

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



MAKARNA ENDÜSTRİSİ ARTIĞI RAZMOL KEPEĞİNDEN
PROTEİN KONSANTRESİ ÜRETİMİ VE BAZI FONKSİYONEL
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CEM KÖSEMECİ

BOLU, AĞUSTOS - 2019

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



MAKARNA ENDÜSTRİSİ ARTIĞI RAZMOL KEPEĞİNDEN
PROTEİN KONSANTRESİ ÜRETİMİ VE BAZI FONKSİYONEL
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CEM KÖSEMECİ

BOLU, AĞUSTOS - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Cem KÖSEMECİ tarafından hazırlanan "Makarna Endüstrisi Artığı Razmol Kepeğinden Protein Konsantresi Üretimi Ve Bazı Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi" adlı tez çalışması Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda 29.08.2019 tarihinde savunularak Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Danışman

Doç. Dr. Erkan YALÇIN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

İmza



Üye

Doç. Dr. Hande Selen ERGE

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi



Üye

Dr. Öğr. Üyesi M. Tuğrul MASATCIOĞLU

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi



Prof. Dr. Ömer ÖZYURT



Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

V.

Aileme ve Ülkeme,

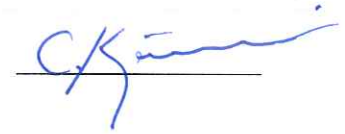


ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

1. Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 2. Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 3. Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 4. Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 5. Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Cem KÖSEMECİ



ÖZET

MAKARNA ENDÜSTRİSİ ARTIĞI RAZMOL KEPEĞİNDEN PROTEİN KONSANTRESİ ÜRETİMİ VE BAZI FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
CEM KÖSEMECİ

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. ERKAN YALÇIN)

BOLU, AĞUSTOS - 2019

Bu araştırmada, makarna endüstrisi artığı iki farklı razmol (ince kepek) örneğinden (RZM-1 ve RZM-2), ham yağı uzaklaştırıldıktan sonra, distile su veya 0,15 M NaCl kullanılarak pH 10'da ekstrakte edilen ve sonra liyofilize edilen protein konsantrelerinin (sırasıyla PK-1S ve PK-2S; PK-1T ve PK-2T) su tutma ve yağ absorplama kapasitesi, protein çözünürlüğü, emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi, köpük kapasitesi ve stabilitesi gibi bazı fonksiyonel özellikleri incelenmiştir. PK-1S, PK-2S, PK-1T ve PK-2T'nin kuru madde üzerinden protein miktarları sırasıyla %79,1, %86,0, %82,3 ve %86,7; verim değerleri ise sırasıyla %6,7, %5,6, %5,5 ve %4,6'dır. Protein konsantrelerinin renk değerleri birbirine yakın bulunmuştur. En yüksek su tutma ve yağ absorplama kapasitesi (sırasıyla 2,66 ve 3,98 g/g) PK-2S'de saptanmıştır. Fonksiyonel özellikler %1,0 (w/v) protein konsantrasyonunda pH'nın (pH 2-10) bir fonksiyonu olarak çalışılmıştır. Tuzlu su kullanılarak ekstrakte edilen protein konsantrelerinin (PK-1T ve PK-2T) çözünürlük değerleri distile suda ekstrakte edilen konsantrelere (PK-1S ve PK-2S) göre genellikle daha yüksektir. En yüksek protein çözünürlüğü PK-1T konsantresi ile pH 2'de (%81,8) gözlenmiştir. En iyi emülsiyon ve köpük özellikleri protein çözünürlüğüne bağlı olarak aşırı asidik veya alkali pH'larda görülmüştür. Tüm protein konsantrelerinin çözünürlük, emülsiyon ve köpük özellikleri pH 6'da en düşük bulunmuştur. Protein konsantreleri farklı oranlarda (%1,7-3,3) yumurta ikamesi olarak ticari kap kek (muffin kek) formülasyonunda kullanılmıştır. Yumurta miktarı %50 azaltılmış ve protein konsantresi ilaveli kek hamurlarının yoğunluğu kısmen artmıştır. Pişmiş keklerin ağırlığı kontrol kekine yakındır, fakat protein konsantresi ilavesi keklerin yükseklik, hacim, spesifik hacim değerlerini ve pişme kaybını azaltmıştır. Yumurta miktarı tamamen ikame edilmiş ve %3,1 PK-2S ilaveli kekin nem miktarı en yüksektir (%24,6). Kontrol ve yumurta miktarı azaltılmış kap keklerin su aktivitesi (a_w) değerleri 0,80-0,85 arasında değişmiştir. Yumuşaklık, ıslaklık ve ufalanma özellikleri en yüksek puana sahip kek yumurta miktarı %50 azaltılmış ve %1,7 oranında PK-1S kullanılmış kek ile sağlanmıştır. Razmol protein konsantrelerinin kek formülasyonlarında yumurta ikamesi olarak kullanılabilmesi bu çalışmada gösterilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Razmol, Protein Konsantresi, Protein Çözünürlüğü, Emülsiyon Özellikleri, Köpük Özellikleri, Kek Üretimi, Yumurta İkamesi

ABSTRACT

PRODUCTION OF PROTEIN CONCENTRATE FROM SHORTS BRAN AS A PASTA INDUSTRY BY-PRODUCT AND INVESTIGATION OF SOME FUNCTIONAL PROPERTIES

MSC THESIS

CEM KÖSEMECİ

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. ERKAN YALÇIN)

BOLU, AUGUST 2019

In this study, two different shorts products (RZM-1 and RZM-2), which were pasta industry by-products, were used after removing crude oil content in the extraction of protein concentrates using distilled water or 0.15 M NaCl at pH 10, after lyophilisation, some functional properties of protein concentrates (PK-1S and PK-2S; PK-1T and PK-2T, respectively), like water holding and oil absorption capacity, protein solubility, emulsion capacity and stability, foam capacity and stability, were investigated. Protein contents of PK-1S, PK-2S, PK-1T and PK-2T were %79.1, %86.0, %82.3 and %86.7 on dry weight basis; yield values were %6.7, %5.6, %5.5 and %4.6, respectively. Colour properties of protein concentrates were similar to each other. The highest water holding and oil absorption capacities were obtained with PK-2S as 2.66 and 3.98 g/g, respectively. Functional properties were studied at 1.0% protein concentration as a function pH (pH 2-10). Protein solubility values of protein concentrates extracted using salt water (PK-1T and PK-2T) were generally higher than that of the protein concentrates extracted using distilled water (PK-1S and PK-2S). The highest protein solubility value (%81.8) was obtained with PK-1T at pH 2. The best emulsifying and foaming properties, which were seen at strong acidic and basic pH mediums, were depended on high protein solubility at these conditions. Protein solubility, emulsifying and foaming properties of all protein concentrates were the lowest at pH 6. Protein concentrates were used at different concentrations (%1.7-3.3) as egg replacer in the formulation of commercial cup cake (muffin cake). Densities of the cake batters prepared with 50% egg and protein concentrate supplemented increased relatively. The weight of cakes was close to control cake, but the height, volume, specific volume and cooking loss of cakes decreased while adding protein concentrate. The cake prepared wholly with PK-2S at 3.1% instead of egg had the highest moisture content (%24.6). Water activity values of the control and cakes prepared with egg replacers changed in the range of 0.80-0.85. The highest softness, moistness and crumbling (*cohesiveness*) points were provided with the cake sample prepared with 50% egg and 1.7% PK-1S protein concentrate. It was presented in this study that protein concentrates extracted from shorts can be used as egg replacer in cake formulations.

KEYWORDS: Shorts Bran, Protein Concentrate, Protein Solubility, Emulsifying Properties, Foaming Properties, Cake Production, Egg Replacer

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ.....	xi
TEŞEKKÜR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	23
3.1 Materyal.....	23
3.2 Yöntem.....	23
3.2.1 Kimyasal Analizler	23
3.2.1.1 Nem Miktarı Tayini.....	23
3.2.1.2 Protein Miktarı Tayini	23
3.2.1.3 Ham Yağ Tayini	24
3.2.1.4 Kül Tayini.....	24
3.2.1.5 Toplam Besinsel Lif Tayini	24
3.2.2 Fizikokimyasal Analizler	24
3.2.2.1 Suda Çözünen Madde ve Su Bağlama Kapasitesi Tayini.....	24
3.2.3 Fiziksel Analizler	25
3.2.3.1 Partikül Boyut Analizi	25
3.2.4 Razmol (İnce Kepek) Örneklerinden Protein Konsantrelerinin Üretimi	25
3.2.4.1 Razmolden Ham Yağ Ekstraksiyonu.....	25
3.2.4.2 Protein Konsantrelerinin Ekstraksiyonu.....	26
3.2.4.3 Razmol Protein Konsantrelerinde Renk Tayini.....	26
3.2.5 Razmol Protein Konsantrelerinin Fonksiyonel Özellikleri Tayin Yöntemleri	27
3.2.5.1 Su Tutma Ve Yağ Absorplama Kapasitesi Tayini	27
3.2.5.2 Protein Çözünürlüğü Tayini.....	28
3.2.5.3 Emülsiyon Özellikleri Tayini	29
3.2.5.4 Köpük Özellikleri Tayini.....	30
3.2.6 Razmol Protein Konsantrelerinin Kek Ürünüde Yumurta İkamesi Olarak Kullanımı	31
3.2.6.1 Kek Formülasyonlarının Hazırlanması	31
3.2.6.2 Kek Hamuru Yoğunluğu Tayini	32
3.2.6.3 Pişmiş Keklerde Yapılan Analizler	32
3.2.6.3.1 Kek Ağırlığı Tayini	32
3.2.6.3.2 Kek Yüksekliği Tayini.....	32
3.2.6.3.3 Kek Hacmi ve Spesifik Hacim Tayini.....	33
3.2.6.3.4 Keklerde Pişme Kaybı (Nem Kaybı) Tayini	33
3.2.6.3.5 Keklerde Nem Tayini ve Su Aktivitesi Tayini	33
3.2.6.3.6 Keklerde Tekstür Analizi	33

3.2.6.3.7	Keklerde Renk Analizi.....	34
3.2.6.3.8	Keklerde Duyusal Analiz.....	34
3.2.7	İstatistiksel Analiz.....	35
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	36
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
6.	KAYNAKLAR.....	57
7.	EKLER.....	68
	EK A. Lowry vd. (1951) yöntemine göre damıtık sudaki protein miktarı tayininde kullanılan ve yine damıtık suda sığır serum albümin (<i>bovine serum albumin</i> -BSA) standart proteini ile hazırlanan standart doğru	68
	EK B. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin protein çözünürlüğü (%) değerleri üzerine pH'nın etkisi	69
	EK C. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünebilir proteinlerinin emülsiyon kapasitesi (%) değerleri.....	70
	EK D. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünebilir proteinlerinin emülsiyon stabilitesi (%) değerleri.....	71
	EK E. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünebilir proteinlerinin köpük hacmi (cm ³) değerleri.....	72
	EK F. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünebilir proteinlerinin köpük yarı-ömrü (sn) değerleri	73
	EK G. Araştırmada üretilen kontrol ve yumurta yerine farklı razmol protein konsantreleri ikameli kap keklerin genel görünüşleri.....	74
	EK H. Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin duyusal analiz sonuçları	75
8.	ÖZGEÇMİŞ.....	76

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4. 1. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin protein çözünürlüğü (%) değerleri üzerine pH'nın etkisi.	41
Şekil 4. 2. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünen proteinlerinin emülsiyon kapasitesi (%) değerleri.	43
Şekil 4. 3. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünen proteinlerinin emülsiyon stabilitesi (%) değerleri.	44
Şekil 4. 4. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünen proteinlerinin köpük hacmi (cm ³) değerleri.	45
Şekil 4. 5. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünen proteinlerinin köpük yarı-ömrü (sn) değerleri.....	46
Şekil 4. 6. Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin duyu analizi sonuçları.	52

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Bazı işlenmiş gıdalardaki proteinlerin fonksiyonel özellikleri	5
Çizelge 3.1. Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin formülasyonları.....	32
Çizelge 4.1. Razmol (RZM) ve yağı uzaklaştırılmış razmol (dRZM) örneklerinin bazı kimyasal özellikleri.....	36
Çizelge 4.2. Yağı uzaklaştırılmış razmol (dRZM) örneklerinin partikül boyutu analiz sonuçları.....	37
Çizelge 4.3. Razmol (RZM) ve yağı uzaklaştırılmış razmol (dRZM) örneklerinin suda çözünür madde ve su bağlama kapasitesi değerleri	37
Çizelge 4.4. Protein konsantrlerinin ekstraksiyon verimleri ve bazı kimyasal özellikleri	38
Çizelge 4.5. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrlerinin renk değerleri	39
Çizelge 4.6. Protein konsantrlerinin su tutma ve yağ absorplama kapasiteleri	40
Çizelge 4.7. Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin bazı fiziksel özellikleri	48
Çizelge 4.8. Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin nem miktarları ve su aktivitesi değerleri	49
Çizelge 4.9. Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin bazı tekstürel özellikleri.....	50
Çizelge 4.10. Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin renk değerleri	51

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

RZM	: Razmol
RZM-1	: 1.Razmol Örneği
RZM-2	: 2.Razmol Örneği
dRZM	: Yağı Uzaklaştırılmış Razmol
dRZM-1	: Yağı Uzaklaştırılmış 1. Razmol Örneği
dRZM-2	: Yağı Uzaklaştırılmış 2. Razmol Örneği
PK-1S	: Distile Suda 1. Razmol Örneğinden Ekstrakte Edilmış Protein Konsantresi
PK-2S	: Distile Suda 2. Razmol Örneğinden Ekstrakte Edilmış Protein Konsantresi
PK-1T	: 0,15 M NaCl'de 1. Razmol Örneğinden Ekstrakte Edilmış Protein Konsantresi
PK-2T	: 0,15 M NaCl'de 2. Razmol Örneğinden Ekstrakte Edilmış Protein Konsantresi
BSA	: Sığır (Bovine) Serum Albumin
NaCl	: Sodyum Klorür
EK	: Emülsiyon Kapasitesi
ES	: Emülsiyon Stabilitesi
KH	: Köpük Hacmi
KYÖ	: Köpük Yarı Ömrü

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın her aőamasında ilgisini, desteğini ve yardımlarını fazlasıyla gördüğüm değerli tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Erkan YALÇIN'a teşekkür ederim.

Ayrıca, "İrmik Sanayi Artıklarından Protein Üretimi Ve Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenerek Kek Endüstrisinde Yumurta İkamesi Olarak Kullanımı" isimli proje (Proje No: 2018.09.04.1397) kapsamında tez çalıőmama maddi destek sağlayan Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Başkanlığı'na,

Araőtırmamızın, yumurta yerine razmol protein konsantresi ikameli kek üretimi ve keklerin temel analizlerinin yapılması aőamasında bizlere laboratuvarlarını aan Puratos Türkiye ARGE Birimi'ne,

Gerek iş hayatımda gerekse lisansüstü çalıőmamın her anında bana destek olan meslektaşım Seda FİDAN'a teşekkür ederim.

