlarda rahatsızlıklara neden olabilmektedir. Tahılların sebep olduğu bu rahatsızlığın başında çölyak hastalığı gelmektedir (Soya ve Ün 2014).

Çölyak hastalığı, glutene duyarlı entropati (bağırsak rahatsızlığı) olarak tanımlanan genetik ve çevresel faktörlerin etkileşimi sonucu ortaya çıkan bir hastalık türüdür. Buğday, çavdar, arpa ve yulaf gibi tahıllar gluten vb. tahıl proteinlerine sahiptir. Çölyak hastalığı ise bu tahıl proteinlerine karşı genetik olarak duyarlılık gösteren bir ince bağırsak hastalığı olarak bilinmektedir. Bu rahatsızlık her yaşta ortaya çıkabildiği gibi bireylerin yaşamı boyunca onları etkilemektedir (Demirkesen ve diğ. 2010; Türkaslan 2022).

Günümüzde çölyak hastalığı en sık görülen genetik hastalık olarak kabul edildiğinden bu rahatsızlığa sahip bireylerin tek tedavi yöntemi olarak yaşam hayatları boyunca sürekli sıkı bir glutensiz diyet uygulamaları tavsiye edilmektedir (Thom ve diğ. 2009; Demirkesen ve diğ. 2010). Buğday ve ürünlerinin tüketilmesi sağlıklı bireylerde herhangi bir sakınca oluşturmazken çölyak rahatsızlığı bulunan bireylerde sağlık problemlerine neden olabilmektedir. Fakat ülkemizdeki glutensiz ürünlerin çeşitliliği ve üretim azlığından dolayı hastaların ürün seçeneklerini kısıtlanmaktadır. Bu ürünlerin birçoğu da ithal edildiği için gluten barındıran muadil ürünlere göre pahalıdır (Dursun 2015; Silav 2017). Diyet programlarından buğday, arpa ve çavdarın tamamen çıkarılması, gluten içermeyen tahıl (pirinç, mısır) ve bakliyatların (nohut, bezelye, mercimek) tercih edilmesi önerilmektedir. Bu nedenle de tüketicilerin tüketebileceği ürün yelpazesinin çeşitlendirilmesi ve kolay ulaşılabilen ürünler

üretimi büyük önem arz etmektedir (Berti ve diğ. 2004; Rubio-Tapia ve diğ. 2013; Makharia 2014).

Glutensiz ürün üretiminde dikkat edilmesi gereken önemli parametlerden biri de üretilen ürünün içerisinde gluten barındıran gıda veya gıda katkı maddelerinin kullanılmamasıdır. Çünkü çölyak hastalığı gluten ve fraksiyonlarının tüketilmesiyle tetiklenmektedir (Moreno ve diğ. 2014). Buğday %10-12 arasında protein içermektedir. Buğday içerisinde bulundurduğu glutenden dolayı çölyak hastalarının diyetinden çıkarılması iyi bir protein kaynağının da dışlanmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple alternatif kaynakların protein içerikleri dikkate alınması gerekmektedir. Çölyak hastaları için geliştirilen glutensiz ürünlerde protein kaynağı olarak baklagillerden nohut unu, fasulye unu, mercimek unu ve bezelye unları kullanılabilir (Green ve Cellier 2007).

Bisküvi toplum içerisindeki her kesim tarafından tüketilmekte olan popüler atıştırmalık bir üründür. Çölyak hastaları ev dışında “güvenli” gıda bulmada zorluklar yaşamaktadırlar. Bu nedenle çölyak hastaları tarafından bisküvi, kraker vb. ürünler glutensiz ürün skalasında oldukça ilgi görmektedir. Glutensiz bisküviler ulaşılabilirliği kolay ve tüketime hazır atıştırmalık ürünler olduğu için tüketim miktarını arttırmaktadır. Bu tür glutensiz ürünlerin çeşitliliğinin yanı sıra dengeli ve sağlıklı beslenme açısından besin öğelerinin zenginleştirilmesi gerektiğini ortaya çıkarmaktadır (Gallagher ve diğ. 2003; Caponio ve diğ. 2008).

Piyasada bulunan glutensiz ürünler incelendiğinde genellikle nişasta bazlı ürünler besleyici değeri düşük olarak görülmektedir. Son zamanlarda bu glutensiz ürünleri zenginleştirmek amacıyla gluten içermeyen alternatif tahıl ve bakliyat benzeri mamuller kullanılarak yeni ürünlerin geliştirilmesi ve araştırılması üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar hız kazanmaktadır. Çünkü piyasadaki glutensiz bisküvi formülasyonları incelendiğinde genellikle pirinç unu, mısır unu ve patates unundan üretilen ürünlerin çeşitlendirilmesi görülmektedir. Bu bağlamda gluten içermeyen diğer tahıl ve bakliyatların formülasyonlarda hammadde olarak değerlendirilmesi ürün çeşitliliğini artırmakla birlikte ürün kalitesinin artırılmasını ve içeriğinin zenginleştirilmesini sağlayacaktır.

1.1 Tezin Amacı

Bu tez çalışmasında mercimeğe farklı ön işlemler uygulanarak mercimekteki fitik asit miktarının düşürülmesi ve seçilmiş bazı ön işlem uygulamaları sonucunda glutensiz mercimek bisküvisi üretimi hedeflenmiştir. Çölyak hastalığının günümüzde en etkili tedavi yöntemi olarak halen glutensiz diyet ile beslenme önerilmektedir. Glutensiz gıda geliştirmede alternatif kaynakların kullanılması ve besleyici özelliklerinin artırılması, son dönemde araştırmalar için popüler bir konu olarak yerini almaktadır. Mercimek, içeriğinde gluten barındırmayan hem iyi bir protein kaynağı olması hem de yüksek protein kalitesinden dolayı, uzun zamandır insan beslenmesinde kullanılan en önemli bakliyat türlerinden bir tanesidir. Bu çalışmanın birinci amacı ülkemizde yaygın olarak üretilen mercimeğin glutensiz bisküvi üretiminde pirinç unu ve mısır ununa alternatif olarak bisküvi formülasyonlarında kullanılması, mercimeğe yeni kullanım alanlarının açılmasına yön vermesi ve besleyici yeni ürünlerin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmada üretilen glutensiz mercimek bisküvisi örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri de ortaya konulmuş olacaktır. Mercimekte diğer tahıl ve baklagillerde olduğu gibi fitik asit miktarı yüksektir. Fitik asit, proteinlerin izoelektrik noktalarından daha düşük pH değerlerinde proteinlerle kompleks oluşturarak proteinlerin sindirilebilirliğinde azaltıcı etkiye sahiptir. Ayrıca çinko, demir, kalsiyum, magnezyum ve fosfor gibi minerallerin biyoyararlanımlarını da azaltmaktadır. Bu yüzden de “antibesinsel” bir öge olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada öğütölüp un haline getirilen mercimeğin fitik asit miktarını azaltmak amacıyla ultrasonik su banyosunda: 35 kHz %80 genlikte 2 farklı süre (2 - 4 saat) ve 3 farklı sıcaklık uygulaması (50-60-70 °C) ; Peynir altı suyu tozu 1:19 oranında saf su ile sulandırılarak hazırlanan ıslatma suyunda 3 farklı sıcaklık (25-40-50 °C) ve 4 farklı süre (2-4-8-12 saat) ıslatılma işlemleri uygulanarak bu işlemlerin fitik asit üzerine etkisi araştırılmıştır. Glutensiz bisküvi üretiminde ise hammaddenin içerisinde bulundurduğu protein, vitamin ve mineraller gibi etkenler göz önünde bulundurulduğunda en uygun ön işlem ve bu işleme ait en uygun parametrenin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu işlemlerin sonunda bisküviye kimyasal, fiziksel ve duyuşal analizler yapılarak tüketilebilir bir ürün ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

1.2 Literatür Özeti

1.2.1 Baklagiller

Baklagiller, yapılan çalışmalarda yapısında bulundurduğu protein, yüksek diyet lifi, karbonhidrat, mineral, vitamin ve fitokimyasallar nedeniyle neredeyse her yerde önemli bir gıda kaynağı olarak belirtilmiştir (Amarowicz ve diğ. 2010). Leguminosae familyası 650 cins ve 18.000'den fazla türü içerisinde bulundurmaktadır. İnsanlar tarafından yaklaşık 3000 yıl kadar önce ilk kez yetiştirilip hasat edilmeye başlanmıştır. Tahıllardan sonra gelen dünyada en önemli ikinci gıda kaynağı olarak baklagil ailesi gösterilmektedir (Tiwari ve diğ. 2011).

İnsanlık tarihinin başlangıcından bu yana kültür bitkisi olarak yetiştirilmeye devam eden bakliyatlar en önemli ürün gruplarından biridir. Genel olarak, dünya çapında yaygın bir şekilde ekimi, üretimi ve tüketimi yapılan bakliyatlar şunlardır; barbunya, beyaz fasulye, bakla, nohut (*Cicer arietinum*), kuru veya kırık bezelye (*Pisum sativum*), maş fasulyesi, börülce ve mercimektir (*Lens culinaris*) (Sarioğlu ve Velioğlu 2017).

Baklagiller, yüksek protein ve karbonhidrat, düşük yağ oranına sahip olduklarından dünyada yaşamakta olan yaklaşık 2 milyar insan için önemli bir önemli protein kaynağı olarak yer almaktadır. Baklagiller, insan beslenmesinde dünyadaki bitkisel kaynaklı karbonhidratların %7'sini ve proteinlerin %22'si oluştururken; hayvan beslenmesinde bakıldığında bu durum proteinlerin %38'i ve karbonhidratların %5'ini oluşturmaktadır. Dünyanın birçok yerinde özellikle Afrika, Asya ve Latin Amerika kıtasında baklagiller zengin ve ucuz protein kaynağı olmasından dolayı insan beslenmesinde önemli hale gelmiştir (Gülümser 2016).

Baklagil kullanılarak üretilen unların yüksek protein, karbonhidrat, vitamin ve mineral içerdiği yapılan çalışmalarda belirtilmektedir. Baklagil unlarının besinsel lif içeriği ve protein içeriğinin tahıl unlarına kıyasla besinsel lif ve protein içeriğinden daha yüksek olduğu tespit edilirken, baklagil unlarının tahıl unlarına göre daha düşük glikemik indeks değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir (Fujiwara ve diğ. 2017; Xu ve

diğ. 2019). Ayrıca baklagil unları polifenoller gibi biyoaktif bileşikleri içermesinden dolayı, insan sağlığının iyileştirilmesinde önemli bir katkıya ve role sahip olduğu ifade edilmektedir (Xu ve diğ. 2018).

Baklagillerin besleyici değeri bakımından incelendiğinde öne çıkan en önemli özelliklerinden birisi de yüksek protein ihtiva etmeleridir. Baklagil proteinleri, balık ve et proteinlerine karşı iyi bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Yemeklik tane baklagiller, kimyasal kompozisyonunda %18–44 oranında protein ihtiva ettiğinden özellikle gelişmekte olan ülkelerde hayvansal kaynaklı gıdaların yerine daha ulaşılabilir ve ucuz bitkisel kaynaklı protein olarak tercih edilmektedir. Yemeklik tane baklagillerin ham protein içerikleri incelendiğinde genellikle %20'den fazla olmakla birlikte çeşide göre de ihtiva ettiği protein oranları değişebilmektedir. Yapılan bir çalışmada yaygın olarak tüketilmekte olan baklagillerdeki protein oranları; baklada %27.0 mercimekte % 26.0, soya fasulyesinde % 43.7, fasulyede % 25.5, nohutta % 22.8, kılıç fasulyede % 21.0, maş fasulyesinde % 23.1 olarak bulunmuştur (Trathan ve diğ. 2003). Bakla, mercimek, bezelye, nohut, fasulye ve börülceyi içine alan baklagiller yüksek miktarda protein içerdiğinden dünyadaki 2 milyardan fazla insan için önemli bir protein kaynağı olarak yerini korumaktadır. Yapılan son çalışmalar incelendiğinde baklagillerin antioksidan özelliklere sahip oldukları ve kan basıncını düşürücü etkileri olduğu ortaya konmuştur. Sağlık açısından ortaya konulan olumlu etkileri incelendiğinde bu etkinin baklagillerin içerisinde bulundurduğu yüksek diyet lifi içeriği ile de ilişkilendirilebildiği görülmektedir. Bunların yanı sıra baklagiller mineraller (Ca, K, Mg, P, Fe, Na ve Zn gibi) ve bazı B grubu vitaminlerce zengindir. Suda çözülebilir vitaminlerden tiamin, niasin ve riboflavince de zengindirler. Çimlendirilmiş baklagiller haricindeki diğerleri C vitamini içermezler (Tosh ve Yada 2010; Tiwari ve Cummings 2011; Brummer ve diğ. 2015).

Baklagiller yüksek protein içeriğine sahiplerdir ve genel olarak yemeklik kuru baklagillerin protein içeriği %18-32 aralığında iken içerdikleri karbonhidrat miktarları ise %55-65 aralığında değişkenlik göstermektedir. Kuru tane baklagiller düşük yağ oranına sahipler ve genel olarak %1-6 oranında yağ içermektedirler. Baklagiller dirençli nişasta, diyet lifi ve oligosakkarit gibi kompleks karbonhidratları yapısında bulundurmaktadır. Aynı zamanda yüksek lisin oranına sahip iyi bir amino asit profiline sahiptirler. Sahip olduğu bu özelliklerden açısından, baklagiller besin değeri yüksek

olan yiyecekler olarak kabul edilmektedir (Boye ve diğ. 2010; Tiwari ve diğ. 2011). Bazı baklagillerin besin öğeleri kompozisyonu Tablo 1.1 de verilmiştir.

Tablo 1. 1 Bazı Baklagil Öğelerinin Besin Kompozisyonu (Sarıoğlu ve Veliöğlu 2018).

	Fasulye (Dermason)	Nohut (Koçbaşı)	Mercimek (Yeşil)	Bezelye
Enerji (kcal)	281	334	299	309
Protein (g)	21.75	18.56	23.00	19.82
Karbonhidrat (g)	29.42	41.35	36.62	42.98
Yağ (g)	1.35	5.33	0.92	1.15
Toplam Diyet Lifi (g)	32.17	23.03	25.99	23.65
Ca (mg)	14	99	64	125
Fe (mg)	4.71	5.92	7.77	6.79
P (mg)	367	397	415	295
B1 Vitamini (mg)	0.796	0.572	0.159	0.709
B2 Vitamini (mg)	0.181	0.164	0.148	0.186
Niasin (mg)	4.141	3.146	4.613	3.813

Bakla hariç tutulduğunda bakliyatlar içerisinde, baklagil tanelerinin proteinlerinin sindirilebilirlikleri türlerine göre değişmekle birlikte %78-94 arasındadır. Baklanın protein sindirilebilirlik oranının düşük olmasının sebebi de tripsin inhibitöründen kaynaklanmaktadır. Baklagilleri tahıllarla karşılaştırdığımızda triptofan, aspartik ve lisin amino asitlerince zengin olduğu görülmektedir. Diğer yandan baklagiller daha az metiyonin, glutamik asit ve sistein içermektedirler (Pekşen ve Artık 2004). Tablo 1.2’de bazı yemeklik tane baklagillerin proteinlerinin sindirilebilirlik dereceleri verilmiştir.

Tablo 1. 2 Yemeklik Tane Baklagil Proteinlerin Sindirilebilirlik Dereceleri (%) (Pekşen ve Artık 2004)

Baklagil Türü	Sindirebilirlik Oranı (%)
Bezelye	71-94
Mercimek	80-93
Börülce	76-90
Nohut	76-90
Fasulye	69-84
Bakla	59

1.2.2 Mercimek

Orta Doğu'da M.Ö. 8000-8500 yılları aralığında özellikle mercimek tarımının, buğday tarımına paralel olarak yapıldığı görülmektedir. Ülkemizde gerçekleştirilen arkeolojik kazılar esnasında bulunan mercimek örneklerinin M.Ö. 5000-7000 yıllarına ait olduğu düşünülmektedir (Şehirli 1988). Eski çağlardan bu yana kültüre alınmış olan mercimeğin iri tanelilerinin kökeninin Akdeniz Bölgesi; orta büyüklükteki tanelilerin kökeninin ülkemizin iç kısımlarındaki dağlık yöreler; küçük tanelilerinin ise kökeninin Himalaya, Afganistan'ın yüksek yöreleri ve Hindikuş dağları olduğu belirtilmektedir (Vavilov 1951).

Mercimek yapısı bakımından incelendiğinde; makrosperma (yeşil kabuklu ve genellikle sarı iç rengine sahip) ve mikrosperma (kırmızı iç rengine sahip) olarak ya da kabuklu ve iç mercimek olmak üzere 2 sınıfa ayrılır. TS 143'e göre, kabuklu mercimek; baklagiller (*Leguminosae*) familyasından *Lens esculenta*, Moench (*Lens culinaris*, Medic) türüne giren kültür bitkilerinin kurutulmuş taneleri olarak tanımlanırken; iç mercimek ise kabukları soyulmuş ve çenekleri birbirinden ayrılmış, kabuklarından temizlenmiş mercimek taneleri olarak tanımlanmaktadır. Türkiye'de yürürlükte olan mercimek (kabuklu ve iç) standardı TS 143'e göre başlıca mercimek çeşitleri iç mercimekler ve kabuklu mercimekler olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır. Kabuklu mercimekler: sultani mercimek (yaprak mercimek, pul mercimek), yeşil mercimek (sıra mercimek), kabuklu kırmızı mercimek olarak kabul edilir. İç mercimekler: kırmızı iç mercimek ve yeşilimsi sarı iç mercimek olarak geçmektedir. TS 143'te verilen standartta, genel özellikleri bakımından mercimekler ise şu şekilde tanımlanmıştır: Mercimekler, sağlam, bütün, iyi kurutulmuş olmalı; gözle görülebilir kimyasal madde artıkları, canlı böcek, anormal dış nem, yabancı koku ve tat bulundurmamalıdır (TS 143; Anon. 1982).

TS 143 standardı göz önüne alındığında mercimek çeşitlerinin özellikleri aşağıdaki verilen bilgiler doğrultusunda belirtilmiştir:

Yeşil Mercimek (Sıra Mercimek): Bu çeşit kapsamına giren mercimeklerin kabuk renklerine bakıldığında genellikle yeşil veya sarımsı yeşil olabildikleri gibi grimsi yeşil, sarımsı pembe-yeşil olanları da bulunmaktadır. Tanelerin iç rengi ise

genellikle yeşilimsi sarıdır. Mercimek Taneleri yassı ve yuvarlak şeklinde olup tane çapı ise 3 mm'den büyüktür.

Kabuklu Kırmızı Mercimek: Bu çeşit kapsamındaki mercimeklerin kabuk rengi ise genellikle grimsi kırmızı olabildikleri gibi grimsi kırmızı fon üzerine koyu mavi, sarımsı pembe fon üzerine koyu mavi, sarımsı yeşil renkli ve siyah benekli olanları da bulunmaktadır. Taneler, yanları basık, yuvarlak ve tane çapı 3 mm'den büyüktür ve iç rengi turuncu kırmızı renktedir.

Sultani Mercimek (Yaprak Mercimek, Pul Mercimek): Bu çeşit kapsamına giren mercimeklerin kabuk renkleri genellikle yeşil veya sarımsı yeşil oldukları gibi pembemsi sarı-yeşil; grimsi sarı-yeşil; sarı-yeşil fon üzerinde koyu yeşil benekli renge sahip olanları da bulunmaktadır. Tanelerinin iç rengi yeşilimsi sarı renktedir ve tanelerin dış yapısı: yassı, yuvarlak ve çapları 6 mm'den büyüktür.

Kırmızı İç Mercimek: Bu çeşide giren mercimeklerin tane içi (çenek) renkleri turuncu kırmızı olmakla birlikte çeneklerin iç yüzeyleri düz iken dış yüzeyleri yuvarlaktır.

Yeşilimsi Sarı İç Mercimek: Bu çeşide giren mercimeklerin tane içi renkleri yeşilimsi sarı bir renktedir ve çeneklerin iç yüzeyleri düz, dış yüzeyleri yuvarlaktır.

1.2.2.1 Mercimeğin Anatomik Yapısı

Baklagiller (*Fabaceae*) familyasında yer alan mercimek (*Lens culinaris*), Lens cinsine dahil türlerden biri olarak kabul edilmektedir. Mercimek 20-70 cm boylarında olmakla birlikte, yumuşak ve ince gövdeye sahip, meyveleri disk şeklinde olan, tek yıllık otsu bir bitkidir. Meyveleri bakla tipi şeklindedir ve badır denen sarımsıtrak esmer rengindeki şişkin torbalarda gelişmektedirler. Mercimek taneleri şekil itibarıyla 0.5 cm çapında yassı disk biçimindedirler. Tanelerin kalınlığı 1.9-3.4 mm aralığında, çapları ise 2-9 mm aralığında değişkenlik gösterebilmektedir (Bobuş 2010; Kaya 2010).

1.2.2.2 Mercimeğin Kimyasal Bileşimi ve Besinsel Değeri

Mercimek çeşidinin yanı sıra yetiştirme tekniğine ve yetiştirildiği çevre koşullarına bağlı olarak bileşimi değişkenlik gösterebilmektedir. Mercimek yüksek

oranda (%25-30) proteine sahip olmasıyla bakliyatlar içerisinde ön plana çıkmaktadır. Mercimek bileşiminde bulundurduğu protein oranıyla bitkisel gıda kaynağı olarak tüketimi fazla olan buğday proteini oranının yaklaşık 2 katına yakındır (Vidal ve diğ. 2002; Ermeticede ve diğ. 2006).

Mercimek yüksek protein kalitesinden dolayı baklagiller içerisinde önemli bir tür olarak yer alır. İçerdiği esansiyel aminoasitler sebebiyle mercimeğin beslenmede tahıllarla beraber alınmasının besleyicilik özelliğini artırıcı etkisi vardır (Wang ve diğ. 2008; De Almedia Costa ve diğ. 2006). Mercimeğin yüksek karbonhidrat içeriği ise; dirençli nişasta, sindirilemeyen polisakkaritler ve oligosakkaritler bakımından önem kazanmaktadır. Bazı araştırmacılar tarafından mercimek oligosakkarit içeriği prebiyotik karbonhidratlar olarak isimlendirilmekte ve yüksek miktarda prebiyotik karbonhidrat içermektedir. Mercimek karbonhidrat ve yüksek protein içermesinin yanında diyet lifi, fosfor, manganez, folat ve B1 vitamini içerikleri bakımından da oldukça zengindir (Johnson ve diğ. 2013).

Tablo 1.3'te belirtildiği üzere mercimek yüksek protein oranına sahip olmakla birlikte insan beslenmesinde hayvansal kaynaklı protein yerine bitkisel bazlı protein olarak tercih edilebilmektedir. Özellikle vegan beslenen insanlar için diyet reçetelerine ekleyebileceği önemli bakliyat bazlı protein kaynağı olarak yerini almaktadır. Ucuz ve kolay temin edilebilir olmasından dolayı bakliyat türleri içerisinde önemli bir yere sahiptir.

Tablo 1. 3 Mercimek Tanesinin Yaklaşık Kimyasal bileşimi (Kaya 2010)

Bileşen	Miktar (%)
Karbonhidrat	53.9-63.1
Protein	20.4-30.9
Nem	11.0-15.3
MineralMadde	1.78-3.10
Ham Selülöz	1.36-4.40
Yağ	0.70-2.00

1.2.2.3 Mercimeğin Yetiştirme Koşulları

Mercimeğin yetişebilmesi için ılıman, sıcak ve subtropik iklim koşullarına ihtiyaç duymaktadır. Mercimek tohumlarının çimlenebilmesi için en az 15 °C sıcaklık

olması yeterli iken bitkinin gelişebilmesi için 24-27 °C arasında sıcaklık koşulları uygundur. Mercimek tarımının yıllık yağış miktarı 700-800 mm arasında yağış alan bölgelerde yapılması uygun olarak görülmektedir. Ülkemizde Güneydoğu Anadolu ve geçit bölgelerinde mercimek tarımı yoğun olarak yapılmaktadır. Mercimek veriminin yüksek olabilmesi için tarımının sıcak, hafif asitli topraklara sahip (pH:5.5-6.5) ve iyi havalandırılan topraklarda yapılması önerilmektedir. Bu koşullarda yapılan mercimek tarımının gelişim ve verim açısından iyi sonuçlar alındığı belirtilmiştir. Mercimek, kışlık ve yazlık olarak tarımı gerçekleştirilen bir baklagildir. Kışlık ayları içinde mercimek üretiminde Ekim-Kasım ayları en uygun ekim zamanıdır. Ilıman iklim tipine sahip yerlerde ise mercimeğin ekiminin ilkbaharın başlarında yani bizim ülkemizde Mart ayı gibi uygundur. Mercimek gelişimi bakımından azot ve fosforca zengin topraklarda daha iyi verim alınır. Bahsedilen bu elementlerin toprakta yetersiz olması durumunda azotlu ve fosforlu gübrelere ihtiyaç duyan bir bitki türüdür. Mercimekten yüksek verim alınabilmek için bunların yanı sıra yabancı ot mücadelesinin etkin şekilde yapılmasıdır (Şehirli 1988; Muehlbauer ve diğ. 1995).

1.2.3.4 Türkiye’de Mercimeğin Durumu

Gelişmekte olan çoğu ülkede düşük gelirlere sahip insanların önemli besin kaynakları arasında yemeklik baklagiller bulunur. Türkiye’de birçok ailenin günlük tüketiminde baklagiller önemli bir yere sahiptir (Uzunöz 2009). Toplam baklagil üretimine bakıldığında, Dünyanın en büyük baklagil üreticileri arasında Türkiye’de yer almaktadır. Türkiye’de 9 çeşit kuru baklagilden üretimi en fazla yapılan mercimek, nohut ve kuru fasulyedir (FAO 2016).

Türkiye mercimek üretimi 2020/21 üretim dönemine göre incelendiğinde; üretim alanlarının %85’ini ve üretimin %89’unu, ithalat ve ihracatın %90’ını ve kişi başına tüketimin %87’sini kırmızı mercimek oluşturmaktadır. Tablo 1.4’teki mercimek denge tablosuna göre kırmızı ve yeşil mercimeğin 2020/21 üretim döneminde 248 bin hektar alanda üretimi yapılmış ve üretim miktarı 371 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Aynı dönemde ihracat 307 bin ton, ithalat ise 522 bin ton olmuştur. Yurt içi kullanım ise 520 bin ton olarak gerçekleşmiştir (Gülaç 2022).

Tablo 1. 4 Türkiye Mercimek Denge Tablosu (TÜİK 2022)

	2016/17	2017//18	2018/19	2019/20	2020/21
Alan (1000 ha)	252	293	277	282	248
Üretim	365	430	353	354	371
Yurt içi kullanım	480	486	451	471	520
İthalat	386	312	341	515	522
İhracat	267	244	359	315	307
Kişi başına tüketim (kg)	6	6	5	5	6

1.2.3.5 Türkiye’de Mercimek Ekim Alanı ve Üretim Miktarı

Tablo 1.5’te TÜİK verilerine göre ekim alanları iller bazında incelendiğinde yeşil mercimek üretiminin ağırlıklı olarak İç Anadolu Bölgesi’nde yapıldığı görülmektedir.

Tablo 1. 5 İllere göre Türkiye Yeşil Mercimek Ekim Alanları (dekar) (TÜİK 2022)

İller	2017	2018	2019	2020	2021
Yozgat	88	106	164	156	185
Konya	23	102	105	94	125
Kırşehir	19	26	40	41	75
Çorum	30	33	25	26	29
Ankara	12	19	14	16	13
Manisa	12	10	8	8	7
Sivas	1	1	1	2	6
Uşak	9	9	7	5	6
Nevşehir	1	1	1	1	5
Bayburt	1	2	4	4	4
Diğer	34	33	28	26	27
Toplam	232	342	396	378	482

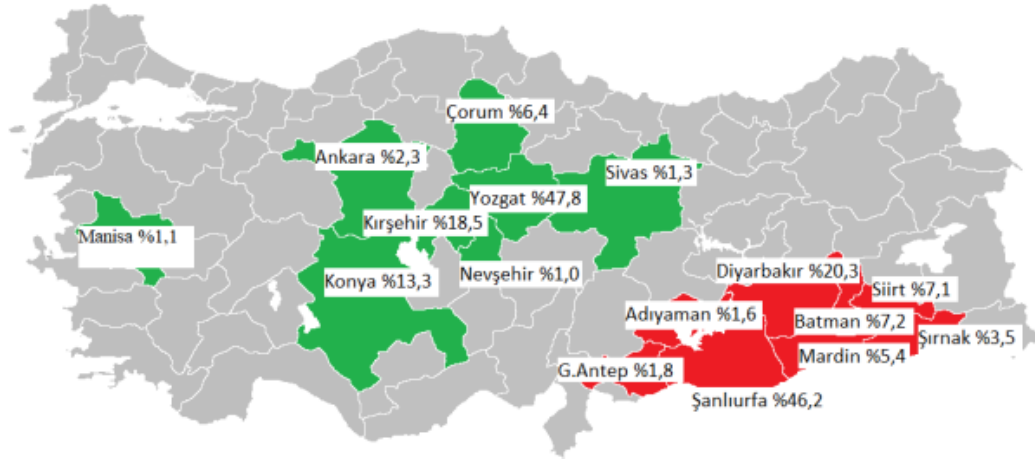
Yeşil mercimek üretiminin %38’i 185 bin dekar ile Yozgat’ta, %26’sı 125 bin dekar ile Konya’da, %16’sı ise 75 bin dekar ile Kırşehir’de yapılmaktadır. Yeşil mercimek üretiminde 2017-2020 yılları arasında genel olarak bir artışın olduğu görülmektedir. 2021 yılında 2017 yılına göre %108 oranında, bir önceki yıla göre %28 oranında artış göstermiş ve 482 bin dekar alanda yeşil mercimek tarımı gerçekleşmiştir (Tablo 1.5).

