

**T.C.
KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GASTRONOMİ VE MUTFAK SANATLARI ANA BİLİM DALI**

**ULTRASON DESTEKLİ ÇİMLENDİRİLMİŞ MAŞ FASULYESİ UNUNUN
TARHANA ÜRETİMİNDE KULLANIMI**

Elif KURT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Doç. Dr. Hacer LEVENT

OCAK – 2023

**T.C.
KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**ULTRASON DESTEKLİ ÇİMLENDİRİLMİŞ MAŞ
FASULYESİ UNUNUN TARHANA ÜRETİMİNDE
KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elif KURT

Enstitü Ana Bilim Dalı: Gastronomi ve Mutfak Sanatları

**“Bu tez 19/01/2022 tarihinde yüzyüze olarak savunulmuş olup aşağıdaki isimleri
bulunan jüri üyeleri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.”**

JÜRİ ÜYESİ	KANAATİ
Doç. Dr. Hacer LEVENT	Başarılı
Dr. Öğr. Üyesi Kübra AKTAŞ	Başarılı
Dr. Öğr. Üyesi Hümeysra ÇETİN BABAOĞLU	Başarılı

ETİK BEYAN METNİ

Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının benzerlik oranının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve Etik Kurul Onayı gerektiği takdirde onay belgesini aldığımı beyan ederim.

ELİF KURT

19.01.2023



ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimimin başından itibaren yardımlarını ve desteğini eksik etmeyen, araştırmanın planlanması ve yürütülmesinde kıymetli bilgi ve birikimlerini esirgemediğim tezimin bütün aşamalarında güler yüzü ile daima yanımda olan değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Hacer LEVENT'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın tüm alanında olduğu gibi yüksek lisans eğitimi ve tez çalışma sürecimde de desteğini ve dualarını esirgemeyerek daima yanı başımda olan sevgili annem Asiye KURT'a, desteği ve sevgisini her zaman yanımda hissettiğim sevgili anneannem Meryem TUNÇDEMİR'e, Alzheimer hastalığına rağmen adımları hatırlayarak manen destek vermiş olan sevgili dedem Murat TUNÇDEMİR'e, maddi ve manevi desteği ile yanımda olan sevgili babam İrfan KURT'a, attığım her adımda yardım ve desteğini eksik etmeyerek bana güç veren sevgili ağabeyim Bayram KURT'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Herkesin ismini yazamasam da bu zor süreçte beni yalnız bırakmayan, dua ve desteklerini eksik etmeyen akrabalarım ve arkadaşlarıma da gönülden teşekkür ederim.

Tez çalışmamı sağladıkları destek için (Proje No:23-YL-21) Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne ayrıca teşekkür ederim.

Elif KURT

19.01.2023

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR	v
SEMBOLLER	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
GİRİŞ	1
1. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
1.1. Tarhana	4
1.1.1. Tarhana Çeşitleri	9
1.1.2. Tarhana Üretim Aşamaları	13
1.2. Maş Fasulyesi	14
1.3. Ultrason Teknolojisi	18
1.3.1. Düşük Enerjili Ultrason.....	19
1.3.2. Yüksek Enerjili Ultrason.....	20
1.4. Baklagillerin Çimlendirilmesinde Ultrason Teknolojisi.....	24
1.5. Çimlendirilmiş Baklagillerin Tahıl Ürünlerinde Kullanılması Üzerine Yapılan Çalışmalar	27
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	31
2.1. Materyal.....	31
2.2. Metot.....	31
2.2.1. Deneme Planı.....	31
2.2.2. Ultrason Uygulaması	31
2.2.3. Tarhana Üretimi.....	31
2.3. Hammadde ve Ürün Analizleri.....	33
2.3.1. Fiziksel Analizler	34
2.3.1.1. Renk Ölçümü.....	34
2.3.2. Fonksiyonel Analizler	34
2.3.2.1. Su Absorbsiyonu	34
2.3.2.2. Yağ Absorbsiyonu.....	34
2.3.2.3. Viskozite.....	34

2.3.3. Kimyasal Analizler.....	35
2.3.3.1. Su.....	35
2.3.3.2. Kül.....	35
2.3.3.3. Protein	35
2.3.3.4. Yağ	35
2.3.3.5. Karbonhidrat.....	35
2.3.3.6. Fitik Asit.....	36
2.3.3.7. Toplam Fenolik Madde	36
2.3.3.8. Antioksidan Aktivite	36
2.3.3.9. pH Tayini.....	37
2.3.3.10. Mineral Madde Tayini.....	37
2.3.4. Duyusal Analizler	37
2.3.5. İstatistiksel Değerlendirme.....	37
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	38
3.1. Hammadde Analiz Sonuçları.....	38
3.2. Tarhana Analiz Sonuçları	47
3.2.1. Fiziksel analiz sonuçları.....	47
3.2.1.1. Renk değerleri	47
3.2.2. Fonksiyonel özellikler.....	50
3.2.2.1. Su absorpsiyonu	50
3.2.2.2. Yağ absorpsiyonu.....	52
3.2.2.3. Viskozite.....	53
3.2.3. Kimyasal analiz sonuçları	54
3.2.3.1. Su.....	54
3.2.3.2. Kül.....	56
3.2.3.3. Protein	57
3.2.3.4. Yağ	58
3.2.3.5. Karbonhidrat.....	59
3.2.3.6. Fitik asit.....	61
3.2.3.7 Toplam fenolik madde	63
3.2.3.8. Antioksidan aktivite	65
3.2.3.9. pH.....	66
3.2.3.10. Mineral madde.....	68
3.2.4. Duyusal analizler.....	70
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	74

4.1. Sonuçlar	74
4.2. Öneriler	75
KAYNAKLAR	77
ÖZGEÇMİŞ.....	99



KISALTMALAR

AA	: Antioksidan Aktivite
ÇMFU	: Çimlenmiş Maş Fasulyesi Unu
DPPH	: 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
HMFU	: Ham Maş Fasulyesi Unu
H₂O₂	: Hidrojen Peroksit
HClO₄	: Perklorik Asit
HNO₃	: Nitrik Asit
LAB	: Laktik Asit Bakterileri
NaOCl	: Sodyum hipoklorit
TFM	: Toplam Fenolik Madde
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences

SEMBOLLER

a^*	: [(+) kırmızı, (-) yeşil] renk değeri
b^*	: [(+) sarı, (-) mavi] renk değeri
Ca	: Kalsiyum
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
g	: Gram
Hue	: Renk özü
K	: Potasyum
L^*	: [(0) siyah, (100) beyaz] renk değeri
Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
Mn	: Mangan
nm	: Nanometre
°C	: Santigrat derece
P	: Fosfor
pH	: Ölçülen asitlik
rpm	: Devir sayısı/dakika
SI	: Doygunluk indeksi
Sn	: Kalay
Zn	: Çinko
α	: Alfa
γ	: Gama
δ	: Delta
μ	: Mikron

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1. 1. Tarhananın bileşimi	6
Çizelge 1. 2. Tarhananın bazı mineral ve vitamin içerikleri (mg/100 g).....	8
Çizelge 1. 3. Ülkemizde üretilen bazı tarhana çeşitleri	11
Çizelge 1. 4. Ultrason yönteminin sağladığı bazı avantajlar	23
Çizelge 2. 1. Ham ve çimlenmiş maş fasulyesi unlu tarhana formülasyonları.....	32
Çizelge 3. 1. Tarhana üretiminde kullanılan hammaddelere ait renk değerleri ¹	39
Çizelge 3. 2. Tarhana üretiminde kullanılan hammaddelere ait bazı kimyasal analiz sonuçları ¹	39
Çizelge 3. 3. Tarhana üretiminde kullanılan hammaddelere ait fitik asit, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite sonuçları ¹	43
Çizelge 3. 4. Tarhana üretiminde kullanılan hammaddelere ait mineral madde miktarları (mg/100 g) ¹	43
Çizelge 3. 5. Tarhana örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	48
Çizelge 3. 6. Tarhana örneklerinin su absorpsiyonu, yağ absorpsiyonu ve viskozite değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	51
Çizelge 3. 7. Tarhana örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	55
Çizelge 3. 8. Tarhana örneklerinin fitik asit, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve ph sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	62
Çizelge 3. 9. Tarhana örneklerine ait mineral madde miktarları (mg/100 g) ¹	69

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. 1: Ultrasonik ses frekans aralıkları.....	19
Şekil 1. 2: Ultrasonik banyo	20
Şekil 2. 1: Çimlendirilmemiş (ham) ve çimlenmiş maş fasulyesi tohumları.....	33
Şekil 2. 2: Çimlenmiş maş fasulyesi tohumlarının kurutulma aşaması.....	33
Şekil 3. 1: Tarhana örneklerinde L^* değeri üzerine etkili “ <i>oran x çimlenme durumu</i> ” interaksyonu.....	49
Şekil 3. 2: Tarhana örneklerinde SI değeri üzerine etkili “ <i>oran x çimlenme durumu</i> ” interaksyonu.....	50
Şekil 3. 3: Tarhana örneklerinde viskozite değeri üzerine etkili “ <i>oran x çimlenme durumu</i> ” interaksyonu.....	54
Şekil 3. 4: Tarhana örneklerinde fitik asit miktarı üzerine etkili “ <i>oran x çimlenme durumu</i> ” interaksyonu.....	63
Şekil 3. 5: Tarhana örneklerinde toplam fenolik madde değeri üzerine etkili “ <i>oran x çimlenme durumu</i> ” interaksyonu	65
Şekil 3. 6: Tarhana örneklerinde Ca değeri üzerine etkili “ <i>oran x çimlenme durumu</i> ” interaksyonu.....	70
Şekil 3. 7: Ham maş fasulyesi unlu tarhana örneklerine ait duyusal analiz sonuçları.....	71
Şekil 3. 8: Çimlenmiş maş fasulyesi unlu tarhana örneklerine ait duyusal analiz sonuçları	72

ÖZET

Başlık: Ultrason Destekli Çimlendirilmiş Maş Fasulyesi Ununun Tarhana Üretiminde Kullanımı

Yazar: Elif KURT

Danışman: Doç. Dr. Hacer LEVENT

Kabul Tarihi: 19.01.2023

Sayfa Sayısı: 99

Bu çalışmada, çimlendirilmemiş (ham) ve ultrason destekli çimlendirilmiş maş fasulyesi ununun geleneksel tahıl ürünlerimizden tarhanada kullanılarak tarhananın besin değerinin artırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla ham maş fasulyesi unu (HMFU) ve çimlenmiş maş fasulyesi unu (ÇMFU) tarhana formülasyonunda buğday unu ile farklı oranlarda (%0, 15, 30, 45 ve 60) yer değiştirilerek kullanılmıştır. Üretilen tarhana örneklerinin fiziksel (renk), kimyasal (su, kül, protein, yağ, karbonhidrat, fitik asit, toplam fenolik madde (TFM), antioksidan aktivite (AA), pH, mineral madde, fonksiyonel (su absorpsiyonu, yağ absorpsiyonu ve viskozite) ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Maş fasulyesinin çimlendirilmesi ile kül, protein, yağ, TFM ve AA değerlerinde sırasıyla %11, %12, %17, %60 ve %50 artış, karbonhidrat ve fitik asit miktarında ise %4 ve %72 azalma meydana gelmiştir. Tarhana formülasyonunda ÇMFU kullanımı, HMFU içeren örneklerle kıyasla L^* ve Hue değerlerini düşürmüş, a^* değerini ise yükseltmiştir. Maş fasulyesi unu kullanımı ile kontrol örneğinin viskozite değeri 155.30 cP'den 44.60 cP'ye azalmıştır. Tarhana formülasyonunda maş fasulyesi unu oranı arttıkça kül, protein, fitik asit, Ca, Mg, Fe, Zn, TFM, AA ve pH değerleri de artış göstermiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre, HMFU ve ÇMFU'nun yüksek kullanım oranları genel kabul edilebilirlik puanları üzerinde düşüşlere sebep olmuştur. Fiziksel, kimyasal, fonksiyonel ve duyuşal özellikler birlikte değerlendirildiğinde tarhana üretiminde %30 oranına kadar HMFU ve ÇMFU kullanımının mümkün olabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tarhana, Maş Fasulyesi, Çimlendirme, Ultrason, Fitik asit

ABSTRACT

Title of Thesis: Use of Ultrasound-Assisted Germinated Mung Bean Flour In Tarhana Production

Author of Thesis: Elif KURT

Supervisor: Assoc. Prof. Hacer LEVENT

Accepted Date: 19.01.2023

Number of Pages: 99

In this study, it was aimed to increase the nutritional value of tarhana, one of our traditional cereal products, by using ungerminated (raw) and ultrasound-assisted germinated mung bean flour. For this purpose, raw mung bean flour (HMFU) and germinated mung bean flour (ÇMFU) were used in tarhana formulation by replacing wheat flour at different ratios (0, 15, 30, 45 and 60%). Physical (color), chemical (moisture, ash, protein, fat, carbohydrate, phytic acid, total phenolic content (TFM), antioxidant activity (AA), pH, mineral matter), functional (water absorption, oil absorption and viscosity) and sensory properties of produced tarhana samples were determined. With the germination of mung beans, ash, protein, fat, TFM and AA values increased by 11%, 12%, 17%, 60% and 50%, respectively, while the amount of carbohydrates and phytic acid decreased by 4% and 72%, respectively. The use of ÇMFU in the tarhana formulation decreased the L^* and Hue values and increased the a^* value compared to the samples containing HMFU. Viscosity value of control sample decreased from 155.30 cP to 44.60 cP with the use of mung bean flour. Ash, protein, phytic acid, Ca, Mg, Fe, Zn, TFM, AA and pH values increased as the amount of mung bean flour increased in the tarhana formulation. According to the results of the sensory analysis, the high usage ratios of HMFU and ÇMFU caused a decrease in the overall acceptability scores. When the physical, chemical, functional and sensory properties are evaluated together, it was determined that up to 30% HMFU and ÇMFU can be used in tarhana production.

Keywords: Tarhana, Mung Bean, Germination, Ultrasound, Phytic Acid

GİRİŞ

Tarhana, herhangi bir buğday ürününe, yoğurt ve diğer tat ve lezzet verici bileşenlerin katılarak fermente edilip ve daha sonra kurutulup öğütülmesi ile hazırlanan geleneksel ürünlerimizden birisidir (Bilgiçli, 2004). Türk yemek kültürünün bir parçası olan tarhana üretiminde baklagiller, tahıl kepekleri, ruşeym, pseudotahıllar vb. farklı bileşenler kullanılarak besinsel ve fonksiyonel özellikleri arttırılabilmektedir (Karaçıl ve Acar Tek, 2013; Çekal ve Aslan, 2017; Çirişoğlu ve Olum, 2019).

Son yıllarda, kalp damar rahatsızlıkları, kanser, obezite, yüksek tansiyon, kolesterol, diyabet gibi çeşitli metabolik ve kronik hastalıklarda meydana gelen artışlar sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesine ve tüketici eğilimlerinin fonksiyonel besinler yönüne kaymasına neden olmuştur (Meral ve Doğan, 2009; Yıldırım ve Güzeler, 2016; Şenlik ve Alkan, 2021). Gastronomi trendleri arasında yeni bir yaklaşım olarak nitelendirilen fonksiyonel gıdalar, besin değeri yüksek, farklı etkenlerle hastalık oluşma riskini azaltan, sağlığı ve iyi hali geliştirici özelliğe sahip gıdalardır. Fonksiyonel gıdaların başta kanser ve kardiyovasküler hastalıklar olmak üzere kronik sağlık sorunlarına yakalanma risklerini azalttığı ve sağlık üzerinde geliştirici etkilerinin olduğu belirtilmektedir (Erbaş, 2006; Jayasena ve James, 2013; Daliri ve Lee, 2015; Çirişoğlu ve Olum, 2019).

Standart bir formülasyonu olmayan tarhananın besinsel ve fonksiyonel özelliği, formülasyondaki bileşenlere ve oranlarına bağlı olarak değişmektedir (Erbaş ve ark., 2005). Geleneksel lezzetlerimiz içinde önemli bir yeri olan tarhananın besinsel açıdan zenginleştirilmesi önemlidir.

Baklagiller, zengin protein, karbonhidrat, mineraller, B grubu vitaminleri, besinsel lif ve biyoaktif bileşen içeriği ve düşük glisemik indeks değeri ile önemli bir besin grubunu oluşturmaktadır (Duranti, 2006; Ertaş ve ark., 2008; López-Martínez ve ark., 2017). Flavonoidler ve polifenoller, bakliyatlarda yüksek miktarda bulunan, antioksidan aktiviteye sahip biyoaktif bileşenlerdir (Mamilla ve Mishra, 2017; Pal ve ark., 2017). Yüksek miktarda arginin, aspartik asit, lizin, lösin ve glutamik asit içeriğine sahip baklagiller, metiyonin ve sistin gibi kükürtlü aminoasit ve triptofan içeriği bakımından yetersizdirler. Tahıllar ise baklagillere kıyasla daha yüksek miktarda kükürtlü aminoasitlere sahiptir. Bu nedenle, baklagillerin tahıllarla birlikte tüketilmesi aminoasit içeriği açısından birbirine tamamlayıcı etki göstermekte ve dengeli bir esansiyel aminoasit profili oluşturmaktadır (Singh ve Singh,

1992; Boye ve ark., 2010). Ayrıca, aminoasit dengesi sağlanırken mikrobesein ve besinsel lif içeriği de artış göstermektedir (Savtekin, 2014).

Maş fasulyesi, baklagiller familyasına ait bir tür olup diyet lifi, protein, vitamin ve mineraller yönünden oldukça zengin bir içeriğe sahiptir. Maş fasulyesinin protein içeriğinin %20.91-31.32 aralığında değişim gösterdiği ve bu miktarın tahılların yaklaşık üç katı kadar olduğu bildirilmektedir (Anwar ve ark., 2007; Meral ve Karaoğlu, 2019). Yapılan bir çalışmada, maş fasulyesi çorbasının iki majör flavonoid (vitexin ile isovitexin) içerdiği ve yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir (Li ve ark., 2012). Indrani ve ark. (2015) ise ekmek üretiminde maş fasulyesi ununun kullanılması ile örneklerin protein ve diyet lifi miktarlarının önemli derecede arttığını bildirmişlerdir. Maş fasulyesinin yüksek antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde içeriği ile çorba ve makarna gibi çeşitli gıdalarda fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılabileceği rapor edilmiştir (Orak ve ark., 2018).

Çimlendirme, amilaz ve proteazlar gibi enzimlerin aktif edildiği, protein ve nişastanın serbest peptitler, aminoasitler ve basit şekerlere parçalandığı ve besin değerinde artış sağlayan etkili ve ekonomik bir gıda işleme yöntemidir (Jayasena ve James, 2013; Baranzelli ve ark., 2018; Kaur ve Gill, 2020; Cankurtaran Kömürcü, 2021). Çimlendirilmiş tohumların vitaminler, mineraller, aminoasitler ve fenolik bileşikler gibi besin öğelerinin miktarı çimlendirme işleminin etkisi ile artarken, fitik asit, oligosakkaritler, tripsin inhibitörleri ve siyanojenik glikozitler gibi bazı antibesinsel bileşenlerin miktarı azalmaktadır (Özkaynak Kanmaz ve Ova, 2014). Gıdaların besinsel içeriğinin artırılması ve daha fonksiyonel hale getirilmesi amacıyla çimlendirilmiş tahıl ve baklagiller önemli bir katkı maddesi olarak ürün formülasyonlarında yer almaktadır (Şenlik ve Alkan, 2021).

Geleneksel ısı işlemlerinin uygulanmaları sırasında gıdaların maruz kaldığı sıcaklığın arzu edilmeyen kalite değişimlerine yol açması nedeniyle gıda endüstrisinde kullanım potansiyeli olan, hızlı, güvenli, etkili ve basit uygulamalara artan bir talep vardır (Arzeni ve ark., 2012; Şahin Ercan ve Soysal, 2011; Zou ve Jiang, 2016). Gelişmiş gıda teknolojileri arasında yer alan ultrason, gıda işleme ve muhafazasında umut verici etkileri nedeniyle gıda endüstrisinin ilgisini çekmiştir (Knorr ve ark., 2004). Gıda işleme ve muhafazasında kalite parametrelerine (tekstür, besin değeri, organoleptik özellikler) daha az zarar verme, ürün verimliliğini artırma, işlem sürelerini kısaltma gibi birçok önemli avantaja

sahiptir (Arzeni ve ark., 2012; Tao ve Sun, 2015; Zou ve Jiang, 2016). Farklı gıdaların işlenmesinde çeşitli uygulama alanlarına sahip olan yöntem, baklagillerin oligosakkarit içeriğinin azaltılması, ıslatma ve çimlenme süresinin kısaltılması amacıyla da kullanılmaktadır (Mason, 1998; Wambura ve ark., 2008; Yaldagard ve ark., 2008).

Bu çalışmada, ultrason yönteminden yararlanılarak çimlendirme işleminin verimliliğinin ve işlem kalitesinin artırılması hedeflenmiştir. Tarhana formülasyonunda ham (çimlendirilmemiş) ve ultrason destekli çimlendirilmiş maş fasulyesi unlarının kullanılması ile daha yüksek besinsel özelliklere sahip tarhana üretilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla ham ve çimlenmiş maş fasulyesi unları buğday unu ile ikame olacak şekilde farklı oranlarda (%0, 15, 30, 45 ve 60) tarhana formülasyonuna ilave edilmiştir. Üretilen tarhanaların bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir.

1. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

1.1. Tarhana

TSE Tarhana Standardı'na (No: 2282) göre tarhana “Buğday unu, buğday kırması, irmik veya bunların karışımı ile yoğurt, biber, tuz, soğan, domates ve tat-koku verici, sağlığa zararsız bitkisel maddelerin karıştırılıp yoğrulduktan ve fermente edildikten sonra kurutulması, öğütülmesi ve elenmesi ile elde edilen bir besin maddesi” şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 1982).

Tarhana, geleneksel fermente ürünlerimizden biridir (Sabbag ve Boğan, 2019). Tarhananın ilk üretim tarihi ile ilgili net bir bilgi yer almamaktadır (Türker, 1991). Ancak, Orta Asya'dan göç eden Türk ve Moğollar'ın tarhanayı Orta Doğu, Anadolu, Macaristan ve Finlandiya'ya getirip yaygınlaştırdığı kabul edilmektedir (Temiz ve Pirkul, 1990). Farklı bir kaynakta ise Orta Asya'dan İstanbul'a getirildiği, İstanbul'dan da Osmanlı İmparatorluğu aracılığı ile Balkanlar, Orta Doğu ve diğer Doğu Avrupa ülkelerine yayıldığı ifade edilmektedir (Çetinkaya, 2020).

Tarhana, Finlandiya'da “talkuna”, Macaristan'da “tahonya” (Temiz ve Pirkul, 1990), Türkistan'da “göce”, Mısır, Suriye, Ürdün ve Lübnan'da “kishk”, Yunanistan'da “trahanas”, Irak ve İran'da “kushuk” (Işık Erol, 2010), İskoçya'da “atole”, Arnavutluk'ta “trahan”, Bulgaristan'da “trahana” ve Makedonya'da ise “tarana” olarak adlandırılmaktadır (Yıldırım ve Güzeler, 2016; Sabbag ve Boğan, 2019). Tarhanaların üretiminde kullanılan malzemeler ve tüketim şekilleri ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir (Sabbag ve Boğan, 2019). Yunanistan'da tarhana üretiminde inek, koyun ya da keçi sütünün laktik asit fermentasyonuna uğratılması ile elde edilen pıhtı (lor peyniri) ve buğday ununun tercih edildiği, ancak içerisine sebze, zeytinyağı, susam gibi malzemelerin de eklenebildiği (Evangelos ve ark., 1993), Macaristan'da un ve unun kaldırabileceği miktarda yumurtanın kullanıldığı ve tarhana hamurunun kurutulduğu (Coşkun, 2003), Mısır'da ekşi süt ve buğdaydan bir karışım hazırlanarak içerisine kaynamış tavuk eklendiği, Irak'da süt, ekşi hamur ve şalgam kullanıldığı (Alnouri ve Duitschaver, 1974), Finlandiya'da ise yulaf, arpa ve çavdar gibi hububat unları ile bezelye karışımının fırında kurutulduğu ve toz haline getirilip yoğurt ile servis edildiği bildirilmiştir (Coşkun, 2003).

Buğday unu, buğday kırması ya da kepeğinden kısmen arındırılmış buğday tanelerinin yoğurt ile birleşiminden tarhana elde edilmektedir. Tarhana hamurunu uzun süre

muhafaza edebilmek için hamurun kurutulduğu ya da kurutulmadan toprak testi içlerinde saklandığı bildirilmektedir (Göçmen ve ark., 2003). Yaş, kuru ve çerez halinde tüketilen tarhananın standart bir üretim metodu olmamasına karşın genellikle un, ekmek mayası, yoğurt, parçalanmış birkaç sebze, baharat ve tuz içeren karışımın 1-7 gün arası fermente edilmesi ile hazırlandığı belirtilmektedir (İbanoğlu ve ark., 1995; Bilgiçli, 2009; Ertaş ve ark., 2014). Fermantasyon işleminin sonunda hazır hale getirilen hamurdan hazırlanan ürün yaş tarhana olarak adlandırılırken, bu hamurun kurutulup öğütülmesi ile hazırlanan toz karışıma kuru tarhana denilmektedir. Çerez tarhana ise yaş tarhana hamurunun ince halde dökülüp kurutulması ile elde edilmektedir (Yıldırım ve Güzeler, 2016).

Tarhanın maya kullanılarak ya da kullanılmayarak üretilbildiği, ancak maya kullanılması durumunda fermantasyon süresinin kısaltıldığı bildirilmektedir (Temiz ve Pirkul, 1991). Tarhanaya uygulanan fermantasyon işlemi, yoğurttaki laktik asit bakterileri (LAB) ile mayanın (*Saccharomyces cerevisiae*) bir arada çalışması sonucunda gerçekleşmektedir (Yurddaş, 2003). Tarhana fermantasyonu boyunca asitliğin gelişmesinde yoğurttaki *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* bakterileri etkin rol oynamaktadır (Aktaş, 2018). Tarhana üretiminde yoğurt yerine süzme yoğurt, ekşi süt ya da yağı alınmış süt kesigi gibi ürünler de kullanılabilir (Türker, 1991). Ertaş ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada ise tarhana üretiminde yoğurt yerine peyniraltı suyu konsantresinin kullanılabileceği bildirilmiştir. LAB ortamdaki şekerleri fermente ederek laktik asit üretmektedir. Maya ise etil alkol fermantasyonunun gerçekleşmesini sağlayarak etil alkol ve CO₂ oluşturmaktadır. Böylece, maya ve yoğurt bakterileri birlikte laktik asit, etil alkol ve CO₂ ile tarhanaya özgü tat ve aroma veren diğer fermantasyon ürünlerini üretmektedir (Özbilgin, 1983; Temiz ve Pirkul, 1991).

Yapılan bir çalışmada, fermantasyonun mineral emilimine neden olan fitik asit miktarında azalma sağladığı ve tarhananın besleyici değerini arttırdığı belirtilmiştir (Kumral, 2015). Fermantasyon sonunda oluşan organik asitler, pH değerinin düşmesine ya da koruyucu etki göstermesine neden olmaktadır. Böylece, üründe istenmeyen bakteriler üzerinde bakteriyostatik etki oluşmaktadır (Özbilgin, 1983; Temiz ve Pirkul, 1990). Tarhananın bileşimine ilişkin bilgiler Çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1. 1. Tarhananın bileşimi

	Minumum	Maksimum	Ortalama
Nem (%)	6.4	13.9	0.2
Protein (Nx6.26) / (g/100 g)	12.0	29.9	16.0
Karbonhidrat (g/100 g)	41.8	77.5	60.0
Yağ (g/100 g)	1.6	18.2	5.4
Lif (g/100 g)	0.01	3.1	1.0
Tuz (g/100 g)	0.56	10.4	3.8
Kül (g/100 g)	1.4	14.2	6.2

(Dağlıoğlu, 2000)

Tarhana bileşiminde yer alan buğday unu, lizin ve treonin gibi elzem aminoasitler bakımından yoksundur. Tarhana bileşiminde yer alan yoğurtta ise bu aminoasitler yüksek miktarda bulunmaktadır. Böylece, bu iki bileşen elzem aminoasitler yönünden birbirlerini tamamlayarak tarhananın protein kalitesini yükseltmektedir (Özbilgin, 1983; Temiz ve Pirkul, 1991). Nitekim yapılan bazı çalışmalarda, tarhana örneklerinde lizin, treonin ve izolösin içeriklerinin sınırlı düzeyde olmadığı bildirilmektedir. Ayrıca, süzme yoğurt ile üretilen bazı tarhana örneklerinde elzem aminoasitlerden bazılarının, örnek protein olarak kabul edilen yumurtadaki miktara göre daha yüksek değere sahip olduğu bildirilmiştir (Özbilgin, 1983; Yurddaş, 2003). Ticari tarhana örneklerinin incelendiği bir çalışmada ise triptofan dışında dokuz esansiyel aminoasitin yeterli miktarda tarhana örneklerinde bulunduğu bildirilmiştir (Pirkul, 1988).

TS 2282'e göre tarhana, kendine has sarımtırak kırmızı renk, tat ve kokuda olmalı, kirlenmiş ve bozulmuş olmamalı, içeriğinde yabancı organik madde ile gözle görünebilen küf bulunmamalıdır. Ayrıca, tarhananın protein miktarı kuru maddede en az %12, tuz miktarı kuru maddede en çok %10, rutubet miktarı en çok %10, %67'lik etil alkole geçen asitlik derecesi en az %15, en çok %40 ve tuz hariç külün %10'luk hidroklorik asitte çözünmeyen kısmı en çok %0.2 olmalıdır (Anonim, 1982).

Tarhana, hayvansal ve bitkisel kaynaklı bileşenleri bir arada içermesi nedeniyle organik asit, serbest aminoasit, A ve B grubu vitaminleri ile Ca, Fe, Na, K, Mg, Zn ve Cu gibi mineral maddelere sahip zengin bir gıdadır (Göçmen ve ark., 2003; Özdemir ve ark., 2007; Yıldırım ve Güzeler, 2016). Tarhananın yüksek kül içeriğine sahip olması da mineral zenginliğini ortaya koymaktadır (Bilgiçli, 2004). Karakaya ve El (1999), tarhana içeriğinde yer alan başlıca flavonoidin quercetin (5.92 mg/g) olduğunu bildirmişlerdir. Flavonoidlerin,

antikarsinogenik maddelerden oldukları ve antiallerjenik etki gösterdikleri rapor edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, tarhana üretiminde beyaz un ile tam buğday ununun yer değiştirmesi ile mevcut protein ve toplam fenolik madde içeriğinde artış olduğu bildirilmiştir (Demir, 2018a).

Yücecan ve ark. (1988) tarafından yapılan bir çalışmada, Türkiye'nin farklı bölgelerinden elde edilen 15 tarhana örneği incelenmiştir. 100 g tarhana örneklerindeki yağ, protein, Ca, Fe ve Na içeriğinin sırasıyla %4.0-7.2, %12.5-18.6, 59-191 mg, %2.1-5.9 mg ve 296-1130 mg aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Baysal ve ark. (1991) ise 100 gram tarhana örneğinde 316 kkal enerji, 1.9 g posa, 4.4 g yağ, 12.2 g protein, 56.4 g karbonhidrat, 1.8 mg Fe, 68.5 mg Ca, 0.08 mg riboflavin ve 0.01 mg tiamin bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Fermente edilen tarhananın, fermentasyon sonucu mevcut niasin, askorbik asit, riboflavin, patotenik asit ile folik asit içeriğinin arttığı ve LAB tarafından ortamdaki protein, karbonhidrat ve yağ gibi besin öğelerinin parçalanması ile sindirilebilirliği yüksek bir ürün elde edildiği bildirilmiştir (Ekinci, 2005; Şanlıbaba ve Tezel Uymaz, 2019). Ayrıca, fermentasyon işlemi sırasında laktozun LAB tarafından parçalanması ile laktoz intoleransına sahip bireylerin de tüketebileceği bir ürün haline geldiği belirtilmektedir (Dayısoylu ve ark., 2003; Karahan ve ark., 2019). Yapılan bir çalışmada, 3 gün boyunca fermentasyona uğratılan tarhananın, fermentasyon boyunca vitamin içeriklerinde artış olduğu rapor edilmiştir. Çalışma sonucunda, tarhananın 6.10 mg/kg folik asit, 10.15 mg/kg tiamin, 19.35 mg/kg riboflavin, 5.15 mg/kg vitamin B6 ve 24.04 mg/kg niasin içerdiği bildirilmiştir (Yalçın ve ark., 2008). Tarhananın sahip olduğu bazı vitamin ve mineral değerleri Çizelge 1.2'de yer almaktadır.

Tarhanın kimyasal özelliklerinin incelendiği bir araştırmada, evde üretilen tarhana için “besleyici değeri yüksek fermente kurutulmuş bir ürün” ifadesi kullanılmıştır (Özdemir ve Zencir, 2017). Tarhananın, insan beslenmesi üzerindeki önemli özelliklerinden bir tanesi, tahıl proteinlerine süt kaynaklı proteinlerin eklenmesi ile protein kalitesinin iyileşmesidir (Tamer ve ark., 2007). Bir diğeri ise yapım aşamalarından biri olan fermentasyon işlemi ile besin öğelerinin daha kolay sindirilebilmesinin sağlanması ve uzun süre muhafaza edilebilen bir gıda olmasıdır (Işık Erol, 2010).