Cem KÖSEMECİ

1. GİRİŞ

Proteinler; besin değerlerinin yanı sıra, gıda ürünlerinin özelliklerini iyileştiren fonksiyonel gıda bileşenleri olarak büyük bir potansiyele sahiptir (Sibt-e-Abbas vd., 2015). Günümüzde tüketilen gıda proteinleri bitkisel (%65) ve hayvansal (%35) kaynaklıdır. Ayrıca, mikrobiyal ve alg proteinleri de gıda protein pazarında yer almaya başlamıştır (Haque vd., 2016). Ticari olarak soya, buğday, pirinç, mısır, bezelye, kanola ve patates gibi bitkisel kaynaklı protein ürünleri mevcuttur (Day, 2013). Bitkisel ve tahıl kaynaklı proteinler, düşük maliyeti, bol miktarda mevcut olması ve yüksek besin değerinden dolayı, hayvansal proteinlere alternatiftir (Soria-Hernandez vd., 2015). Ayrıca, bitkisel proteinlerin gıda güvenliği açısından önemli bir kaynak olduğu belirtilmektedir (Chardigny ve Walrand, 2016; Day, 2013).

Protein endüstrisi, jelatin, yumurta beyazı, kazein ve peynir altı suyu gibi hayvansal veya yalnızca soya gibi bitkisel protein ürünlerinden oluşmaktadır (Soria-Hernandez vd., 2015). Protein ürünleri, protein içeriğine göre protein unu (~%50), protein konsantresi (~%70) ve protein izolatı (>%90) olarak sınıflandırılmaktadır (Oreopoulou ve Tzia, 2007). Protein izolatları, konsantrelere göre daha pahalı olmasına rağmen protein içeriği ve etkisi daha yüksektir (Grizio ve Specht, 2018). Baklagiller; protein unu, protein konsantresi ve protein izolatı gibi yüksek kaliteli protein ürünleri için değerli ve düşük maliyetli bir kaynak olarak bilinmektedir. Bununla birlikte, endüstriyel ölçekte sadece soya proteinleri kullanılırken, diğer bitkisel proteinler daha az kullanılmaktadır (Barac vd., 2015).

Gıda atık yönetimi, dünya genelinde çevre mevzuatı gereği gıda işleme tesislerinde önemli bir konu haline gelmiştir. Meyve, sebze, kuru yemiş, baklagil ve yağlı tohumların işlenmesi sırasında kabuk, tohum, çekirdek, küspe gibi birçok atık madde ortaya çıkmaktadır. Gıda atık yönetimi konusunda en etkin yaklaşım, kaynak minimizasyonu ve yan ürünlerin geri kazanımıdır (Sibt-e-Abbas vd., 2015). Tüketicilerde beslenme, sağlık, kalite ve çevre bilinci konusunda artan farkındalık, gıda endüstrisini kaliteli ve sürdürülebilir protein kaynaklarına yönlendirmektedir (Purnima, 2018). Son yıllarda, birçok gıda kategori ve uygulamalarında alerjenite, sürdürülebilirlik, tüketici beklentisi gibi faktörlerin etkisiyle et, yumurta ve süt ürünlerine karşın bitkisel alternatiflere olan talep artmaktadır (Grizio ve Specht, 2018). Yapılan araştırmalarda, düşük maliyet ve çevresel etkileri dolayısıyla yağlı

tohumlar ve endüstriyel yan ürünlerden elde edilen bitkisel proteinler dikkat çekmektedir (Purnima, 2018). Ancak; bir yan ürünü protein kaynağı olarak değerlendirebilmek için, protein içeriğinin ve esansiyel aminoasit bakımından protein kalitesinin yüksek olması gerekir (Sibt-e-Abbas vd., 2015). Tahıllar, baklagiller, algler, yağlı tohumlar ve yan ürünlerinden protein izolasyonu ve bu proteinlerin fonksiyonel, kimyasal, fiziksel, termal ve yapısal özellikleri üzerine birçok araştırmanın olduğu belirtilmiştir (Piotrowicz ve Salas-Mellado, 2017).

Ülkemizde ve Dünya'da ticari olarak *Triticum aestivum* (ekmeklik), *Triticum durum* (makarnalık) ve *Triticum compactum* (bisküvilik) türü buğdaylar yetiştirilmektedir. Makarna, bulgur ve kuskus gibi gıdaların üretiminde kullanılan *Triticum durum* türü buğdayların, sert bir endosperm yapısına sahip, lipoksigenaz oranı düşük, irmik verimi, tane camsılık oranı, sarı pigment ve protein içeriği yüksek bir buğday türü olduğu belirtilmiştir (Yüksel vd., 2011). Makarna, durum buğdayından elde edilen irmiğe su katılıp tekniğine uygun yoğrularak hazırlanan hamurun şekillendirilip kurutulmasıyla elde edilen bir üründür. Makarnalık buğdayının öğütülmesi sonucu ortaya çıkan kepek, irmik altı un ve razmol gibi yan ürünlerin insan tüketiminde kullanımına yönelik araştırmalar devam etmektedir.

Bu araştırmanın amacı, makarna sanayi için önemli bir hammadde olan irmiğin işlenmesi sırasında yan ürün olarak açığa çıkan razmolden (ince kepek) gıda sanayimiz için gerekli protein katkısı hazırlamak ve yumurta ikamesi olarak keklerde kullanılabilirliğini incelemektir. Buna göre, makarnalık irmik üretim tesislerinden temin edilen iki farklı razmol örneğinin ham yağı uzaklaştırıldıktan sonra farklı çözücüler (distile su ve 0,15 M NaCl) kullanılarak her bir razmol örneğinden ikişer farklı protein konsantresi ekstrakte edilmiştir. Daha sonra protein konsantrelerinin fonksiyonel özelliklerinden su tutma ve yağ absorplama kapasitesi, protein çözünürlüğü, emülsiyon kapasitesi, emülsiyon stabilitesi, köpük kapasitesi ve köpük stabilitesi incelenmiştir. Araştırmada, üretilen bazı protein konsantreleri farklı oranlarda ticari kap kek (muffin tip) formülasyonlarına katılarak yumurta ikamesi olarak kullanılabilme imkânları çalışılmıştır. Kap kek hamurlarının yoğunluğu belirlenmiş; pişirildikten sonra ise kap keklerde ağırlık, yükseklik, hacim, spesifik hacim, pişme kaybı, nem ve su aktivitesi, tekstür, renk analizleri ve 14 panelistin katılımıyla duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Panelistler, keklerin yumuşaklık, ıslaklık, ufalanma, esneklik, kısa çiğnemelerde ağızda bıraktığı his, gözeneklilik, renk, parlaklık/görünüm, aroma (tat+koku), genel kabul edilebilirlik özelliklerini puanlayarak değerlendirmişlerdir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Dünya nüfusundaki hızlı artış ile birlikte, proteine olan talep de artmaktadır. Soya, buğday, sorgum, acı bakla (lupin) ve nohut gibi geleneksel bitki protein kaynakları, artan protein talebine sağlıklı ve sürdürülebilir çözümler olarak incelenmektedir. Soya, bitkisel proteinler bakımından baskın olmaya devam ederken, tahıl, baklagil ve sebze kaynaklı bazı yeni protein kaynakları ortaya çıkmaya başlamıştır (Day, 2013).

Tahıllar, dünyada en fazla tüketilen gıda grubudur. Proteinler ise, tahılların karbonhidratlarından sonra en önemli ikinci bileşenleridir. Tahıllarda protein içeriği farklılık göstermekle birlikte pirinç, buğday ve yulaf tahılları için sırasıyla %7,5, %12 ve %14,2 olarak belirtilmiştir (Haque vd., 2016). Tahılların işlenmesi sırasında açığa çıkan yan ürünler, yeni bitkisel gıda bileşenleri olarak kullanımları için büyük bir hammadde kaynağıdır. Bu yan ürünlerin etkin bir gıda bileşeni olarak değerlendirilmesi, hammaddenin çeşitli işleme yöntemleri ile değer kazanması ile olacaktır. Dünyada üretimi en fazla yapılan tahıllar sırasıyla buğday, mısır ve pirinçtir. Küresel buğday ve pirinç kepeği üretim hacmi sırasıyla 167 ve 27 milyon tondur ve bunun ortalama %15'i proteindir. Bu oran, 30 milyon ton kepek proteinine karşılık gelmektedir (Sozer vd., 2017).

Buğday, insan tüketimi ve artıkları hayvan yemi için kullanılan başlıca tahıl ürünlerinden biridir. Bir buğday tanesi, %13-17 kepek, %2-3 embriyo ve %80-85 endosperm olmak üzere üç temel fraksiyondan meydana gelmektedir. Buğdayın dış katmanları (perikarp ve tohum kabuğu) kepeğin tamamını oluşturur. Kepek fraksiyonu, öğütme yan ürünü olup gıda ve gıda dışı amaçlarda (yem) kullanılmaktadır (Onipe vd., 2015). Buğdayın öğütülmesi sırasında, tanenin %70-75'i una dönüşürken, %25-30'u yan ürün olarak hayvan yeminde kullanılır. Öğütme işleminde ham protein, yağ, ham lif, makro ve iz elementler gibi birçok önemli besinsel öge buğday tanesinden uzaklaştırılır (Iqbal vd., 2015). Öğütmeye bağlı olarak, partikül boyutu ve endosperm kalıntı miktarına göre birbirinden ayrılan kaba kepek, ince kepek, razmol ve bonkalite gibi kepek içeriği yüksek yan ürünler ortaya çıkar (Pasqualone vd., 2017). Kepek, embriyo, razmol ve bonkalite, buğday tanesinin protein, vitamin, lipit ve mineralce zengin kısımlarıdır. Kepek, öğütme sanayiinde çok yüksek miktarlarda üretilen ticari bir yan ürün olup, birçok mineral, vitamin ve besinsel lif yönünden zengindir. Razmol, çoğunlukla ince kepek

partikülleri, embriyo ve kısmen bonkaliteden meydana gelir. Diğer öğütme yan ürünlerine göre, albumin ve globulin proteinleri miktarı razmolde daha yüksektir. Kepek ve razmol, en yüksek protein içeriğine ve serbest aminoasit miktarına sahiptir. Endosperm ise daha fazla yüksek moleküler ağırlıklı glutenin alt birimlerini içerir. Bonkalite (red dog) ise, başlıca alöron (aleuron) tabakasından ve kısmen kepek, embriyo ve endosperm unundan oluşan bir yan üründür (Iqbal vd., 2015). Öğütme yan ürünleri; yağ, protein ve nişasta içeriği bakımından değerlendirildiğinde bonkalite > razmol > kepek; su ve yağ tutma kapasiteleri bakımından ise kepek > razmol > bonkalite olarak sıralanmaktadır (Sarfaraz vd., 2017).

Razmol, öğütme ve elemenden sonra ortaya çıkan kepek, endosperm ve embriyo karışımından oluşan ve önemli bir besinsel lif, protein, yağ, vitamin ve fitokimyasal kaynağı yan üründür. Genellikle, kepek ile birlikte karıştırılır ve hayvan yemi olarak kullanılır (Papageorgiou ve Skendi, 2018). Ayrıca, öğütme yan ürünleri içerisinde en fazla fitik asitin kaba kepekte (53,85 mg/g) ve razmolde (28,48 mg/g) bulunduğu ifade edilmiştir (Wu vd., 2010).

Buğday kepeğinin genel kompozisyonu incelendiğinde %8,1–12,7 nem, %33,4-63,0 besinsel lif, %3,9–8,10 kül, %9,60–18,6 protein, %60,0-75,0 toplam karbonhidrat ve %9,10–38,9 nişastadan oluşmaktadır (Onipe vd., 2015). Buğday kepeği, mineral, besinsel lif, B vitaminleri ve biyoaktif bileşiklerce zengindir ve bu yüzden insan tüketiminde kullanımı giderek artmaktadır. Genel olarak, kepek ilaveli gıda ürünlerinin sayısı 2001'de 52 iken, 2011'de yaklaşık olarak 800'e yükseldiği belirtilmiştir (Onipe vd., 2015).

Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği'ne göre makarna, *Triticum durum* buğdayından üretilen irmiğe su katılıp tekniğine uygun yoğrularak hazırlanan hamurun şekillendirilip kurutulmasıyla elde edilen bir ürün olarak tanımlanmıştır (TGK Makarna Tebliği, 2002). Makarnalık buğdayın irmiğe işlenmesi sırasında ortaya çıkan ürünler ve miktarları şu şekilde belirtilmiştir: %60-65 İrmik, %15-20 irmik altı un, %20-22 razmol (TOBB, 2019; GSO, 2019).

Makarna endüstrisi artıklarından irmik altı ununun genellikle çavdar, yulaf gibi düşük gluten içeriğine sahip hububatların gluten miktarını artırmak amacıyla katkı maddesi olarak unlu mamullerde yaygın bir kullanım alanına sahip olduğu belirtilmiştir (Yağcı vd., 2006).

Özboy ve Saldamlı (1997), hububatın öğütülmesi sırasında ortaya çıkan artıkların (millfeed) fırıncılık sektöründe kullanımını incelemiştir. Üretim

yöntemine bağlı olarak, bu artıklardan elde edilen protein konsantrelerinin insan beslenmesinde kullanımı konusunda yoğun çalışmalar yapıldığı ve çeşitli unlara %10 düzeyinde eklenmesi durumunda, hamurların farinograf absorpsiyon değerini değiştirmedeği ancak yoğurma ve ekmek özelliklerini etkilediği belirtilmiştir. Xiong vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada tam buğday ununda bulunan kepeklerin partikül boyutu arttıkça hamurun su absorplama kapasitesinin yükseldiği ve 160 µm partikül boyutunun daha iyi bir hamur stabilitesi gösterdiği belirtilmiştir. Benzer şekilde, kepek partikül boyutu ile su ve yağ tutma kapasitesi arasında doğru bir orantı olduğu belirtilmiştir (Sarfraz vd., 2017).

Durum buğdayının öğütülmesi sırasında açığa çıkan yan ürünlerin ekmek, bisküvi ve erişte (noodle) gibi fırıncılık ürünlerinde kullanımı incelenmiştir. Bisküvi formülasyonuna %20 oranında ince kepek ilavesi tüketicilerde kabul edilebilirliği sağlamıştır (Khorshid vd., 2011).

Tahıl ve baklagil proteinleri, bitkisel kaynaklı yumurta proteini alternatifleridir. Yumurta proteinleri gibi tahıl proteinlerinin de bağlayıcı, kıvamlaştırıcı, humektant, jelleşme ve esmerleşme gibi fonksiyonları sağladığı bildirilmiştir. Bu yüzden, buğday proteini (vital gluten), fırıncılık ürünleri için önemlidir. Buğday protein izolatu, etkili bir emülsiyon ve köpük stabilizatörüdür ve arpa ve pirinç proteinlerine benzer özellikleri olduğu belirtilmiştir. Tahıl proteinleri, ayrıca protein zenginleştirilmesi için kullanılabilir ve donma-çözünme stabilitesine katkıda bulunabilir (Grizio ve Specht, 2018). Et ürünleri ve ekmekte yüksek su ve yağ absorplama kapasitesine sahip protein izolatları daha çok arzu edilen bir özellik iken, salata sosları, çorbalar ve dondurulmuş ürünlerde emülsiyon ve köpük özelliklerinin tercih edildiği belirtilmiştir (Ivanova vd., 2014). Bazı işlenmiş gıdalardaki proteinlerin fonksiyonel özellikleri Çizelge 2.1'de gösterilmiştir (Owusu-Apenten, 2004).