Tablo 1. 6 İllere göre Türkiye Yeşil Mercimek Üretimi (bin ton) (TÜİK 2022)

İller	2017	2018	2019	2020	2021
Yozgat	11.7	14.0	17.3	17.0	16.7
Kırşehir	2.2	3.1	4.9	5.3	6.5
Konya	3.7	13.3	10.9	9.8	4.7
Çorum	3.7	4.4	3.3	3.3	2.2
Ankara	1.4	2.0	1.7	1.9	0.8
Sivas	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4
Manisa	1.3	0.9	0.8	0.7	0.4
Nevşehir	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4
Hatay	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3
Uşak	1.1	1.0	0.7	0.6	0.3
Diğer	4.5	4.1	3.8	3.3	2.3
Toplam	30.0	43.0	43.6	42.4	35.0

Tablo 1.6 da verilen değerler incelendiğinde ülkemizde toplam yeşil mercimek üretimi 2021 yılında 35 bin ton olarak gerçekleşmiştir. İllere göre yeşil mercimek üretimi incelendiğinde 2021 yılında; üretimin %48'i 17 bin ton ile Yozgat'ta, %19'u 6,5 bin ton ile Kırşehir'de, %13'ü 4,7 bin ton ile Konya'da yapıldığı görülmektedir.

Şekil 1.1'de 2021 yılına ait Türkiye'de mercimek üretimi yapan önemli iller % olarak verilmiştir.



Şekil 1. 1 Türkiye Yeşil ve Kırmızı Mercimek Üretimi Yapan İller (%) (TÜİK 2022)

Türkiye'de mercimek tüketimi incelendiğinde; kırmızı mercimeğin yeşil mercimeğe göre daha fazla tercih edildiği ve kişi başına mercimek tüketiminin yıllar

itibarıyla büyük farklılıklar göstermediği görülmektedir. Kırmızı mercimeğin kişi başı yıllık tüketim miktarı 4.5-5 kg arasında olduğu, yeşil mercimeğin ise 0.5-0.8 kg arasında değiştiği görülmektedir (Gülaç 2022).

1.2.2 Çölyak Hastalığı

Zaman geçtikçe günümüzde beslenme alışkanlıklarının değişime uğramasına rağmen, dengeli ve sağlıklı beslenmeye verilen önem artmaktadır. Dünya nüfusunun beslenmesinde her geçen gün tahıl ve tahıl ürünleri değer kazanmaktadır. Günlük beslenmede önemli bir yere sahip olan tahıl ve tahıl ürünleri kimi insanlarda rahatsızlıklara neden olabilmektedir. Tahıl kaynaklı hastalıklar bakıldığında bunların başında ise çölyak hastalığı yer alır (Türksoy ve Özkaya 2006).

Çölyak hastalığında gluten alımıyla ince bağırsak iç yüzeyinde bulunan absorpsiyonu sağlayan çıkıntılar (villi) kısalmakta hatta tamamen küçülerek bağırsağın iç yüzeyi düzleşmektedir. Bağırsaklarda villilerin yüzeyindeki tek sıra halinde bulunan “kripra” hücrelerinde ise kalınlaşma meydana gelir. Absorpsiyonun yapıldığı yüzey kısalmakta ve besin alımını zorlaştırmaktadır. (Türksoy ve Özkaya 2006). Başka bir tanıma göre çölyak hastalığı (ÇH), genetik olarak duyarlı bireylerde ortaya çıkan ve buğday, çavdar ve arpada bulunan gluten protein fraksiyonlarından kaynaklanan, multi-sistemik bir otoimmün bozukluktur. Bu çölyak hastalığının semptomları ilk olarak 1887 yılında, ishal, bitkinlik ve gelişme zorluğu olarak tanımlanmış, 1953 yılında ise çölyak hastalığına arpa, buğday ve çavdarın sebep olduğu anlaşılmıştır (Van Bergeijk ve diğ. 1993).

Bu hastalığın genel belirtileri bağırsak sıkıntılarından dolayı ishal problemleri, karın bölgesi şişliği gibi problemlere sebep olmaktadır. Küçük çocuklarda istifra, ishal, karında şişlik, iştahsızlık, kilo kaybı ve boy artışında yavaşlama gibi tipik belirtilerle ortaya çıkabilmektedir. Biraz daha ileri yaşlarda sadece kansızlık, boy kısalıkları, kemik yapısında güçsüzlük ve sebebi bilinmeyen karaciğer hastalıkları gibi çok değişik belirtilerle de kendini gösterebilir. Bağışıklık sistemi gluteni antijen olarak algılar ve bu belirtiler glutene karşı verilen bir cevaptır (Türksoy ve Özkaya 2006).

Çölyak hastalığının tek tedavi yöntemi olarak yaşamı boyunca sürdürmesi gereken glutensiz diyet uygulaması önerilmektedir. Glutensiz diyet içerisinde buğday, arpa ve çavdar unu ihtiva eden her türlü besin maddesinin tüketilmesi sakıncalıdır. Bunun yanı sıra çölyak hastalarının gıdalardaki glutene hassasiyet düzeyleri bireyler arasında farklılık gösterebilmektedir. Glutene hassasiyeti bulunan bazı bireyler iz miktardaki gluteni bile tolere edemezken, bazı insanlar daha fazla miktarlardaki gluteni tolere edebilmektedirler. Bu rahatsızlık hayatımızın herhangi bir döneminde tipik ve basit belirtilerle ortaya çıkabileceği gibi kimi hastalarda yıllarca hiçbir belirti vermeden minimum düzeyde seyredilmektedir. Bu da çok hafif belirti göstermesi hastalığın teşhisini zorlaştırmaktadır (Ciclitira ve diğ. 2005; Urgancı 2005).

1.2.3 Gluten Proteini ve Özellikleri

Gluten, buğday, çavdar, arpa ve yulaf gibi tahılların ana yapısını oluşturan proteindir. Gluten yapı bakımından glutenin ve gliadin olmak üzere iki adet alt grup proteinden oluşmaktadır. Kuru madde bazında gluten %75-86 protein ihtiva eder geri kalan kısmı ise yağ ve karbonhidrat olarak protein matrisi içinde sağlam bir şekilde tutulmaktadır (Bloksma ve Bushuk 1998). Gluten matrisi hacimsel büyüme, karıştırma toleransı, elastik yapı oluşturma ve gaz tutma kabiliyeti gibi hamurun önemli reolojik özelliklerinin belirlenmesinde rol almaktadır (Gallagher ve diğ. 2004).

Glutenin, tahıl ürünlerinin hamur yapısında elastik özellikleri bakımından katkı sağlarken, gliadin ise viskoz özelliklerin gelişmesine katkıda bulunmaktadır (Delcour ve diğ. 2012; MacRitchie 2014). Gliadin alkol içerisinde çözülebilen ve toksin içeriği ise en yüksek olan gluten fraksiyonudur. Gliadin'in sindirilemeyen moleküllerinden örneğin 33 amino asit içerikli peptidlerin α -gliadin fraksiyonu, gluten içeren diyet tüketimlerinde mide, bağırsak ve pankreas sindirimlerine karşı direnç gösterirken ince bağırsak lümenine yapışıp kalmaktadır (Green ve Cellier 2007). Yüksek kalitede tahıl ürünlerinin formülasyonunda önemli bir yapı taşı olan gluten proteinin çıkarılması ise endüstride ciddi teknolojik zorluklar oluşturmaktadır (Gallagher ve diğ. 2004).

Gluten özellikle günlük beslenmemizde yer tutan buğday ekmeği, kek, makarna ve bisküvi gibi tahıl ürünlerinin kalitesini etkileyen temel bileşen olarak yer alır. Gluten barındıran hammaddelerin formülasyona dâhil edilmediği "glutensiz"

ürünlerin başında tekstür ve hacim özellikleri olmak üzere görünüş, renk ve lezzet gibi son ürünün nitelikleri de olumsuz olarak etkilemektedir ve ürünle ilgili kalite problemlerine neden olmaktadır (Özüğür ve Hayta 2011).

1.2.4 Glutensiz Ürünler

Günümüzde Dünya genelinde Çölyak hastaları için "glutensiz gıdalar" olarak nitelendirilen özel bir gıda kategorisi içerisinde glutensiz ürünlerin üretimi yapılmaktadır. Bunlar yapısı bakımından gluten içermeyen pirinç, patates unu/nişastası, mısır ve baklagil unlarıyla çeşitli gıdalar ilave edilerek hazırlanan ekmek, makarna, erişte, kraker, kek, bisküvi, kuru pasta ve benzeri gibi ürünleri içermektedir. Çölyak rahatsızlığı olan bireylerin tükettikleri glutensiz gıdalar genel olarak rafine edilmiş un ve/veya nişastadan üretilirler, gluten barındıran diğer gıdalara kıyasla mineral madde, protein, diyet lifi ve bazı B grubu vitaminleri bakımından daha fakirdirler (Thompson 2000).

Türk Standardları Enstitüsü glutensiz ürünleri iki bölümde tanımlanmaktadır; gluteni azaltılmış ürünlerde gluten içeriği 200 mg/kg kuru madde (KM)'den fazla olmamalıdır. Glutensiz hale getirilmiş ürünlerde ise gluten içeriği 20 mg/kg KM'nin üzerinde olmamalıdır. Ayrıca un ya da ekmek gibi önemli temel gıdaların yerine geçen glutensiz gıdalar yerine geçtikleri gıdalarla aynı miktarda vitamin ve mineral içermelidirler (Anonim 2005). Çölyak hastaları için geliştirilen glutensiz ürün formülasyonlarında toksin olmayan mısır ve pirinç yaygın olarak kullanılır (Ciclitira ve diğ. 2005; Urgancı 2005).

Bisküvi üretiminde hamurun yapısında gluten ağının az gelişmesi, hamurda kohezif yapının oluşması ve hamurun çok elastik olmaması istenen özelliklerdendir. Bu durum, bisküvi üretiminde bir avantaj olarak görülmektedir (Özüğür ve Hayta 2011). Glutensiz ürün pazarında çeşitliliğin ve mevcudiyetinin az olması; mevcut olan ürünlerinde kalite, tüketilebilirlik ve tadın arzu edilen seviyelerde olmaması; her bölgede glutensiz ürünlere ulaşılma imkanının zorluğu, piyasadaki birçok glutensiz ürünün ithal edilmesinden dolayı fiyatlarının yüksek olması ve glutenin ürün formülünden çıkarılması fırıncı ürünlerinde büyük problemler meydana gelmektedir. Sorunların çözümü için bu alanda yapılacak çalışmalara daha fazla önem verilmesi

gerekmektedir. Bu nedenler göz önünde bulundurulduğunda glutensiz yeni ürün formüllerin geliştirilmesi ve kaliteyi iyileştirmek için glutene alternatif olabilecek karışım ve bileşenler üzerinde araştırmalar gerçekleştirilmektedir (Yıldız 2010).

1.2.5 Fitik Asit

Fitik asitin yapısı üzerindeki çalışmalar 1855 yılında başlamıştır. Bununla birlikte pek çok model önerilmiştir. Bunların içerisinde günümüzde de doğruluğu kabul edilen ve en çok kabul gören Anderson tarafından önerilen fitik asit yapısıdır. Şekil 1.2’de Anderson tarafından önerilmiş olan fitik asit modeli verilmiştir. Anderson modeline göre, nispeten basit bir şeker olan myo-inositol, altı molekül fosforik asitle kombine olmuş haldedir. Bu kombin olan yapı reaktif fosfat gruplarının çokluğundan dolayı minerallerle kolayca kompleks oluşturmaktadır (Cheryan 1980).

1.2.5.1 Fitik Asitin Kaynakları

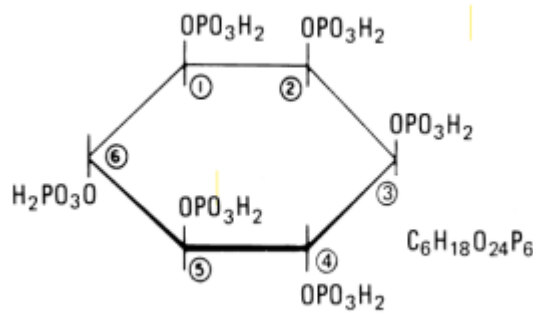
Fitik asit, bitkisel tohumlar, tane, kök, yumrular ve organik toprakta bulunur. Olgunlaşma süresi boyunca tanede nişasta ve yağ gibi diğer depo maddeleriyle birlikte hızla birikmektedir (Erdman ve Forbes 1977; O’Neill ve diğ. 1980). Hububatlarda fitik asidin birikim bölgesi aleuron tabakasıdır. Pirinç ve buğday tanelerinin endosperm tabakası fitik asit açısından yoksundur. Buğday ve pirinç tanelerinde rüşeym ve kepek tabakalarında fitik asit yoğun olarak bulunurken mısırdaki ise fitik asitin %88’i rüşeym içerisinde bulunmaktadır (Ogawa ve diğ. 1979; Reddy ve diğ. 1982).

1.2.5.2 Fitik Asitin Yapısı

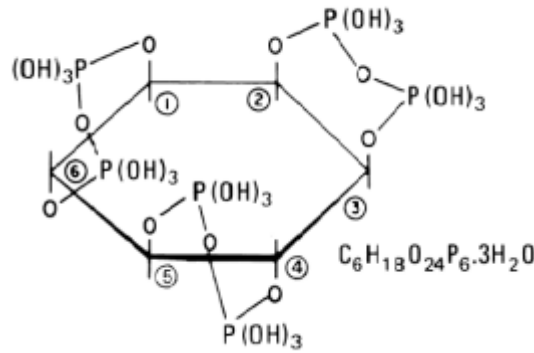
Geçmişten günümüze kadar fitik asitin yapısı hakkında pekçok model önerilmiştir. Fitik asit yapısının inositolün hekzafosfat esteri formunda olduğunu gösteren bugünkü modelin ilk versiyonu Suzuki ve diğ. tarafından 1906 yılında önerilmiştir. Starkenstein (1908), öte yandan fitik asitin yapısındaki fosforun pirofosfat formunda bulunduğu görüşünü ileriye sürmüştür. Bütün bu bulgular değerlendirildiğinde fitik asit modeli için iki farklı yapının önerilmesine zemin hazırlamıştır. Bu önerilerden ilki 1908 yılında Neuberg tarafından tanımlanmış olan

pirofosfat ester modeliyken diğeri ise Anderson tarafından 1914 yılında ileri sürülen hekzaortofosfat yapısı olmuştur. Şekil 1.3'te neuberg tarafından ileri sürülen fitik asit modeli verilmiştir. İleri sürülen bu iki yapı arasındaki farkın temel nedeni olarak fosfat gruplarının izomerik konformasyonu yapıda kuvvetli bağlarla bağlanmış su moleküllerinin bulunup bulunmamasından kaynaklıdır (Yalçın 2018).

Fitik asit (myoinositol-1,2,3,4,5,6-hexaki sphosphate), insan ve hayvanların temel besin kaynaklarında temel fosfor bileşenini oluşturmakta ve toplam fosfor miktarının %60-90'ını içermektedir. Fitik asit yapısında altı fosfatlı inositol halkasına



Şekil 1. 4 Anderson tarafından önerilen fitik asit modeli (Anderson 1914)



Şekil 1. 2 Neuberg tarafından önerilen fitik asit modeli (Neuberg 1908)

sahiptir. Molekül formülü $C_6H_{18}O_{24}P_6$ ve molekül ağırlığı da 660.04 g/mol' dür (Reddy ve diğ. 1982; Febles ve diğ. 2002; Kumar ve diğ. 2010; Nissar ve diğ. 2017).

1.2.5.3 Fitik Asitin Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi

Gıdalarda besinsel liflerin sağlık açısından önemi giderek artmaktadır. Farklı tahıl tanelerinden elde edilen kepeklerin tüketimiyle paralel olarak vücuda alınan fitik

asit miktarı da git gide artmaktadır. Besinsel lif içeriği bakımından düşük diyetler, kabızlık, obezite ve Tip II diyabet gibi birçok hastalığa neden olmaktadır (Katina et al. 2006). Tahıl liflerince zengin olan diyetler ise kardiyovasküler hastalık ve diyabet riskinin azalmasında etkilidirler (Weickert et al. 2005).

Fitik asit, insan beslenmesi için gerekli olan çoğu mineralin biyoyararlanımını engellemektedir. Bu özelliğinden dolayı yıllardan beri fitik asit antinütrisyonel madde olarak değerlendirilmektedir. Fitik asitin proteinlerin emilimini azaltıcı etkisinin olduğu yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur. Fitik asitin minerallerle beraber kompleks oluşturulmasıyla fitatlar meydana gelir. Bu fitatlar proteolitik enzimler tarafından parçalanması zor olan fitat-protein komplekslerini oluştururlar. Bu oluşan kompleksler ise protein emilimini azaltıcı yani olumsuz yönde etkilemektedir (Cheryan 1980).

Ancak 1990'lerden bu yana yapılan çalışmalarda özellikle diyabeti, böbrek taşı oluşumunu, Parkinson hastalığını ve kanseri önlemediği; serum kolesterol ve trigliserit miktarını da düşürdüğü kanıtlanmıştır. Bu çalışmalarla olumsuz özelliklerinin yanında insan sağlığına olumlu etkilerini de ortaya konmuştur (Canan C. 2011; Bayraktar ve Akbulut 2013).

1.2.6 Ultrases

Ultrases'in ilk ortaya çıkışı dünya savaşları zamanında kullanılan denizaltıların yaydığı ses dalgalarının balıkların ölümüne sebep olması olarak bilinmektedir. Ultrases teknolojisinin kullanılmaya başlanması bu sebeple 1900'lü yıllara dayandırılmaktadır. 1960 yıllarında da düşük frekanslı ve yüksek enerjiye sahip ultrases teknolojisi endüstri alanında kullanılmaya başlanmıştır. İnsan kulağının duyabileceğinin üzerinde, 10 MHz ile 20 kHz aralığındaki frekansa sahip ses dalgaları ultrases olarak tanımlanmaktadır (Demirdöven ve Baysal 2009). Ultrasonik dalgalarının yayılma hızını, ortamın fizyolojik durumu ve sıcaklığı belirlemektedir. Herhangi bir ortamdan geçen ultrasonik ses dalgasının yarattığı enerjinin ısıya dönüşüp yayılmasıyla birlikte dalga boyunun azaldığı bilinmektedir (Ulusoy ve Karakaya 2011; Yüksel 2013).

Ultras ses üç ana frekans bölgesine ayrılır. 1-10 MHz arasındaki bölüme ise tanıyıcı ultras ses, 100 kHz ile 1 MHz arasındaki kısma yüksek frekanslı ultras ses ve 16-100 kHz'lik bölümde güç ultras sesi olarak nitelendirilmektedir. Genellikle ultras ses; ses yoğunluğu (W/m^2), ses gücü (W) ya da ses enerjisi yoğunluğu (W/m^2) olarak tanımlanır (Ulusoy ve Karakaya 2011; Yüksel 2013).

Yüksek enerjiye sahip ultras ses frekansı 18-100 kHz arasında ve $1 W/m^2$ ' den yüksek yoğunlukta yer alır. Gıda teknolojisinde nispeten yeni bir uygulama olarak görülür. Gıda teknolojisinde enzim ve proteinlerin ekstraksiyonu, enzim inaktivasyonu, oksidasyon/redüksiyon, deaerasyon, kristalizasyonda çekirdek oluşumu gibi çeşitli uygulamalarda kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Düşük ultras sesin frekansı 100 kHz'den yüksek ve uygulama yoğunluğu $1 W/m^2$ 'den düşük olarak uygulanmaktadır. Bu teknik ise kristalizasyon, enzim inaktivasyonu, emülsifikasyon, dondurma, filtrasyon, etlerin tenderizasyonu, gıdaların fizikokimyasal özelliklerini tespit etmede ve yüzey temizliği gibi uygulamalarda başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Thakur ve Nelson 1997).

Ultras ses uygulamalarının düşük maliyetli olması, gıdaların duyuusal özellikleri üzerinde etkisinin sınırlı olması, pastörizasyon ve sterilizasyon gibi ısısal uygulamalara göre gıdaya daha az hasar vermesi ve çevre dostu uygulama olması ultras ses uygulamasının avantajları arasında gösterilebilir (Yüksel 2013). Literatüre bakıldığında bakliyat ve tahıllarda ısılatma işleminin hızlandırılması amacıyla ultras ses uygulamalarının kullanımına dair sınırlı sayıda yapılmış olan çalışmalar mevcuttur.

1.3 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Hefnawy (2011), çalışmasında mercimek tohumlarını 1/10 damıtılmış suda oda sıcaklığında 12 saat boyunca ıslatma işlemi uygulamıştır. Mercimeklerin antibesinsel faktörleri ve besinsel kompozisyon üzerine kaynatma, mikrodalga, pişirme, otoklavlama ve geleneksel pişirme yöntemlerinin etkisini araştırmıştır. Pişirme işlemiyle Tripsin aktivitesi inhibisyonu anlamlı şekilde azaldığını ve en fazla düşüşün otoklavlama (%80.87) ile olduğunu bildirmiştir. Mikrodalgada pişirme (%81.50) ve kaynatma (%80.27) işlemlerinde benzer sonuçları bulmuştur. Fitik asit miktarının ise pişirme işlemiyle önemli ölçüde (%30.93-%41.32) azaldığını gözlemlemiştir ($P<0.05$).

Ertaş (2010) çalışmasında, nohut, fasulye ve soya fasulyesini kullanarak farklı pH'a sahip ıslatma suları (pH 4, 6 ve 8) ve farklı sürelerde (2, 8 ve 12 saat) ıslatma işlemi uygulamıştır. Sonra bu örneklerden pişirilmiş, kurutulmuş, öğütülmüş, kabukları ayrılmış, elenerek sınıflandırılmış pilavlık bulgur elde etmiştir. Elde edilen pilavlık bulgur örneklerin fiziksel, kimyasal ve duyusal kalite özelliklerini çalışmasında incelemiştir. ıslatma süresinin artmasının örneğin tekstür özelliklerini iyileştirmiş olduğunu, en iyi tekstürün ise ıslatma suyu pH 4 olan örneklerde gözlemlemiştir. Ayrıca ıslatma suyu bazikleştikçe örneklerdeki yumuşama düzeyi artmıştır. Baklagil bulgurlarının fitik asit değerlerinin ıslatma süresinin artmasıyla azaldığını ve bazik ortamda (pH 8) fitik asitin daha fazla parçalandığını, Tripsin inhibitör aktivitesinin ise örneklere uygulanan ıslatma ve otoklavlama işlemlerinden sonra bulgur örneklerinin hepsinde tamamen elimine edildiğini bulmuştur.

Ertaş (2013) diğer çalışmasında ise, soya fasulyesi, fasulye, buğday, nohut ve mısır defitinizasyon işleminde mikrodalga ve ultrason uygulamalarının etkisini incelemiştir. Gerçekleştirdiği çalışmada numunelerine üç farklı uygulama (birinci uygulama: 40°C ultraseste ıslatma 2, 4 ve 6 dk süreyle; ikinci uygulama 25°C ultraseste ıslatma; 2, 4 ve 6 dk süreyle; üçüncü uygulama: mikrodalga fırında 1, 2 ve 3 dk süreyle) ile ıslatma işlemi (tohum/su: 1/5) uygulamıştır. Bütün baklagil tohumları ve tahıl tanelerinde, üç farklı ıslatma işlemlerinden sonra protein kaybının %9.1 ile %15.6 arasında değiştiğini bildirmiştir. 25°C deki ultrason uygulamasında bakliyat ve tahıl tanelerinde önemli derece renk açıldığını gözlemlemiştir; L, a, ve b değerlerinin

azaldığını ölçmüştür. Çiğ tohumlara kıyasla baklagil ve tahıl tanelerinin 25°C ve 40°C ultrasesle ve mikrodalga ile ıslatılması işleminin tohumlardaki fitik asit içeriğinde sırasıyla %18.2, %30.7 ve %35.5 oranında düşüş gerçekleştiğini belirtmiştir. Çalışmanın sonucunda sıcaklık ve sürenin artmasıyla birlikte fitik asit miktarındaki kaybının arttığı belirtilmiştir.

Ahuja (2014), yaptığı bir çalışmada farklı genotiplerde beş farklı çeşitte mercimek tanelerinin antibesinsel faktörlerini incelemek istemiştir. Mercimeklerin tripsin inhibitör aktivitelerinin 35.19-65.6 IU/g olduğunu, fitik asit miktarlarının 1.49-9.53 mg/g aralığında olduğunu bildirmiştir. Tanen miktarlarının 1.66- 6.48 mg/g, toplam fenol miktarlarının 0.06-0.17 mg/g ve saponin miktarlarının ise 1.7- 3.39 mg/g aralığında yer aldığını çalışmasında bildirmiştir.

Sharma ve Gupta (2005), kayısı ve badem yağı ekstraksiyonundan önce ultrases ön işlem uygulamasının sulu enzim destekli ekstraksiyon sistemindeki faydalarını incelemek üzere bir çalışma gerçekleştirmiştir. Sulu enzim destekli ekstraksiyon sisteminde kullanılan ticari preparatlara 3 farklı protez enzimi karıştırmıştır. Bu işlemi 40 °C sıcaklıkta, pH 4.0, 18 saatte gerçekleştirmiştir. 70 Watt da 2 dakika süre ile ön işlem uygulandığında ekstraksiyon verimini %95 yükselttiğini ve normal koşullarda 18 saat süren ekstraksiyon işleminin 6 saate düşürdüğünü çalışmasında belirtmiştir. İşlem süresi uzun olan bitkisel kaynaklı yemeklik yağların ekstraksiyonunda ultrases ön işlem uygulandığında gerekli zamanı kısalttığını belirtmiş ve ticari üretim basamaklarında bu ön işlemin yer alabileceğini çalışmasında ifade etmiştir.

Vidal Valverde ve diğ. (1994), mercimek örneklerini oda sıcaklığında üç farklı ıslatma ortamında (sodyum bikarbonat çözeltisi (%0.07), sitrik asit (%0.1), distile su) içinde 9 saat süre ile ıslatma işlemi uygulamışlar. Çalışmanın başlangıcında 6.2 mg/g fitik asit miktarına sahip olan mercimek örneklerinin fitik asit değerleri ıslatma işlemi sonucunda önemli oranda (%23-%37) düşüş kaydetmiştir. Sitrik asit çözeltisiyle ıslatılan örneklerde fitik asit miktarının normal ıslatma koşullarına göre daha fazla azalma olduğunu belirtmişlerdir. Ancak gerçekleştirilen aynı çalışmada tripsin inhibitör içeriği incelendiğinde ıslatma işleminin kayda değer bir azalma (%4-%11) sağlamadığı ve en düşük azalmanın ise asidik ortamlarda ıslatılmış örneklerde elde edildiği bildirmişlerdir.

Vidal Valverde ve diğ. (2002), tam ve öğütölmüş mercimek unlarını mercimek/su oranı 1/12 ve 1/4 olacak şekilde 28 °C'de ve 42 °C'de gün ışığı ve gün ışığı olmadan 60 dk ıslatma işlemine tabi tutmuşlardır. ıslatma işlemiyle birlikte mercimek örneklerinin nişasta içeriğinde azalma olduğu ve tripsin inhibitör aktivitesinde de %2-33 oranında bir azalmanın gerçekleştiğini tespit etmişlerdir.

Vijayakumari ve diğ. (1995) gerçekleştirdiği çalışmada *Dolichos lablab var. Vulgaris L.* türü fasulyeye sodyum bikarbonat (NaHCO₃) çözeltisi ve distile su ile 3 farklı sürede ıslatma işlemi uygulamışlardır. Gerçekleştirilen çalışma sonucuna bakıldığında ıslatma süresinin (3, 6 ve 9 saat) uzamasıyla birlikte fitik asit miktarında belirgin bir azalmanın olduğu gözlemlenmiştir. Bu azalmanın NaHCO₃ ıslatma işlemine kıyasla distile su ile ıslatılan örneklerde fitik asit miktarının düşürülmesinde daha etkili yöntem olduğu tespit edilmiştir.