Çizelge 1. 2. Tarhananın bazı mineral ve vitamin içerikleri (mg/100 g)

	Minimum	Maksimum	Ortalama
Kalsiyum	59	191	109
Demir	2.1	5.9	3.6
Sodyum	296	1130	634
Potasyum	60	182	114
Magnezyum	30	134	78
Çinko	0.8	3.2	1.8
Bakır	147	807	450
Manganez	211	1182	612
B1 vitamini	-	-	0.01
B2 vitamini	-	-	0.08

(Dağlıoğlu, 2000)

Pirkul (1988) tarafından yapılan bir araştırmada, protein değeri ve sindirilebilirliği yüksek olan tarhananın, bebekler, okul çağındaki çocuklar, protein gereksinimi yüksek olan ve yeme zorluğu çeken risk altındaki kişiler için yararlı bir gıda olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, düşük glisemik indeksli gıda grubunda yer alması ile obezite ve diyabet hastalığına sahip bireyler tarafından da güvenle tüketilebilmektedir (Erbaş, 2003; Yıldırım ve Güzeler, 2016).

Fermente bir gıda olan tarhana, probiyotik özelliğe sahiptir ve tüketildiğinde bağırsak sisteminde yer alan patojen bakteriler üzerinde bakterisit ve bağırsak florasını düzenleyici etki göstermektedir (Erbaş, 2003; Göçmen ve ark., 2003; İstek ve ark., 2021). Fermantasyon sonunda, tarhanadaki B grubu vitamin içeriğinde artış gerçekleşmektedir. Bu nedenle, B vitamininin eksikliğinde görülebilen ciddi rahatsızlıkları engellemede tarhananın büyük bir rolü vardır (Taşoğulları, 2017; Kıyak, 2020). Fermente gıdalar antikolesterol etkiye sahiptir. Diyet lifi içeriği yönünden zengin olan tarhananın ise kan kolesterol seviyesinin dengede tutulmasını sağladığı, kolon kanseri riskini azalttığı, yüksek tansiyon ve damar hastalıklarının önlenmesinde etkili olduğu belirtilmektedir (Karahan ve ark., 2019; Özer Altundağ ve ark., 2020). Yapılan bir çalışmada, tarhanadan izole edilen laktobasil suşlarının antimutajenik ve antikanser özellik gösterdiği bildirilmiştir (Abbas Ahmadi ve ark., 2014).

“Fonksiyonel gıdalar; vücudun temel besin öğelerine olan ihtiyacı karşılamının ötesinde insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde ilave faydalar sağlayan, böylelikle hastalıklardan korunmada ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkinlik gösteren

gıdalar veya gıda bileşenleridir” şeklinde tanımlanmaktadır (Hacıoğlu ve Kurt, 2012). Tarhana, B vitamini, sindirilemeyen karbonhidratlar, organik asit ve serbest aminoasit içeriği ile prebiyotik ve fizyolojik etki gösteren fonksiyonel bir gıdadır ve her yaş grubu tarafından tüketilmesi gerekmektedir (Erbaş ve ark., 2004).

1.1.1. Tarhana Çeşitleri

Ülkemizde yaklaşık 50 çeşit tarhana olduğu bildirilmektedir (Coşkun, 2014). TS 2282’e göre üretimde buğday unu, kırmısı ve irmiğinin ayrı ayrı veya farklı oranlarda kullanılma durumuna göre tarhana; un, göce, irmik ve karışık tarhana olmak üzere 4 çeşide ayrılmaktadır (Anonim, 1982).

Un tarhanası: Ege Bölgesi ile Zonguldak, Bolu, Kastamonu, Çanakkale, Antalya, Burdur, Ankara, Uşak ve Tekirdağ illerinde üretilmektedir (Soyyigit, 2004). Un tarhanasının formülasyonunda buğday unu, domates, soğan, biber (kırmızı biber ve/veya yeşil biber), yoğurt, tuz ve sağlığa zararı bulunmayan aroma verici maddeler (nane, dere otu, tarhana otu vb.) yer almaktadır. Tüm malzemeler karıştırıldıktan sonra fermentasyona bırakılır ve fermentasyon sonunda ufak parçalar halinde kurutulur. Kuruyan hamurların öğütülmesinden sonra elekten geçirilmesi ile un tarhanası elde edilir (Anonim, 1982; Esimek, 2010).

Göce tarhanası: Ankara, Nevşehir, Afyonkarahisar, Muğla, Aydın, Çorum, Amasya, Kahramanmaraş, Niğde ve Gaziantep illerinde üretilen sade bir tarhana çeşididir. Üretim şekli, yörelere göre farklılık gösterdiği için top, yarma, yayla, katık ya da dene tarhanası olarak da bilinmektedir (Soyyigit, 2004; Coşkun, 2014). Göce tarhanasının bileşenlerini, buğday kırmısı (buğday tanesinin hiçbir kısmı ayrılmadan öğütülmüş hali), domates, soğan, biber (kırmızı biber ve/veya yeşil biber), yoğurt, tuz ve sağlığa zararı bulunmayan aroma verici maddeler (nane, dere otu, tarhana otu vb.) oluşturmaktadır (Anonim, 1982; Esimek, 2010). Buğday kırmısı, çiğ ya da az su ile pişirilerek yoğurtla karıştırılır ve fermentasyona bırakılır. Fermentasyon sonunda, hamur büyük parçalara ayrılır ve kurutma işlemi gerçekleştirilir (Coşkun, 2014).

İrmik tarhanası: Ana malzemesi irmik olan tarhana çeşidinin diğer malzemelerinde domates, soğan, biber (kırmızı biber ve/veya yeşil biber), yoğurt, tuz ve sağlığa zararı bulunmayan aroma verici maddeler (nane, dere otu, tarhana otu vb.) yer almaktadır. Tüm malzemeler karıştırıldıktan sonra fermente edilir ve kurutma işlemi uygulanır. Kuruyan

tarhanalar öğütölür ve elekten geçirilerek irmik tarhanası elde edilir (Anonim, 1982; Esimek, 2010).

Karışık tarhana: Bu tarhana çeşidinin temel bileşenlerinde buğday kırması, buğday unu ve irmikten en az ikisine yer verilmesi gerekmektedir. Diğer bileşenlerde ise domates, soğan, biber (kırmızı biber ve/veya yeşil biber), yoğurt, tuz ve sağlığa zararı bulunmayan aroma verici maddeler (nane, dere otu, tarhana otu vb.) yer almaktadır. Bütün bileşenler karıştırılır ve elde edilen hamur fermantasyona tabi tutulur. Fermantasyon işleminin sonunda hamurlar kurutulur ve öğütölür. Öğütme işleminden sonra elekten geçirilerek karışık tarhana elde edilir (Anonim, 1982; Esimek, 2010).

Türkiye'nin her bölgesinde sıklıkla üretilen tarhananın üretim yöntemi genellikle aynıdır, ancak kullanılan tat ve aroma verici malzemelerin farklılaşması ile çeşitlilik kazanmaktadır (Sabbağ ve Boğan, 2019). Tarhananın ana malzemeleri genellikle un ve yoğurt olsa da formülasyonuna süt, ekşi süt, yumurta, tuz, farklı aroma maddeleri, çeşitli sebze, meyve ve baharat gibi katkı maddeleri eklenerek de hazırlanabilmektedir. Buğday unu yerine mısır, arpa, çavdar ve pirinç unu gibi farklı un çeşitleri ile baklagiller de kullanılmaktadır (Temiz ve Pirkul, 1991; Gürdaş, 2002; Şanlıbaba ve Tezel Uymaz, 2019). Gelenek, alışkanlık ve yöresel farklılıklara göre değişik isimlerde her yörenin kendine has bir tarhana çeşidi bulunmaktadır (Temiz ve Pirkul, 1990). Tarhana çeşitlerine ilişkin bilgiler Çizelge 1.3'te verilmiştir.

Çizelge 1. 3. Ülkemizde üretilen bazı tarhana çeşitleri

TARHANA	YÖRESİ	MALZEMELER	REFERANS
Ak Tarhana	Kütahya	Un, maya, yoğurt, kırmızıbiber, domates, soğan, nane, acı biber, tuz	Coşkun, 2014
Beyşehir Tarhanası	Konya	Göce (yarma-dövme), süzme yoğurt, tereyağı, süt, su	Coşkun, 2014
Et Tarhanası	Karaman	Kıyma, haşlanmış patates, salça, köftelik ince bulgur (dügürcük), çeşitli baharatlar (karabiber, pul biber vs.), tuz	Coşkun, 2014
Gediz Tarhanası	Kütahya	Kırmızıbiber, ekşi maya, un, soğan, yoğurt, nane, tuz	Coşkun, 2014
Gendime Tarhanası (Gendüme ya da Buğday Aşlığı Tarhanası)	Erzincan	Gendime (buğday yarması), ekşitilmiş çiğ süt ve yoğurt, un, yeşilbiber, kapyra biber, domates, su, tuz	Başar ve ark., 2019
Göce Tarhanası (Top Tarhana)	Aydın, Ankara, Maraş, Muğla	Buğday yarması, süzme yoğurt, su, tuz	Coşkun, 2014
Göçmen Tarhanası	Marmara bölgesi	Un, ekmek mayası, domates, yoğurt, salça, lor peyniri, yeşilbiber, yumurta, çeşitli baharatlar (karabiber, toz karanfil, pul biber, toz tarçın, kimyon), tuz	Coşkun, 2014
Hamur Tarhanası	Burdur	Buğday unu (iri öğütülmüş), çörekotu, çörtük otu (tarhana otu), ayva, kırmızıbiber, su, tuz	Coşkun, 2014
Kıymalı Tarhana	Trakya yöresi	Un, kıyma, daha önce yapılmış tarhana, salçalık kırmızıbiber, yoğurt, domates, soğan, süt, yaş ekmek mayası, peynir, tuz	Coşkun, 2014
Kızılıcak Tarhana, Kiren Tarhanası, Ekşi Tarhana	Zonguldak, Bolu, Kastamonu, Bursa, Düzce, Kütahya	Buğday unu ya da arpa göcesi, kiren (kızılıcak), tuz	Coşkun, 2014
Maraş Cips Tarhanası	Kahramanmaraş	Dövme buğday, yoğurt (keçi ya da koyun sütünden üretilmiş), su, tuz	Yıldırım ve Güzeler, 2016
Maraş Tarhanası	Kahramanmaraş	Buğday yarması (dövme), yoğurt, kekik, çörekotu, su, tuz	Coşkun, 2014
Pancarlı Tarhana	Kastamonu	Ak tarhana, haşlanmış pancar	Coşkun, 2014

Sakızlı Tarhana	İzmir	Un, süt, damla sakızı, karanfil, et suyu, karabiber, tuz	Özer Altundağ ve ark., 2020
Sebzeli Top Tarhana	Denizli	Top tarhana, balkabağı, börülce, tereyağı, karabiber, su, tuz	Coşkun, 2014
Sivas Tarhanası (Urumeli)	Sivas	Un, soğan, domates, salçalık biber, yeşilbiber, maydanoz, yoğurt, çeşitli baharatlar (nane, karabiber, pul biber), tuz	Gürdaş, 2002
Süt Tarhanası	Çanakkale, Tokat, Sinop, Edirne, Tekirdağ	Süt, buğday yarması, karabiber, tuz	Coşkun, 2014; Özer Altundağ ve ark., 2020
Şalgamlı Tarhana	Kahramanmaraş	Maraş tarhanası, haşlanmış şalgam, haşlanmış nohut	Coşkun, 2014
Şıra Tarhanası	Tekirdağ	Üzüm şırası, irmik, ezilmiş karanfil	Ertas ve Gezmen Karadağ, 2013
Tatlı Tarhana	Malatya	Üzüm şırası, düğür (gendime/döğme ufağı), dövülmüş ceviz, tuzsuz tereyağı	Coşkun, 2014
Top (Diş/Göce) Tarhana	Isparta	Dövülmüş buğday, dereotu, nane, maydanoz, yoğurt, tuz	Coşkun, 2014
Trakya Tarhanası	Kırklareli, Edirne, Tekirdağ	Un, yoğurt, ekşi hamur, kırmızı tarhanalık biber, soğan, domates, biber ya da domates salçası, dereotu, nane, boy otu tohumu (çemen tohumu), tuz	Coşkun, 2002
Un Tarhanası	Ege bölgesi	Soğan, domates, biber, kırmızıbiber, süzme yoğurt, tarhana otu	Coşkun, 2014
Uşak Tarhanası	Uşak	Buğday unu, tam yağlı yoğurt, domates, soğan, kırmızıbiber, nane	Çekal ve Aslan., 2017
Üzüm Tarhanası	Tokat	Siyah veya beyaz üzüm şırası, ince buğday kırmısı (düğü)	Coşkun, 2014
Vişne-Üzüm Tarhanası	Erzincan	Dövülmüş buğday ya da yarma, un, vişne suyu, üzüm suyu	Başar ve ark., 2019
Yaş Tarhana	Kastamonu, Eskişehir, Çankırı	Un, yeşilbiber, yoğurt, soğan, dereotu tohumu, salatalık, domates, ayva, maydanoz, kırmızıbiber, dereotu, taze nane, fesleğen, sarımsak, baharat çeşitleri, tuz	Erbaş, 2003; Özdemir ve ark., 2012

1.1.2. Tarhana Üretim Aşamaları

Yaygın bir kullanım alanına sahip tarhana, ülkemizde genellikle evlerde geleneksel yöntem ile üretilmektedir (Erbaş, 2003). Ancak, son yıllarda ticari tarhana üretimi de artmış durumdadır. Bu durum, kentsel nüfusun hızla artması, kadınların çalışma hayatında daha çok yer alması ve evlerdeki üretimin yetersiz gelmesi sonucu hazır gıdalara karşı artan bir talebin olması ile ilişkilendirilmektedir (Erdem, 2008; Şanlıbaba ve Tezel Uymaz, 2019). Endüstrideki ilk ticari tarhana üretiminin 1950 yılında başladığı bildirilmiştir (Temiz ve Pirkul, 1991). Ticari tarhanalarda karıştırma, fermantasyon ve kurutma aşamaları modern cihazlarla gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemde, hijyen yönünden daha güvenilir bir ürün elde edilmektedir (Baysal ve ark., 1991; Gürdaş, 2002). Ancak, yapılan bir araştırmada ticari tarhanalardaki protein değeri 3.42-7.95 g/100g, evlerde üretilen tarhanalardaki protein değeri ise 17.60-17.80 g/100 düzeylerinde belirlenmiştir. Sonuç olarak, ticari tarhanaların protein kaynağı yönünden yoksun bir içeriğe sahip oldukları görülmektedir (Pirkul, 1988).

Evlerde geleneksel yöntemle üretilen tarhanalar için üretim basamakları hammaddeleri hazırlama ve karıştırma, 30-35 °C'de 1-5 gün boyunca fermantasyona tabi tutma, kurutma, öğütme ve depolamadan oluşmaktadır (Şanlıbaba ve Tezel Uymaz, 2019). Ticari tarhana üretiminde ise hammaddelerin hazırlanması, karıştırma ve yoğurma, fermantasyon, yayma, kurutma, öğütme, ambalajlama ve depolama aşamaları uygulanmaktadır (Gürdaş, 2002).

Hammaddelerin Hazırlanması: Tarhana üretiminde taze ya da kurutulmuş soğan, domates, biber gibi sebzeler kullanılmaktadır. Kullanılacak malzemelere yıkama ve kesme işlemleri uygulanmaktadır. Bunun yanında, taze sebzelerin tercih edilmesi halinde pişirme işlemi de yapılabilmektedir (Gürdaş, 2002).

Karıştırma ve Yoğurma: Pişirilmiş ya da çiğ haldeki sebzeler kıyma makinesinden geçirilerek çelik kazanda birbirleri ile özleşene dek karıştırılmaktadır. İşlem bittiğinde un, yoğurt ve sebze karışımı yoğurma makinelerine alınmaktadır (Gürdaş, 2002).

Fermantasyon: Elde edilen hamur, fermantasyon kaplarına alınarak belirli sıcaklığa sahip fermantasyon odalarında 5 gün bekletilmektedir (Gürdaş, 2002). Fermantasyon odalarındaki sıcaklık 30-35 °C olmalıdır ve havalandırma sistemi bulundurulmalıdır (Ekinci, 2005). Fermantasyon işleminin sonunda, hamurda oluşan organik asitlerin pH'yı 3.8-4.2 aralığına

düşürmesi ile patojen ve bozulmalara neden olabilecek mikroorganizmaların inhibe edildiği bildirilmiştir (İbanoğlu ve ark., 1995).

Yayma: Kurutma işlemini kolaylaştırmak için merdane yardımı ile hamurların kalınlığı 3-5 mm, uzunluğu ise 15-20 cm olacak biçimde açılmaktadır. Bu işlem için otomatik çift merdane sistemi tercih edilmektedir (Gürdaş, 2002).

Kurutma: Hamur parçaları hareketli bir bant üzerine yerleştirilerek kurutma makinelerinde belirli nem içeriğine sahip olana dek kurutulmaktadır. Geleneksel yöntemle hazırlanan tarhanaların kurutma işlemi 3-4 gün sürerken kurutma makineleri ile bu süre 4-5 saate kısaltılabilmektedir (Gürdaş, 2002). Geleneksel yöntemde tarhanaların güneş yoluyla kurutulması sağlanmaktadır. Ticari üretimde ise dondurarak kurutma, tünel kurutucuda kurutma, mikrodalgada destekli fırınlarda kurutma gibi farklı teknikler kullanılabilmektedir (İbanoğlu, 1999; Şanlıbaba ve Tezel Uymaz, 2019). Yapılan bir çalışmada, farklı kurutma metotları ile üretilen tarhanalardaki riboflavin değerleri incelenmiştir. En fazla riboflavin kaybı (%84.49) güneşte kurutulmuş tarhana örneklerinde belirlenmiştir (Güney Funda, 2009). Başka bir çalışmada ise dondurarak, tünel kurutucuda ve mikrodalga fırınında kurutma yöntemlerinin tarhana kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Mikrodalga ile kurutulan tarhanaların duyuşal özellik ve renk değerlerinin diğer yöntemlere kıyasla daha üstün olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, güneşte kurutma işlemine alternatif olarak mikrodalga kurutma yönteminin tercih edilebileceği bildirilmiştir (Hayta ve ark., 2002).

Öğütme: Kurutulmuş hamur parçaları laboratuvar tipi öğütücü yardımı ile partikül boyutu 1 mm'nin altında olacak şekilde öğütülmektedir (Gürdaş, 2002; Gediz, 2021).

Ambalajlama ve Depolama: Kurutulmuş toz tarhanalar, otomatik makinelerde alüminyum folyo torbalar kullanılarak ambalajlanmaktadır (Gürdaş, 2002). Muhafaza sırasında depo sıcaklığının 20 °C olmasına ve tarhanaların, duyuşal ve diğer özelliklerine olumsuz etki gösterecek maddelerden uzak bir şekilde muhafaza edilmesine dikkat edilmesi gerekmektedir (Işık Erol, 2010).

1.2. Maş Fasulyesi

Maş fasulyesi (*Vigna radiata* (L.) Wilczek), Leguminosae familyasına ait bir bitki türüdür (Oplinger ve ark., 1990; Ganesan ve Xu, 2018; Karaman ve Türkay, 2022). *Vigna* savi cinsi içerisinde yenilebilir en önemli baklagil türlerinden birini maş fasulyesinin oluşturduğu

(Toker ve ark., 2002; Nair ve ark., 2013) ve çeşidine göre renklerinin yeşil, sarı, kahverengi ya da benekli siyah olarak değiştiği belirtilmektedir (Oplinger ve ark., 1990). Maş fasulyesi, bazı yörelerimizde meş fasulyesi, cin börülce ya da maş ülübüsü gibi isimlerle de bilinmektedir (Şahan, 2017; Karaman, 2019). Dünyada ise mung bean, green gram, oregon pea, golden gram, chickasaw pea, moong, chop suey bean ya da chickasaw pea olarak adlandırılmaktadır (Oplinger ve ark., 1990; Lambrides ve Godwin, 2007).

Maş fasulyesine ilk kez M.Ö. 2000'li yıllarda Hindistan'da rastlandığı bildirilmektedir (Toker ve ark., 2002). Günümüzde Güneydoğu Asya, Güney Amerika ve Avustralya başta olmak üzere (Oplinger ve ark., 1990) Hindistan, Pakistan, Bangladeş, Myanmar, Tayland, Filipinler, Çin ve Endonezya gibi birçok ülkede yaygın olarak yetiştirilmektedir (Ahmadinejad ve ark., 2017). Ülkemizde ise yaklaşık 200 yıldır maş fasulyesi tarımının yapıldığı ve genellikle Güneydoğu Anadolu bölgesinin bazı yörelerinde ve Karaman ilinde yetiştirildiği bildirilmiştir (Akdağ, 1995; Şahin, 2018; Göze Özdemir ve Karaman, 2020).

Maş fasulyesi farklı şekillerde (pişirilerek, fermente edilerek ya da filizlendirilerek) tüketilmektedir. Maş fasulyesinin filizleri çiğ olarak salatalarda kullanılmakta ya da pişirilerek de tüketilebilmektedir (Orak ve ark., 2018). Maş fasulyesi filizleri için en uygun pişirme tekniğinin buharda pişirme olduğu bildirilmektedir. Buharda pişirme yöntemi ile maş fasulyesi filizlerindeki antioksidan aktivite içeriğinin daha iyi korunduğu belirtilmiştir (Wongsiri ve ark., 2015). Çin ve diğer Asya ülkelerinde ise yazın çorba olarak tüketildiği belirtilmektedir (Cao ve ark., 2011). Maş fasulyesi, tarımda da yeşil gübre mahsulü olarak kullanılabilir. Sap, yaprak ve kabukları ise çiftlik hayvanları için yem olarak değerlendirilmektedir (Ullah ve ark., 2014).

Maş fasulyesi, soya fasulyesinden 1.5 kat daha fazla proteine sahiptir (Oplinger ve ark., 1990). Yapılan bir çalışmada, maş fasulyesinin kül, protein, yağ, selüloz ve karbonhidrat miktarının sırasıyla %4.5-5.5, %25.0-28.0, %1.0-1.5, %3.5-4.5 ve %62.0-65.0 aralığında değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca, protein içeriğinin genotip ve çevre koşullarına göre %19.0-29.0 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Jomduang, 1985). Pakistan'da yapılan başka bir çalışmada ise dört farklı maş fasulyesi çeşitlerindeki yağ, kül ve protein içeriğinin sırasıyla %1.20-1.56, %2.96-3.39 ve %20.97-31.32 aralığında değişim gösterdiği, tohumların linoleik asit ve tokoferol (α , γ , δ) yönünden zengin olduğu bildirilmiştir (Anwar

ve ark., 2007). Albümin ve globulin, maş fasulyesi tohumlarında bulunan ana depolama proteinleridir ve maş fasulyesi proteininin sırasıyla 25'ini ve %60'ını oluşturmaktadır (Wang ve ark., 2004; Kudre ve ark., 2013). Ayrıca, aromatik aminoasitler, valin, lösin, izolösin, metionin ve lisin gibi esansiyel aminoasitleri yüksek miktarda içermektedir (Mubarak, 2005). Birçok aminoasitin varlığından dolayı, maş fasulyesinin tam protein olarak bilindiği (Ullah ve ark., 2014) ve tahıllarla birlikte tüketilmesi halinde bir öğündeki protein kalitesini arttıracakı belirtilmektedir (Wang ve ark., 2004; Kudre ve ark., 2013).

Bunun yanı sıra maş fasulyesi, çeşitli vitaminler, mineraller (Liu ve ark., 2014), fenolik bileşikler ve oligosakkaritler (Lin ve Lai, 2006; Wongsiri ve ark., 2015) yönünden de zengindir. Antitümör, antidiyabetik (Orak ve ark., 2018), antihipertansif, antiinflamatuvar ve antimikrobiyal gibi özelliklere sahiptir (Tang ve ark., 2014). Rafinoz, stakiyhoz ve verbaskoz genellikle baklagillerde bulunan ve insanlarda gaz yapıcı etkiye neden olan oligosakkaritlerdir. Maş fasulyesi, diğer baklagillere kıyasla karbonhidratları daha kolay sindirilebildiği için daha az gaz oluşturmaktadır (Nair ve ark., 2013). Ayrıca, yeterli ön ıslatma, çimlendirme ya da fermentasyon işlemi ile bu etkiyi de ortadan kaldırmanın mümkün olduğu belirtilmiştir (Tang ve ark., 2014). Yapılan bir çalışmada, Mısır'daki maş fasulyesi çeşidi (Giza-1) tohumlarındaki tripsin inhibitörü, tanin ve hemaglutinin içeriğinin pişirme ile, fitik asit, stakiyhoz ve rafinozun ise çimlenme ile azaltıldığı bildirilmiştir (Mubarak, 2005). Maş fasulyesindeki biyoaktif bileşiklerin, dejeneratif hastalıkların önlenmesinde rol oynadığı (Min, 2001; Orak ve ark., 2018) ve çimlendirme işleminin ham protein, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve esansiyel aminoasitlerden fenilalanin içeriğini arttırdığı belirtilmektedir (Wongsiri ve ark., 2015). Beyaz ve kırmızı fasulye gibi yaygın tüketilen fasulye çeşitleri ile maş fasulyesinin antioksidan değerlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, maş fasulyesinin diğer çeşitlere kıyasla daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Orak ve ark., 2018).

Fitik asit, tahıl ve baklagillerde yaygın olarak bulunmaktadır. Maş fasulyesinin fitik asit içeriğinin ise güvercin bezelyesi, soya fasulyesi ve tahıllara göre daha düşük olduğu bildirilmektedir. Ancak, bünyesinde bulunan tripsin inhibitörleri, hemaglutinin, tanen ve fitik asitin biyolojik fonksiyonlara sahip olduğu ve toksinleri elimine ettiği bildirilmiştir (Tang ve ark., 2014).

Tahıl ve baklagil bazlı diyetlerde, fitik asitin demir, çinko ve diğer minerallerin biyoyararlılığını azaltabileceği belirtilmektedir (Welch, 2002). Bebek mamalarının üretimi için maş fasulyesinden yararlanıldığında demir yönünden zengin bir gıda elde edildiği belirlenmiştir (Nair ve ark., 2013). Maş fasulyesi ve filizleri, tahıllara kıyasla daha düşük enerji içeriğine sahip olduğu için obezite ve diyabete sahip bireyler tarafından rahatlıkla tüketilebilmektedir (Tang ve ark., 2014). Ayrıca, baklagiller içerisinde sahip olduğu yüksek sindirilebilirlik değeri (%92.2), düşük yağ oranı (1.08%) ve midede daha az gaz yapıcı (29–30 mL/h, flatulans) özellik göstermesi ile bebek, çocuk, hasta ve yaşlıların beslenmesinde olduğu gibi çölyaklı bireylere yönelik glutensiz ürün formülasyonlarının geliştirilmesinde tercih edilmektedir (Sharma ve ark., 2017; Taşkın, 2019).

Maş fasulyesi tohum ve filizlerinin yüksek besinsel değerinin yanı sıra, düzenli olarak tüketilmesi halinde çeşitli hastalıkların riskini azaltan ve sağlığı geliştiren fonksiyonel özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Kruawan ve ark., 2012; Nakamura ve ark., 2016). Liu ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışma sonucunda, maş fasulyesi ekstraktında vitexin ve isovitexin bileşenleri majör olarak belirtilmiştir. Bu bileşenlerin hepatoprotektif etkiye sahip olduğu ve alkol kullanıma bağlı olarak gelişen karaciğer hastalıklarının tedavisinde nutrasötik ve fonksiyonel bir gıda olarak kullanılabileceği rapor edilmiştir. Maş fasulyesi protein izolatlarından anjiyotensin inhibitörü elde edildiği (Li ve ark., 2006), belirli proteinlerin antifungal ve antibakteriyel aktivite sergilediği (Wang ve ark., 2004), maş fasulyesi filizlerinin ise antitümör etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Souček ve ark., 2006).

Maş fasulyesi filizlerinin serinletici etkiye sahip olduğu, Hindistan'da felç, ateş, öksürük, romatizma ve sinir hastalıkları için tercih edildiği belirtilmektedir (Ganesan ve Xu, 2018). Ayrıca, vücuttaki toksinleri temizleme, tümör oluşumunu engelleme, kolesterolü düşürme ve iltihap kurutma gibi etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Şahan, 2017).

El-Adawy ve ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, 72 ve 120 saat süre ile çimlenen maş fasulyesi, bezelye ve mercimek tohumlarının kimyasal kompozisyonu ve antibesinsel faktörleri incelemişlerdir. Artan çimlenme süresi ile tohumlardaki toplam yağ, protein ve karbonhidrat içeriğinin azaldığını, lif ve kül içeriğinin ise arttığını bildirmişlerdir.

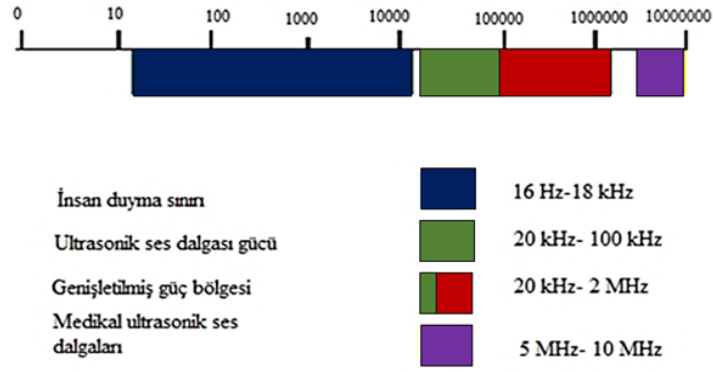
Akaerue ve Onwuka (2010) tarafından yapılan çalışmada, kabuklu ve kabuksuz maş fasulyesi unlarının su tutma kapasitesi, köpük kapasitesi, yağ tutma ve emülsiyon değerleri üzerine farklı sürelerde kaynatma, kızartma ve çimlenme işlemlerinin etkileri

araştırılmıştır. Kaynatma işleminde en yüksek su tutma kapasitesi 30 dakika kaynatılan kabuğu alınmış maş fasulyesinde, en yüksek yağ tutma, emülsiyon ve köpük kapasitesinin ise 90 dakika kaynatılan maş fasulyesinde olduğu bildirilmiştir. Kızartma işleminde en yüksek köpük kapasitesinin 60 dakika boyunca kızartılan kabuklu maş fasulyesinde olduğu rapor edilmiştir. Çimlenme işleminde ise en yüksek su tutma, emülsiyon ve köpük kapasitesi 48 saat çimlenmeye tabi tutulan kabuklu maş fasulyesinde, en yüksek yağ tutma kapasitesi 72 saat çimlendirilen maş fasulyesinde olduğu bildirilmiştir. Araştırma sonunda, ham ve işlenmiş maş fasulyesi unlarının yüksek jelleşme kapasitesine (%2-6) sahip olduğu bildirilmiştir.

1.3. Ultrason Teknolojisi

Ultrason, saniyede 20000 ya da daha fazla ses dalgasının titreşimi ile gerçekleştirilen bir enerji türüdür (Mason ve ark., 1996; Timothy ve Leighton, 2007; Soria ve Villamiel, 2010). İnsan kulağı tarafından algılanamayacak kadar (20 kHz'in üzerinde) yüksek bir frekansa sahip olan teknik, katı, sıvı ve gazlardan genleşme ve sıkışma olarak geçebilen ses dalgaları olarak da tanımlanmaktadır (Timothy ve Leighton, 2007; Krautkrämer ve Krautkrämer, 2013; Rose, 2014).

Yeşil ve yenilikçi anlayışa sahip olan ultrason teknolojisi, farklı frekanslardaki (20 kHz-10 MHz) ses dalgalarını kullanmakta, toksik etki göstermemekte ve bu nedenle de umut verici bir yöntem olarak bildirilmektedir (Harvey ve Loomis, 1929; Arzeni ve ark., 2012). Ultrason uygulanan alanlara ses dalgalarının etki etmesiyle titreşim gerçekleşmektedir ve dakikadaki toplam titreşim sayısına frekans denilmektedir (Yüksel, 2013a). Ultrasonik ses dalgalarının frekans aralıkları (Ünal, 2012) Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. 1: Ultrasonik ses frekans aralıkları

Ultrason, gıdalara zarar vermeyen, gıdaların besin değerlerinde kalite kayıplarına neden olmayan ve kısa sürede işleme avantajı sağlayan hızlı bir teknik olarak ifade edilmektedir (Garcia-Alvarez ve ark., 2006). Bu yöntem ile gıdaların yapısında yüksek sıcaklıkların etkisiyle açığa çıkan vitaminlerin, uçucu tat-koku maddelerinin ve diğer besin öğelerinin kaybı gibi olumsuzlukların engellendiği bildirilmektedir (Şahin Ercan ve Soysal, 2011).

Ultrason uygulamaları, frekans aralığına göre düşük enerjili (tahribatsız veya yüksek frekanslı ultrason) ve yüksek enerjili (güçlü veya düşük frekanslı ultrason) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Mason, 2003). Düşük enerjili ultrason, 1 W/cm² altındaki güç yoğunluğu ve 100 kHz'den yüksek frekanslardaki enerji iletimini sağlayan bir tekniktir (Bermudez-Aguirre ve ark., 2011; Chandrapala ve Zisu, 2016). Yüksek enerjili ultrason ise 10-1000 W/cm² güç yoğunluğunda ve 20-100 kHz arasındaki düşük frekanslarda uygulanan ultrasonik bir tekniktir (Dubrović ve ark., 2011). Ayrıca, düşük enerjili ultrason için düşük yoğunluklu yüksek frekans sistemi, yüksek enerjili ultrason için de yüksek yoğunluklu düşük frekans sistemi ifadeleri kullanılmaktadır (McClements, 1995; Mason, 1998).