Çizelge 2.1. Bazı işlenmiş gıdalardaki proteinlerin fonksiyonel özellikleri

Gıda Tipi	Fonksiyonel Özellik
İçecek	Çözünürlük, kumluluk, renk
Fırıncılık ürünleri	Emülsiyon, köpük, jelleşme
Süt ikameleri	Jelleşme, köpük, emülsiyon
Yumurta ikameleri	Köpük, jelleşme
Et emülsiyonları	Emülsiyon, köpük, jelleşme, adhezyon-kohezyon
Çorba ve et suları (gravies)	Viskozite, emülsiyon, su adsorpsiyonu
Soslar (toppings)	Köpük, emülsiyon
Pasta kremalı tatlılar	Köpük, jelleşme, emülsiyon

Onipe vd. (2015) tarafından yapılan bir derleme çalışmasında buğday kepeğinin besinsel özellikleri, sağlığa yararları, hububat ürünlerinde kalite ve duyusal özellikleri üzerine etkisi ve yağda kızartılmış atıştırmalıklar gibi bazı fırıncılık ürünlerinde yağ azaltma ve besinsel lif bakımından zenginleştirme amacıyla katkı maddesi olarak kullanımı değerlendirilmiştir. Buna göre, insan tüketimi için yılda 90 milyon ton buğday kepeği üretildiği belirtilmektedir. Buğday kepeğinin ucuz ve kolay bulunan bir besinsel lif kaynağı olduğu ve bağırsak kanseri gibi bazı sindirim sistemi hastalıklarının önlenmesinde doğrudan etkili olduğu ifade edilmiştir. Gıdalarda buğday kepeğinin duyusal özelliklerdeki etkisinin katıldığı gıdanın tipine, partikül boyutuna, kepeğin ön işleme tabi tutulup tutulmadığına ve pişirme yöntemine göre değiştiği ifade edilmiştir. Ayrıca, kızarmış tahıl ürünlerinde buğday kepeğinin kullanılmasının yağ absorpsiyonunu azaltırken, üründe nem miktarını artırdığı rapor edilmiştir. Buğday kepeğine ön işlemlerin uygulanmasının, örneğin partikül boyutunun azaltılması, fermantasyon, defitinizasyon ve enzimatik hidroliz gibi, fonksiyonel özelliklerini artırabileceği ifade edilmiştir.

Durum buğdayı kepeği fraksiyonlarında su tutma kapasitesi, çözünür ve çözünmez besinsel lif içeriği ve antioksidan aktivite bir çalışmada incelenmiştir (Esposito vd., 2005). Buna göre, su tutma kapasitesinin çözünmeyen besinsel lif ve fraksiyonların partikül boyutuna bağlı olduğu söylenmiştir.

Moure vd. (2001), durum buğdayı kepeği gibi bitkisel artıkların iyi bir antioksidan kaynağı olduğunu, ancak ekstraksiyon veriminin ve antioksidan içeriğinin kepek fraksiyonlarına göre değiştiğini belirtmişlerdir.

Sayaslan vd. (2018), durum buğdayının öğütülmesi sonucu %5-15 oranında açığa çıkan irmik altı undan farklı metotlarla vital gluten ve biyoetanol üretimini; Durante vd. (2012) ise, bir başka yan ürün olan kepekten yağ ve E vitamini ekstraksiyonunu gerçekleştirmiştir. Elde edilen bu ürünlerin farmakolojik ve endüstriyel gıdalarda kullanılabilirliğinin uygun olduğu belirtilmiştir. Böylece, buğday öğütme sanayinin yan ürünlerinin besleyici öğeler bakımından zengin bir kaynak olduğu vurgulanmıştır.

Dondurarak kurutma yöntemi ile elde edilen buğday gluteni en iyi su ve yağ absorplama özelliği göstermiştir (Kaushik vd., 2015). Protein izolasyonlarında sıkça kullanılan dondurarak kurutma (liyofilizasyon) yöntemi üç temel aşamada yapılır: i) izole edilen sıvı veya yarı-sıvı proteinin -20 veya -30 °C'de dondurulması, ii) birinci

kurutma ve ii) ikinci kurutma. Dondurarak kurutma yönteminin bazı avantajları şunlardır:

- Okside olabilecek bileşenler vakum koşulları altında korunurlar,
- %95-99,5 nem (su) uzaklaştırıldığı için uzun süre dayanıklı ürün sağlanır,
- Kontaminasyon riski düşüktür,
- Uçucu bileşikler, ısıya duyarlı besinsel öğeler ve koku bileşenleri kaybı azdır,
- Düşük sıcaklık koşullarında bakteriyel gelişme ve enzim hidrolizi olamayacağı için ürün özelliklerinde değişim en aza indirgenir,
- Kurutulmuş ürün normal oda sıcaklığında muhafaza edilebilir ve taşınabilir (Khairnar vd., 2013).

Bitkisel protein konsantresi üretimi için yaygın ekstraksiyon yöntemleri, (1) su-alkol, (2) seyreltik asit çözeltisi ve (3) protein denatürasyonu sonrası sıcak su uygulamasıdır (Oreopoulou ve Tzia, 2007). Protein izolatu üretimi için en çok kullanılan yöntemler ise; alkali ekstraksiyon-izoelektrik çöktürme, asit ekstraksiyon-izoelektrik çöktürme, su ekstraksiyonu-izoelektrik çöktürme, tuz ekstraksiyonu-misel çöktürme ve ultrafiltrasyon olarak belirtilmiştir (Yavuz ve Özçelik, 2016). Ayrıca, literatürde protein verimi ve fonksiyonelliğini artırmak için ultrasound uygulama, enzimatik ekstraksiyon, basınçlı düşük polariteli su ekstraksiyonu, vurgulu elektrik alan tekniği, elektro-aktivasyon tekniği ve yüksek voltaj ark deşarjı gibi yenilikçi yöntemler de mevcuttur (Hadnadev vd., 2017).

Arte vd. (2019) biyo-işlenmiş buğday kepeği protein izolatlarının fonksiyonel özelliklerini incelemiştir. Biyo-işlem görmüş protein izolatlarının çözünürlüğünün azaldığı, emülsiyon özelliklerinin değişmediği ve köpük stabilitesinin ise arttığı görülmüştür.

Hassan vd. (2010), buğday protein izolatlarının besinsel ve fonksiyonel özelliklerini incelemiştir. Buna göre, buğday protein izolatlarının albumin fraksiyonları, yüksek miktarda bulunan glutamik asit, aspartik asit, glisin, arjinin ve valin gibi esansiyel aminoasit dengesi bakımından mükemmel sonuç vermiştir. Buğday protein izolatlarının yüksek su tutma (özellikle pH 8,0 ve 70°C'de) ve çözünürlük (pH 9'da) özelliğine sahip olduğu görülmüştür. Buğday protein izolatının emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi sırasıyla %60,62 ve %57,95; yağ absorplama kapasitesi ise 1,61 g/g olarak bulunmuştur. Buğday protein izolatları, emülsiyon

özelliklerinden dolayı salata sosu, et ürünleri, dondurma, kek, bolonez ve mayonez gibi birçok gıda formülasyonunda kullanılabileceği önerilmiştir. Buğday protein izolatının köpük kapasitesi ve stabilitesi ise pH'ya bağlı olarak değişiklik göstermiş ve en yüksek değerler asidik veya alkali pH'da elde edilmiştir. Bu yüzden, buğday protein izolatları, fonksiyonel gıda bileşenleri olarak önemli bir potansiyele sahiptir.

Başka bir çalışmada buğday protein izolatlarının çözünürlük, emülsiyon, köpük, su tutma ve yağ absorplama gibi fonksiyonel özellikleri incelenmiş ve farklı oranlarda kap kek, dondurma, hamburger köftesi ve kurabiye gibi bazı ürünlerin formülasyonuna eklenerek duyusal analizleri gerçekleştirilmiştir (Ahmedna vd., 1999). Buğday proteini izolatının çözünürlük özelliği pH 5,5-8,5 aralığında en yüksek bulunmuştur. Köpük kapasitesi, ticari sodyum kazeinat, kurutulmuş yumurta beyazı, yağsız süt tozu ve soya protein izolatı gibi protein kaynaklarından daha iyi, köpük stabilitesi bakımından ise benzer bulunmuştur. Ancak, köpük özellikleri %0,5 (w/v) CaCl₂ varlığında daha iyi sonuç vermiştir. Su tutma ve yağ absorplama kapasitesi sırasıyla 1,66 g/g ve 1,73 g/g olarak tespit edilmiştir. Buğday protein izolatı, soya proteini izolatı ile benzer yüksek emülsiyon özellikleri göstermiştir. Buğday proteini izolatının < %5 oranında ürün formülasyonlarına eklenmesi tüketici genel kabul edilebilirliğini artırmıştır (Ahmedna vd., 1999).

Diğer çalışmalarda, protein üretimi dışında, buğday kepeğinden farklı çözücüler kullanarak ham yağ (Talawar vd., 2017) ve elektrostatik ayırma yöntemi ile arabinoksilan konsantreleri (Wang vd., 2015) geliştirilmiştir. Ayrıca, durum buğdayı kepeğinden farklı yöntemler ile ksiloz şurupları da elde edilmiştir (Sanjust vd., 2004).

Pirinç kepeği, pirinç işleme sırasında ortaya çıkan bir yan üründür ve tokoferoller, γ -orizanol ve diğer fenolikler gibi antioksidan bileşikler bakımından zengin bir kaynaktır. Ayrıca, pirinç proteininin kimyasal, fonksiyonel ve biyo-fonksiyonel özellikleri; soya gevreği, patates nişastası, yarfıstığı, sorgum, barbunya ve yer fıstığı gibi diğer protein kaynaklarından daha üstündür (Phongthai vd., 2017). Bir pirinç tanesinin %8-11'ini oluşturan kepek, parlatma işleminden sonra ortaya çıkan bir artıktır ve protein konsantresi ve izolatı üretimi için bir protein kaynağı olabilir (Piotrowicz ve Salas-Mellado, 2017). Pirinç kepeği protein oranı %10-15 olup, %37 suda çözünür, %31 tuzda çözünür, %2 alkolde çözünür ve %27 alkalide çözünür depo proteinlerinden meydana gelmektedir. Bu yüzden ekstraksiyon için uygun bir çözücü bulmanın araştırmacıları zorladığı bildirilmiştir (Fabian ve Ju, 2011).

Yağı çıkarılmış pirinç kepeğinden elde edilen protein konsantrelerinin fonksiyonel özellikleri bir çalışmada incelenmiştir. Buna göre, yağ absorplama kapasitesi 3,74-9,18 (g/g), su absorplama kapasitesi ise 3,87–5,60 (g/g) arasında değişmiştir. Konsantrelerin emülsiyon kapasitesi %24-74 arasında bulunmuştur. Pirinç kepeği protein konsantreleri, su ve yağ bağlama özellikleri bakımından kazeinden daha iyi sonuç vermiştir ve gıda sanayi için iyi bir kullanım potansiyeline sahip olduğu ifade edilmiştir (Chandi ve Sogi, 2007).

Zhang vd. (2012), ısı ile stabilize edilmiş yağsız pirinç kepeğinden elde edilen protein konsantrelerinin fonksiyonel özelliklerini incelemiştir. Pirinç kepeği proteinleri, alkali ekstraksiyonu ve Alkalaz 2.4 L enzim hidrolizi ile hazırlanmıştır. Pirinç kepeği proteinlerinin verimleri sırasıyla %32,9 ve %44,79 olarak bulunmuştur. Proteinlerin molekül ağırlığı 97,4 kDa'nun üzerinde bulunmuştur. En yüksek protein çözünürlüğü pH 11'de sırasıyla %72,5 ve %84,56 olarak bulunmuştur. En yüksek emülsiyon kapasitesi sırasıyla 0,149 ve 0,634, en yüksek emülsiyon stabilitesi 24 dakika, en yüksek köpük kapasitesi sırasıyla %98 ve %115, en yüksek köpük stabilitesi sırasıyla 31 ve 27 dakika bulunmuştur. Su absorplama kapasitesi sırasıyla 3,71 ve 4,4 g/g, yağ absorplama kapasitesi sırasıyla 4,24 ve 5,13 g/g olarak belirlenmiştir.

Yağı çıkarılmış pirinç kepeklerinden alkali ekstraksiyon metoduyla protein konsantreleri elde edilmiş ve dökme yoğunluk, köpük kapasitesi, emülsiyon aktivitesi, su ve yağ absorplama kapasitesi incelenmiştir. Buna göre, en iyi verim pH 11'de elde edilmiş, dökme yoğunluk 0,4 g/mL, köpük kapasitesi %11, emülsiyon aktivitesi %40, su ve yağ absorplama kapasitesi ise sırasıyla 2.9 mL/g ve 2.3 mL/g olarak belirlenmiştir. Daha sonra, elde edilen konsantreler %5, %10 ve %15 oranlarında bisküvi formülasyonlarına ilave edilerek fizikokimyasal, tekstür ve duyu özellikleri analiz edilmiştir (Yadav vd., 2011).

Sharma vd. (2018) yağı çıkarılmış pirinç kepeğinin ve pirinç kepeği ilave edilen ekstrüde ürünlerin fonksiyonel özelliklerini incelemiştir. Buna göre, yağı çıkarılmış pirinç kepeği ve ekstrüde ürünün su tutma kapasiteleri sırasıyla %136,4 ve %686,2; yağ absorplama kapasiteleri ise sırasıyla 2,38 g/g ve 6,15 g/g olarak bulunmuştur.

Esmaili vd. (2016), iki farklı pirinç kepeği protein izolatının farklı pH seviyelerindeki fonksiyonel özelliklerini incelemiştir. Bu çalışmada, çözünürlüğün farklı pH seviyelerine göre değiştiği bildirilmiş, en iyi çözünürlük asidik veya alkali

ortamda görülmüştür. Pirinç kepeği proteinlerinin emülsiyon özellikleri sığır serum albuminden daha düşük, köpük özelliği ise yumurta beyazı ile benzer özellik göstermiştir. Emülsiyon aktivitesi pH 8'de; köpük kapasitesi ve emülsiyon stabilitesi pH 7 ve pH 8'de, köpük stabilitesi pH 5 ve pH 6'da en yüksek bulunmuştur. Su absorplama kapasiteleri 1,03 g/g ve 1,66 g/g, yağ absorplama kapasiteleri ise %75,3 ve %87,3 olarak bulunmuştur.

Yousif vd. (2016) yağı çıkarılmış pirinç kepeği ve pirinç kepeği protein konsantrisinin yağ ve su bağlama kapasiteleri, emülsiyon ve köpük özelliklerini incelemişlerdir. Pirinç kepeği ve pirinç kepeği protein konsantrisi için su bağlama kapasitesi sırasıyla 3,6 g/g ve 3,0 g/g; yağ absorplama kapasitesi 1,50 g/g ve 1,60 g/g olarak bulunmuştur. Pirinç kepeği, en yüksek emülsiyon aktivitesi ve emülsiyon stabilitesi indeksine sahiptir, ancak buğday ununa göre köpük özellikleri zayıf bulunmuştur.