Prodanov ve diğ. (2004), yaptıkları çalışmada mercimek, nohut ve faba fasulyelerinin vitamin içeriklerine pişirme ve ıslatmanın etkisinin araştırılmak üzere bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Analizde kullandıkları örnekleri sitrik asit çözeltisinde (pH 4.96±0.02) 1:3 (ağırlık/hacim) oranında, distile suda (pH 7.00±0.02) %0.1 oranında (ağırlık / hacim) ve % 0.07 (ağırlık / hacim) sodyum bikarbonat çözeltisi (pH 7.85±0.02) içerisinde oda sıcaklığında 9 saat boyunca ıslatma işlemine tabi tutmuşlardır. Vitamin miktarındaki kayıplara bakıldığında ıslatma işlemi sodyum bikarbonat çözeltisi içerisinde uygulandığında bu kaybının daha fazla gerçekleştiği, pH≤7 olan suve sitrik asit çözeltisiyle gerçekleştirildiğinde ise vitamin kaybının minimum seviyelerde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Alonso ve diğ. (2000), bakla (*Vicia faba*) ve fasulyedeki (*Phaseolus vulgaris*) kabuk soyma, ekstrüzyonla pişirme ve ıslatma (1:5 ağırlık/hacim oranında, ultra deiyonize suda ve 30°C'de 12 saat) ve çimlenme (72° C'de 72 saat) gibi geleneksel işleme tekniklerinin, protein içeriği ve antibesinsel faktörlerin seviyelerinin azaltılması yönünde, karşılaştırmalı olarak yaptıkları çalışmada belirlemek istemişlerdir. Fasulye ve baklanın 12 saat ıslatma sonucunda α-amilaz inhibitör aktivite, fitik asit ve tripsin değerlerinin önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir.

Osman (2007) ise yaptığı bir çalışmada fasulyeye ıslatma, kızartma, otoklavlama ve çimlendirme işlemlerinin sonucunda antibesinsel faktörler, besin

bileşimi ve protein sindirilebilirliği üzerine etkisini araştırmıştır. Fasulye örneklerini 1:10 oranında musluk suyu ile gece boyunca ıslatmıştır. Başlangıçta çığ tanedeki fasulyelerin 605.39 mg/100g fitik asit içerdiğini, işlem sonucunda ıslatılan örneklerin fitik asit miktarının 471.07 mg/100g ve ıslatılıp kavrulan örneklerin ise 237.95 mg/100g seviyesine düştüğünü tespit etmiştir.

Miano ve diğ. (2016) maş fasulyesine 25°C' de ultrases işlemi uygulamışlardır. Bu işlemin hidrasyon süresini %25 oranında kısalttığını rapor etmişlerdir. Ayrıca gerçekleştirdikleri çalışmada ultrases işleminin, nişastanın reolojik ve yapısal özellikleri üzerine ise bir etkisinin olmadığını fakat fasulyenin çimlenme prosesini hızlandırdığını rapor etmişlerdir.

Kuru (2019), yaptığı bir çalışmada nohut, fasulye ve soya fasulyesinin bazı fizikokimyasal ve besinsel özellikleri üzerine farklı ıslatma işlemlerinin etkisini araştırmıştır. Baklagillerin konvansiyonel ve ultrasonik (53 kHz 100% güçte) yöntemlerle ıslatılması işlemini 30°C sıcaklıkta, üç tip çözelti (distile su, %0.1 sitrik asit, %0.07 sodyum bikarbonat) içerisinde, 4, 8 ve 12 saat süreyle gerçekleştirilmiştir. Tohum-çözelti oranı 1:5 (w/v)'tir. Örneklerin nem kazancı ıslatma süreci arttıkça artmıştır. ıslatma işleminde ultrases uygulaması ile örneklerde daha yüksek nem absorpsiyonu gözlenmiştir. Genel olarak baklagil örneklerinin b* değerleri, tüm ıslatma koşullarında artmıştır. Her iki ıslatma işleminin de fitik asit içeriğini ve tiripsin inhibitör aktivitesini azalttığını göstermiştir. Bu azalmanın miktarı artan işlem süresi ile artmıştır.

Kaya (2016), nişasta ve proteinin ayrılması aşamasında uygulanan ultrases işleminden sonra geriye kalan baklagil (bezelye (*Pisum sativum*), yeşil ve kırmızı mercimek (*Lens culinaris*) ve bakla (*Vicia faba*)) kepeklerinin biyoaktif ve fonksiyonel özellikleri üzerine etkisi üzerine çalışma gerçekleştirmiştir. Baklagil kepeklerinin erişteye katılarak bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırmıştır. Baklagil kepeklerinin ve antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde değerlerinin oldukça düşük seviyelerde olduğunu bildirmiştir. Fakat, mercimek kepekleri yapısındaki fenolik bileşenlerce diğer kepeklere kıyasla daha zengin bulunmuştur. Mercimek kepekleri için ultrases işlemi uygulanmış örnekleri kontrol örneğine kıyasla fenolik asit kompozisyonunda ultrases koşullarına bağlı gelişen bir değişim gözlenmezken toplam antioksidan aktivite ve fenolik madde değerleri daha düşük bulunmuştur.

Mahadevamma ve Tharanathan (2004), farklı yöntemler uygulayarak: siyah mercimek, fasulye, nohut ve bezelye tanelerine geleneksel pişirme, kavurma, kızartma, patlatma, otoklavlama, çimlendirme, fermentasyon ve ekstrüzyon işlemlerini uygulamışlardır. Bu örneklerde diyet lifi ve dayanıklı nişasta miktarlarındaki değişimlerini araştırmışlardır. Elde edilen bulgular incelendiğinde çimlendirme işleminin enzime dirençli nişasta miktarında düşük etkiye, suda çözünmeyen diyet lifi miktarında ise önemli düzeyde bir artışa yol açtığını bildirmişlerdir. Farklı işlemlere tabi tutulan örneklerin suda çözünür diyet lif miktarlarında artış olmasına karşılık toplam diyet lif miktarında ise bir değişim saptanmamıştır.

Rehman ve Shah (2005), siyah mercimek, mercimek, nohut, kırmızı ve beyaz fasulye tanelerine 4 saat boyunca 1250 ml su içerisinde ıslatma işlemi uygulamışlar ve ardından bu örnekleri süzmüşlerdir. Süzülen örnekleri 121 °C'de 5 farklı zaman (10, 20, 40, 60, 90 dakika) aralığında ve 128 °C'de 20 dakika otoklavlama işlemine tabi tutmuşlardır. Uygulanan farklı ısı işlemler sonucunda fitik asit içeriğinde (%28-51.6) azalma meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Costa ve diğ. (2006), mercimek, bezelye, nohut ve fasulye olmak üzere farklı baklagile su (1:2 w/v) içerisinde 16 saat boyunca ıslatma işlemi uygulamışlardır. Ardından örnekleri pişirmişler sonra da dondurarak kurutmuşlardır. Yapılan bu işlemler sonucunda işlem uygulanan tüm baklagillerin çözünmeyen diyet lif miktarına bakıldığında sayısal olarak bir artma meydana geldiği saptanmıştır. İşlem uygulanmış bezelye tanesindeki çözünür diyet lif miktarının bezelye tanesi ham taneye göre daha yüksek (1.73/2.38 g/100g) değere sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Yasmin ve diğ. (2008), (*Phaseolus vulgaris*) barbunya çeşidine farklı ön işlemler uygulayarak antibesinsel faktörlerin etkisinin araştırılması üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar bu çalışma kapsamında oda sıcaklığında (25- 29 °C) su, %0,07'lik sodyum bikarbonat (pH: 8.4) ve %0.1'lik sitrik asit (pH: 3.4) içerisinde 9 saat boyunca ıslatma işlemi uygulamışlardır. Aynı zamanda örnekleri 4 gün boyunca 22 °C'de çimlendirme işlemine tabi tutmuşlar. Farklı ön işlem olarakta tohumların yumuşaması sağlanıncaya kadar musluk suyu içerisinde 1:3 w/v oranında pişirme işlemine tabi tutmuşlardır. Yapılan çalışma sonucunda fitik asit içeriği

incelendiğinde çimlendirme işlemi uygulanan örneklerde önemli miktarda (%42.6) azalmanın meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Xu ve Chang (2008), mercimek, nohut, yeşil ve sarı bezelye unlarını ıslatma, kaynatma ve buhar verme işlemlerine tabi tutmuşlardır. Yapılan ön işlemler sonucunda unlardaki antioksidan aktivite toplam fenolik madde içeriğindeki değişimleri incelemek istemişlerdir. Uygulanan bu işlemlerin materyale ve prosese göre önemli düzeyde kayıplar gerçekleştiğini rapor etmişlerdir.

Wang ve diğ. (2009), farklı mercimek tanelerinde kabuk ayırma ve pişirme işlemlerinin antibesinsel ve besin faktörleri etkisi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada, mercimek örneklerini kaynar suda pişirmişler. Uygulanan bu işlem sonucunda protein, çözünmeyen ve toplam diyet lifi, nişasta, dirençli nişasta, kalsiyum (Ca), mangan (Mn), bakır (Cu) içerikleri incelendiğinde önemli ölçüde artış gözlemlenirken; kül, tripsin inhibitör aktivite, fitik asit, tanen, oligosakarit (sukroz), magnezyum (Mg), demir (Fe), potasyum(K), çinko (Zn), fosfor(P) içeriklerinde ise azalmanın olduğu görülmüştür. Kabuk ayırma işlemi uygulanan örneklerde nişasta, dirençli nişasta, protein, fitik asit, K ve P değerlerinde önemli bir artış gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Marathe ve diğ. (2011), Hindistanda tüketimi yaygın olan 30 baklagil çeşidinin antioksidan aktivite ve fenolik madde miktarlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Baklagillerin fenolik asit içerikleri incelendiğinde 0.325-6.378 mg GAE/g değerleri arasında değişkenlik gösterdiğini tespit etmişlerdir. %80'lik metanol ile ekstraksiyon işlemine tabi tutulan mercimek ve bezelye tanelerinin toplam fenolik madde içeriklerinin ise düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Oomah ve diğ. (2011), bezelye ve mercimek kepeklerine farklı ön işlemler uygulayarak hammadde içerisindeki fenolik madde ve antioksidan aktivitelerinin etkisi üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Baklagil tanelerine kabuk soyma, oda sıcaklığında 6 saat boyunca ıslatma ve 70 °C' de 20 dakika boyunca ısıl işlemi uygulanmıştır. Ardından bu örnekler 1 gece boyunca oda sıcaklığında bekletilmişlerdir. Çalışmada 4 farklı solvent (su (21 ± 1 °C), sıcak su (70-80 °C), %80'lik etanol ve %70'lik aseton) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, mercimek kepeklerinde en yüksek toplam fenolik madde miktarı sulu aseton ekstraksiyonu

yöntemi uygulanan örneklerde saptanmıştır. Su ve sıcak su ile ekstrakte edilen tanelerin antioksidan aktiviteleri ise daha düşük miktarlarda bulunmuştur.

Boudjou ve diğ. (2013), mercimek ve bakla fraksiyonlarının ekstraksiyonlarındaki fenolik madde miktarını ve antioksidan aktivitelerinin etkisini araştırmak istemişlerdir. Fraksiyonların ekstraksiyonu için %80'lik etanol ve %70'lik aseton kullanarak hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılan bakla örneğinin kepek kısmının, tam taneye kısmına oranla daha yüksek antioksidan aktivite değerine sahip olmuştur. Sonuçlara bakıldığında mercimek ve bakla kepeklerinin etanol kullanılarak elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde değerleri sırasıyla; 57.19 ve 23.30 mg kateşin eşdeğeri/g kepek olarak bildirmişlerdir.

Yıldız (2019), mercimek ununa farklı ıslatma ve kurutma işlemleri uygulayarak besinsel fonksiyonel ve fizikokimyasal özellikleri üzerindeki değişimi incelemiştir. Bu kapsamda mercimek örneklerini ultrasonik yöntemlerle (%100 ve %80 güçte, 53kHz frekans,) 30 °C'de distile su içerisinde (tohum-su oranı 1:100 w/v) 2 ve 4 saat ıslatmıştır. Ardından örnekleri %10 nem içeriğine kadar düşürmek için mikrodalga (600W ve 900W) ve sıcak hava ile (50°C ve 100°C) kurutma işlemi uygulamıştır. Fitik asit değerleri Çiğ yeşil ve kırmızı mercimek unlarının sırasıyla 1086 ve 1199 mg/100g kuru madde ve tripsin aktivitesi inhibisyonu (TAI) sırasıyla 2.82 ve 2.94 mg/g kuru madde olarak bulmuştur. En yüksek su tutma kapasitesine sahip örnek 4 saat boyunca 900 W'ta kurutulan yeşil mercimek ununda ölçülmüştür.

Ma ve diğ. (2011), kavurma ve kaynatma işlemleri uygulanan mercimek, bezelye nohut çeşitleri kullanılarak hazırlanan unların mikroyapısal özellikleri, fonksiyonel özellikleri ve tripsin inhibitör aktivitesi üzerine bir araştırma gerçekleştirmiştir. Uygulanan her iki ısıl işlemin tripsin inhibitör aktivitesinde önemli seviyede (%95.6-%37.8) azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. Çiğ ve kavrulmuş örneklerle kıyasla tüm haşlanmış ürünlerin yüksek su tutma kapasitesine sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Rizzello ve diğ. (2014), fasulye, mercimek, nohut ve ekşi hamur karışımlarından beyaz ekmeğin ürettiği ekmeğin besinsel, tekstürel ve duyusal özelliklerini incelemek üzere araştırma gerçekleştirmişlerdir. Antioksidan ve fitaz aktiviteleri en yüksek buğday-baklagil hamur mayası karışımı ekmeğin örneğinde

görülmüştür. Tekstür analizinde sertlik değerine en yüksek sahip örnek geleneksel buğday mayası ile üretilen ekmek olmuştur.

Savtekin (2014), mısır ununa farklı oranlarda (%30, %40 ve %50) mercimek, nohut ve soya unu ekleyerek zenginleştirilmiş glutensiz erişte üretmiştir. Üretilen eriştelerin fiziksel, besinsel ve duyuşal özelliklerini belirlemiştir. Vitamin değerleri (riboflavin, tiamin ve niasin) açısından ürünler değerlendirildiğinde mercimek unu ilaveli ürünlerin en yüksek değerlere sahip olduğunu tespit etmiştir.

Sarabhai ve Prabhasankar (2015) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise patates nişastası ve peynir altı suyu protein konsantrisinin kestane unu esaslı hazırlanan glutensiz bisküvi formülasyonuna ilave edilerek bisküvi kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Kırılganlık, bisküvi sertliği, yayılma oranı ve genel kabul edilebilirlik parametreleri açısından, glutensiz bisküviler örneklerinin kabul edilebilir olduğu bildirmişlerdir.

Susanna ve Prabhasankar (2013) Bir başka çalışmada, protein içeriği ile zenginleştirilmiş glutensiz makarnanın gelişimi, ürün kalitesi ve allerjenitesinin etkisinin belirlenmesini üzerine çalışmışlardır. Makarna bileşiminde gamların yanı sıra sorgum unu, soya unu ve peynir altı suyu protein konsantrisi gibi yüksek proteinli ürünleri kullanarak zenginleştirmişlerdir. Hazırlanmış olan makarna örnekleri kalite özellikleri açısından incelenmiştir. ELISA ve Dot-Blot gibi immünolojik testlere tabi tutulmuştur. Pişme testlerinde, glutensiz makarnanın pişme kaybına açısından değerlendirildiğinde *Triticum* durum buğdayı kullanılan kontrollere göre biraz daha yüksek değerlere sahip olduğu ve gamların ilavesiyle nişasta kaybının azalttığını göstermiştir. Glutensiz makarna diğer tüm kalite parametrelerinde kontrol grubu ile benzer özellikler göstermiştir. Tüm makarna çeşitlerinin amiloz içeriği kontrol örneklerine göre daha düşük bulunmuştur. Ayrıca daha az nişasta kaybı ve daha yüksek protein sindirilebilirliğine sahip olduğu gözlenmiştir. Çölyak hastaları için ELISA ve Dot-Blot immünolojik testleri uygulanarak hazırlanan makarnaların tüketime uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaur ve diğ. (2015), karabuğday unu ve akasya ununa ksantan gum, guar gum ve kitre gumu ilavesiyle üretilen glutensiz bisküvilerin kalite özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Duyusal analizlerde panelistler tarafından karabuğday unu içeren

bisküvi örnekleri kontrole göre daha az beğenilmiştir. Gum ilaveli örnekler ise diğer örneklerle kıyasla daha fazla beğeni almıştır. Gum kullanılarak üretilen bisküviler içerisinde ksantam gum kullanılarak üretilen örneklerin görünüşünde, renginde, tadında ve genel kabul edilebilirlik özellikleri açısından iyileşmeler sağladığı gözlemlenmiştir.

Hosta (2012), farklı baklagil unları kullanarak zenginleştirildiği glutensiz pirinç eriştelerinin bazı besinsel ve kalite özelliklerini incelemiştir. Erişte formülasyonuna pirinç ununa %30, 40 ve 50 oranlarında bezelye, kırmızı mercimek ve nohut unları ikame ederek hazırlamıştır. Erişte örneklerinin pişme özelliği bakımından değerlendirildiğinde en düşük pişme kaybının %50 nohut unu ilaveli eriştelerde görülmüştür. Tat açısından ise en yüksek puanları %30 ve %50 mercimek unu ilaveli pirinç erişteleri almıştır. Baklagil unu katkısının eriştelerin tiamin, riboflavin, niyasin, diyet lif, antioksidan kapasite ve fenolik madde içeriklerini arttırdığı bildirilmiştir.

Ergin (2011), un birleşimini (pirinç unu, nohut unu, patates unu, mısır nişastası ve patates nişastası) farklı oranlarda hazırlayarak glutensiz bisküviler üretmiştir. Genel beğenilirlik açısından en yüksek puanı %35 pirinç unu, %10 patates unu, %10'luk nohut unu, %35'lik mısır nişastası ve %10 patates nişastası formülasyonu ile hazırladığı gluteniz bisküvi örneklerinin aldığını belirlemiştir.

Han ve diğ. (2010), çalışmalarında baklagil bazlı glutensiz yeni atıştırmalık kraker geliştirmeyi amaçlamışlardır. Bu kapsamda dokuz farklı baklagil (yeşil mercimek ve kırmızı mercimek, nohut, barbunya, fasulye, sarı bezelye unları ve nişasta, protein ve lif izolatları) kullanmışlardır. Baklagil krakerlerinin fiziksel ve besinsel özellikleri açısından piyasadaki ürünlere benzer olduklarını bildirmişlerdir. Bulgular incelendiğinde, baklagil kullanımının glutensiz ürünlerin içeriğinin zenginleştirilmesinde yüksek bir potansiyele sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Tiwari ve diğ. (2011), buğday unlarına farklı oranlarda baklagil unu ekleyerek ürettikleri bisküvilerde kül miktarındaki değişim incelendiğinde formülasyona eklenen baklagil unu oranının artmasıyla artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Rajiv ve diğ. (2011), maş fasulyesi unu kullanılarak üretilen bisküvilerin tekstür, reolojik yapısı ve kalite özelliklerinin etkisini incelemiştir. Formülasyon içindeki maş fasulyesi unu oranının artmasıyla beraber, bisküvi örneklerinde yayılma oranının azalmanın meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca maş fasulyesi ilave oranının artmasıyla, bisküvilerdeki protein yapısında bozulmalar görüldüğünü bildirmişlerdir.

Ergin ve Herken (2012), Glutensiz bisküvi formülasyonda ana bileşenler olarak pirinç, nohut, patates unu, mısır ve patates nişastası ve mısır nişastası kullanarak 8 farklı çeşitte bisküvi üretimi gerçekleştirmişlerdir. Üretilen bisküvilerin fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşal özelliklerini incelemiştir. Yumurta ilave oranının artırılmasıyla bisküvilerin yağ ve protein değerlerinde artışlar görülmüştür. Bisküvilere mısır unu ilavesi sarılık değerini, nohut ve patates unu ilavesiyle kırmızılık değerlerine artmalar görülmüştür Patates unu ilavesi aynı zamanda bisküvilerin kırılmalık ve gevreklik değerlerini arttırmıştır. En düşük sertlik değerine ise nohut unu içeren örneklerde elde edilmiştir.

Bilgiçli (2014), kinoa ve karabuğday unlarının farklı oranlarda karışımıyla hazırlan eriştelere bazı fiziksel, kimyasal özellikleri ve fitik asit içeriğindeki değişimi incelemiştir. Kinoa ya da karabuğday karışımlarında, kinoa oranlarının artmasıyla yağ, kül ve fitik asit miktarının artışların meydana geldiği ve en yüksek değerlere sahip örneğinde %30 kinoa unu ilavesiyle hazırlanan eriştelere elde edilmiştir. Aynı miktarda kinoa unu ilavesinin eriştenin fitik asit içeriğini 142 mg/100g'dan 578 mg/100'a çıkardığını belirtmiştir. Kontrol grubuna kıyasla kinoa ve karabuğday ilave edilen tüm örneklerde Cu, Fe, K, Mg, P ve Zn miktarının önemli düzeyde ($p < 0.05$) artışlar görülmüştür. Ancak %20-30 oranında kinoa ve karabuğday karışımıyla hazırlanan ve %30 oranında kinoa ile yapılan eriştelere genel kabul edilebilirlik durumu kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Bisküvilerin üretiminde kullanılan yeşil mercimek Songen Biyoteknoloji firması tarafından temin edilmiştir. Patates unu ve ksantam gam (Tito, İzmir, Türkiye), margarin (Bizim, İstanbul, Türkiye), kabartma tozu (Dr. Oetker, İzmir, Türkiye), pudra şekeri (Dr. Oetker, İzmir, Türkiye), tuz (Billur tuz, İzmir, Türkiye) Denizli’de bulunan marketlerden temin edilmiştir.

2.1.1 Mercimelere Uygulanan Ön İşlemler

Hammadde olarak kullanılacak yeşil mercimek hububat öğütücüde (Lavion hububat öğütücü HC-100) öğütülmüştür. Şekil 2.1’de yeşil mercimekleri un haline getirmek için kullanılan hububat öğütücünün resmi verilmiştir. Ardından 1mm’lik elekten geçirilerek istenilen un formuna getirilmiştir.



Şekil 2. 1 Hububat Öğütücü

2.1.1.1 Peynir Altı Suyu Tozunda Islatma

Islatma işlemi için kullanılacak olan peynir altı suyu tozuna 1:19 kat olacak şekilde saf su ile seyreltme işlemi uygulanmıştır. Islatma işlemi 1:10 kat olacak şekilde

gerçekleştirilmiştir. Ardından mercimek unundan 10 gram amber şişe içerisine tartılarak üzerine 100 ml seyreltilmiş olan peynir suyu tozlu çözelti eklenmiştir. Islatma işlemi 2 farklı sıcaklık (40 ve 50 °C’de) ve 4 farklı süre (2-4-8-12 saat) uygulamalarına tabi tutulmuştur. Ön işlem uygulanan örnekler yarım saat oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Soğutulan örnekler 1 saat kaba filtre kağıdında süzölmeye bırakılmıştır. Süzölen örnekler nem ve fitik asit analizine tabi tutulmuştur. Sonuçlar kuru madde cinsinden hesaplanmıştır.

2.1.1.2 Ultrasonik Su Banyosunda Islatma

Islatma işlemi 1:10 kat olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Mercimek unundan 10 gram tartılarak amber şişelere koyulmuş ve üzerlerine 100 ml saf su eklenmiştir. Ultrasonik su banyosunda 35 kHz, %80 genlikte 3 farklı sıcaklık (50, 60 ve 70 °C’de) ve 2 farklı süre (2 ve 4 saat) uygulamasına tabi tutulmuştur. Ön işlem uygulanan örnekler yarım saat oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Ardından 1 saat kaba filtre kağıdından süzölmeye bırakılmıştır. Süzölen örnekler nem ve fitik asit analizine tabi tutulmuştur. Sonuçlar kuru madde cinsinden verilmiştir. Şekil 2.2’de yeşil mercimekleri ıslatmak için kullanılan ultrasonik su banyosunun resmi hesaplanmıştır.



Şekil 2. 2 Ultrasonik Su Banyosunda Islatma

2.1.2 İslatma İşleminde Kullanılacak Olan Sularda Yapılan Analizler

2.1.2.1 pH Tayini

Ön işleminde kullanılan peynir altı suyu tozu 1:19 (g/v) oranında saf su ile seyreltilmesiyle hazırlanmıştır. Ultrases işleminde ıslatma suyu olarak saf su kullanılmıştır. İslatma sularının pH değerleri, dijital pH metrenin probunun (Hanna Instruments HI 2211, ABD) çözelti içine daldırılmasıyla okunmuştur. Şekil 2.3'te pH tayininde kullanılan dijital pH metrenin görseli verilmiştir.



Şekil 2. 3 Dijital pH Metre

2.1.2.2 Suda Çözünür Kuru Madde Tayini

İslatma sularının suda çözünür kuru madde miktarı dijital refraktometre (Milwaukee MA871 Refractometer) kullanılarak belirlenmiştir (Kuru 2019). Ölçümler oda sıcaklığında gerçekleştirilmiş ve saf su kör olarak kullanılmıştır.

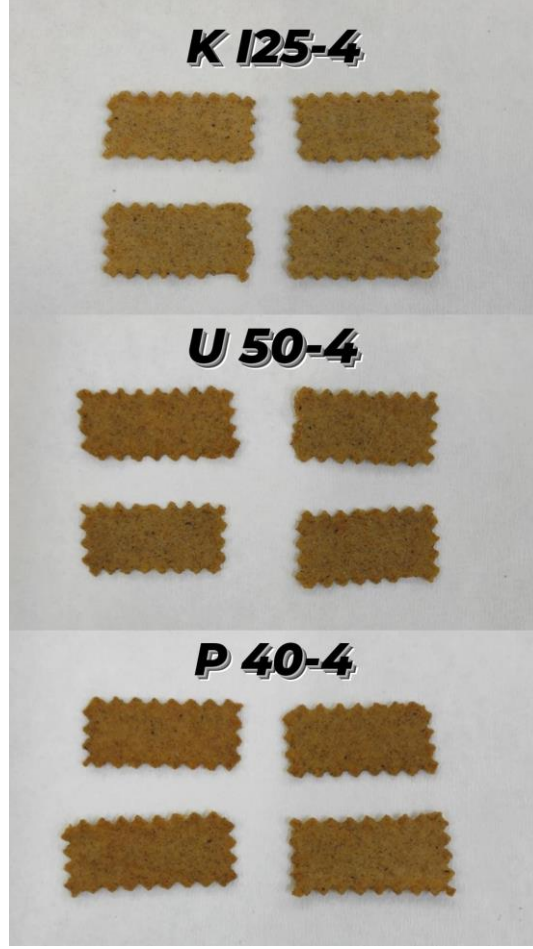
2.1.3 Bisküvilerin Hazırlanması

Bisküvi üretiminde Türkaslan (2022)'nin yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Bisküvi üretiminde kullanılan formülasyonlar Tablo 2.1'de verilmiştir. Yapılan ön denemelerle, ön işleme tabi tutulan mercimek unu örneklerinin yapısında belirli miktarda su bulundurduğu için ıslatılmış olan örnekler önce bir kaba süzme işlemi uygulanmıştır ve sonra örnekler kaba filtre kağıdından geçirilmiştir. İstenilen hamur kıvamını elde edebilmek için ıslatılmış örnekler 1 saat süzme işlemine tabi tutulmuştur. Üretimin başlangıcında kuru hammaddeler 1 dk karıştırıldıktan sonra her ürün için Tablo 2.1'de belirtilen miktar kadar su eklenmiş ve karışım hamur yoğurma makinesinde (KHH30, Kenwood multione, Hampshire, İngiltere) önce minimum devirde 2 dk, sonra 2. devirde 3 dk homojen hale gelene kadar yoğurma işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından hamur elle toparlanarak 5 dk oda sıcaklığında dinlendirilmeye bırakılmıştır. Daha sonra hamur merdane yardımıyla 2 mm'ye inceltmiş ve dikdörtgen şeklinde 4 x 2 cm boyutlarında şekil verilmiştir. Tepsilere dizilen bisküvilere hava akımlı (turbo) fırında kapağı kapalı şekilde 150 °C'de 23 dk ve kapağı ağzı hafif açık olacak şekilde 3 dk pişirme işlemi uygulanmıştır. Şekil 2.4'te bisküvilerin görüntüleri verilmiştir. Bisküviler oda sıcaklığına soğutulduktan sonra buzdolabı poşetlerine belirli miktarlarda bölünerek analizler için ayrılmıştır. Bisküvi numunelerinin ışık görmemesi için poşetlerin etrafı alüminyum folyo ile gıdaya temas etmeyecek şekilde kaplanmıştır. Bisküvilerin duyusal analizleri bisküvi üretiminden 2 saat sonra, fiziksel analizler 2 saat sonra, fitik asit analizi 4 saat sonra ve diğer analizleri ise üretimden sonraki ilk 1 hafta içinde gerçekleştirilmiştir. Bisküvi örnekleri analizleri tamamlanana kadar oda sıcaklığında karanlıkta muhafaza edilmiştir.