1.3.1. Düşük Enerjili Ultrason

Yüksek frekansta uygulanan düşük enerjili ultrason, gıda kalitesini kontrol etme (Bermudez-Aguirre ve ark., 2011; Chandrapala ve Zisu, 2016), kristalizasyon, filtrasyon, emülsifikasyon, dondurma, yüzey temizliği, enzim inaktivasyonu, et tenderizasyonu ile gıdanın tekstür, bileşim ve viskozite gibi fizikokimyasal özelliklerini belirlemede yaygın olarak kullanılmaktadır (Thakur ve Nelson, 1997; Yüksel, 2013b). Isıl işlemlere kıyasla, düşük yoğunlukta uygulanan bir enerji türü olduğu için fiziksel ve kimyasal değişikliklere, besin kayıplarına ve organoleptik özelliklerde olumsuz etkilere neden olmaz (Mason ve ark., 1996;

Dubrović ve ark., 2011; Loveday ve ark., 2013; Chandrapala ve Leong, 2015; Mohammadi ve ark., 2017).

Yapılan bazı çalışmalarda, peynir üretim proseslerinin farklı aşamalarının izlenmesinde (Benedito ve ark., 2002), ekmek içi gözenek yapısı ile mekanik özelliklerin incelenmesinde (Elmehdi ve ark., 2003), havuç, avokado, mango ve kavun gibi çeşitli sebze ve meyvelerin tekstür, olgunluk ve sıklık gibi kalite parametrelerinin değerlendirilmesinde düşük enerjili ultrason tekniğinin başarıyla kullanılabileceği bildirilmiştir (Nielsen ve ark., 1998; Mizrach, 2007; Kim ve ark., 2009).

1.3.2. Yüksek Enerjili Ultrason

Düşük frekans aralığında uygulanan yöntem, ürün işlemede, etlerin yumuşatılmasında, cansız ve kavitasyona dayanıklı materyallerde, ısıya duyarlı malzemeleri kurutmada, oksidasyon reaksiyonlarını harekete geçirmede, sıvı gıdalardaki gazın giderilmesinde (McClements, 1995), kristalizasyon, mikrobiyal ve enzimatik inaktivasyon işlemlerinde kullanılmaktadır (Thakur ve Nelson, 1997; Knorr ve ark., 2004).

Bu uygulama için en yaygın ultrasonik cihaz olarak bilinen ve 40 kHz’de çalışan ultrasonik banyo ve prob tipi ultrason ekipmanı tercih edilmektedir. Gıda endüstrisinde de genellikle bu iki çeşit ultrason sistemi kullanılmaktadır (Mason, 1998).



Şekil 1. 2: Ultrasonik banyo

Dubrović ve ark. (2011), yüksek yoğunluklu ultrason ve pastörizasyon işleminin çilek suyu üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Ultrason yönteminin (20 °C’de 3-6 veya 9 dakika) çilek suyundaki toplam antosiyanin içeriğini yüksek oranda koruduğu ve pastörizasyona (85 °C 2 dakika) kıyasla iyi bir alternatif yöntem olarak kullanılabileceği

bildirilmiştir. Başka bir çalışmada ise yüksek enerjili ultrasonun, bitki ve tohumlardaki organik bileşiklerin ekstraksiyonu üzerinde olumlu etkilerinin olduğu rapor edilmiştir (Tavman ve ark., 2009).

Ultrason işlemi esnasında ses dalgası, sıvı bir ortamla karşılaşarak uzunlamasına dalgalar oluşturmaktadır. Böylece, genişleme bölgeleri ve dalgalı sıkıştırma meydana gelmektedir. Basınç değişikliği nedeniyle ortam içinde gaz kabarcıkları oluşmaktadır (Dolatowski ve ark., 2007). Belirli bir hacme ulaşan gaz kabarcıkları, daha fazla enerjiyi içlerinde hapsedemediklerinde patlamaya başlarlar ve kavitasyon olayı gerçekleşir. Patlama sırasında gaz kabarcıklarının yapılarında çok yüksek derecede ısı (yaklaşık olarak 5000 °C) ve basınç (tahminen 500 MPa) oluşturduğu belirtilmiştir (Suslick, 1990). Kavitasyon, noktasal sıcaklık yükselişi, şok dalgaları, hücre çeperinde incelme ve mikro buharlaşma gibi etkiler oluştursa da besin değerlerinde ve organoleptik kalitede herhangi bir olumsuzluğa neden olmadığı bildirilmiştir (Patist ve Bates, 2008; Ünal, 2012). Kavitasyon, ultrasonun uygulanma şekline (örn. frekans, yoğunluk), ortam özelliklerine (örn. viskozite, yüzey gerilimi) ve ortam koşullarına (örn. sıcaklık, basınç) bağlı olarak gerçekleşmektedir (Dolatowski ve ark., 2007).

Gıda endüstrisinde giderek yaygınlaşmakta olan ultrason yöntemi, filtrasyon, marinyasyon, pişirme, ekstraksiyon, kesme, dondurma, kalıptan çıkarma, kurutma, sıvı gıdalarda gaz ve köpük oluşumunu giderme, prosesleri hızlandırma ve en aza indirme, et tenderizasyonu (Chemat ve ark., 2011), pastörizasyon, kristalizasyon, sterilizasyon, karıştırma, fermentasyonu hızlandırma (Wambura ve ark., 2008), malt üretiminde ıslatma ve çimlenmeyi hızlandırma (Yaldagard ve ark., 2008), tekstür, viskozite ve birçok katı ya da sıvı gıda konsantrasyonlarını ölçme (Valero ve ark., 2007), tohumların çimlenme yüzdesini ve filiz verimini arttırma (Liu ve ark., 2021), gıda maddelerinin bileşimini ve fizikokimyasal özelliklerini belirleme (Fellows, 2000), mikroorganizma ve enzimleri inaktif hale getirme gibi amaçlarla kullanılmaktadır (McClements, 1995). Ayrıca, sebze ve meyvelerdeki gizli çürükler ile iç kalitelerinin tespit edilmesinde ürüne zarar vermeden uygulanan bir yöntemdir (Mizrach ve ark., 2008).

Ertaş (2013), ultrason ve mikrodalga uygulamalarının buğday, nohut, fasulye, soya fasulyesi ve mısır tanelerindeki renk, fitik asit, protein ve mineral içeriği üzerine etkilerini araştırmıştır. Ultrason yöntemine kıyasla, mikrodalga uygulamasının tohumlarda

daha yüksek fitik asit kaybı sağladığı, ultrason uygulamasının ise mikrodalgaya göre daha düşük karotenoid pigment kaybına neden olduğu bildirilmiştir. En yüksek mineral kayıplarının ise mikrodalga ile ısıtılmış tanelerde olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, 25 °C’de uygulanan ultrason yöntemi ile minerallerin önemli ölçüde korunduğu rapor edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, sabit pişirme süresindeki nohut tanelerine 25 kHz 100 W, 40 kHz 100 W ve 25 kHz 300 W gücünde ultrason uygulanmıştır. Farklı güç kullanımının örneklerin nem almasında, yükselen sıcaklık dereceleriyle ise su absorpsiyon hızı ve difüzyon katsayısında artış olduğu rapor edilmiştir (Yıldırım ve ark., 2011).

Jose ve ark. (2015), farklı fasulye çeşitlerine 30 dakika boyunca uygulanan ultrason yönteminin pişirme süresini azalttığını, su absorpsiyonunu ise arttırdığını bildirmişlerdir.

Gıdalarda, ultrason yönteminin tek başına kullanılması ile mikroorganizma yükünde yeterli bir düşüş sağlanamadığı ancak termosonikasyon, manosonikasyon ya da manotermosonikasyon gibi işlemlerle birlikte uygulandığında sinerjistik etki oluşturduğu ve daha başarılı sonuçlar alındığı bildirilmiştir (McClements, 1995; Piyasena ve ark., 2003; Torley ve ark., 2007). Gıda endüstrisinde çeşitli ürünler üzerine uygulanan ultrason yönteminin farklı prensiplerinden yararlanılması ile sağladığı bazı avantajlara Çizelge 1.4’de yer verilmiştir.

Çizelge 1. 4. Ultrason yönteminin sağladığı bazı avantajlar

UYGULAMA	GELENEKSEL YÖNTEMLER	ULTRASON PRENSİBİ	AVANTAJ	ÜRÜN
Pişirme	Ocak, fritöz, su banyosu vb.	Uniform ısı transferi	Kısa zaman Isı transferi Organoleptik kalitenin iyileşmesi	Et Sebze
Dondurma	Dondurucu, temas yüzeyi ile dondurma, daldırarak dondurma vb.	Uniform ısı transferi	Kısa zaman Küçük kristaller Difüzyonun artması Sıcaklığın kısa sürede düşürülmesi	Et Sebze Meyve Süt ürünleri
Kurutma	Atomizasyon, dondurma, sıcak gaz buharı, püskürtme	Uniform ısı transferi	Kısa zaman Organoleptik kalitenin iyileşmesi Isı transferinin artması	Kurutulmuş ürünler (sebze, meyve vb.)
Marinasyon	Salamura	Kütle transferi	Kısa zaman Organoleptik kalitenin iyileşmesi Stabilite	Balık Sebze Meyve Peynir
Degasyon (Gaz Giderme)	Mekanik işlem	Basınç ve seyreltme	Kısa zaman Hijyen artışı	Çikolata Fermente ürünler
Filtrasyon	Filtreler (yarı geçirgen membranlar vb.)	Titreşim	Kısa zaman Filtrasyonda gelişme	Sıvılar (meyve suları vb.)
Kalıptan Çıkarma	Yağlama kalıpları Teflon kalıplar Silikon kalıplar	Titreşim	Kısa zaman Ürün kaybının azalması	Pişmiş ürünler (kek vb.)
Köpükten Arındırma	Termal işlem, kimyasal işlem, elektrik işlem, mekanik işlem	Kavitasyon	Kısa zaman Hijyen artışı	Karbonatlı içecekler Fermente ürünler
Emülsifikasyon	Mekanik işlem	Kavitasyon	Kısa zaman Emülsiyon stabilitesi	Emülsiyonlar (ketçap, mayonez vb.)
Oksidasyon	Hava ile temas	Kavitasyon	Kısa zaman	Alkoller (viski, şarap)
Kesme	Bıçaklar	Kavitasyon	Kısa zaman Ürün kaybının azalması Daha hızlı ve düzgün kesme	Kırılgan gıdalar (kek, peynir vb.)

(Chemat ve ark., 2011)

1.4. Baklagillerin Çimlendirilmesinde Ultrason Teknolojisi

Çimlendirme, bitkilerin gelişmesi ve büyümesi için gerekli enerjinin sağlanması amacıyla tohumda bulunan proteinlerin parçalanması, bazı esansiyel bileşenlerin oluşması ve karbonhidratların basit şekerlere dönüşmesi gibi kompleks metabolik faaliyetlerin tamamını kapsayan bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Çimlendirilmiş tohumlar için genellikle “filiz” ifadesi kullanılmaktadır (Urbano ve ark., 2005; Yetim ve ark., 2010). Çimlendirme işlemi, tohumların besin değerlerini ve kalitesini artırmak için kullanılabilen ucuz ve etkili bir gıda işleme yöntemidir (Vidal-Valverde ve ark., 2002). Günümüzde, arpa ve buğday gibi bazı tahıllar başta olmak üzere baklagil ve bazı bitki tohumları da çimlendirilerek filiz halinde tüketilmektedir (Yetim ve ark., 2010; Rana ve ark., 2011).

Çimlendirme işlemi, tohum çeşidi ve çimlenme koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Vidal-Valverde ve ark., 2002). Bu nedenle, çimlenmenin başlaması ve sürdürülebilmesi için su, sıcaklık, ışık, oksijen gibi çevresel faktörlerin sağlanması ve belirli seviyelerde tutulması gerekmektedir (Karakurt ve ark., 2010). Her tohum çeşidinin çimlenmesi için gerekli çevresel faktörler ile ilgili standart bilgiler mevcuttur. Çimlendirilecek tohum çeşidine göre ortam koşullarının (ışık ya da karanlık) farklılaştığı bildirilmiştir (Özkaynak Kanmaz ve Ova, 2014). Çimlenme süreci için genellikle tohumlar suda bekletilmektedir ve bu süreçte tohumların biyokimyasal, besinsel ve duyuşal özelliklerinde önemli değişiklikler meydana gelmektedir (Vidal-Valverde ve ark., 2002). Çimlenmenin sağlanması için ısıtılan tohumların 2-3 günde bir havalandırılması ve tekrar nemlendirilmesi gerekmektedir. Filiz boyları arzu edilen seviyeye ulaştığında ise işleme son verilmelidir (Ashish ve ark., 2012). Yapılan bir çalışmada, buğday çiminin büyümesi için en uygun koşulun 18-26 °C sıcaklık ile %40-50 bağıl nem oranı olduğu bildirilmiştir (Ashish ve ark., 2012).

Çimlendirme işleminin, hububat ve baklagil gibi tohumların protein, vitamin, besinsel lif, mineral ve fenolik madde içerikleri ile antioksidan aktivite değerlerinde artış, antibesinsel bileşen olarak kabul edilen tanen, fitat ve tripsin inhibitörü miktarında azalma sağlaması insan beslenmesinde önemli bir yer kazanmasına neden olmaktadır (Özkaynak Kanmaz ve Ova, 2014; Okur ve Madenci, 2019). Ayrıca, çimlendirmenin, diğer pişirme işlemlerine kıyasla B vitaminleri ve minerallerin daha fazla tutulmasını sağladığı bildirilmiştir (El-Adawy, 2003). Yapılan bir çalışmada, 5 gün boyunca çimlendirilen maş

fasulyesi filizlerinin toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite içeriklerinde artış görüldüğü bildirilmiştir (Kim ve ark., 2012). Başka bir çalışmada ise nohut tanelerinin çimlendirilmesi ile antioksidan aktivite değerinde artış belirlendiği ve fonksiyonel ürünlerin üretiminde çimlendirilmiş nohut ununun tercih edilebileceği belirtilmiştir (Fernandez-Orozco ve ark., 2009).

Çimlendirilmiş baklagillerin sergilediği antioksidan özellikler, sağlık üzerine olumlu etki göstermekte ve birçok hastalık riskini azaltmaktadır. Böylece, besleyici değeri yüksek bir fonksiyonel gıda elde edilmektedir (Caterina ve Camelia, 2012). Çimlenmiş tohumların ve filizlerinin fonksiyonel gıda olarak salata ve çorbalarda tüketilmelerinin yanı sıra gıda endüstrisinde de unlu mamuller, kahvaltılık ürünler gibi çeşitli gıdaların formülasyonlarında kullanılmaktadır (Özkaynak Kanmaz ve Ova, 2014). Bazı tohum filizlerinin Amerika, Hindistan ve bazı Avrupa ülkelerinde normal hazır içecek şeklinde ya da tablet formunda “gıda takviyesi” olarak satışa sunulduğu bildirilmektedir (Yetim ve ark., 2010).

Xue ve ark. (2016), maş fasulyesi, soya fasulyesi ve siyah fasulye tohumlarına uyguladıkları çimlenme işlemi ile antioksidan aktivitede ve biyoaktif bileşik içeriğinde artış olduğunu bildirmişlerdir. En iyi çimlenme süresinin 3-5 gün olduğunu, bu süre zarfında biyoaktif bileşik içeriğinin ve antioksidan aktivite değerlerinin maksimum seviyeye ulaştığını rapor etmişlerdir.

Fordham ve ark. (1975), çimlendirme işleminin bezelye çeşitleri ve maş fasulyesindeki Fe, Mg, Ca, P, K ve Mn içeriğine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonunda, çimlendirilmiş bezelyelerin Mg, Fe ve Ca içeriğinde çimlendirilmemiş taneye kıyasla artış olduğu bildirilmiştir. Börülce, maş fasulyesi, soya fasulyesi ve hint darısı üzerine yapılan başka bir çalışmada ise çimlenme ile tohumların Ca, Mg, Zn ve Fe içeriklerinde artış olduğu bildirilmiştir (Dave ve ark., 2008).

Kılınçer (2018) yaptığı çalışmada, yeşil mercimek, kinoa, amarant, maş fasulyesi, buğday, yulaf, nohut ve arpayı farklı sürelerde çimlendirmiş ve çimlenmiş tanelerin fiziksel, kimyasal ve besinsel özelliklerini araştırmıştır. Çimlendirilmemiş örneklere kıyasla, çimlenmiş tanelerin daha yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu ve çimlenme süresindeki artışa göre fitik asit miktarının azaldığı bildirilmiştir.

Ghavidel ve Prakash (2007), börölce, nohut, mercimek ve maş fasulyesinin çimlendirilmesi ile protein, protein sindirilebilirliği, tiamin, in-vitro Fe ve Ca biyoyararlılığında önemli bir artış olduğunu rapor etmişlerdir ($p<0.05$). Ayrıca, kabukları soyulduktan sonra çimlenen baklagil tohumlarının belirtilen parametrelerinde daha fazla artış olduğu ve bu durumun, çimlenme sonucu fitik asit içeriğindeki azalmadan kaynaklandığı bildirilmiştir.

Son yıllarda, tohumların çimlenme yüzdesini iyileştirmek ve filizlerin büyüme performansını arttırmak için yeni teknolojiler uyarlanmıştır (Rifna ve ark., 2019). Yenilikçi bir teknoloji olan ultrason, tohumların çimlendirilmesinde umut vadeden bir işleme yöntemidir ve ultrason yönteminin yaygın kullanım alanlarından birisi de çimlendirme prosesidir (Liu ve ark., 2021).

Yapılan bazı çalışmalarda, daha hızlı ve daha çok tohumun bir arada çimlenmesini sağlamak amacıyla ultrason yönteminden yararlanıldığı bildirilmiştir (Risca ve ark., 2007; Goussous ve ark., 2010; Nazari ve ark., 2014). Yaldagard ve ark. (2008), arpanın çimlenmesi ve filizlerinin büyümesinde üzerine ultrasonun olumlu etkiler sağladığını rapor etmişlerdir. Tohumlara uygulanan ultrason yönteminin çimlenme üzerine etkisinin araştırıldığı başka çalışmalarda ise karpuz ve biber (Goussous ve ark., 2010) tohumlarının çimlenme yüzdelinde azalma olduğu belirtilirken nohut (Goussous ve ark., 2010), mercimek (Aladjadjiyan, 2011) ve fasulye tohumlarında artış olduğu bildirilmiştir (Lahijanian ve Nazari, 2017). Ayrıca, ultrasonla çimlendirmenin tohumlarda antioksidan aktiviteyi arttırdığı, oligosakkarit içeriğini azaltmak için gereken ıslatma süresini kısalttığı, diğer yöntemlerle birlikte uygulandığında tohumlar ve filizler üzerindeki patojenleri inhibe ettiği bildirilmiştir (Ding ve ark., 2019; Liu ve ark., 2021). Ultrason yöntemi ile muamele edilmesi çimlenme hızı üzerinde önemli bir artış sağladığı bildirilmiştir (Nazari ve Eteghadipour, 2017).

Miano ve ark. (2016), 25°C’de uygulanan ultrason yönteminin maş fasulyesinin hidrasyon süresini yaklaşık %25 oranında kısalttığını bildirmişlerdir. Ayrıca, ultrasonun fasulye tanelerindeki çimlenmeyi hızlandırdığı rapor edilmiştir.

Yang ve ark. (2015), soya fasulyesi tanelerine farklı güç seviyelerinde (0 W ile 300 W) ultrason uygulayarak 5 gün boyunca karanlıkta çimlendirmişlerdir. Ultrasonun, tanelerdeki çimlenme hızı ile filiz uzunluğunu arttırdığı ve filizlerdeki duyuşal özellikleri

iyileştirdiği bildirilmiştir. Ayrıca, gama-aminobütirik asit de dahil olmak üzere aminoasit içeriğinde artış olduğu bildirilmiştir.

Chiu ve Sung (2014), bezelye tohumunun çimlenmesini ve bezelye filizlerinin mikrobiyal kalitesini arttırmak için ultrason yönteminin kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Ultrasonun, bezelye tohumundaki çimlenmeyi iyileştirdiği, filizlerdeki mikrobiyal kaliteyi ve çimlenme hızını %93 oranında arttırdığı bildirilmiştir.

1.5. Çimlendirilmiş Baklagillerin Tahıl Ürünlerinde Kullanılması Üzerine Yapılan Çalışmalar

Çimlendirilen bitki ve tohumların, besin değerleri ve fonksiyonel özelliklerinde meydana gelen olumlu etkilerinden dolayı, çeşitli gıda formülasyonlarında buğday ununa ikame olacak şekilde eklenmeleri ile besin değerini arttırmada ve daha sağlıklı ürünler geliştirmede başarıyla kullanılabilecekleri bildirilmiştir (Yetim ve ark., 2010; Kılınçer ve Demir, 2019; Atudorei ve Codină, 2020). Ayrıca, çimlenmiş tohum unlarının bünyesinde yüksek miktarda enzim, askorbik asit, lesitin vb. bulunması nedeniyle fırıncılık ürünlerinde farklı kimyasal katkı maddelerinin yerine ve aminoasit dengesinin geliştirilebilmesi amacıyla tercih edilebileceği rapor edilmiştir (Meral ve Karaoğlu, 2019; Atudorei ve Codină, 2020)

Polat ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, ultrason ile mercimek tanelerini çimlendirmişler ve çimlenmiş mercimek ununu %5, 10 ve 15 oranlarında kraker üretiminde kullanmışlardır. Katkısız kontrol örneği ile karşılaştırıldığında, katkılı örneklerde daha yüksek kül, protein, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değeri belirlenmiştir. Çimlenmiş mercimek unu oranının artmasıyla krakerlerdeki sertliğin arttığı, L^* değerinin azaldığı, ancak a^* ve b^* değerlerinin arttığı bildirilmiştir. Duyusal değerlendirmede, genel kabul edilebilirlik yönünden en yüksek beğeniyi %5 katkılı örneğin aldığı rapor edilmiştir. Ayrıca, çimlenmiş mercimekteki fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda ultrasonun etkili bir yöntem olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Yaver ve Bilgiçli (2020), yumurtalı erişte formülasyonunda ham (çimlendirilmemiş) ve çimlenmiş maş fasulyesi ununun kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Ham maş fasulyesi unu kullanılarak üretilen erişteye kıyasla çimlenmiş maş fasulyesi unu ile üretilen eriştede daha düşük fitik asit içeriği belirlenmiştir. Ayrıca, çimlenmiş maş fasulyesi unu ile üretilen eriştenin toplam-ekstrakte edilebilir kül, toplam fenolik madde,

antioksidan aktivite ve mineral madde (Ca, K, Fe, Zn ve P) içeriğinin de daha yüksek olduğu rapor edilmiştir.

Ertaş (2015) yaptığı çalışmada, farklı sürelerde (24, 72 ve 144 saat) çimlenen acı bakla ununu ekmek formülasyonunda kullanmış ve katkılı ekmeklerin teknolojik özelliklerini (hacim, özgül hacim, simetri ve tekstür) incelemiştir. Çimlenme sırasında, acı bakladaki fitik asit içeriğinin azaldığını ve 72 saat süreyle çimlenen baklagil katkılı ekmeğin, kontrole kıyasla daha üstün teknolojik ve besinsel özellik sergilediğini belirtmiştir. Araştırma sonucunda, ekmek renginin korunması, besinsel özelliğin zenginleştirilmesi ve teknolojik kalitenin iyileştirilmesi amacıyla buğday ununa %10 oranında 72 saat süre ile çimlenmiş acı bakla ununun ikame edilebileceği bildirilmiştir.

Setia ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada, sert buğday ununa farklı oranlarda ham (çimlendirilmemiş) ve 72 saat çimlenmiş sarı bezelye ile bakla unlarını ikame etmişlerdir ve elde edilen kompozit unların özelliklerini, hamur kalitesine ve ekmek pişirme performansına etkilerini incelemişlerdir. Hem ham hem de çimlenmiş sarı bezelye ve bakla unlarının nişasta içeriğini düşürdüğü, protein ve kül içeriğini ise arttırdığı belirtilmiştir. Kontrole kıyasla katkılı hamurlarda daha kısa hamur geliştirme süresi, daha zayıf hamur stabilitesi ve daha az elastik yapı gözlemlendiği rapor edilmiştir. Başka bir çalışmada, kurabiye ve kek gibi güçlü gluten yapısı gerektirmeyen unlu mamüllerin üretiminde çimlenmiş baklagil unlarına yer verilmesinin daha uygun olacağı bildirilmiştir (Tacer-Caba ve ark., 2015).

Atudorei ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada, çimlenmiş fasulye ununu farklı oranlarda (%5, 10, 15, 20 ve 25) ekmek üretiminde kullanmış ve hamurun reolojik özellikleri, mikroyapısal özellikleri ile ekmek kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. %15 ikameli örneklerde hacim, gözeneklilik ve elastikiyetin arttığı, ancak sertlik, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerlerinde azalma görüldüğü bildirilmiştir. Çimlenmiş fasulye ununun, ekmek örneklerinin kabuk L^* değerini azalttığı, a^* ve b^* değerlerini ise arttırdığı bildirilmiştir. Çimlenmiş fasulye ununun %15 oranına kadar ekmek üretiminde kullanılabileceği rapor edilmiştir.

Slathia ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada, çimlenmiş maş fasulyesi ununu erişte üretiminde kullanmışlardır. Çimlenmiş maş fasulyesi unu katkılı örneklerin, nem, protein, besinsel lif ve kül içeriğinde artış olduğu, yağ içeriğinde ise azalma olduğu belirlenmiştir.

Erişte üretiminde %15 oranına kadar çimlenmiş maş fasulyesi ununun kullanılabileceği bildirilmiştir.

Tok (2017), farklı sürelerde çimlenmiş buğday, çavdar ve yeşil mercimek unlarını farklı oranlarda (%5, 10 ve 15) buğday unu ile ikame ederek ekmek ve bisküvi üretiminde kullanmıştır. Çimlenmiş tahıl ve bakliyat unlarında çimlenme süresi arttıkça L^* değerlerinde ve fitik asit miktarında azalma, a^* , b^* , SI, kül, Ca, Mg ve Fe değerlerinde ise artış olduğu belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmede, bisküvi örneklerinde çimlenmiş buğday, çavdar ve yeşil mercimek unlarının %10 oranından daha fazla kullanılması ile renk değerlerinin düştüğü, tat değerlerinin ise %5 oranına kadar kontrol bisküvi ile benzer puan aldığı rapor edilmiştir. Ekmek örneklerinde ise %5 ikame oranının ekmek hacim ve spesifik hacim değerleri yönünden kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir.

Ham (çimlendirilmemiş) ve çimlenmiş soya ununun hamur ve ekmek kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada, ekmek kalitesi yönünden çimlenmiş soya unu kullanımının daha iyi sonuçlar verdiği rapor edilmiştir (Rosales-Juárez ve ark., 2008).

Torres ve ark. (2007), farklı oranlarda (%5, 8 ve 10) çimlenmiş güvercin bezelyesi ununu makarna üretiminde kullanmışlardır. Çimlenme işleminden sonra bezelyelerin B2, C ve E vitamini içeriği ile antioksidan aktivitesi değerinde artış, fitik asit miktarında ise %61 oranında azalma olduğu rapor edilmiştir. Araştırma sonucunda, tüm örneklerin duyusal açıdan kabul edilebilir olduğu ancak, %10 katkılı örneklerin protein, besinsel lif, vitamin ve mineral madde miktarları ile antioksidan aktivite değerinde daha çok artış olduğu bildirilmiştir.

Sadowska ve ark. (2003), ekmek üretiminde çimlenmiş bezelye unu kullanımının hamur reolojik özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. İki gün boyunca çimlenen bezelye ununun, %12.5 oranına kadar ekmek üretiminde kullanılması ile hamur reolojik özelliklerinin, ekmek içi, yapı, tekstür ve kalitesinin geliştiğini bildirmişlerdir.

Sattar ve ark. (2018), ham ve çimlenmiş maş fasulyesi, kırmızı ve siyah mercimek unlarının galeta üretiminde kullanılabilirliğini araştırmışlardır. En yüksek antioksidan aktivite değeri (%92.9) çimlenmiş siyah mercimek unu katkılı galetada belirlenmiş ve bunu çimlenmiş maş fasulyesi unu katkılı örneğin (%87.4) izlediği bildirilmiştir. Duyusal değerlendirmede ise çimlenmiş baklagil katkılı örneklerin daha

yüksek puan aldığı belirtilmiştir. Araştırma sonunda, çimlenmiş maş fasulyesi, kırmızı ve siyah mercimek unlarının nem içeriğinin yüksek olmasına bağlı olarak galetaların sertliğinde azalma olduğu, ancak kabul edilebilir sertlikte olduğu rapor edilmiştir.

Türker (1991), çimlenmiş baklagil unlarının tarhana üretiminde kullanılabilirliğini araştırmıştır. Tarhanalar içinde en açık renge soya katkılı örneğin sahip olduğu ancak, kül, protein, yağ, selüloz, P ve Zn miktarının diğer örneklerle kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Fe miktarındaki en fazla artışın mercimek katkılı tarhanada olduğu, Ca miktarındaki en fazla artışın ise nohut katkılı tarhanada olduğu belirtilmiştir.



2. MATERİYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Tarhana üretiminde kullanılan un (Tip 550), tam yağlı yoğurt, kuru soğan, domates salçası, kırmızı toz biber, yaş maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ve tuz yerel marketlerden, maş fasulyesi Migros Ticaret A.Ş.'den (Karaman) temin edilmiştir. Maş fasulyesi ve ultrason yöntemi uygulanarak çimlendirilen maş fasulyeleri laboratuvar tipi öğütücüde (Bosch MKM600) tam un haline getirilmiştir ve 500 µm'lik elekten geçirilmiştir.

2.2. Metot

2.2.1. Deneme Planı

Tarhana üretimi, ham (çimlendirilmemiş) ve çimlenmiş maş fasulyesi ununun 5 farklı oranda (%0, 15, 30, 45 ve 60) buğday unu ile yer değiştirilerek kullanılmasıyla 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Kontrol örneği olarak %100 buğday unundan üretilen tarhanalar kullanılmıştır.

2.2.2. Ultrason Uygulaması

Maş fasulyesi %1 sodyum hipoklorit çözeltisi (NaOCl) içinde 5 dakika bekletilerek dezenfekte edilmiştir ve 12 saat boyunca 25 ± 2 °C'de distile suda (1:10, w/v) ıslatılmaya bırakılmıştır. Islatılmış tohumlara ultrasonik banyo ile (35 Khz, 160-640W, Bandelin Electronic GmbH & Co., Berlin, Germany) 10 dakika ultrason işlemi uygulandıktan sonra pamuk üzerine serilerek karanlıkta 25 ± 2 °C'de 120 saat çimlenmeye bırakılmıştır. Çimlenme işlemi sırasında, maş fasulyesi tohumlarının nemlenmesini sağlamak ve tohum yüzeyinde oluşabilecek mikrobiyal gelişimi önlemek amacı ile maş fasulyeleri her 12 saatte bir saf sudan geçirilmiş ve pamuklar yenilenmiştir. Çimlenen taneler etüvde (Nüve FN-500, Ankara, Türkiye) 50 °C'de 20 saat süreyle kurutulmuş ve kurutulan taneler laboratuvar tipi öğütücüde (Bosch MKM600) 500 µm'lik elek altına geçecek şekilde öğütülmüştür.

2.2.3. Tarhana Üretimi

Tarhana üretimi, Bilgiçli (2009) tarafından önerilen metota göre gerçekleştirilmiştir. Çizelge 2.1'de belirtilen malzemeler bir mikserde (Kitchen-aid

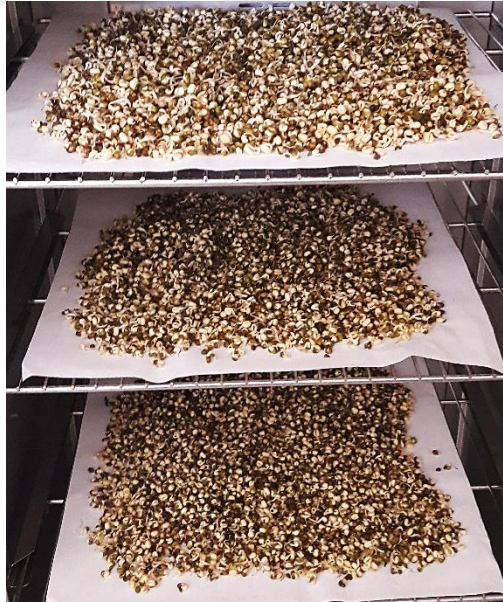
Çizelge 2. 1. Ham ve çimlenmiş maş fasulyesi unlu tarhana formülasyonları

Bileşen	Kullanım Oranları				
	%0	%15	%30	%45	%60
Buğday unu (g)	200	170	140	110	80
Çimlenmiş maş fasulyesi unu (g)	-	30	60	90	120
Ham maş fasulyesi unu (g)	-	30	60	90	120
Yoğurt (g)	80	80	80	80	80
Domates Salçası (g)	20	20	20	20	20
Kuru Soğan (g)	10	10	10	10	10
Kırmızı toz biber (g)	4	4	4	4	4
Yaş maya (g)	5	5	5	5	5
Tuz (g)	2	2	2	2	2

Artisan) 15 dakika boyunca düşük hızda karıştırılmış ve elde edilen hamurlar oda sıcaklığında 120 saat fermentasyona bırakılmıştır. Hamurda kullanılan su miktarı, hamur kıvamına göre ön denemelerle belirlenmiştir. Fermentasyon boyunca belirli aralıklarla karıştırılan hamurların fermentasyon süreleri tamamlandığında etüvde (Nüve FN-500, Ankara, Türkiye) 50 °C’de 20 saat süreyle kurutulmuştur. Kurutulmuş tarhana örnekleri laboratuvar tipi öğütücüde (Bosch MKM600) öğütülerek 500 µm’lik elekten geçirilmiştir ve polietilen poşetlere konularak analiz için buzdolabında muhafaza edilmiştir.