Jiamyangyuen vd. (2005) alkali ekstraksiyon yöntemi ile elde ettikleri pirinç kepeği protein konsantrisinin ekmekte kullanımını incelemişlerdir. Buna göre, ekmek formülasyonuna %1 oranından fazla pirinç kepeği protein konsantrisi ilavesinin duyu özellikleri olumsuz etkilediği, ancak ekmeğin mikrobiyal yükünü azalttığı görülmüştür.

Phongthai vd. (2016), alkali-asit ekstraksiyon yöntemi ile üretilen pirinç kepeği protein konsantrisi ve yumurta albumininin glutensiz ekmek özelliklerine etkisini incelemişlerdir. En yüksek spesifik hacim %2 oranında pirinç kepeği protein konsantrisi ilave edilmiş ekmekte ve %1 yumurta albümini ve %1 konsantr karışımı ilave edilmiş ekmekte gözlenmiştir. Ayrıca, %2 oranında pirinç kepeği protein konsantrisi ilavesi ile ekmekte spesifik hacim, gözenek büyüklüğü ve homojenliği, gaz tutma ve raf ömrü gibi özellikleri iyileştirmiştir ve panelistlerde kabul edilebilirlik sağlanmıştır.

Ly vd. (2018), ultra-ses (ultrasound) uygulaması ile pirinç kepeğinden yüksek verimle protein konsantrisi elde etmişlerdir. Ticari ekstraksiyon yöntemi ile kıyaslandığında benzer protein profili, su ve yağ absorpsiyon kapasitesi, emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi gözlenmiştir. Ultra-ses uygulaması, jelleşme stabilitesini artırırken, köpük kapasitesi ve stabilitesini azaltmıştır. Nazari vd. (2018) ise, öğütülmüş akdarıdan (millet) elde ettikleri protein konsantrisinin fonksiyonel özellikleri üzerine ultra-ses uygulamasının etkisini incelemişlerdir. Ultra-ses uygulaması, çözünürlük, emülsiyon aktivite indeksi ve emülsiyon stabilitesini belirgin

bir şekilde artırmıştır. Buna karşın, köpük kapasitesi ve stabilitesi, ultra-sesin gücüne göre farklılıklar göstermiştir. Ayrıca, Alabi ve Falade (2017) yaptıkları bir çalışmada γ -ışınlamanın yer fıstığı protein izolatlarına etkisini incelemişlerdir. 10 kGy'ye kadar olan γ -ışınlama, yer fıstığı türleri ve bileşenlerinin fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri üzerinde olumsuz bir duruma sebep olmamıştır.

Bilgi ve Çelik (2004), farklı çözücülerle hazırlanan arpa protein konsantrelerinin çözünürlük ve emülsiyon özelliklerini araştırmışlardır. Buna göre, en düşük çözünürlük ve emülsiyon özellikleri pH 6'da gözlenmiştir.

Yalçın ve Çelik (2007), arpa protein izolatları ve hidrolizatlarının çözünürlük özelliği üzerine pH ve tuz konsantrasyonunun etkisini incelemişlerdir. Çözünürlük özelliğinin pH ve iyonik kuvvetin etkisiyle değiştiği ve kuvvetli asidik ve bazik pH'larda çözünürlüğün daha yüksek olduğu görülmüştür. Mohamed vd. (2007), asit çöktürme yöntemiyle elde ettikleri arpa protein izolatının emülsiyon ve köpük özelliklerini araştırmışlardır. Arpa protein izolatının emülsiyon aktivite indeksi 83,1 m²/g protein, emülsiyon stabilite indeksi 13,5 dakika, köpük kapasitesi 116 mL ve köpük stabilitesi %65,8 (kalan köpük miktarı) olarak bulunmuştur. Yalçın vd. (2008) yaptıkları bir çalışmada, arpadan ürettikleri protein izolat ve hidrolizatların köpük özelliklerini incelemişlerdir. Buna göre, izolatların köpük özellikleri pH'ya bağlı olarak değişiklik göstermiş ve en düşük köpük özellikleri pH 6'da görülmüştür. Protein hidrolizatlarının köpük stabilitesi asidik pH'da azalma, alkali pH'da ise artış göstermiştir. Genel olarak, tüm pH değerlerinde izolatların en yüksek köpük hacmi ve stabilitesi %1 (w/v) protein konsantrasyonunda gözlenmiştir. Wang vd. (2010) arpa kepeği ve arpa unundan ekstrakte ettikleri protein izolatının elektroforez ve fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. Hordein fraksiyonunun köpük kapasitesinin soya ve zein proteininden daha yüksek, köpük stabilitesinin ise en yüksek olduğu görülmüştür. Tüm fraksiyonların emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi soyaya benzer sonuçlar göstermiştir.

Yulaf, tahıllar arasında protein içeriği (%12-20) en yüksek tahıldır. Walters vd. (2018), yulafın öğütülmesi sonucu ortaya çıkan fraksiyonlardan ürettikleri protein izolatlarının çözünürlük özelliklerini incelemişlerdir. Genel olarak, pH 3 - 5 aralığında protein çözünürlüğünü en düşük, pH 5 - 9 aralığında en yüksek bulmuşlardır (Walters vd., 2018).

Tripsin proteazı ile farklı hidroliz derecelerinde (sırasıyla %4,1, %6,4 ve %8,3) hidrolize edilen yulaf kepeği protein konsantresi ile yapılan SDS-PAGE analizi ile

major protein fraksiyonunun yulaf globulini olduğunu göstermiştir. Hidroliz derecelerinin artmasıyla çözünürlük, su tutma kapasitesi, emülsiyon ve köpük aktivitesi artış göstermiştir. Buna karşın, yağ tutma kapasitesi, emülsiyon ve köpük stabilitesi azalma göstermiştir (Guan vd., 2007).

Singh vd. (2018) farklı yulaf unu ve yulaf proteini konsantrelerinin fonksiyonel özelliklerini incelemiştir. Buna göre, yulaf proteini konsantrelerinin emülsiyon aktivitesi, emülsiyon stabilitesi, köpük kapasitesi, köpük stabilitesi, su ve yağ absorplama kapasiteleri yulaf unlarına göre daha yüksek bulunmuştur.

Baklagil protein izolatları ve konsantreleri, su tutma ve yağ absorplama, köpük özellikleri, emülsiyon özellikleri, jelleşme gibi yumurta proteinleri ile aynı fonksiyonel özellikleri gösterirler. Soya protein ürünleri dışında; siyah fasulye, nohut, bakla, mercimek, Etiyopya fasulyesi, bezelye ve maş fasulyesi gibi baklagil proteinleri protein konsantreleri olarak günümüzde ticari olarak mevcuttur. Baklagil proteinleri, gamlar ve nişasta gibi kıvam artırma özelliği ve donma-çözünme stabilitesi (kristalizasyonun kontrolü) sağlarlar, ancak gamlar ve nişastalar bu fonksiyonlar için daha tipik olarak kullanılırlar. Ayrıca, baklagil proteinleri enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu olan Maillard Reaksiyonu'na katkıda bulunabilir ve protein takviyesi/zenginleştirilmesi amacıyla kullanılabilir (Grizio ve Specht, 2018).

Son 20 yılda, özellikle Kanada ve Avrupa ülkelerinde bezelye proteinleri, soya proteinlerine benzer tekno-fonksiyonel ve besinsel özellikler göstermeleri sebebiyle soya proteini ürünlerine alternatif olmaktadır. Bezelye, proteaz inhibitörleri ve fitik asit gibi daha düşük besleyicilik özellikleri düşüren bileşen (antinutrient) içeriğine sahiptir ve soyaya göre insanlarda daha az alerjik reaksiyonlara sebep olmaktadır. Ayrıca, kaliteli nişasta ve besinsel lif içeriğine sahiptir. Bundan dolayı, soya protein ürünlerine en uygun alternatif bezelye protein izolatlarıdır. Soya proteini izolatlarında olduğu gibi, bezelye protein izolatlarının da çözünürlük, emülsiyon, köpük ve jelleşme gibi tekno-fonksiyonel özellikleri detaylı araştırılmıştır (Barac vd., 2015).

Farklı nem ve sıcaklık değerlerinde depolanan soyadan elde edilen protein konsantrelerinin fonksiyonel etkileri bir çalışmada incelenmiştir. Buna göre, yüksek sıcaklık ve nemde depolanan soyadan elde edilen protein konsantresinin verimi, protein çözünürlüğü ve köpük stabilitesi azalırken, emülsiyon kapasitesi, köpük kapasitesi, su ve yağ absorplama kapasitesi değerleri artmıştır (Ziegler vd., 2018).

Soria-Hernandez vd. (2015) 5 farklı soya unu, 1 adet bezelye unu ve soya-mısır ruşeymi karışımlarından ürettikleri 5 farklı protein konsantresi ve bunlardan enzimatik hidroliz ile ürettikleri 9 farklı protein hidrolizatlarının fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmadaki materyallerin protein içerikleri %20,78-94,24 arasında değişmiştir. Proteinlerin fonksiyonel özellikleri birbirinden farklılık göstermiştir. En yüksek su absorplama indeksi soya ve mısır konsantrelerinde (0.41-18.52) görülmüştür. Nitrojen ve suda çözünürlük sırasıyla %10,1-74,9 ve %20,4-95,7 arasında değişmiştir. Yağ absorplama ve emülsiyon aktivite indeksi en yüksek bezelye ununda görülmüş ve sırasıyla 2,59-4,72 ve 3936,6-52399,2 m²/g arasında değişmiştir. En yüksek köpük aktivitesi değeri (%66,7-475,0) soya ve mısır ruşeymi karışımlarından hazırlanan protein hidrolizatlarında görülmüştür.

Segura-Campos vd. (2014), kuru fasulyeden (*Phaseolus vulgaris*) ürettikleri protein konsantresinin fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. Çözünürlük, emülsiyon ve köpük özellikleri pH'ya bağlı olarak farklılık göstermiştir. Protein konsantrelerinin çözünürlüğü pH 5-6 aralığında en düşük, pH 2 ve 8'de en yüksek bulunmuştur. Emülsiyon kapasitesi en yüksek pH 4'te, en düşük ve en yüksek köpük kapasitesi sırasıyla pH 4 ve pH 8'de gözlenmiştir. Emülsiyon ve köpük stabilitesinin ise süreye ve pH'ya bağlı olarak değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Rahmati vd. (2018) yaptıkları bir çalışmada benekli şeker fasulyesinden elde ettikleri protein izolatlarında başlıca globulin tip proteinin faseolin olduğunu ve asidik amino asitler olan glutamik ve aspartik asit miktarının en yüksek olduğunu bulmuşlardır. Benekli şeker fasulyeden elde ettikleri protein izolatının pH 3 ve pH 7'de çok düşük yüzey hidrofobisitesi gösterdiğini, aynı protein izolatı ile hazırlanan emülsiyonlarda yağ küreciklerinin daha küçük ve dar aralıkta seyrettiğini ve iyi bir emülgatör olarak gıda sanayiinde kullanılabileceğini göstermişlerdir.

Mercimek proteinleri, çok çeşitli fonksiyonel özelliklerinden dolayı iyi bir protein katkısı olabilir. Yüksek besin değeri, çok iyi Leu/Ile (1,24-1,98) ve Leu/Lys (1,08-2,03) oranları, yüksek sindirilebilirlik (~%83) ve gıda ürünlerinde kullanım potansiyeli sebebiyle mercimek proteinlerine olan ilgi artmıştır. Mercimek protein konsantresi/izolatının ekstraksiyon yöntemi ve ortam koşullarına bağlı olarak fonksiyonel özellikleri değişiklik göstermektedir. Mercimek proteinleri, pH 4-6 aralığında minimum çözünürlük özelliği gösterdiği belirtilmiştir (Jarpa-Parra, 2018).

Butt ve Batool (2010) yaptıkları bir çalışmada börülce, farklı bezelye çeşitleri ve maş fasulyesi protein izolatlarının bazı fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. Bu çalışmada, en yüksek protein çözünürlüğü ve köpük stabilitesini yaygın bezelye protein izolatı; en yüksek su absorplama kapasitesi ve köpük kapasitesini maş fasulyesi protein izolatı; en yüksek emülsiyon kapasitesi ve yağ absorplama kapasitesini ise güvercin bezelyesi protein izolatı göstermiştir.

Aydemir ve Yemenicioğlu (2013) nohut, kırmızı ve yeşil mercimekten elde ettikleri liyofilize protein ekstraktlarının bazı fonksiyonel özelliklerini incelemiş; soya ve hayvansal kaynaklı proteinler ile karşılaştırmışlardır. En yüksek su absorplama kapasitesi sırasıyla sığır jelatini (8.84 g/g), soya protein izolatı (7.94 g/g) ve nohut protein ekstraktında (6.46 g/g) saptanmıştır. En yüksek yağ absorplama kapasitesi ise sırasıyla nohut protein ekstraktı (13.37 g/g), mercimek protein ekstraktı (8,62 g/g) ve yumurta akı proteinlerinde (6.37 g/g) gözlenmiştir. Yapılan bu çalışmada, sığır jelatini, balık jelatini ve peynir altı suyu protein izolatının köpük ve emülsiyon kapasiteleri nohut ve mercimek protein ekstraktlarından daha yüksek iken, en stabil emülsiyon ve köpük özellikleri nohut ve mercimek proteinlerinde görülmüştür.

Karaca vd. (2011) yaptıkları bir çalışmada izoelektrik çöktürme ve tuz ekstraksiyon yöntemiyle elde ettikleri nohut, bakla, mercimek ve bezelye protein izolatlarının emülsiyon özelliklerini incelemişlerdir. Baklagil türü ve ekstraksiyon yöntemi proteinlerin emülsiyon özelliklerini etkilemiştir. Genel olarak, izoelektrik çöktürme yöntemiyle elde edilen izolatların çözünürlüğü daha yüksektir. Bezelye protein izolatı en düşük emülsiyon özelliğine sahiptir. İzoelektrik çöktürme ile elde edilen nohut ve mercimek protein izolatları sırasıyla en yüksek çözünürlük ve yüksek emülsiyon aktivitesi ve stabilitesi göstermiştir. Bu çalışma, nohut ve mercimek proteini izolatlarının, su içinde yağ (o/w) emülsiyonlarının stabilizasyonu için soya proteini izolatlarına alternatif protein kaynakları olabileceğini göstermiştir.