Tablo 2. 1 Bisküvi Üretim Formülasyonları

Kraker Kodu	Patates Unu (g)	Mercimek Unu (g)	Su (ml)	Margarin (g)	Tuz (g)	Şeker (g)	Kabartma Tozu (g)	Ksantam Gam (g)
K I25-4	40.0	80.0	80.0	15.0	2.0	3.0	1.0	1.8
U50-4	40.0	80.0	80.0	15.0	2.0	3.0	1.0	1.8
P40-4	40.0	80.0	80.0	15.0	20	3.0	1.0	1.8

K I25-4 : Kontrol bisküvisi, 25 °C'de 4 saat saf su ile ıslatılmış mercimeğin unundan yapılan bisküvi, U50-4: Ultrasonik su banyosunda 50 °C'de 4 saat ıslatma işlemi uygulanmış mercimek unundan üretilen bisküvi, P40-4: 1:19 oranında saf su ile seyreltilmiş peyniraltı suyu tozunda 40 °C'de 4 saat ıslatma işlemi uygulanmış mercimeğin unundan üretilen bisküvi



Şekil 2. 4 Bisküvilerin Görüntüleri

K I25-4 : Kontrol bisküvisi, 25 °C’de 4 saat saf su ile ıslatılmış mercimeğin unundan yapılan bisküvi, U50-4: Ultrasonik su banyosunda 50 °C’de 4 saat ıslatma işlemi uygulanmış mercimek unundan üretilen bisküvi, P40-4: 1:19 oranında saf su ile seyreltilmiş peyniraltı suyu tozunda 40 °C’de 4 saat ıslatma işlemi uygulanmış mercimeğin unundan üretilen bisküvi

2.2 Yöntem

Hammaddelerde protein, yağ, nem, kül, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, renk ve fitik asit analizleri yapılmıştır. Ön işlem uygulanmış mercimek örneklerinde nem ve fitik asit analizi yapılmıştır. Üretilen bisküvilerde ise protein, yağ, nem, kül, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, renk, tekstür, fitik asit ve duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Hammadde ve bisküvi arasındaki farklılıkların olası nedenlerini belirleyebilmek için kimyasal ve fiziksel analizler kraker üretiminde kullanılan hammaddelerde de yapılmıştır.

Çalışmada yapılan analizler 2 tekerrür ve 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

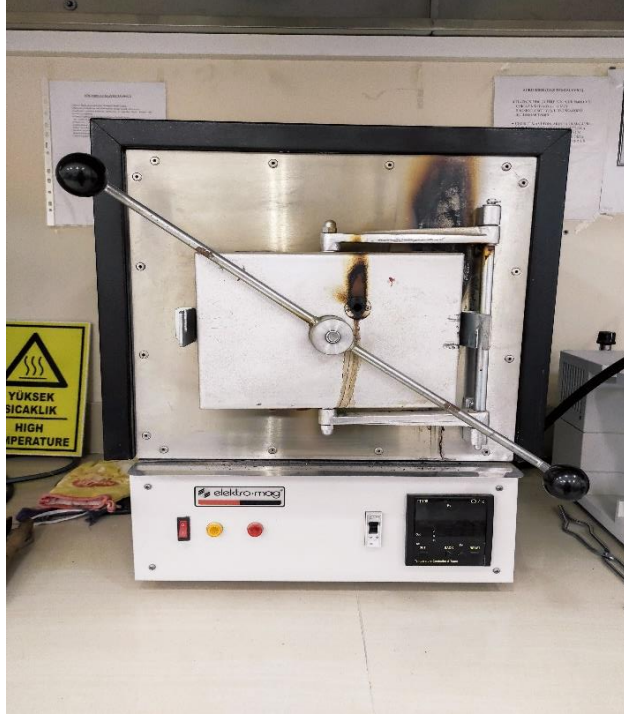
2.2.1 Kimyasal Analizler

2.2.1.1 Nem Miktarı Tayini

Nem miktarı tayini AOAC (1990)'a göre gerçekleştirilmiştir. Analiz için, önceden sabit ağırlığa getirilen metal kurutma kaplarına, hammadde ve öğütülmüş bisküvi numunelerinden 5g tartılmış, sonrasında bu kaplar sabit ağırlığa ulaşincaya kadar yaklaşık 4 saat 105 ± 2 °C'deki etüvde (UNB 400, Memmert GmbH+Co. KG, Schwabach, Almanya) kurutma işlemi uygulanmıştır. Kurutmayla uzaklaşan su miktarı saptanmıştır ve bu değer, numunelerin başlangıçtaki ağırlığına oranlanarak nem oranı (%) hesaplanmıştır.

2.2.1.2 Kül Miktarı Tayini

Bisküvi örnekleri, sabit tartıma getirilmiş porselen kroze içerisine 1 g tartıldıktan sonra üzerlerine etil alkol damlatılarak ön yakma işlemi uygulanmıştır. Ardından bu krozeler, kül fırınında (Elektro-mag M1813, İstanbul, Türkiye) 560 °C kalıntı beyaza yakın renk alana ve sabit ağırlığa ulaşincaya kadar (yaklaşık 8 saat) yakılmıştır. Yakma işlemi sonunda krozelerde bulunan kül miktarı, başlangıçtaki örnek miktarına oranlanarak örneklerin % kül miktarı hesaplanmıştır (AOAC 1990). Sonuçlar kuru madde cinsinden verilmiştir. Şekil 2.5'te analizde kullanılan kül fırının görseli verilmiştir.



Şekil 2. 5 Kül Fırını

2.2.1.3 Protein Miktarı Tayini

Şekil 2.6'da protein analizinde kullanılan protein cihazı düzeğinin görseli verilmiştir. Bisküvilerin ve hammadde örneklerinin protein tayini AOAC (1990)'a göre Kjeldahl Metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kjeldahl balonlarına 1g örnek tartılıp üzerine 1 adet kjeldahl tableti atılmış ve 13 ml sülfürik asit eklenmiştir. Kjeldahl cihazında 420 °C'de örnekler parlak yeşil renge dönüşene kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Örnekler yakma işlemi sonrasında distilasyon cihazında %40'luk NaOH varlığında distile edilmiştir. %4'lük borik asit çözeltisine tutunan azotlu bileşikler 0.1 N HCl ile titre edilerek örneklerin azot miktarları tespit edilmiştir. Öğütülen mercimek unu, patates unu ve bisküvilerin sonuçları 6.25 faktörü ile

çarpılarak örneklerin ham protein oranları hesaplanmıştır. Sonuçlar kuru madde cinsinden verilmiştir.



Şekil 2. 6 Protein Cihazı Düzenegi

2.2.1.4 Yağ Miktarı Tayini

AOAC (1990)'a göre yağ miktarı tayini Soxhlet Metodu kullanılarak yapılmıştır. Analiz için 9 g örnek selüloz kartuş içine tartılıp Soxhlet cihazına (Tip 1042 Soxhlet cihazı, GFL, Burgwedel, Almanya) yerleştirilip çözücü olarak hekzan kullanılarak ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. İşlem sonunda Soxhlet balonu içindeki yağ ile hekzanı rotary evaporatöründe (R-100 Buchi Rotary Evaporatörü, Buchi, Flawil, İsviçre) ayrıştırılma işlemi uygulanmıştır. Ayrışmayıp balonda kalan hekzan 105 °C'deki etüvde 1 saat kadar bekletilerek uzaklaştırılmıştır. Analiz sonucunda yağın ağırlığı başlangıçtaki örnek miktarının ağırlığına oranlanarak ham yağ içeriği (%) hesaplanmıştır. Sonuçlar kuru madde cinsinden verilmiştir. Şekil 2.7'de yağ analizinin ekstraksiyonu için kullanılan Soxhet Cihazı düzenegi verilmiştir.



Şekil 2. 7 Soxhlet Cihazı Düzenegi

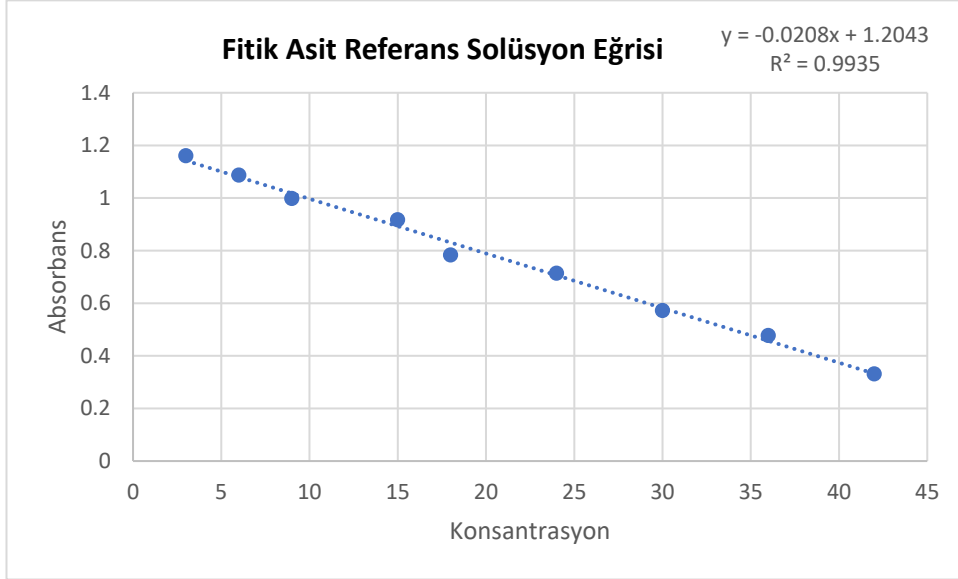
2.2.1.5 Fitik Asit Tayini

Hammadde ve bisküvi örneklerinden 0.1 gram tartılarak 10 ml 0.2 N HCl ile 2 saat çalkalayıcı su banyosunda ekstrakte edilmiştir. Ekstrakte edilen örnekler kaba filtre kağıdından süzölmüştür. Ardından süzölen sıvı kısım falcon tüplerine alınmıştır. Santrifüj cihazında 4°C’de 9000 rpm de 20 dk santrifüjlenmiştir. Bu işlem tamamlandıktan sonra süpernatant kısmından alınarak tekrardan 2. kez 4 °C’de 9000 rpm’de 15 dk santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. 2. kez santrifüjlenen örnekler 0.45’lik membran filtreden geçirilmiştir. Bu ekstraktan temiz vidali kapaklı cam test tüplerine 0.5 ml süpernatant kısmından alınıp üzerine 1 ml ferrik solüsyonu ilave edilmiştir. Bu tüpler 100±2°C’deki kaynar su banyosunda 30 dakika tutulmuştur. Ardından 15 dk buz banyosunda bekletilmiş ve sonra 1 saat karanlık ortamda oda sıcaklığında bekletilmiştir. Test tüplerine 2 ml 2,2- bi piridin çözeltisi ilave edildikten 30-45 sn sonra spektrofotometrede 519 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Analiz 2 tekerrür ve 4 paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar bu dört değerin ortalaması olarak verilmiş ve kuru madde cinsinden hesaplanmıştır (Haug ve Lantzsch 1983). Şekil 2.8’de fitik asit referans solüsyon eğrisi verilmiştir.

Fitik Asit Referans Solüsyonu: Analizde fitik asitin sodyum tuzu ($C_6H_6O_{24}P_6Na_{12}$) referans olarak kullanılmıştır. Stok çözelti 0.15 g sodyum fitatın 100 ml saf suda çözöndürölmesi ile hazırlanmıştır. Referans solüsyon, stok solüsyonun 3 ila 30 mikrogram arasındaki aralıklarda 0.2 N HCl ile seyreltilmesiyle hazırlanmıştır.

Ferrik Çözeltisi (Demir-III Çözeltisi): Amonyum Demir-III Sülfat. $12H_2O$ ferrik solüsyonu, 0.2 g Amonyum Demir-III Sülfat. $12H_2O$ bileşğinin 100 ml 2 N HCl içerisinde çözöndürölüp, saf su ile 1000 ml’ye tamamlanmasıyla hazırlanmıştır.

2,2-Bipiridin Çözeltisi: 10 g 2,2-bipiridin ve 10 ml tiyoglikolik asit ile saf suda çözündürülmüştür. Balon joje de saf su ile 1000 ml'ye tamamlanmıştır. Bipiridin çözeltisi ekstrakte olmuş demir çözeltilerinin daha net gözükmesini ve spektrofotometrede daha doğru bir sonuç alınmasını sağlamaktadır.



Şekil 2. 8 Fitik Asit Referans Solüsyon Eğrisi

2.2.1.6 Toplam Fenolik Madde Tayini

Antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde analizlerini gerçekleştirmek için öncelikle bisküvi ve hammadde örneklerinden ekstraktlar hazırlanmıştır. Bu amaçla ekstrakt hazırlamak için 1:10 (w/v) oranında olacak şekilde 1 g örnek Falcon® tüpüne tartılarak üzerine 10 ml %70'lik sulu metanol çözeltisi eklendikten sonra homojenizatörde 10.0 rpm'de 1 dk homojenize edilmiş ve hazırlanan karışım erlenlere aktarılmıştır. Bu karışım ultrasonik su banyosunda (Elmasonic E 60 H, Elma GmbH & Co KG, Singen, Almanya) 10 dk bekletilmiş ve ardından orbital çalkalayıcıda (WiseShake SHO-1D, Daihan Scientific Co. Ltd., Seoul, Kore) 15 dk 160 devirde oda koşullarında çalkalama işlemine tabi tutulmuştur. Çalkalama işleminden sonra örnekler 4 °C'de 8500 rpm'de 20 dk santrifüj işlemine (NF 1200R, Nüve, Ankara, Türkiye) tabi tutulmuştur. Santrifüj işleminden sonra serum kısmından 5 ml alınarak 25 ml'lik balon jolenin içine pastör pipeti ile alınmıştır. Kalan çökelti kısmının içine tekrar 10 ml %70'lik sulu metanol çözeltisi eklenmiş ve aynı işlemler sıralı bir

şekilde tekrar gerçekleştirilmiştir. İkinci kez elde edilen serum kısmından 10 ml alınarak, ilk serum çözeltisinin alındığı balonjojenin üzerine eklenmiş ve balon joje %70'lik sulu metanol çözeltisi ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan ekstraktlar kahverengi amber şişelere aktarılarak analizi yapılmaya kadar -18 °C'de saklanmıştır.

Toplam fenolik madde miktarı analizi Folin-Ciocalteu (FC) metoduna (Singleton ve diğ. 1999) göre yapılmıştır. Spektrofotometrede (PG Instruments Ltd, T80 UV/VIS Spektrofotometer, Lutterworth, İngiltere) 5-100 mg/L konsantrasyon aralığındaki gallik asit çözeltileri kullanılarak kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Analiz başlangıcında 1 ml örnek ekstraktına 5 ml 1:10'luk (v/v) FC çözeltisi ve 4 ml 75g/L'lik Na₂CO₃ ilave edilmiştir ve hazırlanan çözelti vorteks ile karıştırılmıştır. Karışım oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 2 saat bekletilmiştir. Bekleme süresinin ardından çözeltinin 760 nm'deki absorbans değeri spektrofotometrede okunmuştur. Elde edilen sonuçlar, gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 g kuru madde olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar kuru madde cinsinden verilmiştir.

2.2.1.7 Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidan aktivite tayini 2,2-difeneil-1-pikrilhidrazil (DPPH) metoduna (Thaipong ve diğ. 2006) göre yapılmıştır. Kalibrasyon eğrisi 10-50 µM aralığındaki Trolox çözeltileri kullanılarak çizdirilmiştir. Stok çözeltisi 24 mg DPPH'in 100 ml'ye metanolla tamamlanmasıyla hazırlanmıştır. Çalışma çözeltisi, spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda 1.1-1.2 absorbans değeri aralığında olacak şekilde, stok çözeltisinin metanolla seyreltilmesi ile hazırlanmıştır. Cam deney tüpüne 150 µL örnek ekstraktları eklenmiş ve üzerine 2850 µL çalışma çözeltisinden eklenmiştir. Hazırlanan karışım oda sıcaklığında karanlık ortamda 1 saat bekletilmiştir. İşlem sonunda spektrofotometrede absorbans değerleri 515 nm dalga boyunda okunmuştur. Elde edilen sonuçlar kuru madde esasına göre µmol trolox eşdeğeri (TE)/100 g olarak hesaplanmış ve sonuçlar kuru madde cinsinden verilmiştir.

2.2.2 Fiziksel Analizler

2.2.2.1 Renk Analizi

Bisküvilerin renk değerleri CIE L^* (parlaklık: 0-100), a^* (a^{*+} : kırmızılık, a^{*-} : yeşil), b^* (b^{*+} : sarılık, b^{*-} : mavi) renk değerlerine göre ölçüm yapan Hunter lab (Miniscan XE Plus, ABD) cihazı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla örneklerin yüzeyi taranarak 3 ayrı okuma yapılmış ve renk ölçümleri oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Cihaz her ölçüm periyodundan önce kalibre edilmiştir.

2.2.2.2 Sertlik Değeri Tayini

Üretilen bisküvi örneklerinin sertlik değerleri tekstür analiz cihazı (Brookfield, CT3-4500, MA, ABD) kullanılarak tespit edilmiştir. Bisküvi örneklerinin dokusal özelliği olan sertlik değeri TA3/100 probu üç noktalı bükme testiyle (3-point-bending test) tespit edilmiştir. Analizde cihaz şartları; test öncesi hızı 3 mm/s, test anındaki hızı 2 mm/s, trigger kuvveti 1.00 N, probun batma derinliği 3 mm olacak şekilde uygulanmıştır. Sonuçlar Newton(N) olarak verilmiştir. Şekil 2.9'da tekstür cihazının görseli verilmiştir.



Şekil 2. 9 Tekstür Cihazı

2.2.3 Duyusal Analiz

Bisküvilerin duyusal analizinde örnekler panelistler tarafından koku, renk, lezzet, çiğnenebilirlik, çıtırlık ve genel beğeni özellikleri açısından hedonik skalayla (aşırı kötü-1, çok kötü-2, kötü-3, orta-4, iyi-5, çok iyi-6, mükemmel-7) değerlendirilmiş (Altuğ Onoğur ve Elmacı 2011) ve panelistlere testin sonunda 3 örnek içerisinden en çok hangi örneği beğendiklerini de belirtmeleri duyusal analiz formunda istenmiştir. Duyusal form örneği Ek-A'da verilmiştir. Duyusal Analiz 2 tekerrür olarak toplam 60 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz sırasında her bir örnek panelistlere ayrı ayrı kaplarda rastgele seçilen 3 basamaklı sayılar ile kodlandırılarak 3 farklı şekilde sunulmuştur. Panelistlere duyusal değerlendirmeye başlamadan önce ve her bir örnek değerlendirmesi arasında, ağız tatlarının nötrlenmesi amacıyla, tuzsuz etimek yemeleri ve su içmeleri önerilmiştir.

2.2.4 İstatistiksel Analiz

Bu tez çalışmasında farklı ön işlemler uygulanarak mercimek unundaki fitik asit miktarı değişiminin gözlemlenmesi ve üretilen glutensiz bisküvilerin arasındaki farklılıkları, bisküvilerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyusal özelliklerini tespit etmek amacıyla yapılan analizlerin sonuçlarının istatistiksel analizleri “*Minitab 16.0 Statistical Software*” istatistik programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bisküviler arasındaki farklar tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile belirlenmiştir. Mercimek unundaki sıcaklık ve süre uygulamaları ile fitik asit miktarındaki değişimler ise General Linear Model (ANOVA) testi ile belirlenmiştir. Gruplara ait veriler arasındaki farklar Tukey testi ile karşılaştırılmış, veriler $\alpha=0.05$ güven aralığında test edilmiş ve sonuçlar ortalama \pm standart sapma şeklinde verilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Hammadde Kompozisyon Analizleri

Bisküvi üretiminde kullanılan yeşil mercimek ve patates ununa dair bazı kimyasal bileşimler Tablo 3.1 verilmiştir.

Bisküvi üretiminde kullanılan yeşil mercimek ve patates unlarının protein, yağ, kül, nem, fitik asit, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite içerikleri araştırılmıştır. Hammaddelerin bazı özelliklerinin araştırılmasının sebebi aralarındaki istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) farklılıklarının belirlenerek, bu değerlerin son ürün olan glutensiz bisküvilerde de gözlemlenmesiyle üretim ve araştırma sürecinin güvenilirliği test edilmek istenmiştir. Bu analizler üretim süresi boyunca bisküvi değerlerindeki meydana gelen değişimlerin tespit edilmesi için gereklidir. Böylece hammaddelerin son ürün üzerindeki etkilerinin de gözlemlenmesi sağlanmıştır.

Tablo 3. 1 Bisküvi Üretiminde Kullanılan Yeşil Mercimek ve Patates Ununun Bazı Temel Kimyasal Kompozisyonları (g/100 g kuru madde esasında)

Kimyasal Kompozisyon	Hammadde çeşitleri	
	Yeşil Mercimek	Patates unu
Protein	26.09±0.11	8.37±0.29
Yağ	1.11±0.38	0.79±0.05
Nem (%)**	7.79±0.23	7.36±0.06
Kül	2.81 ±0.04	2.91±0.14
Fitik Asit***	1460.74±14.50	336±12.26

*sonuçlar 2 paralel ve 2 tekrür olmak üzere 4 ölçümün ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir.

** nem analizi sonucu tabloda kuru madde cinsinden verilmemiştir.

***fitik asit miktarı tabloda mg/100 g kuru madde olarak verilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan yeşil mercimek ununun nem içeriği %7.79 olarak bulunmuştur. Hefnawy (2011), yaptığı çalışmada gıda işleme metotlarının mercimeğin besinsel kompozisyonları üzerine etkisini araştırmıştır. Gerçekleştirdiği çalışmada ham mercimek örneğinin nem oranını ortalama %8.51 olarak bulmuştur. Göncü (2020), tarhana üretiminde farklı mercimek unları ve boza kullanım olanaklarının araştırılması üzerine gerçekleştirdiği çalışmada yeşil mercimek ununun nem değerini

%8.81 tespit etmiştir. Gedik (2016) çalışmasında kullandığı yeşil mercimek ununun nem miktarını %8.21 olarak bulmuştur. Literatürdeki bu çalışmalar incelendiğinde tez çalışmamızda kullanılan yeşil mercimek ununun nem değerinin benzer olduğu görülmüştür.

Çalışma kapsamında hammadde olarak kullanılan yeşil mercimek ununun protein miktarı 26.09 g/100 g kuru madde, yağ miktarı 1.11 g/100 g kuru madde ve kül miktarı 2.81 g/100 g kuru madde olarak bulunmuştur. Bazı yapılan araştırmalar incelendiğinde mercimeklerin kimyasal kompozisyon değerleri şu şekilde verilmiştir: protein %1.50-%30.9, kül %2.70-%3.40 ve yağ %0.70-%2.80 (De Almedi ve diğ. 2006; Aguleria ve diğ. 2010; Carbonaro 2011; Khanra ve diğ. 1986 ve Monsoor ve Yusuf 2002; Kaya 2010). Literatürdeki bu değerler incelendiğinde çalışmada kullanılan mercimek ununun protein, yağ ve kül değerlerinin bu aralıkta olduğu görülmektedir.

Ma ve diğ. (2011), çalışmasında yeşil mercimeğin protein miktarını %24.83, kül miktarını %2.27, nem miktarını ise %4.93 olarak tespit etmiştir.

Ahmed ve diğ. (2016), gerçekleştirdikleri bir çalışmada mercimeğin protein, nem ve kül değerlerine bakmışlardır. Mercimekteki protein miktarını %29.58, kül miktarını %2.68 ve nem değerini ise %7.27 olarak bulmuşlardır.

Turfani ve diğ. (2017), ham olarak öğütülmüş yeşil mercimek ununun protein miktarını %25.52, yağ miktarını %0.80 ve kül miktarını %2.46 olarak belirtmişlerdir. Çalışmamızda kullanılan yeşil mercimek ununun protein, kül ve yağ değerleri bu sonuçlara benzerlik göstermiştir.

Kaya (2016), yeşil mercimek tanelerindeki fitik asit miktarını 4.34 mg/g olarak bulmuştur. Çalışmamızda kullanılan yeşil mercimek ununun fitik asit değeri 1460 mg/100 g kuru madde olarak tespit edilmiştir. Bu değer Kaya (2016)'nın bulduğu değer üzerinde yerindedir.

Vidal Valverde (1994), çalışmasında işlem görmemiş mercimek örneklerinin fitik asit değerlerini 6.2 mg/g olarak tespit etmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada yeşil mercimeğin fitik asit değerinin Vidal-Valverde (1994)'nin elde ettiği değer üzerinde olduğu gözlemlenmiştir.

Atasoy ve Ertop (2021), yeşil mercimeğin fitik asit değerini 17.97 mg/g olarak kırmızı mercimeğin değerini ise 13.63 mg/g olarak tespit etmişlerdir. Fitik asit içeriklerindeki bu farklılıkların iklim ve yetiştirme koşullarındaki farklılıklardan etkilendiğini düşünmüşlerdir.

Bisküvi üretiminde kullanılan yeşil mercimeğin kimyasal kompozisyon değerlerinin yapılan diğer çalışmalarla farklılık göstermesinin nedeni, hammaddelerin yetiştirilme koşulları, ekolojik çeşitlilik, mevsimsel farklılar ve uygulanan tarım yöntemleri gibi birçok çevresel faktörlenden etkilendiği düşünülmektedir.

Tablo 3.2’de yeşil mercimek ve patates ununun toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri verilmiştir.

Tablo 3. 2 Hammaddelerin Toplam Fenolik Madde Değerleri (mg GAE/100 g kuru madde) ve Antioksidan Aktivite Değerleri ($\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ kuru madde)

Hammadde çeşitleri	Toplam Fenolik Madde	Antioksidan Aktivite
Yeşil Mercimek	225.73±1.15	88.66±3.62
Patates unu	160.25±6.19	61.32±1.49

*sonuçlar 2 paralel ve 2 tekrür olmak üzere 4 ölçümün ortalaması \pm standart sapma olarak verilmiştir.

Mercimek diğer baklagil taneleriyle kıyaslandığında en yüksek tanen ve toplam fenolik madde içeriğine sahiptir. Mercimeklerin toplam fenolik içeriğinin toplam antioksidan aktivite üzerinde önemli oranda katkı sağladığı düşünülmektedir. Mercimeğin kotiledon yapısı esas olarak flavonoid olmayan fenolik bileşikleri (hidroksibenzoik ve hidroksisinnamik asitler), kabuk tabakası ise flavonoidleri içermektedir (Fратиanni ve diğ. 2014).

Çalışmada kullanılan yeşil mercimek ununun ve patates ununun toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 225.73 ve 160.25 mg GAE/100 g kuru madde, antioksidan aktivite değerleri ise sırasıyla 88.66 ve 61.32 $\mu\text{mol}/100$ g kuru madde olarak bulunmuştur. Literatür çalışmaları incelendiğinde bu değerlerin literatür değerlerine benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Yeo ve Shadidi (2017), mercimek üzerine gerçekleştirdikleri çalışmada, ham mercimek tanesinin toplam fenolik içeriğini 6.75 GAE mg/g olarak tespit etmişlerdir. Toplam fenolik içeriği bakımından kateşin miktarının 2.27 mg/g olarak en yüksek oranda olduğunu hesaplamışlardır.

Gedik (2016), mercimek diyet liflerinin izolasyonu, karakterizasyonu ve fonksiyonel özelliklerinin incelenmesi üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Yeşil mercimek ununun toplam fenolik madde miktarını 242.1 mg gallik asit/100 g örnek, kırmızı mercimek ununun ise 139.0 mg gallik asit/100 g örnek olarak bulmuştur. Yeşil mercimek ve kırmızı mercimek unlarının antioksidan aktivite değerlerini sırasıyla 231.8 ve 100.56 mg TE/100 g örnek olarak tespit etmiştir.

Zhang ve diğ. (2014), gerçekleştirmiş oldukları bir çalışmada mercimeğin toplam fenolik içeriğini 6.18 GAE mg/g olarak bulduken; Zhang ve ark. (2017) yaptıkları başka bir çalışmada ise çalışmada kullandıkları yeşil mercimeğin toplam fenolik içeriğini 867.58 µg/g olarak hesaplamışlardır.