Şekil 2. 1: Çimlendirilmemiş (ham) ve çimlenmiş maş fasulyesi tohumları



Şekil 2. 2: Çimlenmiş maş fasulyesi tohumlarının kurutulma aşaması

2.3. Hammadde ve Ürün Analizleri

2.3.1. Fiziksel Analizler

2.3.1.1. Renk Ölçümü

Tarhana üretiminde kullanılan hammaddelerden buğday unu, ham ve çimlenmiş maş fasulyesi unu ile tarhana örneklerinde “ L^* ” [(0) siyah, (100) beyaz], “ a^* ” [(+) kırmızı, (-) yeşil] ve “ b^* ” [(+) sarı, (-) mavi] değerleri, Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) cihazı ile ölçülmüştür (Francis, 1998). Hue (renk özü) değeri $\arctan(b^*/a^*)$ formülü ile hesaplanmıştır. SI (doygunluk indeksi) değeri ise $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Pekkirişçi, 2022).

2.3.2. Fonksiyonel Analizler

2.3.2.1. Su Absorbsiyonu

Su absorpsiyon analizi, Hayta ve ark. (2002)’nin metodu modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Tarhana örneklerinden 5 g tartılmış ve 50 ml’lik santrifüj tüplerine konularak üzerine 25 ml saf su ilave edilmiştir. Örnekler 1 saat süre boyunca 15 dakikalık aralıklarla karıştırılmış ve 5000 rpm’de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Sonuçlar ml/g olarak verilmiştir.

2.3.2.2. Yağ Absorbsiyonu

Yağ absorpsiyon analizi, Hayta ve ark. (2002)’nin metodu modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Tarhana örneklerinden 5 g tartılmış ve 50 ml’lik santrifüj tüplerine konularak üzerine 25 ml ayçiçek yağı ilave edilmiştir. Örnekler 1 saat süre boyunca 15 dakikalık aralıklarla karıştırılmış ve 5000 rpm’de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Sonuçlar ml/g olarak verilmiştir.

2.3.2.3. Viskozite

Viskozite ölçümü için 20 g tarhana örneği 200 ml su ile sürekli karıştırılarak kısık ateşte 12 dakika boyunca pişirilmiştir. Analiz viskozimetre cihazı (Brookfield RTV) ile 5 nolu spindle (RV/HA/HB-5) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Rotasyonel hız ayarı 100 rpm yapılarak 60 °C’de ölçüm gerçekleştirilmiştir (Bilgiçli, 2009).

2.3.3. Kimyasal Analizler

Tarhana üretiminde kullanılan hammaddeler (buğday unu, ham ve çimlenmiş maş fasulyesi unu) ile tarhana örneklerinde kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir.

2.3.3.1. Su

Buğday, ham ve çimlenmiş maş fasulyesi unu ile tarhana örneklerinin su miktarı etüvde 135°C’de 2 saatlik kurutma normu (AACC 44-19) uygulanarak ölçülmüştür (Anonim, 1990).

2.3.3.2. Kül

Tarhana üretiminde kullanılan buğday unu, ham ve çimlenmiş maş fasulyesi unu ile tarhana örneklerinin kül miktarı tayini AACC (08-01) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Örnekler, 550 °C’deki kül fırınında açık gri renkte kül elde edilene kadar yakılmıştır (Anonim, 1990).

2.3.3.3. Protein

Hammaddeler (buğday, ham ve çimlenmiş maş fasulyesi unu) ile tarhana örneklerinin protein miktarı AACC (46-30) metoduna göre Dumas metodu ile tespit edilmiştir (Anonim, 2010).

2.3.3.4. Yağ

Tarhana üretiminde kullanılan buğday unu, ham ve çimlenmiş maş fasulyesi unu ile tarhana örneklerinin yağ miktarı yarı otomatik yağ tayin cihazı kullanılarak AACC (30-25) metoduna göre belirlenmiştir. Örneklerde bulunan yağ miktarı hekzan ile ekstakte edilmiş ve işlem sonunda solvent uzaklaştırılarak yağ miktarı hesaplanmıştır. Sonuçlar kuru madde esasına göre % olarak belirtilmiştir (Anonim, 1990).

2.3.3.5. Karbonhidrat

Buğday, ham ve çimlenmiş maş fasulyesi unu ile tarhana örneklerinin karbonhidrat miktarları su, kül, protein ve yağ miktarlarının toplamı yüzden çıkartılarak hesaplanmıştır (Anonim, 1990).

2.3.3.6. Fitik Asit

Fitik asit miktarının belirlenmesi için örnekler hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve ekstrakt, amonyum demir (III) sülfat çözeltisi ile 30 dakika kaynar su banyosunda tutulmuştur. Su banyosundan alınan örnekler buz banyosunda 15 dakika bekletilerek oda sıcaklığına geleceğe kadar soğutulmuştur. Serum kısmında serbest halde kalan demir miktarı, bipiridin çözeltisi ile renklendirilmiş ve spektrofotometrede 519 nm’de absorbans değeri okunarak belirlenmiştir. Sonuçlar mg/100 g cinsinden verilmiştir (Haug ve Lantzsch, 1983).

2.3.3.7. Toplam Fenolik Madde

Toplam fenolik madde miktarı, Folin-Ciocalteu metodu ile kolorimetrik olarak belirlenmiştir. Tarhana üretiminde kullanılan hammaddeler ile tarhana örneklerinden 1 g tartılmış ve 10 ml solvent ile (metanol/hidroklorik asit/distile su, 8:1:1, h/h) oda sıcaklığında 2 saat süreyle ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstraktlar, 3000 rpm’de 10 dakika santrifüj edilmiştir (Gao ve ark., 2002; Beta ve ark., 2005). Örneklerden 0.1 ml alınarak deney tüpüne ilave edilip üzerine 0.5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi (%10 seyreltilmiş, h/h, suda), 1.5 ml sodyum karbonat çözeltisi (%20’lik, a/h, suda) eklenmiş ve distile su ile 10 ml’ye tamamlanmıştır. Oda sıcaklığında ve karanlık bir yerde 2 saat inkübe edilen deney tüpleri, spektrofotometrede 760 nm’de absorbans değerleri ölçülmüştür. Toplam fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri (mg GAE/kg) olarak hesaplanmıştır (Slinkard ve Singelton, 1977; Gamez-Meza ve ark., 1999).

2.3.3.8. Antioksidan Aktivite

Hammadde ve tarhana örneklerinin antioksidan aktiviteleri DPPH (2-2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) metoduna göre belirlenmiştir (Gyamfi ve ark., 1999; Beta ve ark., 2005). Metodun temelini, bir serbest radikal olan DPPH’in örnekte bulunan antioksidan maddeler tarafından yok edilmesi esası oluşturmaktadır. Toplam fenolik madde analizindeki gibi örnekler ekstrakte edilerek DPPH ile muamele edilmiştir. Spektrofotometrede 517 nm’de absorbans ölçümleri yapılan örneklerin analiz sonuçları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(Abs_{kontrol} - Abs_{örnek}) / Abs_{kontrol}] \times 100 \quad (1)$$

2.3.3.9. pH Tayini

Toz tarhana örneklerinin pH değerinin belirlenmesi için 5 g örnek 50 ml saf suda çözündürülmüş ve pH metreyle (WTW pH315 i / set) ölçüm yapılmıştır (Bilgiçli, 2004).

2.3.3.10. Mineral Madde Tayini

Mineral madde tayini için hammadde ve tarhana örneklerinden 1 g tartılmış ve 50 ml'lik behere konularak üzerine 15 ml saf HNO₃ ilave edilmiştir. Örnekler, bir gece boyunca (8-10 saat) oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra her numuneye 4 ml HClO₄ ilave edilmiştir. Çözelti çeker ocak altında 5-6 saat süreyle yavaş yavaş kaynamadan ısıtılmış ve asitlerin bitimine yakın ısıtma işlemi kesilip çözelti oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan çözeltilerin her biri üzerine 5 ml H₂O₂ ilave edilerek berrak renk elde edilene kadar ısıtma işlemine devam edilmiştir. Daha sonra ısıtma işlemi kesilip çözeltiler soğumaya bırakılmıştır. Filtreleme ve seyreltme işleminden sonra örneklerin mineral madde içeriği İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) (Agilent 720) ile belirlenmiştir (Biçer, 2018).

2.3.4. Duyusal Analizler

Duyusal değerlendirme için 10 g tarhana örneği ile 100 ml distile su sürekli karıştırılarak orta ateşte 12 dakika pişirilmiş ve kağıt bardaklara alınarak 60 °C sıcaklıkta panelistlere sunulmuştur. Panelistlerden tarhana örneklerini tat, renk, koku, kıvam ve genel kabul edilebilirlik parametreleri açısından 1-9 arasındaki ölçeği (1: aşırı kötü, 5: orta, 9: aşırı iyi) kullanarak değerlendirmeleri istenmiştir (İbanoğlu ve ark., 1995).

2.3.5. İstatiksel Değerlendirme

Elde edilen sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir. Verilerin analizinde istatistiki SPSS istatistik programı (Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.) kullanılmıştır. Elde edilen veriler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır. Önemli ve anlamlı bulunan interaksiyonlar şekiller üzerinde gösterilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Hammadde Analiz Sonuçları

Tarhana üretiminde kullanılan buğday unu, ham maş fasulyesi unu (HMFU) ve çimlenmiş maş fasulyesi ununa (ÇMFU) ait renk değerleri ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.1 ve 3.2’de verilmiştir.

Hammaddelerin L^* değeri 75.00-91.30, a^* değeri -0.41-1.55, b^* değeri ise 12.71-20.48 aralıklarında değişim göstermiştir. HMFU’nun buğday unu ve ÇMFU’ndan daha düşük a^* değerine sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek b^* değerine HMFU’nun (20.48) sahip olduğu ve bunu ÇMFU’nun (19.09) ve buğday ununun (12.71) takip ettiği görülmüştür. Hammaddelerdeki SI ve Hue değerleri sırasıyla 12.72-20.54 ve 91.44-94.33 aralığında değişim göstermiştir. HMFU, buğday unu ve ÇMFU’ndan daha yüksek SI ve Hue değeri vermiştir. Çimlenme ile a^* değerinde artış görülürken, b^* , SI ve Hue değerlerinde azalma belirlenmiştir. Benzer şekilde, Kılınçer (2018) çimlenme süresi arttıkça maş fasulyesinde L^* , b^* ve SI değerlerinin azaldığını, a^* değerinde ise artış olduğunu rapor etmiştir. Renk değerlerinde görülen değişimlerin çimlendirilen tane çeşidi, ıslatma süresi, çimlendirme süresi ve kurutma sıcaklığı gibi faktörlerden kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Yaver ve Bilgiçli (2020) ise çimlenme ile maş fasulyesi ununun L^* değerinde azalma görülürken, a^* ve b^* değerlerinde ise artış olduğunu bildirmişlerdir. Liu ve ark. (2018), farklı sürelerde çimlendirilen maş fasulyesi ununda L^* değerinin azaldığını, a^* ve b^* değerlerinin arttığını rapor etmişlerdir. a^* ve b^* değerlerindeki artış, çimlendirme ile nişastanın parçalanması sırasında açığa çıkan glikoz ve artan protein miktarıyla ilişkilendirilmiştir.

Çimlenme sırasında sıcaklığın ve çimlenme süresinin renk üzerine etkili olduğu bildirilmiştir (Sharma ve ark., 2019). Sofi ve ark. (2020) ise çimlenme ile renk pigmentlerinin tane kabuğundan endosperme aktarılması ve enzimatik olmayan esmerleşmenin gerçekleşmesi sonucu a^* değerinin artış gösterebileceğini bildirmişlerdir. Türker (1991), çimlenmiş baklagil unlarının tarhana üretiminde kullanılmasıyla tarhana örneklerinin daha açık renge sahip olduğunu bildirmiştir. Bu durum, çimlenme sırasında lipoksidaz aktivitesinin artış göstermesine bağlanmıştır.

Çizelge 3. 1. Tarhana üretiminde kullanılan hammaddelere ait renk değerleri¹

Hammadde	<i>L</i> [*]	<i>a</i> [*]	<i>b</i> [*]	SI ²	Hue ³
Buğday unu	91.30±0.25a	-0.41±0.07a	12.71±0.16c	12.72±0.24c	91.85±0.28b
HMFU	75.82±0.21b	-1.55±0.10b	20.48±0.34a	20.54±0.32a	94.33±0.35a
ÇMFU	75.00±0.48b	-0.48±0.04a	19.09±0.21b	19.10±0.19b	91.44±0.20b

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05),HMFU: Ham maş fasulyesi unu; ÇMFU: Çimlenmiş maş fasulyesi unu; *L*^{*}: Parlaklık renk değeri, *a*^{*}: Kırmızı-yeşil renk değeri, *b*^{*}: Sarı-mavi renk değeri,² Doygunluk indeksi, ³Renk özü

Çizelge 3. 2. Tarhana üretiminde kullanılan hammaddelere ait bazı kimyasal analiz sonuçları¹

Hammadde	Su (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Karbonhidrat (%)
Buğday unu	11.27±0.24a	0.62±0.07c	10.44±0.28c	0.65±0.08c	77.02±0.62a
HMFU	9.59±0.16b	3.25±0.10b	21.08±0.16b	1.48±0.06b	64.60±0.21b
ÇMFU	9.17±0.31b	3.62±0.16a	23.50±0.33a	1.73±0.11a	61.98±0.37c

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05), HMFU: Ham maş fasulyesi unu; ÇMFU: Çimlenmiş maş fasulyesi unu

Üçok ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada, buğday ununun L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 93.64, -1.39 ve 11.04 olarak rapor etmişlerdir.

Öncel (2017), buğday ununa ait L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 93.72, -0.38 ve 10.19 olarak bildirmiştir.

Çevik (2016) ise buğday ununun L^* , a^* , b^* , SI ve Hue değerlerini sırasıyla 94.69, -1.16, 9.25, 9.32 ve 87.15 olarak rapor etmiştir.

Yaver ve Bilgiçli (2020), HMFU ve ÇMFU'nun L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 82.66, -2.44 ve 13.59 (HMFU), 64.28, 2.20 ve 19.48 (ÇMFU) olarak bildirmiştir.

Kılınçer (2018), HMFU'da L^* , a^* , b^* , SI ve Hue değerlerini sırasıyla 79.93, -3.88, 22.67, 23.0 ve 99.74 olarak bulmuştur. 120 saat çimlendirilmiş maş fasulyesi ununa ait L^* , a^* , b^* , SI ve Hue değerlerini ise sırasıyla 68.61, -3.31, 17.31, 17.62 ve 100.82 olarak bildirmiştir.

Yapılan bir çalışmada, nohut unu ilavesinin makarna örneklerindeki toplam protein ve lisin miktarını önemli düzeyde arttırdığı bildirilmiştir (Wood, 2009). Baklagiller, mineral içeriği (Ca, Fe, K ve P) yönünden de oldukça zengindir. Ancak, baklagil kabuklarının soyulması mineral madde içeriğinin azalmasına neden olmaktadır (Artık ve Pekşen, 2005). Baklagiller, beslenme kalitesini üzerine olumsuz etki gösteren anti-besinsel faktörler (fitik asit, enzim inhibitörleri, tanenler) içermesine rağmen, bu faktörler çeşitli yöntemlerle (ıslatma, çimlendirme, fermentasyon, pişirme) giderilerek baklagillerin biyoyararlılığı artırılmaktadır (Artık ve Pekşen, 2005; Ertaş ve ark., 2008).

Tarhana üretiminde kullanılan hammaddelerin su değerleri %9.17-11.27 aralığında belirlenmiştir. HMFU ve ÇMFU'nun su değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0.05$). Hammaddelerin kül, protein ve yağ miktarları sırasıyla %0.62-3.62, %10.44-23.50 ve %0.65-1.73 aralığında bulunmuştur.

Beklenildiği gibi HMFU ve ÇMFU'nun buğday unundan daha yüksek kül, protein ve yağ miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Hammaddelerde, en yüksek protein miktarına ÇMFU'nun (%23.50) sahip olduğu ve bunu sırasıyla HMFU (%21.08) ve buğday ununun (%10.44) takip ettiği belirlenmiştir. HMFU ve ÇMFU, buğday ununa kıyasla sırasıyla 2.0 ve 2.3 kat daha fazla protein içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Çimlenme

ile HMFU'nun protein miktarı %21.08'den %23.50'ye artış göstermiştir ($p<0.05$). Çimlenme ile protein içeriğinin yanı sıra maş fasulyesi ununun kül ve yağ miktarı da istatistiksel olarak önemli düzeyde artış göstermiştir ($p<0.05$).

Çimlenme sırasında, tohum bünyelerinde bazı fenolik madde, mineral ve vitamin gibi bileşenlerin sentezlenmesi, yağ, karbonhidrat ve protein içeriğinin değişmesi gibi biyokimyasal olaylar gerçekleşmektedir (Yang, 2000). Çimlenme sırasında endojen enzim aktivitelerinde görülen artış, tohumların biyokimyasal ve fiziksel özelliklerinde önemli değişikliklere yol açmaktadır (Cornejo ve ark., 2015; Setia ve ark., 2020).

Çimlenme sırasında, tanenin yapısında bulunan proteaz enziminin aktif olması proteinlerin serbest aminoasitlere, peptitlere ve oligopeptitlere parçalanmasını sağlamaktadır (Kanmaz, 2017; Kılınçer, 2018). Çimlenme sırasında artan α -amilaz etkisiyle, yıkıma uğrayan karbonhidratlar solunumda kullanılmak üzere basit şekerlere dönüştür (Jones ve Jacobsen, 1991; Garciarubio ve ark., 1997). Çimlenme ile protein miktarında görülen artış, karbonhidratların yıkımından meydana gelen kuru madde kaybı ile açıklanmıştır (Uppal ve Bains, 2012; Mahmoud ve El-Anany, 2014). Ancak, baklagil çeşitlerine göre bu artışların farklılık gösterebileceği bildirilmiştir (Kılınçer, 2018). Çimlenme ile azotlu bileşiklerin (tanen-protein kompleksleri vb.) serbest kalarak çimlenme sırasında protein olmayan azot miktarını arttırdığı bildirilmiştir (Mubarak, 2005; Chandrapala ve Zisu., 2016). Çimlenme esnasında, tohumun bünyesinde bulunan lipaz enziminin aktif hale gelmesi ile yağlar, yağ asitlerine ve gliserole parçalanmaktadır. Buna karşın, çimlendirilmiş tohumların yağ içeriği, ham (çimlendirilmemiş) tohumlara kıyasla artış göstermektedir. Bu durum, tohum filizlerinin büyüme aşamasında, tohum çeşidine göre farklı düzeylerde olmak üzere, yeniden yağ ve yağ asitleri sentezinden kaynaklanmış olabilir (Kanmaz, 2017; Kılınçer, 2018).

Hammaddelerin karbonhidrat miktarları %61.98-77.02 arasında değişmiştir. En yüksek karbonhidrat miktarına buğday ununun (%77.02) sahip olduğu ve bunu sırasıyla HMFU (%64.60) ve ÇMFU'nun (%61.98) takip ettiği belirlenmiştir. Çimlenme işlemi ile maş fasulyesinin karbonhidrat miktarında önemli ($p<0.05$) bir azalma gerçekleşmiştir. Benzer şekilde, Okur ve Madenci (2019), yaptıkları çalışmada çimlendirmenin, tohumların karbonhidrat miktarlarında azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Fitik asit insan beslenmesinde gerekli olan Ca, Cu, Fe, Mg, Zn gibi minerallerle kompleks oluşturarak bunların biyoyararlılığını düşüren antibesinsel bir öge olarak

tanımlanmaktadır (Bilgiçli, 2002). Hammaddelerin fitik asit, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri Çizelge 3.3'te verilmiştir. Hammaddelerin fitik asit miktarları 137.10-1486.79 mg/100 g aralığında değişiklik göstermiştir. Buğday ununun HMFU ve ÇMFU'ya kıyasla daha düşük fitik asit miktarına sahip olduğu ve çimlenme ile fitik asit miktarının 1486.79 mg/100 g'dan 412.57 mg/100 g'a azaldığı belirlenmiştir ($p<0.05$).

Çimlendirme işlemi, baklagil tohumlarındaki anti-besinsel bileşenlerin miktarının azaltılmasında kullanılan en önemli proseslerden biridir (İbrahim ve ark., 2002). Çimlenme sırasında fitaz aktivitesinin artması nedeni ile fitik asit miktarı önemli oranda azalırken minerallerin biyoyararlılığı artış göstermektedir (Demir ve Bilgiçli, 2020).

Üçok ve ark. (2019), buğday ununun nem, kül, protein ve yağ içeriğini sırasıyla %10.54, %0.68, %10.52 ve %1.04 olarak bildirmişlerdir.

Pasha ve ark. (2011), buğday ununun nem, kül, protein ve yağ miktarını sırasıyla %10.23, %0.28, %12.45 ve %2.96 olarak bulmuşlardır.

Çevik (2016) ise buğday ununun su, kül, protein ve fitik asit miktarlarını sırasıyla %11.17, %0.55, %12.58 ve 153.30 mg/100 g olarak rapor etmiştir.

Wahjuningsih ve ark. (2020), buğday unu ve maş fasulyesi ununa ait su, kül, protein, yağ ve karbonhidrat miktarlarını sırasıyla %12.87, %0.68, %19.07, %1.45 ve %78.22 (buğday unu), %10.41, %3.59, %22.89, %1.81 ve %71.71 (maş fasulyesi unu) olarak belirlemişlerdir.

Riaz ve ark. (2007), maş fasulyesi ununun su, kül, protein ve yağ miktarını sırasıyla %9.31, %3.28, %28.2 ve %1.87 olarak rapor etmişlerdir.

Yenrina ve ark. (2013) ise maş fasulyesinin su, kül, protein ve yağ değerlerini sırasıyla %9.36, %1.61, %23.43 ve %1.86 olarak bulmuşlardır.

Dzudie ve Hardy (1996), maş fasulyesi ununun su, kül, protein, yağ ve karbonhidrat değerlerini sırasıyla %4.1, %2.8, %24.9, %0.9 ve 67.1 olarak bildirmişlerdir.

Çizelge 3. 3. Tarhana üretiminde kullanılan hammaddelere ait fitik asit, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite sonuçları¹

Hammadde	Fitik asit (mg/100g)	TFM ² (mg GAE/kg)	AA ³ (%)
Buğday unu	137.10±2.26c	290.00±17.51c	16.99±1.68c
HMFU	1486.79±9.60a	1517.50±21.38b	52.17±3.01b
ÇMFU	412.57±5.19b	2428.46±13.56a	78.32±2.05a

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05), ²Toplam fenolik madde; ³Antioksidan aktivite; HMFU: Ham maş fasulyesi unu; ÇMFU: Çimlenmiş maş fasulyesi unu

Çizelge 3. 4. Tarhana üretiminde kullanılan hammaddelere ait mineral madde miktarları (mg/100 g)¹

Hammadde	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
Buğday unu	27.55±0.55c	33.71±0.91c	1.48±0.11c	0.67±0.13b	0.92±0.16c
HMFU	96.08±0.61b	50.40±1.10b	5.65±0.35b	1.07±0.17ab	3.04±0.10b
ÇMFU	138.70±0.49a	56.83±1.46a	7.31±0.23a	1.28±0.08a	3.85±0.07a

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05), HMFU: Ham maş fasulyesi unu; ÇMFU: Çimlenmiş maş fasulyesi unu

Showkat ve ark. (2018) ise yaptıkları çalışmada maş fasulyesi ununda su, kül, protein, yağ ve karbonhidrat değerlerini sırasıyla %8.60, %3.79, %24.7, %2.13 ve %52.88 olarak belirlemişlerdir.

Del Rosario ve Flores (1981), çimlenme ile maş fasulyesi ununun nem, kül, protein ve yağ miktarlarında artış olduğunu bildirmişlerdir.

Blessing ve Gregory (2010), kabuğu alınmış ve alınmamış maş fasulyesi tohumlarını farklı sürelerde çimlendirmişler ve çimlenme süresinin artmasıyla nem, kül ve protein miktarlarında artış olduğunu bildirmişlerdir.

Ghavidel ve Prakash (2007), HMFU ve ÇMFU'ya ait su, kül, protein ve yağ miktarlarını sırasıyla %10.9, %4.03, %27.7 ve %1.29 (HMFU) ve %8.0, %3.88, %29.1 ve %1.21 (ÇMFU) olarak bulmuşlardır.

El-Adawy ve ark. (2003), HMFU ve 120 saat çimlendirilmiş maş fasulyesi ununda kül, protein, yağ ve karbonhidrat içeriğini sırasıyla %4.50, %26.40, %1.75 ve %61.20 (HMFU), %7.54, %22.52, %1.15 ve %57.94 (ÇMFU) olarak belirlemişlerdir.

Kılınçer (2018) yaptığı çalışmada, farklı tahıl ve baklagil çeşitlerini farklı sürelerde (0, 1, 3 ve 5 gün) çimlendirmiş. HMFU'ya ait su, kül, protein, yağ ve fitik asit içeriğini sırasıyla %11.05, %3.53, %20.01, %0.95 ve 557 mg/100 g olarak bulmuştur. ÇMFU'ya ait su, kül, protein, yağ ve fitik asit içeriğini ise sırasıyla %8.25, %3.41, %23.95, %0.90 ve 363 mg/100 g olarak belirlemiştir.

Yaver ve Bilgiçli (2020), HMFU'da su, kül, protein ve yağ değerlerini sırasıyla %10.24, %3.75, %25.94 ve 0.95 olarak bulmuşlar. ÇMFU'da ise su, kül, protein ve yağ değerlerini ise sırasıyla %10.19, %4.49, %27.56 ve %0.75 olarak bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada HMFU'da fitik asit miktarı 1644 mg/100 g iken, çimlenme ile 198 mg/100 g'a düştüğü rapor edilmiştir.

Mubarak (2005), HMFU ve ÇMFU'ya ait su, kül, protein, yağ ve karbonhidrat değerlerini sırasıyla %9.75, %3.76, %27.5, %1.85 ve %62.3 (HMFU) ve %11.1, %3.55, %30.0, %1.45 ve %61.7 (ÇMFU) olarak bulmuştur. Fitik asit içeriğinin ise çimlenme ile azaldığını rapor etmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada, HMFU ve farklı sürelerde (1, 2, 3 ve 4 gün) çimlendirilmiş maş fasulyesinde fitik asit miktarının sırasıyla 628.8 mg/100 g ve 378.7-573.0 mg/100 g aralığında olduğu ve fitik asit miktarının çimlenme ile azaldığı rapor edilmiştir (Harmuth-Hoene ve ark., 1987).

Hammaddelerde en yüksek toplam fenolik madde miktarı (2428.46 mg GAE/g) ve antioksidan aktivite değeri (%78.32) ÇMFU'da belirlenmiş ve bunu sırasıyla HMFU (1517.50 mg GAE/g-%52.17) ve buğday unu (290.00 mg GAE/g-%16.99) takip etmiştir. Çimlenme ile HMFU'nun toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değeri artış göstermiştir (Çizelge 3.3).

Çimlendirme işlemi, antioksidan özellik gösteren fenolik bileşik miktarında artışa neden olmaktadır (Dziki ve ark., 2015). Çimlenme süresinin artmasına bağlı olarak, toplam fenolik madde miktarında artış görülmesinin nedeni, yeni bileşiklerin sentezlenmesinden kaynaklanmaktadır (Demir ve Kılınçer, 2019).

Guo ve ark. (2012), çimlenme ile maş fasulyesindeki toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerinin önemli ölçüde artış gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Kılınçer (2018), maş fasulyesine ait toplam fenolik madde miktarının ham tanede 1340 µg GAE/g iken, bu miktarın 5 günlük çimlenme süresince artarak 2274 µg GAE/g düzeyine yükseldiğini bildirmiştir.

Kim ve ark. (2012), 5 gün boyunca çimlendirilen maş fasulyesinin toplam fenolik ve antioksidan aktivite değerlerinde artış olduğunu belirlemişlerdir.

Wongsiri ve ark. (2015) tarafından, maş fasulyesinin toplam fenolik madde ve antioksidan içeriğinin çimlenme ile artış gösterdiği bildirilmiştir.

Fernandez-Orozco ve ark. (2008), farklı sürelerde çimlendirilen maş fasulyesine ait toplam fenolik madde içeriğinin ve antioksidan aktivite değerinin sırasıyla yaklaşık %217 ve %61 oranında artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Çimlenme işleminin, yüksek antioksidan içeriğine sahip fonksiyonel bir hammadde elde etmede etkili bir yöntem olduğu rapor edilmiştir.

Tarhana üretiminde kullanılan hammaddelere ait mineral madde miktarları Çizelge 3.4'te verilmiştir. Hammaddeler içerisinde en yüksek Ca miktarı ÇMFU'da (138.70

mg/100 g) elde edilmiştir ve bunu HMFU (96.08 mg/100 g) ile buğday unu (27.55 mg/100 g) takip etmiştir. Çimlenme ile Ca ve Mg miktarında artış görüldüğü ve bu artışın HMFU'ya kıyasla yaklaşık %44.4 ve %12.8 olduğu belirlenmiştir. Hammaddelerdeki Fe ve Zn miktarı ise sırasıyla 1.48-7.31 mg/100 g ve 0.92-3.85 mg/100 g aralıklarında değişim göstermiş olup, ÇMFU'nun Ca ve Mg'de olduğu gibi yüksek Fe ve Zn içeriği dikkat çekici bulunmuştur. HMFU (1.07 mg/100 g) ve ÇMFU'nun (1.28 mg/100 g) Mn miktarları arasında istatistiki olarak önemli bir fark belirlenmemiştir ($p>0.05$).

Çimlendirme sırasında tanelerinin bünyelerinde depo edilen maddeler parçalanmakta ve yeni bileşikler sentezlenmektedir. Bu durum, mineraller, toplam fenolik madde, yağ ve protein içeriklerinde değişime neden olmaktadır (Kılınçer, 2018). Çimlenme sırasında meydana gelen kuru madde kaybı, mineral madde içeriğinde artış sağlamaktadır (Demir ve Bilgiçli, 2020).

Bilgiçli (2009), buğday ununda Ca, Fe ve Zn miktarlarını sırasıyla 28.0, 1.53 ve 0.84 mg/100 g olarak rapor etmiştir.

Göncü (2020), buğday ununda Ca, Mg, Fe, Mn ve Zn miktarlarını sırasıyla 70.0, 100.0, 1.28, 0.93 ve 0.89 mg/100 g olarak bulmuştur.

Yaver ve Bilgiçli (2020), HMFU'nun Ca, Mg, Fe, Mn ve Zn miktarları sırasıyla 69.18, 170.30, 3.72, 0.85 ve 2.70 mg/100g olarak bulmuşlardır. Maş fasulyesine uyguladıkları çimlenme işlemi ile Ca, Mg, Fe, Mn ve Zn miktarlarının 85.35, 183.93, 3.93, 0.97 ve 3.20 mg/100 g'a yükseldiğini ancak Mg ve Mn miktarlarında görülen artışın istatistiki olarak önemli bulunmadığını bildirmişlerdir.

El-Adawy ve ark. (2003), HMFU ve farklı sürelerde (72 ve 120 saat) çimlendirilmiş maş fasulyesi ununun Mg miktarını sırasıyla 55.20 ve 56.30-56.80 mg/100 g arasında olduğunu, Mn miktarının ise 1.60 (HMFU) ve 1.70-1.80 mg/100 g (ÇMFU) aralığında değiştiğini belirlemişlerdir.

Vayupharp ve Laksanalama (2013), farklı çeşitteki maş fasulyesi unlarına (Chinat 72, Chinat 80, MS-1 ve L3-8) ait Ca ve Fe miktarlarının sırasıyla 28.26-32.25 ve 5.27-6.67 mg/100 g arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. 77 saat çimlenme işlemi ile örneklerdeki mineral madde miktarlarının (Ca, K, Na, Fe) artış gösterdiği rapor edilmiştir.

3.2. Tarhana Analiz Sonuçları

3.2.1. Fiziksel analiz sonuçları

3.2.1.1. Renk değerleri

Tarhana örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çimlenme durumu faktörüne göre, HMFU kullanılarak üretilen tarhana örneklerinde L^* değeri ortalama 76.46 bulunurken, bu değer ÇMFU kullanılarak üretilen tarhana örneklerinde 72.54'e azalmıştır ($p<0.05$). ÇMFU kullanılarak üretilen tarhana örneklerinde ortalama a^* değerinin (7.97), HMFU kullanılarak üretilen tarhanalardan (7.55) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. HMFU kullanılan örneklerin Hue değerinin ÇMFU kullanılmış örneklerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Çizelge 3.1'de verilen hammadde renk değerleri incelendiğinde ÇMFU'nun daha yüksek a^* değerine, HMFU'nun ise daha yüksek Hue değerine sahip olduğu görülmektedir. Tarhana üretiminde kullanılan hammadde renk değerlerinin son ürüne yansımış olabileceği düşünülmektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları maş fasulyesi unu oranı (MFUO) faktörü açısından değerlendirildiğinde, genel olarak MFUO arttıkça L^* ve a^* değerinin azaldığı, Hue değerinin ise artış gösterdiği belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada, glutensiz tarhana üretiminde maş fasulyesi unu kullanılmıştır. Tarhana örneklerine ait L^* , a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla 38.06-42.53, 7.25-7.46 ve 16.06-16.76 aralığında bulunduğu bildirilmiştir (Taşkın, 2019).

Liu ve ark. (2018), 48 saat süreyle çimlenen maş fasulyesi ununu farklı oranlarda (%0, 10, 20 ve 30) erişte üretiminde kullanmışlar ve ÇMFU oranının artışı ile örneklerin L^* , a^* ve b^* değerlerinde azalma görüldüğünü belirlemişlerdir.