Charoensuk vd. (2018) ve Brishti vd. (2017) araştırmalarında maş fasulyesi (mung bean) protein izolatının bazı fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. Brishti vd. (2017) maş fasulyesi protein izolatının hem amino asit profilinin hem de hidrofilitik/hidrofobiklik oranının, ayrıca su ve yağ absorplama kapasitesi ile denaturasyon sıcaklığının soya ile karşılaştırılabilir düzeyde olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte maş fasulyesi protein izolatının köpük kapasitesinin soyadan yüksek, jelasyon kapasitesinin ise soya proteinine yakın olduğunu bulmuşlardır. Brishti vd. (2017) su ve yağ absorplama kapasitesi sırasıyla 3,33 g su/g protein ve 3,00 g yağ/g protein, distile suda emülsiyon aktivitesi ve emülsiyon

stabilitesini sırasıyla %63,18 ve %62,75, köpük kapasitesi ve stabilitesi ise sırasıyla %89,66 ve 60. dakikada %50,40 (soyada %53,66) olarak bulunmuştur (Brishti vd., 2017). Charoensuk vd. (2018) ise maş fasulyesi protein izolatının fonksiyonel özelliklerinin düşük olduğundan gıdalarda kullanılabilirliğinin zayıf olduğunu belirtmiştir. Bu sebeple maş fasulyesi protein izolatının süksinik anhidrit ile asilasyonunu yani kimyasal modifikasyonunu yaptıktan sonra fonksiyonel özellikleri incelemiştir. Sonuç olarak süksinilizasyonun, emülsiyon aktivitesini artırdığını, emülsiyon stabilitesinin ise süksinilizasyon düzeyine bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Porras-Saavedra vd. (2013), farklı acı bakla türlerinden elde ettikleri protein izolatlarının fonksiyonel özelliklerini incelemiştir. En düşük çözünürlük, pH 4-5 aralığında görülmüştür. Asidik ve bazik pH'larda çözünürlük artmıştır. En yüksek çözünürlük pH 2 ve pH 10'da görülmüştür. Su absorplama kapasitesi 2,21-2,60 ml/g, yağ absorplama kapasitesi 2,85-4,63 ml/g, emülsiyon aktivite indeksi 23,40-58,81 m²/g, emülsiyon stabilite indeksi 8,17-12,67 dakika, köpük kapasitesi %48,67-195,39 ve köpük stabilite indeksi %20,00-40,18 aralıklarında değiştiği bildirilmiştir.

Lara-Rivera vd. (2017), alkali ortamda ekstraksiyon, izoelektrik çöktürme ve dondurarak kurutma yöntemiyle elde ettiği mavi acı bakla protein izolatlarının fonksiyonel özelliklerini incelemiştir. Protein çözünürlüğü pH 4-5 aralığında en düşük, pH 2 ve 10'da en yüksek bulunmuştur. Protein izolatının su tutma kapasitesi 2,81-2,98 ml/g, yağ tutma kapasitesi 2,61-2,65 ml/g, emülsiyon aktivite indeksi 26,4-29,3 m²/g, emülsiyon stabilite indeksi 11,9-14,9 dakika, köpük kapasitesi %116,3-116,8 ve köpük stabilitesi %91,9-93,9 aralıklarında değiştiği rapor edilmiştir. Güemes-Vera vd. (2018) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise Frankfurt sosisi formülasyonuna beyaz acı bakla protein izolatı ve konsantresi eklenmiş ve tekstürel özelliklerin iyileştiği görülmüştür.

Ladjal Ettoumi ve Chibane (2015), yaptıkları araştırmada, tam bezelye, nohut ve mercimek unlarının yüksek seviyede su ve yağ absorplama, iyi derecede jelleşme, emülsiyon ve köpük kapasitesi gibi fonksiyonel özelliklerinden dolayı fırıncılık ürünleri, çorbalar, süt ürünleri, glutensiz gıdalar gibi çeşitli gıda formülasyonlarında kullanılabilir olacak önemli potansiyele sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Lam vd. (2016), bezelye protein izolatlarının fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerini incelemiştir. Bu çalışmada, protein çözünürlüğü %63-75, köpük kapasitesi %167-244, yağ tutma kapasitesi ~3.2g/g, köpük stabilitesi ~%75 ve

emülsiyon stabilitesi ~%96 olarak tespit edilmiştir. Bezelye protein izolatları, çözünürlük özelliği hariç, soya protein izolatlarına benzer fonksiyonel özellikler sergilemiştir.

Witono vd. (2014), börülce protein izolatının kimyasal ve fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. Buna göre, börülce protein izolatı ile soya protein izolatı benzer çözünürlük özelliği göstermiştir. En yüksek çözünürlük pH 8'de gözlenmiştir. Börülce protein izolatının su tutma kapasitesi %136,61, yağ tutma kapasitesi %84,89, emülsiyon kapasitesi 2,41 m²/g, emülsiyon stabilitesi 78,15 saat, köpük kapasitesi 136 ml/g, köpük stabilitesi ise %8 olarak bulunmuştur.

Sibt-e-Abbas vd. (2015), yağı çıkarılmış iki farklı yerkıstığı unundan izoelektrik presipitasyon yöntemiyle elde ettikleri protein izolatlarının besinsel ve fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. Buna göre, protein izolatlarının fonksiyonel özellikleri şu şekildedir: Su tutma kapasitesi %205,22 ve %206,92 olarak bulunur iken yağ absorplama kapasitesi değerleri %101,60 ve %100,67 olarak bulunmuştur. Emülsiyon kapasitesi değerleri %72 ve %64; emülsiyon stabilitesi değerleri %46,08 ve %52,15; köpük kapasitesi %93,47 ve %88,30; köpük stabilitesi değerleri ise %52,44 ve %54,75 olarak bulunmuştur.

Kinoa, amarant ve karabuğday gibi pseudo-tahıllar, yetiştiriciliği binlerce yıl öncesine dayanmasına rağmen, son yıllarda sınırlı çalışmalara konu olan protein kaynaklarıdır (Alonso-Miravelles ve O'Mahony, 2018).

Steffolani vd. (2016), farklı bölgelerden temin edilen kinoadan pH 5'te izoelektrik presipitasyon yöntemi ile elde ettikleri protein izolatlarının fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. Kinoa türünün ve pH değerinin, protein çözünürlüğü, su ve yağ bağlama kapasitesi ve köpük kapasitesi özelliklerini etkilediği görülmüştür.

Abugoch vd. (2008), iki farklı kinoa protein izolatının bazı fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerini araştırmışlardır. Alkali ekstraksiyon (pH 9 ve 11), izoelektrik presipitasyon ve sprej kurutma ile elde edilen izolatların protein çözünürlükleri pH 3-4 aralığında benzer ve en düşük bulunmuştur. Her iki izolatın protein çözünürlüğü pH 5'in üzerinde artış göstermiştir, ayrıca pH 9'da ekstrakte edilen izolatın protein çözünürlüğü, tüm pH'larda, pH 11'de ekstrakte edilen izolatın protein çözünürlüğünden daha yüksektir. Su tutma kapasitesi değerleri, her iki örnek için de benzer bulunmuştur ve ekstraksiyon pH'sının etkisinin olmadığı görülmüştür.

Elsouhaimy vd. (2015) yaptıkları bir çalışmada kinoa protein izolatının fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. En düşük protein çözünürlüğü pH 4,5'te, en yüksek protein çözünürlüğü ise pH 10'da gözlenmiştir. Kinoa protein izolatının su absorplama kapasitesi 3,94 ml/g ve yağ absorplama kapasitesi 1,88 ml/g olarak tespit edilmiştir. Araştırmada protein konsantrasyonu arttıkça köpük kapasitesinin de arttığı gözlenmiştir. Köpük kapasitesi ortalama %69,28 ve köpük stabilitesi 60 dakika sonunda %54,54 olarak bulunmuştur. Kinoa proteininin %1 konsantrasyonda emülsiyon aktivite indeksi 2,37 m²/g, emülsiyon stabilite indeksi ise 34,70 dakika olarak saptanmıştır.

Lopez vd. (2018) çiya (chia) protein izolatlarının fonksiyonel özellikleri üzerine pH'nın etkisini araştırmışlardır. Buna göre, pH 10 ve 12'de ekstrakte edilen protein izolatlarının su absorplama kapasiteleri sırasıyla 4,4 g/g ve 6,0 g/g, yağ absorplama kapasiteleri ise sırasıyla 7,1 g/g ve 6,1 g/g olarak bulunmuştur. Protein çözünürlüğü zayıf alkali pH'da daha fazla görülmüştür. Araştırmada, pH 10'da ekstrakte edilen protein izolatının yüksek yağ absorplama kapasitesi ve emülsiyon özellikleri dolayısıyla et ürünlerinde ikame edici bir protein katkısı olabileceği belirtilmiştir.

Tomotake vd. (2002) yaptıkları bir çalışmada, karabuğday proteininin fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerini, soya protein izolatı ve kazein proteini ile karşılaştırmışlardır. Buna göre, karabuğday proteininin çözünürlüğü pH 2-10 aralığında soya proteininden daha fazla bulunmuştur, pH 7-10 aralığında ise kazeinden daha düşüktür. Emülsiyon stabilitesi, pH 7-10 aralığında soya protein izolatı ve kazeinden daha düşük saptanmıştır. Ancak tüm pH seviyelerinde karabuğday proteini ince bir emülsiyon tabakası oluşturmuştur. Karabuğday proteininin su tutma kapasitesi (3,32 g/g), soya protein izolatından (7,25 g/g) daha düşük olmasına rağmen, karabuğday proteininin yağ absorplama kapasitesinin (2,88 g/g); soya protein izolatı (2,61 g/g) ve kazeinden (0,88 g/g) daha fazla olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, karabuğday proteininin, önemli bir fonksiyonel protein olduğu vurgulanmış ve gıdalarda kullanılabileceği tavsiye edilmiştir.

Ocheme vd. (2018) yaptıkları bir çalışmada, %72,8 protein içeriğine sahip yer fıstığı protein konsantrasyonunun farklı oranlarda buğday ununa ilavesinin kalite ve fonksiyonel özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Un karışımlarında yer fıstığı protein konsantrasyonu miktarı arttıkça bulk yoğunluk ve şişme kapasitesi azalmış; çözünürlük indeksi, su absorpsiyon, emülsiyon ve köpük kapasiteleri ise artmıştır. Su absorplama kapasitesi 0,90-1,14 g/g; emülsiyon kapasitesi %27,58-37,04 ve

köpük kapasitesi %5,25-9,20 aralığında değiştiği bildirilmiştir. Genel olarak, buğday unu-yer fıstığı protein konsantresi karışımının iyi düzeyde fonksiyonel özellikler gösterdiği ve diğer fırıncılık ürünlerinde kullanımının uygun olabileceği belirtilmiştir.

Uddin vd. (2018), yer fıstığından elde ettikleri protein izolatının fonksiyonel özelliklerini araştırmışlardır. Yer fıstığı protein izolatının protein çözünürlüğü, en yüksek pH 10'da, en düşük ise pH 3,5 - 4,5 aralığında tespit edilmiştir. Köpük ve jelleşme kapasitesi düşük olmasına rağmen, yüksek protein çözünürlük özelliği, su bağlama ve yağ absorplama kapasitesi değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bundan dolayı, yer fıstığı protein izolatının proteince zengin içecek ve fırıncılık ürünlerinde kullanımının uygun, ancak kek ve dondurma gibi ürünlerde ise uygun olmadığı ifade edilmiştir.

Mao ve Hua (2012) bir çalışmalarında, yağı uzaklaştırılmış ceviz unundan elde ettikleri protein konsantresi ve izolatının kimyasal bileşim, yapı ve fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. Ceviz protein konsantresi ve ceviz protein izolatının kimyasal bileşim ve yapılarının önemli ölçüde farklı olduğunu görülmüştür. Ayrıca, her ikisinin de protein çözünürlüğü ortam pH'sına göre değişkenlik göstermiştir. Ceviz protein konsantresi ve izolatı için en düşük protein çözünürlüğü pH 4,5'te sırasıyla %47,54 ve %48,23 olarak belirlenmiştir, en yüksek protein çözünürlüğü ise her ikisi için de pH 12'de gözlemlenmiştir. Genellikle protein çözünürlüğünün izoelektrik noktada azaldığı, pH yükseldikçe çözünürlüğün de arttığı görülmüştür. Protein izolatının çözünürlük özelliği, tüm pH'larda konsantreden yüksek bulunmuştur. Su absorplama kapasitesi pH 7'de izolat için 3,11 g/g ve konsantre için 2,94 g/g olarak bulunmuştur. Yağ absorplama kapasitesi ise, pH 7'de izolat için 2,81 g/g ve konsantre için 2,50 g/g olarak saptanmıştır. Soya protein konsantresi ve izolatı ile karşılaştırıldığında, ceviz protein konsantresi ve izolatı daha yüksek yağ absorplama kapasitesine sahip olduğu görülmüştür. Emülsiyon kapasitesinin pH'ya bağlı olarak değiştiği ve alkali ortamda daha iyi sonuç verdiği belirtilmiştir. En yüksek köpük kapasitesi, köpük stabilitesi ve emülsiyon stabilitesi pH 11'de, en düşük ise pH 4,5'te gözlenmiştir. Ceviz proteini konsantresi ve izolatının çözünürlük, emülsiyon ve köpük özellikleri alkali pH'da daha yüksek bulunmuştur. Ceviz protein izolatı, ceviz protein konsantresine göre daha iyi fonksiyonel özellikler sergilemiştir. Bundan dolayı, ceviz yağı üretiminin bir yan ürünü olarak açığa çıkan proteince zengin posadan ceviz proteinleri izole edilebilir ve gıda ürünlerinde kullanılmak üzere alternatif bir bitkisel protein kaynağı olabileceği ifade edilmiştir.

Ogunwolu vd. (2009), farklı yöntemler ile kaju fıstığından (*Anacardium occidentale* L) elde ettikleri protein konsantresi ve protein izolatının fonksiyonel özelliklerini belirlemişlerdir. Buna göre, kaju protein konsantresi ve izolatına ait fonksiyonel özellikler sırasıyla şu şekilde ifade etmişlerdir: i) Su absorplama kapasitesi 1,74 ml/g ve 2,20 ml/g, ii) Yağ absorplama kapasitesi 3,32 ml/g ve 4,42 ml/g, iii) Emülsiyon aktivite indeksi %13,7 ve %12,5, iv) Emülsiyon stabilite indeksi %153 ve %447, v) Köpük kapasitesi %40,0 ve %45,0, vi) Köpük stabilitesi %40,0 ve %55,0.

Bucko vd. (2016) kabak çekirdeği protein izolatı ve hidrolizatlarının çözünürlük, ara yüzey ve emülsiyon özelliklerini bir çalışmada incelemişlerdir. Buna göre, protein hidrolizatlarının, protein izolatına göre daha iyi protein çözünürlüğü ve emülsiyon özellikleri gösterdiği ifade edilmiştir.

Khalid vd. (2003) yaptığı bir çalışmada, pH ve tuz konsantrasyonunun susam protein izolatının çözünürlük ve fonksiyonel özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Buna göre, en yüksek protein çözünürlüğü pH 3'te, en düşük çözünürlük ise pH 5'te görülmüştür. Emülsiyon ve köpük özellikleri ortam pH ve tuz konsantrasyonuna bağlı olarak değişiklik gösterdiği ifade edilmiştir. Onsaard vd. (2010) ise, yağı uzaklaştırılmış susamdan tuzlu su ekstraksiyonu-izoelektrik çöktürme ve alkali ekstraksiyon-izoelektrik çöktürme yöntemiyle elde ettikleri susam protein izolatlarının fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. Buna göre, en düşük protein çözünürlüğü pH 5'te gözlenmiştir. Araştırmacılara göre, su tutma kapasitesi 1,98-3,53 g/g, yağ tutma kapasitesi 1,19-2,64 g/g, emülsiyon aktivite indeksi 14,95-96,66 m²/g, emülsiyon stabilitesi 31,45-44,41 dakika aralıklarında değişim göstermiştir. Tuzlu su ekstraksiyonu ile üretilen protein konsantrelerinin köpük özellikleri diğer örneklerden daha yüksek olduğunu göstermişlerdir. Susam protein konsantrelerinin protein çözünürlüğü ve emülsiyon aktivite indeksi, soya protein izolatından daha yüksek bulunmuş; emülsiyon stabilite indeksi, köpük özellikleri, su tutma ve yağ absorplama kapasitesi ise soya protein izolatına göre daha düşük tespit edilmiştir. Ogungbenle ve Onoge (2014), ham ve yağı çıkarılmış susam ununda ve susam protein konsantresi üzerinde yaptıkları bir çalışmada, susam protein konsantresinin su ve yağ absorpsiyon kapasitesini sırasıyla %25,70 ve %35,41 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada, susam protein konsantresinin emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi sırasıyla %27,43 ve %30,50, köpük kapasitesi ve stabilitesi ise sırasıyla %6,53 ve %3,25 olarak bulunmuştur.