Salem ve diğ. (2014), faba fasulyesi, nohut, mercimek ve çemen tohumlarının biyokimyasal aktiviteleri üzerine bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Faba fasulyesi, nohut, mercimek ve çemen tohumlarının fenolik madde içeriklerini sırasıyla 33.65, 57.94, 60.39 ve 56.14 GAE mg/g olduğunu bildirmişlerdir.

Oomah ve diğ. (2011), sulu aseton, etanol, sıcak su ve su olmak üzere dört çözücü ile ekstrakte edilen yeşil mercimek, kırmızı mercimek ve sarı bezelye kabuklarının fenolik içerikleri ile ilgili olarak antioksidan aktiviteyi araştırmışlardır. Sulu aseton kullanılarak ekstrakte edilen mercimek kabukları numunesinin 87 mg/g kateşin eş değeriyle en yüksek toplam fenolik seviyesine sahip olduğunu, bunların ardından sırasıyla sıcak su, su ve sulu etanol örneklerinin geldiğini ifade etmişlerdir. Sulu aseton kullanılarak ekstrakte edilen kırmızı mercimek kabuğunun 260 mg (1040 µM) trolox eşdeğeri/g kabuk ile en yüksek antioksidan değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Hand ve Baik (2008), yaptıkları çalışmada ABTS yöntemi kullanarak mercimek örneklerinin antioksidan aktivite değerlerini 350.41 ile 370.43 mg TEAC/100 g kuru madde arasında bulmuşlardır.

Xu ve Chang (2007), %70 metanol kullanarak mercimekleri ekstrakte etmişlerdir. DPPH yöntemi kullanarak mercimek örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinin 35.88 ile 769.34 mg TEAC/100 g kuru madde arasında değişiklik gösterdiğini saptamışlardır. Ekstrakte edilen mercimek örneklerinin fenolik madde içeriği ise 2.32-2.56 mg gallik asit/g örnek olarak tespit etmişlerdir.

Amarowicz ve Pegg (2008), yapmış oldukları bir derleme çalışmasında mercimeklerin fenolik madde içeriklerini 1.02-7.53 mg gallik asit/g örnek arasında olduklarını bildirmişlerdir.

Türkaslan (2022), patates ununun toplam fenolik madde miktarını 170.41 mg GAE/100 g ve antioksidan aktivite değerini ise 67.11 $\mu\text{mol TE}/100$ g kuru madde olarak bulmuştur. Çalışmamızda kullanılan patates unun toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerinin bu değerlere yakın olduğu görülmektedir.

İslatma ön işleminde kullanılan peynir altı suyu tozunun (PAST) kimyasal kompozisyonu Tablo 3.3'te verilmiştir

Tablo 3. 3 Peynir Altı Suyu Tozunda Yapılan Analiz Sonuçları (g/100 g kuru madde)

Kimyasal Kompozisyon	Peynir Altı Suyu Tozu
Protein	10.41
Yağ	1.40
Nem**	1.08
Kül	1.09
pH	6.63

*sonuçlar 2 paralel ve 2 tekerrür olmak üzere 4 ölçümün ortalaması \pm standart sapma olarak verilmiştir.

** Nem değeri kuru madde cinsinden verilmemiştir.

Peynir altı suyu tozunun protein değeri 10.41 mg/100 g kuru madde, yağ miktarı 1.4 mg/100 g kuru madde, nem miktarı 1.08 mg/100 g örnek, kül miktarı 1.09 mg/100 g kuru madde ve pH değeri 6.63 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.4'te yeşil mercimek ununu ıslatmak için kullanılan seyreltilmiş peynir altı suyu tozunun Brix ve pH değerleri verilmiştir.

Tablo 3. 4 1:19 Oranında Saf Su ile Seyreltilmiş Peynir Altı Suyu Tozu Analiz Sonuçları

Kimyasal Kompozisyon	1:19 Seyreltilmiş Peynir Altı Suyu Tozu
Kuru Madde (Brix)	5.62
pH	4.71

*sonuçlar 2 paralel ve 2 tekerrür olmak üzere 4 ölçümün ortalaması \pm standart sapma olarak verilmiştir.

Ön işlemlerde ıslatma için saf su kullanılmıştır. Peynir altı suyu tozunu seyreltmek içinde saf su kullanılmıştır. 1:19 oranında saf su ile seyrelterek ıslatma ön işleminde kullanılmıştır. Tablo 3.4'te görüldüğü gibi seyreltilmiş PAST'ın Brix'i 5.62 iken pH'ı 4.71 olarak bulunmuştur.

3.2 Hammaddede Uygulanan Ön İşlemler sonrasında Yapılan Fitik Asit Analizi sonuçları

Glutensiz bisküvi üretiminde kullanılacak olan yeşil mercimek unlarına çeşitli ön işlemler uygulanarak fitik asit miktarının azaltılmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

3.2.1 Ultrasonik Su Banyosu Ön işlemleri Sonrasındaki Mercimek Unununun Fitik Asit Değerleri

Farklı ıslatma koşulları ile ıslatılan mercimek unlarının ultrasonik su banyosundaki 35 kHz %80 genlikteki 3 farklı sıcaklık (50, 60 ve 70°C) ve 2 farklı süre (2 ve 4 saat) uygulamaları sonucunda fitik asit miktarındaki değişimler Tablo 3.5'te verilmiştir.

Tablo 3. 5 Mercimek Ununa Ultrasonik Su Banyosunda Farklı Sıcaklık ve Farklı Süre Uygulama Sonucundaki Fitik Asit Değerleri (mg/100 g kuru madde)

Frekans (KHz)	Genlik (%)	Süre (saat)	Sıcaklık (°C)		
			50 (°C)	60(°C)	70(°C)
35 KHz	%80	-	1460.74±14.5 Aa	1460.74±14.5 Aa	1460.74±14.5 Aa
		2 saat	913.40±0.70 Ba	775.41±3.96 Bb	624.31±7.06 Bc
		4 saat	867.44±3.20 Ca	737.04±5.25 Cb	589.37±3.59 Cc

*Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

*Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A, B) birbirinden önemli derecede farklıdır (p<0,05).

*Aynı satırdaki küçük harfler (a, b, c) birbirinden önemli derecede farklıdır (p<0,05).

Yeşil mercimekler bütün tane olarak hububat öğütücünden geçirilmiştir. Ardından 1 mm'lik elekten geçirilerek yeşil mercimek unu elde edilmiştir. Ön işlemlerde ve bisküvi üretiminde hazırlanan bu yeşil mercimek unu ön işlemlerden sonra kurutma işlemine tabi tutulmadan hammadde olarak kullanılmıştır. Analizlerde kullanılacak olan yeşil mercimek ununun başlangıçtaki fitik asit değeri 1460.74 mg/

100 g kuru madde olarak tespit edilmiştir. Ultrasonik su banyosunda 35 kHz %80 genlik sabit tutulmak üzere 3 farklı süre ve 2 farklı sıcaklık uygulamalarıyla bu işlemlerin yeşil mercimek unundaki fitik asit miktarı üzerine etkisi araştırılmıştır. Ultrasonik su banyosunda 35 kHz %80 genlik 50°C’de 2 ve 4 saat ıslatma işlemine tabi tutulan yeşil mercimek ununun fitik asit değerleri sırasıyla 913.40 ve 867.44 mg/100 g kuru madde, 35 kHz %80 genlik 60°C’de 2 ve 4 saat ıslatma işlemine tabi tutulan yeşil mercimek ununun fitik asit değerleri sırasıyla 775.41 ve 737.04 mg/100 g kuru madde ve 35 kHz %80 genlik 70°C’de 2 ve 4 saat ıslatma uygulanan yeşil mercimek ununun fitik asit değerleri sırasıyla 624.31 ve 589.37 mg/100 g kuru madde olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.5).

Tablo 3.5’ten görülebileceği gibi yeşil mercimek ununa ultrasonik su banyosunda farklı sıcaklık ve sürelerde yapılan ıslatma işlemlerinin fitik asit miktarında hem süreler açısından hem de sıcaklıklar açısından önemli seviyede ($p<0.05$) değişikliğe neden olduğu tespit edilmiştir.

Yeşil mercimek unlarının ultrasonik su banyosundaki ıslatma işlemleri karşılaştırıldığında fitik asit miktarında en yüksek azalma %59.6’luk bir azalmayla 35 kHz %80 genlik 70 °C’de 4 saat uygulamayla elde edilirken fitik asit miktarındaki en düşük azalma ise %37.5’luk bir azalmayla 35 kHz %80 genlik 50 °C’de 2 saat uygulama sonucunda olduğu tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada ultrasonik su banyosundaki ıslatma işlemleri kıyaslandığında 35 kHz %80 genlik 70 °C’de 4 saat ıslatma işleminin yeşil mercimek unlarındaki fitik asit miktarında %59.6’lık bir azalma sağlayarak, uygulanan ön işlemler arasında fitik asitin azaltıcı etkisi üzerinde en etkili yöntem olarak bulunmuştur.

Shi ve diğ. (2018), gerçekleştirdikleri çalışmada sekiz çeşit çığ mercimek kullanarak bunların biyokimyasal özellikleri üzerine bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada kullandıkları mercimeklerin fitik asit miktarını 8.56-15.56 mg/gr değerler arasında bulmuştur. Çalışmamızda kullandığımız yeşil mercimek unlarının fitik asit değerlerinin araştırmacılar tarafından verilen bu aralık içerisinde yer aldığı gözlemlenmiştir.

Ahuja (2014), farklı genotiplerde ve beş farklı çeşitte mercimek tanelerinin, fitik asit miktarlarının 1.49-9.53 mg/gr değerleri arasında olduğunu belirtmiştir.

Çalışmamızda kullandığımız mercimek unu örneklerinin fitik asit değerlerinin bu değerlerden yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Sharif ve diğ. (2014), çalışmalarında dört farklı mercimek çeşidi kullanmıştır. Mercimek örneklerinin fitik asit değerlerini 6.74-7.61 mg/g aralığında tespit etmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada yeşil mercimek ununun fitik asit miktarı 1460.74 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Tarafımızdan bulunan değerlerin Sharif ve ark. (2014)'nin elde ettikleri fitik asit değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir.

Ertaş (2013), fasulye, nohut, soya fasulyesi, buğday ve mısırdaki definizasyon işleminde ultrason ve mikrodalga uygulamalarının etkisini incelemiştir. Çalışmasında fasulye, soya fasulyesi, nohut, buğday ve mısır numunelerinde üç farklı uygulama (birinci uygulama: 25°C'de 2, 4 ve 6 dk süreyle ultrases uygulamasıyla ıslatma; ikinci uygulama: mikrodalga fırında 1, 2 ve 3 dk süreyle; üçüncü uygulama: 40°C'de 2, 4 ve 6 dk süreyle ultrases uygulamasıyla ıslatma) ile ıslatma işlemi (tohum/su: 1/5) uygulamıştır. Baklagil ve tahıl tanelerine uygulanan ön işlemlerden sonra fitik asit içeriklerinde %18.2-35.5 oranında düşüşlerin gerçekleştiğini belirtmiştir. Çalışmanın sonucunda sıcaklık ve sürenin artmasıyla birlikte fitik asit miktarındaki kaybın arttığını belirtmiştir.

Osman (2007) ise yaptığı bir çalışmada fasulyeye ıslatma, kızartma, otoklavlama ve çimlendirme işlemlerinin sonucunda besin bileşimi, antibesinsel faktörler ve protein sindirilebilirliği üzerine etkisini araştırmıştır. Fasulye örneklerini Gece boyunca 1:10 oranında musluk suyu ile ıslatmıştır. Başlangıçta çığ tanelerindeki fasulyelerin fitik asit içeriğinin 605.39 mg/100g örnek olarak bulurken işlem sonucunda ıslatılan örneklerin fitik asit miktarını 471.07 mg/100g ve ıslatılıp kavrulan örneklerin fitik asit değerini ise 237.95 mg/100g olarak tespit etmiştir.

Kuru (2019), çalışmasında nohut, fasulye ve soya fasulyesinin bazı fizikokimyasal ve besinsel özellikleri üzerine farklı ıslatma işlemlerinin etkisini araştırmıştır. Baklagillerin konvansiyonel ve ultrasonik (53 kHz %100 güçte) yöntemlerle ıslatılması işlemini 30°C sıcaklıkta, üç tip çözelti (distile su, %0.1 sitrik asit, %0.07 sodyum bikarbonat) içerisinde, 4, 8 ve 12 saat süreyle gerçekleştirmiştir. Tohum-çözelti oranı 1:5 (w/v)'tir. Örneklerin nem kazancının ıslatma süresi artmasıyla artmış olduğunu ifade etmiştir. Bununla birlikte, her iki ıslatma işleminin

de fitik asit içeriğini ve tiripsin inhibitör aktivitesini azalttığını göstermiştir. Bu azalma miktarının artan işlem süresi ile arttığını bildirmiştir.

Yıldız (2019), gerçekleştirdiği bir çalışmada mercimek ununa farklı ıslatma ve kurutma işlemleri uygulamıştır. Ön işlemler sonrasında mercime ununda meydana gelen fizikokimyasal ve besinsel özelliklerinin etkisini araştırmak istemiştir. Yeşil ve kırmızı mercimek örneklerini ultrasonik su banyosunda (53 kHz frekans, %80 ve %100 güçte) 30°C’de distile su içerisinde tohum-su oranı 1:10 w/v olarak 2 ve 4 saat ıslatma işlemi uygulamıştır. Ardından ıslatılan bu örnekleri geleneksel sıcak hava kurutucu da (50°C ve 100°C) ve mikrodalga (600W ve 900W) kurutmuştur. Kurutulan örnekleri öğütürerek un formuna getirmiştir. Hammadde olarak kullanılan kırmızı ve yeşil mercimeklerin başlangıçtaki fitik asit değerlerini sırasıyla 1086 mg/100 g ve 1199 mg/100 g olarak bulmuştur. 50 °C ve 100°C’de fanlı etüvde kurutma işlemlerinin yeşil mercimek unlarının fitik asit üzerinde etkili olduğunu tespit ederken kırmızı mercimek unlarının fitik asit değerleri üzerine etkili olmadığını tespit etmiştir. %100 güçteki ultrases ile 2 saat ıslatılıp 50°C’de kurutulup elde edilen yeşil mercimek ununun fitik asit değerinin en yüksek, su banyosunda 2 saat ıslatılıp 100°C’de kurutulan ve su banyosu ve %80 güçte 4 saat ıslatılıp 50°C ve 100°C’de fanlı etüvde kurutulan yeşil mercimek örneklerin en düşük fitik asit değerlerine sahip olduklarını belirtmiştir. %80 güçte 2 saat ıslatılıp 600W mikrodalga ile kurutulup elde edilen kırmızı mercimek ununun en yüksek, %100 güçte 4 saat ıslatılıp 900W da kurutulup elde edilen kırmızı mercimek ununun en düşük fitik asit değerine sahip olduğunu gözlemlemiştir. Su banyosunda 2 ve 4 saat ıslatılmış örneklerle uygulanan dört farklı kurutma işlemi sonucunda fitik asit değerlerinin benzer oldukları tespit edilmiştir” (Yıldız 2019). Tarafımızdan gerçekleştirilen çalışmada ise yeşil mercimek ununa ultrasonik su banyosunda (35 kHz, %80 genlik sabit tutulup) 70°C’de 4 saat ön işlem uygulandıktan sonra fitik asit miktarında en yüksek azalma (%59.65) sağlayan yöntem olduğu saptanmıştır. Saf su ile sulandırılmış peynir altı suyu tozunda 40°C’de 12 saat ıslatma sonucunda ise yeşil mercimek ununun fitik asit değerinde %50.12 oranında bir azalma olmuştur.

Ön işlemler incelendiğinde ultrasonik su banyosunda ıslatma işlemlerinde sıcaklık sabit tutulduğunda işlem süresinin uzamasıyla yeşil mercimek unlarında fitik asit miktarında önemli düzeyde azalma gözlemlenmiştir (p<0.05). Ultrasonik su

banyosunda yapılan ıslatma işlemlerinde, süre sabit tutularak sıcaklık artırıldığında sıcaklık artışının fitik asit miktarında önemli seviyede ($p<0.05$) azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir.

3.2.2 Peynir Altı Suyu Tozu Kullanılarak Islatma Ön İşlemi Sonrasındaki Mercimek Ununun Fitik Asit Değerleri

1:19 oranında saf su ile seyreltilmesiyle hazırlanan PAST karışımıyla 3 farklı sıcaklık (25, 40 ve 50°C) ve 4 farklı süre (2, 4, 8 ve 12 saat) ıslatma uygulamaları sonucunda yeşil mercimek unundaki fitik asit miktarı değişimleri Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3. 6 1:19 Oranında Seyreltilmiş Peynir Altı Suyu Tozu Kullanılarak Farklı Sıcaklık ve Farklı Süre Islatma Uygulamaları Sonucundaki Mercimek Unundaki Fitik Asit Değerleri (mg/100 g kuru madde)

Süre (saat)	Sıcaklık (°C)		
	25 (°C)	40 (°C)	50 (°C)
-	1460.74±14.5 Aa	1460.74±14.5 Aa	1460.74±14.5 Aa
2 saat	1437.79±0.72 Aa	1288.73±1.59 Bb	1206.33±6.45 Bc
4 saat	1311.84±1.26 Ba	1116.94±5.12 Cb	1006.13±4.72 Cc
8 saat	1169.31±5.56 Ca	1020.73±5.55 Db	836.44±4.59 Dc
12 saat	1028.43±1.85 Da	915.57±1.01 Eb	717.92±1.85 Dc

*Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

*Aynı sütündeki farklı büyük harfler (A, B) birbirinden önemli derecede farklıdır ($p<0,05$).

*Aynı satırdaki küçük harfler (a, b, c) birbirinden önemli derecede farklıdır ($p<0,05$).

Islatma işleminde kullanılacak olan peynir altı suyu tozu 1:19 oranında saf su ile seyreltilmiştir ve ıslatma işlemleri bu karışımla (PAST) yapılmıştır. Hammde olarak kullanılan yeşil mercimek ununun başlangıçtaki fitik asit miktarı 1460.74 mg/100 g kuru madde olarak bulunmuştur. PAST ile ıslatılan yeşil mercimek unlarına 3 farklı sıcaklık ve 4 farklı süre uygulamasıyla fitik asit miktarındaki değişim araştırılmıştır. 25 °C'de PAST ile ıslatılan yeşil mercimek ununun fitik asit miktarı 2 saat sonucunda 1371.79 g/100 g kuru madde, 4 saat sonucunda 1311.84 mg/100 g kuru madde, 8 saat sonucunda 1169.31 mg/100 g kuru madde ve 12 saat sonucunda ise 1028.43 mg/100 g kuru madde olarak bulunmuştur (Tablo 3.6). 25 °C sabit tutularak farklı süre uygulamalarının fitik asit miktarında istatistiksel anlamda aralarında önemli farka neden olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 40 °C'de PAST ile ıslatılan yeşil mercimek

unlarının fitik asit miktarları 2 saat ön işlemin sonunda 1288.73 mg/100 g kuru madde, 4 saat sonucunda 1116.94 mg/100 g kuru madde, 8 saat sonunda 1020.73 mg/100 g kuru madde ve 12 saat sonunda ise 915.57 mg/100 g kuru madde olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.6). 40 °C’de uygulanan 4 farklı süre uygulamasında fitik asit değerlerinin istatistiksel olarak önemli ölçüde aralarında farkın olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

50 °C’de PAST ile ıslatılan yeşil mercimek unlarının fitik asit miktarları 2 saat sonunda 1206.33 mg/100 g kuru madde, 4 saat sonunda 1006.13 mg/100g kuru madde, 8 saat sonunda 836.44 mg/100 g kuru madde ve 12 saat sonunda 717.92 mg/100 g kuru madde olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.6). 50 °C’de PAST ile ıslatılan yeşil mercimek unlarının fitik asit miktarları 2 saat ön işlemin sonunda 1206.33 mg/100 g kuru madde, 4 saat sonunda 1006.13 mg/100 g kuru madde, 8 saat sonunda 836.44 mg/100 g kuru madde, 12 saat sonunda 717.92 mg/100 g kuru madde olarak tespit edilmiştir. 50 °C’de 4 farklı süre uygulamasında fitik asit değerleri istatistiksel incelendiğinde aralarında anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

PAST 25 °C’de 2 saat ıslatılmış yeşil mercimek unu ile işlem uygulanmamış mercimek unundaki fitik asit değeri arasında istatistiksel açıdan bir farkın olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$)

PAST ile 25 °C’de 12 saat ıslatılmış ve 40 °C’de 8 saat ıslatılmış yeşil mercimek unlarının fitik asit değerlerinde istatistiksel anlamda bir fark olmadığı görülmüştür ($p>0.05$).

PAST ile ıslatma işlemleri incelendiğinde sıcaklığın sabit tutulmasıyla birlikte ıslatma işlemi süresinin arttırılmasıyla yeşil mercimek unundaki fitik asit miktarında azalmanın meydana geldiği tespit edilmiştir. Süre sabit tutulduğunda da ise sıcaklığın artmasıyla yeşil mercimek ununun fitik asit miktarında azalmanın görüldüğü tespit edilmiştir.

Pişirme, fermentasyon, çimlendirme ve ıslatma gibi işlemler bakliyalara uygulandığında fitik asit miktarında azalmanın meydana geldiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Urbano ve diğ. 2000).

Kaya (2016), baklagil tanelerini gece boyunca %0.05 sodyum biyosülfat çözeltisi (pH 10.5) ile ıslatma işlemi uygulamıştır. 35 °C’de inkübe işlemine tabi tutmuştur. Diğer bir yandan örneklere ultrases işlemi sulu bir ortam içinde uygulanmıştır. Kepek kısımlarını nişastadan kurtarmak için birkaç defa su ile yıkanmıştır. Çalışma sonucunda kepeklerdeki fitik asit miktarının uygulanan ön işlemlerin etkisiyle azaldığı tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada da yeşil mercimeklerin fitik asit değerlerindeki değişimin gerçekleştirilen ön işlemlerden kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda ıslatma işlemlerinin fitik asit miktarını azaltıcı etkisinin olduğu saptanmıştır.

Süt teknolojisinin atık ürünü olan peynir altı suyu günümüzde ürünlerin zenginleştirilmesinde kullanılmaktadır. Bu kapsamda, bu çalışmada peynir altı suyunun fitik asit miktarını azaltma üzerine etkisinin olup olmayacağına cevap aranmıştır. Yapılan çalışmada standardizasyonu sağlamak üzere peynir altı suyu tozu 1:19 oranında seyreltilmiş ve yeşil mercimek unları farklı sıcaklıklarda (25, 40 ve 50°C’de) seyreltilmiş peynir altı suyu tozu ile ıslatılmıştır. Peynir altı suyu tozu ile ıslatılan örneklerin fitik asit miktarındaki azalmanın, normal ıslatma suyu ile ıslatılanlara göre daha belirgin olduğu gerçekleştirdiğimiz çalışmada tespit edilmiştir.

Ertaş ve Türker (2014), yaptıkları bir çalışmada nohut tanelerini 12 saat boyunca ıslatmışlardır. Islatma sonucunda nohuttaki fitik asitin değerinin %55.71 oranında azaldığını saptamışlardır. Islatma suyunun pH aralığının fitik asit miktarı değişiminde önemli bir etkisi olmadığını da bildirmişlerdir.

Khalil (2001) yaptığı bir çalışmada fasulye ve bakla kepeklerini 12 saat boyunca ıslatma işlemine tabi tutmuştur. İşlem sonunda bakla kepeklerinde fitik asit değerinde %27 azalma görülürken fasulye örneklerinde %45 oranında bir azalma meydana gelmiştir. Yaptığımız çalışmada yeşil mercimek ununun peynir altı suyu tozu ile ıslatıldığında %28.55 lik bir azalmanın olduğu tespit edilmiştir.

3.2.3 50 °C’de Farklı Sürelerle Yapılan Farklı Ön İşlemlerde Elde Edilen Fitik Asit Değerlerinin Karşılaştırılması

Yeşil mercimek unlarına uygulanan 2 farklı ön işlemin aynı sıcaklık ve aynı sürelerdeki fitik asit miktarlarındaki değerler Tablo 3.7’de verilmiştir. 50 °C’de 2 saat uygulanan ön işlemler kıyaslandığında PAST ile ıslatılmış yeşil mercimek ununun fitik asit miktarındaki azalma %16.2 (1206.33 mg/100 g kuru madde) iken ultrasonik su banyosunda ıslatılan yeşil mercimek ununun fitik asit miktarında %37.5 (913.40 mg/100 g kuru madde) bir azalmanın olduğu görülmektedir. Sonuçlar arasında istatistiki olarak anlamlı bir farkın olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Uygulanan iki ön işlem karşılaştırıldığında 50 °C’de 2 saat ultrasonik su banyosunda (35kHz %80 genlik) ıslatılan yeşil mercimek ununun fitik asit miktarındaki azalmanın, 50 °C’de 2 saat PAST ile ıslatılan yeşil mercimek ununda gerçekleşen azalmaya göre daha belirgin olduğu görülmektedir. Yeşil mercimek ununa 50 °C’de 4 saat ultrasonik su banyosunda yapılan ıslatma ve PAST ile ıslatma ön işlemlerinin fitik asit miktarında sağladığı azalma sırasıyla %40.6 (867.44 mg/100 g kuru madde) ve %30.1 (1006.13 mg/100g kuru madde) olarak bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 3. 7 Farklı Ön İşlemlerin Aynı Sıcaklık ve Aynı Süre Uygulamaları sonucunda Mercimek Unundaki Fitik Asit Değerinin Değişimi (mg/100 g kuru madde)

Sıcaklık (°C)	Süre (saat)	Ön İşlemler	
		Ultrasonik su banyosu	1:19 Seyreltilmiş Peynir Altı Suyu Tozu
50 (°C)	-	1460.74±14.50 Aa	1460.74±14.50 Aa
	2 saat	913.40±0.70 Ba	1206.33±6.45 Bb
	4 saat	867.44±3.20 Ca	1006.13±4.72 Cb

*Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

*Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A, B) birbirinden önemli derecede farklıdır ($p<0,05$).

*Aynı satırdaki küçük harfler (a, b, c) birbirinden önemli derecede farklıdır ($p<0,05$).

Uygulanan ön işlemler karşılaştırıldığında ultrasonik su banyosunda ıslatmanın PAST ile ıslatma yöntemine göre daha etkili olduğu gerçekleştirdiğimiz çalışmada tespit edilmiştir.

Kılınçer (2018), yaptığı bir çalışmada buğday, kinoa, yeşil mercimek, amarant, maş fasulyesi ve nohut tanelerini farklı sürelerde (0, 1, 3 ve 5 gün) çimlendirme işlemi uygulamış ve gerçekleşen değişimleri incelemiştir. Çimlendirilmiş tanelerin nem

miktarında azalma görülürken; kül miktarı, ham yağ ve ham protein miktarlarında artışların olduğunu bildirmiştir. Ham ve 5 gün çimlendirilmiş tanelerin fitik asit değerleri sırasıyla 1331 mg/100 g ve 122 mg/100 g olarak bulunmuştur. Çimlendirilmiş örneklerin hammaddeye göre daha yüksek fenolik madde miktarına sahip olduğu ve çimlendirme süresinin artmasıyla fitik asit miktarında azalmanın olduğunu tespit etmiştir.

Egli ve diğ. (2002) gerçekleştirdiği bir çalışmada farklı tahıl ve baklagilleri çimlendirme işlemi uygulamıştır. Ham mercimek tanesinin başlangıçtaki fitik asit değerini 1150 mg/100 g olarak bulurken, çimlendirme işleminden sonra 870 mg/100 g olarak bulmuştur. El-adwy ve diğ. (2003) ise ham mercimeğin başlangıçtaki fitik asit miktarını 1185 mg/100 g olduğunu çimlendirmeden sonra fitik asit miktarının 918 mg/100 g'a düştüğünü belirtmiştir. Fouad ve Rehab (2015) mercimek örneklerini 6 gün boyunca çimlendirmiştir. Ham maddeye göre çimlendirme işlemiyle fitik asit miktarında %73.76 oranında bir azalmanın gerçekleştiğini tespit etmişlerdir.

Tok (2017), gerçekleştirdiği bir çalışmada buğday, çavdar ve yeşil mercimek örneklerini 0, 1, 3 ve 5 gün olacak şekilde çimlendirme işlemine tabi tutmuştur. Çimlendirilmiş buğday, çavdar ve yeşil mercimek örneklerinin fitik asit değerlerini 306-1474 mg/100 g arasında bulmuştur. Çimlendirilmiş taneler arasında yeşil mercimeğin en yüksek fitik asit değerine sahip olduğu çimlendirilmiş çavdarın ise en düşük fitik asit değerine sahip olduğu saptanmıştır. Çimlendirme ile yeşil mercimeğin fitik asit miktarında %79 oranında azalma olurken, buğday tanelerinde %74 oranında bir azalma ve çavdar örneklerinde ise %65 oranında bir azalma meydana geldiği ifade edilmiştir. Araştırmacı, çimlenme süresinin artmasıyla birlikte fitik asit miktarında azalmanın gerçekleştiğini ve bunun çimlenme işlemiyle birlikte fitaz enzim aktivitesinin artış göstermesinden kaynaklandığını bildirmiştir.

