

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAZI BAKLAGİL KEPEKLERİNİN FONKSİYONEL
VE BİOAKTİF ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ULTRASES
DESTEKLİ FRAKSİYONLAMA İŞLEMİNİN ETKİSİ
VE ERİŞTE ÜRETİMİNDE KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

Esra KAYA

Gıda Mühendisliğı Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğı Tarih:02/06/2016

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Necati Barış TUNCEL

ÇANAKKALE

Esra KAYA tarafından Doç. Dr. Necati Barış TUNCEL yönetiminde hazırlanan ve 02/06/2016 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Bazı Baklagil Kepeklerinin Fonksiyonel ve Bioaktif Özellikleri Üzerine Ultrases Destekli Fraksiyonlama İşleminin Etkisi ve Erişte Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof. Dr. Tuncay GÜMÜŞ

.....

Başkan

Doç. Dr. Necati Barış TUNCEL

.....

Üye

Yrd. Doç. Dr. Murat ZORBA

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

Bu tez çalışması, TÜBİTAK tarafından 213O095 numaralı projeden desteklenmiştir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Esra KAYA

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen ve yanında çalışmaktan onur duyduğum saygı değer danışman hocam Doç. Dr. Necati Barış TUNCEL'e; analizlerimde büyük bir özveri ile bana yardım eden ve ayrıca tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı değerli hocam Dr. Neşe YILMAZ TUNCEL'e ve çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen canım arkadaşım Melis KARAMAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hem yurt içi yüksek lisans bursiyeri olduğum hem de yüksek lisans tezimin bu kapsamda gerçekleşmesine olanak veren proje (213O095) desteği için Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Kurumu (TÜBİTAK)'na teşekkür ederim.

Son olarak, bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan, tüm okul hayatım boyunca benden hiçbir şeyi esirgemeyen, bana sonsuz ve koşulsuz sevgisini veren değerli aileme, sabırları ve emekleri için teşekkür ederim.

Esra KAYA
Çanakkale, Haziran 2016

SİMGELER VE KISALTMALAR

TEAC	Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite
HPLC	Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
ABTS	(2,2'-azino-bis (3-etilbenzothiazoline-6-sulfonik asit))
DPPH	2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl
UV-VIS	Ultraviyole (morötesi)-görünür bölge
ICP-MS	İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektroskopisi
GDO	Genetiği Değiştirilmiş Organizma
EDTA	Etilendiamin Tetraasetik asit
CIE	Merkezi İstihbarat Teşkilatı
Kg	Kilogram
g	Gram
%	Yüzde oranı
n	Gözlem sayısı
mg	Miligram
km	Kuru madde
kHz	Kilohertz
MHz	Megahertz
W	Güç
TS	Türkiye Standartları
L	Litre
N	Normalite
dk	Dakika
M	Molarite
atm	Atmosfer basınç birimi
μ M	Mikromolar
mL	Mililitre
mm	Milimetre
cm	Santimetre
μ L	Mikrolitre
μ mol	Mikromol
μ m	Mikrometre

nm	Nanometre
mM	Milimolar
rpm	Dakikadaki devir sayısı
<i>p</i>	Para
<i>o</i>	Orto
w/v	Ağırlık/hacim
v/v	Hacim/hacim



ÖZET

BAZI BAKLAGİL KEPEKLERİNİN FONKSİYONEL VE BİOAKTİF ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ULTRASES DESTEKLİ FRAKSİYONLAMA İŞLEMİNİN ETKİSİ VE ERİŞTE ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Esra KAYA

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Necati Barış TUNCEL

02/06/2016, 70

Bu tez çalışmasında nişasta ve proteinin ayrılması esnasında uygulanan ultrases işleminin geriye kalan baklagil (bezelye (*Pisum sativum*), bakla (*Vicia faba*), yeşil ve kırmızı mercimek (*Lens culinaris*)) kepeklerinin fonksiyonel ve biyoaktif özellikleri üzerine etkisi ve baklagil kepeklerinin ülkemizde sevilerek tüketilen erişteye katılarak değerlendirilmesi araştırılmıştır. En yüksek ve en düşük toplam diyet lif içeriği sırasıyla bezelye ve bakla kepeklerinde tespit edilmiştir. Elde edilen kepeklerin fitik asit miktarı 1,37 ile 1,66 mg/g arasında değişmekte olup baklagil çeşidi ve ultrases koşullarının fitik asit miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Bununla birlikte, baklagil kepeklerinin toplam fenolik madde, fenolik asit ve antioksidan aktivite değerlerinin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Ancak, mercimek kepekleri fenolik bileşenlerce diğer kepeklerden kısmen daha zengin bulunmuştur. Mercimek kepekleri için ultrases işlemi uygulanmış örneklerin toplam fenolik madde ve Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite değerleri kontrol örneğine kıyasla daha düşük bulunmuş olup fenolik asit kompozisyonu değerlerinde ultrases koşullarına bağlı bir değişim gözlenmemiştir.

Hamur işleme ve duyu özellikler bakımından baklagil kepeklerinin erişteye en fazla %10,0 oranında katılabilenliği tespit edilmiştir. Baklagil kepeği katkısının eriştelerin suda çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarını önemli düzeyde arttırdığı, tekstürel ve renk karakteristiklerini değiştirdiği gözlenmiştir. Bununla birlikte, kepek katkısı genel olarak pişme süresinin uzamasına, hacim artışı, su absorpsiyonu ve pişme kaybının artmasına neden olmuştur. Tüketici testi genel kabul edilebilirlik sonuçlarına

göre, bezelye kepeği katkısının %10,0 dozuna kadar uygulanabileceği tespit edilmiştir. Mineral madde miktarı açısından ise, kalsiyum en düşük kontrol örneğinde tespit edilmiş ve baklagil kepeği katkılı tüm erişte çeşitlerinde katkı dozu ile orantılı bir artış gözlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Baklagil kepeği, Ultrases, Antioksidan, Fenolik madde, Erişte.



ABSTRACT

THE EFFECT OF ULTRASOUND ASSISTED FRACTIONATION PROCESS ON FUNCTIONAL AND BIOACTIVE PROPERTIES OF SOME PULSE BRANS AND INVESTIGATION OF POSSIBLE USE IN NOODLE PRODUCTION

Esra KAYA

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Food Science and Technology

Advisor : Assoc. Prof. Dr. Necati Barış TUNCEL

02/06/2016, 70

In this study, the effect of ultrasound treatment, which was applied to extract starch and protein from pulses (pea (*Pisum sativum*), faba bean (*Vicia faba*), green and red lentils (*Lens culinaris*)), on functional and bioactive properties of the remained bran fractions and substitution of these bran fractions in noodles were investigated. The highest and the lowest total dietary fiber contents were observed in pea and faba bean brans. Phytic acid content of the pulse brans was ranged between 1,37 and 1,66 mg/g. Neither the effect of pulse type nor the effect of ultrasound treatment was significant on phytic acid content of the pulse brans ($P>0,05$). Additionally, it was found that the content of total phenolics and phenolic acids also the antioxidant activity of pulse brans were notably low. Nevertheless, lentil brans were relatively higher sources of phenolic compounds than the other brans. Ultrasound treated samples gave lower Trolox equivalent antioxidant capacity and total phenolics results that did the control samples for lentil brans. However, no consistent trend was observed in phenolic acid composition results with regard to the ultrasound conditions.

The highest pulse bran substitution rate was determined as 10,0% with regard to the dough handling and sensorial properties. It was observed that pulse bran substitution significantly increased the insoluble and total dietary fiber content of the noodles, as well as changed the textural and color characteristics. However, pulse bran substitution lead to prolonged cooking time and increase in volume, water absorption and cooking loss. According to the overall acceptability scores of the consumers, maximum substitution rate was determined as 10,0% for pea bran. However, control noodles got higher scores than

did the faba bean bran substituted noodles for all substitution rates. Further, calcium content of the noodle increased proportional to the substitution rate for all pulse brans.

Keywords: Pulse bran, Ultrasound, Antioxidant, Phenolics acid, Noodle.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEZ SINAVI SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1. Baklagiller ve Baklagil Kepekleri	1
1.2. Baklagillerin Nişasta-Protein ve Kepek Fraksiyonlarına Ayrımı.....	2
1.3.Ultrases	3
1.3.1. Ultrases Sisteminin Bileşenleri	3
1.3.2. Ultrasesin Etki Mekanizması	5
1.4. Erişte	7
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	9
2.1. Bazı Baklagillerin Kimyasal ve Bioaktif Bileşenlerine Yönelik Çalışmalar	9
2.2. Ekstraksiyon İşleminde Ultrasesin Kullanımına Yönelik Çalışmalar.....	12
2.3. Eriştelerin Çeşitli Kepekler ile Zenginleştirilmesine Yönelik Çalışmalar	14
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE METOT.....	18
3.1. Materyal.....	18
3.2. Metot.....	18
3.2.1. Ultrases İşlem Şartları.....	18
3.2.2. Deneme Yöntemi ve Süreçleri	19
3.3. Analiz Yöntemleri.....	20
3.3.1. Nem Tayini.....	20
3.3.2. Ham Yağ Tayini	20
3.3.3. Ham Protein Tayini.....	20
3.3.4. Toplam Kül Tayini.....	20
3.3.5. Mineral Madde Tayini	21

3.3.6. Toplam Diyet Lifi ve Suda Çözünebilir Lif Tayini	21
3.3.7. Fitik Asit Tayini.....	21
3.3.8. Su/yağ Bağlama Tayini.....	22
3.3.9. Fenolik Maddeler ve Antioksidan Aktivite Tayini.....	22
3.3.9.1. Ekstraksiyon	22
3.3.9.1.1. Serbest Formdaki Hedef Maddelerin Ekstraksiyonu.....	22
3.3.9.1.2. Bağlı Formdaki Hedef Maddelerin Ekstraksiyonu.....	22
3.3.9.2. Toplam Fenol Tayini	23
3.3.9.3. Trolox Eşdeğeri Antioksidan Kapasite Tayini	23
3.3.9.4. DPPH Radikaline Karşı Antioksidan Aktivite Tayini	23
3.3.9.5. Fenolik Asit Kompozisyonu.....	24
3.3.10. Renk Analizi	25
3.3.11. Duyusal Analiz	25
3.3.12. Tekstür Analizi	25
3.3.13. Pişirme Testleri.....	26
3.3.13.1. Pişme Süresi	26
3.3.13.2. Hacim Artışı	26
3.3.13.3. Su Absorpsiyonu.....	26
3.3.13.4. Suya Geçen Madde Miktarı.....	27
3.3.14. İstatistiksel Analizler.....	27
3.4. Baklagil Kepeği ile Katkılanan Eriştelerin Üretimi	28
BÖLÜM 4	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	30
4.1. Kontrol ve Ultrases İşlemi Görmüş Kepeklerde Yapılan Analizler	30
4.1.1. Kontrol Kepeklerin Temel bileşenlerin Analiz Sonuçları.....	30
4.1.2. Diyet Lif Sonuçları	30
4.1.3. Fitik Asit Sonuçları.....	31
4.1.4. Su/yağ Bağlama Sonuçları	33
4.1.5. Toplam Fenolik Madde, Fenolik Asit Kompozisyonu ve Antioksidan Aktivite Sonuçları	35
4.1.5.1. Toplam Fenol Sonuçları.....	35
4.1.5.2. ABTS ve DPPH Radikaline Karşı Antioksidan Tayini Sonuçları.....	37
4.1.5.3. Fenolik Asit Kompozisyonu Sonuçları.....	40
4.2. Baklagil Kepeği Katkılı Eriştelerde Yapılan Analiz Sonuçları	43

4.2.1. Temel Bileşenlerin Analiz Sonuçları	43
4.2.2. Mineral Madde Sonuçları.....	47
4.2.3. Renk Karakteristikleri	49
4.2.4. Tekstür Sonuçları.....	51
4.2.5. Pişme Testi Sonuçları.....	54
4.2.6. Duyusal Analiz Sonuçları.....	56
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR.....	61
ÖZGEÇMİŞ	I



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Ultrases cihazı	4
Şekil 1.2. Geçici kavitasyon (a) ve stabil kavitasyon (b)	6
Şekil 4.1. Toplam fenol tayininde kullanılan gallik asit eğrisi	35
Şekil 4.2. Troloks standardı eğrisi.....	37
Şekil 4.3. Baklagil kepeği katkıli erişte fotoğrafları	45



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Analiz tipleri ve süreçleri.....	19
Çizelge 3.2. Kontrol ve baklagil kepeği katkıli erişte reçeteleri.....	28
Çizelge 4.1. Baklagil kepeklerinin temel bileşenleri.....	30
Çizelge 4.2. Baklagil kepeklerinin bazı özellikleri.....	34
Çizelge 4.3. Kontrol ve farklı koşullarda ultrases işlemi uygulanan baklagil kepeklerinin toplam fenol miktarı, ABTS ve DPPH radikaline karşı gösterdikleri antioksidan aktivite.....	39
Çizelge 4.4. Kontrol ve farklı koşullarda ultrases işlemi uygulanan baklagil kepeklerinin serbest formdaki fenolik asit kompozisyonu	41
Çizelge 4.5. Kontrol ve farklı koşullarda ultrases işlemi uygulanan baklagil kepeklerinin bağlı formdaki fenolik asit kompozisyonu	42
Çizelge 4.6. Farklı dozlarda baklagil kepeği katkıli eriştelerin temel bileşen analiz sonuçları	46
Çizelge 4.7. Farklı dozlarda baklagil kepeği katkıli eriştelerin mineral madde sonuçları...	48
Çizelge 4.8. Farklı dozlarda baklagil kepeği katkıli eriştelerin renk karakteristikleri.....	50
Çizelge 4.9. Farklı dozlarda baklagil kepeği katkıli eriştelerin tekstürel özellikleri.	53
Çizelge 4.10. Farklı dozlarda baklagil kepeği katkıli eriştelerin pişme testi sonuçları.....	55
Çizelge 4.11. Farklı dozlarda baklagil kepeği katkıli eriştelerin duyuşal özellikleri.....	57

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Baklagiller ve Baklagil Kepekleri

Baklagiller, tahıllardan sonra dünyanın en önemli ikinci besin kaynağı olup, Codex Alimentarius Komisyonu tarafından “düşük yağ içeriği ile yağlı tohumlardan ayrılan leguminous bitkilerinin kuru tohumları” olarak tanımlanmaktadır. Leguminosia familyasına ait baklagillerin 650 genel 18000’den fazla özel çeşidi bulunmaktadır (Tiwari ve ark., 2011). Islah edilmiş baklaların tümü *Papilionoideae*’nin üyesi olmaktadır. Yerfıstığını içine alan *Hedysareae* takımı, nohut, bezelye ve mercimeği içine alan *Vicieae* takımı, fasulye, börülce ve soya fasulyesini içine alan *Phaseolaeae* takımı olmak üzere baklagiller aile içinde üç takım altında toplanmaktadır (Ertaş, 2013).

Yemeklik tane baklagiller insan beslenmesinde önem taşıyan bitkisel kaynaklı gıdalardan birisidir. Besin değeri bakımından diğer bitkisel kaynaklı gıdalar ile karşılaştırıldıklarında birçok üstünlüğe sahiptirler (Keşli, 2009). Baklagil taneleri sağlık üzerine olumlu etkileri olan protein, B grubu vitaminler, karbonhidrat, diyet lif ve mineraller bakımında zengin ve ucuz bir gıda kaynağı olmasından dolayı dünyanın birçok yerinde gıda olarak tüketilmektedirler (Hoover ve ark., 2010). Yemeklik tane baklagiller, besin bileşiminde %24-68 oranında karbonhidrat, %18-31 oranında protein (tahıl tanelerinden yaklaşık iki kat fazla), %2-12 oranında yağ bulundurmaktadır (Ertaş, 2007; Oomah ve ark., 2011). Diğer yandan baklagil taneleri enzim inhibitörleri, lektinler, oligasakkaritler, polifenoller, tanenler, fitik asit ve saponinler gibi beslenme üzerine olumsuz etkileri olan antibesinsel faktörleri de içermektedir (Keşli, 2009).

Baklagiller yüksek miktarda diyet lif içeriğine sahip olup bu içerik; bitki çeşiti, çevre koşulları, çevre etkileşimi, tarımsal ve çeşitli gıda uygulamalarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Vidal-Valverde ve Frias, 1991; Khatoon ve Prakash, 2004; Martín-Cabrejas ve ark., 2006; Wang ve ark., 2008a). Lifin çok büyük miktarı tohum kabuğu içinde yoğunlaşmış durumdadır. Bu nedenle kabuğun soyulması baklagil tanelerindeki lif miktarını azaltmaktadır (Pekşen ve Artık, 2005).

Çalışma kapsamında seçilen materyaller, bezelye (*Pisum sativum*), bakla (*Vicia faba*), yeşil ve kırmızı mercimek (*Lens culinaris*); genel kompozisyon açısından karbonhidrat, diyet lif ve protein açısından zengin olup; ayrıca önemli miktarda vitamin ve mineral içermektedir. Tosh ve Yada (2010), toplam diyet lif miktarının mercimekte %18-20, bezelyede %14-26, fasulyede (fasulye, barbunya, bakla vs) %23-32 ve nohutta %18-22

aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Baklagillerden elde edilen kepeklerin ya da liflerin çeşitli gıdalarda özellikle zenginleştirme, su-yağ bağlama ve tekstürel özelliklerin iyileştirilmesinde kullanıldığı bilinmektedir. Diyet lifler, yüksek su tutma kapasitelerinden dolayı tekstürün modifiye edilmesinde ve özellikle üretim veriminin artmasında önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, diyet liflerin ticari ve teknolojik önemlerinin yanı sıra barsak muhteviyatını boşaltıma yardımcı olma, kan şekeri ve kolesterolünü düşürme gibi önemli fizyolojik etkileri de mevcuttur. Bu nedenle, sağlıklı bir diyetle günlük olarak 25-30g diyet lif tüketimi önerilmektedir (Redgwell ve Fischer, 2005).

Baklagillerin Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO) olmaması ve eser miktarda gluten içermesi açısından üretici ve tüketicilerin bu ürünlere yönelmesine neden olmaktadır. Baklagiller, son yıllarda bilimsel araştırmalarda, besin değerini arttırma ve fonksiyonel özelliklerin iyileştirilmesi amaçlarıyla yeni ürün geliştirme alanında ingrediyen olarak kullanılmaya da başlanmıştır. Bu ürünler arasında pasta hamurları, ekmekler, süt ürünleri, ekstrude atıştırmalıklar, unlar, kızartılmış atıştırmalıklar, jeller, çimlendirilmiş ürünler, et ürünleri, bebek mamaları, eriştelere, makarnalar, fırın ürünleri sayılabilir (Maskus, 2010). Bununla birlikte baklagil kepeklerinin ticari bir ingrediyen formunda üretilmesi de yaygınlaşmaya başlamış ve özellikle fonksiyonel özellikleri nedeniyle çeşitli gıda endüstrilerinde alıcı bulmaya başlamıştır. Baklagil kepekleri bu sayılan nedenlerle ülkemiz için de yeni bir gıda ingrediyeni olabilme potansiyeli taşımaktadır. Ayrıca, baklagillerin nişasta, protein ve lif fraksiyonlarına ayrılması değişen tarım ve ürün geliştirme uygulamaları nedeniyle son yıllarda ilgi görmeye başlamıştır. Sözü edilen baklagil fraksiyonları da fırın ürünlerinin yanı sıra glutensiz gıdalarda, bebek mamalarında ve ayrıca da et ve içecek endüstrilerinde katma değeri arttırılmış ingrediyenler olarak çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır (Boye ve ark., 2010; Tosh ve Yada, 2010; Toews ve Wang, 2013).

1.2. Baklagillerin Nişasta, Protein ve Kepek Fraksiyonlarına Ayrımı

Baklagillerden nişasta üretimi dünya üzerinde hızla artmaktadır. Bu nedenle, nişasta ve protein izolasyonu için yaş ve kuru ayırma işlemleri kullanılarak yapılan birçok çalışma mevcuttur (Betancur-Ancona ve ark., 2004; Naguleswaran ve Vasanthan 2010; Ruiz-Ruiz ve ark., 2012; Pelgrom ve ark., 2013). Ancak, baklagil tanelerinden nişasta ve protein üretiminden sonra yan ürün olarak ortaya çıkan kepek ya da lif fraksiyonlarının izolasyonu ve bunların fonksiyonel ve biyoaktif özellikleri ile ilgili sınırlı sayıda bilgi bulunmaktadır.

Yaş ayırma işlemi kısaca; nişasta ve kepek fraksiyonlarının birbirlerinden yıkama işlemi ile ayrılması olarak bilinmektedir. Belirli süre su içerisinde bekletilen baklagil taneleri süzildükten sonra öğütülür. Daha sonra hazırlanan süspansiyon elek sisteminde su ile yıkanarak çözünmeyen protein ve kepek fraksiyonlarının elek üstünde kalması sağlanır. Böylece nişasta ve kepek fraksiyonları ayrılır. Proteinlerden kısmen ayrılmış olan nişasta keki %0,02'lik NaOH ile bekletilerek santrifüj edilir ve daha sonra üzerine saf su ilave edilerek 1M HCl ile pH'ı 6,5 olacak şekilde nötralize edilir. Alkali ortam ile çöktürülen çözünen proteinler böylece nişasta kekinden ayrılmış olur (Şimşek ve ark., 2009).

Yaş ayırma işlemi esnasında hazırlanan süspansiyon içerisine ultrases uygulaması ile bu fraksiyonların birbirinden ayrılmasının kolaylaştırılacağı düşünülerek bu çalışma planlanmıştır. Ultrases uygulamasının ayırma kepek fraksiyonu üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Ultrases ve ultrasesin etki mekanizması hakkında genel bilgilere aşağıdaki bölümlerde yer verilmiştir.

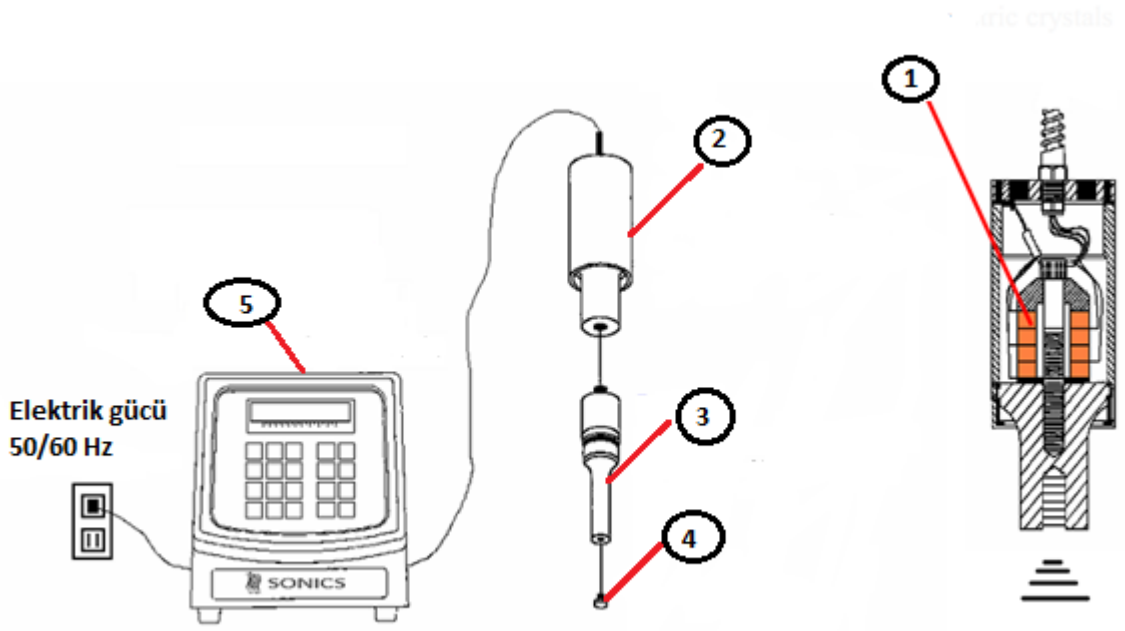
1.3.Ultrases

Ultrases, ses ötesi dalgalar; insan kulağının işitebileceğinin üzerinde frekansa sahip olan boyuna dalgalar olarak ifade edilmektedir. Ultrases, akustik bir enerji olup düzeneklerinde genellikle 20 kHz'den 10 MHz'e kadar değişen frekanslar kullanılmaktadır (Tüfekçi ve Özkal, 2015).Ultrases, kullanılan frekansa göre 1- Power ultrases (16-100 kHz), 2- Yüksek frekanslı ultrases (100 kHz-1 MHz), 3- Tanısal ultrases (1-10 MHz) olmak üzere 3 şekilde incelenmektedir (Patist ve Bates, 2008).

Ultrases etkisi, basınç dalgalarının elastik özelliklere sahip fiziksel bir ortamdan yayılması sonucu oluşur. Mekanik titreşimler basınç dalgalarına dönüşerek enerjiyi ortama ve ortam da dalgayla temas eden maddeye aktarır (Büyüktanır, 2010).

1.3.1. Ultrases Sisteminin Bileşenleri

Ultrases cihazının sistem bileşenleri üç ana kısımdan oluşmakta olup bunlar; güç kaynağı, dönüştürücü ve dağıtıcıdır. Güç kaynağı ultrases cihazı için gerekli olan elektrik akımını yüksek frekanslı alternatif akıma dönüştürmekten ve bu akımı dönüştürücüye iletmekten sorumludur. Dönüştürücüler ise oluşan alternatif akımı mekanik titreşime çevirir ve cihazın dağıtıcı kısmına iletirler. Oluşan mekanik titreşim de, cihazın dağıtıcı kısmı ile ultrases işleminin gerçekleştiği ortama aktarılmaktadır (Kurt, 2013).



Şekil 1.1.Ultrases cihazı (Anonim, 2012)

1: piezoelektrik kristaller 2: dönüştürücü 3: prob 4: değiştirilebilir uç 5: güç kaynağı

Ultrases sistemlerinde basınç elektriği ile ultrases üretimini sağlayan piezoelektrik dönüştürücüler en çok kullanılan dönüştürücülerdir (Türkmen, 2012). Piezoelektrik olay; üzerine mekanik bir basınç uygulanan bazı seramik ve kristal malzemelerde bir elektriksel gerilimin oluşması olarak bilinmektedir. Kristal malzemenin alt ve üst kısımlarına mekaniksel basınç uygulanmasına bağlı olarak bu kısımlarda kutuplanmalar meydana gelmektedir. Aynı zamanda tersi bir uygulama ile sürekli değişen voltajın frekansına bağlı olarak seri bir şekilde genişleme ve daralmalar oluşmaktadır. Bu mekaniksel genişleyip daralmalar malzemenin titreşmesine neden olmakta ve böylece ultrases meydana gelmektedir. Piezoelektrik kristaller tarafından elektrik akımının basınç dalgalarına dönüştürülmesi ile ultrases dalgaların oluşmasını sağlayan aygıtlara ise dönüştürücü denilmektedir (Büyüktanır, 2010).