Bir yağ endüstrisi artığı olan ayçiçeği küspesinden izoelektrik ve etanol presipitasyon yöntemleri kullanılarak elde edilen protein izolatlarının (Pİ1 ve Pİ2) fonksiyonel özellikleri Ivanova vd. (2014) tarafından incelenmiştir. Buna göre, su absorplama kapasitesinin 0,03 M ve 0,25 M NaCl çözeltileri kullanıldığında azaldığı, yağ absorplama kapasitelerinin ise etkilenmediği gözlemlenmiştir. Emülsiyon aktivitesi ve köpük özellikleri ise pH ve NaCl konstantrasyonuna bağlı olarak değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir. Emülsiyon stabilitesi tüm koşullar altında yüksek (>%90) bulunmuştur. Köpük stabilitesi ise tuz çözeltilerinde, pH 4 hariç tüm pH değerlerinde olumsuz yönde etkilenmiştir.

Kanola küspesi, protein içeriği yüksek bir yağ endüstrisi yan ürünüdür. Kanola proteinleri, fırıncılık ürünleri, içecekler, işlenmiş et ürünleri, süt ve yumurta ikamesi olarak çeşitli gıda ürünlerinde denenmiştir. Kanola proteinlerinin en düşük protein çözünürlüğü pH 3-4 aralığında belirlenmiştir (Wanasundara vd., 2016). Yüksek yağ içeriğine sahip kanoladan elde edilen protein konsantrelerinde kalıntı yağ miktarından dolayı gıdalarda kullanımı uygun bulunmamaktadır. Ancak, yeni bir ekstraksiyon yöntemiyle kanola protein konsantresinin protein içeriği %60'a kadar yükseltilmiş, kalıntı yağ miktarı ise %2'nin altına düşürülmüştür (Von Der Haar vd., 2014).

Kaushik vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, keten tohumu (*Linum usitatissimum*) protein izolatının protein çözünürlüğü ve emülsiyon gibi bazı fonksiyonel özellikleri incelenmiştir. Protein çözünürlüğü en düşük pH 4'te, en yüksek pH 9'da gözlenmiştir. Keten tohumu protein izolatının emülsiyon aktivite indeksi ve emülsiyon stabilite indeksi soya, peynir altı suyu proteini (whey proteini), sodyum kazeinat ve jelatin proteinlerine göre daha yüksek bulunduğu rapor edilmiştir.

Ma vd. (2018) yaptıkları bir çalışmada, pamuk yağı endüstrisinin yan ürünü olan pamuk küspesinden ürettikleri protein izolatlarının fonksiyonel özelliklerini araştırmışlardır. En düşük çözünürlük pH 5'te, en yüksek çözünürlük ise pH 11'de gözlenmiştir. Su absorplama kapasitesi 1,8-2,9 g/g, yağ absorplama kapasitesi 3,0-5,4 g/g, emülsiyon aktivite indeksi 13,3-21,6 m²/g, emülsiyon stabilite indeksi 17,3-29,6 dakika aralıklarında değişim gösterdiği belirtilmiştir. Köpük özellikleri ise pH 4, 5 ve 7'de çalışılmış ve pamuk türü ve ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak en iyi köpük özellikleri pH 7'de gözlenmiştir.

Bitkisel yumurta alternatifleri pazarının 2026 sonuna kadar 1,5 milyar ABD dolarına ulaşması ve 2016'dan 2026'ya kadar %5,8 oranında büyümesi öngörülmektedir. Gıda endüstrisi tarafından yumurta alternatiflerine artan ilgi tüketici talebi, alerjen azaltma, ileri gıda güvenliği, sağlıklı beslenme formülleri, kolay işleme ve depolama, gelişmiş fonksiyonellik, düşük maliyet ve fiyat dalgalanması ve çevresel sürdürülebilirlik gibi birçok faktörden kaynaklanmaktadır (Grizio ve Specht, 2018).

Salmonella enfeksiyonu riski sebebiyle mayonez üretiminde pastörize edilmemiş yumurtaların kullanımı önemli bir sağlık sorunu olarak kabul edilir. Yapılan bir araştırmada, yumurta ikamesi olarak nohut, bakla ve acı bakla protein izolatları kullanılmıştır. Bakla protein izolatının, en yüksek su tutma kapasitesi, köpük ve emülsiyon stabilitesine sahip olduğu belirtilmiştir. Nohut veya nohut-bakla protein izolatlarının yumurtasız mayonez formülasyonu için uygun proteinler olduğu ifade edilmiştir (Alu'datt vd., 2017).

Puranik ve Gupta (2017) yaptıkları bir çalışmada, ultrafiltrasyon yöntemiyle elde ettikleri peynir altı suyu protein konsantrelerini yumurta ikamesi olarak kek formülasyonuna uygulamışlardır. Kek formülasyonuna %7 oranında peynir altı suyu protein konsantresinin uygulanması ile fiziksel ve duyuşal açıdan başarılı bir sonuç elde edilmiştir. Jyotsna vd. (2007) ise, peynir altı suyu protein konsantresinin farklı oranlarda yumurta ile ikame edilmesinin kek hamurunun fiziksel özellikleri ve yumurtasız kekin kalite özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Yumurtasız kek hamurunun görünür viskozitesi ve hamur yoğunluğu konsantre miktarındaki artış ile azaldığı tespit edilmiştir. Yumurtasız kek formülasyonuna %20 oranında peynir altı suyu protein konsantresi ikame edilmesiyle en iyi reolojik ve pişme özellikleri sağlanmıştır.

Shevkani vd. (2015) yaptıkları bir çalışmada, beyaz ve kırmızı börülce protein izolatlarının fonksiyonel özelliklerini ve pirinç unundan yapılmış glutensiz kap keklerde (muffin) kullanımını araştırmışlardır. Buna göre, beyaz börülce protein izolatının daha yüksek protein çözünürlüğü, emülsiyon ve köpük özellikleri gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca, 8 g ve üzerindeki protein izolatı katkılı keklerde sertlik (firmness), esneklik (springiness) ve ufalanma (cohesiveness) özellikleri artmıştır. Beyaz börülce protein izolatı, keklerin hacmini artırdığı rapor edilmiştir. Beyaz börülce protein izolatı, renk ve fonksiyonel özellikleri dolayısıyla glutensiz pirinç unundan yapılmış kap keklerde kullanılmaya daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Jarpa-Parra vd. (2017) mercimek proteini kullanarak pandispanya ve kap keklerde (muffin) yumurta ve süt proteinlerini ikame etmişlerdir. Buna göre, mercimek proteini ilavesi, son ürün hacminde belirgin bir değişikliğe sebep olmamiş; hamur oluşumunu etkilememiş ancak pişme kaybını azalttığı rapor edilmiştir. Kontrol keki ile karşılaştırıldığında, protein katkılı keklerde saklama süresince sertlik ve çiğnenebilirlik kalitesi azalmıştır. Protein katkılı pandispanya örnekleri, a* renk değeri sebebiyle kontrole göre daha düşük puan aldığı tahmin edilmektedir. Süt ve yumurtanın tamamen mercimek protein konsantresi ile ikame edildiği kap kek ise görünüm ve flavor (tat+aroma) dışındaki özelliklerin çoğu kontrol kekinden farklı olmasına rağmen tüketiciler tarafından kontrolden daha yüksek kabul edilebilirlik puanı aldığı tespit edilmiştir.

Lin vd. (2017a), tarafından yapılan bir çalışmada yumurtasız keklerin hazırlanmasında bezelye protein izolatu, ksantan gam ve emülgatör karışımları kullanılmıştır. İçerisinde bezelye protein izolatu, %0,1 ksantan gam ve %1 soya lesitini bulunan yumurtasız kek, geleneksel kontrol kekine en yakın ürün olarak değerlendirilmiştir. Lin vd. (2017b), kek formülasyonunda bulunan yumurtanın soya protein izolatları ile ikame edilebilirliğini incelemişlerdir. Yumurtanın soya proteini izolatu ve %1 mono- ve di-gliserit kombinasyonu ile ikame edilmesi, spesifik hacim, tekstür, özgül ağırlık, sertlik ve nem içeriği bakımından kontrol kekine benzer özellikler göstermiştir ve soya protein izolatının kek formülasyonlarında yumurta ikamesi olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Arozarena vd. (2001) yaptığı bir araştırmada, beyaz acı bakladan izole edilen proteinler ile keklerdeki (yellow cake) yumurta proteinlerinin tam ikame edilebilirliği incelenmiştir. Acı bakla proteinleri iyi bir köpük ve emülsiyon zelline sahip olmasına rağmen yumurta gibi sıcaklık ile iyi bir koagülasyon kapasitesi sağlanamamıştır. Bundan dolayı keklerde şekil bozukluğu meydana gelmiştir ve %21 oranında protein solüsyonu içeren formülasyona, toplam un ve şeker ağırlığına göre %2,2 kabartma tozu, soya lesitini ve %4,5 oranında mono- ve digliseritler (MDG) ve %0,55 hidrokolloid (ksantan gam) ilave edilmesi tavsiye edilmiştir.

Campbell vd. (2016), buğday unu ekmeği ve pandispanya kekinde (sponge cake) brlce protein izolatları ile yumurtanın ikame edilebilirliğini araştırmışlardır. Kek formülasyonunda yumurtanın %20'sinin protein izolatu ile ikame edilmesiyle kekin duyuasal olarak kabul edilebilirliğinin değişmediği rapor edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu araştırmada, Batı Karadeniz Bölgesi'nin Bolu ili ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Gaziantep ilinde bulunan makarnalık irmik üretim tesislerinden temin edilen iki adet razmol (ince kepek) örnekleri kullanılmıştır. Buna göre, Bolu ve Gaziantep illerindeki makarnalık irmik üretim tesislerinden temin edilen razmol örnekleri sırasıyla RZM-1 ve RZM-2 olarak tanımlanmıştır. Temin edilen razmol örnekleri kimyasal kompozisyonlarını belirlemek üzere polietilen torbalarda +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Kimyasal Analizler

Razmol, ham yağı uzaklaştırılmış razmol örnekleri ve protein konsantrelerinin nem, protein, ham yağ, kül ve toplam besinsel lif miktarları aşağıdaki yöntemlere göre belirlenmiştir:

3.2.1.1 Nem Miktarı Tayini

Nem miktarı tayini, AACCI Approved Methods of Analysis Metot No. 44-15.02 (AACCI, 2010)'a göre belirlenmiştir.

3.2.1.2 Protein Miktarı Tayini

Protein miktarı tayini, AACCI Approved Methods of Analysis Metot No. 46-12.01 (AACCI, 2010)'a göre belirlenmiştir. Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

3.2.1.3 Ham Yağ Tayini

Ham yağ tayini, AACCI Approved Methods of Analysis Metot No. 30-25.01 (AACCI, 2010)'a göre belirlenmiştir. Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

3.2.1.4 Kül Tayini

Kül tayini, AACCI Approved Methods of Analysis Metot No. 08-01.01 (AACCI, 2010)'a göre belirlenmiştir. Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

3.2.1.5 Toplam Besinsel Lif Tayini

Toplam besinsel lif tayini, Megazyme Total Dietary Fibre Assay Kit (Megazyme International Ireland Limited, Wicklow, Ireland) analiz kiti kullanılarak belirlenmiştir. Bu analiz kitindeki prensip, AACCI Approved Methods of Analysis Metot No. 32-05.01 (AACCI, 2010) yöntemine dayanmaktadır. Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

3.2.2 Fizikokimyasal Analizler

3.2.2.1 Suda Çözünen Madde ve Su Bağlama Kapasitesi Tayini

Razmol örneklerinin suda çözünen madde (%) ve su bağlama kapasitesi (%) değerleri Singh ve Singh (2003) yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntemde göre 0.5 g razmol örneği, darası alınmış polipropilen tüplere tartılmış ve üzerine 10 mL distile su ile ilave edilmiş, daha sonra her bir tüp 90 dakika vorteks karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra tüpler 4000xg'de 10 dakika santrüfjüj edilmiştir. Süpernatant, önceden darası alınmış metal kaplara dökülmüş ve kaplar 100°C'deki etüve konularak tüm içerik kuruyuncaya kadar kurutulmuş ve daha sonra kaplar desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Santrüfjüjden çıkan tüplerdeki yağ çökelti ise tartıldıktan sonra aynı şekilde 100°C'deki etüvde kurumaya bırakılmıştır. Tüplerdeki kuruyan çökelti desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Tüm

örneklerde suda çözünen madde (%) ve su bağlama kapasitesi (%) tayini için üç tekrar yapılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki eşitliklere göre hesaplanmıştır:

$$\text{Suda Çözünen Madde (\%)} = \frac{\text{Kuru süpernatant ağırlığı (g)}}{\text{Tartılan örnek miktarı (g)}} \times 100$$

$$\text{Su Bağlama Kapasitesi (\%)} = \frac{\text{Islak çökelti - Kuru çökelti ağırlığı (g)}}{\text{Tartılan örnek miktarı (g)}} \times 100$$

3.2.3 Fiziksel Analizler

3.2.3.1 Partikül Boyut Analizi

Protein konsantrelerinin ekstraksiyonunda kullanılan yağı uzaklaştırılmış razmol örneklerinin partikül boyut analizi partikül boyutu analiz cihazında (Mastersizer 2000, Malvern Instruments, İngiltere) belirlenmiştir. Sonuçlar, razmol örneklerinin partikül boyutunun %90'nının ortalama değeri (μm) olarak verilmiştir.

3.2.4 Razmol (İnce Kepek) Örneklerinden Protein Konsantrelerinin Üretimi

3.2.4.1 Razmolden Ham Yağ Ekstraksiyonu

Ham yağ uzaklaştırma işlemi; razmol:hekzan (1:5 oranında) karışımının oda sıcaklığında 2 saat süresince manyetik karıştırıcıda karıştırılması ve daha sonra karışımın oda sıcaklığında 30 dakika bekletilerek razmol partiküllerinin çökmesi sağlanmış ve daha sonra hekzanın ham yağ ile birlikte ayrılarak uzaklaştırılması ve ıslak razmolun 48 saat süreyle oda sıcaklığında tepside kurutulması ile gerçekleştirilmiştir. Yağı alınmış (defatted) razmol kuruduktan sonra polietilen torbalarda +4 °C'de saklanmıştır.