Hefnawy (2011), çiğ mercimek örneklerinin kuru ağırlıkta fitik asit değerlerini 4.11 ± 0.09 olarak tespit etmiştir. Mercimek örneklerindeki fitik asit miktarında en yüksek azalmayı otoklavlama (%80.87) ve mikrodalga pişirme (%81.50) işlemlerinde elde etmiştir. Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışmada yeşil mercimeğin fitik asit değerinin Hefnawy (2011)'in elde ettiği değerden yüksek olduğu gözlenmiştir. Yeşil mercimeğin fitik asit değerlerinde en yüksek azalmanın ise ultrasonik su banyosunda 70°C'de 4 saat ön işlem uygulandıktan sonra olduğu tespit edilmiştir.

Vidal Valverde ve diğ. (1994) yaptıkları çalışmada mercimek örneklerini oda sıcaklığında 9 saat süre ile üç farklı ıslatma ortamında (distile su, sitrik asit (%0.1), sodyum bikarbonat çözeltisi (%0.07)) ıslatma işlemi uygulamışlardır. Çalışmanın başlangıcında 6.2 mg/g fitik asit miktarına sahip olan mercimek örneklerinin ıslatma işlemi sonucunda fitik asit değerlerinde önemli oranda (%23-%37) düşüş kaydetmişlerdir. Sitrik asit çözeltisiyle yapılan ıslatma işleminin fitik asit değerinin azaltılmasında daha etkili olduğunu saptamışlardır. Ancak gerçekleştirilen aynı çalışmada tripsin inhibitör içeriğindeki miktar incelendiğinde ıslatma işleminin kayda değer bir azalma (%4-%11) görülmediğini ve en düşük azalmanın ise asidik ortamda ıslatılmış örneklerde elde edildiğini bildirmişlerdir. Tarafımızdan yapılan çalışma sonucunda peynir altı suyu tozu ile 25°C’de 8 saat ıslatma işleminin yeşil mercimeğin fitik asit değerinde %28 lik bir azalma sağladığı tespit edilmiştir.

Sharif ve diğ. (2014), yaptıkları çalışmada mercimek örneklerini olarak 4.5 saat ıslattıktan sonra pişirmiş, kurutmuş ve öğüttükten sonra fitik asit miktarında 5.59 mg/g azalma gerçekleştiğini saptamıştır. Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışmada yeşil mercimek ununa uygulanan ön işlemler arasında fitik asit değerinde maksimum azalma (%59.65) ultrasonik su banyosunda (35kHz, %80 genlik) 70°C’de 4 saat ıslatılma işlemiyle elde edilmiştir. Uygulanan ön işlemler incelendiğinde sıcaklık ve ıslatma süresinin artmasıyla yeşil mercimek unundaki fitik asit miktarında azalmanın meydana geldiği tespit edilmiştir.

Yiğit (2017), yeni bir ürün olarak çimlenmiş bulgur üretiminde ve kırmızı mercimek üretiminde mikrodalga ve ultrason destekli çimlendirme işlemi uygulamıştır. Çalışma sırasında mikrodalgada 1, 3 ve 5 W/kg güç seviyelerinde 1, 3 ve 5 dakika işlem uygulamış ardından ultrasonik işlemi 40 kHz 10, 30 ve 50 W/kg güç seviyelerinde 10, 20 ve 30 dakika olarak gerçekleştirmiştir. Buğday örneklerini çimlendirmek içinde ışısız bir ortamda 25 °C’de 20 saat bekletmiştir. Buğdayı çimlendirme işleminden sonra kombine pişirme ve kurutma işlemi uygulayıp öğütme ve eleme işlemlerin ardından bulgur üretmiştir. Ultrason ve mikrodalga işlemlerinin bulgur ve kırmızı mercimeğin ($p<0.01$) yağ içeriğini önemli seviyede ($p<0.01$) azaltmış olduğunu, buna karşılık çimlendirme işleminin bulgurun CIE L* değerini önemli seviyede artırdığını ($p<0.05$) ifade etmiştir.

3.3 Bisküvi Analizi Sonuçları

3.4 Bisküvi Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

3.4.1 Bisküvilerin Temel Kimyasal Kompozisyon sonuçları

Glutensiz bisküvi örneklerinin protein, nem, kül ve yağ değerleri Tablo 3.8'de verilmiştir.

Tablo 3. 8 Bisküvilerin Bazı Kimyasal Kompozisyonu (g/100g kuru madde)

Bisküvi Çeşitleri	Protein	Nem**	Kül	Yağ
K I25-4	15.32±0.22 B	1.35±0.04 C	3.13±0.03 C	13.73±0.24 A
U50-4	13.95±0.23 C	1.82±0.05 B	3.43±0.02 B	13.21±0.23 B
P40-4	18.09±0.23 A	2.24±0.23 A	3.59±0.04 A	13.16±0.11 B

*Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

*Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A, B) birbirinden önemli derecede farklıdır (p<0,05).

** Nem analizi sonuçları kuru madde cinsinden verilmemiştir.

K I25-4 : Kontrol bisküvisi, 25 °C'de 4 saat saf su ile ıslatılmış mercimeğin unundan yapılan bisküvi, U50-4: Ultrasonik su banyosunda 50 °C'de 4 saat ıslatma işlemi uygulanmış mercimek unundan üretilen bisküvi, P40-4: 1:19 oranında saf su ile seyreltilmiş peyniraltı suyu tozunda 40 °C'de 4 saat ıslatma işlemi uygulanmış mercimeğin unundan üretilen bisküvi

Bisküvi örneklerinin hazırlanması için ön işlemler sonrasında fitik asit miktarında optimum azalma sağlayan yöntem seçilmiş ve bisküvi örnekleri hazırlanmıştır. Tablo 3.8 incelendiğinde glutensiz bisküvilerin nem içeriklerinin %1.35-2.24 arasında olduğu bulunmuştur. Glutensiz bisküvilerin nem içerikleri en yüksekten en aza doğru sırasıyla K I25-4 (%1.35), U50-4 (%1.82) ve P40-5 (%2.24) olarak belirlenmiştir. Nem içeriğinin en yüksek olduğu örnek P40-4 nolu örnek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak P40-4 glutensiz bisküvi örneği peynir altı suyu tozu içerdiği için su tutma kapasitesini arttırdığı düşünülmektedir. Hazırlanan tüm glutensiz bisküviler nem içeriği bakımından istatistiksel anlamda birbirinden farklı olarak bulunmuştur (p<0.05).

Glutensiz bisküvi örneklerinin kül içeriği değerleri 3.13-3.59 g/100 g kuru madde aralığında bulunmuştur (Tablo 3.8). En düşük kül içeriğine sahip glutensiz bisküvi örneği kontrol bisküvisi olan K I25-4 nolu örnek olurken en yüksek kül içeriğine sahip örneğin ise P40-4 nolu örnek olduğu görülmektedir (Tablo 3.8). En

yüksek kül değerine sahip P40-4 nolu örneğin kül miktarı artışının içerisinde peynir altı suyu tozu ihtiva ettiğinden oradan gelen miktarın kül miktarını arttırdığı düşünülmektedir. Glutensiz bisküvi örnekleri kül içeriği bakımından istatistiksel anlamda birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Örneklerin yağ içerikleri incelendiğinde K I25-4 kontrol örneğinin 13.73 g/100 g kuru örnek, ultrasonik su banyosunda ön işlem uygulanan U50-4 örneği 13.21 g /100 g kuru örnek ve PAST ile ıslatılma ön işlemi uygulanan P40-4 örneğinin yağ miktarı 13.16 g/100 g kuru örnek olarak bulunmuştur. P40-4 ve U50-4 örneklerinin yağ içerikleri bakımından istatistiksel anlamda bir fark olmadığı ($p>0.05$) gözlemlenirken kontrol örneği olan K I25-4 örneklerinin daha düşük yağ içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Ön işlem uygulanarak hazırlanan glutensiz bisküvi örneklerinin kontrol örneğine göre daha az miktarda yağ ihtiva ettiği bulunmuştur. Bu durum istatistiksel açıdan anlamlı farkın olduğunu ortaya koymuştur ($p<0.05$). Uygulanan ön işlemler sonucunda yeşil mercimeğin ve patates ununun yağ emme kapasitesini azaltıcı yönde etkisinin olabileceği düşünülmektedir.

Glutensiz bisküvi örneklerinin protein değerleri incelendiğinde P40-4 nolu bisküvi örneğinin protein değeri 18.09 g/ 100 g kuru örnek olarak en yüksek protein değerine sahip bisküvi örneği olmuştur. Ardından 15.32 g/ 100g örnek kontrol örneği K I25-4 takip etmektedir. En düşük protein miktarına ise 13.95 g/100 g kuru örnek ile U50-4 kodlu örnek takip sahiptir. Glutensiz bisküvi örnekleri protein değerleri açısından istatistiksel olarak değerlendirildiğinde örnekler arasında anlamlı bir farkın olduğu ortaya konmuştur ($p<0.05$). Kontrol örneğine kıyasla P40-4 örneğinin protein miktarının yüksek olmasının sebebinin örnek içerisinde peynir altı suyu tozu ihtiva etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Peynir suyu tozuda yapısında yüksek miktarda protein barındırmaktadır. Peynir altı suyu tozu piyasadaki ürünlerde protein miktarını arttırmak içinde kullanılmaktadır. Ultrasonik su banyosunda ıslatılmış yeşil mercimek unundan elde edilmiş U50-4 bisküvi örneğinin protein değerinin düşük olmasının sebebi uygulanan ön işlemin hammadde içerisindeki proteini parçalamaya başlamış olabileceği düşünülmektedir.

Ergin ve Herken (2012) yaptıkları bir çalışmada pirinç unu, mısır nişastası gibi çeşitli un karışımlarını kullanarak glutensiz bisküvi üretimi gerçekleştirmiştir. Bisküvilerin nem içeriği değerleri %0.94-%3.19 arasında bulmuştur. Yıldız (2012),

gerçekleştirdiği bir çalışmada ürettiği glutensiz bisküvilerin nem değerini ise %2.38 olarak bulmuştur. Çalışmada üretilen glutensiz krakerlerin nem içerikleri %1.35-2.24 aralığında bulunmuştur. Çalışmada elde edilen bulgular ile liteartürdeki değerler birbirine benzemektedir.

Yazıcı (2019), çeşitli unları (sarı mercimek unu, kinoa unu, mısır irmiği, nohut unu, badem unu, mısır unu, pirinç unu, yer fıstığı unu ve yer fıstığı susamı) kullanarak krakerler üretmiş ve bu krakerlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Kraker örneklerinin protein değerleri %14.8-%36.6 aralığında, yağ miktarları %10.2-%55.2 aralığında, karbonhidrat miktarını %7.4-%70.2 arasında değişirken, kül miktarları %4.70-%1.60 arasında değişkenlik göstermiştir.

Keşre (2019) mısır unu ve mısır ununa %5 ve %10 oranlarında kırmızı mercimek kepeği ilave etmiştir. Bu un karışımından fonksiyonel çerez gıda üretimi gerçekleştirmiştir. Üretmiş olduğu çerez örneklerinin besinsel lif açısından değerlendirildiğinde en yüksek değere (%11.43-11.84) %10 kırmızı mercimek kepeği ilaveli örneklerde elde etmiştir. Gerçekleştirdiği çalışmada yan ürün olarak ortaya çıkan kırmızı mercimek kepeğini kullanarak ortaya çıkan ürünün besinsel lif değerini artırmıştır ve yeni fonksiyonel bir çerez ürünü ortaya koymuştur.

Gülhan (2021), glutensiz kek formülüne %10, 20 ve 30 oranlarında mercimek unu ilave ederek glutensiz kek üretmiştir. Bu keklerin hamur özelliklerini, kalite ve duyuşal özelliklerinin araştırılması üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Genel olarak kek numuneleri değerlendirildiği zaman tüm örnekler kabul edilebilir puanlar almıştır. %30 mercimek unu ilave edilerek hazırlanan glutensiz kek örneklerinde kontrol numunesine yakın sonuçlar almıştır. %30 mercimek unu ilaveli hazırlanan keklerin gluten hassasiyetine sahip bireyler için alternatif bir kaynak olabileceğini gerçekleştirdiği çalışmada ortaya koymuştur.

Han ve diğ. (2010), yaptıkları bir çalışmada çölyak hastaları için glutensiz kraker üretimi üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada kraker denemeleri için 6 farklı baklagil (yeşil ve kırmızı mercimek, nohut, sarı bezelye, barbunya ve fasulye) ununu kullanmışlardır. Üretmiş oldukları krakerler fiziksel ve besinsel olarak incelendiğinde piyasada ticari amaçlı satılan ürünlere benzer olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmalar sonucunda ürün fomülasyonlarında baklagillerinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Baklagil unları kullanılarak zenginleştirilen krakerlerin besin değerini arttırdığı için tüketiciler için potansiyel bir ürün olarak görmüşlerdir.

3.4.2 Bisküvilerin Fitik Asit Değerleri

Glutensiz bisküvi örneklerinin fitik asit değerleri (mg/100 g kuru madde) Tablo 3.9'da verilmiştir.

Glutensiz bisküvilerin fitik asit miktarları incelendiğinde K I25-4 kontrol örneği 634.03 mg/ 100 g kuru madde ile en yüksek fitik asit içeriğine sahip örnek olmuştur. Ardından bu değeri 426.06 mg/100 g kuru madde P40-4 örneği takip etmiştir. Glutensiz bisküviler arasında en düşük fitik asit değerine sahip olan örnek ise 368.79 mg/100 g kuru madde ile U50-4 kodlu örnek olmuştur. Örnekler fitik asit değerleri açısından istatiki olarak değerlendirildiğinde önemli farkların olduğu ortaya konmuştur ($p<0.05$). Ön işlemler sonucundaki bisküvi üretiminin hammaddesinde kullanılan yeşil mercimek unu örneklerinin fitik asit miktarları göze alındığında örneklere uygulanan işlemler sonunda en düşük fitik asit miktarına ultrasonik su banyosunda ıslatma işlemi uygulanan örneklerde meydana ulaşılmıştır. Glutensiz bisküvi örneklerinde U50-4 örneğinin hammaddesinde uygulanan ön işlemden dolayı en düşük fitik asit miktarına sahip mercimek unu olduğundan bu sebeple fitik asit miktarının düşük olmasının nedeni olarakta gösterilebilir. Uygulanan ön işlemler mercimek unundaki fitik asit miktarını azaltmıştır. Bu sebepten ötürü ön işlem uygulanarak hazırlanan bisküvi örneklerinin daha düşük fitik asit değerine sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 3. 9 Bisküvilerin fitik asit değerleri (mg/100g kuru madde)

Bisküvi Çeşitleri	Fitik Asit Miktarı (mg/100g kuru madde)
K I25-4	634.03±5.32 A
U50-4	368.79±4.94 C
P40-4	426.06±5.60 B

*Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

*Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A, B) birbirinden önemli derecede farklıdır ($p<0,05$).

K I25-4 : Kontrol bisküvisi, 25 °C'de 4 saat saf su ile ıslatılmış mercimeğin unundan yapılan bisküvi, U50-4: Ultrasonik su banyosunda 50 °C'de 4 saat ıslatma işlemi uygulanmış mercimek unundan üretilen bisküvi, P40-4: 1:19 oranında saf su ile seyreltilmiş peyniraltı suyu tozunda 40 °C'de 4 saat ıslatma işlemi uygulanmış mercimeğin unundan üretilen bisküvi

Kaya (2016), nişasta ve proteinin ayrılması esnasında uygulanan ultrases işleminin ardından geriye kalan bazı (bezelye, bakla, yeşil mercimek ve kırmızı mercimek) kepeklerinin fonksiyonel ve biyoaktif özelliklerini incelemiş ve kepeklerin erişte kalitesini nasıl etkilediği üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmasında kepeklerin fitik asit miktarının 1.37-1.66 mg/g arasında değiştiğini ve %10 yeşil mercimek kepeği ilaveli eriştelerin fitik asit değerinin 2.24 mg/g olduğunu bulmuştur.

Keşre (2019), yaptığı bir çalışmada mısır unu ve mısır ununa %5 ve %10 mercimek kepeği ilave ederek ekstrüzyon prosesinde laboratuvar tipi çift vidalı ekstrüder kullanarak fonksiyonel yeni bir çerez üretimi gerçekleştirmiştir. 110 °C namli çıkış sıcaklığına ve %21 besleme içeriğine sahip %10 kırmızı mercimek kepeği ilaveli ekstrüzyon ürünün fitik asit değerini ortalama 0.3018 g/100g olarak bulurken, 150 °C namli sıcaklığında aynı besleme içeriğine sahip koşulda üretilen ekstrüzyon ürünün fitik asit değerini 0.3104 g/100 g olarak tespit etmiştir.

Tok (2017), çimlendirilmiş buğday, çavdar ve yeşil mercimekten bisküvi üretimi gerçekleştirmiştir. Çimlendirilmiş yeşil mercimek unundan yapılan bisküvi örneklerinin fitik asit değerini 191.10 mg/100 g, çimlendirilmiş çavdar unu ile yapılan bisküvilerin fitik asit değerini 203.70 mg/100 g olarak bulurken çimlendirilmiş buğday unu ile üretilen bisküvi örneklerinin fitik asit değerini 195.30 mg/100 g olarak bulmuştur. En yüksek fitik asit miktarını kontrol örneklerinde bulurken en düşük fitik asit değerine sahip bisküvi örneği yeşil mercimeğin çimlendirilmesiyle elde edilen undan yapılan bisküvi örneğinde olduğunu bildirmiştir.

Bilgiçli (2008), yaptığı bir çalışmada buğday ununa %0-40 oranlarında karabuğday unu ilave ederek erişteler hazırlamıştır. Erişte örnekleri incelendiğinde formülasyonda artan karabuğday unu ilavesiyle fitik asit miktarında artış meydana geldiğini belirtmiştir. Karabuğday unuda yüksek miktarda fitik asit içerdiğinden son ürün kalitesindeki fitik asit miktarını arttırıcı olarak etki ettiğini bildirmiştir.

Yıldız (2012), gerçekleştirdiği bir çalışmada %10, 20 ve 30 karabuğday unu ve %10, 15 ve 20 oranlarında lüpen ununu glutensiz bisküvi formülasyonuna ilave ederek bisküvi kalitesinin etkisi üzerine araştırma gerçekleştirmiştir. Glutensiz bisküvilerin fitik asit miktarını 134 mg/100g ile 483 mg/100g arasında olduğunu belirlemiştir. En

yüksek fitik asit değerinin %30 karabuğday unu ve %20 oranında lüpen unu ilaveli bisküvi örneklerinde görüldüğünü bildirmiştir.

Demir (2008) ise erişte üretimi için buğday ununa %0-50 oranlarında nohut ilavesi yapmıştır. Erişte örneklerinde nohut unu ilave oranının artmasıyla fitik asit miktarında artış meydana geldiğini bulmuştur. Çalışmasında bakliyat ilavesiyle ürünlerdeki fitik asit miktarının artış gösterdiğini bildirmiştir.

Vitali ve diğ. (2008), beyaz buğday ununa farklı oranlarda soya unu, karabuğday unu ve amarant unu ekleyerek fonksiyonel ürünün besinsel kalitesini geliştirmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Yalnızca beyaz un kullanılarak üretilen bisküvi örneklerinde fitik asit miktarını 150 mg/100 g olarak bulunurken; soya unu ilaveli bisküvi örneklerinin fitik asit değerini 770 mg/ 100 g olarak; amarant unu ilaveli bisküvilerin fitik asit değerini ise 1080 mg/100 g olarak bulmuştur. En yüksek fitik asit değerine bisküvi örneklerinin amarant unu ilaveli örneklerde bulmuştur.

Alonso ve diğ. (2000), bakla ve fasulyede ekstrüzyon koşullarının fitik asit içeriği üzerine etkisini incelemek istemişlerdir. Bunun içinde 156 °C namlu çıkış sıcaklığında %25 besleme nem içeriğine ve 100 rpm vida hızında ekstrüzyon işlemini gerçekleştirmişlerdir. Fasulye ve baklada bulunan fitik asit içerikleri sırasıyla 15.9 g/kg km ve 21.7 g/kg km bulunurken, ekstrüzyon işlemine tabi tutulduktan sonra fitik asit değerleri sırasıyla 12.6 g/kg km ve 15.9 g/kg km olarak bulmuştur. Araştırmacılar ekstrüzyon işleminin fitik asit çeriğinde önemli ölçüde azalmaya yardımcı olduğunu bildirmişlerdir.

Odabaş (2021), pirinç unu ve patates nişastası içeren eriştelerin formülasyonuna ısıl işlem görmüş ve ısıl görmemiş mercimek unlarından ağırlıkça %20, 40, 60, 80 ve 100 ikame ederek glutensiz erişteler hazırlamıştır. Isıl işlem uygulanan sarı mercimek ununun kül ve fitik asit miktarlarında önemli düzeyde azalma meydana geldiği ($p<0.05$); nişasta, amiloz ve besinsel lif miktarlarında önemli düzeyde artışlar ($p<0.05$) tespit edilmiş; bununla birlikte protein ve toplam antioksidan aktivite değerlerinde ise önemli bir miktarda değişim gözlemlenmemiştir ($p>0.05$). %20 oranında ısıl işlem görmüş sarı mercimek unundan üretilen eriştelerin en iyi tekstürel ve duyuşal özelliklere sahip olduğu çalışma sonucunda belirtilmiştir.

3.4.3 Bisküvilerin Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerleri

Doğal fenolik maddelerin sağlık üzerine etkilerine bakıldığında olumlu etkileri antioksidan aktivite üzerinden göstermektedir (Xu ve Chang 2007). Çalışmamızda üretilen bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde (mg GAE/100 g kuru madde) ve antioksidan aktivite değerleri ($\mu\text{mol TE}/100$ g kuru madde) Tablo 3.10'da verilmiştir.

Bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde değerleri 140.88-193.21 mg GAE/100 g kuru madde aralığında değişkenlik göstermektedir. Örneklerde en yüksek toplam fenolik madde miktarı P40-4 nolu örnekte (193.21 mg GAE/100 g kuru madde) tespit olurken en düşük fenol miktarına sahip örneğin U50-4 (140.88 mg GAE/100 g kuru madde) olduğu bulunmuştur. Bisküvi örnekleri fenolik madde miktarları istatistiksel açıdan aralarında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Bisküvi örneklerinin antioksidan aktivite değerleri 94.38-103.77 $\mu\text{mol TE}/100$ g kuru madde aralığında değişkenlik göstermiştir. Bisküvi çeşitlerinden en yüksek antioksidan aktivite içeriğine (103.77 $\mu\text{mol TE}/100$ g kuru madde) P40-4 sahip olurken en düşük antioksidan aktivite değerinin ise (84.16 $\mu\text{mol TE}/100$ g kuru madde) U50-4 nolu örnekte olduğu görülmüştür. Bisküvi örneklerinde antioksidan aktivite değerleri açısından istatistiksel olarak önemli bir farkın olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Tablo 3. 10 Bisküvilerin Toplam Fenolik Madde Değerleri (mg GAE/100 g kuru madde) ve Antioksidan Aktivite Değerleri ($\mu\text{mol TE}/100$ g kuru madde)

Bisküvi Çeşitleri	Toplam fenolik madde	Antioksidan aktivite
K I25-4	170.32 \pm 2.01B	94.38 \pm 2.91B
U50-4	140.88 \pm 2.11C	84.16 \pm 2.43C
P40-4	193.21 \pm 2.35A	103.77 \pm 2.70A

*Değerler, ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir.

*Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A, B) birbirinden önemli derecede farklıdır ($p<0,05$).

K I25-4 : Kontrol bisküvisi, 25 °C'de 4 saat saf su ile ıslatılmış mercimeğin unundan yapılan bisküvi, U50-4: Ultrasonik su banyosunda 50 °C'de 4 saat ıslatma işlemi uygulanmış mercimek unundan üretilen bisküvi, P40-4: 1:19 oranında saf su ile seyreltilmiş peyniraltı suyu tozunda 40 °C'de 4 saat ıslatma işlemi uygulanmış mercimeğin unundan üretilen bisküvi

Kaya (2016), nişasta ve proteinin ayrılması esnasında uygulanan ultrases işleminin ardından geriye kalan bezelye, bakla, yeşil mercimek ve kırmızı mercimek kepeklerinin fonksiyonel ve biyoaktif özelliklerini incelemiştir. Bu kepeklerin erişte kalitesini nasıl etkilediği üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Mercimek

kepeklerinin toplam fenolik madde ve Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite değerleri ultrases uygulanmış örneklerde daha düşük bulunmuştur. Gerçekleştirdiğimiz çalışmada bisküvi örnekleri toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde en düşük değerlere sahip olan örneğin ultrasonik su banyosu ön işlemi uygulanarak hazırlanan U50-4 bisküvi örneği olmuştur. Ultrases uygulamalarının antioksidan aktivite ve fenolik madde içeriğini azaltıcı yönde etkisinin olduğu yapılan çalışmayla gözlemlenmiştir.

Tok (2017), çimlendirilmiş buğday, çavdar ve yeşil mercimekten ürettiği bisküvilerin toplam fenolik maddelerini sırasıyla 838.00 mg GAE/kg, 904.50 mg GAE/kg ve 1095.00 mg GAE/kg olarak bulmuştur.

Köroğlu (2022), mercimek unu ile yer değiştirecek şekilde kraker formülasyonuna belli oranlarda soğan kabuğu tozu ilave ederek krakerlerin fiziksel ve kimyasal kompozisyonu üzerine bir araştırma gerçekleştirmiştir. Mercimekten üretilen kraker örneklerinin antioksidan fenolik değerlerini 0.7-1.3 mg GAE/ g olarak bulurken DPPH yöntemi kullanarak antioksidan fenolik değerleri 4.9-9.3 mM TE/g arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek antioksidan aktivite değerine ve en yüksek fenolik içeriğine sahip olan örnek mercimek ununa %4 oranında soğan kabuğu eklenen örnek olurken en düşük antioksidan aktivite ve fenolik içeriğine sahip örnek mercimekten üretilen kontrol örneği olmuştur.

3.4.4 Bisküvi Örneklerinin Fiziksel Analiz Sonuçları

3.4.5 Bisküvilerin Tekstür Analizi Sonuçları

Sertlik değeri, bisküvi ve kraker gibi ürünlerde tüketici için kalite ve tazeliği göstermektedir. Sertlik değerinin yüksek olması ürünün kırılması için fazla kuvvete gerek duyulduğunu göstermektedir. Sertlik değeri aynı zamanda fırınlanmış ürünlerde tazeliğin bir göstergesi olarak kabul edilir. Düşük nem içeriğine sahip ürünlerde tüketiciler belirli bir sertlik ve gevreklik beklemektedir. Bu özellik nem içeriğinin artmasıyla tüketici tarafından tercih edilmemesine yol açabilmektedir. Bisküvilerin sertliği yani bisküvi örneklerinin kırılması için gereken Newton cinsinden kuvvet aynı

zamanda tüketiciler için ürünün tazeliğini göstermektedir (Türkaslan 2022). Bisküvi örneklerinin sertlik değeri (N) Tablo 3.11’de verilmiştir.

Tablo 3. 11 Bisküvilerin Testür (Sertlik) değeri (N)

Bisküvi Çeşitleri	Sertlik Değeri (N)
K I25-4	2.93±0.04 B
U50-4	3.42±0.30 A
P40-4	3.31±0.21 A

*Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

*Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A, B) birbirinden önemli derecede farklıdır ($p<0,05$).

K I25-4 : Kontrol bisküvisi, 25 °C’de 4 saat saf su ile ıslatılmış mercimeğin unundan yapılan bisküvi, U50-4: Ultrasonik su banyosunda 50 °C’de 4 saat ıslatma işlemi uygulanmış mercimek unundan üretilen bisküvi, P40-4: 1:19 oranında saf su ile seyreltilmiş peyniraltı suyu tozunda 40 °C’de 4 saat ıslatma işlemi uygulanmış mercimeğin unundan üretilen bisküvi

Glutensiz bisküvilerin sertlik değerleri incelendiğinde U50-4 nolu örnek 3.42 N ile en yüksek sertlik değerine sahip örnek olurken, P40-4 bisküvi örneğinin sertlik değeri 3.31 N olarak bu değeri takip etmektedir. U50-4 ve P40-4 kodlu glutensiz bisküvilerin sertlik değeri istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde sonuçlar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). K I25-4 örneğinin ise sertlik değeri 2.93 N olarak bulunmuştur. Kontrol örneğinin ise en az sertlik değerine sahip olduğu görülmektedir. Kontrol örneği, ön işlem uygulanarak hazırlanan bisküvi örneklerine göre daha az sertlik değerine sahip olmakla birlikte istatistiksel açıdan diğer örneklerle karşılaştırıldığında aralarında önemli seviyede fark olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Sarabhai ve Prabhasankar (2015) gerçekleştirdikleri çalışmada peynir altı suyu protein konsantrisi ve patates nişastasını kullanarak, kestane unu esaslı glutensiz bisküvi üretmişler ve bisküvilerin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Bisküvi sertliği, kırılganlığı, yayılma oranı ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirildiğinden glutensiz bisküvilerin kabul edilebilir olduğunu bildirmiştir.