Ultrasonik prob sistemlerde dönüştürücüden gelen titreşimleri yükseltmek amacıyla dönüştürücüler metalden yapılmış başlıklarla birlikte kullanılmaktadır. Piezoelektrik kristalleri tarafından üretilen ultrases dalgalarının genliği çok düşük yaylı etkiye sahiptir. Bu yüzden kullanılan uygun bir başlık dizaynı ile dönüştürücü tarafından üretilen titreşimlerin genliği yükseltilebilmektedir. Ultrases işlemi uygulanan çalışmalarda prob, materyalin içinde veya karşısında bulunabilir ve ultrasesin gücü cihaz tarafından kontrol edilebilmektedir. Aynı zamanda probu sistemlerde istenilen ultrases yoğunluğu (W/cm^2)

üretilebilmektedir. Problu sistemlerin sağlamış olduğu bu avantajlar dışında, başlığın zamanla kavitasyon etkisiyle aşınması ve ultrases işlemine tabi tutulan örneklerin ısınması gibi dezavantajları da mevcuttur (Kurt, 2013).

1.3.2. Ultrasesin Etki Mekanizması

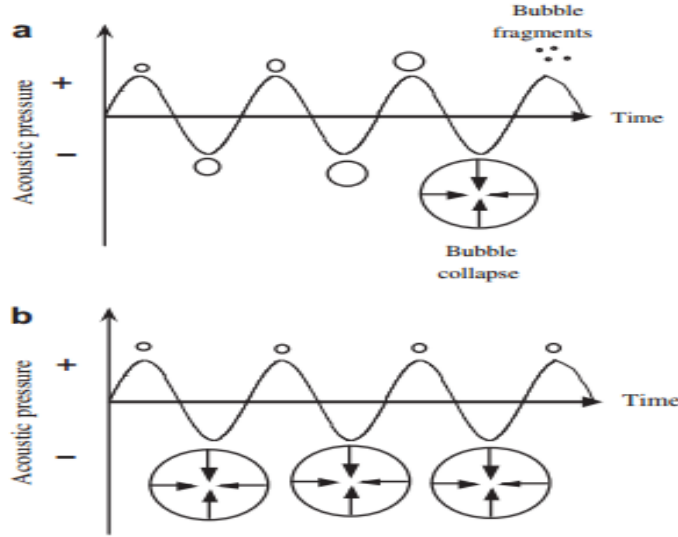
Mekanik titreşim etkisi, akustik akış ve akustik kavitasyon, ultrases işleminin bir ortamda uygulanması ile meydana gelen üç temel etkidir. Akustik akış ve mekanik titreşim etkisi kaviteyoneel olmayan fiziksel etki olarak bilinmektedir. Sıvı ortamda uygulanan ultrases işleminde oluşan akustik akış sayesinde hücreler arası kütle transferi artmaktadır. Bununla birlikte, ultrases işlemin uygulanan materyalin içinde katı parçacıklar bulunuyor ise mekanik titreşim etkisi ile bu parçacıkların parçalanması mümkün olabilmektedir (Türkmen, 2012).

Ultrases sürekli dalga tipinde bir harekete sahiptir. Bu sürekli hareket, ses dalgasının büyüklüğü ve kullanılan frekansa bağlı olarak uygulandığı materyal üzerinde fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal etkiler gerçekleştirebilmektedir (Chemat ve ark., 2011). Ultrases sıvı bir ortama uygulandığında sıvı içerisinde yüksek ve düşük basınçlı dalgalar meydana gelir. Düşük basınçlı dalga oluşumu sırasında, ultrasonik dalgalar küçük vakum baloncuklar meydana getirirler. Oluşan baloncuklar artık daha fazla enerji absorplayamayacak hacme geldiklerinde, yüksek basınçlı dalga oluşumu ortaya çıkar ve bu sırada içe doğru patlama meydana gelir. Bu olaya kavitasyon adı verilir. Kavitasyon ile 1000 atm'nin üzerinde basınç ve büyük bir enerji açığa çıkar. Bu enerji, sıvının içindeki kabarcıkların bulunduğu bölgenin ısınmasına ve kimyasal reaksiyonların oluşmasına neden olmaktadır (Anonim, 2012).

Kavitasyonun oluşumunu pek çok parametre etkilemektedir. Çalışmalar, kullanılan ultrases frekansı ile kavitasyon arasında ters orantı olduğunu göstermiştir. Bu nedenle düşük frekanslı ultrases uygulamalarının daha yüksek sıcaklık ve basınca neden olduğu söylenebilir. Frekans arttıkça kavitasyon azalır ve hatta MHz aralığında kavitasyon oluşmaz, akustik dalgalanmadan söz edilir. Bu nedenle gıda işlemede daha ziyade 16-100 kHz aralığı kullanılmaktadır (Patist ve Bates, 2008). Ses frekansının artması yani enerjinin düşmesi dalga boyunun küçülmesi ile de açıklanabilir. Bu frekansta genliğin değiştirilmesiyle ses dalgasının gücü (W) artırılıp azaltılabilir. Bu anlamda düşük frekans/yüksek genlik, yüksek frekans/düşük genlik ifadeleri ile sınıflama yapılabilmektedir. Ultrases dalgasının genliği kavitasyon şiddetini ayrıca etkilemektedir.

Genliğin büyüklüğü arttıkça daha yüksek şiddette kavitasyon elde edilmektedir (Anonim, 2012).

Ultrases işleme etki eden parametreler genel olarak ultrases enerjisi, birim alana / hacme düşen yoğunluk, basınç, sıcaklık ve viskozitedir. Sıcaklık; buhar basıncını, yüzey gerilimini ve viskoziteyi etkiler. Sıcaklığın yükselmesi kavitasyon oluşturacak baloncukların sayısında artışa neden olmakla birlikte baloncukların sönümlenmesiyle açığa çıkan patlamanın şiddetini de buhar basıncının artması dolayısıyla azaltır. Bununla birlikte sıcaklığın artması viskoziteyi düşüreceğinden kavitasyonu oluşturacak balonların daha kolay oluşmasına ve daha şiddetle patlamasına olanak verir. Bu nedenle sıcaklık şiddetli kavitasyon oluşturacak balonların oluşmasına olanak verecek bir viskozite ve buhar basıncının sönümleyici etkisini engelleyecek bir noktada optimize edilmelidir (Patist ve Bates, 2008).



Şekil 1.2. Geçici kavitasyon (a) ve stabil kavitasyon (b) (Ashokkumar ve ark., 2010).

Uygulanan akustik enerji kavitasyonun eşik değerini geçtiğinde kalıcı ve geçici olmak üzere iki tür kavitasyon meydana gelmektedir. Geçici kavitasyonda baloncukların büyümesi birkaç akustik döngü sonrasında oluşmakta olup, baloncuklar hızlı ve şiddetli bir şekilde patlamaktadırlar. Stabil kavitasyonda ise baloncuklar yeterli büyüklüğe eriştiğinde daha az şiddetli patlamaktadır. Ancak balonların oluşumu ve patlaması sürekli olarak gerçekleşebilmektedir (Ashokkumar ve ark., 2010).

Ultrasesin yukarıda belirtilen özelliklerinden pek çok bilim alanında faydalanılmaktadır. Ultrases teknolojisi son yıllarda gıda alanında ekstraksiyon, filtrasyon, köpürmeyi önleme, pişirme, dondurma, kristalizasyon, çözündürme, tavlama, kurutma,

pastörizasyon ve sterilizasyon gibi işlemlerde doğrudan ya da kombine olarak kullanılmaktadır (Chemat ve ark., 2011). Bu işlemler arasında mevcut çalışmada ilgilenilen alan ekstraksiyondur.

Ekstraksiyon işlemi, kısaca hammaddeden istenilen bileşiklerin uygun solvent yardımı ile ayrımı olarak tanımlanır (Tao ve Sun, 2015). Genel olarak bitki ya da tohumların ekstraksiyon işlemi, sıcaklık, çözücü ve çalkanma süresinin uygun bir kombinasyonuna dayanmaktadır. Ultrases işlemiyle ekstraksiyon oranının belirgin bir şekilde arttırılabileceği öne sürülmüştür. Yüksek frekanslı ultrases işlemi ile oluşan kavitasyon baloncuklarının patlaması sonucunda açığa çıkan enerji, çözücünün materyal içine daha fazla nüfuz etmesine olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda hücreler arası kütle transferini arttırmaktadır. Yüksek ultrases yoğunluğunda hücre duvarı parçalanmakta ve hücre içeriğinin serbest kalması kolaylaşmaktadır (Patist ve Bates, 2008). Bu yüzden, özellikle ekstraksiyon işlemlerinde ultrasesin kullanıldığı pek çok çalışma mevcuttur (Hromadkova ve ark.,2008; Wang ve ark., 2008b; Tabaraki ve Nateghi, 2011; Li ve ark., 2014). Fakat baklagillerin yaş ayırma işlemi esnasında ultrases uygulanması, ultrasesin nişasta, protein ve kepek özelliklerine olan etkisini inceleyen bir çalışma literatürde bulunmamaktadır.

Baklagil kepeklerinin gıdalarda kullanımı dünya üzerinde yaygınlaşmaya başlamış olup, baklagil kepeklerinin erişte üretiminde kullanım potansiyellerinin araştırıldığı çalışma bulunmamaktadır. Bundan sonraki bölümde erişte hakkında genel bilgilere yer verilmiştir.

1.4. Erişte

Kullanılan ingrediyeenler, uygulanan proses ve tüketim şekli itibariyle makarnadan ayrılan erişte, sert ve yumuşak buğday ununa, su, tuz ve yumurta ilavesi sonucunda elde edilen hamurun, istenilen kalınlıkta açılıp ince şeritler halinde kesilmesiyle üretilen ve uygun yöntemlerle kurutulduktan sonra tüketilen bir gıda maddesidir (Aydın, 2009).

Eriştenin rengi, görünümü, dokusu ve pişme özellikleri kalitesini belirlemede göz önünde bulundurulacak önemli kriterlerdir. Bu kriterler, erişte üretim koşulları ve erişte üretiminde kullanılan materyallerin özelliklerine bağlı olarak değişik göstermektedir. Tüketici tarafından değerlendirmeye alınan ilk özellik görünüm özelliğidir. Eriştenin parlak görünümüne ve istenen renk özelliğine sahip olması tüketici tarafından dikkate alınan bir durumdur (Karadeniz, 2007). Eriştenin parlaklığı ve rengi, unda bulunan kahverengi pigment, kepek miktarı ve mineral madde içeriğinin artması ile azalma gösterdiği

bilinmektedir. Cho ve ark. (2001), yapmış oldukları bir çalışmada buğdaydaki kepek fraksiyonlarının erişte rengini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir (Güvendi, 2011).

Eriştelerin kalitesini belirlemede önemli olan diğer parametreler ise tekstür ve pişme özellikleridir. Eriştelerin pişme özellikleri, pişirme sonucunda pişirme suyuna geçen madde miktarı, hacim artışı ve su absorpsiyonu olarak bilinmektedir. İdeal bir erişte, pişirildikten sonra şeklini korumalı, birbirine yapışmamalı, cıvık bir görünüme sahip olmamalı ve pişme suyuna madde geçişi az olmalıdır (Güvendi, 2011).

Basit üretim prosesi, düşük maliyeti, kolay ve hızlı pişirilmesi, uzun raf ömrü, çeşitliliği ve besleyiciliği nedeniyle, eriştelerin kullanılma potansiyeli sürekli artmaktadır. Bu nedenle eriştelerin, zenginleştirme için uygun bir gıda olabileceği düşünülmektedir (Aydın, 2009). TS 12950 Erişte Standardı'nda zenginleştirilmiş erişte, erişte hamuruna katılmasına izin verilen, vitamin ve mineral madde ilavesiyle hazırlanarak elde edilen erişte olarak tanımlanmaktadır. Çeşnili erişte ise tekniğine uygun olarak hazırlanan erişte hamuruna diğer tahıl unları, sebze unları, baklagil unları ve benzeri maddeler ilavesiyle elde edilen erişte olarak ifade edilmektedir (Anonim, 2003). Ayrıca, son yıllarda eriştelerin zenginleştirilmesinde çeşitli materyallerin (arpanın fraksiyonları, bakla unu, tahıl kepeği, pirinç unu gibi) kullanım olanakları ve eriştelerin besinsel ve fizikokimyasal özelliklerine etkisini araştıran birçok çalışma mevcuttur (Izydorczyk ve ark., 2004; Jayasena ve ark., 2010; Kaur ve ark., 2012; Kim ve ark., 2015).

Bu çalışmada nişastanın ayrılması esnasında uygulanan ultrases işleminin geriye kalan baklagil kepeklerinin fonksiyonel ve biyoaktif özellikleri üzerine etkisi ve baklagil kepeklerinin ülkemizde sevilerek tüketilen erişteye katılarak değerlendirilmesi araştırılmıştır. Kepeklerin katıldığı ürünün özelliklerine negatif etki yapmayan en yüksek katkı dozunun ürünlerin duyu özelliklerine bakarak tayin edilmesi ve böylece teknolojik olarak mümkün olan en yüksek katkı dozunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte 3 farklı dozda baklagil kepeği ile katılan ürünlerin; son ürün kalitesi, tüketici beğenilirliği ve besinsel özelliklerinin incelenerek (kontrol ile karşılaştırılmak suretiyle) katılanmanın tüm boyutlarıyla ele alınması ve uygulanabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışmanın amaçları olan ultrases işleminin baklagil kepeklerinin fonksiyonel ve biyoaktif özellikleri üzerine etkisi ve baklagil kepeklerinin erişteye katılımı ile ilgili literatürde herhangi bir çalışmaya ulaşılammıştır. Ancak yapılan çalışmaya yakın ve benzer literatürler taranarak aşağıda belirtilmiştir.

2.1. Bazı Baklagillerin Kimyasal ve Bioaktif Bileşenlerine Yönelik Çalışmalar

El-Hady ve Habiba (2003), 140 °C ve 180 °C’de ekstrüzyon koşullarında 4 farklı baklagil (bezelye, nohut, bakla ve fasulye) üzerinde 16 saat boyunca ısılatma işlemi uygulamışlardır. Islatmanın çığ baklagillerde, özellikle bezelyede %15,4, nohutta %9,2, baklada %19,9 ve fasulyede %1,5 düzeyinde tripsin inhibitör aktivitesini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Yine su içerisinde ısılatmanın baklagillerdeki fenolik maddelerde düşüşe (552’den 437 mg’a/100 g) sebep olduğunu, fitik asit miktarında ise, önemsenmeyecek düşüşler gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Mahadevamma ve Tharanathan (2004), nohut (bengal gram), siyah mercimek (black gram), fasulye (green gram) ve bezelye tanelerine geleneksel pişirme, kızartma, çimlendirme, kavurma, otoklavlama, patlatma (popping), fermentasyon ve ekstrüzyon işlemleri uygulayarak dayanıklı nişasta ve diyet lif miktarlarındaki değişimleri incelemişlerdir. Çimlendirmenin enzime dirençli nişasta miktarında düşük, suda çözünmeyen diyet lif miktarında ise yüksek bir artışa sebep olduğunu gözlemlemişlerdir. Çeşitli işlemlere tabi tutulan örneklerin çözünür diyet lif miktarının artmasına rağmen toplam diyet lif miktarı aşağı yukarı benzer bulunmuştur.

Siyah mercimek (black grams), nohut, mercimek, kırmızı ve beyaz fasulye taneleri 1250 mL suya batırılmış ve 4 saat boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra süzülen örnekler 5 farklı zaman aralığında (10, 20, 40, 60, 90 dakika) 121 °C’de ve 20 dakika da 128 °C’de otoklavda tutulmuştur. Farklı termal ısı işlem sonucunda tanen (%33,1-45,7) ve fitik asit (%28-51,6) içeriğinde azalma tespit edilmiştir (Rehman ve Shah, 2005).

Luthria ve Pastor-Corrales (2006), 15 çeşit fasulyenin fenolik asit içeriklerini araştırmışlardır. Tüm fasulye çeşitleri öğütülmüş ve askorbik asit ile etilendiamin tetraasetik asit (EDTA) varlığında baz ile hidrolize edilmiştir. Serbest fenolik asitler ise etil asetat ile ekstrakte edilmiş ve yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) ile analizlenmiştir. Tüm fasulye çeşitlerinde ferulik asit, *p*-kumarik asit ve sinapik asit

bulunmuş ve miktarları belirlenmiştir. Bununla birlikte, kafeik asit sadece iki siyah fasulye çeşidinde (T-39 ve Eclipse) tespit edilmiştir. Fasulye örneklerinin ortalama fenolik asit içeriği 31,2 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Ferulik asit tüm örneklerde en çok görülen fenolik asit iken sinapik ve *p*-kumarik asit ise orta düzeyde görülen fenolik asit çeşitleridir. Toplam fenolik asitlerin %83'ten fazlasının pişme sırasında baklagilin kendisinde korunmakla beraber, sadece %2 veya daha azının ıslatma suyuna geçtiği tespit edilmiştir.

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), nohut (*Cicer arietinum* L.), bezelye (*Pisum sativum* L.) ve mercimek (*Lens culinaris* Med.) baklagillerinin kimyasal bileşimi, dirençli nişasta ve diyet lif içeriği araştırılmıştır. 16 saat boyunca su (1:2 w/v) içerisinde ıslatılan örnekler pişirildikten sonra dondurarak kurutulmuştur. Sonuç olarak işlem görmüş olan tüm baklagillerin çözünmeyen diyet lif miktarı sayısal olarak artmıştır. Bununla birlikte, bezelye tanesinin çözünür diyet lif miktarı ham taneye kıyasla daha yüksek (1,73/2,38 g/100g) tespit edilmiştir (Costa ve ark., 2006).

Udensi ve ark. (2007), kaynatma, kavurma ve otoklavlama işlemlerinin börülcedeki bazı antibesinsel faktörler üzerine etkisini incelemişlerdir. Söz konusu işlemlerin materyale ve prosese göre değişen miktarda madde kaybına neden olduğu bildirilmiştir. Börülcedeki fitik asit miktarının azaltılması için en iyi proses işleminin 60 °C'de kaynatma (%68,34) olduğu gözlenmiştir.

Yasmin ve ark. (2008), işleme yöntemlerinin barbunyadaki bazı (*Phaseolus vulgaris*) antibesinsel faktörler üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar; oda sıcaklığında (25-29 °C) su, %0,1'lik sitrik asit (pH: 3,4) ve %0,07'lik sodyum bikarbonat (pH: 8,4) içerisinde 9 saat boyunca ıslatma, 4 gün boyunca 22'de çimlendirme, tohumlar yumuşak oluncaya kadar 1:3 w/v oranında musluk suyu içerisinde pişirme işlemi uygulamışlardır. Sonuç olarak sodyum bikarbonat ile ıslatılıp daha sonra pişirilen barbunyanın çiğ taneye göre daha düşük tanen (%90,2) ve toplam fenolik madde içerdiği (%78,8) belirtilmiştir. Bununla birlikte, fitik asit içeriğinin çimlendirme işlemi ile önemli miktarda (%42,6) azaldığı tespit edilmiştir.

Xu ve Chang (2008), ıslatma, kaynatma ve buhar verme işlemlerinin yeşil ve sarı bezelye, nohut ve mercimek unlarının toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Söz konusu işlemlerin materyale ve prosese göre değişen miktarda madde kaybına neden olduğu bildirilmiştir.

Birkaç çeşit mercimek tanelerinin antibesinsel ve besinsel faktörleri üzerine kabuk ayırma ve pişirme işlemlerinin etkisi araştırılmıştır. Mercimek çeşitleri ile onların ham protein, nişasta, kül, çözünen diyet lif, çözünmeyen diyet lif, toplam diyet lif, dirençli

nişasta, tripsin inhibitör aktivitesi, mineral, fitik asit, tanen, sukroz ve oligosakkarit (rafinoz, stakioz ve verbascose) içerikleri arasında önemli bir varyasyon bulunmuştur. Kaynar suda pişirilen mercimeklerin protein, nişasta, çözünmeyen ve toplam diyet lif, dirençli nişasta, kalsiyum (Ca), bakır(Cu), mangan (Mn) içeriği önemli ölçüde artarken, kül, tripsin inhibitör aktivite, fitik asit, tanen, oligosakarit (sukroz), demir (Fe), potasyum(K), magnezyum(Mg), fosfor(P), çinko (Zn) içeriği azalmıştır. Kabuk ayırma işlemi ile protein, nişasta, dirençli nişasta, K, P, fitik asit, stakioz ve verbascose içeriğinde önemli bir artış gözlenmiştir. Ancak çözünen, çözünmeyen ve toplam diyet lif, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn ve tanen içeriğinde ise önemli bir azalış tespit edilmiştir (Wang ve ark., 2009).

Marathe ve ark. (2011)'nın yapmış olduğu bir çalışmada Hindistan da yaygın olarak tüketilen 30 çeşit baklagilin antioksidan aktivitesi ve fenolik madde miktarı araştırılmıştır. Baklagillerin fenolik asit içeriği 0,325 ile 6,378 mg GAE/g aralığında değiştiği tespit edilmiştir. %80'lik metanol ile ekstraksiyon edilen mercimek ve bezelye tanelerindeki toplam fenolik madde içeriğinin (~ 0,9 mg GAE/g) düşük olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, araştırmacılar mercimek, fasulye (moth bean ve lablab bean) ve bezelye (black pea ve pigeon pea) gibi baklagillerin koyu renkli tohum kabuğuna sahip olmalarına rağmen 1,2 mg GAE/g'dan daha düşük toplam fenolik madde içerdiklerini bildirmişlerdir. Bununla birlikte baklagillerin 2,2'-azino-bis (3-etilbenzothiazothiazoline-6-sulfonik asit) (ABTS) radikale karşı antioksidan kapasiteleri sırasıyla 3,43 ile 23,85 μ mol TEAC/g baklagil aralığında değiştiği tespit edilmiştir.

Aguilera ve ark. (2011), kurutulmuş fasulye unlarında önemli miktarda fenolik madde ve antioksidan aktivite tespit etmiş, bu maddelerin ıslatma (16 saat boyunca 20 °C'de), pişirme (20 ve 30 dakika boyunca) ve kurutma (6 saat boyunca 75±3 °C'de) gibi aşamalarda değişen miktarlarda azaldığını bildirmiştir. Araştırmacılar, aynı zamanda kurutma işleminin aynı materyalin su-yağ bağlama, emülsifikasyon ve köpürme kapasitesi gibi fonksiyonel özellikleri üzerine etkisini de incelemişler ve bunlardan yola çıkarak, et ürünleri, krema ve hamurların formülasyonunda kurutulmuş fasulye unu kullanımının viskozite, tekstür gibi özellikleri iyileştirebileceğini rapor etmişlerdir.

Oomah ve ark. (2011), mercimek ve bezelye kepeklerinin fenolik maddelerini ve antioksidan aktivitelerini incelemişlerdir. Baklagil taneleri ıslatma (6 saat boyunca su içerisinde), ısıtma (70 °C 20 dakika), soğutma (oda sıcaklığında 1 gece) ve kabuk soyma işlemlerine tabi tutulmuştur. Böylece baklagil tanelerinin kepek fraksiyonları elde edilmiştir. Çalışmada 4 farklı solvent (%70'lik aseton, %80'lik etanol, sıcak su (70-80 °C) ve su (21 ± 1 °C)) kullanılarak baklagil kepeklerinin ve tam tanelerin fenolik madde

içeriklerine ve antioksidan aktivitelerine bakılmıştır. Mercimek kepekleri için en yüksek toplam fenolik madde miktarı (~87 mg kateşin eşdeğeri/mg kepek) sulu aseton ekstraksiyonu ile elde edilmiştir. Yüksek fenolik madde içeriğine sahip olmasından dolayı da kırmızı mercimek kepeklerinin kuvvetli antioksidan aktivite (260 mg Troloks eşdeğeri/g kepek) sergilediği gözlenmiştir. Bu çerçevede baklagillerin fenolik madde içeriği ile antioksidan aktivite verileri arasında son derece önemli bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Sıcak su ve su ile ekstrakte edilen tam tanelerin toplam fenolik madde miktarı diğer solventlere kıyasla daha yüksek bulunurken, antioksidan aktiviteleri ise daha düşük bulunmuştur. Ayrıca tüm ekstraksiyon koşullarında mercimeklerdeki toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri bezelyeye kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Boudjou ve ark. (2013), bakla ve mercimek fraksiyonlarının fenolik madde miktarını ve antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır. Fraksiyonların ekstraksiyonu için %70'lik aseton ve %80'lik etanol kullanılmıştır. Çalışmada baklanın kepek kısmının, tam taneye ve kotiledon kısmına kıyasla daha yüksek antioksidan aktiviteye (aseton ile ekstrakte edilen örnek için 30,85 mg askorbik asit eşdeğeri/g örnek, etanol ile ekstrakte edilen örnek için 35,56 mg Troloks eşdeğeri/g örnek) sahip olduğu gözlenmiştir. Bakla ve mercimek kepeklerinin etanol ile ekstraksiyonu sonucunda elde edilen toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 23,30 ve 57,19 mg kateşin eşdeğeri/g kepek olarak tespit edilmiştir.

Kanada'da faaliyet gösteren Alliance Grain Traders (AGT) firması üretmiş oldukları mercimek ve bezelye kepeklerinin besin bileşimini rapor etmiştir. Bu çerçevede mercimek kepeğinin %9 nem, %12 protein, %2 yağ, %55 diyet lif; bezelye kepeğinin %8 nem, %8 protein, %2 yağ ve %55 diyet lif içerdiği bildirilmiştir (Anonim, 2013).

Ertaş ve Türker (2014), 2, 8 ve 12 saat boyunca farklı ıslatma suyuna (pH 4,6 ve 8) bekletilen nohut tanelerinin kimyasal bileşenleri ve besin kalitesi üzerine ıslatma işleminin etkisini incelemişlerdir. Islatma süresinin artmasına bağlı olarak nohut tanelerinin fitik asit içeriği %55,71 düzeyinde azalmıştır. Suyun pH aralığı fitik asit seviyesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmazken, en yüksek fenolik madde miktarı (1,2 mg GAE/g) pH 4 ıslatma suyu ile ıslatılan nohut tanelerinde tespit edilmiştir.