3.2.4.2 Protein Konsantrelerinin Ekstraksiyonu

Ham yağ miktarı uzaklaştırılmış iki farklı razmol örneklerinin (RZM-1 ve RZM-2) her birinden farklı çözücüler (distile su ve 0,15 M NaCl) kullanılarak iki farklı protein konsantresi ekstrakte edilmiştir. Buna göre, RZM-1 razmolden distile su ve 0,15 M NaCl kullanılarak üretilen protein konsantreleri sırasıyla PK-1S ve PK-1T olarak, RZM-2 razmolden üretilen protein konsantreleri ise yine sırasıyla PK-2S ve PK-2T olarak tanımlanmışlardır.

Razmol protein konsantrelerinin üretiminde Aluko vd. (2001) ve Chandi ve Sogi (2007) tarafından geliştirilen yöntemler modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre, 50 g yağı uzaklaştırılmış razmol örneği 1:10 oranında distile su veya 0,15 M NaCl çözeltisi ile karıştırılmıştır. Karışımın pH'sı 10'a ayarlandıktan sonra 2 saat süreyle karıştırılmaya bırakılmıştır; bu süre içerisinde seyreltik asit veya baz ekleyerek karışımın pH'sı sabit tutulmuştur; süre sonunda 9000xg'de 15 dakika santrifüj (Nüve, NF 1200 Model, Ankara) edilerek süpernatant ayrılmıştır. Daha sonra, süpernatantın pH'sı 4,5'e ayarlanmış ve manyetik karıştırıcı yardımıyla 30 dakika karıştırıldıktan sonra 9000xg'de 20 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası çökelti (protein) toplanarak distile suda çözündürülmüş ve pH'sı 7'ye ayarlanarak nötralizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Nötralizasyon işleminden sonra, sulu protein karışımı -18 °C'de dondurulmuş ve daha sonra dondurarak kurutma yöntemi (liyoofilizasyon) ile liyoofilizatörde (Alpha 1-2 LDplus model, Christ, Almanya) nemi uzaklaştırılarak toz formda elde edilmiştir. Protein konsantreleri, fonksiyonel özelliklerini çalışmak üzere +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.4.3 Razmol Protein Konsantrelerinde Renk Tayini

Razmol protein konsantrelerinde renk tayini, taşınabilir renk tayin cihazı (Minolta CR-400, Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japonya) kullanılarak yapılmıştır. Bu cihazda renk ölçümü CIE (International Commission on Illumination, 1976) $L^*a^*b^*$ sistemine göre yapılmaktadır. Buna göre protein konsantrelerinin L^* (parlaklık (+)/koyuluk (-)), a^* (kırmızılık (+)/yeşillik (-)) ve b^* (sarılık (+)/mavilik (-)) değerleri belirlenmiştir. Renk analizi üçer tekrarlı yapılmıştır.

3.2.5 Razmol Protein Konsantrelerinin Fonksiyonel Özellikleri Tayin Yöntemleri

3.2.5.1 Su Tutma Ve Yağ Absorplama Kapasitesi Tayini

Razmol protein konsantrelerinin su tutma ve yağ absorplama kapasitesi tayinleri Ahmedna vd. (1999) yöntemi modifiye edilerek belirlenmiştir. Su tutma kapasitesi için, 1 g örnek önceden darası alınmış polipropilen santrifüj tüpüne tartılmış ve yüzeyini kaplayacak kadar (10 mL) su azar azar ilave edilmiştir. Bu sırada, örneğin su ile tam temas etmesi için ince bir spatül ile karıştırılmıştır. Örnek, tümüyle ıslandıktan sonra tüp 2000xg'de 10 dakika santrifüj (Nüve, NF 1200 Model, Ankara) edilmiştir. Santrifüj sonrası süpernatant uzaklaştırılmış ve tüpün ağırlığı tartılmıştır. Su tutma kapasitesi aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$STK = \frac{(W_2 - W_1)}{W_0}$$

Burada,

STK = Su tutma kapasitesi, g su/ g örnek

W_0 = Örnek ağırlığı, g

W_1 = Tüp ağırlığı + Örnek ağırlığı, g

W_2 = Tüp ağırlığı + Yağ Çökelti, g

Yağ absorplama kapasitesi için, 1 g örnek önceden darası alınmış santrifüj tüpüne tartılmış ve tamamen 10 mL mısır yağı ile karıştırılmıştır. Daha sonra karışım 1600xg 'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüjden hemen sonra süpernatant dikkatlice uzaklaştırılmış ve tüpün ağırlığı tartılmıştır. Yağ absorplama kapasitesi aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$YAK = \frac{(W_2 - W_1)}{W_0}$$

Burada,

YAK = Yağ absorplama kapasitesi, g yağ/g örnek

W_0 = Örnek ağırlığı, g

W_1 = Tüp ağırlığı + Örnek ağırlığı, g

W_2 = Tüp ağırlığı + Yağlı Çökelti, g

3.2.5.2 Protein Çözünürlüğü Tayini

Razmol protein konsantrelerinin protein çözünürlüğü, Yalçın ve Çelik (2007) yöntemine göre belirlenmiştir. Protein konsantrelerinin protein çözünürlüğü distile suda, çeşitli pH (2, 4, 6, 7, 8, 10) değerlerinde ve %1,0 (w/v) protein konsantrasyonunda incelenmiştir. Distile su ile %1,0 (w/v) konsantrasyonda hazırlanan örneklerin pH'sı istenilen değere ayarlandıktan sonra oda sıcaklığında 1 saat süresince manyetik karıştırıcıda karıştırılmaya bırakılmıştır. Bu süre içerisinde seyreltik HCl asit veya seyreltik NaOH eklenerek pH sabit tutulmuştur. Bu süre sonunda 9000xg'de 10 dakika santrifüj edildikten sonra süpernatant Whatman No:1 filtre kağıdından süzümüştür. Süzüntüdeki protein miktarı Lowry vd. (1951)'nin yöntemine göre UV/VIS spektrofotometrede (Shimadzu, 1700 Model, Japonya) absorbans değerleri okunarak saptanmıştır. Protein çözünürlüğünün hesaplanmasında kullanılan standart doğruların hazırlanmasında sığır serum albumin (BSA) (Sigma A7906, St.Louis, ABD) proteini kullanılmıştır (**Ek A**). Sonuçlar, (%) protein çözünürlüğü olarak aşağıdaki formülasyon kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\text{Protein çözünürlüğü (\%)} = \frac{\text{Süzüntüdeki protein miktarı (g)}}{\text{Örneğin protein miktarı (g)}} \times 100$$

Bu denklemde, örneğin protein miktarı (g) Kjeldahl yöntemi ile belirlenen toplam protein miktarıdır. Örneklerin protein çözünürlüğü tayini üç tekrarlı olarak çalışılmıştır.

3.2.5.3 Emülsiyon Özellikleri Tayini

Razmol protein konsantrelerinin emülsiyon özellikleri Yasumatsu vd. (1972)'nin yöntemi esas alınarak, Bilgi ve Çelik (2004) yöntemine göre belirlenmiştir. Bu yöntemle göre, emülsiyon özellikleri emülsiyon kapasitesi (EK) ve emülsiyon stabilitesi (ES) olarak ifade edilmiştir. Protein konsantrelerinin emülsiyon özellikleri suda yağ (o/w) emülsiyon sisteminde çalışılmıştır. Buna göre, protein konsantrelerinin %1,0 (w/v) protein konsantrasyonunda, distile suda ve belirli pH değerlerindeki (pH 2, 4, 6, 8, 10) çözünür proteinlerinin emülsiyon özellikleri incelenmiştir. Araştırmada, suda yağ emülsiyonlarının hazırlanmasında ticari mısır yağı kullanılmıştır. Buna göre, 5 mL çözünür protein çözeltisi ve 5 mL mısır yağı karışımı 20 mL'lik cam tüpe aktarıldıktan sonra karışım oda sıcaklığında 25000 rpm'de 90 sn homojenize (Art-Micra D-8, Almanya) edilerek emülsiyonlar oluşturulmuştur. Hazırlanan emülsiyonlar, polipropilen deney tüplerine (1.5 cm çap x 10 cm uzunluk) aktararak, emülsiyon kapasitesi (EK, %) ve emülsiyon stabilitesi (ES, %) özellikleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Emülsiyon kapasitesini belirlemek için, deney tüplerine aktarılan emülsiyonlar 5000 rpm'de 20 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra, tüplerdeki emülsifiye olmuş tabakanın yüksekliği ve toplam sıvı yüksekliği kaydedilerek, emülsiyon kapasitesi (%) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$EK (\%) = \frac{H_1}{H_T} \times 100$$

Burada,

EK = Emülsiyon kapasitesi, %

H₁ = Emülsifiye olan tabakanın yüksekliği, cm

H_T = Tüpteki toplam sıvı yüksekliği, cm

Emülsiyon stabilitesini belirlemek üzere, deney tüplerine aktarılan emülsiyonlar 80°C'deki su banyosunda 30 dakika süreyle bekletilmiş ve sonra oda sıcaklığına soğutulmuştur. Daha sonra, 5000 rpm'de 20 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası tüplerdeki emülsifiye olmuş tabakanın yüksekliği ve toplam sıvı yüksekliği kaydedilerek, emülsiyon stabilitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$ES (\%) = \frac{H_2}{H_T} \times 100$$

Burada,

ES = Emülsiyon stabilitesi, %

H₂ = Emülsifiye olan tabakanın yüksekliği, cm

H_T = Tüpteki toplam sıvı yüksekliği, cm

Emülsiyon kapasitesi ve emülsiyon stabilitesinin belirlenmesinde tüm örnekler iki tekrarlı olarak incelenmiştir.

3.2.5.4 Köpük Özellikleri Tayini

Razmol protein konsantrelerinin köpük özellikleri, temelde İbanoğlu ve İbanoğlu (1999) yöntemi esas alınarak Yalçın vd. (2008) yöntemine göre belirlenmiştir. Buna göre, protein konsantrelerinin protein çözünürlüğü çalışmasında farklı pH değerlerinde (pH 2, 4, 6, 8, 10) ve %1,0 (w/v) protein konsantrasyonunda distile suda hazırlanan çözünür proteinlerinin köpük özellikleri incelenmiştir.

Razmol protein konsantrelerinin köpük özelliklerinin incelenmesinde 21 cm uzunluğunda, 5 cm iç çaplı, sinter filtreli, borosilikat, silindirik cam kolon kullanılmıştır. Kolonlardaki sinter filtrenin gözenek çapı 16-40 µm'dir. Köpük özelliklerinin incelenmesi için kolona oda sıcaklığında 10 mL protein çözeltisi ilave edilmiştir. Kolondaki sinter filtre üzerine ilave edilen protein çözeltisini köpürtmek için basınç ayarlı hava kompresöründen (Today's Oil-less Compress, Model: Rocker 420, Tayvan) sağlanan kuru hava, hava akış ölçerinde (Cole Palmer, ABD) akış hızı sabitlendikten (0.5 L/dk) sonra 10 sn süre ile kolona verilmiştir. Süre sonunda, köpüğün ulaştığı maksimum yükseklik kolon üzerindeki cetveldan okunmuştur. Proteinlerin köpük özellikleri, köpük kapasitesi ve köpük stabilitesi ile ifade edilmektedir (Damodaran, 2005). Köpüğün 10 sn süre sonunda ulaştığı maksimum yükseklikten köpük hacmi (cm³) hesaplanmıştır. Razmol protein konsantrelerinin köpük kapasitesi, köpük hacmi (cm³) olarak ifade edilmiştir. Köpük stabilitesi ise, köpüğün ulaştığı maksimum yüksekliğin yarıya düşmesi için geçen zaman veya köpük yarı-ömrü (sn) şeklinde ifade edilmiştir. Tüm örneklerde köpük özellikleri tayini

en az dört tekrarlı yapılmış, ortalamalar standart sapmalar ile birlikte ilgili şekillerde gösterilmiştir.

3.2.6 Razmol Protein Konsantrelerinin Kek Ürününde Yumurta İkamesi Olarak Kullanımı

3.2.6.1 Kek Formülasyonlarının Hazırlanması

Kontrol ve razmol protein konsantresi katkılı kekler, ticari kap kek (muffin tip) formülasyonuna göre kek katkı maddeleri ve karışımları hazırlayan bir firmanın Ar-Ge laboratuvarında hazırlanmıştır. Kap keklerin hazırlanmasında, distile suda belirli konsantrasyonda çözüldürülen protein konsantreleri, yumurta miktarı azaltılmış veya yumurtasız formülasyonlarda kullanılmıştır. Keklerin hazırlanmasında endüstriyel muffin tip kek hazırlama yöntemi ve Lin vd. (2017a) yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre, kek denemelerinde kullanılan yumurta ve yumurta ikamesi olarak kullanılacak razmol protein konsantresi sulu çözeltilerinin miktarları, kontrol kekinde kullanılan yumurta miktarı (144 g) esas alınarak aşağıdaki Çizelge 3.1'de gösterilmiştir. Bu çizelgede, hazırlanan keklerde kullanılan protein konsantreleri ve toplam kek hamuru ağırlığındaki % miktarları şöyledir:

Kap Kek 1: %3,3 oranında PK-1S

Kap Kek 2: %1,7 oranında PK-1S

Kap Kek 3: %3,2 oranında PK-1T

Kap Kek 4: %3,1 oranında PK-2S (yumurtasız)

Keklerin hazırlanmasında öncelikle yumurtanın beyaz ve sarı kısımları pasta karışımı hazırlama mikserinin (KitchenAid, USA) 1. kademesinde homojen şekilde karıştırılmıştır. Daha sonra ayçiçek yağı ve süt ilave edilerek homojen şekilde karıştırılması sağlandı. Sıvı katkıların karıştırılmasından sonra diğer katı katkı maddeleri (buğday unu, pudra şekeri, kabartma tozu, protein+su çözeltisi) ilave edilerek mikserin 6. kademesinde 4 dakika kadar karıştırılmıştır. Kek hamuru 50'şer gramlık olarak pişirme kağıtlarına dökülerek kekler 180 °C'de 25 dakika süreyle pişirilmiştir.

Çizelge 3. 1. Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin formülasyonları

Bileşenler	Kontrol	Kap Kek 1	Kap Kek 2	Kap Kek 3	Kap Kek 4
Buğday Unu (g)	156	156	156	156	156
Yumurta (g)	144	72	72	72	-
Pudra Şekeri (g)	108	108	108	108	108
Ayçiçek Yağı (g)	90	90	90	90	90
Kabartma tozu (g)	6	6	6	6	6
Süt (g)	36	36	36	36	36
Protein Konsantresi (g)	-	18	9	17	17
Su (ml)	-	54	63	55	127
Toplam Kek Hamuru Ağırlığı (g)	540	540	540	540	540
Protein Konsantresi* (%)	-	3,3	1,7	3,2	3,1

*Toplam kek hamuru ağırlığı üzerinden % protein konsantresi miktarı.

3.2.6.2 Kek Hamuru Yoğunluğu Tayini

Kek hamuru yoğunluğu (g/cm^3), kek hamuru ağırlığının (g), kek hamuru ağırlığının belirlendiği kabın hacmine (cm^3) bölünmesi ile hesaplanmıştır.