3.4.6 Bisküvilerin CIE Renk Analizi Sonuçları

Tüketiciler tarafından önemli kriterlerden biri olan renk o ürün hakkında bir ön değerlendirme yapılmasına olanak vermektedir. Tüketiciler bu ön değerlendirmeyi yaparken söz konusu üründe veya benzerinde alışlagelmiş olan muadil bir renk

beklentisiyle davranmaktadır. Bir ürünün besleyici kalitesi ne kadar iyi olursa olsun tüketicinin gözüne hitap etmediği sürece o ürün tüketici tarafından zor kabullenilmektedir. Bu nedenle tüketici tercihlerinin şekillenmesinde renk karakteristiği birçok kalite karakteristiğinin önünde yer almaktadır.

Glutensiz bisküvi örneklerine ait CIE renk değerleri ölçüm sonuçları Tablo 3.12 de verilmiştir.

Tablo 3. 12 Bisküvilerin CIE Renk Değerleri

Bisküvi Çeşitleri	L*	a*	b*	Kroma	Hue Açısı
K I25-4	45.92±1.03 B	15.22±1.73 A	32.88±0.59 A	36.26±1.28 A	65.22±0.04 AB
U50-4	45.34±0.92 B	16.35±0.57 A	33.42±0.38 A	37.20±0.31 A	63.95±1.06 B
P40-4	50.61±0.29 A	13.01±0.66 B	30.52±0.58 B	33.18±0.68 B	66.93±0.78 A

*Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

*Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A, B) birbirinden önemli derecede farklıdır (p<0,05).

K I25-4 : Kontrol bisküvisi, 25 °C’de 4 saat saf su ile ıslatılmış mercimeğin unundan yapılan bisküvi, U50-4: Ultrasonik su banyosunda 50 °C’de 4 saat ıslatma işlemi uygulanmış mercimek unundan üretilen bisküvi, P40-4: 1:19 oranında saf su ile seyreltilmiş peyniraltı suyu tozunda 40 °C’de 4 saat ıslatma işlemi uygulanmış mercimeğin unundan üretilen bisküvi

L değeri (0-100) rengin koyuluk-açıklığını ifade etmektedir. Kontrol bisküvisinin (K I25-4) L* değeri 45.92, Peynir altı suyu tozu ile ıslatılarak hazırlanmış bisküvi (P40-4) örneğinin L* değeri 50.61 iken ultrasonik su banyosunda ıslatılma işlemi uygulanmış bisküvi (U50-4) örneğinin L* değeri 45.34 olarak bulunmuştur. En yüksek L* değerine sahip örnek P40-4 olurken en düşük L* değerine sahip örnek U50-4 olmuştur. K I25-4 ve U50-4 örnekleri arasında L* değeri istatistiksel açıdan incelediğinde anlamlı bir fark olmazken (p>0.05) P40-4 örneği ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu saptanmıştır (p<0.05).

Bisküvilere ait CIE a* değerleri Tablo 3.10’ da verilmiştir. Hunter a* değeri gıdaların kırmızılık (a+) ve yeşillik (a-) değerlerini ifade etmektedir. En düşük a* değerine (13.01) K I25-4 örnek sahip olurken en yüksek a* değerine (16.35) U50-4 bisküvi örneği sahiptir. Bisküvi örnekleri a* değeri açısından istatistiki olarak incelendiğinde K I25-4 ve U50-4 örnekleri arasında anlamlı bir fark bulunmazken (p>0.05), P40-4 örneği diğer iki örnekle karşılaştırıldığında a* değeri açısından aralarında istatistiki olarak önemli seviyede farkın olduğu saptanmıştır (p<0.05). Ölçüm sonucunda elde edilen a* değerleri dikkate alınarak bir değerlendirme yapıldığında tüm bisküvi örneklerinin renginin yeşile daha yakın olduğu görülmüştür.

Bisküvi örneklerine ait CIE b* değerleri Tablo 3.10 da verilmiştir. CIE b* değeri gıdalardaki sarılık (b+) ve maviliği (b-) belirtmek için kullanılır. Bisküvi örneklerinde en yüksek b*değerine (33.42) U50-4 örneği sahipken en düşük b*değerine (30.52) ise P40-4 örneği sahiptir. Bisküvi örnekleri b* değeri açısından değerlendirildiğinde sarı renge daha yakın olduğu görülmektedir. Bisküviler arasında b* değeri açısından K I25-4 ve U50-4 örnekleri arasında istatistik açıdan anlamlı bir fark bulunmazken ($p>0.05$), P40-4 örneğinin diğer iki örneğe kıyasla b* değeri açısından istatistik olarak farklı olduğu ($p<0.05$) saptanmıştır.

Bisküvi örneklerine ait kroma ve hue açısı değerleri Tablo 3.10 verilmiştir. K I25-4 ve U50-4 örneklerinin kroma değerleri istatistik açıdan değerlendirildiğinde aralarında bir fark bulunmazken ($p>0.05$) P40-4 örneği diğer iki örneğe kıyasla kroma değeri daha düşük bulunmuştur. Bu nedenle P40-4 örneği kroma değeri istatistik açıdan diğer iki örneğe kıyasla farklı ($p<0.05$) bulunmuştur. Hue açısından örnekler değerlendirildiğinde U50-4 ve P40-4 örnekleri istatistik açıdan birbirlerinden farklı olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Hue açısı renk skalasına bakıldığında tüm bisküvi örneklerinin sarı tonlarda olduğu görülmektedir.

3.4.7 Bisküvilerin Duyusal Analiz Sonuçları

Duyusal analizler gıdaların kalitesinin belirlenmesi ve tüketici kabulünün iyi bir şekilde ortaya konması amacıyla önemli bir değere sahiptir. Duyusal analizler panelistler yardımıyla gerçekleşir ve gıdaların çeşitli karakteristik özelliklerini analiz etmek için kullanılır. Duyusal değerlendirmede gıdaların görme, koklama, tatma, dokunma ve işitme gibi duyularımızın tepkilerinden yararlanarak gıdaların renk, tat, koku, lezzet, sertlik, yumuşaklık, çiğnenebilirlik vb. özellikler açısından durumları ortaya konulup, analiz edilir ve yorumlanır. Çalışmamızda duyusal analizlere toplamda 60 panelist katılmıştır. Duyusal analiz için panelistlere 6 adet soru sorulmuştur. Duyusal analize ait form örneği EK-A da verilmiştir. Panelistlerden 3 adet bisküvi örneği renk, koku, çıtırlık, çiğnenebilirlik, lezzet ve genel beğenilerini 1'den 7' ye kadar puanlanmaları istenmiştir. Glutensiz bisküvi örneklerinin duyusal analize ait sonuçları Tablo 3.13' te verilmiştir.

Duyusal analiz sonucunda bisküvi örnekleri panelistler tarafından renk açısından değerlendirildiğinde örnekler ortalama 5.23 puan almıştır. EK-A da verilen duyusal formda verilen puanlama sitemine göre örnekler renk açısından iyi ve çok iyi arasında puan aldığı görülmektedir. Bisküvi örneklerini duyusal renk değerlerini istatistiksel açıdan incelediğimizde örnekler arasında farkın önemsiz olduğu saptanmıştır ($p>0.05$). Panelistler tarafından yapılan yorumlarda ürünlerin tam buğday unlarından yapılan, piyasada sağlıklı ürünler kategorisinde satışa sunulan ambalajlı paketli ürünlere göre değerlendirilmesi istenmiştir. Değerlendirme sonucunda piyasada satılan ürünlerin rengine benzer bir ürün elde edilmiştir. Panelistler tarafından ürün değerlendirildiğinde renk açısından iyi puanlar aldığı gözlemlenmiştir.

Tablo 3. 13 Bisküvilerin Duyusal Analiz Değerleri

Bisküvi Çeşitleri	Renk	Koku	Çıtırılık	Çiğnenebilirlik	Lezzet	Genel Beğeni
K I25-4	5.23±1.03A	5.10±1.12A	5.43±1.10A	5.53±0.97A	5.47±1.21A	5.28±1.11A
U50-4	5.33±0.99A	5.10±1.19A	5.58±1.24A	5.33±1.17A	5.20±1.26A	5.12±1.14A
P40-4	5.12±1.11A	5.27±1.15A	5.68±1.14A	5.50±1.17A	5.22±1.26A	5.22±1.15A

*Değerler, ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

*Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A, B) birbirinden önemli derecede farklıdır ($p<0,05$).

K I25-4 : Kontrol bisküvisi, 25 °C'de 4 saat saf su ile ıslatılmış mercimeğin unundan yapılan bisküvi, U50-4: Ultrasonik su banyosunda 50 °C'de 4 saat ıslatma işlemi uygulanmış mercimek unundan üretilen bisküvi, P40-4: 1:19 oranında saf su ile seyreltilmiş peyniraltı suyu tozunda 40 °C'de 4 saat ıslatma işlemi uygulanmış mercimeğin unundan üretilen bisküvi

Panelistler tarafından değerlendirilmesi istenen bir diğer özellik ise koku olmuştur. Bisküvi örnekleri koku açısından değerlendirildiğinde panelistler tarafından ortalama 5.16 puan almıştır. Panelistler tarafından verilen puanlar değerlendirildiğinde iyi ile çok iyi arasında puanlar aldığı görülmektedir. İstatistiksel açıdan ise ürünler arasında koku açısından anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir ($p>0.05$). Duyusal analize katılan katılımcıların ürünün kokusuyla ilgili yapılan yorumlarda mercimek kokusunun çok baskın olmadığı belirtilmiştir. Mercimeğin kendisine has kokusunun bisküviye çok fazla yansımaması panelistleri koku açısından rahatsız etmemiştir. Panelistlerin koku için yaptıkları birkaç değerlendirme de bisküvi örneklerinin sanki baharatlandırılarak üretilmiş hissine sahip olduklarını belirtmişlerdir. Bunun nedenin mercimeğin kendi içerisinde bulundurduğu aroma bileşikleri olduğu düşünülmektedir.

Bisküvi örnekleri çıtırılık açısından panelistler tarafından değerlendirildiğinde ortalama 5.57 puan aldığı görülmektedir. İstatiksel açıdan bisküvi örneklerinin çıtırılıkları değerlendirildiğinde aralarında önemli bir farkın olmadığı saptanırken ($p>0.05$) panelistler tarafından en yüksek puanı P40-4 bisküvi örneği almıştır. Bisküviler çıtırılık açısından değerlendirildiğinde iyi ve çok iyi arasında puanlar aldığı hatta çok iyiye yakın bir puan aldığı görülmektedir. Çıtırılık seviyesi açısından panelistlerin yaptığı yorumlarda bisküvinin daha çok krakere yakın bir özellik gösterdiği ifade edilmiş, bunun rahatsız edici bir durum olmaktan öte bisküvilerin yapısal özelliğine olumlu katkısı olduğu vurgulanmıştır.

Duyusal analizlerde değerlendirilmesi istenen diğer bir parametre ise çiğnenebilirlik olmuştur ve bu açıdan bisküvi örnekleri panelistler tarafından ortalama 5.45 puan almıştır. İstatiksel açıdan bakıldığında ise örnekler arasında önemli bir farkın olmadığı görülmektedir ($p>0.05$). Çiğnenebilirlik ürünlerin aslında hangi yaş grubunun tüketebileceğinin belirlenmesinde önemli faktör olarak görülmektedir. Bu nedenle duyusal analiz 14-60 yaşları arasında geniş bir kitle tarafından yapılmıştır. Duyusal analize katılan panelistler tarafından yapılan değerlendirmede bisküviler çiğnenebilirlik açısından geçerli not almıştır. Bu sonuç, üretilen ürünün geniş bir kitleye hitap edebileceğini göstermektedir.

Duyusal analizin önemli kriterlerden birisi lezzettir. Bir ürünün dış görünüşü ve besinsel içeriği ne kadar iyi olursa olsun tüketiciler tarafından lezzet açısından geçerli not alamazsa ürünün satın alınması açısından bir değerinin olmadığını gösterir. Bu nedenle tüketicilerin aslında bir ürünü alırken bu ürünü tekrar alır mıyım sorusunun cevabı ürünün damakta bıraktığı o his tarafından belli olur ve bu ölçüt lezzet olarak değerlendirilir. Bisküvi örnekleri lezzet açısından değerlendirildiğinde ortalama 5.30 puan almıştır. Bu değer lezzet açısından değerlendirdiğimizde iyi ve çok iyi arasındadır. Peynir altı suyu ile ıslatma ön işlemleri uygulanarak hazırlanan P40-4 bisküvi örneklerinin ağızda süt hissi bıraktığı bazı panelistler tarafından belirtilmiştir. Ama bu hissiyatın rahatsız etmeyecek düzeyde olduğu ve bisküvi örneğine hoş bir aroma verdiği panelistler tarafından dile getirilmiştir. Lezzet açısından en yüksek puanı kontrol örneği olan K 125-4 örneği alırken bisküviler lezzet açısından karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel anlamda bir farkın olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Bu sonuç mecimek ununa yapılan ön işlemlerin lezzet açısından herhangi bir olumsuz sonuca neden olmadığını göstermesi açısından önemli bulunmuştur.

Gerçekleştirilen ön işlemlerin lezzet açısından bir olumsuzluk yaratmadığı bu nedenle de bu ön işlemlerin bakliyatların fitik asit miktarını düşürerek yeni ürün formülasyonlarının geliştirilmesine olanak sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

Panelistler tarafından bisküvi örneklerinin tüm özellikleri göz önünde bulundurularak genel beğeni açısından değerlendirme yapmaları istenmiştir. Bu değerlendirme sonucunda bisküvi örnekleri ortalama 5.21 puan almıştır. En yüksek genel beğeni puanını kontrol örneği alırken istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde örnekler arasında bir farkın olmadığı görülmektedir ($p>0.05$). Panelistler tarafından bisküvi örnekleri hakkında genel izlenimlerini orataya koyacak şekilde yorum yapmaları istenmiştir. Panelistler piyasadaki glutensiz ürünlerin genellikle tatsız ve aroma açısından yetersiz olduğunu tarafımızdan üretilen bisküvülerin ise baharatsız ve yalın formda olmasına rağmen tüketilebilir özellikte olduğu ve market raflarında bu ürünün bu halde bile tercih edilebileceği ifade edilmiştir. Bakliyatların son üründe kendi aromasını yoğun olarak belli etmesi bazı tüketicileri rahatsız edebilmektedir. Çünkü tüketiciler belli formlarda daha önceden alışık olduğu ürünlere kıyasla bu değerlendirmeleri yapmaktadırlar. Çalışmamızda üretilen bisküvülerin çeşitlendirilip geliştirilmesiyle piyasadaki aynı kategorideki muadil ürünlerle yarışabileceği panelistler tarafından belirtilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ilk olarak yeşil mercimek örneklerine uygulanan ultrases ıslatma ve 1:19 oranında seyreltilmiş peyir altı suyu tozunda ıslatma ön işlemleriyle fitik asit miktarındaki değişim ortaya koyulmuş ve miktarının düşürülmesi uygulanan ön işlemlerle hedeflenmiştir. Yeşil mercimek ununa yapılan ön işlemlerden sonra nem ve fitik asit analizine tabi tutulmuştur. Çalışmanın ikinci aşamasında uygulanan ön işlemler sonrasında fitik asit miktarı azaltılmış yeşil mercimek unu elde edilerek glutensiz bisküvi üretiminde kullanılmıştır. Daha sonra üretilen glutensiz bisküviler kimyasal (nem, kül, protein, yağ miktarı, fitik asit, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite), fiziksel (renk ve tekstür analizi) ve duyu özellikler bakımından incelenmiştir.

Bisküvi üretim sürecinin ilk aşamasında yeşil mercimekler hububat öğütücüsünde öğütülmüş ve 1 mm'lik elekten geçirilerek yeşil mercimek unu üretilmiştir. Çiğ yeşil mercimek ununun nem değeri %7.79 olarak belirlenmiştir. Uygulanan ön işlemlerin sonucunda yeşil mercimek unlarının nem değerleri %54-64 arasında değişkenlik göstermiştir. Nem miktarındaki bu artışın sebebi ıslatma ön işlemlerinde yeşil mercimek ununun su tutma kapasitesinden dolayı örneklerin ıslak halde olmasından kaynaklanmaktadır. Ön işlemlerin ardından yeşil mercimek unlarına kurutma işlemleri uygulanmamıştır.

Yeşil mercimek unlarının başlangıçtaki fitik asit değeri 1460.74 mg/100 g kuru madde olarak tespit edilmiştir. İşlem görmüş yeşil mercimek unlarının fitik asit değerleri çiğ yeşil mercimeklere göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Uygulanan farklı ön işlemler sonucunda fitik asit miktarındaki azalmalar tespit edilmiştir. 35 kHz %80 genlikte 70°C'de 4 saat ıslatma işleminin sağlamış olduğu %59.65'lik azalma oranı yapılan uygulamalar içerisinde en yüksek azalma oranı olarak saptanmıştır. Ultrases ön işlemlerinde sıcaklık ve sürenin artmasının fitik asit miktarının azalmasında etkili olduğu belirlenmiştir. 1:19 oranında peyir altı suyu tozuyla (PAST) ıslatılan yeşil mercimek unlarının fitik asit miktarındaki en yüksek azalma %50.12 ile 50°C'de 12 saat ıslatma işlemiyle elde edilmiştir. Yapılan ön denemeler göz önüne alındığında aynı koşullarda saf su ile ıslatılan örneklerle kıyasla PAST ile ıslatmanın fitik asitin parçalanmasında daha etkili olduğu tespit edilmiştir. PAST ile

yapılan ıslatma işleminde ortam pH'sının daha düşük olmasının bunda etkisinin olduğu düşünülmektedir. 50°C'de aynı süre ile gerçekleştirilen Ultrases ve PAST ön işlemlerinin fitik asit parçalanması açısından yapılan karşılaştırmasında ultrases ıslatmanın yeşil mercimek unundaki fitik asitin parçalanmasında daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında fitik asit miktarı düşürülmüş yeşil mercimek ununun besin kompozisyonu dikkate alınarak en optimum koşullara sahip iki farklı ıslatma yönteminden birer tane seçilerek glutensiz mercimek bisküvisi üretimi gerçekleştirilmiştir. Tez kapsamında gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada yeşil mercimek ununa uygulanan bu ön işlemlerin son ürün olan glutensiz bisküvi kalitesine olan etkisi araştırılmıştır.

Glutensiz bisküvilerin kimyasal kompozisyonu incelendiğinde en yüksek protein değerine sahip olan bisküvinin PAST ile ıslatma ön işlemi uygulanmış P40-4 örneği olduğu görülmüştür. Peynir altı suyu tozu protein değeri yüksek bir ürün olduğundan piyasa da ürünlerin protein değerini arttırmak içinde kullanılmaktadır. P40-4 örneğinin protein değerinin diğer bisküvi örneklerine kıyasla yüksek olmasının sebebinin sahip olduğu yüksek protein içeriğinden olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan en düşük protein değerine sahip örnek ise ultrases ıslatma ön işlemi uygulanarak üretilen U50-4 örneği olmuştur.

Glutensiz bisküvilerin nem değerine bakıldığında en yüksek nem içeriğine sahip örnek P40-4 olmuştur. Bunun nedenin se PAST'ın su tutma kapasitesini artırmış olması düşünülmektedir. Diğer iki bisküvi örneğinin nem değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir(p>0.05). Uygulanan ön işlemlerin sonunda kül ve yağ değerlerine bakıldığında sonuçların birbirine yakın olduğu görülmektedir. Uygulanan ön işlemlerin kül ve yağ miktarlarındaki değişim üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir.

Glutensiz bisküvilerin fitik asit değerine bakıldığında en yüksek miktara sahip örnek kontrol örneği (K25-4) olurken en düşük fitik asit içeriğine sahip bisküvi ise

U50-4 örneği olmuştur. Uygulan ön işlemler sonunda hammaddeki fitik asit miktarının düşük olması son ürünü de etkilemektedir.

Glutensiz bisküvilerin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içerikleri incelendiğinde en yüksek değere sahip bisküvi P40-4 olurken en düşük değere sahip bisküvi U50-4 olmuştur. PAST ile ıslatılarak hazırlanan bisküvi örneğinin (P40-4) kontrol örneğine (K I25-4) kıyasla antioksidan aktivite ve fenolik madde içeriğini arttırıcı etkisinin olduğu ama ultrases ile ıslatılarak hazırlanan bisküvi (U50-4) örneğinde uygulana ön işlemin azaltıcı etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Glutensiz bisküvilerin sertlik değeri incelendiğinde U50-4 ve P40-4 örnekleri arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmazken ($p>0.05$) kontrol örneği diğer bisküvi örneklerine kıyasla daha düşük sertlik değerine sahip olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Glutensiz bisküvilerin renk değerlerine bakıldığında K I25-4 ve U50-4 örnekleri arasında L^* değeri açısından istatistiksel olarak bir fark bulunmazken ($p>0.05$) P40-4 örneği L^* , değeri bakımından diğer iki örneğe kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). PAST ile ıslatılan P40-4 örneğinin daha aydınlık değere sahip olduğu görülmektedir. Bisküvilerin a^* ve b^* değeri açısından K I25-4 ve U50-4 örnekleri arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmazken ($p>0.05$) P40-4 değeri diğer iki örneğe kıyasla daha düşük a^* ve b^* değerine sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Gerçekleştirilen duyuşal analiz sonucunda renk, koku, çıtırılık, çiğnenebilirlik, lezzet ve genel beğeni açısından tüm örnekler birbirine yakın puanlar almıştır. Glutensiz bisküvi örnekleri duyuşal analiz sonuçları incelendiğinde ise aralarında istatistiksel anlamda bir farkın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Duyuşal değerlendirmede tüm bisküvi örnekleri hedonik skalada (1-7) ortalama değerin üzerinde 5 ve 6 arasında puanlar almıştır. Bu puanlar hedonik skalada iyi ve çok iyi arasında yer almaktadır. Tüm bisküvi örnekleri panelistler tarafından geçerli not almıştır. Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde uygulanan ön işlemlerin üretilen

glutensiz bisküvi örneklerinde önemli bir olumsuz değişime yol açmadığı ifade edilebilir.

Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlardan yola çıkarak ek olarak gerçekleştirilebilecek çalışmalar için aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

Bakliyalarda fitik asitin protein ve mineral emilimini azaltıcı yönde etkisi olduğundan bakliyat çeşitlerindeki fitik asit miktarının azaltılmasına yönelik çalışmalarda literatürde ultrases uygulamalarının azaltıcı yönde etkisinin olduğu ancak bu kapsamda gerçekleştirilen çalışmaların yetersiz olduğu görülmüştür. Ultrases ıslatma işlemlerinde sıcaklık ve sürenin artmasıyla fitik asit miktarında önemli kayıpların meydana geldiği çalışma kapsamında belirlenmiştir. Daha yüksek frekans ve farklı genlikler denenerek fitik asit miktarında ve işlem süresinde azalma sağlanmasının mümkün olabileceği ifade edilebilir. Piyasadaki glutensiz ürün çeşidinin yetersiz olması ve besin değeri açısından zayıf ürünler olmasından dolayı bakliyatlar kullanılarak üretilen ürünlerin kullanılarak yeni ürünler geliştirilmesinin artık bir istekten ziyade ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Yüksek protein oranına sahip yeşil mercimeğin sadece yemek ve salatalarda değil bunların dışında glutensiz ürün formülasyonlarının geliştirilmesinde kullanılması ve hazır atıştırmalık ürünlerde hammadde olarak değerlendirilmesi ekonomik ve teknolojik gerekçeler dikkate alınarak önerilebilmektedir.

5. KAYNAKLAR

AACC, American Association of Cereal Chemists Inc., “Determination of Soluble, Insoluble and Total Dietary Fiber in Foods and Food Products (Method 32-07)”, *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*, 9th ed, St. Paul, MN, (1995).

Ahmed, J., Taher, A., Mulla, M. Z., Al-Hazza, A. and Luciano, G., “Effect of Sieve Particle Size on Functional, Thermal, Rheological and Pasting Properties of Indian and Turkish Lentil Flour”, *Journal of Food Engineering*, 186, 34-41, (2016).

Ahuja, H., “Biochemical Evaluation of Lentil (*Lens Culinaris*) Genotypes for Nutritional and Antioxidant Potential”, Master of Science, *Department of Biochemistry, Punjab Agricultural University, India*, (2014).

Alonso, R., Aguirre, A. and Marzo, F., “Effects of Extrusion and Traditional Processing Methods on Antinutrients and in Vitro Digestibility of Protein and Starch in Faba and Kidney Beans”, *Food Chemistry*, 68 (2000), 159-165, (2000).

Amarowicz, R. and Pegg, R. B., “Legumes as a Source of Natural Antioxidants”, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(10), 865–878, (2008).

Amarowicz, R., Estrella, I., Hernández, T., Robredo, S., Troszyńska, A., Kosińska, A. and Pegg, R. B. “Free Radical-Scavenging Capacity, Antioxidant Activity, and Phenolic Composition of Green Lentil (*Lens Culinaris*)”, *Food Chemistry*, 121(3), 705-711, (2010).

Anderson, R. J., “A Contribution to the Chemistry of Phytin”, *J. Biol. Chemistry*, 171-19. (1914).

Anonim, “Gluteni Azaltılmış ve Glutensiz Hale Getirilmiş Gıdalar”, Ts 13143, *Türk Standartları Enstitüsü, Ankara*. (2005).

Atasoy, R. ve Hendek, Ertop, M., “Assessment of Nutritional and Bioactive Properties for Gluten- Free Tarhana Containing Various Legumes and Cereals”, *Journal of Food Processing and Preservation*, 7(45), (2021).

Bayraktar, A. D. ve Akbulut, G., “Diabetes Mellitus'un Tıbbi Beslenme Tedavisinde Fitik Asit: Faydalı mı? Zararlı mı?”, *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(1), (2013).

Berti, C., Riso, P., Monti, L.D. and Porrini, M., “In Vitro Starch Digestibility and in Vivo Glucose Response of Gluten-Free Foods and their Gluten Counterparts”, *European Journal of Nutrition*, 43, 198-204, (2004).

Bilgiçli, N., “Fitik Asitin Beslenme Açısından Önemi ve Fitik Asit Miktarı Düşürülmüş Gıda Üretim Metotları”, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(30), 79- 83, (2002).

Bilgiçli, N., “Effect of Buckwheat Flour on Cooking Quality and Some Chemical, Antinutritional and Sensory Properties of Erişte Turkish Noodle”, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 00(0), 1-11, (2008).

Bilgiçli, N., “Some Chemical and Sensory Properties of Gluten-Free Noodle Prepared with Different Legume”, *Pseudocereal and Cereal Flour Blends. Journal of Food and Nutrition Research*, 52(4), 251-255, (2013).

Bilgiçli, N., “Effect of Pseudocereal Flours on Some Chemical Properties and Phytic Acid Content of Noodle”, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 6(2), 175-181, (2014).

Bloksma, A. H. and Bushuk, W., “Rheology And Chemistry Of Dough”, In Pomeranz (Ed.), *Wheat: Chemistry And Technology*, St. Paul, Mn, Usa: Aacc, 131-200, (1998).

Bobuş, G., “Mercimek Protein Konsantresi ve Hidrol İzolatının Bazı Fonksiyonel ve Biyoaktif Özelliklerin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mersin, (2010).

Boudjou S., Oomah B.D., Zaidi F. and Hosseinian F., “Phenolics Content and Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities Oflegume Fractions”, *Food Chemistry*, 138, 1543–1550, (2013).

Boye, J., Zare, F. and Pletch, A., “Pulse Proteins: Processing, Characterization, Functional Properties and Applications in Food and Feed”, *Food Research International*, 43, 414–431, (2010).

Brummer, Y., Kaviani, M. and Tosh, S. M., “Structural and Functional Characteristics of Dietary Fibre in Beans, Lentils, Peas and Chickpeas”, *Food Research International*, 67, 117–125, (2015).

Canan, C. and Et, Al., “Studies On The Extraction and Purification Of Phytic Acid From Rice Bran”. *Journal Of Food Composition and Analysis*, 24(7), 1057–1063, (2011).