2.2. Ekstraksiyon İşleminde Ultrasesin Kullanımına Yönelik Çalışmalar

Buğday kepeğindeki fenolik bileşiklerin ultrases destekli olarak ekstrakte edilmek istendiği bir çalışmada, ultrasonik su banyosu içerisinde 40 kHz frekans aralığında ekstraksiyon gerçekleştirilmiş olup örnekler çözücü ile birlikte farklı sıcaklık ve zamanda

ses dalgalarına maruz bırakılmıştır. Buğday kepeğinden gelen fenolik bileşiklerin ultrases destekli maksimum ekstraksiyonu için mümkün olan en iyi kombinasyon elde edilmiştir. En optimum ekstraksiyon şartlarının %64 etanol konsantrasyonu, 60 °C ekstraksiyon sıcaklığı ve 25 dakika ekstraksiyon süresi olduğu sonucuna varılmıştır. Yukarıda sözü edilen koşullar altında, toplam fenolik madde içeriği 3,12 mg GAE/g buğday kepeği olarak tespit edilmiştir (Wang ve ark., 2008b).

Başka bir çalışmada ise, buğday kepeğinden gelen fenolik maddece zengin heteroksi bileşiklerinin geleneksel ve ultrases destekli ekstraksiyon karşılaştırılması yapılmıştır. Ultrases işlemi, 100 W ultrases gücünde, 5 ya da 10 dakika boyunca yaklaşık 8 W/cm² ultrases yoğunluğunda ek bir karıştırma işlemi uygulamadan gerçekleştirilmiştir. Ultrases destekli yapılan ekstraksiyon sonucunda diğer yöntemlere göre daha düşük fenolik madde elde edildiği gözlenmiştir (Hromádková ve ark., 2008).

Bununla birlikte, ultrases tekniğinin karabuğday, şeker kamışı posası ve elma posasından hemiselüloz, selüloz, ksiloglukan ve suda çözünür ksilanların ekstraksiyon verimini arttırdığı bildirilmiştir. Ayrıca, ultrasesin buğday kepeği, hindistan cevizi kabuğu ve çaydan fenolik madde ekstraksiyon verimliliğini arttırdığı da belirtilmiştir (Rastogi, 2011).

Li ve ark. (2014)'nın yapmış olduğu bir çalışmada, elma posasının çözünür diyet lif ekstraksiyonu için kullanılan selüloz, mikrodalga ve ultrases yöntemlerinin geleneksel asit yöntemi ile karşılaştırılması incelenmiştir. Ultrases işlemi, 40 kHz güç de 40 dk boyunca uygulanmış ve çalışmada ultrases destekli yapılan ekstraksiyonun tek başına asit hidrolizi ile yapılan ekstraksiyonuna kıyasla %6 düzeyinde daha fazla suda çözünür diyet lif verimi sağladığı bildirilmiştir.

Buğday kepeğinin başlıca diyet lif bileşeni olan arabinoksilanın, ultrases destekli enzimatik ekstraksiyonu ile elde edilmesi araştırılmıştır. Çalışmada farklı ekstraksiyon süresi, ekstraksiyon sıcaklığı, enzim dozu ve ultrases gücü kullanılarak kombinasyonlar yapılmış ve optimum ekstraksiyon koşulu belirlenmiştir. Sonuç olarak ultrases destekli gerçekleştirilen enzimatik ekstraksiyon yöntemi ile buğday kepeğinden gelen arabinoksilan bileşiğinin verimi %12 düzeyine kadar artmıştır (Wang ve ark., 2014).

Wu ve ark. (2014), kabaktan polisakkaritlerin ultrases destekli enzimatik ekstraksiyonunu ve kurutulmuş polisakkaritlerin antioksidan aktivitelerini incelemişlerdir. Farklı ekstraksiyon koşulları (ekstraksiyon sıcaklığı, pH değeri, ekstraksiyon süresi ve ekstraksiyon sıcaklığı) oluşturularak kabaktan gelen polisakkaritlerin verimine bakılmıştır. Maksimum polisakkarit verimi (%4,33) için uygun ekstraksiyon koşullarının, 440 W

ultrases gücü, 20 dakika ekstraksiyon süresi ve 51,5 °C ekstraksiyon sıcaklığı olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma da ultrases işlemi 200 ile 700 W aralığında uygulanmıştır. Ultrases gücünün 200 W'dan 400 W'a kadar yükseltilmesi polisakkarit verimi arttırırken daha yüksek güç uygulanması polisakkarit verimini azaltmıştır.

2.3. Eriştelerin Çeşitli Kepekler ile Zenginleştirilmesine Yönelik Çalışmalar

Bezelye lifinin hububat ürünlerinde kullanımına dair bulabildiğimiz tek çalışma olan McKee ve Latner (2000), bezelye kepeğinde %8,2'si hemiselüloz ve %62,3'ü selüloz olmak üzere toplam %82,3 diyet lif olduğunu belirtmiştir. Bezelye kepekleri ekmek formülasyonu içerisinde değerlendirilmiş ve hamurun su absorpsiyonunun arttığı, spesifik hacmin düştüğü, kabuk renginin açıldığı ve ekmek ürünlerine %15 düzeyine kadar katılma potansiyeli olduğu belirtilmiştir. %15 bezelye kepeği katkılı ekmeklerde toplam diyet lif %15 olarak bulunurken, kontrol ekmeklerdeki diyet lif miktarı %3 olarak belirlenmiştir.

Izydorczyk ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, kabuksuz arpanın değişik fraksiyonlarının, taze ve kurutulmuş eriştelerde fonksiyonel bileşen olarak uygunluğu araştırılmıştır. Bu çalışmada lifçe zengin fraksiyonların buğday unu yerine kullanılmasının, işlemede problemlere neden olmamasına rağmen, su absorpsiyonunda önemli artışlara neden olduğu, eriştelerin diyet lif içeriğinin arttığı ve kontrol örneğine oranla erişte renginin koyulaştığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda lifçe zengin fraksiyonların erişteye ilave edilmesi ile eriştelerin pişme süresinin %50'ye kadar azaldığı ve pişme kaybının düştüğü gözlenmiştir.

Karadeniz (2007), çalışmasında pirinç kepeği ve mısır kepeği ilavesinin geleneksel ürünümüz olan eriştenin tekstürel özellikleri ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmıştır. Kepekler erişte formülasyonuna %20 oranında ilave edilmiş, bunun yanı sıra hidrokolloid (guar gam ve ksantan gam) ve vital gluten katkılarının etkileri de incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda mısır kepeği ilavesi eriştenin L (aydınlık/parlaklık) ve b^* (mavi-sarı) değerini arttırmış, a^* (yeşil-kırmızı) değerini ise düşürmüştür. Pirinç kepeği ilavesi ise tam aksine L ve b^* değerini azaltmış, a^* değerini ise arttırmıştır. Pirinç ve mısır kepeği ilavesi ile eriştelerin su absorpsiyonu sırasıyla %60 ve %90'dan %58,95 ve %59,20'ye düşmüştür. Kepek katkılı eriştelerin sertlik, çiğnenebilirlik, sakızimsılık ve yapışkanlık değerlerinde artış gözlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda pirinç kepeği içeren eriştelerin daha düzgün yapıya sahip olmasına rağmen, pişme süresinin uzun ve pişirme kaybının daha fazla olması, renk ve tat-aroma bakımından daha düşük puanları alması nedeniyle mısır

kepeği ile katkılanan eriştelere göre daha düşük kalite özelliklerine sahip olduğu belirtilmiştir.

Chillo ve ark. (2008), spagettinin yapılmasında kullanılan makarnalık irmiğe ek olarak karabuğday unu ve durum buğday kepeği ilavesi ile üretilen dokuz farklı spaghetti çeşidinin kalitesini araştırmışlardır. Üretilen spaghetti, sadece makarnalık irmik içeren spaghetti (kontrol) ile karşılaştırılmıştır. Yapılan analizlerden kırılma hassasiyeti, kuru ürün rengi, pişme direnci ve enstrümantal yapışkanlık testleri hem optimum pişme süresinde hem de aşırı pişmiş üründe yapılmış olup, pişme kaybı ve duyusal analizler ise sadece optimum pişme süresinde pişirilmiş üründe yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda karabuğday unu ve durum buğday kepeği ile katkılanan tüm spaghetti çeşitlerinin L , a^* ve b^* değerleri sadece makarnalık irmik ile üretilen spaghettiye kıyasla daha düşük bulunmuştur. Aynı durum spaghettiğin optimum pişme süresi içinde geçerli olmuştur. Bununla birlikte, kepek katkı dozunun artmasına bağlı olarak spaghettiğin optimum pişme süresi azalmıştır. Sonuç olarak; spaghettiğin kırılma hassasiyeti %15 ve %20 kepek ile katkılanan örneklerde düşmüştür. Kontrol örneğe kıyasla karabuğday unu ve kepek katkılı ürünlerin, kuru ürün renginde önemli düzeyde değişim gözlenmiş ve ayrıca pişme direnci, enstrümantal yapışkanlık ve pişme kaybı hemen hemen kontrol örneğe eşit bulunmuştur. Bununla birlikte, karabuğday unu ve buğday kepeği katkılı ürünlerin duyusal özellikleri birbirinde farklı bulunmuştur.

Geleneksel Çin eriştesinin kalitesi üzerine buğday kepeğinin partikül büyüklüğü ve katkı dozunun etkisi araştırılmıştır. Farklı partikül büyüklüğüne (1,72 mm, 0,53 mm ve 0,21 mm) sahip buğday kepeği 4 farklı katkı dozunda (%5, %10, %15 ve %20) erişteye ilave edilmiştir. Katkı dozunun ve partikül büyüklüğünün artmasına bağlı olarak pişmiş eriştelerin yapışkanlık değerlerinde artış gözlenmiştir. Bununla birlikte, pişmiş eriştelerin sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde azalış tespit edilmiştir. Ayrıca, katkı dozunun arttırılmasına bağlı olarak eriştelerin pişme sürelerinde doğrusal olarak bir artış gözlenmiştir. Partikül boyutunun ve ilave seviyesinin arttırılması ile eriştelerin toplam puanlarında düşüş tespit edilmiştir. Bu durumda, lif bakımından zengin erişte üretmek için ince partikül boyutuna sahip buğday kepeğinin %5 düzeyinde katkılanarak üretimin mümkün olabileceği sonucuna varılmıştır (Chen ve ark., 2011).

Lif oranı yüksek olan makarnaların hazırlanması için lif kaynağı olarak buğday kepeğinin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Makarnalar, %40 ve %50 düzeyinde buğday kepeği ve makarnalık irmik ikame edilmesi ile hazırlanmıştır. Ham buğday kepeklerinin stabilizasyonu için nemli ve kuru ısı işlem uygulanmış ve bu işlemler sonucunda lipaz

aktivitesi %50 düzeyde azaltılmıştır. İşlem görmüş ve ham buğday kepeği katkılı eriştelerin pişirme kaybı kontrol örneğine kıyasla daha yüksek iken sertlik özelliği ise daha düşük tespit edilmiştir. Katkı dozunun artmasına bağlı olarak pişirme kaybının arttığı sertlik özelliğinin ise azaldığı görülmüştür. Bunun yanında, işlem görmüş buğday kepeği ile katkılanan eriştelerin duyusal puanları yüksek bulunmuştur. Nemli ısıtılmış işlem görmüş buğday kepeği ile %40 katkı dozunda katkılanan eriştelerin toplam diyet lif miktarı 5,2 kat artmıştır. Aynı zamanda katkısız makarnaların çözünür diyet lif miktarı %0,5 iken kepek ilavesi ile birlikte %3,6 olarak çözünür diyet lif miktarının arttığı gözlenmiştir (Sudha ve ark., 2011).

Kong ve ark.(2012)'nın yaptığı bir çalışmada siyah pirinç kepeğinin eriştelerin kimyasal ve fonksiyonel özellikleri üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Erişteler, farklı dozlarda (%2, %5, %10 ve %15) pirinç kepeği ile katkılanarak hazırlanmıştır. Eriştelerin nem, protein, yağ ve kül miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuş ve katkı dozunun artmasına bağlı olarak artış gözlenmiştir ($P<0,05$). Farklı dozlarda katkılanan eriştelerin optimum pişme süresi 7 dk olarak tespit edilmiştir. Eriştelerin, şişme indeksi %2-15 arasında değiştiği görülmüş fakat düzenli bir sonuç elde edilememiştir. Ayrıca, eriştelerin pişirme kaybı ve su absorpsiyon değerleri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Farklı dozlarda siyah pirinç kepeğinin eklenmesi ile eriştelerin renk özellikleri belirgin bir şekilde değişmiştir. En yüksek ve en düşük *L* değerleri sırasıyla, kontrol ve %15 katkı dozu ile katkılanan eriştelerde elde edilmiştir. Tekstür özellikleri incelendiğinde %2 katkı dozunda katkılanan eriştelerin sertlik değeri kontrole göre düşük bulunurken genel olarak artan katkı dozuna bağlı olarak sertlik değerlerinde artış gözlenmiştir. Bununla birlikte yapışkanlık ve çiğnenebilirlik sonuçları benzer eğilimler göstermiş olup artan katkı dozuna bağlı olarak azalış göstermişlerdir. Diğer yandan, eriştelerin yapışkanlık değerleri açısından %2-15 siyah pirinç kepeği katkılı erişteler arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Ayrıca, farklı düzeylerde siyah pirinç kepeği ikame edilen eriştelerin kontrol örneklerine kıyasla daha yüksek antioksidan ihtiva ettiği tespit edilmiştir. Bu durumda eriştelerin antioksidan özelliklerini ve besin değerlerini arttırmak için siyah pirinç kepeğinin mükemmel bir bileşen olabileceği sonucuna varılmıştır.

Yapılan bir çalışmada, nemli sarı eriştelerin kalitesi üzerine farklı tipte nişasta kombinasyonu ile yulaf kepeği ilavesinin etkisi incelenmiştir. Farklı dozlarda (%5, %10 ve %15) yulaf kepeği ve farklı nişasta çeşidi (%10 tapyoka ve mısır nişastas) içeren kontrol dahil sekiz farklı erişte hazırlanmıştır. Erişteler fizikokimyasal özellikleri, pişirme kalitesi

ve duyuşsal özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Eriştelere yulaf kepeğinin eklenmesi ile eriştelerin pH, renk, elastikiyet ve bağlayıcılık değerleri azalırken su alımı, pişirme kaybı ve nem içeriği artmıştır. Yapılan duyuşsal değerlendirme sonucunda, %15 yulaf kepeği ve %10 tapyoka nişastası ile katkılanan erişte en yüksek puanı almıştır. Kontrol ve %15 yulaf kepeği ve %10 tapyoka nişastası ile katkılanan eriştelerin genel kabul edilebilirlik puanları istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Bu nedenle kabul edilebilirlik açısından erişte form lasyonunda %15 yulaf kepeği ve %10 tapyoka nişastası kullanımının uygun olabileceği sonucuna varılmıştır (Hamzah, 2012).

Kaur ve ark. (2012) farklı tahıl kepekleri ile zenginleştirilmiş makarnaların fonksiyonel özelliklerini araştırmıştır. Makarnalık buğday irmiği üzerinden toplamda beş farklı dozda (%5, %10, %15, %20 ve %25) tahıl kepekleri (pirinç, buğday, arpa ve yulaf) ile katkılandırma yapılmıştır. Oda sıcaklığında zenginleştirilmiş makarnaların renk, pişirme, duyuşsal kalite ve raf ömrü üzerine tahıl kepeğinin etkisi değerlendirilmiştir. Kontrol örneğine kıyasla %25 düzeyinde tahıl kepeği ile katkılanan makarnaların daha yüksek protein ve diyet lif içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. Makarnaların pişirme kaybı ve su absorpsiyonu tahıl kepeklerinin eklenmesine bağlı olarak artmıştır. Bu etki, eklenen tahıl kepeğinin çeşidine ve düzeyine bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca, tahıl kepekleri ile zenginleştirilen tüm makarna çeşitlerinin su absorpsiyonu ve hacim artışı arasında pozitif ve önemli bir korelasyon ($r=0,80$) olduğu tespit edilmiştir. En fazla pişirme kaybı %25 düzeyinde tahıl kepeği ile katkılanan makarnalarda görülmüştür. Tahıl kepekleri ile zenginleştirilen makarnaların nişasta jelatinizasyonunu tamamlaması için daha az pişirme süresi gerektiği tespit edilmiştir. Makarnaların fizikokimyasal, pişirme ve duyuşsal özelliklerini olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde tahıl kepeklerinin %15 (pirinç, buğday ve yulaf) ve %10 (arpa) düzeylerine kadar makarnaya eklenebileceği sonucuna varılmıştır.

Beyaz, mavi, siyah ve mor-kırmızı buğday kepeği, farklı dozlarda (%2, %4, %6) erişte içerisine katılarak eriştelerin kalitesi üzerine buğday kepeği katkısının etkisi araştırılmıştır. Sonuç olarak, buğday kepeğinin eklemesiyle eriştelerin a^* ve b^* değerleri belirgin olarak artarken L değeri azalmıştır. Kontrol  rnekleri kepek katkılı eriştelere kıyasla daha yüksek pişme kaybı göstermiştir. Ancak, pişme kaybı ile kepek katkı dozu arasında bir ilişki kurulamamıştır. Genel olarak, artan kepek katkı dozu ile birlikte pişmiş eriştelerin sertlik değerleri de artmıştır (Song ve ark., 2013).

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmada kuru temin edilen bezelye (*Pisum sativum*), bakla (*Vicia faba*), yeşil ve kırmızı mercimek (*Lens culinaris*) olmak üzere 4 çeşit baklagil kullanılmıştır. Materyaller baklagil ticareti yapan toptancılardan alınarak, aynı partiden olması sağlanmıştır. Temin edilen ürünler kuru ve serin yerde çuval içerisinde saklanmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Ultrases İşlem Şartları

50 g baklagil örneği, %0,05'lik sodyumbisülfite çözeltisi (pH 10,5) ile 1:3 oranında (w/v) ıslatılıp 1 gece boyunca 35 °C'de çalkalamalı inkübatörde (IS-971R, Jeio Tech, Seul, Kore) çalkalanmıştır. Su alarak şişen baklagillerdeki fazla su süzildikten sonra üzerine 250 mL buzdolabı sıcaklığında saf su ilave edilerek 450 mL'ye tamamlanmış ve 1 dakika süre ile blender yardımıyla yaşı olarak parçalanmıştır. Buradaki amaç, blenderın karışma işlemi sırasında oluşan sıcaklığın minimize edilmesidir. Ultrases uygulaması yapılacak süspansiyon, üzerine ultrases probu ile termocouple girişine olanak veren bir kaba transfer edilmiştir. Süspansiyon söz konusu kap içerisinde bir manyetik karıştırıcı üzerine konumlandırılmıştır. Söz konusu kap içerisinde bulunan süspansiyona boynuz tipi 25 mm çapında ultrases probu süspansiyonun yüzeyinden 5,5 cm derinlikte batırılmıştır. Ultrasonikasyon 22 kHz sabit bir frekansta ultrasonik işlemci (Sonics VCX 750, Connecticut, ABD) ile gerçekleştirilmiştir. Ultrases uygulaması 100-110, 200-250, 400-460 W'a karşılık gelen 40, 70 ve %100 genlikleri, 5 saniye açık ve 25 saniye kapalı pulse süreleri sırasıyla, 3,5; 2,5 ve 1,5 saat şeklinde uygulanmıştır. Ultrases işlemi sırasında içerisinde süspansiyon bulunan kabın dış sıcaklığı su ile kontrollü bir şekilde 15 °C'de sabit tutulmuştur. Ayrıca sıcaklık değişimi termocouple ile takip edilmiş ve işlem nişasta jelatinizasyonunun gerçekleşmediğinden emin olmak için 45 °C'yi aşmadan sonlandırılmıştır. Çalışma koşulları hem nişasta hem de kepek izolasyonu dikkate alınarak planlanmış olup, mevcut çalışma kepek izolasyonu ve analizlerini kapsamaktadır. Ultrases uygulaması yapılmayacak olan kontrol örnekleri ise parçalama işleminin ardından 30 dakika manyetik karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Hem kontrol hem de ultrases ile muamele edilmiş süspansiyonlar, 100 µm çaplı elek üzerinde yıkama berrak hale gelene kadar su ile tekrar tekrar yıkanmıştır. 100 µm çaplı elek üzerinde kalan kısım kepek fraksiyonu olarak

tanımlanmıştır. Ayrıntılı bir şekilde yapılan ekstraksiyon ve filtrasyon işlemleri çalışmanın bir parçası olup nişastanın izolasyonu için yapılmıştır. Bu işlemler sonucunda süspansiyonlardan ayrılan baklagil kepekleri 45 °C’ de sabit tartıma gelene kadar etüvde kurutulmuş ve tartılarak kepeklerin miktarları tespit edilmiştir (Şimşek ve ark., 2009; Herceg ve ark., 2010).

3.2.2. Deneme Yöntemi ve Süreçleri

Bu çalışma temel olarak 3 ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde ön denemeler ile belirlenerek seçilen şartlarda baklagillere ultrases işlemi uygulanmış ve elek sistemi ile nişastadan uzaklaştırılan kepeklerin elde edilmesi sağlanmıştır. İkinci bölümde kurutulup öğütülmüş olan baklagil kepeklerinin fonksiyonel ve bioaktif özelliklerine ultrases işleminin etkisini belirlemek için söz konusu analizler yapılmıştır. Üçüncü bölümünde ise kontrol ve 3 farklı ultases koşulları ile işlenen baklagillerin besinsel ve fonksiyonel özellikleri arasında bir fark bulunmadığından dolayı ultrases işlemi uygulanmamış baklagil kepekleri erişte ürününe 3 farklı dozda katılanmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünü eriştelerin yapılması ve farklı dozlarda baklagil kepeği katkısının eriştelerin fizikokimyasal ve besinsel özelliklerine etkisinin incelenmesi oluşturmaktadır. Yapılan analizler Çizelge 3.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 3.1. Analiz tipleri ve süreçleri

Kontrol ve ultrases işlemi görmüş kepeklerde yapılan analizler	- Nem
	- Ham yağ
	- Ham protein
	- Toplam kül
	- Su / yağ bağlama
	- Toplam ve suda çözünebilir
	- Toplam fenolik madde
	- Fenolik asit kompozisyonu
	- Antioksidan aktivite (TEAC ve DPPH)
	- Fitik asit

Baklagil kepeği katkılı eriştelerde yapılan analizler	- Nem
	- Ham yağ
	- Ham protein
	- Toplam kül
	- Toplam ve suda çözünebilir
	- Fitik asit
	- Mineral madde
	- Renk
	-Tektür analizi
	- Pişirme testleri
	- Duyusal analiz

3.3. Analiz Yöntemleri

3.3.1. Nem Tayini

Kepek ve eriştelerde nem tayini AACC standart metotta (44-115A) belirtilen yönteme göre etüvde 130 °C'de yapılmıştır (AACC, 2000).

3.3.2. Ham Yağ Tayini

Ham yağ tayini solvent olarak hegzan kullanılarak Soxhlet ekstraksiyon yöntemi ile AACC standart metotta (30-25) belirtilen yönteme göre yapılmıştır (AACC, 2000).

3.3.3. Ham Protein Tayini

Ham protein tayinleri, makro Kjeldahl yöntemi ile AACC standart metotta (46-12) belirtilen yönteme göre yapılmış ve faktör olarak 5,95 kullanılmıştır (AACC, 2000).

3.3.4. Toplam Kül Tayini

Toplam %kül miktarı AACC standart metotta (08-01) belirtilen yöntem esas alınarak kül fırınında yapılmıştır (AACC, 2000).

3.3.5. Mineral Madde Tayini

Mineral madde içerikleri için İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektroskopisi (ICP-MS) yöntemi kullanılmıştır. Bu analiz Namık Kemal Üniversitesi Merkez Laboratuvarından hizmet alınarak yapılmıştır. Kısaca, öğütülmüş erişte örneğinden 0,3 g alınıp 15 mL nitrik asit ile muamele edilerek İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektroskopisi ile analiz edilmiştir.

3.3.6. Toplam Diyet Lif ve Suda Çözünabilir Lif Tayini

Toplam ve suda çözünabilir lif miktarı AACC standart metot: 32-07 'ye göre yapılmıştır (AACC, 2000). Enzimatik-gravimetrik ölçüme dayanan bu yöntem için α -amilaz, proteaz ve amiloglukozidaz enzimlerinden oluşan ticari enzim kiti (Megazyme International, Bray, Co, Wicklow, İrlanda) kullanılmıştır. Kısaca, $1,000 \pm 0,005$ g örnek tartılmış ve üzerine 40 mL MES-TRIS tamponu (pH: 8,2) ilave edilerek sırasıyla termostabil α -amilaz, proteaz ve amiloglukozidaz enzimleri ile belli sıcaklıklarda inkübe edilmiştir. Ekstrakt sabit tartıma getirilmiş Goosh krozeden süzülüp yıkanarak suda çözünmeyen diyet lif elde edilmiştir. 1 gece boyunca 103°C 'de kurutulup sabit tartıma geldikten sonra tartılmıştır. Alta geçen süzüntü ise 60°C 'ye ısıtılmış %95'lik etanol ile çöktürülerek sabit tartıma getirilmiş başka Goosh krozeden filtre edilip yıkanarak suda çözünabilir lif elde edilmiştir. 1 gece boyunca 103°C 'de kurutulup sabit tartıma geldikten sonra ölçüm yapılmıştır.

3.3.7. Fitik Asit Tayini

Fitik asit AOAC Metot No: 986,11'e göre yapılmıştır (AOAC, 2000). 2 g örnek üzerine 40 mL %2,4'lük HCl ilave edilerek 3 saat oda sıcaklığında çalkalanmıştır. Filtre edilen ekstraktan 1 mL alınarak üzerine 1 mL $\text{Na}_2\text{EDTA-NaOH}$ çözeltisi eklenmiş ve saf su ile 25 mL'ye tamamlanmıştır. Ekstrakt, daha önceden 0,5 g anyon değiştirici resin konarak sırasıyla 15 mL 0,7 M NaCl ve 15 mL su ile koşullanmış cam kolondan geçirilmiş ve 15 mL 0,7 M NaCl ile elüe edilmiştir. Eluat üzerine 0,5 mL H_2SO_4 ve 3 mL HNO_3 eklenerek yaş yakma yapılmış ve fitat fosforunun serbest kalması sağlanmıştır. Yakılmış ekstrakt 50 mL'lik balon jojeye transfer edilmiş, üzerine 2 mL molybdat ve 1 mL sulfonik asit solüsyonlar ilave edildikten sonra saf su ile ölçüsüne tamamlanmış ve 15 dakika inkübe edildikten sonra UV-VIS spektrofotometre ile 640 nm de absorbansı ölçülmüştür. Standart olarak KH_2PO_4 kullanılmış ve AOAC prosedüründe yer alan formül üzerinden hesaplama yapılmıştır. Sonuçlar, mg fitat olarak ifade edilmiştir.