Yen ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada, glutensiz bisküvi üretiminde pirinç ununa ikame olarak %0, 15, 30, 45, 60 ve 75 oranlarında ÇMFU kullanmışlardır. Bisküvi örneklerindeki ÇMFU oranının artışına bağlı olarak L^* değerinin azaldığı (80.89-68.17), a^* (2.76-11.01) ve b^* (28.30-40.08) değerlerinin ise arttığı rapor edilmiştir.

Çizelge 3. 5. Tarhana örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

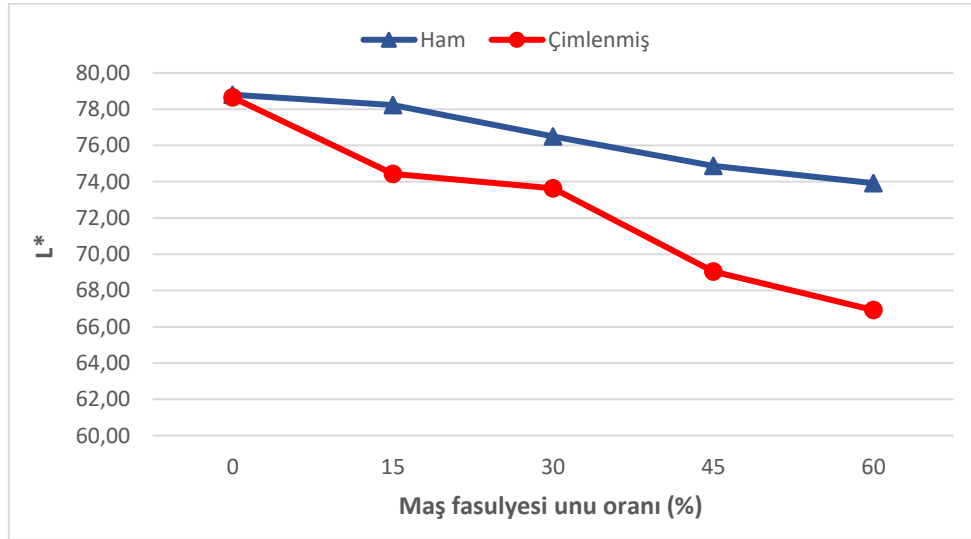
	n	L*	a*	b*	SI	Hue
<i>Çimlenme durumu</i>						
Ham	10	76.46±2.01a	7.55±1.03b	29.19±1.04a	30.18±0.75a	75.45±2.40a
Çimlenmiş	10	72.54±4.39b	7.97±1.03a	28.64±1.12a	29.74±1.00a	74.44±2.10b
<i>MFUO (%)²</i>						
0	4	78.73±0.30a	9.18±0.08a	27.57±0.22b	29.06±0.20b	71.59±0.21e
15	4	76.34±2.24ab	7.62±1.61b	28.50±0.38ab	29.69±0.35ab	73.76±0.99d
30	4	75.07±1.66bc	7.81±0.63b	29.77±0.90a	30.78±0.92a	75.31±0.81c
45	4	71.96±3.41cd	7.09±0.09c	29.23±0.92ab	30.07±0.88ab	76.35±0.53b
60	4	70.42±4.06d	6.43±0.17d	29.51±1.21a	30.21±1.02ab	77.69±0.75a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05), L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, ²MFUO:Maş fasulyesi unu oranı

Yapılan bir çalışmada, tarhana fermantasyonu sırasında fitik asitin parçalanması ile tarhananın Fe, Cu ve Sn gibi serbest mineral içeriğinin arttığı ve bu serbest minerallerin bazı enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını katalize ederek tarhananın L^* değerlerinde azalmaya neden olabileceği bildirilmiştir (Bilgiçli, 2009). Başka bir çalışmada ise baklagil unlarında bulunan yüksek protein miktarının, tarhanaların kurutulması sırasında Maillard reaksiyonunu artırarak örneklerdeki L^* değerinin azalmasına neden olabileceği rapor edilmiştir (Kılıç Keskin, 2022).

Ruan ve ark. (2019), kek üretiminde buğday ununa %50 oranlarında maş fasulyesi unu ikame etmişlerdir. %50 maş fasulyesi içeren örneklerin L^* , a^* , b^* ve Hue değerleri sırasıyla 79.70, -2.70, 28.62 ve 2.66 olarak bildirilmiştir. Kontrole kıyasla, L^* ve a^* değerlerinde görülen değişimlerin istatistiki olarak önemli bulunmadığı ancak b^* değerindeki azalmanın istatistiki olarak önemli bulunduğu rapor edilmiştir.

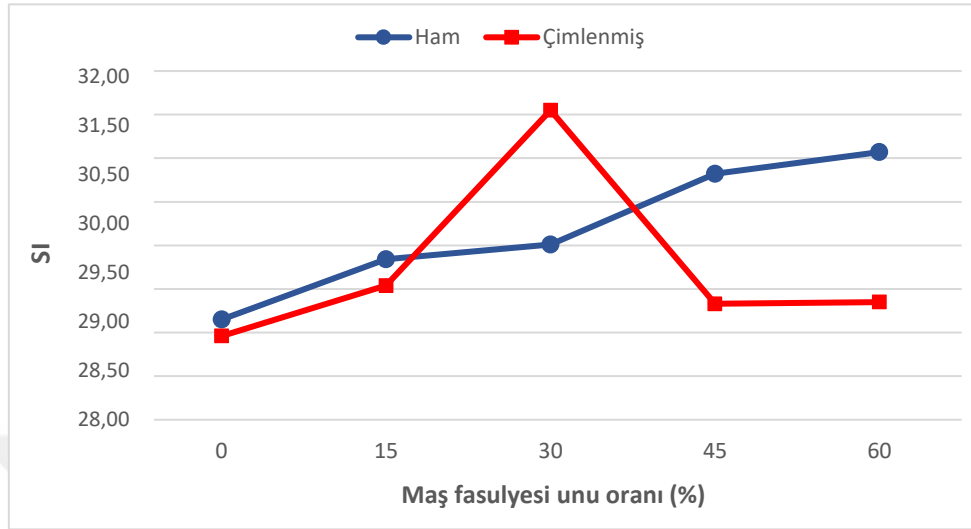
Tarhana örneklerinin L^* değeri üzerine etkili “*oran x çimlenme durumu*” interaksyonu Şekil 3.1’de verilmiştir. Genel olarak tarhana formülasyonunda HMFU ve ÇMFU oranındaki artışla tarhanaların L^* değerinin azaldığı görülmektedir. Ancak, formülasyonda kullanım oranı arttıkça ÇMFU içeren tarhanaların L^* değerindeki azalmanın HMFU içeren tarhana örneklerine kıyasla daha fazla olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3. 1: Tarhana örneklerinde L^* değeri üzerine etkili “*oran x çimlenme durumu*” interaksyonu

Tarhana örneklerinde SI değeri üzerine etkili “*oran x çimlenme durumu*” interaksyonu Şekil 3.2’de verilmiştir. Genel olarak, ÇMFU katkılı tarhana örneklerine kıyasla HMFU kullanılarak üretilen tarhanaların daha yüksek SI değerine sahip olduğu

görülmüştür. ÇMFU'nun %30 kullanım oranında tarhana örneklerinde HMFU'ya kıyasla daha yüksek SI değeri elde edilmiştir.



Şekil 3. 2: Tarhana örneklerinde SI değeri üzerine etkili “oran x çimlenme durumu” interaksyonu

3.2.2. Fonksiyonel özellikler

Su absorpsiyonu, yağ absorpsiyonu ve viskozite tarhananın fonksiyonel özelliklerindendir. Fonksiyonel özellikler tarhananın tüketiciler tarafından kabul edilebilirlik ve proses tasarımı açısından önemlidir. Tarhana üretiminde kullanılan ingredientlerin yanı sıra uygulanan fermentasyon, kurutma gibi işlemler tarhananın fonksiyonel özelliklerini etkilemektedir (Hayta ve ark. 2002; Bilgiçli, 2009).

3.2.2.1. Su absorpsiyonu

Tarhana örneklerinin su absorpsiyonu, yağ absorpsiyonu ve viskozite değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.6’da verilmiştir.

Çimlenme durumu faktörüne göre, HMFU ve ÇMFU içeren tarhana örneklerindeki ortalama su absorpsiyon değerleri sırasıyla 0.82 ml/g ve 0.86 ml/g olarak bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları MFUO faktörüne göre değerlendirildiğinde ise tarhana formülasyonunda MFUO arttıkça su absorpsiyon değerinin kısmi bir artış gösterdiği, %60 kullanım oranında elde edilen su absorpsiyon

Çizelge 3. 6. Tarhana örneklerinin su absorpsiyonu, yağ absorpsiyonu ve viskozite değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	Su absorpsiyonu (ml/g)	Yağ absorpsiyonu (ml/g)	Viskozite (cP)
<i>Çimlenme durumu</i>				
Ham	10	0.82±0.12a	1.01±0.10a	115.72±27.82a
Çimlenmiş	10	0.86±0.13a	0.95±0.08a	41.20±59.67b
<i>MFUO (%)</i> ²				
0	4	0.74±0.06b	1.05±0.11a	155.30±5.82a
15	4	0.77±0.06b	0.97±0.06a	81.80±56.21b
30	4	0.81±0.07b	1.00±0.07a	61.80±54.15c
45	4	0.89±0.11ab	0.90±0.04a	48.80±52.83d
60	4	1.00±0.08a	0.99±0.13a	44.60±48.82d

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05), ²MFUO:Maş fasulyesi unu oranı

değerinin %0-30 oranlarında elde edilen su absorpsiyon değerinden yüksek olduğu belirlenmiştir.

Hayta ve ark. (2002), farklı kurutma tekniklerinin tarhananın fonksiyonel özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, tarhana örneklerinin su absorpsiyon değerlerinin 0.45-2.28 ml/g aralığında değiştiğini bildirmişlerdir.

Tarakçı ve ark. (2013), buğday unu ile hazırlanan tarhana örneğinde su tutma kapasitesini 0.65 g/ml, Gökmen (2009) ise 0.70 ml/g olarak rapor etmiştir.

Atasoy (2018), çeşitli tahıl ve bakliyat unlarıyla üretilen tarhanaların su absorpsiyon değerlerinin 3.15-2.59 ml/g aralığında değiştiğini bildirmiştir.

Önçırak (2019), ham ve çimlenmiş baklagil unlarından elde edilen glutensiz tarhana örneklerine ait ortalama su absorpsiyon değerlerini sırasıyla 1.94 ml/g (ham) ve 2.05 ml/g (çimlenmiş) olarak bulmuştur.

Yapılan bir çalışmada, çimlenmiş baklagillerin ham baklagillere göre su tutma kapasitesinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Benítez ve ark., 2013).

3.2.2.2. Yağ absorpsiyonu

Çimlenme durumu faktörüne göre sonuçlar incelendiğinde, HMFU ve ÇMFU içeren tarhana örneklerindeki ortalama yağ absorpsiyon değerleri sırasıyla 1.01 ve 0.95 ml/g olarak belirlenmiştir.

MFUO faktörüne göre, formülasyonda %0, 15, 30, 45 ve 60 oranlarında maş fasulyesi kullanımı sonucu yağ absorpsiyon değerleri 1.05, 0.97, 1.00, 0.90 ve 0.99 ml/g olarak bulunmuştur (Çizelge 3.6).

Kılıç Keskin (2022), glutensiz tarhana formülasyonunda artan oranlarda baklagil unu kullanımı ile tarhanalarda yağ absorpsiyon değerlerinin kısmi olarak arttığını bildirmişlerdir.

Tuluk ve Ertaş (2019), nohut ve fasulye unu ile üretilen glutensiz tarhanaların yağ tutma kapasitelerini sırasıyla 0.63 ml/g ve 0.50 ml/g olarak bildirmişlerdir.

Atasoy (2018), çeşitli tahıl ve bakliyat unlarıyla üretilen tarhana örneklerine ait yağ absorpsiyon değerlerinin 2.82-3.03 ml/g arasında değiştiğini belirlemiştir.

3.2.2.3. Viskozite

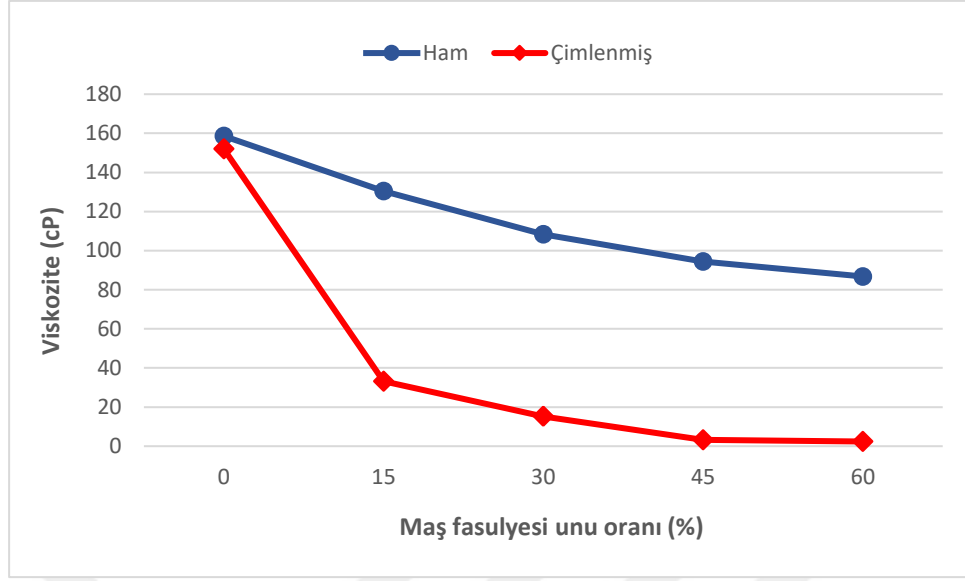
Çimlenme durumu faktörüne göre formülasyonunda HMFU kullanılan tarhana örneklerinde viskozite değerlerinin (115.72 cP) ÇMFU kullanılan tarhana örneklerine kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 3.6). Bu durum, çimlenme ile baklagillerin nişasta içeriğinde azalma olmasına bağlanabilir (Li ve ark., 2019).

MFUO faktörüne göre viskozite değerleri değerlendirildiğinde MFUO arttıkça ortalama viskozite değerleri 155.30 cP'den 44.60 cP'e azalmıştır. Baklagil unlarının buğday ununa kıyasla daha düşük nişasta içeriğine sahip olması maş fasulyesi unu içeren tarhanalarda daha düşük viskozite değerlerine neden olmuş olabilir (Li ve ark., 2019).

Kılıç Keskin (2022), farklı baklagil unları ile zenginleştirilen glutensiz tarhana örneklerinde viskozite değerlerinin 53.64-124.81 mPa.s aralığında değiştiğini ve formülasyonda artan oranda baklagil unu kullanılmasıyla viskozitenin azaldığını bildirmiştir. Baklagil unlarından yapılan tarhanaların viskozitelerindeki farklılıkların baklagil unlarının protein, nişasta ve yağ içeriği ile ilişkili olabileceği rapor edilmiştir.

Önçirak (2019), glutensiz tarhana üretiminde çimlendirilmemiş (ham) ve çimlenmiş fasulye, mercimek, börülce ve nohut unu kullanmıştır. Ham ve çimlenmiş baklagil unları ile hazırlanan tarhana örneklerine ait 60°C'deki viskozite değerlerinin sırasıyla 1114.20 ve 1171.54 cP olduğunu rapor etmiştir.

Tarhana örneklerinin viskozite değeri üzerine etkili “*oran x çimlenme durumu*” interaksyonu Şekil 3.3'de verilmiştir. Tarhana örneklerinde HMFU ve ÇMFU oranı arttıkça tarhanalardaki viskozite değerlerinin azaldığı görülmektedir. Ancak, ÇMFU kullanılarak üretilen tarhana örneklerinde görülen viskozitedeki azalmanın, HMFU kullanılarak üretilen örneklere kıyasla daha fazla olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3. 3: Tarhana örneklerinde viskozite değeri üzerine etkili “*oran x çimlenme durumu*” interaksyonu

3.2.3. Kimyasal analiz sonuçları

Tarhana örneklerinin su, kül, protein, yağ ve karbonhidrat analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.7’de verilmiştir.

3.2.3.1. Su

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çimlenme durumu faktörüne göre değerlendirildiğinde HMFU ile hazırlanan tarhana örneklerinin ortalama su miktarı %4.40 ve ÇMFU kullanılarak hazırlanan tarhanalarda ise %4.35 olarak belirlenmiştir.

MFUO faktörüne göre, ortalama su miktarı %4.32-4.44 aralığında değişim göstermiş ve tarhana örneklerinin su değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark belirlenmemiştir ($p>0.05$).

Erdoğan (2019), fasulye, sarı mercimek ve nohut unu kullanarak hazırladığı glutensiz tarhanaların su miktarlarını sırasıyla %9.96, 9.69 ve 9.39 olarak bildirmiştir. Üretilen tarhana örneklerinin su içeriği arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı rapor edilmiştir ($p>0.05$).

Özmen (2011), çölyak hastalarına yönelik baklagil unları ile zenginleştirilmiş glutensiz tarhanaların su içeriklerinin %8.74 ile %9.17 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Çizelge 3. 7. Tarhana örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	Su (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Karbonhidrat (%)
<i>Çimlenme durumu</i>						
Ham	10	4.40±0.25a	3.03±0.70b	17.45±2.31b	3.85±0.50b	71.26±3.54a
Çimlenmiş	10	4.35±0.27a	3.25±0.75a	18.11±2.89a	4.15±0.31a	70.13±3.76b
<i>MFUO (%)²</i>						
0	4	4.36±0.22a	2.17±0.09e	14.32±0.21e	3.39±0.50b	75.77±0.55a
15	4	4.44±0.36a	2.71±0.16d	15.95±0.24d	3.95±0.18a	72.96±0.62b
30	4	4.35±0.23a	3.13±0.31c	17.84±0.55c	4.09±0.24a	70.60±0.83c
45	4	4.32±0.30a	3.61±0.14b	19.70±0.58b	4.22±0.24a	68.15±0.58d
60	4	4.43±0.27a	4.10±0.21a	21.12±0.87a	4.37±0.21a	65.99±1.01e

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05), ²MFUO:Maş fasulyesi unu oranı

Atasoy (2018), tarhana üretiminde çeşitli tahıl ve baklagil unlarını kullanmıştır. Mercimek, fasulye ve nohut unlu tarhana örneklerindeki su miktarlarını sırasıyla %6.08, 6.91 ve 7.09 olarak bildirilmiştir.

Çeşitli tahıl ve baklagil unlarıyla hazırlanan tarhana örneklerinde, kullanılan ingredientlerin fiziksel ve fonksiyonel özellikleri, tarhana hamuruna ilave edilen su miktarı, kurutma yöntemi ve süresi örneklerdeki nem miktarını etkilemektedir (Temiz ve Pirkul, 1991; Erdoğan, 2019).

3.2.3.2. Kül

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları çimlenme durumu faktörüne göre değerlendirildiğinde, HMFU kullanılarak üretilen tarhana örneklerinde ortalama kül miktarı %3.03 bulunurken, bu değer ÇMFU kullanılarak üretilen tarhana örneklerinde %3.25'e artış göstermiştir ($p<0.05$). Hammadde analiz sonuçlarından da ÇMFU'nun HMFU'ya kıyasla daha yüksek kül değerine sahip olduğu ve hammadde analiz sonuçlarının son ürüne yansıdığı söylenebilir (Çizelge 3.2).

MFUO faktörüne göre değerlendirildiğinde, %0, 15, 30, 45 ve 60 oranlarında maş fasulyeni unu içeren tarhana örneklerinin ortalama kül miktarları sırasıyla %2.17, 2.71, 3.13, 3.61 ve 4.10 olarak bulunmuştur. MFUO'da artışa bağlı olarak, örneklerdeki kül miktarının da arttığı belirlenmiştir ($p<0.05$).

Erdoğan (2019), fasulye, sarı mercimek ve nohut unundan üretilen glutensiz tarhanaların kül miktarlarını sırasıyla %0.56, 3.05, 1.56 ve 2.03 olarak bulmuştur.

Özmen (2011), pirinç ununa %20 ve 40 oranında mercimek, bezelye ve nohut unları ekleyerek hazırladığı glutensiz tarhanalara ait kül içeriğinin %7.73-8.71 aralığında değiştiğini bildirmiştir. En yüksek kül içeriği nohut unlu tarhana örneklerinde belirlenmiştir.

Özbilgin (1983), tarhana üretiminde mercimek ve nohut unu kullanmış, baklagil unu katkısının örneklerdeki kül miktarını arttırdığını belirlemiştir.

Yen ve ark. (2022), glutensiz bisküvi üretiminde pirinç ununa farklı oranlarda (%0, 15, 30, 45, 60 ve 75) ikame ettikleri ÇMFU'nun oran artışına bağlı olarak örneklerdeki kül miktarının %0.35'ten %2.21'e yükseldiğini bildirmişlerdir.

Sofi ve ark. (2020), glutensiz erişte örneklerinde, artan oranda çimlenmiş nohut unu kullanımıyla kül miktarının artış gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Asadi ve ark. (2022), glutensiz ekmek üretiminde farklı oranlarda kullanılan buğday, mercimek ve maş fasulyesi ununun oran artışına bağlı olarak, örneklerdeki kül miktarının %2.1'den 3.7'e arttığı belirlenmiştir.

Levent (2019), fasulye, nohut, bakla unlarını ve bu baklagillerin kabuk unlarını glutensiz tarhana üretiminde kullanmıştır. Kül, protein, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinin baklagil ve baklagil kabuk unları ile arttığını bildirmiştir.

Goñi ve Valentin-Gamazo (2003), %100 buğday unundan üretilen spaghetti ile %75 buğday unu ve %25 nohut kullanılarak üretilen spaghetti örneklerinin kül miktarlarını incelediklerinde, nohut unu ilavesinin kül miktarlarını arttırdığını rapor etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada, çimlenmiş siyah mercimek unu ile hazırlanan bisküvilerin kül miktarının, kontrol örneğine kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Rosa-Millán ve ark., 2017).

Tariqul Islam ve ark. (2007), ekmek üretiminde buğday ununa farklı oranlarda (%0, 5, 10, 15 ve 20) ikame ettikleri soya ununun oransal artışına bağlı olarak örneklerdeki kül miktarının kontrol ekmeğine göre artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

3.2.3.3. Protein

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları çimlenme durumu faktörüne incelendiğinde, HMFU içeren tarhana örneklerinde ortalama protein miktarı %17.45 iken, ÇMFU ilaveli tarhanalarda bu değer %18.11'e yükseldiği belirlenmiştir. ÇMFU ile üretilen tarhana örneklerinin ortalama protein miktarı, HMFU ilaveli tarhanalara kıyasla daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Hammadde olarak ÇMFU'nun HMFU'dan daha yüksek protein değerine sahip olduğu ve hammadde analiz sonuçlarının son ürüne yansıdığı söylenebilir (Çizelge 3.2).

MFUO faktörüne göre ise, tarhana formülasyonunda MFUO arttıkça protein miktarının arttığı ve maksimum kullanım oranında ortalama protein miktarının kontrole kıyasla yaklaşık 1.5 kat arttığı belirlenmiştir.

Yen ve ark. (2022), glutensiz kurabiye üretiminde pirinç ununa farklı oranlarda (%0, 15, 30, 45, 60 ve 75) ÇMFU ikame edilmiştir. Glutensiz bisküvi formülasyonunda ÇMFU oranı arttıkça protein miktarının da artış gösterdiği bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, bisküvi üretiminde buğday unu ile ikame olacak şekilde farklı oranlarda (%5, 10, 15, 20 ve 25) çimlenmiş siyah mercimek unu kullanılmıştır. Çimlenmiş siyah mercimek unu kullanımı ile protein miktarının %8.50'den %12.51'e yükseldiği rapor edilmiştir (Patel ve Rao, 1995).

Hallén ve ark. (2004), ekmek üretiminde %5, 10, 15 ve 20 oranlarında çimlenmiş börülce unu kullanmışlar. Çimlenmiş börülce unu içeren örneklerin protein içeriğinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Guardado-Félix ve ark. (2020), %15 oranında çimlenmiş nohut unu ekleyerek hazırladıkları ekmeklerin kontrol örneğe göre protein miktarında artış olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda, protein miktarında görülen değişikliklerin, tarhana üretiminde kullanılan yoğurt tipi ve miktarından kaynaklanabileceği gibi (Yücecan ve ark., 1988; Temiz ve Pirkul, 1991) farklı tahıl ve baklagil unlarının protein içeriklerine de bağlı olduğu (Öner ve ark., 1993; Köse ve Çağındı, 2002; Özmen, 2011) rapor edilmiştir.

3.2.3.4. Yağ

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çimlenme durumu faktörüne göre değerlendirildiğinde, HMFU ve ÇMFU içeren tarhana örneklerinin ortalama yağ miktarları sırasıyla %3.85 ve %4.15 olarak belirlenmiştir. ÇMFU içeren örneklerin yağ miktarları HMFU içeren tarhana örneklerine kıyasla daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

MFUO faktörüne göre değerlendirildiğinde ise, ortalama yağ miktarları %3.39-4.37 aralığında değişim göstermiştir. Maş fasulyesi unu içeren örneklerin ortalama yağ miktarlarının kontrole göre daha yüksek olduğu görülmüş ancak kullanım oranına göre maş fasulyesi unu içeren tarhana örneklerinin yağ miktarları arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık belirlenmemiştir.

Atasoy (2018), mercimek, nohut ve fasulye unlarından üretilen tarhanalara ait yağ miktarlarını sırasıyla %7.29, 8.92 ve 8.17 olarak bulmuşlardır.

Kahraman (2016), nohut unu ile yapmış olduğu glutensiz ekmeklerin fizikokimyasal, besinsel ve duyusal kalitelerini incelemiştir. Nohut unu ilavesi ile yağ miktarının arttığını belirtmiştir.

Levent (2019), glutensiz tarhana üretiminde %60 oranında fasulye, bakla ve nohut unu kullanımının kontrol örneğe kıyasla yağ miktarlarında artışa neden olduğunu rapor etmiştir.

Kılıç Keskin (2022), farklı baklagil unları ile hazırlanan glutensiz tarhana örneklerine ait yağ içeriklerinin %6.33-8.12 aralığında değiştiğini ve artan baklagil unu kullanım oranıyla örneklerin yağ içeriğinin arttığını bildirmiştir.

Yaver (2022), farklı ön işlemler uygulayarak elde ettiği siyah nohut unlarını ekmek üretiminde kullanmıştır. Ham siyah nohut unu içeren ekmeklerin yağ içeriği (g/ kg) 12.64 iken çimlenmiş siyah nohut unu kullanımı ile 15.72'e yükseldiği belirlenmiştir.

Atudorei ve ark. (2021), çimlenmiş fasulye unu ile zenginleştirilen ekmek örneklerine ait yağ miktarının %0.81-1.00 arasında değiştiği ve örneklerde artan ikame una bağlı olarak yağ içeriğinin artış gösterdiği rapor edilmiştir.

3.2.3.5. Karbonhidrat

Çimlenme durumu faktörüne göre, ÇMFU (%70.13) içeren tarhana örneklerine kıyasla HMFU (%71.26) içeren örneklerinde daha yüksek karbonhidrat miktarı belirlenmiştir. HMFU'nun, ÇMFU'ya göre daha yüksek karbonhidrat içeriğine sahip olması, son ürünün kimyasal kompozisyonunu etkilemiş olabilir (Çizelge 3.2).

MFUO faktörüne göre ise tarhana örneklerinin karbonhidrat miktarları %65.99-75.77 aralığında değişim göstermiştir. En yüksek karbonhidrat miktarı, kontrol örneğinde belirlenmiştir. Örneklerdeki MFUO arttıkça karbonhidrat miktarında düşüş görülmüştür.

Yapılan bir çalışmada, glutensiz bisküvi üretiminde farklı oranlarda (60:20, 50:30 ve 40:40) siyah pirinç unu ve maş fasulyesi unu kullanılmıştır. Bisküvi formülasyonunda maş fasulyesi unu oranının artması ile karbonhidrat miktarında azalma, protein içeriğinde ise artış olduğu bildirilmiştir (Fathonah ve ark., 2020).

Sofi ve ark. (2020), %5, 10, 20 ve 30 oranlarında çimlenmiş nohut çeşitlerini (GNG 1581, GNG 469) kullanarak glutensiz erişte üretmişler. Çimlenmiş nohut unu katkısının karbonhidrat miktarını azalttığını belirlemişlerdir.

Atasoy (2018), tarhana üretiminde buğday unu yerine, nohut, karabuğday ve mercimek unlarını kullanmıştır. Baklagil unu içeren tarhana örneklerine ait karbonhidrat içeriğinin 53.50-63.37 g/100 g aralığında değiştiği rapor edilmiştir.

Noor Aziah ve ark. (2012), bisküvi formülasyonunda buğday unu ile ikame olacak şekilde maş fasulyesi unu (%50 buğday unu+ %35 maş fasulyesi unu+ %15 mısır unu) ve nohut unu (%50 buğday unu+ %35 nohut unu+ %15 mısır unu) kullanmışlardır. En yüksek karbonhidrat miktarına nohut unlu örneklerin (%64.56) sahip olduğu ve bunu maş fasulyesi içeren örneklerin (%65.50) takip ettiği bildirilmiştir.

Gohari (2022), tarhana üretiminde beyaz kinoa ve nohut ununu kullanmıştır. Kontrol örneğine kıyasla, formülasyonda pseudo-tahıl ve baklagil unu miktarının artışına bağlı olarak karbonhidrat içeriğinin azaldığı belirtilmiştir.

Millar ve ark. (2019), ekmek üretiminde %30 oranında ham ve çimlenmiş bezelye ununu kullanmışlar. Örneklerdeki karbonhidrat miktarlarının %50.6-54.3 aralığında değiştiği bildirilmiştir. En düşük karbonhidrat içeriğinin ham bezelye unlu ekmekte olduğu, çimlenmiş bezelye unu ilavesinin de karbonhidrat içeriğinde azalma gösterdiği rapor edilmiştir.

Sakung ve ark. (2021), bisküvi üretiminde diken kabağı ununa ikame olarak farklı oranlarda (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 ve 0:100) maş fasulyesi ununu kullanmışlar. Bisküvi örneklerinin karbonhidrat miktarlarının %56.16-59.88 aralığında değişim gösterdiği ve maş fasulyesi oranı arttıkça karbonhidrat miktarında azalma görüldüğü belirlenmiştir.

Atudorei ve ark. (2021), ekmek formülasyonunda farklı oranlarda (%5, 10, 15, 20 ve 25) çimlenmiş fasulye ununu kullanmışlar ve örneklerin karbonhidrat miktarının %40.73-45.14 arasında değiştiği, çimlenmiş baklagil unu katkısının karbonhidrat içeriğinde azalma görüldüğü rapor edilmiştir.

3.2.3.6. Fitik asit

Tarhana örneklerinin fitik asit, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çimlenme durumu faktörüne göre incelendiğinde, HMFU ve ÇMFU içeren tarhana örneklerindeki ortalama fitik asit miktarı sırasıyla 363.46 ve 126.88 mg/100 g olarak bulunmuştur. En yüksek fitik asit miktarına HMFU ilaveli tarhananın sahip olduğu belirlenmiştir. Hammadde analiz sonuçlarında da çimlenme ile maş fasulyesinin fitik asit miktarında istatistiki olarak önemli bir azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Bu sonucun son ürüne yansıdığı söylenebilir.

MFUO faktörü açısından maş fasulyesi ununun %0, 15, 30, 45 ve 60 oranlarında kullanılması ile ortalama fitik asit miktarları sırasıyla 34.34, 142.91, 254.17, 348.87 ve 445.57 mg/100 g olarak bulunmuştur. Formülasyonda MFUO’daki artışa bağlı olarak fitik asit miktarı da artış göstermiş ve en yüksek fitik asit miktarı %60 kullanım oranında belirlenmiştir.

Atasoy (2018), kırmızı mercimek, nohut ve fasulye unlarından hazırladığı tarhana örneklerinde fitik asit miktarlarını sırasıyla 996.88, 871.88 ve 1156.25 mg/100 g olarak bulmuştur.

Herken (2005) tarafından yapılan çalışmada, spagetti üretiminde kullanılan buğday irmiği farklı oranlarda çimlenmiş börülce unu ile ikame edilmiştir. Börülce unu oranındaki artışa bağlı olarak örneklerdeki fitik asit miktarının da arttığı bildirilmiştir.

Tok ve Ertaş (2021), ekmek üretiminde buğday ununa ikame olarak farklı oranlarda (%0, 5, 10 ve 15) çimlenmiş çavdar, yeşil mercimek ve buğday unu kullanmışlardır. Örnekler ait fitik asit miktarının 654-963 mg 100g⁻¹ aralığında değiştiği ve en yüksek fitik asit miktarına (963 mg 100 g⁻¹) çimlenmiş yeşil mercimek unu ilaveli ekmeğin sahip olduğu rapor edilmiştir.

Yaver ve Bilgiçli (2020), erişte formülasyonunda transglutaminaz ve farklı oranlarda (%5, 10, 15 ve 20) ÇMFU kullanmışlardır. Örneklerdeki ÇMFU’nun oransal artışına bağlı olarak fitik asit miktarının 127 mg/100 g’dan 178 mg/100 g’a arttığı belirtilmiştir.