Caponio, F., Summo, C., Clodoveo, M.L. and Pasqualone, A., “Evaluation of The Nutritional Quality of the Lipid Fraction of Gluten-Free Biscuits”, *Eur Food Res Technol.*, 227, 135-139, (2008).

Carbonaro, M., “Role of Pulses in Nutraceuticals”, *Pulse Foods: Processing, Quality And Nutraceutical Applications*, London, Elsevier Inc., 385-418, (2011).

Cheryan, M., “Phytic Acid Interaction in Food System”, *Crc Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. December, 287-334, (1980).

Ciclitira, P. J., Ellis, H. J. and Lundin, K. E. A., “Gluten-Free Diet—What Is Toxic?”, *Practice and Research Clinical Gastroenterology*, 19 (3), 359-371, (2005).

Costa G.E.A., Queiroz-Monici K.S., Reis S.M.P.M. and Oliveria A.C., “Chemical Composition, Dietary Fibre and Resistant Starch Contents of Raw and Cooked Pea, Common Bean, Chickpea and Lentil Legumes”, *Food Chemistry*, 94, 327-330, (2006).

De Almeida Costa, G. E., Da Silva Queiroz-Monici, K., Pissini Machado Reis, S. M. and De Oliveira, A. C., “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, (2006).

Delcour J.A., Joye, I.J., Pareyt, B., Wilderjans, E., Brijs, K. and Lagrain, B., “Wheat Gluten Functionality as a Quality Determinant in Cereal-Based Food Products”, *Annual Review Of Food Science And Technology*, 3, 469–492. (2012).

Demir, B., “Nohut Ununun Geleneksel Erişte ve Kuskus Üretiminde Kullanım İmkanları Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Konya, (2008).

Demirdöven, A. and Baysal, T., “The Use of Ultrasound and Combined Technologies in Food Preservation”, *Food Reviews International*, 25, 1-11. (2009).

Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G. and Şahin, S., “Rheological Properties of Gluten Free Bread Formulations”, *Journal of Food Engineering*, 96, 295-303, (2010)

Dursun, A., “Glutensiz Bisküvi Üretimi ve Optimizasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Hatay, (2015).

Egli, I., Davidsson, L., Juillerat, M. A., Barclay, D. and Hurrell, R. F., “The Influence of Soaking and Germination on the Phytase Activity and Phytic Acid Content of Grains and Seeds Potentially Useful for Complementary Feeding”, *Journal Of Food Science*, 67(9), 3484-3488, (2002).

El-Adawy, T. A., Rahma, E. H., El-Bedawey, A. A. and El-Beltagy, A. E., “Nutritional Potential and Functional Properties of Germinated Mung Bean, Pea and Lentil Seeds”, *Plant Foods for Human Nutrition*, 58 (3), 1-13, (2003).

Elgün, A. ve Ertugay, Z., *Tahıl İşleme Teknolojisi*, 3. Baskı, AÜ. Ziraat Fakültesi, Yay. No:718, Erzurum, 376, (1997).

- Empson, K.L., Labuza, T.P. and Graf E., “Phytic Acid as a Food Antioxidant” *J.Food Sci.* 56 (2), 560-563, (1991).
- Ergin, A., “Çölyak Hastalarına Özel Bisküvi, Erişte, Pide Üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2011).
- Ergin, A. and Herken, E.N., “Use of Various Flours in Gluten-Free Biscuits”, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(1), 128-131, (2012).
- Ermeticede, G., Costa, A., Silva K., Soely, Q.M., Pissini, M., Machado Admar R. and Oliveira C., “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, (2006).
- Ertaş N., and Türker S., “Bulgar Processes Increase Nutrition Value: Possible Role InVitro Protein Digestability, Phytic Acid, Trypsin İnhibitor Activity and Mineral Bioavailability”, *Journal of Food Science and Technology*, 51(7), 1401-1405, (2014).
- Ertaş, N., “Nohut Fasulye ve Soya Fasulyesinden Üretilen Baklagil Bulgurlarının Üretim Metotlarının Standardizasyonu ile Bazı Kalitatif ve Besinsel Özelliklerinin Belirlenmesi”, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Konya, (2010).
- Ertaş, N., “Dephytinization Processes of Some Legume Seeds and Cereal Grains With Ultrasound and Microwave Applications”, *Legume Research*, 36(5), 414-421. (2013).
- FAO, “Food And Agriculture Organization Of The United Nations Statistics Division”, <http://Faostat.Fao.Org>. (Erişim Tarihi 20.10.2022), (2022).
- Febles, I., Arias, A., Hardisson, A., Rodríguez-Alvarez, C. and Sierra, A., “Phytic Acid Level İn Wheat Flours”, *J. Cereal Sci.*, 36, 19–23, (2002).
- Fouad, A. A. and Ali Rehab, F. M., “Effect of Germination Time on Proximate Analysis, Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Lentil (*Lens Culinaris Medik.*) Sprouts”, *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 14 (3), 233–246, (2015).
- Fратиanni, F., Cardinale, F., Cozzolino, A., Granese, T., Albanese, D., Matteo, M., Zaccardelli, M., Coppola, R. and Nazzaro, F., “Polyphenol Composition and Antioxidant Activity of Different Grass Pea (*Lathyrus Sativus*), Lentils (*Lens Culinaris*), and Chickpea (*Cicer Arietinum*) Ecotypes of the Campania Region (Southern Italy)”, *Journal of Functional Foods*, 7, 551–557, (2014).
- Fujiwara, N., Hall, C. and Jenkins, A. L., “Development of Low Glycemic Index (Gi) Foods by Incorporating Pulse Ingredients Into Cereal-Based Products: Use

of in Vitro Screening and in Vivo Methodologies”. *Cereal Chemistry*, 94(1), 110–116, (2017).

Gallagher, E., Gormley, T. R. and Arendt, E. K., “Recent Advances in the Formulation of Gluten Free Cereal- Based Products”, *Journal of Food Science and Technology*, 15, 143-152, (2004).

Gallagher, E., O’Brien, C.M., Scannell, A.G.M. and Arendt, E.K., “Evaluation of Sugar Replacers in Short Dough Biscuit Production”, *Journal of Food Engineering*, 56(2- 3), 261-263, (2003).

Gedik, S. K., “Mercimek Diyet Liflerinin İzolasyonu, Karakterizasyonu ve Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, İstanbul, (2016).

Göncü, A., “Tarhana Üretiminde Farklı Mercimek Unları ve Boza Kullanım Olanaklarının Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2020).

Green, P.H.R. and Cellier, C., “Celiac Disease”. *The New England Journal of Medicine*, 357(17), 1731-1743, (2007).

Gupta, V.P. and Kapoor A.C., “Chemical Evaluation of Protein Quality of Various Grain Legumes”, *Indian Journal of Agricultural Science* 50, 393-398, (1979).

Gülaç, Z. N., “Mercimek Ürün Raporu”, *Tepge Yayın*, 358, (2022).

Gülhan, M.E., “Effects of Lentil Flour on the Quality of Gluten-Free Muffins”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2021).

Gülümser, A., “Dünyada ve Türkiye’de Yemelik Tane Baklagillerin Durumu”, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2016, 25 (Ozel Sayı-1), 292-298, (2016).

Han, H. and Baik, B., “Antioxidant Activity and Phenolic Content of Lentils (*Lens Culinaris*), Chickpeas (*Cicer Arietinum L.*), Peas (*Pisum Sativum L.*) and Soybeans (*Glycine Max*), and Their Quantitative Changes During Processing”, *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1971–1978, (2008).

Han, J., Janz, J.A.M. and Gerlat, M., “Development of Gluten-Free Crackers Snacks Using Pulse-Flours and Fractions”, *Food Research International*, 43, 627-633, (2010).

Hefnawy, T. H., “Effect of Processing Methods on Nutritional Composition and Anti-Nutritional Factors in Lentils (*Lens Culinaris*)”, *Annals of Agricultural Sciences*, 56(2), 57–61, (2011).

Hosta, H. G., “Farklı Baklagil Unları ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Pirinç Eriştelerinin Kalite ve Bazı Besinsel Özelliklerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Ankara, (2012).

Johnson, C. R., Thavarajah, D., Combs, G. F. and Thavarajah, P., “Lentil (*Lens Culinaris* L.): A Prebiotic-Rich Whole Food Legume”, *Food Research International*, 51(1), 107–113, (2013).

Katina, K., Salmenkallio-Marittla, M., Partanen, R., Forssell, P. and Autio, K., “Effects of Sourdough and Enzymes on Staling of High-Fiber Wheat Bread”, *Food Sci. Technol.*, 39, 479–491, (2006).

Kaur, M., Sandhu, K.S., Arora, A. and Sharma, A., “Gluten Free Biscuits Prepared from Buckwheat Flour by Incorporation of Various Gums: Physicochemical and Sensory Properties”, *Lwt-Food Science and Technology*, 62(1), 628-632, (2015).

Kaya, E., “Bazı Baklagil Kepeklerinin Fonksiyonel ve Bioaktif Özellikleri Üzerine Ultrases Destekli Fraksiyonlama İşleminin Etkisi ve Erişte Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Çanakkale, (2016).

Kaya, F., “Ülkemizde Yetiştirilen Bazı Mercimek Çeşitlerinin Bileşimlerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Adana, (2010).

Keşre, C., “Kırmızı Mercimek Kepeğinin Ektrüzyon Ürünlerinin Yapısal ve Besinsel Özellikleri Üzerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Hatay, (2019).

Khalil M.M., “Effect of Soaking, Germination, Autoclaving and Cooking on Chemical and Biological Value of Guar Compared with Faba Bean”, *Nahrung/Food*, 45, 246-250, (2001).

Khan, M. A., Rana, I. A., Ullah, I. and Jaffery, S., “Physico-Chemical Characters and Nutrient Composition of Lentils Grown in Pakistan”, *Lens Newsletter*, 13(2), 34-37, (1986).

Kılınçer, F.N., “Çimlendirilmiş Bazı Tahıl ve Baklagillerin Besinsel ve Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, (2018).

Knuckles, B.E., “Effect of Phytate and other Myoinositol Phosphate Esters on Lipase Activity”, *J. Food Sci.* 53 (1), 250-252, (1988).

- Köroğlu. D.G., “Mercimek Proteini ile Soğan Kabuğu Fenolikleri İnteraksiyonunun Fonksiyonel Özellikler ve Biyoaktivite Üzerine Etkisi”, Doktora tezi, *İstanbul teknik üniversitesi Lisansüstü eğitim enstitüsü*, İstanbul, (2022).
- Kumar, V., Sinha, A. K., Makkar, H. P. S. and Becker, H., “Dietary Roles of Phytate and Phytase in Human Nutrition: A Review”, *Food Chem.*, 120, 945-59, (2010).
- Kuru K., “Farklı Islatma Koşullarında Nohut, Fasulye ve Soya Fasulyesinin Belirli Fiziksel Özellikleri ve Antibesinsel Faktörleri Üzerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ordu, (2019).
- Lasztity, L. and Lasztity, R., “Phytic Acid in Cereal Technology,” *In Advances In Cereal Science And Technology*, Usa, 309–359, (1990).
- Ma, Z., Boye, J. I., Simpson, B. K., Prasher, S. O., Monpetit, D. and Malcolmson, L., “Thermal Processing Effects on the Functional Properties and Microstructure of Lentil, Chickpea, and Pea Flours”, *Food Research International*, 44, 2534–2544, (2011).
- Macritchie F., “Requirements for a Test to Evaluate Bread-Making Performance”, *Journal Of Cereal Science*, 59, 1–2, (2014).
- Mahadevamma S. and Tharanathan R.N., “Processing of Legumes: Resistant Starch Anddietary Fiber Contents”, *Journal of Food Quality*, 27, 289-303, (2004).
- Makharia, G.K.D., “Current and Emerging Therapy for Celiac Disease”, *Frontiers in Medicine*, 1, 6, (2014).
- Marathe S.A., Rajalakshmi V., Jamdar S.N. and Sharma A., “Comparative Study on Antioxidant Activity of Different Varieties of Commonly Consumed Legumes in India”, *Food and Chemical Toxicology*, 49, 2005-2012, (2011).
- Miano, Ac., Pereira, Jc., Castanha, N., J’Unior, Mdm. and Augusto, Ped., “Enhancing Mung Bean Hydration Using the Ultrasound Technology: Description of Mechanisms and Impact on its Germination and Main Components”, *Scientific Reports*, 6, 38996, (2016).
- Miller, G.A., Youngs, V.L. and Oplinger, E.S., “Environmental and Cultivar Effects on Oat Phytic Acid Concentration”, *Cereal Chem.* 57 (3), 189-19, (1980).
- Monsoor, M. A. and Yusuf, H. K. M., “In Vitro Protein Digestibility of Lathyrus Pea (*Lathyrus Sativus*), Lentil (*Lens Culinaris*), and Chickpea (*Cicer Arietinum*)”, *Int. J. Food Sci.*, 37(1), 97-99, (2002).

- Moreno Amador, M.D.L., Comino Montilla, I.M. and Sousa Martín, C., “Alternative Grains as Potential Raw Material for Gluten-Free Food Development in the Diet of Celiac and Gluten-Sensitive Patients”, *Austin Journal Of Nutrition And Metabolism*, 2(3), 1-9, (2014).
- Muehlbauer, F.J., Kaiser, W.J., Clement, S.L. and Summerfield, R.J., “Production and Breeding of Lentil (D.L. Sparks Editör). *Advances in Agronomy*”, Volume 54, *Academic Press, Inc. Harcourt Brace And Company*, Usa, 283-332, (1995).
- Neuberg, C., “Zur Frage Der Konstitution Des Phytins”, *Biochem. Z.*, 9, 557-560, (1908).
- Nissar, J., Ahad T., Naik, H. R. and Hussain, S. Z., “A Review Phytic Acid: As Antinutrient or Nutraceutical”, *Journal Of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(6), 1554-1560, (2017).
- Oomah, B.D., Caspar, F., Malcolmson, L.J. and Bellido, A., “Phenolics and Antioxidant Activity of Lentil and Pea Hulls”, *Food Research International* 44, 436–441, (2011).
- Osman, Ma., “Effect of Different Processing Methods, on Nutrient Composition Antinutritional Factors, and in Vitro Protein Digestibility of Dolichos Lablab Bean (*Lablab Purouresus (L) Sweet*)”, *Pakistan Journal of Nutrition* 6(4), 299-303, (2007).
- Özüğür, G., Hayta, M., “Tahıl Esaslı Glutensiz Ürünlerin Besinsel ve Teknolojik Özelliklerinin İyileştirilmesi”, *Gıda*, 36(5), 287-294, (2011).
- Pekşen, E. ve Artık, C., “Antibesinsel Maddeler ve Yemeklik Tane Baklagillerin Besleyici Değerleri”, *Omü Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2), 110-120, (2004).
- Prodanov, M., Sierra, I. and Vidal Valverde, C., “Influence of Soaking and Cooking on the Thiamin, Riboflavin and Niacin Contents of Legumes”, *Food Chemistry*, 84, 271-277, (2004).
- Rajiv, J., Lobo. S., Lakshmi, A.J. and Rao, G.V., “Influence of Green Gram Flour (*Paseolus Aureus*) on the Rheology, Microstructure and Quality of Cookies”, *Journal of Texture Studies*, 43, 350-360, (2011).
- Reddy, N. R., Sathe, S. K. and Salunkhe, D. K., “Phytates in Legumes and Cereals”, *Advances In Food Research*, 28, 1–92, (1982).
- Rehman Z. and Shah W.H., “Thermal Heat Processing Effects on Antinutrients, Protein and Starch Digestibility of Food Legumes”, *Food Chemistry*, 91, 327–331, (2005).

Rizzello, Cg., Calasso, M., Campanella, D., De Angelis, M. and Gobbetti, M., “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, (2014).

Rubio-Tapia, A., Hill, I.D., Kelly, C.P., Calderwood, A.H. and Murray, J.A., “Acg Clinical Guidelines: Diagnosis and Management of Celiac Disease”, *The American Journal of Gastroenterology*, 108(5), 656, (2013).

Salem, A. A., El-Bostany, A. N. and Al-Askalany, S. A., Thabet, H. A., “Effect of Domestic Processing Methods of Some Legumes on Phytochemicals Content and in Vitro Bioavailability of Some Minerals”, *Journal of American Science*, 10, 276– 288. (2014).

Sarabhai, S., Indrani, D., Vijaykrishnaraj, M., Kumar, V.A. and Prabhasankar, P., “Effect of Protein Concentrates, Emulsifiers on Textural and Sensory Characteristics of Gluten Free Cookies and Its İmmunochemical Validation”, *Journal of Food Science and Technology*, 52(6), 3763-3772, (2015).

Sarioğlu, G. ve Veliogđlu, Y. S., “Baklagillerin Bileşimi”, *Akademik Gıda*, 483–496, <https://doi.org/10.24323/Akademik-Gida.505547>, (2018).

Savtekin, N., “Çölyak Hastaları İçin Baklagil Unları ile Zenginleştirilmiş Mısır Eriştesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2014).

Shamsuddin, A.M., “Metabolism and Cellular Function of Ip6: A Rewiew”, *Anticancer Research*, 19 (5), 3733- 3736, (1999).

Sharif Rizman, H., Zhong, F., Anjum Muhammad, F., Khan Issa, M., Sharif Kamran, M., Khan Aslam, M., Haider, J. and Shah Hassan, F., “Effect of Soaking and Microwave Pretreatments on Nutritional Profile and Cooking Quality of Different Lentil Cultivar”, *Pakistan Journal of Food Sciences*, 24(4), 186-194, (2014).

Sharma, A. and Gupta, M.N., “Ultrasonic Pre-İrradiation Effect Upon Aqueous Enzymatic Oil Extraction from Almond and Apricot Seeds”, *Ultrasonics Sonochemistry*, 13, 529–534, (2006).

Shi, L., Arntfield, DS. and Nickerson, M., “Changes in Levels of Phytic Acid, Lectins and Oxalates During Soaking and Cooking of Canadian Pulses”, *Food Research International*, 107, 660-668, (2018).

Silav, G., “Farklı Un Kaynakları Kullanılarak Üretilen Glutensiz Bisküvilerin Fizikokimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Araştırılması”, Yüksek lisans tezi, *İstanbul aydın üniversitesi Fen bilimleri enstitüsü*, İstanbul, (2017).

Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M., “Analysis of Total Phenols and other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent”, *Meth. Enzymol.*, 299, 152-178, [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1), (1999).

Soya, S. ve Ün, C., “Çölyak Hastalığındaki Moleküler ve Genetik Gelişmeler”, *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 57, 274-282, (2014).

Susanna, S. and Prabhasankar, P., “A Study on Development of Gluten-Free Pasta and Its Biochemical and Immunological Validation”, *Lwt-Food Science and Technology*, 50, 613-621, (2013).

Şehirli, S., “Yemelik Tane Baklagiller”, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Matbaası*, Ankara, 435, (1988).

Thakur, Br. and Nelson, Pe., “Inactivation of Lipoxygenase in Whole Soy Flour Suspension by Ultrasonic Cavitation”, *Nahrung*, 41(5), 299-301, (1997).

Tharathan, R.N. and Mahadevamma, S., “Grain Legumes-A Boon to Human Nutrition”, *Trends in Food Science and Technology*, 14, 507-518, (2003).

Thom, S., Longo, Bm., Running, A. and Ashley, J., “Celiac Disease a Guide to Successful Diagnosis and Treatment”, *The Journal for Nurse Practitioners*, 244-253, (2009).

Thompson, T., “Folate, Iron, and Dietary Fiber Contents of the Gluten-Free Diet”, *Journal of the American Dietetic Association*, 100(11), 1389-1396, (2000).

Tiwari, B. K., Brennan, C. S., Jaganmohan, R., Surabi, A. and Alagusundaram, K., “Utilisation of Pigeon Pea (*Cajanus Cajan L.*) Byproducts in Cookie Manufacture”, *Food Science and Technology*, 44, 1533-1537, (2011).

Tiwari, B.K., Gowen, A. and Mckenna, B.M., “Pulse Foods: Processing, Quality and Nutraceutical Applications”, *Academic Press*, (2011).

Tiwari, U. and Cummings, E., “Functional And Physicochemical Properties Of Legume Fibers”, *Pulse Foods*, (1st Ed.), Elsevier Ltd, (2011).

Tok. H., “Bazı Tahıl ve Baklagil Çimlerinin Ekmek ve Bisküvi Üretiminde Kullanım Olanakları”, Yüksek lisans tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, (2017).

Tosh, S. M., and Yada, S., “Dietary Fibres in Pulse Seeds and Fractions: Characterization, Functional Attributes, and Applications”, *Food Research International*, 43(2), 450–460, (2010).

TS 143, <Http://Www.Resmigazete.Gov.Tr/Eskiler/2008/05/20080530-14.Html> (Erişim Tarihi: 21.10.2022), (Anon., 1982), (1982).

Turfani, V., Narducci, V., Durazzo, A., Galli, V. and Carcea, M., “Technological, Nutritional and Functional Properties of Wheat Bread Enriched with Lentil or Carob Flours”, *Lwt- Food Sci Technol*, 78, 361-366, (2017).

Tük, Türkiye İstatistik Kurumu, <Http://Www.Tuik.Gov.Tr> (Erişim Tarihi: 22.10.2022), (2022).

Türkaslan, S., “Glutensiz Kraker Üretimi ve Modifiye Atmosferde Depolanması”, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2022).

Türksoy, S. ve Özkaya, B., “Gluten ve Çölyak Hastalığı”, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*. 24-26 Mayıs 2006, Bolu. 807-810, (2006).

Ulusoy, K. Ve Karakaya, M., “Gıda Endüstrisinde Ultrasonik Ses Dalgalarının Kullanımı”, *Gıda*, 36(2), 113-120, (2011).

Urbano G., Jurado-Lopez M., Aranda P., Vidal-Valverde C., Tenorio E. and Porres J., “The Role of Phytic Acid in Legumes: Antinutrient or Beneficial Function?”, *Journal of Physiology Biochemistry*, 56(3), 283-294, (2000).

Urgancı, N., “Çölyak Hastalarına Ekmek Zehir Oluyor”, <Http://212.174.46.149/W/Dergi/Basinpdf/> (Erişim Tarihi Tarihi: 10.09.2022), (2005).

Uzunöz, M., “Türkiye’de Baklagil Ürünlerinde İç Ticaret Hadleri”, *Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Tokat, 26(1), 29-37, (2009).

Van Bergeijk, J.D., Mulder, C.J. and Thies, J.E., “Coeliac Disease. Three Cases of Delayed Diagnosis after a Sojourn in the Tropics”, *Netherlands Journal of Medicine*, 43(56), 222-226, (1993).

Vavilov, N1., “Kültür Bitkilerinin Kökeni, Varyasyonu, Bağışıklığı ve Üremesi”, 72(6), 482, (1951).

Vidal Valverde, C., Frias, J. and Sierra, I., “New Functional Legume Foods by Germination: Effect on the Nutritive Value of Beans, Lentils and Peas”, *European Food Research and Technolnology*, 215, 138-144, (2002).

Vidal Valverde, C., Frias, J., Estrella, I., Gorospe, M.J., Ruiz, R. and Bacon, J., “Effect of Processing on Some Antinutritional Factors of Lentils”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 2291-2295, (1994).

Vidal-Valverde, C., Frias, J. and Sierra, I., “New Functional Legume Foods by Germination: Effect on the Nutritive Value of Beans, Lentils and Peas”,

European Food Research and Technology, 215, 472, Doi: <https://doi.org/10.1007/S00217-002-0602-2>, (2002).

Vijayakumari, K., Siddhuraju, P. and Janardhanan, K., “Effects of Various Water or Hydrothermal Treatments on Certain Antinutritional Compounds in the Seeds of the Tribal Pulse, *Dolichos Lablab* Var. *Vulgaris* L. Seed Physiology and Biochemist Laboratory, Department of Botany”, *Bharathiar University, Coimbatore. Plant Foods For Human Nutrition* 48, 17-29, (1995).

Vitali, D., Dragojevic, V. I. and Sebecic, B., “Bioaccessibility of Ca, Mg, Mn and Cu from Whole Grain Tea-Biscuits: Impact Of Proteins, Phytic Acid and Polyphenols”, *Food Chemistry*, 110, 62-68, (2008).

Wang N., Hatcher D.W. and Gawalko E.J., “Effect of Variety and Processing on Nutrients and Certain Anti-Nutrients in Field Peas (*Pisum Sativum*)”, *Food Chem.*, 111, 132–138, (2008a).

Wang, N., “Effect of Variety and Crude Protein Content on Dehulling Quality and on the Resulting Chemical Composition of Red Lentil (*Lens Culinaris*)”, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(5), 885- 890, (2008b).

Weickert, M. O., Mohling, M., Koebnick, C., Holst, J. J., Namsolleck, P. and Ristow, M., “Impact of Cereal Fibre on Glucose-Regulating Factors”, *Diabetologia*, 48, 2343–2353, (2005).

Xu B. and Chang S.K.C., “Effect of Soaking, Boiling, and Steaming on Total Phenolic Content and Antioxidant Activities of Cool Season Food Legumes”, *Food Chemistry*, 110, 1-13, (2008).

Xu, B. and Chang, S.K.C., “A Comparative Study on Phenolic Profiles and Antioxidant Activities of Legumes as Affected by Extraction Solvents”, *Journal of Food Science*, 72 (2), 159- 166, (2007).

Xu, M., Jin, Z., Peckrul, A. and Chen, B., “Pulse Seed Germination Improves Antioxidative Activity of Phenolic Compounds in Stripped Soybean Oil-In-Water Emulsions”, *Food Chemistry*, 250, 140-14, (2018).

Xu, M., Jin, Z., Simsek, S., Hall, C., Rao, J. and Chen, B., “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, (2019).

Yalçın, T.G., “Yulaf Islah Örneklerinin Fitik Asit ve Mineral İçeriklerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2018).

Yasmin, A., Zeb A., Khalil, A.W., Paracha, G.M.D. and Khattak, A.B., “Effect of Processing on Anti-Nutritional Factors of Red Kidney Bean (*Phaseolus Vulgaris*) Grains”, *Food Bioprocess Technology*, 1, 415–419, (2008).

Yazıcı, B., “Muhtelif Un Örnekleri Kullanılarak Glutensiz Yeni Kraker Formüllerinin Geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ortak Yüksek Lisans Programı*, Osmaniye, (2019).

Yeo, J. and Shahidi, F., “Effect of Hydrothermal Processing on Changes of Insolublebound Phenolics”, *Journal of Functional Foods*, 38,716–722, (2017).

Yıldız, M., “Karabuğday (*Fagopyrum Esculentum Moench.*) ve Lüpen Unlarının Glutensiz Bisküvi Üretiminde Kullanımı Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, (2012).

Yıldız, Ö., “Farklı Formülasyon, Pişirme ve Depolama Sürelerinin Glutensiz Kek Kalitesi Üzerine Etkilerinin Araştırılması”, Doktora Tezi, *Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Van, (2010).

Yiğit, E., “The Development of New Techniques to Increase the Performance of Germination and New Products from Germinated Wheat and Red-Lentil”, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gaziantep, (2017).

Yüksel, F., “Gıda Teknolojisinde Ultrases Uygulamaları”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(2), 29-38, (2013).

Zhang, B., Deng, Z., Tang, Y., Chen, P. X., Liu, R., Ramdath, D. D., Tsao, R., “Effect of Domestic Cooking on Carotenoids, Tocopherols, Fatty Acids, Phenolics, and Antioxidant Activities of Lentils (*Lens Culinaris*)”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(52), 12585–12594, (2014).

EKLER

6. EKLER

EK A : Duyusal Panel Formu

CİNSİYET:

YAŞ:

TARİHİ:

Sayın panelist,

Size, toplam 3 (üç) adet bisküvi örneği sunulacaktır. Lütfen bisküvileri sunum sırasına göre inceleyiniz. Bisküvilerin özellikleri hakkındaki düşüncelerinizi işaretlemek için kutucuklardan birine çarpı işareti (X) koymanız yeterli olacaktır.

Bisküvi örneklerini tatmaya başlamadan ve bir sonraki bisküvinin tadına bakmadan önce bir lokma etimek yiyip, bir miktar su içiniz.

BİSKÜVİ NUMARASI:

1: Aşırı kötü 2: Çok kötü 3:Kötü 4:Orta 5:iyi 6:Çok iyi
7:Mükemmel

	1	2	3	4	5	6	7
RENK							
KOKU							
ÇITIRLIK							
LEZZET							
ÇİĞNENEİLİRLİK							
TAT SONRASI İZLENİM							
GENEL BEĞENİ							

BİSKÜVİ NUMARASI:

1: Aşırı kötü 2: Çok kötü 3:Kötü 4:Orta 5:iyi 6:Çok iyi
7:Mükemmel

	1	2	3	4	5	6	7
RENK							
KOKU							
ÇITIRLIK							
LEZZET							
ÇİĞNENEİLİRLİK							
TAT SONRASI İZLENİM							
GENEL BEĞENİ							