3.3.8. Su/yağ Bağlama Tayini

30 mL santrifüj tüpü içerisine 1 g kepek 10 mL saf su/yağ ile çözündürülmüş ve cam çubuk yardımı ile karıştırılarak 15 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra 3200 rpm de 15 dakika santrifüj yapılmıştır. Üstte toplanan sıvı kısmın ağırlığı hesaplanarak kepeğin tuttuğu su/yağ miktarı ölçülmüştür (Sharma ve ark., 2004).

3.3.9. Fenolik Maddeler ve Antioksidan Aktivite Tayini

Genel olarak kepeklerdeki fenolik bileşenlerinin küçük bir kısmı serbest formda bulunurken önemli bir kısmı hücre duvarına bağlı çözünmez formda bulunmaktadır. Bu nedenle kepekteki toplam fenolik madde, fenolik asit kompozisyonu ve antioksidan kapasite tayinleri hem serbest hem de bağlı formdaki bileşenleri analiz etmek üzere 2 farklı yöntem ile ekstrakte edilerek yapılmıştır.

3.3.9.1. Fenolik Maddelerin Ekstraksiyonu

Serbest ve bağlı fenolik asitlerin ekstraksiyonu Tuncel ve Yılmaz (2011)'ın kullandığı yöntem modifiye edilerek yapılmıştır. Ekstraksiyon koşulları detaylı olarak aşağıda belirtilmiştir.

3.3.9.1.1. Serbest Formdaki Hedef Maddelerin Ekstraksiyonu

Baklagil kepeklerinden 3 g alınarak üzerine 40 mL aseton:metanol (50:50, v/v) ve 25 µL konsantre HCl ilave edilerek ve 1 saat 45 °C'de çalkalamalı su banyosunda karıştırılmıştır. Kepekler 10 dakika 7800 rpm'de santrifüj yapılarak filtrat rotary balonlarına transfer edilmiştir. Ekstraktta bulunan metanol ve aseton 40 °C'de rotary evaporatörde tamamen uçurulduktan sonra kalan tortulu kısım 1 mL etanol, 1 mL aseton ve 4 mL saf su ile çözündürülmüştür. Hazırlanan bu ekstrakt 0,45 µm'lik membran filtreden geçirilerek cam tüpte toplanmıştır.

3.3.9.1.2. Bağlı Formdaki Hedef Maddelerin Ekstraksiyonu

Serbest formdaki hedef maddeleri alınan kalıntı üzerine 40 mL 4N NaOH eklenerek 3 saat boyunca 4 °C'de çalkalamalı su banyosunda karıştırılmıştır. Çalkalama işleminin ardından ekstraktların pH'ları buz soğukluğunda 6 N HCl ile ivedilikle 1,5-2,0 aralığına ayarlanmış ve üzerinde kaba filtre kağıdı bulundan ayırma hunilerine transfer edilerek 150 mL etil asetat ile ekstrakte edilmiştir. Etil asetat fazına alınan hedef maddeler, etil asetat rotary evaporatörde 40 °C'de tamamen uçurulduktan sonra kalan tortulu kısım 1 mL etanol,

1 mL aseton ve 4 mL saf su ile çözüldürülmüştür. Hazırlanan bu ekstrakt 0,45 µm' lik membran filtreden geçirilerek cam tüpte toplanmıştır.

3.3.9.2. Toplam Fenol Tayini

Bağlı ve serbest madde ekstraktlarında toplam fenol tayini Taga ve ark. (1984)'nın Folin-Ciocalteu yöntemine göre yapılmıştır. Kısaca, 100 µL örnek ekstraktı üzerine 900 µL deiyonize su konarak 1 mL'ye tamamlanmış, üzerine 5 mL 0,2 N Folin-Ciocalteu çözeltisi ve 4 mL sodyum karnonat (75 g/L) ilave edilmiştir. Test tüpleri içerisine 10 mL'ye bu şekilde tamamlanarak hazırlanmış ekstarktlar, 1 dakika karıştırıldıktan sonra 2 saat boyunca karanlıkta inkübe edilmiştir. 2 saatin sonunda örnek absorbansları UV-VIS spektrofotometre ile 765 nm de belirlenmiştir. Sonuçlar gallik asit eşdeğeri olarak kepek miktarı üzerinden hesaplanmıştır.

3.3.9.3. Trolox Eşdeğeri Antioksidan Kapasite Tayini

Trolox eşdeğeri antioksidan kapasite tayini için Re ve ark. (1999)'nın yöntemi kullanılmıştır. ABTS radikal çözeltisi oluşturmak için 0,0384 g ABTS tartılmış ve bir miktar deiyonize suda çözüldürüldükten sonra 2 mL 12,25 mM potasyum persülfat eklenerek yine deiyonize suyla 10 mL'ye tamamlanmıştır. ABTS çözeltisi bu şekilde 1 gece (12-16 saat) radikal oluşumu için bekletildikten sonra UV-VIS spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda $0,700 \pm 0,020$ absorbans verecek şekilde tuzlu fosfat tamponu (pH: 7,4) ile seyreltilmiştir. Örnek ekstraktları da yine tuzlu fosfat tamponu ile uygun oranda seyreltilerek kullanılmıştır. Antioksidan kapasite ölçümü için, 1 mL ABTS radikali üzerine 3 farklı konsantrasyonda ve en az 2 paralel olacak şekilde örnek ekstraktı ilave edilmiştir. Altıncı dakikanın sonunda 734 nm de ölçülen absorbansın %inhibisyonu, kullanılan ekstakt miktarının konsantrasyonuna karşılık gelecek şekilde grafiğe aktarılmıştır. Kalibrasyon kurvesi için 5, 10, 15 ve 20 mikromol konsantrasyonda hazırlanmış Trolox standart çözeltileri kullanılmıştır. Sonuçlar, mikromol Trolox eşdeğeri olarak kepek miktarı üzerinden ifade edilmiştir.

3.3.9.4. DPPH Radikaline Karşı Antioksidan Aktivite Tayini

DPPH radikaline karşı antioksidan aktivite tayini Kırca ve Arslan (2008)'ın kullandığı yonteme göre yapılmıştır. Metanol ile hazırlanmış 600 µL 1 mM DPPH radikalinin üzerine her bir örnek için 3 farklı konsantrasyonda ekstrakt ilave edilmiş ve toplam hacim metanol ile 6 mL'ye tamamlanarak 1 dakika boyunca karıştırılmıştır.

Örneklerin absorbans ölçümleri 15 dakika karanlık şartlarda inkübe edildikten sonra UV-VIS spektrofotometre ile 517 nm de yapılmıştır. DPPH radikalinin %inhibisyonu aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(A_{\text{kör}} - A_{\text{ekstrakt}}) / A_{\text{kör}}] \times 100 \quad (3.1)$$

Burada, $A_{\text{kör}}$, sadece DPPH ve metanol ile hazırlanmış körün (600 μ L DPPH ve 5,4 mL metanol) absorbansını, A_{ekstrakt} ise baklagil kepeği ekstraktının DPPH radikali ile muamelesi sonucunda elde edilmiş absorbansı sembolize etmektedir. Hesaplamalar, her bir örnek için söz konusu 3 farklı ekstrakt konsantrasyonuna karşılık bu konsantrasyonlarda elde edilen %inhibisyon değerleri grafiğe aktararak yapılmıştır. Sonuçlar, %50 inhibisyona neden olan etkili konsantrasyon (EC_{50}) olarak ve mg kepek miktarı üzerinden ifade edilmiştir.

3.3.9.5. Fenolik Asit Kompozisyonu

Bağlı ve serbest ekstraksiyon ile elde edilmiş fenolik asitlerin kompozisyonu, ters faz yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) ile Tuncel ve ark. (2010)'ın belirttiği yöntem kısmen modifiye edilerek yapılmıştır. Çalışmada gallik asit (GA), protokateşik asit (protoCA), *p*-hidroksibenzoik asit (*p*-hydBA), vanilik asit (VA), kafeik asit (CA), klorojenik asit (ChA), sirinjik asit (SRA), *p*-kumarik asit (*p*-COU), ferulik asit (FA), sinapik asit (SNA), *o*-kumarik asit (*o*-COU), rozmarinik asit (RA), trans-sinamik asit (*tr*-CIN) olmak üzere 13 fenolik asidin varlığı aynı kromatogramda ve tek enjeksiyon ile belirlenebilmektedir. Metot hem serbest hem de bağlı formdaki ekstraktlara uygulanmış olup, ayırım için Agilent Zorbax Eclipse XDB C18 kolon (150 mm $\times$ 4.6 mm $\times$ 5 μ m) kullanılmıştır. Analizler 23 °C'de yapılmış olup analiz boyunca akış hızı 1 mL/dk olarak sabit tutulmuştur. Mobil faz; A (metanol:su:formik asit, 10:88:2, v/v) ve B'den (metanol:su:formik asit, 90:8:2, v/v) oluşturmaktadır ve gradiyent elüsyon kullanılmıştır. Gradiyent koşullar 0. dk, %100 A; 0-25 dk, %80 A; 25-54 dk, %50 A; 54-63 dk, %100 B; 63-72 dk, %100 A olarak uygulanmıştır. Enjeksiyon hacmi 5 μ L olup sonuçlar, her bir fenolik asit için ayrı ayrı oluşturulan kalibrasyon kurvelerine göre hesaplanmıştır.

3.3.10. Renk Analizi

CIE Lab uzayında L (aydınlık/parlaklık), a (yeşil-kırmızı) ve b (mavi-sarı) değerleri ölçülmüştür. Ölçülen bu renk değerlerinden yararlanılarak örneklerin toplam renk değişimi (ΔE), Kroma (C), Hue açısı ve Redness (a/b) değerleri aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır (Chen ve ark., 1997). Ölçümler Minolta Cr-220 renk cihazı kullanılarak yapılmıştır.

$$\text{Kroma (dolgunluk)} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (3.2)$$

$$\text{Kırmızılık} = a^*/b^* \quad (3.3)$$

$$\text{Beyazlık değeri} = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2} \quad (3.4)$$

$$\Delta E (\text{Toplam renk değişimi}) = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (3.5)$$

Eriştelerde renk analizi yaparken kuru formdaki erişteler kahve öğütücüsünden geçirilmiş ve renk tayini öğütülmüş eriştelerde yapılmıştır (Ahrne ve ark., 2007).

3.3.11. Duyusal Analiz

3 farklı dozda baklagil kepeği ile katkılanan erişte ile bu ürünün kontrol gruplarına (baklagil kepeği eklenmemiş) tüketici testi yapılmış ve eriştelerin tüketici tarafından beğenilirliği ortaya koyulmuştur. Tüketici testi, Meilgaard ve ark. (1999)’a göre 7 noktalı hedolik skala kullanılarak yapılmıştır. Skalada 7 “çok çok beğendim”, 6 “çok beğendim”, 5 “beğendim”, 4 “fena değil”, 3 “pek beğenmedim”, 2 “beğenmedim”, 1 “hiç beğenmedim” izlenimleri karşılamaktadır. Analizler, ürünler taze pişirilmiş olarak oturumlarla gerçekleştirilerek ve mümkün olan en yüksek sayıdaki (panelist sayısı, bezelye oturumu için 66 iken diğer oturumlarda 64) fakülte personeli, akademik personel ve öğrencilere tattırılmıştır. Sunum, her bir baklagil çeşidi için ayrı ayrı yapılmıştır. Ayrıca, panelistlerden ürünleri en çok beğendiklerinden en az beğendiklerine göre sıralamaları istenmiştir.

3.3.12. Tekstür Analizi

Tekstür analizi, tekstürümetre cihazı (Brookfield, CT3-4500, Massachusetts, USA) ile yapılmış olup, erişteler için 2 döngülü toplam profil analizi uygulanmıştır.

Erişteler, pişme süresi testinde belirlenen sürelele göre pişirilmiş ve 10 dakika bekletilerek soğutulmuştur. Hazne içerisine 30 g erişte örneği koyulduktan sonra kare prob (TA3/100) kullanılarak eriştelere sıkıştırma işlemleri uygulanmıştır. Tüm erişte çeşitlerinde tekstür analizleri 4 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Kullanılan test parametrelerinden mesafe 10 mm, tetikleyici (trigger) yükü 100 g, ön test hızı, test hızı ve geri dönüş test hızı 1 mm/s

dir. Tüm erişte çeşitlerinde incelenen parametreler, sertlik (hardness), yapışkanlık (adhesiveness), bağlayıcılık (cohesiveness), elastikiyet (springiness), sakızımsılık (gumminess) ve çiğnenebilirlik (chewiness) olmuştur.

3.3.13. Pişirme Testleri

Eriştelere uygulanan pişirme testleri (pişme süresi, hacim artışı, su absorpsiyonu ve suya geçen madde miktarı) Özkaya ve Özkaya'nın (2005) Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri kitabındaki yöntemler kullanılarak yapılmıştır.

3.3.13.1. Pişme Süresi

Erişte örneğinin pişme süresinin tayini için beher içerisinde pişirilmeye başlanan örnekten 7-8 dakika sonra penset ile bir parça alınıp cam levha arasında sıkılarak ezilmiştir. Cam levha arasında ezilen eriştenin ortasında açık renkli pişmemiş kısım görülmedikçe kadar bu işleme birer dakika ara ile devam edilmiştir. Başlangıçtan bu ana kadar geçen süre tespit edilmiştir.

3.3.13.2. Hacim Artışı

Pişmiş erişte ağırlığı ile kuru eriştenin ağırlığı arasındaki bağıntıdan yararlanılarak hesaplanmıştır. 250 mL'lik bir ölçü silindire belli miktar (konacak eriştenin üstünü kaplayacak kadar) su konulmuştur. Üzerine 25 g kuru erişte ilave edilmiş ve su seviyesindeki artış kuru erişte hacmine denk gelmiştir. Aynı işlem pişmiş erişte için de yapılarak pişmiş erişte hacmi bulunmuştur. Yüzde hacim artışı ise pişmiş erişte hacminden kuru erişte hacminin çıkarılıp, sonucun kuru erişte hacmine bölünmesi ve 100 ile çarpılması ile bulunmuştur.

3.3.13.3. Su Absorpsiyonu

Pişirilen erişte örneği, buhner hunisinden süzildikten sonra tartılarak pişmiş makarna ağırlığı (G_2) bulunmuştur. Bu değerden pişmemiş makarna ağırlığı (G_1 burada 25 g) çıkarılarak pişirme sonucu meydana gelen ağırlık artışı tespit edilmiş ve aşağıdaki eşitlikten %absorpsiyon bulunmuştur.

$$\text{Absorpsiyon (\%)} = (G_2 - G_1 / G_2) * 100 \quad (3.6)$$

3.3.13.4. Suyu Geçen Madde Miktarı

500 mL'lik beher içerisine 250 mL saf su konulup kaynatılmış ve beher kaynar su banyosu içerisine konulmuştur. Beher içerisine 25 g erişte ilave edildikten sonra beherin ağızı saat camı ile kapatılmış ve cam baget ile 5 dakika da bir karıştırılarak 20 dakika pişirilmıştir. Süre sonunda beher içeriğı buhner hunisinden szlmş, süzülen erişteler tekrar 90 mL su ile yıkanarak süzüntüler birleştirilmıştir ve 350 mL ye tamamlanmıştır. Buradan 50 mL alınarak darası bilenen bir kapta sabit ağırlığa kadar kurutulmuştur.

$$\text{Suya geçen madde miktarı (\%)} = G \times 28 / 100 - W \quad (3.7)$$

Burada G, etüvde kurutulan etüvde kurutulan kap ağırlıkları arasındaki farkı ve W ise erişte rutubetini temsil etmektedir.

3.3.14. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler MINITAB (Versiyon 17, Statsoft, Inc.,Tulsa, OK, ABD) ve NCSS (Number Cruncher Statistical System, Kaysville, UT, ABD paket programları kullanılarak varyans analizi (ANOVA) ile yapılmıştır.

İki istatistiksel model (denklem 1 ve 2) verileri değerlendirmek için kullanılmıştır. İncelenen parametreler üzerinde baklagil çeşidi ve ultrases şartlarının etkisi iki yönlü varyans (ANOVA) analizi ile incelenmiş ve kullanılan model aşağıda belirtilmiştir:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + S_j + (PS)_{ij} + e_{ijk} \quad (3.8)$$

Burada, μ . genel popülasyon ortalamasını, P_i baklagil çeşidinin etkisini, S_j ultrases işleminin etkisi, $(PS)_{ij}$ ultrases işlem×baklagil çeşit interaksyonu etkisini ve e_{ijk} da random hatayı ifade etmektedir.

Ayrıca, belli bir baklagil kepeği çeşidinin işlendiği belli bir işlem koşulu faktörleri tek bir faktrmş gibi ele alınarak (rneğin yeşil mercimek %40 genlik) tek yönlü ANOVA analizi ile de incelenmiştir. Tek yönlü ANOVA analizi için kullanılan model aşağıda belirtilmiştir.

$$Y_{ij} = \mu + a_i + e_{ij} \quad (3.9)$$

Burada, μ . genel popülasyon ortalamasını, α_i belli bir baklagil için kullanılan ultrases şartlarını, ve e_{ij} random hatayı ifade etmektedir.

Söz konusu faktörler arasında farklılığın önemli olduğu ($P<0,05$) ortalamaların çoklu karşılaştırması, ayırma gücü ve yorumlama kolaylığı dikkate alınarak Tukey testi kullanılarak yapılmıştır.

One-Way ANOVA analizi eriştelede yapılan analizlerin istatistiksel değerlendirilmesinde de kullanılmıştır. Bununla birlikte, eriştelede yapılan duysal analiz (tüketici testi) verileri kategorik veriler olduğu ve farklı baklagil kepeği çeşidi ile katkılanan erişteleler farklı oturumlarda değerlendirildiği için duysal analiz testlerinde tek faktör doz olarak kabul edilmiş ve her bir çeşit ayrı ayrı Kruskal Wallis testi ile analiz edilmiştir. Çoklu karşılaştırma için ise Dunn testi kullanılmıştır.

Tüm sonuçlar “ortalama $\pm$ standart hata” olarak ifade edilmiştir ve ortalamalar en az 3 tekrardan oluşmuştur.

3.4. Baklagil Kepeği ile Katkılanan Eriştelelerin Üretimi

Yapılan ön denemelerde %10,0'dan fazla baklagil kepeği ilavesinin, ürünlerin işlenebilirlik özelliği üzerinde negatif etkide bulunduğu gözlenmiştir. Bu nedenle erişte ürününe un ağırlığı üzerinden %2,5; 5,0 ve 10,0 düzeyinde baklagil kepeği ile katkılanmıştır. Her bir baklagil çeşidi için geçerli olan eriştenin formülasyonu aşağıda sunulmuştur (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Kontrol ve baklagil kepeği katkılı erişte reçeteleri

Kontrol	Baklagil kepeği katkı oranı		
	%2,5	%5	%10
1000 g buğday unu (%70 randımanlı)	1000 g buğday unu (%70 randımanlı)	1000 g buğday unu (%70 randımanlı)	1000 g buğday unu (%70 randımanlı)
-	25 g baklagil kepeği	50 g baklagil kepeği	100 g baklagil kepeği
50 g tuz (%5)	50 g tuz (%5)	50 g tuz (%5)	50 g tuz (%5)
200 g yumurta (%20)	200 g yumurta (%20)	200 g yumurta (%20)	200 g yumurta (%20)
100 g süt (%10)	100 g süt (%10)	100 g süt (%10)	100 g süt (%10)
200 g su	212,5 g su	225 g su	250 g su

Un ve baklagil kepeği Dirmak marka (planet mikser, İzmir, Türkiye) yoğurma makinesi ile 1 dakika boyunca 1.devirde (yavaş) karıştırıldıktan sonra erişte formölasyonunda yer alan diğer maddeler de ilave edilip 10 dakika boyunca 1. devirde (yavaş) ve 5 dakika boyunca da 2. devirde (orta) karıştırılarak hamur oluşturulmuştur. Yüzey kurumalarını önlemek için, yoğurma sonrası elde edilen hamurun üzeri nemli bir bezle ile örtölerek hamurlar oda sıcaklığında 15 dakika dinlendirilmiştir. Dinlendirilen hamur, 50 şer gramlık parçalara ayrılarak İmperial marka erişte kesme makinesinin merdanesinden geçirilmek suretiyle inceltme işlemine tabi tutulmuştur. İnceltmede hamur kalınlığı 2 mm olacak şekilde ayarlanmıştır. Daha sonra inceltilen hamurlar, bir süre dinlendirilip erişte makinesinin kesme aparatında 5 mm genişliğinde, 2 mm kalınlığında kesilmiştir. Makineden uzun bir şekilde kesilen erişteler boyları 3 cm olacak şekilde el ile kesilmiş ve birbirlerine yapışmayacak şekilde unlanarak tepsilere dizilmiştir. Bir gün süre ile oda sıcaklığında kurutulan erişteler ağzı kapalı bez torbalarda muhafaza edilmiştir.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Kontrol ve Ultrases İşlemi Görmüş Kepeklerde Yapılan Analizler

4.1.1. Kontrol Kepeklerin Temel Bileşenlerin Analiz Sonuçları

Nişasta fraksiyonundan ayrılan baklagil kepeklerine nem tayini yapılmış olup, sonuçlar %10'un altında bulunmuş ve yağ, protein ve kül analiz sonuçları kuru madde üzerinden Çizelge 4.1'de belirtilmiştir. Baklagil kepeklerinin kül miktarları %2,11 ile 2,23 aralığında tespit edilmiş ve yağ miktarları çok düşük bulunmuştur. Bakla ve bezelye kepeklerine kıyasla yeşil ve kırmızı mercimek kepeklerinin protein miktarları daha yüksek tespit edilmiştir ($P<0,05$). Diğer yandan, Alliance Grain Traders (AGT) firması mercimek kepeğinin %9 nem, %12 protein, %2 yağ; bezelye kepeğinin %8 nem, %8 protein, %2 yağ ihtiva ettiğini rapor etmiştir (Anonim, 2013). Bu çerçevede baklagil ya da baklagil kepeklerinin farklı besin bileşimine sahip olması, bitkinin çeşidine, çevre koşullarına, çevre etkileşimine ve tarımsal uygulamalarına bağlı olarak değişiklik gösterebileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.1. Baklagil kepeklerinin temel bileşenleri (n=3)

	Yeşil mercimek	Kırmızı mercimek	Bakla	Bezelye
Nem (%)	9,20 ± 0,43	9,35 ± 0,06	9,57 ± 0,32	9,71 ± 0,14
Ham kül (%km)	2,11 ± 0,05	2,23 ± 0,01	2,16 ± 0,02	2,23 ± 0,02
Ham yağ (%km)	0,18 ± 0,06 ^B	0,91 ± 0,01 ^A	0,15 ± 0,01 ^B	0,28 ± 0,09 ^B
Ham protein (%km)	8,58 ± 0,08 ^A	8,64 ± 0,07 ^A	4,53 ± 0,10 ^B	4,50 ± 0,02 ^B

4.1.2. Diyet Lif Sonuçları

Diyet lif, insanların ince bağırsağında sindirilemeyen buna karşılık kalın bağırsakta tam ya da kısmen fermente olabilen, bitkilerin yenilebilir kısımlarıdır (Ekici ve Ercoşkun, 2007). Diyet lif suda çözünen ve suda çözünmeyen olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır. Suda çözünmeyen lifler; selüloz, lignin ve suda çözünmeyen pentozanları içerirken, suda çözünen lifler; suda çözünen pentozanları, zamksi maddeleri ve pektinleri içermektedir (Dülger ve Şahan, 2011).

Bu çalışmadaki kepekler arasında kayda değer fark olmamasına karşın, en yüksek ve en düşük çözünen diyet lif sırasıyla yeşil ve kırmızı mercimek kepeklerinde gözlenmiştir. Suda çözünen diyet lif miktarı %1,23 ve 3,05 arasında değişmekte olup bu değer üzerine ultrases koşullarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Diyet lif, insanda bulunan enzimler tarafından sindirilemeyen makromolekülleri tanımlamakta olup, polisakkarit ve lignin gibi bitkisel hücre duvarı bileşenlerinden oluşur. Suda çözünen diyet lif, viskozite değişimine neden olarak mide-bağırsak yolu emilimini, emilim bölgesini ve geçiş zamanını etkiler ve böylece yemek sonrası glukoz ve lipid seviyelerini modifiye eder (Tharanathan ve Mahadevamma, 2003).

Baklagil kepeklerindeki suda çözünmeyen diyet lif miktarı, suda çözünen diyet lif miktarına göre daha yüksek olup %63,66 ve 72,47 arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Suda çözünmeyen diyet lifin olumlu sağlık etkisi ise bağırsak geçiş zamanını kısaltarak fekal mutajenler ile teması azaltmasından kaynaklanır (Tharanathan ve Mahadevamma, 2003). Yeşil mercimek kepeğinin suda çözünmeyen diyet lif miktarına ultrases işleminin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamasına rağmen, ultrases işlemine tabi tutulmuş kırmızı mercimek ve bezelye kepeklerinin suda çözünmeyen diyet lif miktarları kontrole göre daha düşük bulunmuştur ($P<0,05$). Öte yandan, Li ve ark. (2014)'nın yapmış olduğu bir çalışmada elma posası için 40 dk ultrases destekli yapılan ekstraksiyonun tek başına asit hidrolizi ile yapılan ekstraksiyonuna kıyasla %6 düzeyinde daha fazla suda çözünür diyet lif verimi sağladığı bildirilmiştir. Araştırmacılar çalışmadaki bu sonucu; ultrases işleminin, kullanılan çözücülerin materyal hücrelerine daha fazla nüfuz etmesini sağlayarak kütle transferini artırmasına atfetmişlerdir. Aynı zamanda, Wang ve ark. (2014), ultrases destekli enzimatik ekstraksiyon işleminin buğday kepeğinden gelen arabinoksilan verimini arttırdığını bulmuşlardır.

Ultrases işleminin toplam diyet lif ile suda çözünmeyen diyet lif miktarına etkisi benzer bulunmuştur. En yüksek ve en düşük toplam diyet lif içeriği sırasıyla bezelye ve bakla kepeklerinde gözlenmiştir. Ayrıca, baklagil kepeklerindeki suda çözünmeyen ve toplam diyet lif içeriği kepek fraksiyonunun lif içeriğini göstermektedir.