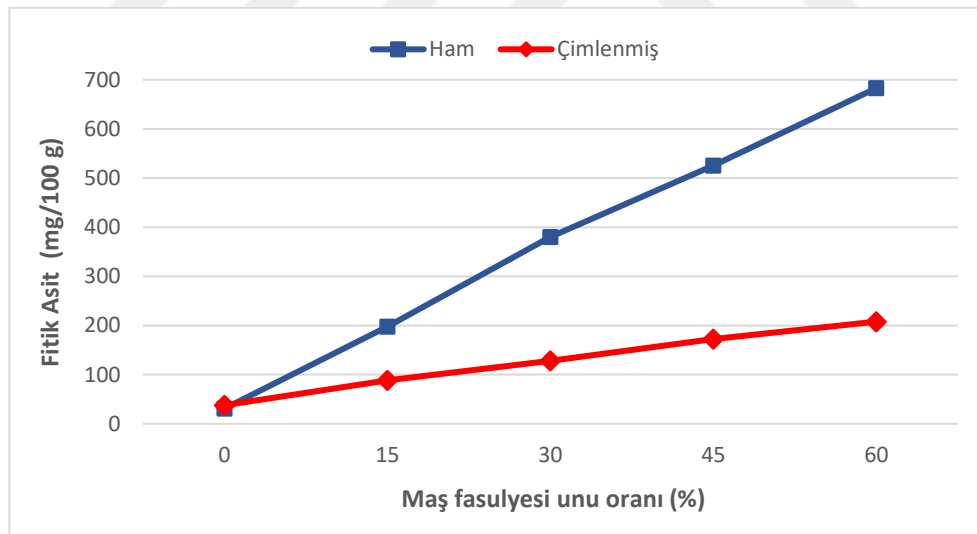
Çizelge 3. 8. Tarhana örneklerinin fitik asit, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve pH sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	n	Fitik Asit (mg/100g)	Toplam fenolik madde (mg GAE/kg)	Antioksidan aktivite (% İnhibisyon)	pH
<i>Çimlenme durumu</i>					
Ham	10	363.46±243.51a	1785.54±652.33b	37.12±3.17b	5.25±0.21a
Çimlenmiş	10	126.88±63.47b	2498.22±1025.02a	45.56±5.97a	5.28±0.20a
<i>MFUO (%)²</i>					
0	4	34.34±4.86c	1004.97±63.61e	35.34±3.39c	4.99±0.10c
15	4	142.91±63.35bc	1622.70±286.88d	39.15±4.55bc	5.18±0.14bc
30	4	254.17±145.56abc	2113.08±480.10c	41.60±5.97ab	5.31±0.06ab
45	4	348.87±203.81ab	2693.85±599.71b	43.98±6.56ab	5.40±0.15ab
60	4	445.57±274.40a	3274.81±630.16a	46.63±6.62a	5.46±0.11a

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05), ²MFUO:Maş fasulyesi unu oranı

Fitik asit, Zn, Fe, Ca, Mg ve Cu gibi mineraller ve proteinlerle kompleks oluşturarak çözünürlük, fonksiyonellik ve sindirilebilirliği değiştirdiğinden besinsel kaliteyi olumsuz etkileyen antibesinsel bir öge olarak kabul edilmektedir (Rickard ve Thompson, 1997; Bilgiçli, 2004; Özkaya, 2004). Fitik asitin olumsuz etkilerinin yanı sıra, antioksidan etkiye sahip olması, glisemik indeksi düşürmesi, antimutajenik özellik göstermesi ve bazı kanser türlerine karşı koruyucu etkisinin bulunması gibi sağlık üzerine olumlu etkileri de bulunmaktadır (Empson ve ark., 1991; Dağ Bayraktar ve Akbulut, 2013). Bu nedenle, fitik asitin gıdalarda azaltılıp azaltılmaması sorununa karşılık olarak, fitik asitin mineral emilimini ya da protein sindirilebilirliğini azaltmayacağı ve sağlık üzerine olumlu etkisinin görüleceği miktarın belirlenmesinin bir çözüm olabileceği bildirilmektedir (Thompson ve Zhang, 1991; Thompson, 1993; Zhou ve Erdman, 1995; Febles ve ark., 2002; Levent, 2014).

Tarhana örneklerinin fitik asit miktarı üzerine etkili “*oran x çimlenme durumu*” interaksiyonu Şekil 3.4’de verilmiştir. Formülasyonda HMFU ve ÇMFU kullanım oranı artışına bağlı olarak fitik asit içeriğinin de arttığı görülmüştür. HMFU katkılı tarhana örneklerine kıyasla ÇMFU içeren tarhanalarda daha düşük fitik asit miktarı belirlenmiştir.



Şekil 3. 4: Tarhana örneklerinde fitik asit miktarı üzerine etkili “*oran x çimlenme durumu*” interaksiyonu

3.2.3.7 Toplam fenolik madde

Çimlenme durumu faktörüne göre, HMFU kullanılan tarhana örneklerindeki toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 1785.54 mg GAE/kg iken, bu değer ÇMFU kullanılan tarhanalarda 2498.22 mg GAE/kg’a yükselmiştir (Çizelge 3.8). Bu durum,

ÇMFU'nun (2428.46 mg GAE/kg) HMFU'ya (1517.50 mg GAE/kg) kıyasla daha yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip olmasından kaynaklanmış olabilir (Çizelge 3.3).

MFUO faktörü yönünden sonuçlar incelendiğinde, tarhana formülasyonunda MFUO arttıkça toplam fenolik madde miktarının da yükseldiği görülmüş ve en yüksek değer (3274.81 mg GAE/kg) %60 maş fasulyesi kullanım oranında elde edilmiştir. Zenginleştirilmiş tarhana örneklerinin yüksek toplam fenolik madde içeriği, maş fasulyesi ununun yüksek toplam fenolik madde içeriği ile ilişkilendirilebilir.

Özmen (2011), farklı baklagil unlarıyla zenginleştirdiği glutensiz tarhana örneklerinin kontrole kıyasla daha yüksek toplam fenolik madde içerdiği ve baklagil unlarının oransal artışına göre toplam fenolik madde içeriğinin arttığını bildirmiştir.

Menon ve ark. (2015), farklı oranlarda kompozit unla (soya fasulyesi unu, ÇMFU ve mango çekirdeği unu) zenginleştirilen ekmek örneklerine ait toplam fenolik madde içeriğinin kontrole kıyasla artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

Gallegos-Infante ve ark. (2010), buğday irmiğine fasulye unu kullanılarak hazırlanan spagettelerde, fasulye ununun toplam fenolik madde miktarını arttırdığını rapor etmişlerdir.

Yaver (2022), ham, olgunlaşmış, fermente edilmiş ve çimlenmiş siyah nohut unlarını %20 oranında ekmek formülasyonunda kullanmıştır. Çimlenmiş siyah nohut unu ilavesi ile en yüksek toplam fenolik madde içeriğinin elde edildiğini bildirmiştir.

Hosta (2012), farklı baklagil unları ile zenginleştirilen glutensiz eriştelere ait toplam fenolik madde miktarının, kontrol örneğine kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Hernandez-Aguilar ve ark. (2020), ekmek üretiminde %5 ve 10 oranında ham ve çimlenmiş mercimek unlarını kullanmışlardır. Çimlenmiş mercimek unlu ekmeklerin toplam fenolik madde içeriğinde kontrol ekmeğe göre artış olduğunu belirlemişlerdir.

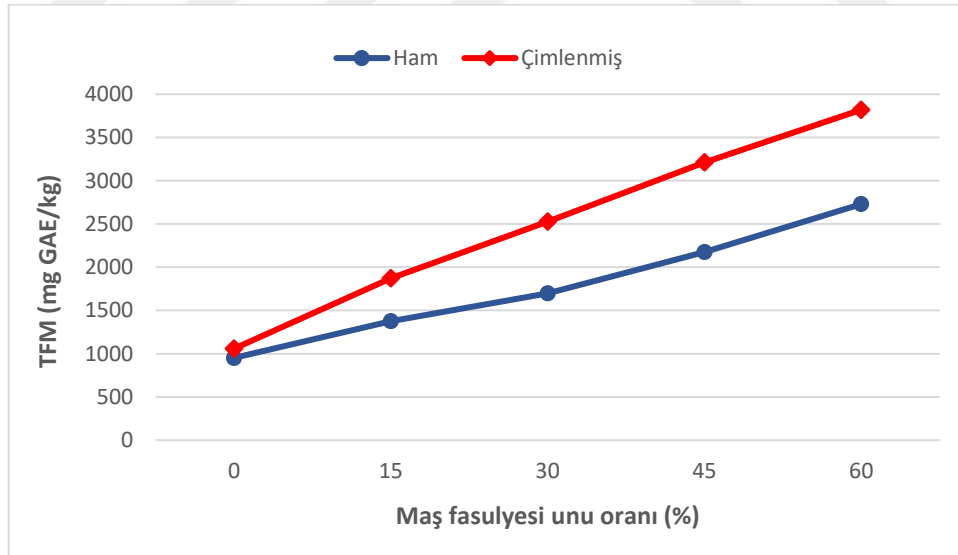
Ertaş (2018), tarhana üretiminde çeşitli tahıl (buğday, arpa, çavdar, yulaf), tahıl kepekleri (arpa, yulaf, çavdar) ve bakliyat (nohut, fasulye, mercimek) unlarını kullanmıştır. Örneklerdeki toplam fenolik madde miktarlarının 2661-4960 mg GAE/100g arasında değiştiğini bildirmiştir.

Taşkın (2019) yaptığı çalışmada, glutensiz tarhana üretiminde maş fasulyesi unu kullanmıştır. Tarhana örneklerinde toplam fenolik madde miktarlarının ortalama 3.11 mg GAE/g olup 2.57 ile 3.64 mg GAE/g arasında değiştiğini bildirmiştir.

Levent (2019), %60 oranında fasulye, bakla ve nohut unu ekleyerek hazırladığı glutensiz tarhanalardaki toplam fenolik madde miktarının kontrol örneğe kıyasla artış gösterdiğini, en yüksek toplam fenolik madde miktarının ise fasulye unu içeren örnekte olduğunu rapor etmiştir.

Esimek (2010), farklı tarhana örneklerini incelediği bir çalışmada, örnekler ait toplam fenolik madde içeriğinin 572.47 ile 1851.83 µg GAE/g aralığında değiştiğini bildirmiştir.

Toplam fenolik madde değeri üzerine etkili “*oran x çimlenme durumu*” interaksyonu Şekil 3.5’de verilmiştir. Genel olarak formülasyonda kullanılan HMFU ve ÇMFU oranlarının artması ile toplam fenolik madde miktarları da artış göstermiştir. ÇMFU kullanımının tarhanaların toplam fenolik madde miktarında daha fazla artışa neden olduğu görülmektedir.



Şekil 3. 5: Tarhana örneklerinde toplam fenolik madde değeri üzerine etkili “*oran x çimlenme durumu*” interaksyonu

3.2.3.8. Antioksidan aktivite

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çimlenme durumu faktörüne göre antioksidan aktivite açısından değerlendirildiğinde, HMFU kullanılarak üretilen tarhanaların

ortalama antioksidan aktivite değerinin %37.12, MFU kullanılarak üretilen tarhanaların ortalama antioksidan aktivite miktarının ise %45.56 olduğu belirlenmiştir.

MFUO faktörüne göre ise tarhana örneklerinin ortalama antioksidan aktivite sonuçları %35.34-46.63 aralığında değişim göstermiş olup, MFUO arttıķa antioksidan aktivite değerlerinin de arttığı belirlenmiştir.

Torres ve ark. (2007), spagetti üretiminde %10 oranında çimlenmiş bezelye unu kullanımının, antioksidan aktivite değerini yaklaşık 2.0 kat arttırdığını bildirmişlerdir.

Sofi ve ark. (2020), %30 oranında çimlenmiş nohut çeşitlerini (GNG 1581 ve GNG 469) kullanarak hazırladıkları glutensiz eriştelere ait antioksidan aktivite değerlerini (g/100 g) sırasıyla 34.58 ve 33.81 olarak bulmuşlardır.

Herken (2005), spagetti üretiminde ham, çimlenmiş, fermente edilmiş ve piřirilmē brlce unlarını kullanmıştır. Diğer katkılara kıyasla, çimlenmiş brlce unu (%28.63) ilavesinin örneklerde daha fazla antioksidan kapasite sağladığı rapor edilmiştir.

Tarhana retiminde farklı oranlarda (%0, 50 ve 100) kullanılan nohut ununun, tarhana örneklerinde antioksidan kapasiteyi arttırdığı bildirilmiştir (Gohari, 2022).

Göncü (2020), farklı mercimek unları ile hazırladığı glutensiz tarhana örneklerine ait antioksidan aktivite miktarının, buğday unu ile hazırlanan geleneksel tarhanaya göre artış gösterdiğini belirtmiştir.

Aslankara (2013), farklı koşullarda kurutularak elde edilen barbunya unlarının kullanıldığı tarhana örneklerin antioksidan aktivite değerlerinin %52.82-56.42 aralığında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

3.2.3.9. pH

Çoklu karşılaştırma testi sonuçları çimlenme durumu faktörüne göre değerlendirildiğinde, HMFU (5.25) ve MFU (5.28) kullanılarak hazırlanan tarhana örneklerinin ortalama pH değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

MFUO faktörüne göre incelendiğinde ise tarhana örneklerinin ortalama pH değerleri 4.99-5.46 aralığında değişmiştir (izelge 3.8). Formülasyonda MFUO arttıķa tarhana örneklerinin pH değerlerinde kısmi bir artış görülmüştür. Bu artış, MFUO arttıķa

karbonhidrat içeriğinin azalması ve bu durumun fermentasyonu etkilemesine bağlanabilir. Ayrıca, bu sonuç üzerinde proteinlerin sahip olduğu tamponlama kapasitesi de etkili olmuş olabilir.

Önçırak (2019), glutensiz tarhana üretiminde ham ve çimlenmiş fasulye, mercimek, börülce ve nohut unu kullanmıştır. Baklagil çeşitlerine ait tarhanaların ortalama pH değerinin 5.19-5.37 aralığında değiştiği ve en yüksek pH değerini fasulye unu içeren örneğin verdiği bildirilmiştir. Uygulama yöntemine göre ise en yüksek pH değerinin 5.27 ile çimlenmiş baklagil katkılı tarhana örneklerinde belirlendiği bildirilmiştir.

Güler (1993), tarhana formülasyonunda farklı oranlarda (%5, 10, 15, 20 ve 25) soya unu kullanmıştır. Örneklerde artan soya unu miktarına bağlı olarak pH değerinin de artış gösterdiği rapor edilmiştir.

Asadi ve ark. (2022), glutensiz ekmek üretiminde farklı oranlarda buğday, mercimek ve maş fasulyesi unu kullanmışlardır. Kullanım oranlarındaki artış ile örneklerdeki pH değerinin de arttığı belirtilmiştir.

Erdoğan (2019), pirinç, fasulye, sarı mercimek ve nohut unundan elde edilen glutensiz tarhana örneklerinin pH değerlerini sırasıyla 5.08, 4.65, 5.07, 5.12 ve 5.10 olarak rapor etmiştir.

Türker (1991), soya, nohut ve mercimek unu katkılı tarhana örneklerine ait pH değerlerinin 4.6-4.8 aralığında değiştiğini, ancak örneklerin pH değerleri arasında görülen farklılıkların istatistiki olarak önemsiz bulunduğunu bildirmiştir.

Kılıç Keskin (2022), glutensiz tarhana formülasyonunda nohut, fasulye, mercimek, soya ve lüpen unu kullanmıştır. Tarhana örneklerindeki ortalama pH değerlerinin 4.45-4.91 aralığında değiştiğini ve formülasyonda artan baklagil unu kullanım oranının pH'yı arttırdığını bildirmiştir.

Atasoy (2018), tarhana üretiminde bazı tahıl ve baklagil unlarını kullanmıştır. Kırmızı mercimek, nohut ve fasulye unlarından üretilen örneklerin pH değerlerini sırasıyla 4.33, 4.49 ve 4.45 olarak bulmuştur.

3.2.3.10. Mineral madde

Tarhana örneklerinde mineral madde miktarlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3.9'da verilmiştir. Çimlenme durumu faktörüne göre, HMFU kullanılarak hazırlanan tarhana örneklerinde ortalama Ca, Mg, Fe, Mn ve Zn miktarları sırasıyla sırasıyla 109.79, 64.61, 4.68, 0.84 ve 2.13 mg/100 g olarak bulunurken bu değerler ÇMFU kullanılarak üretilen tarhana örneklerinde sırasıyla 125.47, 68.45, 5.27, 0.91 ve 2.30 mg/100 g'a yükselmiştir. Tarhana örneklerinde ÇMFU kullanımı ile bütün mineral madde miktarlarında (Mn hariç) olan artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Çimlenme işlemi ile fitaz aktivitesindeki artış nedeniyle minerallerin serbest kalması da mineral artışına sebep olmuş olabilir (Demir, 2018b).

MFUO faktörüne göre ise tarhanalarda MFUO arttıkça Ca, Mg, Fe ve Zn miktarlarında artış olduğu görülmüştür. Tarhana örneklerinde %60 oranında maş fasulyesi unu kullanımı ile Ca, Mg, Fe ve Zn miktarlarında sırasıyla 1.5, 1.2, 1.7 ve 2.0 katlık artışlar meydana gelmiştir. Hammadde analiz sonuçları incelendiğinde ÇMFU'nun HMFU'ya kıyasla daha yüksek Ca, Mg, Fe ve Zn içeriğine sahip olduğu bu sonucun son ürüne yansıdığı söylenebilir (Çizelge 3.4).

Tok ve Ertaş (2021) yaptıkları çalışmada, ekmek formülasyonunda buğday ununu farklı oranlarda (%0, 5, 10 ve 15) çimlenmiş tahıl ve baklagil unları ile (buğday, çavdar ve yeşil mercimek) ikame etmişlerdir. Ekmek örneklerinde çimlenmiş buğday, çavdar ve yeşil mercimek kullanımı ile Ca, Fe, Mg ve Zn miktarlarının artışı gösterdiği rapor edilmiştir. En yüksek Ca (69.57 mg/ 100g) ve Mg miktarına (75.67 mg/100 g) çimlenmiş çavdar unlu örneğin, en yüksek Fe miktarına (2.03 mg/100 g) çimlenmiş yeşil mercimekli örneğin sahip olduğu bildirilmiştir. En yüksek Zn miktarı (1.65 mg/100 g) ise çimlenmiş buğday unlu örnek ile çimlenmiş çavdar unlu örnekte (1.62 mg/100 g) belirlenmiştir.

Ertaş (2018), tarhana üretiminde farklı oranlarda (%25 ve 50) çeşitli tahıl, tahıl kepeği ve baklagil unlarını kullanmıştır. Tarhana örneklerine ait Ca, Mg, Fe ve Zn miktarları sırasıyla 58.98-214.09 mg/100 g, 48.50-136.91 mg/100 g, 2.84-16.14 mg/100 g ve 1.37-3.22 mg/100 g olarak bulmuştur. En yüksek Ca ve Mg miktarı pirinç, fasulye ve nohut unu (%50) katkılı tarhana örneklerinde, en yüksek Fe ve Zn miktarının ise pirinç, mercimek ve nohut unu (%50) ilaveli tarhanalarda olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 3. 9. Tarhana örneklerine ait mineral madde miktarları (mg/100 g)¹

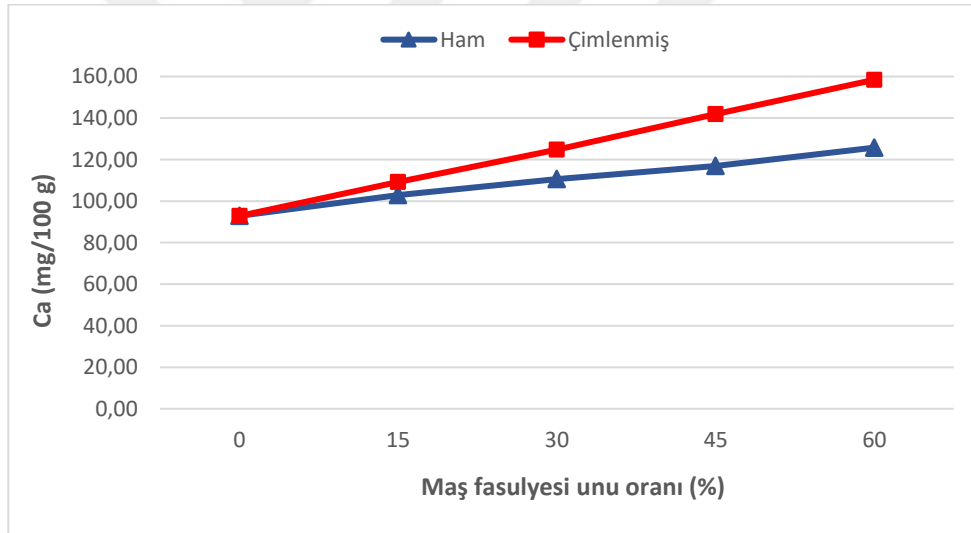
	n	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
<i>Çimlenme durumu</i>						
Ham	10	109.79±11.92b	64.61±3.25b	4.68±0.84b	0.84±0.13a	2.13±0.50b
Çimlenmiş	10	125.47±24.43a	68.45±4.37a	5.27±1.26a	0.91±0.14a	2.30±0.62a
<i>MFUO (%)²</i>						
0	4	92.88±0.34e	61.61±1.56c	3.64±0.23d	0.75±0.11a	1.47±0.12d
15	4	106.07±3.72d	63.87±2.02c	4.23±0.33cd	0.81±0.13a	1.85±0.12c
30	4	117.69±8.27c	66.76±2.51b	4.97±0.48bc	0.88±0.10a	2.25±0.18b
45	4	129.42±14.48b	68.93±3.23ab	5.72±0.52ab	0.94±0.11a	2.56±0.21b
60	4	142.10±18.87a	71.48±2.86a	6.32±0.72a	1.01±0.11a	2.94±0.20a

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05), ²MFUO: Maş fasulyesi unu oranı

Türker (1991), tarhana üretiminde %20 oranında çimlenmiş soya, mercimek ve nohut unlarını kullanmıştır. Baklagil çeşitlerine göre tarhana örneklerine ait Ca, Mg, Fe ve Zn miktarlarının 162.5-176.42, 336.3-355.0, 13.26-17.27 ve 1.65-1.85 mg/100 g aralığında değiştiğini bildirmiştir. Ayrıca, çimlenmeyle hammaddelerin mineral madde içeriğinin artış gösterdiği ve bu artışın son ürüne yansıdığı rapor edilmiştir.

Torres ve ark. (2007) tarafından, %10 çimlendirilmiş bezelye unu içeren makarna örneklerinin Ca, Mg ve Fe miktarları 70.7, 55.9 ve 2.91 mg/100 g, aynı mineraller kontrol örneğinde ise 51.7, 52.9 ve 2.63 mg/100 g olarak belirlenmiştir.

Ca değeri üzerine etkili “*oran x çimlenme durumu*” interaksyonu Şekil 3.6’da verilmiştir. Tarhana örneklerinde HMFU ve ÇMFU kullanımı ile Ca miktarında artış olduğu görülmüştür. ÇMFU kullanılarak üretilen tarhanalarda daha yüksek Ca miktarının elde edildiği ve oran arttıkça Ca miktarının da arttığı belirlenmiştir.



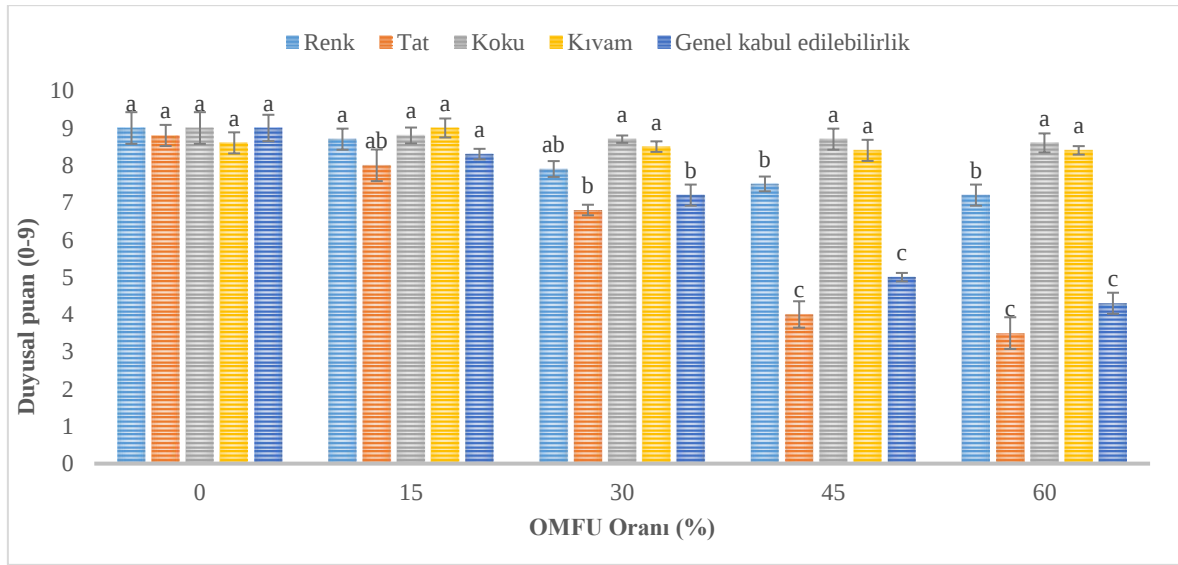
Şekil 3. 6: Tarhana örneklerinde Ca değeri üzerine etkili “*oran x çimlenme durumu*” interaksyonu

3.2.4. Duyusal analizler

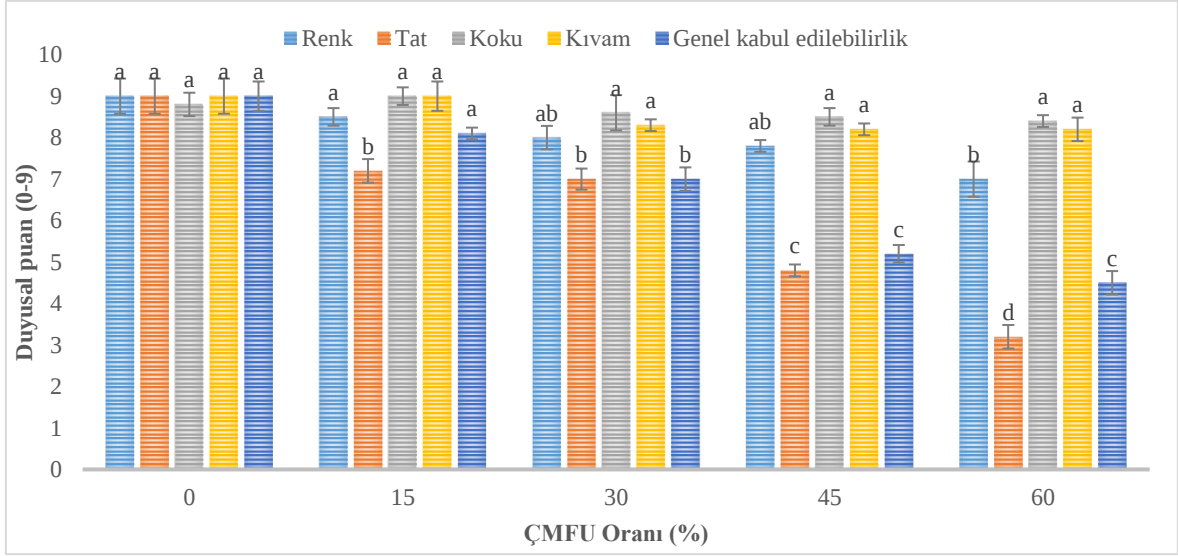
Tarhana örneklerine ait duyusal analiz sonuçları Şekil 3.7 ve 3.8’de verilmiştir.

Tarhana üretiminde %45 ve 60 oranında HMFU kullanımı renk ve tat puanlarında kontrole kıyasla azalmaya neden olmuştur. HMFU içeren tarhana örneklerinde koku ve kıvam puanları arasında istatistiki olarak önemli bir fark belirlenmemiştir. En düşük genel kabul edilebilirlik puanları ise yine %45 ve 60 HMFU kullanım oranında elde edilmiştir.

Formülasyonlarında ÇMFU kullanılarak hazırlanan tarhana örnekleri renk açısından değerlendirildiğinde, %15, 30 ve 45 ÇMFU oranlarında tarhanaların kontrolle aynı ya da eşdeğer puanlar aldığı, %60 oranında ise örneklerin en düşük renk puanına sahip olduğu belirlenmiştir. ÇMFU içeren tarhana örneklerinin tat puanları kontrole kıyasla azalmış, en düşük puan %60 ÇMFU kullanım oranında elde edilmiştir. ÇMFU kullanımının tarhana örneklerinin koku ve kıvam puanlarını olumsuz etkilemediği belirlenmiştir. ÇMFU içeren tarhanalar genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirildiğinde ise %15 oranından sonra genel kabul edilebilirlik puanlarında azalma görülmüş, en düşük puan %60 oranında ÇMFU içeren tarhana örneklerinde belirlenmiştir.



Şekil 3. 7: Ham maş fasulyesi unlu tarhana örneklerine ait duyusal analiz sonuçları



Şekil 3. 8: Çimlenmiş maş fasulyesi unlu tarhana örneklerine ait duysal analiz sonuçları

Genel olarak değerlendirildiğinde, HMFU ve ÇMFU'nun tarhananın duysal parametrelerinde benzer şekilde etkilere neden olduğu görülmüştür. Tarhana üretiminde %30 oranına kadar HMFU ve ÇMFU kullanılabileceği belirlenmiştir. Tarhana formülasyonunda MFUO arttıkça viskozite değerlerinde görülen azalmanın duysal olarak kıvam puanlarını etkilemediği görülmüştür (Çizelge 3.6).

Yen ve ark. (2022), glutensiz bisküvi üretiminde farklı oranlarda (%0, 15, 30, 45, 60 ve 75) ÇMFU kullanmışlardır. Görünüm, tat, koku ve genel kabul edilebilirlik yönünden kontrol (glutensiz bisküvi), buğday unlu bisküvi ve %60 oranında ÇMFU içeren bisküvi örnekleri karşılaştırılmıştır. Kontrol örneğine kıyasla %60 oranında ÇMFU içeren örneklerin daha yüksek puanlar aldığı, buğday unu içeren örneklerle ise benzer puanlar aldığı bildirilmiştir.

Maş fasulyesi unu ve nohut unu kullanılarak hazırlanan bisküvilerde tat, gevreklik, ağız hissi, renk ve genel kabul edilebilirlik açısından baklagil unlu örneklerin kontrole kıyasla daha yüksek puan aldığı rapor edilmiştir (Noor Aziah ve ark., 2012).

Menon ve ark. (2015), ekmek üretiminde buğday ununa ikame olarak farklı oranlarda soya fasulyesi unu (SFU), çimlenmiş maş fasulyesi unu (ÇMFU) ve mango çekirdeği unu (MÇU) kullanmışlardır. Elde edilen kompozit unlar 3 farklı (BU: SFU: ÇMFU: MÇU 85:5:5:5, 70:10:10:10 ve 60:14:13:13) kombinasyonla ekmek formülasyonunda kullanılmıştır. Kontrol ekmeğe kıyasla, artan oranda kompozit unu

kullanımının görünüm, tekstür ve ağız hissi değerlerini düşürdüğü, en yüksek genel kabul edilebilirliğin ise 85:5:5:5 kompozit unu ile elde edildiği bildirilmiştir. ÇMFU'nun ekmek üretiminde kullanımı ile toplam fenolik madde miktarında görülen artışın organoleptik özellikleri etkileyebileceği ve tat değişikliklerine neden olabileceği rapor edilmiştir (McCue ve Shetty, 2002; Menon ve ark., 2015).

Fernandez ve Berry (1989), ekmek üretiminde farklı oranlarda (%0, 10 ve 20) ham ve çimlenmiş nohut unu kullanmışlardır. Çimlenmiş nohut unlu örneklerle kıyasla ham nohut unu içeren örneklerin daha çok beğenildiği ve ekmek üretiminde %10 oranına kadar ham nohut unu kullanılabileceği rapor edilmiştir.

Yenrina ve ark. (2013), ekmek üretiminde maş fasulyesi ve modifiye manyok unu kullandıkları bir çalışmada, maş fasulyesi unu ilavesinin örneklerdeki kül, nem ve protein içeriklerini arttırdığı rapor edilirken, %15 oranında maş fasulyesi kullanımı ile ekmeğin lezzet ve besinsel kalitesinin geliştiği belirtilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, HMFU ve ÇMFU farklı oranlarda (%0, 15, 30, 45 ve 60) buğday unu ile ikame edilerek tarhana üretiminde kullanılmış ve tarhana kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Tarhana üretiminde hammadde olarak kullanılan buğday unu, HMFU ve ÇMFU renk değerleri ve kimyasal özellikleri açısından karşılaştırılmış, HMFU'ya kıyasla ÇMFU'nun yüksek a^* ve düşük b^* değeri dikkat çekici bulunmuştur. ÇMFU, HMFU'dan daha yüksek kül, protein, yağ, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve daha düşük karbonhidrat ve fitik asit değerlerine sahip olmuştur. ÇMFU, Ca, Mg, Fe ve Zn içeriği açısından da kullanılan hammaddeler içinde en zengin kaynak olarak değerlendirilmiştir.

Tarhana üretiminde ÇMFU kullanımı ile HMFU içeren örneklerle kıyasla L^* ve Hue değerinin azaldığı, a^* değerinin ise arttığı belirlenmiştir. Tarhana formülasyonunda MFUO arttıkça L^* ve a^* değerlerinin azaldığı, Hue değerinin ise artış gösterdiği belirlenmiştir.

Fonksiyonel özellikleri açısından değerlendirilecek olursa; HMFU ve ÇMFU içeren tarhana örneklerinin su ve yağ absorpsiyon değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunamamıştır. ÇMFU içeren tarhana örneklerinin viskozite değerlerinin HMFU içeren tarhanalardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. En yüksek viskozite değeri kontrol örneğinde belirlenirken %45 ve 60 MFUO içeren tarhana örnekleri en düşük viskozite değerlerinin elde edilmesini sağlamıştır.