4.1.3. Fitik Asit Sonuçları

Fitik asit, myoinositol halkası ve buna bağlı inorganik fosfattan oluşan serbest bir ester asididir (Pekşen ve Artık, 2005). Fitatlar ise bağırsağın fizyolojik pH'da çözünmez mineral kompleksi olarak ortaya çıkmakta (Oomah ve ark., 2011) ve miktarı, iklim koşulları, yer, sulama koşulları, toprak türü ve yıl sırasında bitkinin büyümesi gibi çeşitli

etkilere bağılı olarak değişmektedir (Urbana ve ark., 2000). Çalışmadaki baklagil kepeklerinin fitik asit içeriği 1,37 ve 1,66 mg/g arasında değişmektedir. Kepek fraksiyonlarındaki düşük fitik asit içeriğine bağılı olarak fitik asit analizi baklagil tanelerinde de yapılmıştır. Yeşil mercimek, kırmızı mercimek, bakla ve bezelye tanelerinin, fitik asit içeriği sırasıyla 4.34, 3.23, 5.89 ve 3.99 mg/g olarak bulunmuştur. Bu durumda, tanelerin fitik asit içeriğinin kepek fraksiyonlarına göre yaklaşık 4 kat daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.2). Bu sonuç, fitatın baklagillerde bulunduğu konuma, daha çok da işlem sırasında su ile muamele edilmesine atfedilmiştir. Fitatın hububat ve baklagillerin farklı bölgelerinde biriktiği rapor edilmiştir (Gupta ve ark., 2015). Örneğin, baklagillerde fitatın protein molüküllerine gömülü olarak endosperm tabakasında bulunduğu bildirilmiştir (Oomah ve ark., 2011). Ayrıca, mısırdaki fitatın endosperm, pirinç ve buğdayda ise aleoron ve perikarp kısmında bulunduğu tespit edilmiştir (Gupta ve ark. 2015). Öte yandan, pişirme, fermentasyon, çimlenme ve ıslatma gibi işlemlerin fitat içeriğini azalttığı bilinmektedir (Urbano ve ark., 2000). Metot kısmında belirtildiği gibi, baklagil taneleri (kontrol ve işlenen) çalışmamızda, gece boyunca %0,05 sodyumbisülfid çözeltisi (pH 10,5) ile ıslatılmış ve 35 °C’de inkübe edilmiştir. Ayrıca, ultrases işlemi, sulu bir ortam içinde uygulanmış ve kepek kısmı nişastadan kurtulmak için tekrar tekrar su ile yıkanmıştır. Bu çerçevede kepeklerin fitik asit miktarının düşük olması uygulanan işlem şartlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan bir çalışmada 12 saat boyunca nohut taneleri ıslatılmış ve ıslatma sonucunda fitat içeriğinin %55,71 oranında azaldığı tespit edilmiş ve suyun pH aralığının fitat seviyesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı bildirilmiştir (Ertaş ve Türker, 2014). Ayrıca Khalil (2001), fasulye (guar) ve bakla kepeklerini 12 saat boyunca oda sıcaklığında ıslattıktan sonra fitik asit içeriklerinin sırasıyla %45 ve %27 düzeyinde azaldığını rapor etmiştir.

Çalışmanın sonucunda, elde edilen kepeklerin fitik asit miktarı üzerine baklagil çeşidi ve ultrases koşullarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Ayrıca, baklagil kepeklerinde fitik asit içeriği üzerine ultrasesin etkisi ile ilgili herhangi bir çalışmaya ulaşılammıştır.

4.1.4. Su/yağ Bağlama Sonuçları

Baklagil kepeklerinin su ve yağ bağlama sonuçları Çizelge 4.2’de belirtilmiştir. Farklı baklagillerden elde edilen kepekler arasında en yüksek ve en düşük su bağlama özelliğine sahip olan baklagil çeşitleri sırası ile bezelye ve bakla olarak tespit edilmiştir ($P<0,05$). Aynı sonuç toplam diyet lif içeriğinde de gözlenmiştir. Bu durumda, yüksek diyet lif içeriğine sahip olan kepeklerin yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğuna işaret etmektedir. Baklagil kepeklerinin su bağlamasına ultrases işleminin etkisi istatistiksel olarak önemli olmasına rağmen ultrases koşullarına ilişkin hiçbir tutarlı eğilim gözlenmemiştir. Öte yandan, farklı baklagillerden elde edilen kepekler arasında bezelye ve kırmızı mercimeğin yağ bağlama kapasitesi yeşil mercimek ve baklaya nispetle daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Ayrıca, baklagil kepeklerinin su/yağ bağlama özelliği üzerine ultrasesin etkisi ile ilgili herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır.

Çizelge 4.2. Baklagil kepeklerinin bazı özellikleri (n=3)

Baklagil çeşidi	Ultrases koşulları (Genlik)	Suda çözünen diyet lif (%)	Suda çözünmeyen diyet lif (%)	Toplam diyet lif (%)	Fitik asit (mg/g)	Su bağlama (g/100g)	Yağ bağlama (g/100g)
Yeşil mercimek	Kontrol	2,90 ± 0,37	68,42 ± 0,86 ^{ABC}	71,32 ± 0,48 ^{AB}	1,48 ± 0,08	464,21 ± 6,93 ^{CDE}	196,30 ± 13,80 ^{ABC}
	%40	2,58 ± 0,03	68,05 ± 1,29 ^{ABC}	70,64 ± 1,25 ^{AB}	1,49 ± 0,07	463,10 ± 20,20 ^{CDE}	181,62 ± 4,67 ^{BC}
	%70	3,01 ± 0,27	67,95 ± 1,30 ^{ABC}	70,96 ± 1,02 ^{AB}	1,37 ± 0,01	481,30 ± 12,90 ^{BCDE}	182,03 ± 0,10 ^{BC}
	%100	2,65 ± 0,02	68,20 ± 0,98 ^{ABC}	70,86 ± 0,95 ^{AB}	1,47 ± 0,02	439,50 ± 11,80 ^{DEF}	163,61 ± 3,12 ^C
Kırmızı mercimek	Kontrol	1,54 ± 0,21	71,80 ± 0,08 ^A	73,34 ± 0,12 ^A	1,66 ± 0,15	524,11 ± 2,33 ^{ABCD}	225,16 ± 0,01 ^{ABC}
	%40	1,93 ± 0,18	70,55 ± 1,24 ^{AB}	72,48 ± 1,06 ^{AB}	1,44 ± 0,01	535,50 ± 10,80 ^{ABC}	230,71 ± 1,91 ^{ABC}
	%70	1,62 ± 0,05	68,31 ± 0,58 ^{ABC}	69,94 ± 0,63 ^{AB}	1,43 ± 0,01	538,45 ± 2,54 ^{ABC}	234,01 ± 7,77 ^{ABC}
	%100	1,23 ± 0,01	69,15 ± 0,81 ^{ABC}	70,39 ± 0,82 ^{AB}	1,45 ± 0,01	476,60 ± 16,70 ^{BCDE}	222,77 ± 9,23 ^{ABC}
Bakla	Kontrol	3,05 ± 0,43	66,77 ± 1,60 ^{ABC}	69,82 ± 1,16 ^{AB}	1,58 ± 0,14	372,60 ± 17,30 ^F	195,00 ± 13,60 ^{ABC}
	%40	1,97 ± 0,12	64,38 ± 1,35 ^{BC}	66,35 ± 1,47 ^B	1,48 ± 0,05	420,90 ± 24,30 ^{EF}	197,06 ± 9,55 ^{ABC}
	%70	1,91 ± 0,44	68,31 ± 2,47 ^{ABC}	70,23 ± 2,91 ^{AB}	1,37 ± 0,09	440,80 ± 35,60 ^{DEF}	209,30 ± 16,20 ^{ABC}
	%100	2,31 ± 0,01	66,17 ± 0,52 ^{ABC}	68,48 ± 0,53 ^{AB}	1,44 ± 0,05	412,80 ± 14,90 ^{EF}	186,40 ± 17,30 ^{ABC}
Bezelye	Kontrol	2,10 ± 0,97	72,47 ± 0,10 ^A	74,57 ± 0,87 ^A	1,59 ± 0,14	579,20 ± 14,60 ^A	226,10 ± 12,10 ^{ABC}
	%40	2,70 ± 0,61	63,66 ± 0,54 ^C	66,37 ± 0,06 ^B	1,47 ± 0,02	554,64 ± 2,54 ^{AB}	246,30 ± 13,00 ^{AB}
	%70	1,88 ± 0,67	69,45 ± 0,94 ^{ABC}	71,33 ± 0,26 ^{AB}	1,55 ± 0,09	595,63 ± 4,03 ^A	259,80 ± 36,50 ^{AB}
	%100	2,53 ± 0,56	67,26 ± 1,42 ^{ABC}	70,29 ± 0,85 ^{AB}	1,44 ± 0,02	575,26 ± 7,68 ^A	264,10 ± 17,00 ^A
<i>P</i>		0,141	0,005	0,006	0,535	0,000	0,093

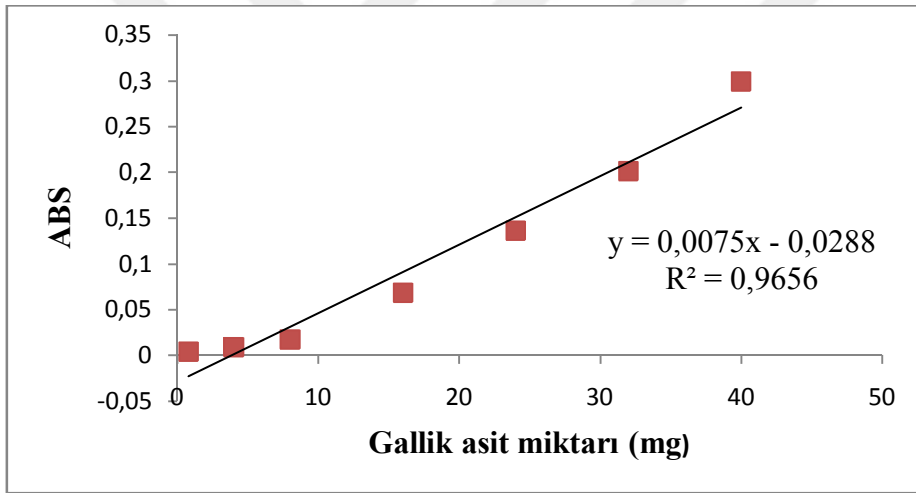
*Aynı kolonda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden Tukey testine göre farklıdır ($P < 0,05$).

4.1.5. Toplam Fenolik Madde, Fenolik Asit Kompozisyonu ve Antioksidan Aktivite Sonuçları

Toplam fenol, antioksidan aktivite (TEAC ve DPPH) ve fenolik asit kompozisyonu tayinleri materyal metot bölümünde belirtildiği üzere hem serbest hem de bağlı formdaki hedef maddeleri ekstrakte edilerek yapılmıştır. Bu nedenle söz konusu analizlere ait sonuçlar serbest ve bağlı form olmak üzere gösterilmiştir. Ayrıca, tüm bu tayinlerde bağlı formdaki hedef madde miktarının serbest formdakilere göre daha yüksek miktarda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3, 4.4, 4.5).

4.1.5.1. Toplam Fenol Sonuçları

Toplam fenol miktarı, baklagillerde en çok bulunan fenolik asit olan gallik asit cinsinden hesaplanmıştır. Gallik asit kalibrasyon eğrisi Şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Toplam fenol tayininde kullanılan gallik asit eğrisi

Genel olarak toplam fenolik madde miktarı tüm baklagil kepeklerinde düşük bulunmuştur. Bu durum literatürler ile de uyumludur. Örneğin; Marathe ve ark. (2011), yapmış oldukları bir çalışmada %80'lik metanol ile ekstraksiyon edilen mercimek ve bezelye tanelerindeki toplam fenolik madde içeriğinin (~ 0,9 mg GAE/g) düşük olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca, araştırmacılar mercimek, fasulye (moth bean ve lablab bean), bezelye (black pea ve pigeon pea) gibi baklagillerin koyu renkli tohum kabuğuna sahip olmalarına rağmen 1,2 mg GAE/g'dan daha düşük toplam fenolik madde içerdiklerini bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada ise sık tüketilen 8 farklı (nohut, mercimek, sarı ve yeşil bezelye, yeşil ve siyah soya fasulye, siyah fasulye) baklagil örneğinde 6 farklı

solventin antioksidan ve fenolik madde ekstraksiyonuna olan etkisi incelenmiştir. Kullanılan farklı solventler ile çıkarılan toplam fenolik madde içeriğinin yeşil bezelye ve mercimekte sırasıyla 1,04 ile 1,53 mg GAE/g, 1,02 ile 7,53 mg GAE/g arasında değiştiği tespit edilmiştir (Xu ve Chang, 2007). Diğer yandan Xu ve Chang (2008), ıslatma işleminin bezelye ve mercimekteki fenolik madde miktarını düşürdüğünü bildirmişlerdir. Bu durumda, bazı fenolik maddelerin polar yapıda olduğunu hesaba katacak olursak, kepek eldesi için ıslatma ve yıkama işlemlerinin uygulanması fenolik madde miktarının düşük olması ile ilişkilendirilebilir.

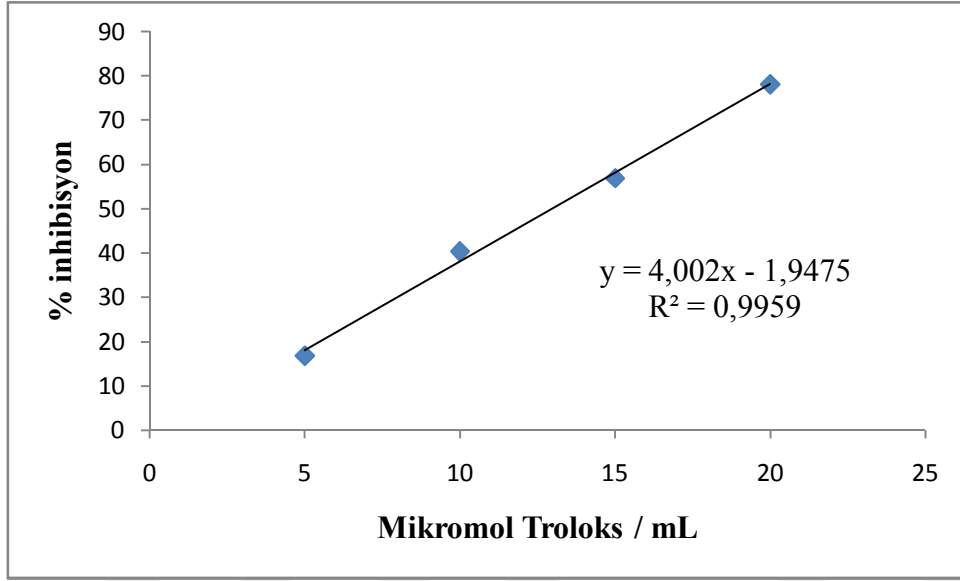
Bu çalışmada, mercimek kepeklerinden elde edilen ekstraktlar için bağlı formdaki toplam fenolik madde miktarının serbest formdakilere göre daha yüksek miktarda olduğu gözlenmiştir. Ancak, bakla ve bezelye kepeklerinden elde edilen serbest ve bağlı formdaki ekstraktlardaki toplam fenolik madde miktarının yok denecek kadar az olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Kırmızı mercimeğin bağlı formdaki toplam fenolik madde miktarının diğer baklagil çeşitlerine kıyasla sayısal olarak daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, ultrases işlemi uygulananlara göre kontrol örneklerindeki toplam fenolik madde miktarı daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, ultrases işleminin sulu ortamda gerçekleştirilmesi ve buna bağlı olarak bazı fenolik maddelerin sulu ortama geçmesi ile ilişkilendirilebilir. Benzer bir şekilde, Hromádková ve ark. (2008) da buğday kepeği için klasik ekstraksiyon prosedürleri ile elde edilen ekstraktların ultrases işlemi ile elde edilenlere göre daha yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Diğer yandan, Ahmad-Qasem ve ark. (2013), zeytin yapraklarına uygulanan geleneksel ve ultrases destekli ekstraksiyon işlemleri sonucunda benzer toplam fenolik madde sonuçları elde etmişlerdir.

Bu çalışmada, yeşil ve kırmızı mercimek kepeklerinden elde edilen bağlı formdaki toplam fenolik madde miktarı üzerine ultrases işleminin etkisi istatistiksel olarak önemli olmasına rağmen, ultrases koşullarına ilişkin hiçbir tutarlı eğilim gözlenmemiştir ($P < 0,05$). Bununla birlikte, bakla ve bezelye kepeklerinde işlem şartlarının etkisi önemsiz bulunmuştur.

4.1.5.2. ABTS ve DPPH Radikaline Karşı Antioksidan Tayini Sonuçları

Kontrol ve ultrases işlemleri uygulanmış baklagil kepeklerinin ABTS ve DPPH radikaline karşı antioksidan aktiviteleri Çizelge 4.3'te sunulmuştur.

ABTS radikaline karşı antioksidan tayini sonuçları mikromol Troloks eşdeğeri olarak ifade edilmiştir. Bunun için bir antioksidan olan Troloks'un bilinen mol sayılarına karşılık hesaplanan %inhibisyon değerleri ile kalibrasyon eğrisi çizilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Troloks standardı eğrisi

Baklagil kepeklerindeki Troloks eşdeğeri antioksidan aktiviteleri toplam fenolik madde sonuçları ile benzer bir eğilim göstermiştir. Ayrıca toplam fenolik madde ve Troloks eşdeğeri antioksidan aktivite verileri arasında pozitif ve istatistiksel olarak önemli bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Serbest toplam fenolik maddelerde bu ilişki pozitif ve önemli ($r=0,755$ ($P=0,000$)), yine bağlı toplam fenolik maddeler ile Troloks eşdeğeri arasındaki korelasyon pozitif ($r=0,980$ ($P=0,000$)) ve önemli bulunmuştur. Hem serbest hem bağlı toplam fenolik maddeler ile Troloks eşdeğeri arasındaki ilişki önemli ve korelasyon pozitif ($r=0,980$ ($P=0,000$)) tespit edilmiştir. Korelasyon değerlerinin yüksek olması baklagil kepeklerindeki toplam fenol içeriğinin antioksidan aktivite üzerinde etkisi olduğunu göstermektedir. Yapılan analizler sonucunda mercimeklerdeki antioksidan aktivite değerinin diğer baklagillere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük Troloks eşdeğeri antioksidan aktivitelerinin sırasıyla kırmızı mercimek ve bezelye kepeklerinde olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, çalışmadaki yeşil ve kırmızı mercimek kepeklerinin antioksidan aktivite değerleri kontrol grubu örneklerinde, ultrases uygulanan

örneklere nispeten daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, işlem şartlarının etkisi, bezelye kepeklerinde bir değişime neden olmamış, bakla kepeklerinde ise tutarlı bir eğilim göstermemiştir.

DPPH yöntemine göre ölçülen antioksidan aktivite ise, radikalın %50 inhibisyonuna neden olan etkili konsantrasyon (EC_{50}) olarak mg cinsinden hesaplanmıştır. Bu sebeple matematiksel olarak daha küçük olan değerler, daha yüksek antioksidan aktiviteyi göstermekte ve istatistiksel harflendirmeler buna göre yapılmaktadır. Ayrıca, bezelye kepeğinin serbest formdaki ekstraktında ölçülen antioksidan aktivite o kadar düşük bulunmuştur ki, ekstraktın tamamı harcandığında bile önemli ve tutarlı bir inhibisyon yakalanamamıştır. Bu nedenle, bezelye kepeğinin serbest formundaki antioksidan aktivitesi değerlendirilmemiştir. Yeşil ve kırmızı mercimek kepeklerinin serbest formdaki antioksidan aktiviteleri baklaya kıyasla daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Ayrıca, bakla, yeşil ve kırmızı mercimek kepeklerinin serbest formdaki antioksidan aktivite değerlerinin kontrol grubu örneklerinde, ultrases uygulanan örneklerle kıyasla daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Yeşil, kırmızı mercimek ve baklanın bağlı formdaki antioksidan aktivitelerinin bezelyeye kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$). Ayrıca, yeşil ve kırmızı mercimek kepeklerinin kontrol grubu ve ultrases uygulanan örnekleri arasında bir farklılık olmadığı gözlenmiştir. Bakla kepeğinde %100 ultrases genliğinde işlenen örnek kontrol ve diğer genliklerde işlenenlere kıyasla daha düşük antioksidan aktivite göstermiştir. Bezelye için ise tutarlı bir eğilim gözlenmemiştir.

Sonuç olarak, çalışma kapsamında incelenen baklagil kepeklerinin antioksidan kapasiteleri düşük tespit edilmiştir. Marathe ve ark. (2011) da benzer bir şekilde, Hindistanda sıklıkla tüketilen 30 farklı baklagil çeşidinin antioksidan kapasitesini incelemiş ve düşük bulmuşlardır. Diğer yandan, çalışmadaki bu sonuçlar ıslatma ve yıkama işlemlerine bağlı olarak polar antioksidanların kaybı ile ilişkili olabilir. Nitekim Vadivel ve ark. (2011), olgunlaşmamış yabani baklagil taneleri üzerine yerel işleme metotlarının etkisini araştırmışlar ve ıslatma ile pişirme işlemlerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitede azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı zamanda araştırmacılar bu sonuçları pişirme sırasında uygulanan yüksek sıcaklığın etkisi ile fenollerin bozulmasına ve/veya artan tohum kabuğu geçirgenliğine bağlı olarak fenoliklerin pişirme suyuna sızmasına atfetmişlerdir. Benzer bir şekilde ıslatmanın çiğ baklagillerde (yeşil bezelye, sarı bezelye, nohut ve mercimek) %6 ile %34 düzeyinde antioksidan aktivitesini düşürdüğünü bildirmişlerdir (Xu ve Chang, 2008).

Çizelge 4.3. Kontrol ve farklı koşullarda ultrases işlemi uygulanan baklagil kepeklerinin toplam fenol miktarı, ABTS ve DPPH radikaline karşı gösterdikleri antioksidan aktivite (n=3)

Baklagil çeşidi	Ultrases koşulları (Genlik)	Toplam fenol (mg GAE/g kepek)		TEAC (μmol Trolox eşdeğeri/g kepek)		DPPH (EC ₅₀)(mg kepek)	
		Serbest	Bağlı	Serbest	Bağlı	Serbest	Bağlı
Yeşil mercimek	Kontrol	0,30 ± 0,02 ^A	4,05 ± 0,44 ^{AB}	1,85 ± 0,76 ^A	24,75 ± 1,35 ^{BC}	120,00 ± 8,85 ^A	9,13 ± 0,29 ^A
	%40	0,22 ± 0,02 ^{AB}	2,14 ± 0,16 ^D	0,53 ± 0,16 ^B	18,44 ± 1,36 ^{DE}	563,00 ± 163,00 ^{AB}	17,27 ± 3,49 ^A
	%70	0,21 ± 0,01 ^B	2,24 ± 0,37 ^{CD}	0,51 ± 0,04 ^B	16,42 ± 0,67 ^E	444,20 ± 29,00 ^{AB}	15,68 ± 4,43 ^A
	%100	0,21 ± 0,01 ^B	2,71 ± 0,12 ^{CD}	0,57 ± 0,17 ^B	20,48 ± 2,12 ^{CDE}	416,30 ± 41,20 ^{AB}	13,38 ± 1,54 ^A
Kırmızı mercimek	Kontrol	0,24 ± 0,01 ^{AB}	5,16 ± 0,10 ^A	1,16 ± 0,06 ^{AB}	33,17 ± 0,17 ^A	175,66 ± 3,06 ^A	5,44 ± 0,01 ^A
	%40	0,21 ± 0,01 ^B	4,27 ± 0,34 ^{AB}	0,61 ± 0,04 ^B	28,44 ± 1,14 ^{AB}	485,20 ± 68,10 ^{AB}	6,61 ± 0,25 ^A
	%70	0,18 ± 0,01 ^B	4,57 ± 0,12 ^A	0,62 ± 0,03 ^B	31,36 ± 0,63 ^A	629,40 ± 29,30 ^{AB}	7,04 ± 0,40 ^A
	%100	0,21 ± 0,01 ^B	3,33 ± 0,34 ^{BC}	0,68 ± 0,19 ^{AB}	22,03 ± 0,03 ^{CD}	419,70 ± 32,30 ^{AB}	9,78 ± 0,48 ^A
Bakla	Kontrol	0,17 ± 0,01 ^B	1,00 ± 0,09 ^E	0,33 ± 0,10 ^B	6,42 ± 0,65 ^F	1586,00 ± 260,00 ^{ABC}	37,40 ± 10,80 ^{AB}
	%40	0,17 ± 0,01 ^B	0,46 ± 0,08 ^E	0,27 ± 0,05 ^B	4,17 ± 1,01 ^{FG}	2120,00 ± 1008,00 ^{BC}	70,80 ± 11,30 ^{AB}
	%70	0,16 ± 0,01 ^B	0,86 ± 0,01 ^E	0,25 ± 0,01 ^B	7,03 ± 0,13 ^F	2072,80 ± 84,80 ^{BC}	64,30 ± 22,00 ^{AB}
	%100	0,17 ± 0,01 ^B	0,65 ± 0,22 ^E	0,24 ± 0,06 ^B	3,93 ± 0,62 ^{FG}	3168,00 ± 168,00 ^C	147,70 ± 19,40 ^B
Bezelye	Kontrol	0,21 ± 0,01 ^B	0,25 ± 0,01 ^E	0,24 ± 0,01 ^B	0,62 ± 0,04 ^G	t.e	1045,90 ± 80,50 ^C
	%40	0,21 ± 0,02 ^B	0,27 ± 0,05 ^E	0,28 ± 0,01 ^B	0,65 ± 0,01 ^G	t.e	961,12 ± 6,65 ^C
	%70	0,20 ± 0,03 ^B	0,27 ± 0,05 ^E	0,23 ± 0,03 ^B	0,63 ± 0,14 ^G	t.e	1299,50 ± 9,65 ^D
	%100	0,19 ± 0,01 ^B	0,24 ± 0,02 ^E	0,26 ± 0,01 ^B	0,90 ± 0,04 ^G	t.e	962,80 ± 24,70 ^C
<i>P</i>		0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000

*t.e. tespit edilemedi.

**Aynı kolonda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden Tukey testine göre farklıdır ($P<0,05$).

4.1.5.3. Fenolik Asit Kompozisyonu Sonuçları

Adom ve Liu (2002), ve Robbins (2003)'un da belirttiği üzere; fenolik asitlerin çok küçük bir kısmı serbest formda bulunmakta buna karşılık büyük bir çoğunluğu ya bitkinin selüloz, protein ve lignin gibi yapısal bileşenlerine ester, eter ve asetal bağları ile bağlı; ya flavonoidler gibi daha büyük polifenollere bağlı, ya da glukoz, kuinik asit, malik asit ve tartarik asit gibi küçük organik moleküller ile terpenler gibi doğal maddelere bağlı formda bulunmaktadır.

Bu çalışmada incelenen fenolik asitler; elüsyon sırasına göre gallik, protokateşik, *p*-hidroksibenzoik, vanilik, kafeik, klorojenik, sirinjik, *p*-kumarik, ferulik, sinapik, *o*-kumarik, rozmarinik, *tr*-sinamik asitlerdir. Bu 13 fenolik asitten, sirinjik, sinapik, rozmarinik ve *tr*-sinamik asitler söz konusu hiçbir baklagil kepeğinde tespit edilememiştir. Gallik asit, her örnekte az veya çok miktarda bulunmasına rağmen, çok polar özellik gösteren ve kolondan ilk önce çıkan bu madde, diğer safsızlıklar ile birlikte elue olarak sağlıklı bir şekilde ayırlamamış ve tutarlı bir alan sonucu vermemiştir. Bu nedenle gallik asit miktar tayini sonuçları verilmemiştir. Serbest ve bağlı formlarında tespit edilen fenolik asitler sırasıyla Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5'de gösterilmiştir. İncelenen tüm baklagil kepeklerinde protokateşik, *p*-kumarik ve ferulik asidin serbest veya bağlı formu tespit edilmiştir. *P*-hidroksibenzoik asit sadece kırmızı mercimek kepeğinde tespit edilmiştir. Ayrıca, *o*-kumarik asit de her iki mercimek çeşidinde de tespit edilemezken, bakla ve bezelyede tespit edilmiştir. Fenolik asitlerin istatistiksel analizi her baklagil çeşidi için ayrı ayrı yapılmıştır. Bunun sebebi, aynı fenolik asidin her baklagil çeşidinde bulunmayışı dolayısıyla çapraz karşılaştırma yapılamamasıdır. Ayrıca, net bir şekilde görüldüğü üzere bağlı (hidrolize olabilen) formdaki fenolik asitlerin hem varlığı hem de miktarı serbest formdakilere göre daha fazladır. Bu durum literatürde de pek çok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Adom ve Liu, 2002; Bunzel ve ark., 2002; Liu, 2007).

Bu çalışmada ultrases işleminin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunsa da bazı örnekler ve/veya fenolik asitler için linear bir eğilim oluşmasına rağmen bir genelleme yapacak kadar net değildir. Örneğin, yeşil mercimek için ferulik asit miktarı ultrases işlemi görmüş örneklerde kontrol örneğe göre artış eğilimi gösterirken, kırmızı mercimekte tersine azalma eğilimi göstermiştir ($P<0,05$). Fenolik asitlerin baklagil kepeklerinde çok düşük miktarlarda olması proses etkisinin yorumlanmasını zorlaştırmıştır. Daha yüksek sonuçların elde edilmesi daha güvenilir tartışmaların oluşmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir. Örneğin, bağlı formdaki kırmızı mercimek kepeği ekstraktında bulunan protokateşik ve *p*-hidroksibenzoik asitlerinin değerleri kantitatif olarak daha yüksek

bulunmuş ve artan ultrases genliğine karşılık bir azalma eğilimi göstermiştir. Kepeklerdeki fenolik asitlere ultrases işleminin etkisi literatürde çok az çalışma vardır.

Qiao ve ark. (2013), model sistemde yaptıkları çalışmada ultrases işlemi altında fenolik asitlerden protokateşuik asit, *p*-hidroksibenzoik asit, vanilik asit, *p*-kumarik asit ve ferulik asitin stabil kaldığı ancak kafeik ve sinapik asidin ise parçalandığını bildirilmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar parçalanma reaksiyonunun kullanılan çözücünün doğasından ve işlem sıcaklığından etkilendiğini bildirmişlerdir. Bunun aksine, Ahmad-Qasem ve ark. (2013) da, ultrases destekli ekstraksiyon ile geleneksel ekstraksiyon prosedürlerini kıyaslamış ve çok benzer sonuçlar bulduğunu, ultrases işleminin ne yeni fenolik maddelerin oluşumuna ne de mevcut fenolik maddelerin kaybına neden olmadığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.4. Kontrol ve farklı koşullarda ultrases işlemi uygulanan baklagil kepeklerinin serbest formdaki fenolik asit kompozisyonu (n=3)

Baklagil çeşidi	Ultrases Koşulları (Genlik)	proto-CA	VA	<i>p</i> -Cou
Yeşil mercimek	Kontrol	1,00 ± 0,01 ^A	0,64 ± 0,01	t.e.
	%40	0,76 ± 0,07 ^B	0,76 ± 0,01	t.e.
	%70	0,62 ± 0,03 ^B	0,80 ± 0,07	t.e.
	%100	0,66 ± 0,03 ^B	0,72 ± 0,01	t.e.
Kırmızı mercimek	Kontrol	t.e.	t.e.	1,69 ± 0,01 ^A
	%40	t.e.	t.e.	1,36 ± 0,02 ^C
	%70	t.e.	t.e.	1,34 ± 0,01 ^C
	%100	t.e.	t.e.	1,46 ± 0,01 ^B
Bakla	Kontrol	0,79 ± 0,08 ^{AB}	0,73 ± 0,02	t.e.
	%40	0,60 ± 0,02 ^B	0,80 ± 0,02	t.e.
	%70	0,93 ± 0,10 ^A	0,81 ± 0,05	t.e.
	%100	0,63 ± 0,03 ^{AB}	0,72 ± 0,05	t.e.
Bezelye	Kontrol	0,98 ± 0,24	0,82 ± 0,15	t.e.
	%40	1,24 ± 0,24	0,99 ± 0,18	t.e.
	%70	1,38 ± 0,03	0,77 ± 0,09	t.e.
	%100	1,46 ± 0,24	0,72 ± 0,04	t.e.

*t.e. tespit edilemedi.

** Aynı kolonda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden Tukey testine göre farklıdır ($P < 0,05$).

Çizelge 4.5. Kontrol ve farklı koşullarda ultrases işlemi uygulanan baklagil kepeklerinin bağlı formdaki fenolik asit kompozisyonu (n=3)

Baklagil çeşidi	Ultrases koşulları (Genlik)	proto-CA	<i>p</i> -OH-BA	VA	CA	ChA	<i>p</i> -Cou	FA	<i>o</i> -Cou
Yeşil mercimek	Kontrol	21,62 ± 1,57	t.e.	2,69 ± 0,05	3,02 ± 0,28 ^A	2,02 ± 0,12 ^B	2,56 ± 0,25	6,04 ± 0,84 ^{AB}	t.e.
	%40	17,19 ± 0,56	t.e.	2,08 ± 0,14	2,53 ± 0,23 ^{AB}	6,85 ± 1,79 ^{AB}	2,81 ± 0,27	4,32 ± 0,31 ^B	t.e.
	%70	17,20 ± 1,23	t.e.	2,19 ± 0,36	2,24 ± 0,20 ^{AB}	4,30 ± 0,03 ^B	2,53 ± 0,25	9,89 ± 0,98 ^A	t.e.
	%100	22,88 ± 2,35	t.e.	2,66 ± 0,20	1,96 ± 0,15 ^B	11,86 ± 2,23 ^A	2,70 ± 0,25	9,80 ± 1,44 ^A	t.e.
Kırmızı mercimek	Kontrol	27,49 ± 2,95 ^A	53,73 ± 0,10 ^A	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	11,23 ± 1,02 ^A	t.e.
	%40	22,28 ± 1,77 ^{AB}	52,59 ± 5,37 ^A	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	4,24 ± 0,07 ^B	t.e.
	%70	20,15 ± 0,95 ^{AB}	49,82 ± 3,57 ^A	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	4,78 ± 0,35 ^B	t.e.
	%100	15,25 ± 1,94 ^B	26,56 ± 2,71 ^B	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	4,91 ± 0,24 ^B	t.e.
Bakla	Kontrol	9,58 ± 2,22	t.e.	0,85 ± 0,05	t.e.	t.e.	2,43 ± 0,59	5,56 ± 0,12 ^A	1,04 ± 0,23
	%40	7,48 ± 0,33	t.e.	0,84 ± 0,06	t.e.	t.e.	2,08 ± 0,39	3,34 ± 0,11 ^B	1,09 ± 0,18
	%70	7,71 ± 0,75	t.e.	1,08 ± 0,08	t.e.	t.e.	2,53 ± 0,44	6,37 ± 0,41 ^A	1,10 ± 0,25
	%100	9,29 ± 0,33	t.e.	0,91 ± 0,01	t.e.	t.e.	2,47 ± 0,68	3,61 ± 0,03 ^B	1,17 ± 0,13
Bezelye	Kontrol	t.e.	t.e.	t.e.	4,24 ± 0,52	t.e.	1,84 ± 0,16	8,15 ± 0,31 ^A	2,22 ± 0,66
	%40	t.e.	t.e.	t.e.	6,12 ± 0,24	t.e.	4,27 ± 0,78	5,72 ± 0,82 ^{AB}	1,48 ± 0,15
	%70	t.e.	t.e.	t.e.	5,28 ± 0,53	t.e.	4,73 ± 1,47	6,78 ± 0,29 ^{AB}	1,98 ± 0,29
	%100	t.e.	t.e.	t.e.	4,75 ± 0,41	t.e.	1,93 ± 0,28	4,26 ± 0,63 ^B	1,05 ± 0,08

*t.e. tespit edilemedi.

** Aynı kolonda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden Tukey testine göre farklıdır ($P<0,05$).

4.2. Baklagil Kepeği Katkılı Eriştelerde Yapılan Analiz Sonuçları

Ekstraksiyon ve filtrasyon işlemleri sonucunda nişastadan arındırılmış olan baklagil kepeği, çeşitli oranlarda katılarak, ürün içerisinde kullanılma olanağı araştırılmıştır. Baklagil kepeği katkısının eriştenin bazı kalite ve besinsel özelliklerine etkisi değerlendirilmiştir. Katkı dozu, yapılan ön denemeler sonucunda %2,5; 5,0 ve 10,0 olarak belirlenmiştir. %10,0'un üzerindeki baklagil kepeği katkısının eriştenin üretim ve duysal özellikleri üzerinde olumsuz bir etki yaptığđ gözlendiğinden daha yüksek katkı dozları kullanılmamıştır. Baklagil kepekleri ile %2,5, %5,0 ve %10,0 dozunda katkılanan eriştelerin fotoğrafları şekil 4.3'de gösterilmiştir.

4.2.1. Temel Bileşenlerin Analiz Sonuçları

Tüm baklagil kepeği eşitleri ile katkılı eriştelerde nem tayini yapılmış olup, sonuçlar %10-15 aralığında bulunmuştur. Yağ, protein ve kül analiz sonuçları ise kuru madde üzerinden izelge 4.6'da belirtilmiştir. Eriştelerin yağ miktarlarının kepek katkısı ile önemli düzeyde değişmediği gözlenmiştir ($P>0,05$). Bu sonuç, baklagil kepeklerinin çok düşük miktarda yağ içermesine atfedilmiştir. Yapılan yağ analizi sonucunda baklagillerdeki yağ miktarı %0,51 ile 0,91 aralığında bulunmuş ve sonuçlar kuru madde üzerinden izelge 4.1'de verilmiştir. Eriştelerin protein miktarları, %11,1 ile 11,8 aralığında bulunmuş olup, istatistiksel olarak kepek katkısı ile değişim gösterdiği bulunmasına rağmen, bu değişimlerin matematiksel olarak çok düşük olduğu ve pratikte bir önemi olmadığđ söylenebilir. Beklendiği üzere en düşük kül miktarı kontrol eriştede bulunurken, kepek katkılı eriştelerde kül miktarı katkı dozu ile orantılı biçimde artmış ve bu artış da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Kong ve ark.(2012)'nın yapmış olduğu bir çalışmada da benzer sonuçlar görülmüş olup, farklı dozlarda siyah pirinç kepeği ile katkılanan eriştelerin kül miktarları katkı dozunun artmasına bağlı olarak artış göstermiştir ($P<0,05$).

Eriştelerin suda çözünen diyet lif miktarları istatistiksel olarak önemli bulunmasına rağmen ($P<0,05$), kepek katkı dozu ile orantılı olarak tutarlı bir değişim gözlenmemiştir (izelge 4.6). Bununla birlikte en yüksek suda çözünen diyet lif miktarı bezelye kepeği katkılı eriştelerde bulunmuştur. Eriştelerin suda çözünmeyen diyet lif miktarları ise beklendiği üzere kepek katkı dozu ile orantılı olarak artış göstermiştir ($P<0,05$). En yüksek sonuç, %10,0 bezelye kepeği katkılı eriştelerde gözlenmiştir. Bu sonuç, kepeğin kendisinde yapılan diyet lif analizinde sayısal olarak bezelyenin diğer baklagillere kıyasla daha yüksek suda çözünmeyen diyet lif içermesine atfedilmiştir (izelge 4.2). Toplam diyet lif

miktarlarının tümü sayısal olarak kepek katkı dozu ile orantılı bir artış göstermiş olup, sadece yeşil mercimek kepeği katkılı eriştelere için bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Benzer bir şekilde, araştırmacılar tahıl kepekleri ile katkılanan eriştelere daha fazla diyet lif içeriğine sahip olduklarını bildirmişlerdir (Sudha ve ark., 2011; Kaur ve ark., 2012).

Bu çalışmada eriştelere fitik asit miktarlarındaki değişim ise istatistiksel olarak önemli bulunmuş olmasına rağmen sonuçlar 2,0 ile 2,5 mg/g erişte aralığında değişmekte ve sayısal olarak pratikte önemli olmayan bir değişiklik göstermektedir. Bunun sebebi, analizlerin 3 tekerrürlü olarak yapılması ve standart hataların oldukça düşük olmasıdır. Diğer yandan, normal şartlarda kepek katkısı ile birlikte diyet lif ve kül parametreleri gibi fitik asit miktarının da artması beklenen bir durumdur. Bu çalışmada fitik asit miktarında artış olmaması materyal metot kısmında da belirtildiği üzere eriştelere katkılanan kepeklerin baklagillerden elde ediliş sürecinde çok defa yıkama işlemine tabi tutulmasına atfedilmiştir. Öte yandan, kabuk soyma, ıslatma, çimlendirme, pişirme, otoklavlama ve mikrodalga gibi işlemlerin fitat içeriğini azalttığı bilinmektedir (Mubarak, 2004). Örneğin, bir gece boyunca su içerisinde ıslatma işlemine tabi tutulan fasulyelerin fitik asit içeriğinin %22,19 düzeyinde azaldığı gözlenmiştir (Osman, 2007). Yapılan başka bir çalışmada ise ıslatmanın bakladaki fitik asit içeriğini %32,7 düzeyinde düşürdüğü tespit edilmiştir (Alonso ve ark., 2000).



Kontrol

**Yeşil
Mercimek
Kepeği**

**Bezelye
Kepeği**

**Bakla
Kepeği**

**Kırmızı
Mercimek
Kepeği**

%2.5

%5

%10

Şekil 4.3. Baklagil kepeği katkıli erişte fotoğrafları

Çizelge 4.6. Farklı dozlarda baklagil kepeği katkılı eriştelerin temel bileşen analiz sonuçları (n=3)

Erişte çeşitleri	Kepek katkı dozu (%)	Yağ (%km)	Protein (%km)	Kül (%km)	Suda çözünen diyet lif (%)	Suda çözünmeyen diyet lif (%)	Toplam diyet lif (%)	Fitik asit (mg/g)
Kontrol	0	2,619 ± 0,098	11,600 ± 0,106 ^{AB}	2,385 ± 0,385 ^C	0,835 ± 0,037 ^E	1,580 ± 0,040 ^D	2,415 ± 0,002 ^H	2,040 ± 0,041 ^C
Yeşil mercimek	2,5	3,215 ± 0,489	11,550 ± 0,028 ^{AB}	2,459 ± 0,204 ^C	2,030 ± 0,017 ^{CD}	5,830 ± 0,289 ^{BC}	7,860 ± 0,271 ^D	2,304 ± 0,057 ^{ABC}
	5,0	2,742 ± 0,374	11,300 ± 0,028 ^{BC}	2,792 ± 0,428 ^{BC}	1,385 ± 0,026 ^{DE}	6,685 ± 0,442 ^B	8,070 ± 0,468 ^D	2,304 ± 0,057 ^{ABC}
	10,0	2,180 ± 0,120	11,300 ± 0,057 ^{BC}	4,746 ± 0,200 ^A	1,860 ± 0,323 ^{DE}	6,440 ± 0,144 ^B	8,300 ± 0,468 ^D	2,246 ± 0,000 ^{ABC}
Kırmızı mercimek	2,5	2,738 ± 0,017	11,843 ± 0,063 ^A	2,388 ± 0,165 ^C	2,137 ± 0,230 ^{CD}	1,603 ± 0,275 ^D	3,740 ± 0,260 ^{GH}	2,247 ± 0,165 ^{ABC}
	5,0	2,733 ± 0,068	11,760 ± 0,092 ^A	2,713 ± 0,205 ^{BC}	3,020 ± 0,186 ^{BC}	2,799 ± 0,210 ^D	5,818 ± 0,286 ^{EF}	2,412 ± 0,066 ^{AB}
	10,0	2,230 ± 0,063	11,833 ± 0,072 ^A	4,638 ± 0,031 ^A	3,327 ± 0,020 ^B	4,785 ± 0,445 ^C	8,112 ± 0,455 ^D	2,560 ± 0,033 ^A
Bakla	2,5	2,876 ± 0,058	11,560 ± 0,020 ^{AB}	2,515 ± 0,035 ^C	2,323 ± 0,168 ^{BCD}	1,470 ± 0,275 ^D	3,793 ± 0,222 ^{GH}	2,238 ± 0,057 ^{ABC}
	5,0	2,550 ± 0,005	11,350 ± 0,076 ^{BC}	4,192 ± 0,446 ^{AB}	2,220 ± 0,231 ^{CD}	2,620 ± 0,160 ^D	4,840 ± 0,121 ^{FG}	2,255 ± 0,024 ^{ABC}
	10,0	2,478 ± 0,048	11,100 ± 0,057 ^C	4,466 ± 0,094 ^A	2,190 ± 0,284 ^{CD}	4,747 ± 0,366 ^C	6,936 ± 0,084 ^{DE}	2,288 ± 0,041 ^{ABC}
Bezelye	2,5	2,584 ± 0,107	11,710 ± 0,063 ^A	2,416 ± 0,366 ^C	5,925 ± 0,077 ^A	4,755 ± 0,369 ^C	10,680 ± 0,447 ^C	2,056 ± 0,024 ^{BC}
	5,0	2,711 ± 0,003	11,307 ± 0,052 ^{BC}	3,884 ± 0,474 ^{ABC}	6,680 ± 0,306 ^A	5,865 ± 0,020 ^{BC}	12,545 ± 0,326 ^B	2,081 ± 0,049 ^{BC}
	10,0	2,689 ± 0,175	11,140 ± 0,066 ^C	4,649 ± 0,151 ^A	6,713 ± 0,252 ^A	10,130 ± 0,196 ^A	16,843 ± 0,448 ^A	2,114 ± 0,066 ^{BC}
<i>P</i>		0,119	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003

*Aynı kolonda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirlerinden Tukey testine göre farklıdır ($P<0,05$).

4.2.2. Mineral Madde Sonuçları

Baklagil kepeği katkıli eriştelerde yapılan mineral madde (demir, kalsiyum, sodyum, potasyum, fosfor ve çinko) analizleri izelge 4.7’de sunulmuştur. Demir %10,0 dozunda kırmızı mercimek kepeği katkıli erişte hariç en yüksek kontrol örneğinde gözlenmiştir ve dolayısıyla baklagil kepeği ile orantılı bir artış söz konusu değildir. Varyasyonların rnekleme ve tesadüfi hatadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Kalsiyum minerali en düşük kontrol örneğinde tespit edilmiş ve tüm erişte çeşitlerinde katkı dozu ile orantılı bir artış gözlenmiştir. Bu da söz konusu tüm baklagil kepeklerinin kalsiyumca una göre daha zengin bir kaynak olduğunu göstermektedir. Analiz edilen diğer mineraller olan sodyum, potasyum, fosfor ve çinko miktarlarının ise un ve baklagil kepeklerinde benzer miktarlarda bulunduğu tespit edilmiş ve istatistiksel farklılıklar düşük standart hata ve örneklemeden kaynaklanan tesadüfi hataya atfedilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı dozlarda baklagil kepeği katkılı eriştelerin mineral madde sonuçları (n=3)

Erişte çeşitleri	Kepek katkı dozu (%)	Demir (Fe) (mg/kg)	Kalsiyum (Ca) (mg/kg)	Sodyum (Na) (mg/kg)	Potasyum (K) (mg/kg)	Fosfor (P) (mg/kg)	Çinko (Zn) (mg/kg)
Kontrol	0,0	42,22 ± 0,17 ^B	145,23 ± 3,38 ^L	15356,00 ± 35,80 ^D	1763,50 ± 28,90 ^F	1280,10 ± 4,91 ^F	7,70 ± 0,09 ^C
Yeşil mercimek	2,5	15,71 ± 0,13 ^J	164,60 ± 0,75 ^K	14105,00 ± 3,18 ^G	1586,90 ± 1,62 ^H	1138,90 ± 5,25 ^J	5,43 ± 0,09 ^H
	5,0	22,80 ± 0,21 ^G	374,60 ± 0,17 ^E	17078,00 ± 11,30 ^A	1911,80 ± 4,24 ^D	1383,40 ± 2,28 ^C	6,67 ± 0,07 ^F
	10,0	17,49 ± 0,01 ^I	536,63 ± 2,92 ^B	14987,00 ± 49,90 ^E	1695,00 ± 4,42 ^G	1230,20 ± 0,20 ^H	6,80 ± 0,09 ^{EF}
Kırmızı mercimek	2,5	30,56 ± 0,08 ^C	317,10 ± 1,56 ^G	15621,00 ± 11,00 ^C	1891,20 ± 1,79 ^{DE}	1430,50 ± 2,14 ^B	11,72 ± 0,11 ^A
	5,0	24,80 ± 0,01 ^F	379,63 ± 1,24 ^E	14843,00 ± 1,45 ^E	1652,30 ± 8,40 ^G	1287,00 ± 3,09 ^F	7,25 ± 0,01 ^D
	10,0	45,38 ± 0,11 ^A	706,50 ± 0,34 ^A	14534,00 ± 26,30 ^F	1846,60 ± 11,00 ^E	1456,90 ± 2,57 ^A	11,54 ± 0,07 ^A
Bakla	2,5	19,00 ± 0,11 ^H	249,97 ± 0,89 ^I	16291,00 ± 32,30 ^B	1920,40 ± 8,66 ^D	1336,10 ± 4,88 ^D	8,27 ± 0,07 ^B
	5,0	13,21 ± 0,11 ^K	362,67 ± 2,63 ^F	16185,00 ± 1,73 ^B	2108,40 ± 3,46 ^C	1397,00 ± 1,56 ^C	7,11 ± 0,11 ^{DE}
	10,0	15,63 ± 0,01 ^J	497,40 ± 2,60 ^C	15335,00 ± 49,70 ^D	2166,60 ± 3,90 ^B	1257,90 ± 0,26 ^G	5,92 ± 0,06 ^G
Bezelye	2,5	24,43 ± 0,01 ^F	228,67 ± 0,83 ^J	14045,00 ± 112,00 ^G	1859,60 ± 2,71 ^E	1278,40 ± 3,20 ^F	8,65 ± 0,06 ^B
	5,0	27,09 ± 0,04 ^D	296,17 ± 1,36 ^H	15209,00 ± 2,89 ^D	2235,40 ± 1,91 ^A	1313,40 ± 1,96 ^E	8,37 ± 0,03 ^B
	10,0	26,36 ± 0,31 ^E	404,03 ± 0,49 ^D	14345,00 ± 0,01 ^F	2152,00 ± 3,44 ^{BC}	1174,80 ± 0,28 ^I	6,87 ± 0,01 ^{DEF}
<i>P</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

*Aynı kolonda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirlerinden Tukey testine göre farklıdır ($P<0,05$).

4.2.3. Renk Karakteristikleri

Eriştelerin renk ölçümlerinde öğütölmüş kuru erişte rengi esas alınmıştır. Farklı dozlarda baklagil kepeği katkılı eriştelerin renk karakteristikleri Çizelge 4.8’de sunulmuştur. Eriştelerin L^* değerleri (aydınlık/parlaklık) katkı dozu artışı ile birlikte düşmüştür ($P<0,05$). Kırmızı mercimek ve bakla katkılı eriştelerde $+a^*$ (kırmızılık) değerleri gözlenirken, yeşil mercimek ve bezelye kepeği katkılı eriştelerde ise $-a^*$ (yeşillik) değerleri gözlenmiştir. Tüm eriştelerin a^* değerlerinde kepek katkı dozu ile orantılı bir artış gözlenmiştir. Benzer bir şekilde, Song ve ark. (2013)’nın yaptığı çalışmada buğday kepeğinin eklemesiyle eriştelerin a^* ve b^* değerleri belirgin olarak artarken L^* değerleri azalmıştır. Eriştenin parlaklığı ve rengi, unda bulunan kahverengi pigment, kepek miktarı ve mineral madde içeriğinin artması ile azalma gösterdiği bilinmektedir (Güvendi, 2011). Bu çerçevede kepek katkısının artmasına bağlı olarak eriştelerin parlaklığındaki azalış beklenen bir durumdur.

Kepek katkılı eriştelerin tümünün $+b^*$ (sarılık) ve doygunluk (Chroma) değerleri kontrolden düşük bulunmuş olup, katkı dozu artışı ile orantılı ve tutarlı bir varyasyon gözlenmemiştir. Eriştelerin kırmızılık (a/b) değerleri bezelye kepeği katkılı olanlar hariç, tüm kepek katkılı eriştelerde katkı dozu ile orantılı olarak artmıştır. Bezelye kepeği katkılı eriştelerin kırmızılık (a/b) değerleri ise istatistiksel olarak kontrol ile aynı gruba dahil edilmiştir.