Çimlenme durumu faktörüne göre, ÇMFU kullanılarak üretilen tarhanalarda HMFU içerenlere kıyasla daha yüksek kül, protein, yağ, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri belirlenmiştir. ÇMFU kullanılan tarhanalar daha düşük karbonhidrat değerlerinin elde edildiği örnekler olmuştur. Çimlenme ile maş fasulyesinin fitik asit miktarında görülen azalmaya bağlı olarak, ÇMFU'nun kullanıldığı tarhana örneklerinin fitik asit miktarının HMFU içeren örneklerden daha düşük olduğu bulunmuştur. Su ve pH değerleri açısından HMFU ve ÇMFU içeren tarhana örnekleri arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık belirlenmemiştir.

Tarhana formülasyonunda MFUO arttıkça kül, protein, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri de artış göstermiştir. MFUO'daki artış tarhana örneklerinde karbonhidrat miktarında azalmaya neden olmuştur. Maş fasulyesi unu içeren tarhana örnekleri (%15-60) kontrol örneğinden daha yüksek yağ miktarına sahip olmuştur.

Formülasyonda MFUO'daki artışa bağlı olarak fitik asit miktarı da artış göstermiş ve en yüksek ortalama fitik asit miktarı %60 kullanım oranında belirlenmiştir. Tarhana örneklerinin pH değerleri artan MFUO ile artmış, bu durum MFUO'daki artış ile karbonhidrat içeriğinin azalmasına ve bunun fermentasyonu etkileme ihtimaline atfedilmiştir. Bu durumun, proteinlerin sahip olduğu tamponlama kapasitesinden de kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Tarhana örneklerinde ÇMFU kullanımı ile HMFU'ya kıyasla Ca, Fe, Mg ve Zn miktarlarında istatistiki olarak önemli artışlar belirlenmiştir ($p<0.05$). MFUO faktörüne göre, tarhanalarda MFUO arttıkça bütün mineral madde miktarları da (Mn hariç) artmıştır. Maş fasulyesi unu kullanımı ile (%60) Ca, Fe, Mg ve Zn miktarı, maş fasulyesi unu kullanılmadan üretilen tarhana örneklerine kıyasla sırasıyla 1.5, 1.7, 1.2 ve 2.0 kat artmıştır. Maş fasulyesinin zengin mineral kompozisyonu üretilen tarhana örneklerine yansımıştır.

Duyusal analiz sonuçlarına göre, hem HMFU hem de ÇMFU kullanımı tarhananın koku ve kıvam puanları üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmamıştır. HMFU'nun %45 ve 60 kullanım oranlarında tarhana örneklerinin renk, tat ve genel kabul edilebilirlik puanlarında kontrole kıyasla önemli düşüşler belirlenmiştir. Tarhana formülasyonunda ÇMFU kullanımı tat puanlarını kontrole kıyasla düşürmüş, en düşük puan %60 kullanım oranında elde edilmiştir. Bütün duyusal parametreler birlikte değerlendirildiğinde, HMFU ve ÇMFU'nun tarhana formülasyonunda %30 oranına kadar kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

4.2. Öneriler

1. Bu çalışmada çimlendirme işlemi ile maş fasulyesinin besinsel ve fonksiyonel özellikleri arttırılırken aynı zamanda anti-besinsel içeriği de azaltılmıştır. Maş fasulyesi çimlendirilmeden önce ultrason işlemine tabi tutulmuş ve çimlendirmenin etkin ve verimli olması amaçlanmıştır. Gelecekteki çalışmalarda, ultrason destekli ve ultrason işlemi uygulanmadan çimlendirme işlemi birlikte yapıp ultrason

uygulamasının çimlendirme ve ürün kalitesi üzerine etkisi daha net ortaya koyulabilir.

2. ÇMFU'nun HMFU'ya kıyasla tarhananın besinsel özelliklerini daha çok geliştirdiği görülmüştür. Yapılacak çalışmalarda, yağ asit kompozisyonu, aminoasit kompozisyonu, vitamin içeriği, fenolik bileşenler analizi gibi ileri analizlerle HMFU ve ÇMFU ile hazırlanan tarhanaların tüm besinsel özellikleri belirlenebilir.
3. Zengin besinsel içeriğe sahip ÇMFU, diğer gıda formülasyonlarında da kullanılarak ürünün besinsel ve fonksiyonel özellikleri geliştirilebilir. Böylece, fonksiyonel ürün pazarına yeni çeşitler kazandırılarak, kronik hastalıkların ve dolayısı ile daha sağlıklı ve fonksiyonel ürün arayışlarının arttığı günümüzde tüketici beklentilerinin de karşılanmasına katkı sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- Abbas Ahmadi, M., Tajabadi Ebrahimi, M., Mehrabian, S., Tafvizi, F., Bahrami, H. & Dameshghian, M. (2014). Antimutagenic and Anticancer Effects of Lactic Acid Bacteria Isolated from Tarhana Through Ames Test and Phylogenetic Analysis by 16S rDNA. *Nutrition and Cancer*, 66(8), 1406-1413.
- Ahmadinejad, F., Geir Møller, S., Hashemzadeh-Chaleshtori, M., Bidkhor, G. & Jami, M. S. (2017). Molecular Mechanisms Behind Free Radical Scavengers Function Against Oxidative Stress. *Antioxidants*, 6(3), 51.
- Akaerue, B. I. & Onwuka, G. I. (2010). The Functional Properties of the Dehulled and Undehulled Mung Bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) Flours as Influenced by Processing Treatments. *Journal of Agricultural and Veterinary Science*, 2, 1-28.
- Akdağ, C. (1995). Tokat Şartlarında Ekim Zamanının Maş Fasulyesinin (*Vigna Radiata* (L.) Wilczek) Dane Verimi ve Diğer Bazı Özelliklere Etkilerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, (1), 135-140.
- Aktaş, K. (2018). *Farklı Kepek ve Süt Serum Proteinleri Kullanılarak Zenginleştirilen Tarhananın Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Aladjadjiyan, A. (2011). Ultrasonic Stimulation of the Development of Lentils and Wheat Seedlings. *Romanian Journal of Biophysics*, 21(3), 179-187.
- Alnouri, F. F. & Duitschaver, C. L. (1974). The use of pure cultures for the preparation of kushuk. *Journal of Institution of Canadian Science and Technology Alimentary*, 7, 228-229.
- Anonim. (1982). Türk Standartları Tarhana. Sayı: 17778. Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/17778.pdf>
- Anonim. (1990). American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC, 8th ed., St. Paul, MN, USA.
- Anonim. (2010). American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC, 8th ed., St. Paul, MN, USA.
- Anwar, F., Latif, S., Przybylski, R., Sultana, B. & Ashraf, M. (2007). Chemical Composition and Antioxidant Activity of Seeds of Different Cultivars of Mungbean. *Journal Of Food Science*, 72(7), S503-S510.
- Artık, C. ve Pekşen, E. (2005). Antibesinsel Maddeler ve Yemeklik Tane Baklagillerin Besleyici Değerleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2): 110-120.
- Arzeni, C., Martinez, K., Zema, P., Arias, A., Perez, O. E. & Pilosof, A. M. R. (2012). Comparative Study of High Intensity Ultrasound Effects on Food Proteins Functionality, *Journal of Food Engineering*, 108(3), 463-472.

- Asadi, Z., Masoud Nia, A. & Zia Ziabari, S. F. (2022). Physicochemical and sensorial properties of non-gluten supplemented flat bread with the replacement of sprouted wheat flour, lentil, mung bean. *Journal of food science and technology (Iran)*, 18(120), 75-83.
- Ashish, S., Shilpa, K., Singh, R. R., Sanjay, K. & Rajendran, N. (2012). Wheatgrass: An Alternative Household Nutritional Food Security. *International Research Journal of Pharmacy*, 3(7): 246-250.
- Aslankara, T. (2013). *Barbunyanın (Phaselous vulgaris L.) Lif ve Anioksidan Kaynağı Olarak Tarhana Çorbası Hazırlanmasında Kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Atasoy, R. (2018). *Çeşitli Tahıl ve Bakliyat Unlarıyla Üretilen Tarhanaların Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Besinsel Niteliklerinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Atudorei, D. & Codină, G. G. (2020). Perspectives on the use of germinated legumes in the bread making process, a review. *Applied Sciences*, 10(18), 6244.
- Atudorei, D., Atudorei, O. & Codină, G. G. (2021). Dough rheological properties, microstructure and bread quality of wheat-germinated bean composite flour. *Foods*, 10(7), 1542.
- Baranzelli, J., Kringel, D. H., Colussi, R., Paiva, F. F., Aranha, B. C., de Miranda, M. Z., ... & Dias, A. R. G. (2018). Changes in enzymatic activity, technological quality and gamma-aminobutyric acid (GABA) content of wheat flour as affected by germination. *LWT*, 90, 483-490.
- Başar, F., Şen, N., Silahşör, Y. & Başar, B. (2019). Erzincan Yöresel Mutfak Kültürü Unsuru Olan Tarhananın Gastronomi Turizmi Açısından Değerlendirilmesi. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 7 (1), 328-339.
- Baysal, A., Keçecioglu, S., Arslan, P., Yücecan, S., Pekcan, G., Güneyli, U., Sağlam, F., Yurttagül, M. & Çehreli, R. (1991). *Besinlerin Bileşimleri*. Ankara: Türkiye Diyetisyenler Derneği Yayını.
- Benedito, J., Carcel, J. A., Gonzalez, R. & Mulet, A. (2002). Application of low intensity ultrasonics to cheese manufacturing processes. *Ultrasonics*, 40, 19-23.
- Benítez, V., Cantera, S., Aguilera, Y., Mollá, E., Esteban, R. M., Díaz, M. F. & Martín-Cabrejas, M. A. (2013). Impact of germination on starch, dietary fiber and physicochemical properties in non-conventional legumes. *Food Research International*, 50(1), 64-69.
- Bermudez-Aguirre, D., Mobbs, T. & Barbosa-Canovas, G. V. (2011) *Ultrasound applications in food processing*. in *Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing*. USA: Springer.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E. & Sapiirstein, H. D. (2005). Phenolic Content and Antioxidant Activity of Pearled Wheat and Roller-Milled Fractions. *Cereal Chemistry*, 82(4), 390-393.

- Biçer, Ü. N. S. (2018). *Karamanda Üretilen Bazı Pekmez Çeşitlerinde Ağır Metal İçeriklerinin ICP-OES ve AAS Metodlarıyla Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman.
- Bilgiçli, N. (2002). Fitik Asitin Beslenme Açısından Önemi ve Fitik Asit Miktarı Düşürülmüş Gıda Üretim Metotları. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 16(30), 79-83.
- Bilgiçli, N. (2004). *Tarhananın Fitik Asit İçeriği ve Bazı Besin Öğeleri Üzerine Maya, Malt ve Fitaz Katkılarının Etkileri*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Bilgiçli, N. (2009). Effect of Buckwheat Flour on Chemical and Functional Properties of Tarhana. *LWT-Food Science and Technology*, 42(2), 514-518.
- Blessing, I. A. & Gregory, I. O. (2010). Effect of processing on the proximate composition of the dehulled and undehulled mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] flours. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(10), 1006-1016.
- Boye, J., Zare, F., & Pletch, A. (2010). Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food research international*, 43(2), 414-431.
- Cankurtaran Kömürcü, T. (2021). *Çimlendirilmiş Bazı İlkel Buğdayların Fonksiyonel Özellikleri ile Erişte ve Ekmek Üretiminde Kullanılabilirliklerinin Araştırılması*. Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Cao, D., Li, H., Yi, J., Zhang, J., Che, H., Cao, J., ... & Jiang, W. (2011). Antioxidant Properties of the Mung Bean Flavonoids on Alleviating Heat Stress. *PloS one*, 6(6), e21071.
- Caterina, B. & Camelia, V. (2012). Sprouted buckwheat an important vegetable source of antioxidants. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI-Food Technology*, 36(1), 53-60.
- Chandrapala, J. & Leong, T. (2015). Ultrasonic Processing for Dairy Applications: Recent Advances. *Food Engineering Reviews*, 7(2), 143-58.
- Chandrapala, J. & Zisu, B. (2016). Novel Trends in Engineered Milk Products. *Journal of Dairy Research*, 83(3), 268–280. <https://doi:10.1017/S0022029916000479>
- Chemat, F., Huma, Z. & Khan, M. K. (2011). Applications of Ultrasound in Food Technology: Processing, Preservation and Extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18(4), 813-835.
- Chiu, K. Y. & Sung, J. M. (2014). Use of Ultrasonication to enhance Pea Seed Germination and Microbial Quality of Pea Sprouts. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(7), 1699-1706.
- Cornejo, F., Caceres, P. J., Martínez-Villaluenga, C., Rosell, C. M., & Frias, J. (2015). Effects of germination on the nutritive value and bioactive compounds of brown rice breads. *Food Chemistry*, 173, 298-304.
- Coşkun, F. (2002). Trakya'nın Değişik Yörelerinde Üretilen Ev Tarhanalarının Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. *Gıda*, 6(12), 48-52.

- Coşkun, F. (2003). Tarhana ve Beslenme Yönünden Önemi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (3).
- Coşkun, F. (2014). Tarhananın Tarihi ve Türkiye’de Tarhana Çeşitleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 9(3), 69-79.
- Çekal, N. ve Aslan, B. (2017). Gastronomik Bir Değer Olarak Tarhana ve Coğrafi İşaretlemede Tarhananın Yeri ve Önemi. *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 124-135.
- Çetinkaya, N. (2020). Orta Asya’dan Selçuklu’ya Anadolu Mutfağı. Akbaba, A. ve Çetinkaya, N. (Ed.), *Gastronomi ve Yiyecek Tarihi* içinde. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Çevik, A. (2016). *Tarhananın Besinsel Zenginleştirilmesinde Kinoa, Karabuğday ve Lüpen Unlarının Kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çirişoğlu, E. ve Olum, E. (2019). Türk Mutfağındaki Fonksiyonel Gıdaların Gastronomi Turizmi Açısından Önemi. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3(4), 1659-1680.
- Dağ Bayraktar, A. ve Akbulut, G. (2013). Diabetes Mellitus’un Tibbi Beslenme Tedavisinde Fitik Asit: Faydalı Mı? Zararlı Mı?. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(1), 150-168.
- Dağlıoğlu, O. (2000). Tarhana as a Traditional Turkish Fermented Cereal Food. Its Recipe, Production and Composition. *Food/Nahrung*, 44(2), 85-88.
- Daliri, E. B. M. & Lee, B. H. (2015). Current trends and future perspectives on functional foods and nutraceuticals. Liong, M. T. (Ed.), In *Beneficial microorganisms in food and nutraceuticals*. Switzerland: Springer.
- Dave, S., Yadav, B. K. & Tarafdar, J. C. (2008). Phytate Phosphorus and Mineral Changes During Soaking, Boiling and Germination of Legumes and Pearl Millet. *Journal of Food Science and Technology*, 45(4), 344.
- Dayısoylu, K. S., Gezginç, Y., Duman, A. D. & Didin, M. (2003). Geleneksel Kahramanmaraş Tarhanasının Kimi Özellikleri ve Beslenmedeki Fonksiyonel Önemi. 3. *Gıda Müh. Kongresi*, 2-4.
- Del Rosario, R. R. & Flores, D. M. (1981). Functional properties of four types of mung bean flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 32(2), 175-180.
- Demir, M. K. (2018a). Geleneksel Tarhana Üretiminde Tam Buğday Unu Kullanımı. *Akademik Gıda*, 16 (2): 148- 155.
- Demir, B. (2018b). *Çimlendirilmiş Kinoa Ununun Glutenli ve Glutensiz Makarna Üretiminde Kullanım İmkanları*. Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Demir, B. & Bilgiçli, N. (2020). Changes in chemical and anti-nutritional properties of pasta enriched with raw and germinated quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) flours. *Journal of Food Science and Technology*, 57(10), 3884-3892.
- Ding, J., Johnson, J., Chu, Y. F. & Feng, H. (2019). Enhancement of γ -Aminobutyric Acid, Avenanthramides and Other Health-Promoting Metabolites in Germinating Oats (*Avena sativa* L.) Treated with and Without Power Ultrasound. *Food chemistry*, 283, 239-247.
- Dolatowski, Z. J., Stadnik, J. & Stasiak, D. (2007). Applications of Ultrasound in Food Technology. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 6(3), 88-99.
- Dubrović, I., Herceg, Z., Rezek Jambrak, A., Badanjak, M. & Dragović-Uzelac, V. (2011). Effect of High Intensity Ultrasound and Pasteurization on Anthocyanin Content in Strawberry Juice. *Food Technology and Biotechnology*, 49(2), 196-204.
- Duranti, M. (2006). Grain Legume Proteins and Nutraceutical Properties. *Fitoterapia*, 77(2), 67-82.
- Dziki, D., Gawlik-Dziki, U., Kordowska-Wiater, M. & Domań-Pytka, M. (2015). Influence of elicitation and germination conditions on biological activity of wheat sprouts. *Journal of Chemistry*, 2015.
- Dzudie, T. & Hardy, J. (1996). Physicochemical and Functional Properties of Flours Prepared From Common Beans and Green Mung Beans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(10), 3029-3032.
- Ekinci, R. (2005). The Effect of Fermentation and Drying on the Water-Soluble Vitamin Content of Tarhana, a Traditional Turkish Cereal Food. *Food Chemistry*, 90(1-2), 127-132.
- El-Adawy, T., Rahma, E., El-Bedawey, A. & El-Beltagy, A. (2003). Nutritional Potential and Functional Properties of Germinated Mung Bean, Pea and Lentil Seeds. *Plant Foods Hum Nutr.*, 58, 1-13.
- Elmehdi, H. M., Page, J. H. & Scanlon, M. G. (2003). Using ultrasound to investigate the cellular structure of bread crumb. *Journal of Cereal Science*, 38(1), 33-42.
- Empson, K. L., Labuza, T. P. & Graf, E. (1991). Phytic Acid as a Food Antioxidant. *Journal of Food Science*, 56(2), 560-563. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1991.tb05324.x>
- Erbaş, M. (2003). *Yaş Tarhananın Üretim ve Farklı Saklama Koşullarında Bileşimindeki Değişmeler*. Doktora Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Erbaş, M., Certel, M. & Uslu, M. K. (2004). Yaş ve Kuru Tarhananın Şeker İçeriğine Fermentasyon ve Depolamanın Etkisi. *Gıda*, 29(4), 299-305.
- Erbaş, M., Certel, M. & Uslu, M. K. (2005). Microbiological and chemical properties of tarhana during fermentation and storage as wet sensorial properties of tarhana soup. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 38, 409-416.
- Erbaş, M. (2006). Yeni Bir Gıda Grubu Olarak Fonksiyonel Gıdalar. *Türkiye*, 9, 24-26.

- Erdem, E. (2008). *Tarhana Üretiminde Balık Etinin Kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Erdoğan, S. L. (2019). *Farklı Tahıl ve Baklagil Unlarının Glutensiz Tarhana Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Hamdullah Emin Paşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Alanya.
- Ertaş, N., Türker, S., & Bilgiçli, N. (2008). Çeşitli Proseslerin Baklagilin Besinsel ve Antibesinsel Öğelerine Etkisi. *Türkiye*, 10, 21-23.
- Ertaş, N. (2013). Dephytinization Processes of Some Legume Seeds and Cereal Grains with Ultrasound and Microwave Applications. *Legume Research-An International Journal*, 36(5), 414-421.
- Ertaş, Y. ve Gezmen Karadağ, M. (2013). Sağlıklı Beslenmede Türk Mutfak Kültürünün Yeri. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(1), 117-136.
- Ertaş, N., Bilgiçli, N., Özcan, S. & Sarı, Ş. (2014). Influence of lupin (*Lupinus albus* L.) yoghurt on mineral content and functional properties of tarhana. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 6(4), 395-401.
- Ertaş, N. (2015). Technological and chemical characteristics of breads made with lupin sprouts. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 7(3), 313-319.
- Ertaş, N., Sert, D. & Demir, M. K. (2015). Functional properties of tarhana enriched with whey concentrate. *Agronomy Research*, 13(4), 919-928.
- Ertaş, N. (2018). Effects of Baker's Yeast Addition on Some Properties and Phytic Acid Content of Tarhana Prepared with Different Cereal and Legume Products. *Food and Health*, 4(1), 9-18.
- Esimek, H. (2010). *Tarhananın Besinsel Lif İçeriği ve Antioksidatif Özelliklerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tez, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Evangelos, S., Lazos, Aggelousis, G. & Bratakos, M. (1993). The fermentation of trahanas: a milk-wheat flour combination. *Plant Foods For Human Nutrition*, 44(1), 45-62.
- Fathonah, S., Rachmawati, R., Rosidah, R., Kristanti, B. S. & Iswari, R. S. (2020). An Innovation of High-Energy and Protein Biscuits Made of Black Rice Flour Substituted With Mung Bean Flour. *International Journal of Research Innovation and Entrepreneurship*, 1(2), 69-77.
- Febles, C. I., Arias, A., Hardisson, A., Rodriguez-Alvarez, C. & Sierra, A. (2002). Phytic Acid Level in Wheat Flours. *Journal of Cereal Science*, 36 (1): 19-23. doi:10.1006/jcrs.2001.0441
- Fellows, P. J. (2000). *Food Processing Technology: Principles and Practice*. Washington: CRC Press.
- Fernandez, M. L. & Berry, J. W. (1989). Rheological properties of flour and sensory characteristics of bread made from germinated chickpea. *International Journal of Food Science & Technology*, 24(1), 103-110. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1989.tb00623.x>

- Fernandez-Orozco, R., Frias, J., Zielinski, H., Muñoz, R., Piskula, M. K., Kozłowska, H. & Vidal-Valverde, C. (2009). Evaluation of Bioprocesses to Improve the Antioxidant Properties of Chickpeas. *LWT- Food Science and Technology*, 42(4), 885–892.
- Fernandez-Orozco, R., Frias, J., Zielinski, H., Piskula, M. K., Kozłowska, H. & Vidal-Valverde, C. (2008). Kinetic study of the antioxidant compounds and antioxidant capacity during germination of *Vigna radiata* cv. emerald, *Glycine max* cv. jutro and *Glycine max* cv. merit. *Food Chemistry*, 111(3), 622-630.
- Fordham, J. R., Wells, C. E. & Chen, L. H. (1975). Sprouting of Seeds and Nutrient Composition of seeds and Sprouts. *Journal of Food Science*, 40, 552–556.
- Francis, F. J. (1998). Colour analysis. S. S. Nielsen (Ed.), In *Food Analysis*. USA: An Aspen Publishers.
- Gallegos-Infante, J. A., Rocha-Guzman, N. E., Gonzalez-Laredo, R. F., Ochoa-Martínez, L. A., Corzo, N., Bello-Perez, L. A., ... & Peralta-Alvarez, L. E. (2010). Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 119(4), 1544-1549.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J. A., Medina-Juarez, L. A., Ortega-Garcia, J., Cazarez-Casanova, R. & Angulo-Guerrero, O. (1999). Antioxidant Activity in Soybean Oil of Extracts From Thompson Grape Bagasse. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(12), 1445.
- Ganesan, K. & Xu, B. (2018). A critical Review on Phytochemical Profile and Health Promoting Effects of Mung Bean (*Vigna radiata*). *Food Science and Human Wellness*, 7(1), 11-33.
- Gao, L., Wang, S., Oomah, B.D. & Mazza, G. (2002). Wheat Quality: Antioxidant Activity of Wheat Millstreams, in: *Wheat Quality Elucidation*, Eds. P. Ng and C.W. Wrigley, *AACC International*, 219-233.
- Garcia-Alvarez, J., Alava, J. M., Chavez, J. A., Turo, A., Garcia, M. J. & Salazar, J. (2006). Ultrasonic characterisation of flour–water systems: A new approach to investigate dough properties. *Ultrasonics*, 44, e1051-e1055.
- Garciarubio, A., Legaria, J.P. & Covarrubies, A.A. (1997). Absciscic acid inhibit germination of mature arabidopsis seeds by limiting the availability of energy and nutrients. *Planta*, 203(2): 182-187.
- Gediz, Y. (2021). *Vegan ve Çölyak Bireyler İçin Geliştirilen Tarhanaların Bazı Karakteristik Özellikleri ile Antioksidan Potansiyelinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Ghavidel, R. A. & Prakash, J. (2007). The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds. *LWT-Food Science and Technology*, 40(7), 1292-1299.

- Gohari, S. T. (2022). The Effects of Quinoa and Chickpeas Flours on the Physical, Chemical, Functional and Sensorial properties of Tarhana Soup. *Egypt Journal for Specialized Studies*, 10(35), 5-28.
- Goñi, I. & Valentín-Gamazo, C. (2003). Chickpea Flour Ingredient Slows Glycemic Response to Pasta in Healthy Volunteers. *Food Chemistry*, 81(4), 511-515.
- Goussous, S. J., Samarah, N. H., Alqudah, A. M. & Othman, M. O. (2010). Enhancing Seed Germination of Four Crop Species Using an Ultrasonic Technique. *Experimental Agriculture*, 46(2), 231-242.
- Göçmen, D., Gürbüz, O. & Şahin, İ. (2003). Hazır Tarhana Çorbaları Üzerinde Bir Araştırma. *Gıda*, 28(1).
- Gökmen, S. (2009). *Çiğ-Pişmiş ve Kurutulmuş Ayva Katkısının Tarhana Üzerine Olan Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Göncü, A. (2020). *Tarhana Üretiminde Farklı Mercimek Unları ve Boza Kullanım Olanaklarının Araştırılması*. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Göze Özdemir, F. G. & Karaman, R. (2020). Bazı Maş Fasulyesi (*Vigna radiata* Wilczek) Genotiplerinin *Meloidogyne incognita* Irk 2 ile Reaksiyonu. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(3), 274-279.
- Guardado-Félix, D., Lazo-Vélez, M. A., Pérez-Carrillo, E., Panata-Saquicili, D. E. & Serna-Saldívar, S. O. (2020). Effect of partial replacement of wheat flour with sprouted chickpea flours with or without selenium on physicochemical, sensory, antioxidant and protein quality of yeast-leavened breads. *LWT*, 129, 109517.
- Guo, X., Li, T., Tang, K. & Liu, R. H. (2012). Effect of germination on phytochemical profiles and antioxidant activity of mung bean sprouts (*Vigna radiata*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60: 11050–11055.
- Güler, M. B. (1993). *Çukurova Bölgesi Tarhanalarının Üretim Yöntemleri, Özellikleri ve Tarhana Üretiminde Soya Unundan Yararlanma Olanakları Üzerine Bazı Araştırmalar*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Güney Funda, E. (2009). *Ülkemizde Tüketilen Tarhanaların Mikrobiyolojik ve Bazı Kimyasal Özelliklerinin Analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Gürdaş, S. (2002). *Sivas Yöresine Özgü Ev Tarhanalarının Besin Değeri ve Kimyasal İçerik Açısından İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Gyamfi, M. A., Yonamine, M. & Aniya, Y. (1999). Free-Radical Scavenging Action of Medicinal Herbs from Ghana: *Thonningia Sanguinea* on Experimentally-Induced Liver Injuries. *General Pharmacology: The Vascular System*, 32(6), 661-667. [https://doi.org/10.1016/S0306-3623\(98\)00238-9](https://doi.org/10.1016/S0306-3623(98)00238-9)

- Hacıoğlu, G. ve Kurt, G. (2012). Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdalara Yönelik Farkındalığı, Kabulü ve Tutumları: İzmir İli Örneği. *Business & Economics Research Journal*, 3(1).
- Hallén, E., İbanoğlu S. & Ainsworth, P. (2004). Effect of Fermented/Germinated Cowpea Flour Addition on the Rheological and Baking Properties of Wheat Flour. *Journal of Food Engineering*, 63, 177-184.
- Harmuth-Hoene, A. E., Bognar, A. E., Kornemann, U. & Diehl, J. F. (1987). The influence of germination on the nutritional value of wheat, mung beans and chickpeas. *Zeitschrift für Lebensmittel-untersuchung und-forschung*, 185(5), 386-393.
- Harvey, E. N. & Loomis, A. L. (1929). The Destruction of Luminous Bacteria by High Frequency Sound Waves. *Journal of Bacteriology*, 17(5), 373.
- Haug, W. & Lantzsch, H. J. (1983). Sensitive Method for The Rapid Determination of Phytate in Cereals and Cereal Products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34(12), 1423-1426.
- Hayta, M., Alpaslan, M. & Baysar, A. (2002). Effect of Drying Methods on Functional Properties of Tarhana: A Wheat Flour-Yogurt Mixture. *Journal of Food Science*, 67(2), 740-744.
- Herken, E. N. (2005). Effect of Processing on The Selected Properties of Cowpea Flour To Be Incorporated Into Spaghetti. Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Hernandez-Aguilar, C., Dominguez-Pacheco, A., Palma Tenango, M., Valderrama-Bravo, C., Soto Hernández, M., Cruz-Orea, A. & Ordonez-Miranda, J. (2020). Lentil sprouts: a nutraceutical alternative for the elaboration of bread. *Journal of food science and technology*, 57(5), 1817-1829.
- Hosta, H. G. (2012). *Farklı Baklagil Unları ile Zenginleştirilmiş Glutensiz Pirinç Eriştelerinin Kalite ve Bazı Besinsel Özelliklerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ibanoglu, S., Ainsworth, P., Wilson, G. & Hayes, G. D. (1995). The Effect of Fermentation Conditions on the Nutrients and Acceptability of Tarhana. *Food Chemistry*, 53(2): 143-147.
- Ibanoglu, Ş. (1999). Functional Properties of Spray Dried Tarhana. *Drying technology*, 17(1-2), 237-333.
- Indrani, D., Sakhare, S. D., Inamdar, A. A. & Venkateswara Rao, G. (2015). Development of protein and fiber enriched breads by supplementation of roller milled fractions of green gram. *Journal of Food Science and Technology*, 52(1), 415-422.
- İşık Erol, N. (2010). *Keçiboynuzlu Tarhana Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- İbrahim, S. S., Habiba, R. A., Shatta, A. A., & Embaby, H. E. (2002). Effect of soaking, germination, cooking and fermentation on antinutritional factors in cowpeas. *Food/nahrung*, 46(2), 92-95.

- İstek, Ö., Tomar, O. & Çağlar, A. (2021). Orman Meyveli Tarhananın Fonksiyonel Özellikleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (22), 118-127.
- Jayasena, V., & James, A. P. (2013). Total phenolic and phytosterol compounds and the radical scavenging activity of germinated Australian sweet lupin flour. *Plant Foods for Human Nutrition*, 68(4), 352-357.
- Jomduang, S. (1985). *Production and Characterization of Vegetable Protein Products from Mungbean and Soybean*. Thesis of MS, Kasetsart University, Thailand.
- Jones, R. L. & Jacobsen, J. V. (1991). Regulation and synthesis and transport of secreted proteins of in cereal aleurone. *Int Rev Cytol*, 126: 49-88.
- Jose, A., Ulloa, K. V., Enriquez, L., Yina, B., Contreras, M. P., Rosas, U., Jose, C., Ramirez, R., Blanca, E. & Ulloa, R. (2015). Effect of Ultrasound Treatment on the Hydration Kinetics and Cooking Times of Dry Beans (*Phaseolus Vulgaris*). *Journal of Food*, 13(4), 588-596.
- Kahraman, G. (2016). *Development of Gluten-Free Bread Formulations Based on Chickpea Flour: Optimization of Formulation, Evaluation of Dough Properties and Bread Quality*. Doktora Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kanmaz, E. (2017). Fonksiyonel Antioksidan Gıdalar: Yenilebilir Tohum Filizleri. *Sidas Yayıncılık*.
- Karaçıl, M. Ş. ve Acar Tek, N. (2013). Dünyada Üretilen Fermente Ürünler: Tarihsel Süreç ve Sağlık ile İlişkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 163-174.
- Karahan, A. M., Köten, M., Karahan, L. E. & Yazman, M. M. (2019). Tarhananın Besinsel Önemi ve Fonksiyonel Bileşenlerce Zenginleştirilmesi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4(3), 120-129.
- Karakaya, S. & El, S. N. (1999). Quercetin, luteolin, apigenin and kaempferol contents of some foods. *Food Chemistry*, 66(3), 289-292.
- Karakurt, H., Aslantaş, R. & Eşitken, A. (2010). Tohum Çimlenmesi ve Bitki Büyümesi Üzerinde Etkili Olan Çevresel Faktörler ve Bazı Ön Uygulamalar. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 115-128.
- Karaman, R. (2019). *Maş fasulyesi (Vigna radiata Wilczek) Genotiplerinin/Yerel Populasyonlarının Isparta Koşullarında Fenolojik, Morfolojik, Agronomik ve Bazı Teknolojik Özellikler Yönünden Karakterizasyonu*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Karaman, R., & Türkay, C. Türkiye'deki maş fasulyesi [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] genotiplerinin çıkış ve fide özellikleri yönünden karakterizasyonu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 434-444.
- Kaur, H. & Gill, B. S. (2020). Comparative evaluation of physicochemical, nutritional and molecular interactions of flours from different cereals as affected by germination duration. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(3), 1147-115.