Toplam renk değişimini ifade eden ΔE değeri, kepek katkılı erişteler ile kontrol eriştenin renk karakteristiklerinden faydalanarak hesaplanmış olup, yeşil ve kırmızı mercimek kepeği katkılı eriştelerde bu değer katkı dozu artışı ile doğru orantılı olarak artış göstermiştir ($P<0,05$). Bakla kepeği katkılı eriştelerde de aynı doğrultuda artış gözlenmesine rağmen bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmazken, bezelye kepeği katkılı eriştelerde ise katkı dozu arttıkça toplam renk değişimi değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş olduğu gözlenmiştir ($P<0,05$). Görsel olarak da kepek katkısının en az belirgin olduğu eriştelerin bezelye kepeği katkılı erişteler olduğu gözlenmiştir. Yeşil mercimek, kırmızı mercimek, bakla ve bezelye kepeklerinin L^* değerleri sırasıyla 51.21, 45.74, 52.38 ve 76.69; a^* değerleri sırasıyla 2.74, 4.02, 7.69 ve 0.47; b^* değerleri sırasıyla 20.24, 16.49, 17.48 ve 16.05 olarak bulunmuştur. Söz konusu değerler incelendiğinde de kontrol örneğe en yakın renk karakteristiklerinin bezelye kepeğine ait olduğu görölebilir. Nitekim; duyuusal analizlerde de tüketiciler %10,0’a kadar olan bezelye kepeği katkısının eriştelerin görünüşünü farklılaştırmadığını bildirmişlerdir ($P>0,05$).

Çizelge 4.8. Farklı dozlarda baklagil kepeği katkıli eriştelerin renk karakteristikleri (n=6)

Erişte çeşitleri	Kepek katkı dozu(%)	L^*	a^*	b^*	Chroma	Redness	ΔE
Kontrol	0	84,250 ± 1,140 ^{CDE}	-0,528 ± 0,078 ^F	17,197 ± 0,414 ^A	17,206 ± 0,414 ^A	-0,030 ± 0,004 ^F	-
Yeşil mercimek	2,5	86,743 ± 0,266 ^{ABCD}	-0,510 ± 0,017 ^F	13,550 ± 0,207 ^{BCD}	13,560 ± 0,207 ^{BC}	-0,037 ± 0,001 ^F	2,559 ± 0,292 ^C
	5,0	83,737 ± 0,364 ^{DEF}	-0,060 ± 0,028 ^{DE}	14,202 ± 0,277 ^{BC}	14,202 ± 0,277 ^B	-0,004 ± 0,001 ^E	2,506 ± 0,180 ^C
	10,0	79,967 ± 0,418 ^{FG}	0,215 ± 0,042 ^{CD}	14,330 ± 0,433 ^{BC}	14,332 ± 0,434 ^B	0,014 ± 0,002 ^{DE}	5,813 ± 0,287 ^{BC}
Kırmızı mercimek	2,5	81,493 ± 0,849 ^{EFG}	0,473 ± 0,075 ^C	14,482 ± 0,507 ^B	14,490 ± 0,508 ^B	0,032 ± 0,004 ^{CD}	4,440 ± 0,805 ^{BC}
	5,0	78,750 ± 1,150 ^G	0,516 ± 0,081 ^C	12,392 ± 0,239 ^{DE}	12,404 ± 0,242 ^{CD}	0,041 ± 0,005 ^C	5,497 ± 0,525 ^{BC}
	10,0	71,300 ± 2,220 ^H	1,918 ± 0,189 ^A	13,497 ± 0,427 ^{BCD}	13,636 ± 0,444 ^{BC}	0,141 ± 0,011 ^A	14,620 ± 2,120 ^A
Bakla	2,5	84,953 ± 0,133 ^{BCDE}	0,543 ± 0,051 ^C	13,162 ± 0,206 ^{BCDE}	13,173 ± 0,205 ^{BCD}	0,041 ± 0,004 ^C	2,829 ± 0,180 ^{BC}
	5,0	83,505 ± 0,776 ^{DEF}	0,923 ± 0,061 ^B	12,587 ± 0,223 ^{DE}	12,621 ± 0,221 ^{CD}	0,073 ± 0,005 ^B	4,188 ± 0,511 ^{BC}
	10,0	81,053 ± 0,336 ^{EFG}	1,598 ± 0,085 ^A	12,955 ± 0,260 ^{CDE}	13,054 ± 0,266 ^{BCD}	0,123 ± 0,004 ^A	5,649 ± 0,234 ^{BC}
Bezelye	2,5	90,050 ± 0,271 ^A	-0,403 ± 0,029 ^{EF}	11,720 ± 0,071 ^E	11,727 ± 0,071 ^D	-0,034 ± 0,002 ^F	6,119 ± 0,206 ^B
	5,0	88,860 ± 0,178 ^{AB}	-0,398 ± 0,028 ^{EF}	12,995 ± 0,209 ^{BCDE}	13,001 ± 0,209 ^{BCD}	-0,030 ± 0,002 ^F	4,384 ± 0,243 ^{BC}
	10,0	88,178 ± 0,143 ^{ABC}	-0,396 ± 0,014 ^{EF}	13,575 ± 0,159 ^{BCD}	13,581 ± 0,159 ^{BC}	-0,029 ± 0,001 ^F	3,483 ± 0,204 ^{BC}
<i>P</i>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

*Aynı kolonda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirlerinden Tukey testine göre farklıdır ($P<0,05$).

4.2.4. Tekstür Sonuçları

Farklı dozlarda baklagil kepeği ile katkılanan ve pişme testi ile belirlenen pişme süresine göre pişirilen eriştelerin tekstürel özellikleri Çizelge 4.9'de sunulmuştur. Pişmiş eriştelerin yeme kalitesi sertlik, elastikiyet ve yüzeysel düzgünlük gibi dokusal özelliklerine büyük ölçüde bağlıdır (Shiau ve ark., 2012). Bu çalışmada yapılan erişte hamurlarında kepek katkı dozu ile orantılı bir artış çok net olarak gözlemlenmiş olmakla birlikte, pişmiş eriştelerde yapılan tekstür analizleri sonucunda elde edilen sertlik değerleri arasında sadece %10,0 bakla kepeği katkılı eriştenin diğerlerinden yüksek olduğu gözlenmiştir ($P<0,05$). Bununla birlikte, istatistiksel olarak önemli bulunmamakla birlikte kırmızı mercimek hariç genel olarak tüm eriştelerin sertlik değerlerinde kepek katkı dozu ile orantılı bir artış gözlenmiştir. Baklagil kepeklerinin çeşitli diyet lif içeriğine sahip oldukları bilinmektedir (Dülger ve Şahan, 2011). Ayrıca, kepekte rafine una kıyasla daha fazla hidroksil grubu mevcut olduğundan hidrojen bağları üzerinden daha fazla su interaksyonu söz konusudur (Song ve ark., 2013). Örneğin, suda çözünmeyen diyet liflerinden biri olan hemiselülozlar ağırlıklarının 10 misli kadar bünyelerine su bağlayabilirler (Anonim, 2015). Bu nedenle kepek katkısından dolayı daha fazla suya ihtiyaç duyan hamur daha sert bir yapıya sahip olmaktadır. Benzer bir şekilde, Kong ve ark.(2012) da artan siyah pirinç kepeği katkısının eriştelerin sertlik değerini arttırdığını bulmuşlardır. Öte yandan Sudha ve ark. (2010)'nın yapmış olduğu bir çalışmada %40 ham buğday kepeği ile katkılanan makarnaların sertlik değerleri kontrole kıyasla yaklaşık %27 düzeyinde daha düşük tespit edilmiş ve bu sonuç buğday kepeği katkısı ile gluten ağının seyrelnmesine atfedilmiştir.

Tekstürel olarak yapışkanlık, çiğneme esnasında damağa yapışan materyali uzaklaştırmak için harcanan güç olarak tanımlanmaktadır (Szczeniak, 2002). Genel olarak baklagil kepeği katkılı eriştelerin yapışkanlık değeri, kontrole kıyasla daha düşük bulunmuştur. Kırmızı mercimek ve bezelye kepeği katkılı eriştelerin yapışkanlık değerlerinin katkı dozu arttıkça düştüğü gözlenmiştir ($P<0,05$). Diğer yandan bakla ve yeşil mercimek kepeği katkılı eriştelerin yapışkanlık değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Eriştelerin bağlayıcılık değerleri 0,45 ile 1,01 arasında bulunmuş olup, varyasyon istatistiksel olarak önemli bulunmasına rağmen, sayısal olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Eriştelerin elastikiyet değerleri arasında ise istatistiksel ve sayısal olarak önemli bir değişim gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Eriřteler sakızımsılık değerleri açısından karşılaştırıldığında, yeşil mercimek, kırmızı mercimek ve bakla kepekleri ile %10,0 dozunda katkılanmış eriştelerin sakızımsılık değerlerinin daha dūřuk dozlara kıyasla istatistiksel olarak önemli dūzeyde daha yüksek olduğu grlmūřtır ($P<0,05$). Bezelye kepeği katkılı eriştelerde ise tam tersi bir davranış gözlenmiş olup, %10,0 katkılı eriştelerin sakızımsılık değerinin daha dūřuk katkı dozuna sahip olanlara kıyasla daha dūřuk olduğu gözlenmiştir ($P<0,05$). Çięnenebilirlik özelliği açısından baklagil kepeği katkılı eriştelerin tümünde katkı dozuna bağlı olarak önemli bir değişim gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Katkılanan kepeklerin muhtevası farklı olmasına rağmen eriştelerin tekstürel özelliklerine etkileri bakımından birbirlerine benzer sonuçlar vermiştir. Ayrıca genel olarak baklagil kepeği katkısı tekstür sonuçlarında önemli bir negatif etkiye sebep olmamıştır. Göze arpan diğer bir sonuç ise %2,5 bezelye kepeği katkılı erişteler haricinde tüm kepek çeşidi katkı dozlarında yapışkanlık değerleri azalma göstermiştir. Bu sonuç eriştelerin duyusal kalitesi ve tüketicisi beğenisi açısından da istenen bir sonuçtur.

Çizelge 4.9. Farklı dozlarda baklagil kepeği katkılı eriştelerin tekstürel özellikleri (n=4)

Erişte çeşitleri	Kepek katkı dozu (%)	Sertlik (g) (Hardness)	Yapışkanlık (mJ) (Adhesiveness)	Bağlayıcılık (Cohesiveness)	Elastikiyet (mm) (Springiness)	Sakızımsılık (g) (Gumminess)	Çiğnenebilirlik (mJ) (Chewiness)
Kontrol	0	441,25 ± 6,62 ^B	7,76 ± 0,30 ^A	0,72 ± 0,06 ^B	4,36 ± 0,38	318,40 ± 29,10 ^B	13,80 ± 2,10
Yeşil mercimek	2,5	400,40 ± 45,30 ^B	0,99 ± 0,22 ^C	0,55 ± 0,03 ^{BC}	4,17 ± 0,55	228,60 ± 39,60 ^B	9,96 ± 2,60
	5,0	411,00 ± 21,30 ^B	1,44 ± 0,30 ^C	0,51 ± 0,05 ^{BC}	3,50 ± 0,34	212,40 ± 25,10 ^B	7,54 ± 1,50
	10,0	617,90 ± 88,90 ^B	0,89 ± 0,08 ^C	0,55 ± 0,02 ^{BC}	4,03 ± 0,10	342,10 ± 51,70 ^{AB}	13,64 ± 2,31
Kırmızı mercimek	2,5	534,80 ± 47,10 ^B	5,14 ± 0,70 ^{AB}	0,59 ± 0,03 ^{BC}	3,90 ± 0,17	317,60 ± 38,40 ^B	12,09 ± 1,27
	5,0	414,40 ± 23,70 ^B	2,58 ± 0,79 ^{BC}	0,62 ± 0,07 ^{BC}	4,18 ± 0,27	259,30 ± 38,80 ^B	10,92 ± 2,11
	10,0	615,60 ± 98,60 ^B	1,69 ± 0,85 ^C	0,45 ± 0,10 ^C	4,29 ± 0,08	360,20 ± 61,90 ^{AB}	15,29 ± 2,85
Bakla	2,5	576,10 ± 66,50 ^B	1,97 ± 0,38 ^C	0,53 ± 0,03 ^{BC}	4,42 ± 0,35	306,90 ± 38,70 ^B	13,50 ± 2,34
	5,0	608,80 ± 62,80 ^B	1,93 ± 0,28 ^C	0,58 ± 0,01 ^{BC}	4,65 ± 0,30	353,10 ± 33,60 ^{AB}	15,95 ± 1,35
	10,0	952,00 ± 101,00 ^A	2,00 ± 0,53 ^C	0,61 ± 0,04 ^{BC}	4,57 ± 0,14	586,20 ± 70,90 ^A	26,54 ± 3,90
Bezelye	2,5	416,30 ± 63,70 ^B	7,56 ± 0,55 ^A	1,01 ± 0,01 ^A	4,26 ± 0,28	421,00 ± 62,60 ^{AB}	20,83 ± 6,61
	5,0	518,00 ± 85,70 ^B	2,74 ± 1,09 ^{BC}	0,63 ± 0,06 ^{BC}	4,59 ± 0,54	343,70 ± 81,70 ^{AB}	23,51 ± 9,24
	10,0	585,00 ± 50,30 ^B	1,45 ± 0,32 ^C	0,52 ± 0,02 ^{BC}	3,10 ± 0,95	308,40 ± 31,60 ^B	11,78 ± 2,13
<i>P</i>		0,000	0,000	0,000	0,499	0,001	0,042

*Aynı kolonda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirlerinden Tukey testine göre farklıdır ($P < 0,05$).

4.2.5. Pişme Testi Sonuçları

Farklı dozlarda baklagil kepeği ile katkılanan eriştelerin hacim artışı, su absorpsiyonu ve suya geçen madde miktarı Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. Eriştelerin pişme süreleri materyal metot bölümünde bahsedildiği gibi cam levhalar arasında ezilen eriştenin ortasında açık renkli pişmemiş kısım görülmeyinceye kadar pişirilerek belirlenmiştir. Yapılan bu analiz sonucunda, kontrol erişte için optimum pişme süresi 9 dk olarak belirlenirken tüm baklagil kepeği çeşitleri için %2,5; 5,0 ve 10,0 katkı dozlarında sırasıyla 10, 11 ve 12 dk olarak seçilmiştir. Karadeniz (2007)'in yaptığı bir çalışmada ise pişme süresi pirinç ve mısır kepeği ilavesi ile kısalmıştır. Bu sonuç, kepeğin ilave edilmesi ile glüten matriksinin engellenmesine ve daha yumuşak yapıda erişte hamurunun oluşmasına atfedilmiştir (Gauthier ve ark., 2006).

Su absorpsiyonu, pişirme sırasında erişte tarafından emilen su miktarının bir göstergesi olup eriştelerin pişirme kalitesini belirleyen önemli bir özelliktir (Chung ve ark., 2012). Bu çalışmada kontrol erişteye kıyasla tüm baklagil kepek çeşitleri ile katkılanan eriştelerin hacim artışı ve su absorpsiyonu değerlerinde genel bir artış söz konusudur. Ancak, katkı dozunun artışı ile hacim artışı ve su absorpsiyonu değerlerinde doğrusal bir artış gözlenmemiştir ($P<0,05$). Yapılan bir çalışmada da benzer biçimde buğday kepeği ile katkılanan eriştelerin kontrol örneklerine kıyasla daha yüksek su alımı gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuç, katkılanan kepek miktarının gluten içeriğinin oransal azalmasına neden olmasına ve bu sebeple de sürekli bir gluten ağı oluşmayarak suyun nişasta içerisine daha fazla nüfuz etmesine atfedilmiştir. Ayrıca, kepekte rafine una kıyasla daha fazla hidroksil grubu mevcut olduğundan hidrojen bağları üzerinden daha fazla su interaksyonu söz konusudur (Song ve ark., 2013).

Pişirme kaybı, pişirme sırasında suda çözülür katı miktar olarak tanımlanır ve pişirme sırasında eriştenin yapısal bütünlüğünün bir göstergesi olabilir (Liu ve ark., 2012). Bu çalışmada suya geçen madde miktarı kontrole göre diğer tüm örneklerden genel olarak daha yüksek bulunmuştur. Benzer bir şekilde, tahıl kepekleri ile zenginleştirilen makarnaların pişme kaybı artmıştır ve bu artışın tahıl çeşidine ve katkı düzeyine bağlı olarak değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir (Kaur ve ark., 2012). Pişme kaybı temel olarak pişme sırasında erişte yüzeyinden çözünen ve salınan jelatinize nişasta miktarından etkilenmektedir (Chang ve Wu, 2008). Aynı zamanda pişme kaybı düzeyinin, jel yapısının gücüne ve nişasta jelatinizasyon oranına bağlı olduğu bildirilmiştir (Chansri ve ark., 2005).

Çizelge 4.10. Farklı dozlarda baklagil kepeği katkıli eriştelerin pişme testi sonuçları (n=3)

Erişte çeşitleri	Kepek katkı dozu (%)	Hacim artışı (%)	Su absorbsiyonu (%)	Suya geçen madde miktarı (%)
Kontrol	0	16,273 ± 0,297 ^E	51,230 ± 0,680 ^F	11,523 ± 0,524 ^{AB}
Yeşil mercimek	2,5	18,047 ± 0,296 ^{CDE}	54,797 ± 0,152 ^{DE}	14,617 ± 0,223 ^A
	5,0	20,710 ± 0,000 ^{AB}	58,426 ± 0,099 ^{AB}	11,820 ± 1,500 ^{AB}
	10,0	19,527 ± 0,000 ^{BCD}	58,153 ± 0,607 ^{AB}	12,467 ± 0,586 ^{AB}
	2,5	17,456 ± 0,296 ^{DE}	54,565 ± 0,218 ^E	13,401 ± 0,683 ^{AB}
Kırmızı mercimek	5,0	17,456 ± 0,888 ^{DE}	54,422 ± 0,704 ^E	12,649 ± 0,451 ^{AB}
	10	19,822 ± 0,296 ^{BC}	57,785 ± 0,416 ^{BC}	14,422 ± 0,015 ^A
	2,5	17,456 ± 0,296 ^{DE}	54,386 ± 0,222 ^E	11,282 ± 0,410 ^{AB}
Bakla	5,0	18,935 ± 0,592 ^{BCD}	56,553 ± 0,472 ^{BCDE}	10,421 ± 0,203 ^B
	10,0	18,343 ± 0,000 ^{CDE}	55,114 ± 0,339 ^{CDE}	12,318 ± 0,892 ^{AB}
	2,5	19,231 ± 0,296 ^{BCD}	55,981 ± 0,194 ^{BCDE}	13,787 ± 0,328 ^{AB}
Bezelye	5,0	20,118 ± 0,000 ^{BC}	57,446 ± 0,233 ^{BCD}	14,268 ± 0,197 ^A
	10,0	22,485 ± 0,592 ^A	60,770 ± 1,02 ^A	12,083 ± 0,315 ^{AB}
<i>P</i>		0,000	0,000	0,005

*Aynı kolonda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirlerinden Tukey testine göre farklıdır ($P<0,05$).

4.2.6. Duyusal Analiz Sonuçları

Eriştelere tüketicici testi yapılarak görünüş, yapı/tekstür ve lezzet/aroma bakımından değerlendirilmiştir. Tüketicilerin ayrıca erişteleri en beğendiklerinden en az beğendiklerine göre sıralamaları istenmiştir. Bu nedenle sıralama testi sonuçlarında matematiksel olarak düşük gözükten puanlar yüksek beğeniye ifade etmektedir. Kontrol örneğ her bir grup baklagil kepeği katkılı erişte için ortaktır. Bununla birlikte her bir kepek çeşidine ait farklı dozlar ile ortak kontrol ayrı ayrı oturumlarda değerlendirilmiştir. Farklı dozlarda baklagil kepeği ile katkılanan eriştelerin duyusal özellikleri Çizelge 4.11’da sunulmuştur.

Duyusal özelliklerden görünüş özelliği bakımından panelistler bezelye hariç tüm oturumlarda kontrol örneğine en fazla, %10,0 dozunda kepek katkılanmış eriştelere ise en az puanı vermişlerdir. Bununla birlikte bezelye kepeği katkılı erişteler görünüş ve yapı/tekstür bakımından birbirinden farklı bulunmamıştır ($P>0,05$). Bu durum, bezelye kepeğinin, diğer baklagil kepeklerinin aksine görünüş bakımından kontrol örneğine daha çok benzerlik göstermesine atfedilmiştir. Yapı/tekstür özelliği bakımından, yeşil ve kırmızı mercimek kepeği katkılı eriştelerden kontrol ve %2,5 katkılı olanlar daha yüksek dozda katkılananlardan daha fazla beğenilmiştir ($P<0,05$). Bakla kepeği katkılı erişteler arasında kontrol grubu en fazla beğenilirken %2,5-10,0 dozlarda katkılanan erişteler arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Lezzet/aroma özelliği üzerine baklagil kepek katkısının etkisi tüm erişte çeşitleri için istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Yeşil mercimek kepeği katkılı erişteler arasından kontrol ve %2,5 katkı dozunda katkılanan erişteler lezzet/aroma bakımından en fazla beğenilirken %5,0 ve 10,0 dozlarda katkılanan erişteler arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Panelistler kırmızı ve bakla kepeği ile katkılanan oturumlarda kontrol örneğine en fazla, %10,0 dozunda kepek katkılanmış eriştelerde ise en az puanı vermişlerdir. Bezelye kepeği ile katkılanan oturumda ise panelistler en fazla %2,5 katkılı erişteleri beğenmişlerdir.

Genel beğeni sıralaması tüm duyusal özelliklerin genel bir toplam beğenisini ifade etmektedir. Sıralama testi değerlendirildiğinde, yeşil ve kırmızı mercimek kepeği katkılı erişteler için en çok beğenilen eriştelerin kontrol ve %2,5 katkı dozunda katkılanan erişteler olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte kırmızı mercimek kepeği ile %10,0 katkı dozunda katkılanan erişteler en az beğenilirken %5,0 ve 10,0 katkı dozunda yeşil mercimek kepeği ile katkılanan erişteler arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Bu sonuç, yeşil ve kırmızı mercimek kepeği ile en fazla %2,5 dozunda katkı yapılabileceğini göstermektedir. Bakla kepeği ile katkılanan eriştelerde ise kontrol örneği en fazla

beğenilirken en az beğenilen %10,0 katkı dozu ile katkılanan erişte olduğu tespit edilmiştir. Farklı dozlarda bezelye kepeği ile katkılanan erişteler ile kontrol örneği arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir ($P>0,05$). Katkı dozuna bağlı olarak tüketicilerin görsel ve yapısal olarak fark ayırt edemedikleri örneklerin tümünü lezzet/aroma farkı bulmalarına rağmen genel olarak beğenme eğiliminde oldukları söylenebilir. Bu durum eriştelerin %10,0 dozuna kadar bezelye kepeği ile katkılanabileceğini düşündürmektedir.

Çizelge 4.11. Farklı dozlarda baklagil kepeği katkılı eriştelerin duyusal özellikleri (n=panelist sayısı)

Erişte çeşitleri	Kepek katkı dozu (%)	Görünüş	Yapı/tekstür	Lezzet/aroma	Genel beğeni sıralaması
Yeşil mercimek (n=64)	0	5,68 ^A	5,56 ^A	5,65 ^A	1,93 ^A
	2,5	5,20 ^B	5,46 ^A	5,43 ^A	2,23 ^A
	5,0	4,99 ^B	4,96 ^B	4,81 ^B	2,79 ^B
	10,0	4,21 ^C	4,62 ^B	4,64 ^B	3,03 ^B
	<i>P</i>	0,000	0,000	0,000	0,000
Kırmızı mercimek (n=64)	0	5,59 ^A	5,40 ^{AB}	5,62 ^A	2,00 ^A
	2,5	5,12 ^B	5,56 ^A	5,53 ^B	2,09 ^A
	5,0	5,01 ^B	5,17 ^{BC}	5,12 ^B	2,56 ^B
	10,0	4,35 ^C	4,78 ^C	4,54 ^C	3,34 ^C
	<i>P</i>	0,000	0,004	0,000	0,000
Bakla (n=64)	0	5,64 ^A	5,62 ^A	5,84 ^A	1,65 ^A
	2,5	5,03 ^B	4,70 ^B	4,85 ^B	2,40 ^B
	5,0	4,68 ^B	4,65 ^B	4,54 ^{BC}	2,60 ^B
	10,0	3,98 ^C	4,14 ^B	4,01 ^C	3,32 ^C
	<i>P</i>	0,000	0,000	0,000	0,000
Bezelye (n=66)	0	5,72	5,16	5,25 ^{AB}	2,54
	2,5	5,48	5,40	5,50 ^A	2,25
	5,0	5,51	5,15	4,97 ^B	2,65
	10,0	5,21	5,18	5,04 ^B	2,54
	<i>P</i>	0,157	0,333	0,033	0,237

*Her bir erişte çeşidi için aynı kolonda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirlerinden Tukey testine göre farklıdır ($P<0,05$).

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, baklagil tanelerinde bulunan nişasta ve protein'in yaş yöntem ile ayrılması esnasında, ayrımı kolaylaştırmak amacıyla uygulanan ultrases işleminin, bu ayırım esnasında yan ürün olarak ayrılan kepek fraksiyonlarının fonksiyonel ve bioaktif özellikleri üzerindeki etkisinin incelenmesi ve baklagil kepeklerinin erişte yapımında bir ingrediyen olarak kullanılması amaçlanmıştır. Fraksiyonlara ayırma esnasında uygulanan ultrases işleminin baklagil kepeklerinin bioaktif ve fonksiyonel özelliklerine etkisini incelemek amacıyla bilğimiz dahilindeki ilk kapsamlı çalışma niteliğini taşımaktadır. Bununla birlikte, baklagillerden geriye kalan kepeğin ülkemizde sevilen ve yaygın olarak tüketilen eriştenin yapımında ingrediyen olarak kullanılmasına dair literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Ultrases işleminin baklagil kepeklerindeki fonksiyonel özelliklerine etkisini belirlemek için su/yağ bağlama, bioaktif olarak bilinen bileşenlerine etkisini belirlemek için toplam fenol, antioksidan aktivite, fenolik asit kompozisyonu, diyet lif ve fitik asit analizleri yapılmıştır. Baklagil tanelerinin fraksiyonlarına ayrılması için yapılan yaş ayırma tekniği ile baklagillerin fitik asit içeriğinin düştüğü sonucuna varılmıştır. Ayrıca, ultrases işleminin fitik asit içeriğine herhangi bir etkisi olmamıştır. Ancak ultrases işleminin sulu ortamda gerçekleştirilmesi, taneye kıyasla fitik asit içeriğinin kepekte daha düşük olmasına bir etken olduğu söylenebilir. Diğer yandan baklagil çeşidine bağlı olarak diyet lif içeriğine ultrases işleminin etkisi farklıdır. Bu açıdan baklagil kepeklerinden diyet lif ekstraksiyonu için ultrases işleminin uygulanabilirliği hakkında belirgin bir öneride bulunmak doğru olmamaktadır. Bununla birlikte en yüksek ve en düşük toplam diyet lif içeriği sırasıyla bezelye ve bakla kepeklerinde tespit edilmiştir. Yapılan su bağlama analizinde de aynı sonuçlar bulunmuştur. Bu çerçevede, yüksek diyet lif içeriğine sahip olan kepeklerin yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Mercimek kepeklerinden elde edilen ekstraktlar için bağlı formdaki toplam fenolik madde miktarının serbest formdakilere göre daha yüksek miktarda olduğu gözlenmiştir. Ancak, bakla ve bezelye kepeklerinden elde edilen serbest ve bağlı formdaki ekstraktlardaki toplam fenolik madde miktarının yok denecek kadar az olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca toplam fenolik madde ve TEAC verileri arasında pozitif ve istatistiksel olarak önemli bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Yeşil ve kırmızı mercimek kepekleri için, kontrol örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesi ultrases

işlemi uygulanan örneklerle kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeninin bazı fenolik maddelerin ve antioksidanların işlem sırasında sulu ortama geçişi ile kaybolmasına bağlanabilir. Nitekim, ultrases destekli yapılan fraksiyonlama işleminin fenolik madde ve antioksidanların ekstraksiyonu üzerine olumlu bir etki sağlamadığı gözlenmiştir. Bununla birlikte, bezelye kepeğinin serbest formdaki ekstraktında ölçülen antioksidan aktivite o kadar düşük bulunmuştur ki, ekstraktın tamamı harcandığında bile önemli ve tutarlı bir inhibisyon yakalanamamıştır. Bu nedenle, bezelye kepeğinin serbest formundaki antioksidan aktivitesinin değerlendirilmesi için DPPH yönteminin uygulanması önerilmemektedir.

Baklagil kepeklerinden elde edilen bağlı (hidrolize olabilen) formdaki fenolik asitlerin hem varlığı hem de miktarı serbest formdakilere göre daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada fenolik asit üzerine ultrases işleminin etkisi bazı durumlarda doğrusal bir eğilim oluşmasına neden olurken yinede bir genelle yapmak için yeterli olmamaktadır. Nitekim, baklagil kepeklerinin fenolik asit bakımından çok düşük miktarda olması nedeniyle proses etkisinin yorumlanması da zorlaşmıştır. Genel olarak yaş fraksiyonlama ile ayrılan baklagil kepeklerinin, diyet lif bakımından zengin, fenolik asit, toplam fenolik madde ve antioksidan özelliği gösteren bileşikler bakımından fakir bir yan ürün olduğu söylenebilir. Ayrıca, ultrases işleminin baklagil kepeklerinin fonksiyonel ve bioaktif özellikleri üzerinde de dikkat çekici bir değişime neden olmadığı gözlenmiştir. Burada denenen koşulların önemli olumsuz değişimler yaratmaması önemli bir sonuç olmakla birlikte, uygulanan ultrases işlemi söz konusu materyallerde yeni kullanım alanları yaratacak değişikliklere de neden olmamıştır.

Baklagil kepeklerinin erişte üretiminde kullanılmasına yönelik yapılan çalışmada; yeşil ve kırmızı mercimek kepeği ile en fazla %2,5 düzeyine kadar katkı yapılabileceği tespit edilmiştir. Bununla birlikte katkı dozuna bağlı olarak tüketicilerin görsel ve yapısal olarak fark ayırt edemedikleri bezelye katkılı eriştelerin tümünü lezzet/aroma farkı bulmalarına rağmen genel olarak beğenme eğiliminde oldukları gözlenmiştir. Bu durum eriştelerin %10 dozuna kadar bezelye kepeği ile katkılanabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, erişte hamurunun yapılması sırasında %10'dan fazla baklagil kepeği ilavesinin, ürünlerin işlenebilirlik özelliği üzerinde negatif etkide bulunduğu gözlenmiştir. Kepek ilavesinin artmasına bağlı olarak erişte hamurunun daha sert bir yapıya sahip olduğu ve hamurun daha zor toparlandığı görülmüştür. Bununla birlikte katkılanan kepeklerin muhtevası farklı olmasına rağmen eriştelerin tekstürel özelliklerine etkileri bakımından birbirlerine benzer sonuçlar vermiştir. Baklagil kepeklerinin erişteye katkılanması; suda

Çözünmeyen ve toplam diyet lif miktarını arttırması; kalsiyum miktarını arttırması, yapışkanlığı azaltması, hacmi ve su absorpsiyonunun arttırması gibi olumlu etkilere neden olmuştur.

Sonuç olarak besleyici ve fonksiyonel özellikleri bakımından zengin bir yan ürün olmasına rağmen atılan veya hayvan yemi olarak değerlendirilen baklagil kepeklerinin ülkemizde sevilen ve yaygın olarak tüketilen erişte ürününe katılarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Bu sayede katma değeri arttırılarak ülke ekonomisine kazandırılması ve toplumun günlük diyetinde önemli yer tutan farklı ürünlere uygun dozlarda katkılanarak değerlendirilmesi bu çalışmanın sonucunda önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- AACC, 2000. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of American Association of Cereal Chemists, (10th ed.). Minnesota, USA.
- Adom K.K., Liu R.H., 2002. Antioxidant Activity of Grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 6182-6187.
- Aguilera Y., Estrella I., Benitez V., Esteban R.M., Martin-Cabrejas M.A., 2011. Bioactive Phenolic Compounds and Functional Properties of Dehydrated Bean Flours, *Food Research International*, 44: 774-780.
- Ahmad-Qasem M.H., Cánovas J., Barrajón-Catalán E., Micol V., Cárcel J.A., García-Perez J.V., 2013. Kinetic and Compositional Study of Phenolic Extraction from Olive Leaves (Var. Serrana) by Using Power Ultrasound. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 17: 120-129.
- Ahrne L., Andersson C., Floberg P., Rose J., Lingnert H., 2007. Effect of Crust Temperature and Water Content on Acrylamide Formation During Baking of White Bread: Steam and Falling Temperature Baking. *LWT-Food Science and Technology*, 40: 1708–1715.
- Alonso R., Aguirre A., Marzo F., 2000. Effects of Extrusion and Traditional Processing Methods on Antinutrients and in Vitro Digestibility of Protein and Starch in Faba and Kidney Beans. *Food Chemistry*, 68: 159-165.
- Anonim, 2003. Erişte Standardı, TS-12950. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2012. Gıdaların Muhafazasında Ultrason Kullanımı. 04 Nisan 2016, <http://www.food.hacettepe.edu.tr/turkish/ouyeleri/gmu809/Ultrason%2012.pdf>.
- Anonim, 2013. Alliance Grain Traders Provisional Data Sheet. 13 Nisan 2016, <http://agtfoods.com/products/pulseplus-fibre.html>.
- Anonim (2015). Gıda Kimyası ve Biyokimyası. 26 Nisan 2016, <http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/49169/29389/g%C4%B1dakimbiyokim-karbonhidratlar-3.pdf>.

- AOAC, 2000. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, (17th ed.), Maryland, USA.
- Ashokkumar M., Bhaskaracharya R., Kentish S., Lee J., Palmer M., Zisu B., 2010. The Ultrasonic Processing of Dairy Products-an Overview. Dairy Sci. Technol., 90: 147-168.
- Aydın E., 2009. Yulaf Katkısının Eriştenin Kalite Kriterlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Türkiye.
- Betancur-Ancona D., Gallegos-Tintore S., Chel-Guerrero L., 2004. Wet-Fractionation of *Phaseolus lunatus* Seeds: Partial Characterization of Starch and Protein. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84: 1193-1201.
- Boudjou S., Oomah B.D., Zaidi F., Hosseinian F., 2013. Phenolics Content and Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Legume Fractions. Food Chemistry, 138: 1543–1550.
- Boye J., Zare F., Pletch A., 2010. Pulse Proteins: Processing, Characterization, Functional Properties and Applications in Food and Feed. Food Research International, 43: 414-431.
- Bunzel M., Allerdings E., Sinwell V., Ralph J., Steinhart H., 2002. Cell Wall Hydroxycinnamates in Wild Rice (*Zizania Aquatica* L.) Insoluble Dietary Fibre. European Food Research and Technology, 214: 482-488.
- Büyüktanır A., 2010. Ultrases (Ultrasound). Lisans Bitirme Ödevi, Gazi Üniversitesi, Türkiye.
- Chang H.C, Wu L.C., 2008. Texture and Quality Properties of Chinese Fresh Egg Noodles Formulated with Green Seaweed (*Monostroma Nitidum*) Powder. J. Food Sci., 73: 398-404.
- Chansri R., Puttanlek C., Rungsadhong V., Uttapap D., 2005. Characteristics of Clear Noodles Prepared from Edible Canna Starches. J. Food Sci., 70: 337-342.
- Chemat F., Huma Z., Khan M.K., 2011. Applications of Ultrasound in Food Technology: Processing, Preservation and Extraction. Ultrasonics Sonochemistry, 18: 813-835.

- Chen J.S., Fei M.J., Shi C.L., Tian J.C., Sun C.L., Zhang H., Ma Z., Dong H.X., 2011. Effect of Particle Size and Addition Level of Wheat Bran on Quality of Dry White Chinese Noodles. *Journal of Cereal Science*, 53: 217-224.
- Chillo S., Laverse J., Falcone P.M., Protopapa A., Del Nobile M.A., 2008. Influence of the Addition of Buckwheat Flour and Durum Wheat Bran on Spaghetti Quality. *Journal of Cereal Science*, 47: 144-152.
- Chung H.J., Cho A., Lim S.T., 2012. Effect of Heat-Moisture Treatment for Utilization of Germinated Brown Rice in Wheat Noodle. *LWT Food Sci. Technol.*, 47: 342-347.
- Costa G.E.A., Queiroz-Monici K.S., Reis S.M.P.M., Oliveria A.C., 2006. Chemical Composition, Dietary Fibre and Resistant Starch Contents of Raw and Cooked Pea, Common Bean, Chickpea and Lentil Legumes. *Food Chemistry*, 94: 327-330.
- Dülger D., Şahan Y., 2011. Diyet Lifin Özellikleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2): 147-157.
- Ekici L., Ercoşkun H., 2007. Et Ürünlerinde Diyet Lif Kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1: 83-90.
- El-Hady E.A.A., Habiba R.A., 2003. Effect of Soaking and Extrusion Conditions on Antinutrients and Protein Digestibility of Legume Seeds. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 36: 285-293.
- Ertaş N., 2007. Yemeklik Baklagiller ve Antibesinsel Faktörler. *Selçuk Ü. Zir. Fak. Derg.*, 21 (41): 85-95.
- Ertaş N., 2013. Baklagil ve Baklagil Ürünlerinin Gıda Endüstrisinde Kullanımı. *Ulusal Kop Bölgesel Kalkınma Sempozyumu*, Konya.
- Ertaş N., Türker S., 2014. Bulgur Processes Increase Nutrition Value: Possible Role In-Vitro Protein Digestability, Phytic Acid, Trypsin İnhibitor Activity and Mineral Bioavailability. *Journal of Food Science and Technology*, 51 (7): 1401-1405.
- Gauthier J., Gelinas P., Beauchemin R., 2006. Effect of Stone-Milled Semolina Granulation on the Quality of Bran-Rich Pasta Made From Khorasan (Kamut) and Durum Wheat. *International Journal of Food Science and Technology*, 41: 596-599.

- Gupta R.K., Gangoliya S.S., Singh N.K., 2015. Reduction of Phytic Acid and Enhancement of Bioavailable Micronutrients in Food Grains. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (2): 676-684.
- Güvendi Ö., 2011. Besinsel Lif ve Antioksidanca Zengin Tahıllardan Geleneksel Yöntem ile Erişte Üretimi. Yüksek Lisans Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Türkiye.
- Hamzah N.A.B.A., 2012. The Effect of Different Types of Starches and Addition of Oat Bran (*Avena Sativa*) on the Quality of Wet Yellow Noodles. Final Year Project (Lisans Bitirme Ödevi). University of Teknologi Mara, Malaysia.
- Herceg I.L., Jambrak A.R., Subaric D., Brncic M., Brncic S.R., Badanjak M., Tripalo B., Jezek D., Novotni D., Herceg Z., 2010. Texture and Pasting Properties of Ultrasonically Treated Corn Starch. *Czech Journal of Food Science*, 28(2): 83-93.
- Hoover R., Hughes T., Chung H.J., Liu Q., 2010. Composition, Molecular Structure, Properties, and Modification of Pulse Starches: A Review. *Food Research International*, 43: 399-413.
- Hromadkova Z., Kost'alova Z., Ebringerova A., 2008. Comparison of Conventional and Ultrasound-Assisted Extraction of Phenolics-Rich Heteroxylans from Wheat Bran. *Ultrasonics Sonochemistry*, 15: 1062-1068.
- Izydorczyk M., Lagasse S.L., Hatcher D.W., Dexter J.E., Rossnagel B.G., 2005. The Enrichment of Asian Noodles with Fiber-Rich Fractions Derived from Roller Milling of Hull-Less Barley. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85: 2094-2104.
- Jayasena V., Leung P.P.Y., Nasar-Abbas S.M., 2010. Effect of Lupin Flour Substitution on the Quality and Sensory Acceptability of Instant Noodles. *Journal Of Food Quality*, 33: 709-727.
- Karadeniz D., 2007. Farklı Besinsel Lif Kaynaklarının ve Hidrokolloidlerin Erişte Üretiminde Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye.
- Kaur G., Sharma S., Nagi H. P. S., Dar B.N., 2012. Functional Properties of Pasta Enriched with Variable Cereal Brans. *J Food Sci Technol*, 49(4): 467-474.

- Keşli Y., 2009. Farklı Hasat Zamanları ve Kükürt Gübrelemesinin Mercimeğin (*Lens Culinaris* Medik.) Verim, Verim Öğeleri ve Aminoasit Bileşimine Etkisi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Türkiye.
- Khalil M.M., 2001. Effect of Soaking, Germination, Autoclaving and Cooking on Chemical and Biological Value of Guar Compared with Faba Bean. *Nahrung/Food*, 45: 246-250.
- Khatoon N., Prakash J., 2004. Nutritional Quality of Microwave-Cooked and Pressure-Cooked Legumes. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 55: 441-448.
- Kırca A. ve Arslan E., 2008. Antioxidant Capacity and Total Phenolic Content of Selected Plants From Turkey. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 43: 2038-2046.
- Kim H.J., Baeki J.J., Min B.J., Kim J.H., Yoo S.H., Lee S., 2015. Utilization of Brown Rice Flour as a Functional Ingredient in Instant Fried Noodles. *The Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 58(5): 637-642.
- Kong S., Kim D.J., Oh S.K., Choi I.S., Jeong H.S., Lee J., 2012. Black Rice Bran as an Ingredient in Noodles: Chemical and Functional Evaluation. *Journal of Food Science*, 77 (3): 303-307.
- Kurt Ç., 2013. Yüksek Güçlü Ultrases İşleminin Fermente Süt İçeceğinin Fiziksel Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- Liu R.H., 2007. Whole Grain Phytochemicals and Health. *J. Cereal Sci.*, 46:207-219.
- Liu L.M., Herald T.J., Wang D.H., Wilson J.D., Bean S.R., Aramouni F.M., 2012. Characterization of Sorghum Grain and Evaluation of Sorghum Flour in a Chinese Egg Noodle System. *J. Cereal Sci.*, 55: 33-36.
- Li X., He X., Lv Y., He Q., 2014. Extraction and Functional Properties of Water-Soluble Dietary Fiber from Apple Pomace. *Journal Of Food Process Engineering*, 37: 293-298.
- Luthria D.L., Pastor-Corrales M.A., 2006. Phenolic Acids Content of Fifteen Dry Edible Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Varieties. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 205-211.

- Mahadevamma S., Tharanathan R.N., 2004. Processing of Legumes: Resistant Starch and Dietary Fiber Contents. *Journal Of Food Quality*, 27: 289-303.
- Marathe S.A., Rajalakshmi V., Jamdar S.N., Sharma A., 2011. Comparative Study on Antioxidant Activity of Different Varieties of Commonly Consumed Legumes in India. *Food and Chemical Toxicology*, 49: 2005-2012.
- Martín-Cabrejas M.A., Aguilera Y., Benítez V., Molla E., Lopez-Andreu F.J., Esteban R.M., 2006. Effect of Industrial Dehydration on the Soluble Carbohydrates and Dietary Fiber Fractions in Legumes. *J. Agric. Food Chem.*, 54: 7652-7657.
- Maskus H., (2010). Pulse Processing, Functionality and Application. 06 Nisan 2016, <http://www.pulsecanada.com/uploads/b1/d6/b1d6e08fdff0a3158ad808fb1510ba86/2010-Pulse-Processing-Functionality-and-Application-Litera..pdf>.
- Meilgaard, M., Civille G.V., Carr B.T., 1999. The Spectrum Descriptive Analysis Method. In *Sensory Evaluation Techniques*. CRC Pres, Inc. Boca Raton, FL. 173-229.
- Mckee L.H., Latner T.A., 2000. Underutilized Sources of Dietary Fiber: A Review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 55: 285-304.
- 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: 489-495.
- Naguleswaran S., Vasanthan T., 2010. Lactic Acid Assisted Wet Fractionation of Field Pea (*Pisumsativum* L.) Flour. *Starch*, 62(11): 592-602.
- Oomah B.D., Patras A., Rawson A., Singh N., Compos-Vega R., 2011. Chemistry of Pulses. In Tiwari, B., Gowen, A. ve McKenna, B., Eds. *Pulse Foods: Processing, Quality and Nutraceutical Applications*. USA, Academic Press. 9-56.
- Osman M.A., 2007. Effect of Different Processing Methods, on Nutrient Composition, Antinutritional Factors, and in Vitro Protein Digestibility of Dolichos Lablab Bean [*Lablab Purpureus* (L) Sweet]. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6(4): 299-303.
- Özkaya, H., Özkaya, B., 2005. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:31*, Ankara, s. 151-153.

- Patist A., Bates D., 2008. Ultrasonic Innovations in the Food Industry: From the Laboratory to Commercial Production. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9: 147-154.
- Pekşen E., Artık C., 2005. Antibesinsel Maddeler ve Yemeklik Tane Baklagillerin Besleyici Değerleri. *Ondokuz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2): 110-120.
- Pelgrom P.J.M., Vissers A.M., Boom R.M., Schutyser M.A.I., 2013. Dry Fractionation for Production of Functional Pea Protein Concentrates. *Food Research International*, 53: 232-239.
- Qiao L., Ye X., Sun Y., Ying J., Shen Y., Chen J., 2013. Sonochemical Effects on Free Phenolic Acids Under Ultrasound Treatment in a Model System. *Ultrasonics Sonochemistry*, 20: 1017-1025.
- Rastogi N.K., 2011. Opportunities and Challenges in Application of Ultrasound in Food Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51: 705-722.
- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C., 1999. Antioxidant Activity Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolourisation Assay. *Free Radical Bio Med.*, 26: 1231-1237.
- Redgwell R.J., Fischer M., 2005. Dietary Fiber as a Versatile Food Component: an Industrial Perspective. *Molecular Nutrition and Food Research*, 49: 421-535.
- Rehman Z., Shah W.H., 2005. Thermal Heat Processing Effects on Antinutrients, Protein and Starch Digestibility of Food Legumes. *Food Chemistry*, 91: 327–331.
- Robbins R.J., 2003. Phenolic Acids in Foods: an Overview of Analytical Methodology. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 2866-2887.
- Ruiz-Ruiz J.C., Davila-Ortiz G., Chel-Guerrero L.A., Betancur-Ancona D.A., 2012. Wet Fractionation of Hard-to-Cook Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) Seeds and Characterization of Protein, Starch and Fibre Fractions. *Food And Bioprocess Technology*, 5: 1531-1540.

- Sharma H.R., Chauhan G.S., Agrawal K., 2004. Physico-Chemical Characteristics of Rice Bran Processed by Dry Heating and Extrusion Cooking. Department of Food Science and Technology, 7(3): 603-614.
- Shiau S.Y., Wu T.T., Liu Y.L., 2012. Effect of the Amount and Particle Size of Wheat Fiber on Textural and Rheological Properties of Raw, Dried and Cooked Noodles. Journal of Food Quality, 35: 207-216.
- Song X., Zhu W., Pei Y., Ai Z., Chen J., 2013. Effects of Wheat Bran with Different Colors on the Qualities of Dry Noodles. Journal of Cereal Science, 58: 400-407.
- Sudha M.L., Ramasarma P.R., Rao G.V., 2011. Wheat Bran Stabilization and its Use in the Preparation of High-Fiber Pasta. Food Sci. Tech. Int., 0(00): 0001-0007.
- Szczesniak A.S., 2002. Texture is a Sensory Property. Food Qual. Prefer., 13: 215-225.
- Şimşek Ş., Tülbek M.C., Yao Y., Schatz B., 2009. Starch Characteristics of Dry Peas (*Pisum Sativum* L.) Grown in the USA. Food Chemistry, 115: 832-838.
- Tabaraki R., Nateghi A., 2011. Optimization of Ultrasonic-Assisted Extraction of Natural Antioxidants from Rice Bran Using Response Surface Methodology. Ultrasonics Sonochemistry, 18: 1279-1286.
- Taga M.S., Miller E.E., Pratt D.E., 1984. Chia Seeds as a Source of Natural Lipid Antioxidants. J. Am. Oil Chem. Soc., 61: 928-931.
- Tao Y., Sun D.W., 2015. Enhancement of Food Processes by Ultrasound: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 55: 570-594.
- Tharanathan R.N., Mahadevamma S., 2003. Grain Legumes a Boon to Human Nutrition. Trends in Food Science and Technology, 14: 507-518.
- Tiwari B., Gowen A., McKenna B., 2011. Introduction. In Tiwari, B., Gowen, A. ve McKenna, B., Eds. Pulse Foods: Processing, Quality and Nutraceutical Applications. USA, Academic Press. 1-8.
- Toews R., Wang N., 2013. Physicochemical and Functional Properties of Protein Concentrates from Pulses. Food Research International, 52: 445-451.

- Tosh S.M., Yada S., 2010. Dietary Fibres in Pulse Seeds and Fractions: Characterization, Functional Attributes, and Applications. *Food Research International*, 43: 450-460.
- Tuncel N.B., Yılmaz N., Kocabıyık H., Öztürk N., Tunçel M., 2010. The Effects of Infrared and Hot-Air Drying on Some Properties of Corn. *J. Food Agric. Environ.*, 8(1): 63-68.
- Tuncel N.B., Yılmaz N., 2011. Gamma-Oryzanol Content, Phenolics Acid Profiles and Antioxidant Activity of Rice Milling. Fractions. *Eur. Food Res. Technol.*, 233: 577-585.
- Tüfekçi S., Özkal S.G., 2015. Gıdaların Kurutulmasında Ultrases Kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(9): 408-413.
- Türkmen F., 2012. Yüksek Güçlü Ultrases İşleminin Sütün Fizikokimyasal ve Jelleşme Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- Udensi E.A., Ekwu F.C., Isinquzo J.N., 2007. Antinutrient Factors of Vegetable Cowpea (*Sesquipedalis*) Seeds During Thermal Processing. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6(2): 194-197.
- Urbano G., Jurado-Lopez M., Aranda P., Vidal-Valverde C., Tenorio E., Porres J., 2000. The Role of Phytic Acid in Legumes: Antinutrient or Beneficial Function?. *Journal of Physiology Biochemistry*, 56(3): 283-294.
- Vadivel V., Stuetz W., Scherbaum V., Biesalski H.K., 2011. Total Free Phenolic Content and Health Relevant Functionality of Indian Wild Legume Grains: Effect of Indigenous Processing Methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24: 935-943.
- Vidal-Valverde C., Frias J., 1991. Legume Processing Effects on Dietary Fiber Components. *J. Food Sci.*, 56: 1350-1352.
- Wang N., Hatcher D.W., Gawalko E.J., 2008a. Effect of Variety and Processing on Nutrients and Certain Anti-Nutrients in Field Peas (*Pisum sativum*). *Food Chem.*, 111: 132-138.

- Wang N., Hatcher D.W., Toews R., Gawalko E.J., 2009. Influence of Cooking and Dehulling on Nutritional Composition of Several Varieties of Lentils (*Lens Culinaris*). *LWT - Food Science and Technology*, 42: 842-848.
- Wang J., Sun B., Cao Y., Tian Y., Li X., 2008b. Optimisation of Ultrasound-Assisted Extraction of Phenolic Compounds from Wheat Bran. *Food Chemistry*, 106: 804–810.
- Wang J., Sun B., Liu Y., Zhang H., 2014. Optimisation of Ultrasound-Assisted Enzymatic Extraction of Arabinoxylan from Wheat Bran. *Food Chemistry*, 150: 482-488.
- Wu H., Zhu J., Diao W., Wang C., 2014. Ultrasound-Assisted Enzymatic Extraction and Antioxidant Activity of Polysaccharides from Pumpkin (*Cucurbita Moschata*). *Carbohydrate Polymers*, 113: 314-324.
- Xu B.J., Chang S.K.C., 2007. A Comparative Study on Phenolic Profiles and Antioxidant Activities of Legumes as Affected by Extraction Solvents. *Journal of Food Science*, 72 (2): 159-166.
- Xu B., Chang S.K.C., 2008. Effect of Soaking, Boiling, and Steaming on Total Phenolic Content and Antioxidant Activities of Cool Season Food Legumes. *Food Chemistry*, 110: 1-13.
- Yasmin A., Zeb A., Khalil A.W., Paracha G.M.D., Khattak A.B., 2008. Effect of Processing on Anti-Nutritional Factors of Red Kidney Bean (*Phaseolus Vulgaris*) Grains. *Food Bioprocess Technol*, 1: 415–419

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Esra KAYA

Doğum Yeri : Eminönü/İSTANBUL

Doğum Tarihi : 16.08.1992

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

b) Bildiriler -Uluslararası -Ulusal

1. Uluslararası 15 th International Cereal and Bread Congress’de bir adet sözlü ve iki adet uluslararası bildirim bulunmaktadır.

c) Katıldığı Projeler

1. Ultrases Uygulamasının Bazı Bakliyat Çeşitlerinde Nişasta Üretimine, Yapısına ve Kepek Bileşenlerine Etkisinin İncelenmesi ve Bakliyat Kepeklerinin Erişte Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması. TÜBİTAK (213O095).

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : -

İLETİŞİM

E-posta Adresi : esra-kaya-92@hotmail.com