- Kılıç Keskin, H. (2022). *Glutensiz Tarhana Üretimi Üzerine Araştırmalar*. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kılınçer, F. N. (2018). *Çimlendirilmiş Bazı Tahıl ve Baklagillerin Besinsel Ve Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kılınçer, F. N. ve Demir, M. K. (2019). Çimlendirilmiş Bazı Tahıl ve Baklagillerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Gıda*, 44(3): 419-429.
- Kıyak, S. N. (2020). *Çitlembik (Celtis australis L.) İlave Edilerek Üretilmiş Tarhananın Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin İncelenmesi Ve Gediz Tarhanası ile Karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Kim, K. B., Lee, S., Kim, M. S. & Cho, B. K. (2009). Determination of apple firmness by nondestructive ultrasonic measurement. *Postharvest Biological Technology*, 52, 44-48.
- Kim, D. K., Jeong, S. C., Gorinstein, S. & Chon, S. U. (2012). Total Polyphenols, Antioxidant and Antiproliferative Activities of Different Extracts in Mungbean Seeds and Sprouts. *Plant Foods Hum Nutr*, (67), 71-75.
- Knorr, D., Zenker, M., Heinz, V. & Lee, D. U. (2004). Applications and Potential of Ultrasonics in Food Processing. *Trends in Food Science & Technology*, 15(5), 261-266.
- Köse, E. & Çağındı, Ö. S. (2002). An Investigation into the use of different flours in tarhana, *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 219-222.
- Krautkrämer, J. & Krautkrämer, H. (2013). *Ultrasonic Testing of Materials*. Germany: Springer Science & Business Media.
- Kruawan, K., Tongyongk, L. & Kangsadalampai, K. (2012). Antimutagenic and Co-Mutagenic Activities of Some Legume Seeds and Their Seed Coats. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6 (22), 3845-3851.
- Kudre, T. G., Benjakul, S. & Kishimura, H. (2013). Comparative Study on Chemical Compositions and Properties of Protein Isolates From Mung Bean, Black Bean and Bambara Groundnut. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(10), 2429-2436.
- Kumral, A. (2015). Nutritional, chemical and microbiological changes during fermentation of tarhana formulated with different flours. *Chemistry Central Journal*, 9(1), 1-8.
- Lahijanian, S. & Nazari, M. (2017). Increasing Germination Speed of Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) Seeds by Ultrasound Treatments. *Seed Technology*, 49-55.
- Lambrides, C. J. & Godwin, I. D. (2007). Mungbean. In *Pulses, sugar and tuber crops*. Heidelberg: Springer.
- Levent, H. (2014). *Farklı Olgunlaşma Dönemlerinde Hasat Edilen Buğdaylardan Elde Edilen Unların Somun ve Yufka Ekmeklerinin Teknolojik ve Besinsel Özellikleri Üzerine Etkileri*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Levent, H. (2019). Physical, Chemical and Sensory Evaluation of Gluten-Free Tarhana with Legume Hulls and Flours. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 11(4), 401-409.
- Li, G. H., Wan, J. Z., Le, G. W. & Shi, Y. H. (2006). Novel angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides isolated from Alcalase hydrolysate of mung bean protein. *Journal of peptide science: an official publication of the European Peptide Society*, 12(8), 509-514.
- Li, H., Cao, D., Yi, J., Cao, J. & Jiang, W. (2012). Identification of the flavonoids in mungbean (*Phaseolus radiatus* L.) soup and their antioxidant activities. *Food chemistry*, 135(4), 2942-2946.
- Li, L., Yuan, T. Z., Setia, R., Raja, R. B., Zhang, B. & Ai, Y. (2019). Characteristics of pea, lentil and faba bean starches isolated from air-classified flours in comparison with commercial starches. *Food Chemistry*, 276, 599-607.
- Lin, P. Y. & Lai, H. M. (2006). Bioactive Compounds in Legumes and Their Germinated Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(11), 3807-3814.
- Liu, T., Yu, X. H., Gao, E. Z., Liu, X. N., Sun, L. J., Li, H. L., ... & Yu, Z. G. (2014). Hepatoprotective Effect of Active Constituents Isolated from Mung Beans (*Phaseolus radiatus* L.) in an Alcohol-Induced Liver Injury Mouse Model. *Journal of Food Biochemistry*, 38(5), 453-459.
- Liu, Y., Xu, M., Wu, H., Jing, L., Gong, B., Gou, M., Zhao, K. & Li, W. (2018). The Compositional, Physicochemical and Functional Properties of Germinated Mung Bean flour and its Addition on Quality of Wheat Flour Noodle. *Journal of food science and technology*, 55(12), 5142-5152.
- Liu, H., Li, Z., Zhang, X., Liu, Y., Hu, J., Yang, C. & Zhao, X. (2021). The effects of ultrasound on the growth, nutritional quality and microbiological quality of sprouts. *Trends in Food Science & Technology*, 111, 292-300.
- López-Martínez, L. X., Leyva-López, N., Gutiérrez-Grijalva, E. P. & Heredia, J. B. (2017). Effect of cooking and germination on bioactive compounds in pulses and their health benefits. *Journal of Functional Foods*, 38, 624-634.
- Loveday, S. M., Sarkar, A. & Singh, H. (2013). Innovative Yoghurts: Novel Processing Technologies for Improving Acid Milk Gel Texture. *Trends in Food Science & Technology*, 33(1), 5-20.
- Mahmoud, A. H. & El-Anany, A. M. (2014). Nutritional and sensory evaluation of a complementary food formulated from rice, faba beans, sweet potato flour, and peanut oil. *Food Nutr Bull*, 35 (4), 403-413.
- Mamilla, R. K. & Mishra, V. K. (2017). Effect of germination on antioxidant and ACE inhibitory activities of legumes. *LWT*, 75, 51-58.
- Mason, T. J., Paniwnyk, L. & Lorimer, J. P. (1996). The Uses of Ultrasound in Food Technology. *Ultrasonics Sonochemistry*, 3(3), 253-260. [https://doi.org/10.1016/S1350-4177\(96\)00034-X](https://doi.org/10.1016/S1350-4177(96)00034-X)

- Mason, T. J. (1998). Power Ultrasound in Food Processing the Way Forward. Povey, M. J. & Mason, T. J. (Ed.), In *Ultrasound in Food Processing*. London: Blackie Academic & Professional.
- Mason, T. J. (2003). Sonochemistry and Sonoprocessing: The Link, The Trends and (Probably) The Future. *Ultrasonics Sonochemistry*, 10 (4-5), 175-179.
- McClements, D. J. (1995). Advances in the Application of Ultrasound in Food Analysis and Processing. *Trends in Food Science & Technology*, 6(9), 293-299.
- McCue, P. & Shetty, K. (2002). Clonal herbal extracts as elicitors of phenolic synthesis in dark-germinated mungbeans for improving nutritional value with implications for food safety. *Journal of food Biochemistry*, 26(3), 209-232.
- Menon, L., Majumdar, S. D. & Ravi, U. (2015). Development and Analysis of Composite Flour Bread. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 4156-4165.
- Meral, R. ve Doğan, İ. S. (2009). Fonksiyonel Öneme Sahip Doğal Bileşenlerin Unlu Mamullerin Üretiminde Kullanımı. *Gıda*, 34(3), 193-198.
- Meral, H. ve Karaoğlu, M. M. (2019). Ekmekğin Besinsel Özelliklerinin İyileştirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(2), 217-225.
- Miano, A. C., Pereira, J. D. C., Castanha, N., Júnior, M. D. D. M. & Augusto, P. E. D. (2016). Enhancing Mung Bean Hydration Using the Ultrasound Technology: Description of Mechanisms and Impact on its Germination and Main Components. *Scientific Reports*, 6(1), 1-14.
- Millar, K. A., Barry-Ryan, C., Burke, R., McCarthy, S. & Gallagher, E. (2019). Dough properties and baking characteristics of white bread, as affected by addition of raw, germinated and toasted pea flour. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 56, 102189.
- Min, L. (2001). Research Advance in Chemical Composition and Pharmacological Action of Mung Bean. *Shanghai J Trad. Chin. Med.*, 5, 18.
- Mizrach, A. (2007). Nondestructive ultrasonic monitoring of tomato quality during shelflife storage. *Postharvest Biological Technology*, 46, 271-274.
- Mizrach, A. (2008). Ultrasonic technology for quality evaluation of fresh fruit and vegetables in pre-and postharvest processes. *Postharvest biology and technology*, 48(3), 315-330.
- Mohammadi, V., Ghasemi-Varnamkhasti, M. & Gonzalez, L. A. (2017). Analytical Measurements of Ultrasound Propagation in Dairy Products: A Review. *Trends in Food Science and Technology*, 61, 38-48
- Mubarak, A. E. (2005). Nutritional Composition and Antinutritional Factors of Mung Bean Seeds (*Phaseolus Aureus*) as Affected by Some Home Traditional Processes. *Food Chemistry*, 89(4), 489-495.

- Nair, R. M., Yang, R. Y., Easdown, W. J., Thavarajah, D., Thavarajah, P., Hughes, J. D. A. & Keatinge, J. D. H. (2013). Biofortification of Mungbean (*Vigna Radiata*) as a Whole Food to Enhance Human Health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(8), 1805-1813.
- Nakamura, K., Koyama, M., Ishida, R., Kitahara, T., Nakajima, T. & Aoyama, T. (2016). Characterization of Bioactive Agents in Five Types of Marketed Sprouts and Comparison of Their Antihypertensive, Antihyperlipidemic, and Antidiabetic Effects in Fructose-Loaded SHR. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1), 581-590.
- Nazari, M., Sharififar, A. & Asghari, H. R. (2014). Medicago Scutellata Seed Dormancy Breaking by Ultrasonic Waves. *Plant Breeding and Seed Science*, 69, 15-24.
- Nazari, M. & Eteghadipour, M. (2017). Impacts of ultrasonic waves on seeds: a mini-review. *Agriculture Research & Technology: Open Access Journal*, 6 (3), 555688.
- Nielsen, M., Martens, H. J. & Kaack, K. (1998). Low Frequency Ultrasonics for Texture Measurements in carrots (*Daucus carota* L.) in Relation to Water Loss and Storage, *Postharvest Biological Technology*, 14, 297-308.
- Noor Aziah, A. A., Mohamad Noor, A. Y. & Ho, L. H. (2012). Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flour. *International Food Research Journal*, 19(4), 1539-1543.
- Okur, B. ve Madenci, B. A. (2019). Çiğ Beslenme (Raw Food) Akımında Çimlendirilmiş Hububat ve Baklagillerin Önemi. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 664, 675.
- Oplinger, E. S., Hardman, L. L., Kaminski, A. R., Combs, S. M. & Doll, J. D. (1990). Mungbean. *Alternative Field Crops Manual*. <https://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/mungbean.html>
- Orak, H. H., Karamac, M., Orak, A., Amarowicz, R. & Janiak, M. (2018). Phenolics Content and Antioxidant Capacity of Mung Bean (*Vigna radiata* L.) Seed. *Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28, 199-207.
- Öncel, E. (2017). *Erişte Üretiminde Farklı Oran ve Kombinasyonlarda Karabuğday, Amarant ve Kinoa Unlarının Kullanım İmkanları*. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Önçirak, Z. (2019). *Farklı Ön İşlemler Uygulanmış Baklagil Unlarının Tarhana Üretiminde Hammadde Olarak Kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Öner, M. D., Tekin, A. R. & Erdem, T. (1993). The use of soybeans in the traditional fermented food-tarhana. *LWT-Food Science and Technology*, 26(4), 371-372. <https://doi.org/10.1006/fstl.1993.1073>
- Özbilgin, S. (1983). The Chemical and Biological Evaluation of Tarhana Supplemented with Chickpea and Lentil (Doctoral Dissertation, Cornell University).

- Özdemir, S., Göçmen, D. & Yıldırım Kumral, A. (2007). A Traditional Turkish Fermented Cereal Food: Tarhana. *Food Reviews International*, 23(2), 107-121.
- Özdemir, N., Alkan, L. B. & Çon, A. H. (2012). Taze ve Depolanmış Kastamonu Yaş Tarhanasının Mikrobiyolojik Kalitesi. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 23(2), 35-40.
- Özdemir, B. ve Zencir, E. (2017). Yiyecek İçecek İşletmelerine Yerel Ürün Önerisi: Çerez Tarhana. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 2, 18-27.
- Özer Altundağ, Ö., Kenger, E. B. & Ulu, E. K. (2020). Farklı Tarhana Türlerinin Sağlık Yönünden Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma. *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 5(2), 143-157.
- Özkaya, B. (2004). Ekmeğin Fitik Asit Miktarına Çeşit ve Ekstraksiyonun Etkisi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje No: 2002-07-11-064, Ankara.
- Özkaynak Kanmaz, E. ve Ova, G. (2014). Filizlenme İşleminin Fitokimyasal Bileşikler Üzerine Etkisi. *Gıda*, 39 (1), 49-56.
- Özmen, F. H. (2011). *Çölyak Hastaları İçin Baklagil Unları İle Zenginleştirilmiş Pirinç Tarhanası*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pal, R. S., Bhartiya, A., Yadav, P., Kant, L., Mishra, K. K., Aditya, J. P. & Pattanayak, A. (2017). Effect of Dehulling, Germination and Cooking on Nutrients, Anti-Nutrients, Fatty Acid Composition and Antioxidant Properties in Lentil (*Lens Culinaris*). *Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 909-920.
- Pasha, I., Rashid, S., Anjum, F. M., Sultan, M. T., Qayyum, M. N. & Saeed, F. (2011). Quality evaluation of wheat-mungbean flour blends and their utilization in baked products. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(4), 388-392.
- Patel, M. M. & Rao, G. V. (1995). Effect of untreated, roasted and germinated black gram (*Phaseolus mungo*) flours on the physico-chemical and biscuit (cookie) making characteristics of soft wheat flour. *Journal of cereal science*, 22(3), 285-291.
- Patist, A. & Bates, D. (2008). Ultrasonic Innovations in the Food Industry: From the Laboratory to Commercial Production. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9(2), 147-154.
- Pekkirişçi, B. (2022). *Türkiye’de Satışa Sunulan Firik ve Siyez Bulgurlarının Fiziksel, Kimyasal Ve Antibesinsel Özelliklerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Pirkul, T. (1988). Çocuk ve Risk Altındaki Kişilerin Protein Gereksinimine Gore Ticari Tarhanaların Formülasyonu. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 17(2), 275-283.
- Piyasena, P., Mohareb, E. & McKellar, R. C. (2003). Inactivation of microbes Using Ultrasound: A Review. *International Journal of Food Microbiology*, 87(3), 207-216.
- Polat, H., Çapar, T. D., İnandır, C., Ekici, L. & Yalçın, H. (2020). Formulation of Functional Crackers Enriched with Germinated Lentil Extract: A Response Surface Methodology Box-Behnken Design. *LWT*, 123.

- Rana, S., Kamboj, J. K. & Gandhi, V. (2011). Living Life the Natural Way- Wheatgrass and Health. *Functional Foods in Health and Disease*, 1(11): 444- 456.
- Riaz, A., Wahab, S., Hashmi, M. S. & Shah, A. S. (2007). The Influence of Mungbean and Mashbean Supplementation on The Nutritive Value of whole Wheat Flour Bread. *Sarhad Journal of Agriculture*, 23(3), 737.
- Rickard, S. E. & Thompson, L. U. (1997). Interactions and biological effects of phytic acid.
- Rifna, E. J., Ramanan, K. R. & Mahendran, R. (2019). Emerging technology applications for improving seed germination. *Trends in Food Science & Technology*, 86, 95-108.
- Risca, I. M., Fartais, L. & P. Stiucă. (2007). Ultrasounds Effects Contributions on the Norway Spruce Seeds Germination (*Picea abies* (L.) Karsten). *Analele Științifice ale Universității, Alexandru Ioan Cuza", Secțiunea Genetică și Biologie Moleculară*, 8.
- Rosales-Juárez, M., González-Mendoza, B., López-Guel, E. C., Lozano-Bautista, F., Chanona-Pérez, J., Gutiérrez-López, G., ... & Calderón-Domínguez, G. (2008). Changes on Dough Rheological Characteristics and Bread Quality as a Result of the Addition of Germinated and Non-Germinated Soybean Flour. *Food and Bioprocess Technology*, 1(2), 152-160.
- Rosa-Millán, J., Pérez-Carrillo, E. & Guajardo-Flores, S. (2017). Effect of germinated black bean cotyledons (*Phaseolus vulgaris* L.) as an extruded flour ingredient on physicochemical characteristics, in vitro digestibility starch, and protein of nixtamalized blue maize cookies. *Starch-Staerke*, 69(3-4), 1600085.
- Rose, J. L. (2014). *Ultrasonic Guided Waves in Solid Media*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ruan, Z., Zhang, C., Sun-Waterhouse, D., Li, B. S. & Li, D. D. (2019). Chiffon cakes made using wheat flour with/without substitution by highland barley powder or mung bean flour: Correlations among ingredient heat absorption enthalpy, batter rheology, and cake porosity. *Food and Bioprocess Technology*, 12(7), 1232-1243.
- Sabbağ, Ç. ve Boğan, E. (2019). Türk Mutfağının Gelişim Sürecine Genel Bakış. Sarıışık, M. ve Özbay, G. (Ed.), *Ulusal Gastronomi ve Türk Mutfağı* içinde. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Sadowska, J., Błaszczak, W., Fornal, J., Vidal-Valverde, C. & Frias, J. (2003). Changes of Wheat Dough and Bread Quality and Structure as a Result of Germinated Pea Flour Addition. *European Food and Research Technolgy*, 216, 46-50.
- Sakung, J. M., Nuryanti, S., Afadil, A., Pulukadang, S. H. V., & Maryam, M. (2021). Evaluation of proximate and mineral composition of biscuit formulated using chayote (*Sechium edule*) and mung bean (*Vigna radiata*) flours. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 9(A), 373-377.
- Sattar, D. S., Ali, T. M., Abbas, T. & Hasnain, A. (2018). Textural, Bioactive and Sensory Attributes of Breadsticks Containing Germinated and Non-Germinated Legumes. *J. Food Chem. Nanotechnol*, 4, 51-56.

- Savtekin, N. (2014). *Çölyak Hastaları İçin Baklagil Unları ile Zenginleştirilmiş Mısır Eriştesi*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Setia, R., Dai, Z., Nickerson, M. T., Sopiwnyk, E., Malcolmson, L. & Ai, Y. (2020). Properties and Bread-Baking Performance of Wheat Flour Compositated with Germinated Pulse Flours. *Cereal Chemistry*, 97(2), 459-471.
- Sharma, C., Singh, B., Hussain, S. Z. & Sharma, S. (2017). Investigation of process and product parameters for physicochemical properties of rice and mung bean (*Vigna radiata*) flour based extruded snacks. *Journal of food science and technology*, 54(6), 1711-1720.
- Sharma, S., Singh, A. & Singh, B. (2019). Effect on germination time and temperature on techno-functional properties and protein solubility of pigeon pea (*Cajanus cajan*) flour. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 11 (3), 305-312.
- Showkat, S., Dar, A. H., Khan, S. & Gani, M. (2018). Effect of mung bean and rice on physico-chemical, sensory and microstructural properties of cereal bars. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 10(4), 70-78.
- Singh, U. & Singh, B. (1992). Tropical grain legumes as important human foods. *Economic Botany*, 46(3), 310-321.
- Slathia, N., Bandral, J. D. & Sood, M. (2016). Quality Evaluation of Noodles Supplemented with germinated Mungbean Flour. *International Journal of Food and Fermentation Technology*, 6 (2), 451.
- Slinkard, K. & Singleton, V. L. (1977). Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28 (1), 49-55.
- Sofi, S. A., Singh, J., Mir, S. A. & Dar, B. N. (2020). In Vitro Starch Digestibility, Cooking Quality, Rheology and Sensory Properties of Gluten-Free Pregelatinized Rice Noodle Enriched with Germinated Chickpea Flour. *LWT-Food Science and Technology*, 133, 110090.
- Soria, A. C. & Villamiel, M. (2010). Effect of Ultrasound on the Technological Properties and Bioactivity of Food: A Review. *Trends in Food Science & Technology*, 21(7), 323-331.
- Souček, J., Škvor, J., Poučková, P., Matoušek, J., Slavík, T. & Matoušek, J. (2006). Mung bean sprout (*Phaseolus aureus*) nuclease and its biological and antitumor effects. *Neoplasma*, 53(5), 402-409.
- Soyyigit, H. (2004). *Isparta ve Yöresinde Üretilen Ev Yapımı Tarhanaların Mikrobiyolojik ve Teknolojik Özellikleri*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Suslick, K. S. (1990). Sonochemistry. *Science*, 247(4949), 1439-1445.
- Şahan, N. (2017). *Buğday, Maş Fasulyesi ve Yeşil Mercimeğin Çimlendirme Öncesi Bitki Hidrosolleri ile Dekontaminasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Şahin Ercan, S. ve Soysal, Ç. (2011). Ultrasonun Gıdalarda ve Enzimlerin İnaktivasyonunda Kullanılması. *GIDA/The Journal of Food*, 36(4).
- Şahin, G. R. (2018). *Yöresel Ürün Olarak Kullanılan Maş Fasulyesinin İn vivo Antioksidan Etkisinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Şanlıbaba, P. ve Tezel Uymaz, B. (2019). Tarhana. Anlı, E. ve Şanlıbaba, P. (Ed.), *Fermente Gıdalar: Mikrobiyoloji Teknoloji Sağlık içinde*. Ankara: Atlas Akademik Basım Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti.
- Şenlik, A. S. ve Alkan, D. (2021). Çimlendirilmiş Bazı Tahıl ve Baklagillerin Kimyasal Özellikleri ve Çimlendirmeye Açığa Çıkan Biyoaktif Bileşenlerin Sağlık Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda*, 19(2), 198-207.
- Tacer-Caba, Z., Nilufer-Erdil, D. & Ai, Y. (2015). Chemical Composition of Cereals and Their Products. In P. C. K. Cheung & B. M. Mehta (Eds.), *Handbook of Food Chemistry*. Germany: Springer-Verlag.
- Tamer, C. E., Kumral, A., Asan, M. & Şahin, I. (2007). Chemical Compositions of Traditional Tarhana Having Different Formulations. *Journal of Food Processing and Preservation*, 31 (1): 116–126.
- Tang, D., Dong, Y., Ren, H., Li, L. & He, C. (2014). A Review Of Phytochemistry, Metabolite Changes, and Medicinal Uses of the Common Food Mung Bean and its Sprouts (*Vigna radiata*). *Chemistry Central Journal*, 8(1), 1-9.
- Tao, Y. & Sun, D. W. (2015). Enhancement of Food Processes by Ultrasound: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(4), 570-594.
- Tarakçı, Z., Anıl, M., Koca, I. & Islam, A. (2013). Effects of adding cherry laurel (*Laurocerasus officinalis*) on some physicochemical and functional properties and sensorial quality of tarhana. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods* 5(4): 347–355.
- Tariqul Islam, A. F. M., Chowdhury, M. G. F., Islam, M. N. & Islam, M. S. (2007). Standardization of Bread Preparation From Soy Flour. *Int. J. Sustain. Crop Prod*, 2(6), 15-20.
- Taşkın, B. (2019). *Maş Fasulyesi Unu Kullanımının Glutensiz Hazır Tarhana Çorbası Üretimine Uygunluğunun Araştırılması*. Doktora Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Taşoğulları, N. (2017). *Kurutulmuş ve Ambalajlanmış Tarhananın Kalite Özellikleri Üzerine Işınlamanın Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Denizli.
- Tavman, Ş., Kumcuoğlu, S. & Akkaya, Z. (2009). Bitkisel Ürünlerin Atıklarından Antioksidan Maddelerin Ultrason Destekli Ekstraksiyonu. *Gıda*, 34(3), 175-182.
- Temiz, A. ve Pirkul, T. (1990). Tarhana Fermentasyonunda Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler. *Gıda*, 15(2).

- Temiz, A. ve Pirkul, T. (1991). Farklı Bileşimlerde Üretilen Tarhanaların Kimyasal ve Duyusal Özellikleri. *Gıda*, 16(1).
- Thakur, B. R. & Nelson, P. E. (1997). Inactivation of Lipoxygenase in Whole Soy Flour Suspension by Ultrasonic Cavitation. *Food/Nahrung*, 41(5), 299-301.
- Thompson, L. U. & Zhang, L. (1991). Phytic Acid and Minerals: Effect on Early Markers of Risk for Mammary and Colon Carcinogenesis. *Carcinogenesis*, 12, 2041-2045.
- Thompson, L. U. (1993). Potential Health Benefits and Problems Associated with Antinutrients in Foods. *Food Research International*, 26, 131-149.
- Timothy, G. & Leighton. (2007). What is Ultrasound?. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 93(1-3), 3-83
- Tok, H. (2017). *Bazı Tahıl ve Baklagil Çimlerinin Ekmek Ve Bisküvi Üretiminde Kullanım Olanakları*. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Tok, H. & Ertaş, N. (2021). The Effects of Germinated Seeds on Nutritional and Technological Properties of Bread. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(2): 1183-1193.
- Toker, C., Çancı, H., Hag, M. A. & Çağırman, D. (2002). Türkiye'nin Batı Akdeniz Bölgesinde Yetistirilen Mas Fasulyesi [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] Genotiplerinin Agronomik, Morfolojik ve Fenolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Turkish J. of Field Crops*, 78-83.
- Torley, P. J., Truong, T. T. & Bhandari, B. R. (2007). Ultrasound in Food Processing and Preservation. Rahman, S. M. (Ed.), In *Handbook of Food Preservation*. London: CRC Press.
- Torres, A., Frias, J., Granito, M. & Vidal-Valverde, C. (2007). Germinated *Cajanus cajan* Seeds as Ingredients in Pasta Products: Chemical, Biological and Sensory Evaluation. *Food chemistry*, 101(1), 202-211.
- Tuluk, K. & Ertaş, N. (2019). The Effects of Different Gluten-Free Flours on the Physical, Chemical, Functional and Sensorial Properties of Tarhana. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(3), 301-312.
- Türker, S. (1991). *Sağlam, Pişirilmiş ve Çimlendirilmiş Çeşitli Baklagil Katkılarıyla, Mayasız ve Maya İlavesiyle Fermente Edilen Tarhananın Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Besinsel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Ullah, R., Ullah, Z., Al-Deyab, S. S., Adnan, M. & Tariq, A. (2014). Nutritional Assessment and Antioxidant Activities of Different Varieties of *Vigna radiata*. *The Scientific World Journal*.
- Uppal, V. & Bains, K. (2012). Effect of Germination Periods and Hydrothermal Treatments on In Vitro Protein and Starch Digestibility of Germinated Legumes. *Journal of Food Science and Technology*, 49(2), 184-191.

- Urbano, G., López-Jurado, M., Ławomir Frejnagel, S., Gómez-Villalva, E., Porres, J. M., Frías, J., ... & Aranda, P. (2005). Nutritional Assessment of Raw and Germinated Pea (*Pisum Sativum* L.) Protein and Carbohydrate by In Vitro and In vivo Techniques. *Nutrition*, 21 (2), 230-239.
- Üçok, G., Cankurtaran, T. & Demir, M. K. (2019). Geleneksel Tarhana Üretiminde Kinoa Ununun Kullanımı. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(1): 22-30. <https://DOI:10.29050/harranziraat.402350>
- Ünal, K. (2012). *Ekonomik Verim Dönemini Tamamlamış Yumurta Tavuğu, Göğüs ve But Etleri Üzerine Ultrasonik Dalgaların Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Valero, M., Recrosio, N., Saura, D., Muñoz, N., Martí, N. & Lizama, V. (2007). Effects of ultrasonic treatments in orange juice processing. *Journal of Food Engineering*, 80(2), 509-516.
- Vayupharp, B. & Laksanalamai, V. (2013). Nutrients and Anti-Nutrients of High Chlorophyll-Mungbean Sprouts as Affected by Different Periods of Germination and Sprouting Stages. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 6(4), 121-129.
- Vidal-Valverde, C., Frias, J., Sierra, I., Blazquez, I., Lambein, F. & Kuo, Y. H. (2002). New Functional Legume Foods by Germination: Effect on the Nutritive Value of Beans, Lentils and Peas. *European Food Research and Technology*, 215(6), 472-477.
- Wahjuningsih, S. B., Azkia, M. N. & Anggraeni, D. (2020). The Study of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.), Mung Bean (*Vigna radiata*) and Sago (*Metroxylon sagu*) Noodles: Formulation and Physical Characterization. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 8(1), 217-225.
- Wambura, P., Yang, W. & Wang, Y. (2008). Power Ultrasound Enhanced One-Step Soaking and Gelatinization for Rough Rice Parboiling. *International Journal of Food Engineering*, 4(4).
- Wang, S. Y., Wu, J. H., Ng, T. B., Ye, X. Y. & Rao, P. F. (2004). A Non-Specific Lipid Transfer Protein With Antifungal and Antibacterial Activities From The Mung Bean. *Peptides*, 25(8), 1235-1242.
- Welch, R. M. (2002). Breeding Strategies for Biofortified Staple Plant Foods to Reduce Micronutrient Malnutrition Globally. *The Journal Nutrition of*, 132(3), 495-499.
- Wongsiri, S., Ohshima, T. & Duangmal, K. (2015). Chemical Composition, Amino Acid Profile and Antioxidant Activities of Germinated Mung Beans (*Vigna Radiata*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 1956-1964.
- Wood, J. A. (2009). Texture, processing and organoleptic properties of chickpea-fortified spaghetti with insights to the underlying mechanisms of traditional durum pasta quality. *J of Cereal Sci.*, 49: 128-133.
- Xue, Z., Wang, C., Zhai, L., Yu, W., Chang, H., Kou, X. & Zhou, F. (2016). Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Mung Bean (*Vigna radiata* L.), Soybean (*Glycine max* L.) and

Black Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) During the Germination Process. *Czech Journal of Food Sciences*, 34 (1), 68-78.

- Yalçın, E., Çelik, S. & Köksel, H. (2008). Chemical and Sensory Properties of New gluten-Free Food Products: Rice and Corn Tarhana. *Food Science and Biotechnology*, 17 (4): 728–733.
- Yaldagard, M., Mortazavi, S. A. & Tabatabaie, F. (2008). Influence of Ultrasonic Stimulation on the Germination of Barley Seed and its Alpha-Amylase Activity. *African Journal of Biotechnology*, 7(14).
- Yang, H., Gao, J., Yang, A. & Chen, H. (2015). The Ultrasound-Treated Soybean Seeds Improve Edibility and Nutritional Quality of Soybean Sprouts. *Food research international*, 77, 704-710.
- Yang, F. (2000). *Nutritional evaluation of germinated wheat and its use in a nutritional bar*. National Library of Canada= Bibliothèque nationale du Canada, Ottawa.
- Yaver, E. & Bilgiçli, N. (2020). Effect of Transglutaminase on Quality Attributes of Noodle Enriched With Germinated Mung Bean Flour. *Gıda*, 45(6), 1097-1108.
- Yaver, E. (2022). Nutritional and Textural Properties and Antioxidant Activity of Breads Prepared From Immature, Mature, Germinated, Fermented and Black Chickpea Flours. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.
- Yen, N. T. H., Huong, N. T. M., Hoa, P. N. & Van Hung, P. (2022). Incorporation of germinated mung bean flour with rice flour to enhance physical, nutritional and sensory quality of gluten-free cookies. *International Journal of Food Science & Technology*.
- Yenrina, R., Murtius, W. S. & Putri, N. N. (2013). Mocaf Bread enriched with Mung Bean (*Vigna radiata* L.) as a source of protein. *Asia Pacific Journal of Sustainable Agriculture, Food and Energy*, 1(1), 10-13.
- Yetim, H., Öztürk, İ., Törnük, F., Sağdıç, O. & Hayta, M. (2010). Yenilebilir Bitki ve Tohum Filizlerinin Fonksiyonel Özellikleri. *Gıda* 35 (3), 205-210.
- Yıldırım, A., Öner, M. D. & Bayram, M. (2011). Fitting Fick's Model to Analyze Water Diffusion Into Chickpeas During Soaking with Ultrasound Treatment. *Journal of Food Engineering*, 104(1), 134-142.
- Yıldırım, Ç. ve Güzeler, N. (2016). Tarhana Cipsi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, 1-8.
- Yurddaş, Ö. (2003). *Instant Tarhana Çorbası Üretimi Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yücecan, S., Kayakırlmaz, K., Başoğlu, S. & Tayfur, M. (1988). Tarhananın Besin Değeri Üzerine Bir Araştırma. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 45(1), 47-51.
- Yüksel, Y. (2013a). *Buğdaylarda Tavlama İşleminde Ultrason Uygulamasının Öğütme ve Un Kalitesi Üzerine Etkisi*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Yüksel, F. (2013b). Gıda Teknolojisinde Ultrases Uygulamaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(2) 29-38.
- Zhou, J. R. & Erdman, J. V. (1995). Phytic Acid in Health and Disease. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 35, 495-508.
- Zou, Y. & Jiang, A. (2016). Effect of Ultrasound Treatment on Quality and Microbial Load of Carrot Juice. *Food Science and Technology*, 36(1), 111-115.



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Elif KURT	
Eğitim Bilgileri	
Ön Lisans	
Üniversite	Amasya Üniversitesi
Fakülte	Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu
Bölümü	Aşçılık
Lisans	
Üniversite	Avrasya Üniversitesi
Fakülte	Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu
Bölümü	Gastronomi ve Mutfak Sanatları
Makale ve Bildiriler	
1. Badem, A. & Kurt, E. (2021). Zonguldak'ın Meşhur Bir Unlu Mamulü: Ereğli Pidesi. <i>Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi</i>, 13(25), 701-721. 2. Kurt, E. & Badem, A. (2021). Trabzon'un Yöresel Bir Lezzeti: Simira. <i>Abant Sosyal Bilimler Dergisi</i>, 21(3), 1079-1097. 3. Kurt, E. & Levent, H. (2021). Ultrason ve Gıdalarda Uygulama Alanları. <i>1. Uluslararası Hasankeyf Bilimsel Çalışmalar ve İnovasyon Kongresi</i> 17-18 Kasım, Batman. 4. Kurt, E. & Levent, H. (2022). Physical Evaluation and Sensory Attributes Of Crackers Fortified With Red Sorghum Flour. <i>5. International Sciences and Innovation Congress</i> 11-12 November, Ankara. 5. Kurt, E. & Levent, H. (2022). Quality Characteristics of Noodles Enriched With Spinach, Purple Carrot and Carrot Powders. <i>5. International Sciences and Innovation Congress</i> 11-12 November, Ankara.	