3.2.6.3 Pişmiş Keklerde Yapılan Analizler

3.2.6.3.1 Kek Ağırlığı Tayini

Her bir kap kek örneğinin ağırlığı oda sıcaklığında hassas terazi yardımıyla belirlenmiştir.

3.2.6.3.2 Kek Yüksekliği Tayini

Her bir kap kek örneğinin yüksekliği kekin ortadan ikiye bölündükten sonra orta kısmından el kumpası yardımıyla ölçülmüştür.

3.2.6.3.3 Kek Hacmi ve Spesifik Hacim Tayini

Kek hacmi, AACCI Approved Methods of Analysis Metot No. 10-05.01 (AACCI, 2010)'a göre belirlenmiştir. Bu yöntemle göre, kek hacmi, kolza tohumu ile yer değiştirme ilkesine göre hacim ölçer aletinde cm³ olarak belirlenmiştir. Keklerin fiziksel özelliklerinin ifade edilmesinde önemli bir parametre olan spesifik hacim ise kek hacminin (cm³) kek ağırlığına (g) bölünmesi ile hesaplanmıştır.

3.2.6.3.4 Keklerde Pişme Kaybı (Nem Kaybı) Tayini

Keklerde pişme kaybı (nem kaybı, %) aşağıdaki eşitliğe göre belirlenmiştir:

$$\text{Pişme Kaybı (Nem Kaybı) (\%)} = \frac{\text{Kek hamuru ağırlığı (g)} - \text{Pişmiş kek ağırlığı (g)}}{\text{Kek hamuru ağırlığı (g)}} \times 100$$

3.2.6.3.5 Keklerde Nem Tayini ve Su Aktivitesi Tayini

Keklerde nem miktarı tayini, AACCI Approved Methods of Analysis Metot No. 44-15.02 (AACCI, 2010) yöntemi temel alınarak, Lin vd. (2017b) yöntemi modifiye edilerek belirlenmiştir. Keklerde su aktivitesi tayini ise su aktivitesi ölçen cihazda (LabMaster, Novasina, İsviçre) oda sıcaklığı koşullarında ve 15 dakikalık ölçüm süresi sonunda belirlenmiştir.

3.2.6.3.6 Keklerde Tekstür Analizi

Kontrol ve razmol protein konsantresi ikameli kek örneklerinde tekstürel analizlerden sertlik (firmness/hardness, g) ve esneklik (springiness, %) analizleri Lin vd. (2017b) ve Levent ve Bilgiçli (2013) yöntemleri modifiye edilerek yapılmıştır. Buna göre, kek örnekleri küp şeklinde (20x20x20mm) kesildikten sonra tekstür analiz cihazında (TA-XT2i, Stable Micro System Ltd., Surrey, UK) 25 mm çaplı silindirik prob ile tekstür özellikleri incelenmiştir. İki tekrarlı sıkıştırma testi uygulanmıştır. Sıkıştırma testindeki parametreler şöyle uygulanmıştır: ön test hızı (pre-test speed) 1 mm/s, test hızı (test speed) 1 mm/s, test sonrası hızı (post-test speed) 10 mm/s, sıkıştırma mesafesi 5 mm, başlangıç kuvveti (trigger force) 5 g;

gerginlik (strain) %25 olarak uygulanmıştır. Analizde alüminyum silindirik prob (P36/R; 36 mm DIA) kullanılmıştır.

3.2.6.3.7 Keklerde Renk Analizi

Keklerde renk tayini, taşınabilir renk tayin cihazı (CR-400 Chroma Meter, Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japonya) kullanılarak Jarpa-Parra vd. (2017)'nin yöntemine göre yapılmıştır. Bu cihazda renk ölçümü CIE (International Commission on Illumination, 1976) $L^*a^*b^*$ sistemine göre yapılmıştır. Analize başlamadan önce cihaz standart beyaz kalibrasyon plakası ile kalibre edilmiştir. Buna göre kekler 6 cm genişlik ve 6 cm uzunlukta kesilerek hazırlanmış ve merkezlerinden olmak üzere L^* (parlaklık (+)/koyuluk (-)), a^* (kırmızılık (+)/yeşillik (-)) ve b^* (sarılık (+)/mavilik (-)) değerleri keklerin dış (crust) ve iç (crumb) yüzeylerinde ayrı ayrı belirlenmiştir. Keklerde renk analizi üç adet kekin her birinden üçer ölçüm alınarak yapılmıştır.

3.2.6.3.8 Keklerde Duyusal Analiz

Keklerde duyusal analiz, pişirildikten sonraki gün laboratuvar ortamında ve gün ışığında yapılmıştır. Buna göre, duyusal analiz, alanında uzman olmayan 21-40 yaşları arasında 14 panelistin (11 kadın ve 3 erkek) katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Panelistler, kontrol ve razmol protein konsantresi ikameli keklerin yumuşaklık, ıslaklık, ufalanma, esneklik, kısa çiğnemelerde ağızda bıraktığı his, gözenek yapısı, renk, parlaklık/görünüm, aroma (tat+koku), genel kabul edilebilirlik özelliklerini puanlayarak değerlendirmişlerdir. Değerlendirme 5 puan üzerinden yapılmıştır. Buna göre, 1: Çok kötü; 2: Kötü; 3: Kabul edilebilir; 4: İyi; 5: Çok iyi şeklinde puanlama yapılmıştır. Kontrol ve razmol protein konsantresi ikameli keklere üç rakamlı kodlar verilmiş ve daha sonra beyaz tabaklarda rastgele panelistlere dağıtılmıştır. Ayrıca, panelistlerin her bir örnekten sonra ağızlarında her hangi kalıntı kalmaması için su ile çalkalamaları istenmiştir.

3.2.7 İstatistiksel Analiz

Analiz sonuçları IBM SPSS Statistics Version 20 istatistik analiz paket programı kullanılarak One-way ANOVA yöntemi ile değerlendirilmiştir. Ortalamalar arası farkın karşılaştırılmasında DUNCAN çoklu karşılaştırma testi %95 güven aralığında kullanılmıştır. Ayrıca, ortalamalar ile birlikte standart sapmalar (ss) hesaplanmış ve grafik üzerinde hata çubukları olarak, tablolarda ise $\pm ss$ şeklinde gösterilmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu araştırmada kullanılan razmol (RZM) örneklerinin yağı uzaklaştırılmadan önce ve yağı uzaklaştırıldıktan sonraki bazı kimyasal özellikleri Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Buna göre, razmol örneklerinin, RZM-1 ve RZM-2, nem değerleri sırasıyla %11,8 ve %13,1; kül miktarları %3,60 ve %2,59; ham yağ miktarları %5,8 ve % 4,2; toplam besinsel lif miktarları ise %37,5 ve %25,7 olarak belirlenmiştir. Razmol örneklerinde bulunan ham yağ, proteinlerin ekstraksiyonunu ve fonksiyonel özelliklerini olumsuz etkileyebileceği göz önünde bulundurularak hekzan ile uzaklaştırılmıştır. Böylece, yağı uzaklaştırılmış razmol örneklerinin (dRZM-1 ve dRZM-2) protein oranı, yağı uzaklaştırılmamış razmol örneklerine göre kuru madde üzerinden daha yüksek bulunmuştur. Jiamyangyuen vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada ise ham yağ uzaklaştırma işlemi ile pirinç kepeklerinin nem, protein ve kül miktarlarında artış görülmüştür.

Çizelge 4.1. Razmol (RZM) ve yağı uzaklaştırılmış razmol (dRZM) örneklerinin bazı kimyasal özellikleri

RZM	Nem (%)	Kül* (%)	Ham Yağ* (%)	Protein* (%)	TBL* (%)
RZM-1	11,8±0,02	3,60±0,019	5,8±0,12	15,5±0,03	37,5±1,23
RZM-2	13,1±0,00	2,59±0,030	4,2±0,12	16,2±0,07	25,7±1,91
dRZM-1	8,0±0,02	NA	NA	15,9±0,05	NA
dRZM-2	10,4±0,04	NA	NA	17,0±0,05	NA

*Kurumadde üzerinden verilmiştir; Ortalama±ss; n:3.
TBL: Toplam besinsel lif. NA: Analiz yapılmadı.

Onipe vd. (2015), buğday kepeğinin kuru madde üzerinden besinsel lif miktarını %33,4-63,0; kül miktarını %8,1-12,7, nem miktarını %8,1-12,7 ve protein miktarını %9,60-18,6 olarak belirtmiştir. Kaur vd. (2011) buğday kepeği için ham protein oranını %9,6, kül miktarını %4,06, ham yağ oranını %4,07, besinsel lif oranını ise %33,4 olarak belirlemişlerdir. Vitaglione vd. (2008) ise, buğday kepeği için toplam besinsel lif miktarını %36,5-52,4 aralığında belirtmiştir. Sandberg (2015), yaptığı araştırmada durum buğdayı ince kepek (fine bran) fraksiyonunun besinsel lif miktarını %57,1; ham protein miktarını %15,9; nem miktarını %8,1 ve ham yağ miktarını %7,8 olarak tespit etmiştir. Punia vd. (2017) protein içeriğinin fonksiyonel

özellikler üzerine etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Yüksek protein içeriğine sahip buğdaylardan elde edilen unların su ve yağ absorplama kapasiteleri, emülsiyon ve köpük özellikleri gibi bazı fonksiyonel özellikleri daha iyi bulunmuştur (Punia vd., 2017).

Araştırmamızda kullanılan yağı uzaklaştırılmış razmol örneklerinin partikül boyut analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Buna göre, yağı uzaklaştırılmış razmol örneklerinin (dRZM-1 ve dRZM-2) partikül boyutları sırasıyla 650,3 µm ve 410,2 µm olarak bulunmuştur. dRZM-1 örneğinin partikül boyutu dRZM-2'ye göre daha yüksektir. Junejo vd. (2018) yaptıkları çalışmada durum buğdayı kepeği partikül boyutunun kimyasal özellikleri etkilediğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.2. Yağı uzaklaştırılmış razmol (dRZM) örneklerinin partikül boyutu analiz sonuçları

RZM	Partikül Boyutu*(µm)
dRZM-1	650,3±29,52
dRZM-2	410,2±2,79

*d(0.9): Örneğin %90'ınının ortalama partikül boyutudur.

Araştırmada kullanılan razmol (RZM) ve yağı uzaklaştırılmış razmol (dRZM) örneklerinin suda çözünür madde ve su bağlama kapasitesi değerleri Çizelge 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Razmol (RZM) ve yağı uzaklaştırılmış razmol (dRZM) örneklerinin suda çözünür madde ve su bağlama kapasitesi değerleri

RZM	Suda Çözünür Madde* (%)	Su Bağlama Kapasitesi* (%)
RZM-1	14,7±0,12b	279,9±6,14a
RZM-2	11,7±0,12d	186,2±3,04c
dRZM-1	15,7±0,07a	287,7±2,19a
dRZM-2	12,4±0,15c	226,0±8,28b

*Ortalama±ss; n:3; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$).

Buna göre, razmol örneklerinin (RZM-1 ve RZM-2) suda çözünür madde miktarları sırasıyla %14,7 ve %11,7; su bağlama kapasiteleri %279,9 ve %186,2

iken; yağı uzaklaştırılmış razmol örneklerinin (dRZM-1 ve dRZM-2) suda çözünür madde miktarları sırasıyla %15,7 ve %12,4 ve su bağlama kapasiteleri %287,7 ve %226,0 olarak bulunmuştur. Ham yağ uzaklaştırma işlemi, razmol örneklerinin suda çözünür madde ve su bağlama kapasitesi değerlerinde artışa yol açmıştır. Yağı uzaklaştırılmış razmol örneklerinin partikül boyutu ile suda çözünür madde ve su bağlama kapasitesi değerleri arasında doğru orantı olduğu ifade edilebilir.

Bu çalışmada, iki farklı razmol örneğinden (sırasıyla RZM-1 ve RZM-2) farklı çözücüler (distile su ve 0,15 M NaCl) kullanılarak protein konsantreleri elde edilmiş ve sırasıyla PK-1S, PK-2S, PK-1T ve PK-2T olarak tanımlanmışlardır. Üretilen protein konsantrelerinin % verimleri ve bazı kimyasal özellikleri Çizelge 4.4.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Protein konsantrelerinin ekstraksiyon verimleri ve bazı kimyasal özellikleri

Protein Konsantresi	Verim^{a,b} (%)	Nem^b (%)	Kül^{*,b} (%)	Protein^{*,b} (%)
PK-1S	6,7±0,21a	4,2±0,12b	3,73±0,106a	79,1±0,61c
PK-2S	5,6±0,17b	4,7±0,06a	3,31±0,127a	86,0±0,81a
PK-1T	5,5±0,21b	2,5±0,20d	3,98±0,523a	82,3±0,36b
PK-2T	4,6±0,10c	3,3±0,20c	4,03±0,113a	86,7±0,21a

*Kurumadde üzerinden verilmiştir. Ortalama±ss; n:3.

^aLiyofilizasyon sonunda üretilen toz proteinin 50 g ham yağsız razmol örneğine oranlanarak hesaplanmıştır.

^bAynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$).

Verim hesaplamalarında 50 g ham yağlı uzaklaştırılmış razmol örneğinden ekstrakte edilen liyofilize, toz protein konsantresinin ağırlığı temel alınmıştır. PK-1S, PK-2S, PK-1T ve PK-2T'ye ait ekstraksiyon verimleri sırasıyla %6,7, %5,6, %5,5 ve %4,6 olarak bulunmuştur. En yüksek ekstraksiyon verimi PK-1S (%6,7); en düşük ekstraksiyon verimi ise PK-2T (%4,6) protein konsantrelerinde belirlenmiştir. Kullanılan çözücü türü bakımından karşılaştırıldığında, distile su kullanılarak elde edilen protein konsantrelerinin verimi, tuzlu suda ekstrakte edilen protein konsantrelerinin veriminden daha yüksektir. Ayrıca, partikül boyutunun, % verimi etkilediği de düşünülmektedir.

Liyofilizasyon işleminin sonucu protein konsantrasyonlarının nem oranları %2.5-4.7 aralığında değişmiştir. Protein konsantrasyonlarının kül miktarları ise %3,31-4,03 aralığında bulunmuş fakat kül değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark yoktur. Distile suda ekstrakte edilen protein konsantrasyonlarının nem miktarları tuzlu suda ekstrakte edilen konsantrasyonlara göre daha yüksek, kül miktarları ise daha düşüktür. PK-1S, PK-2S, PK-1T ve PK-2T'nin kuru madde üzerinden protein oranları ise sırasıyla %79,1, %86,0, %82,3 ve %86,7 olarak belirlenmiştir. Kolpakova vd. (2018), yaptıkları bir çalışmada, %77,9 protein içeriğine sahip buğday kepeği protein konsantrasyonunun nem değerini %5,3 ve kül miktarını %3,3 olarak belirlemiştir. Hassan vd. (2010) ise %66,33 protein oranına sahip buğday protein izolatına ait nem değerini %3,53 ve kül miktarını %4,73 olarak bildirmişlerdir. Piotrowicz ve Salas-Mellado (2017)'nin yaptığı çalışmada, iki farklı pirinç kepeği protein konsantrasyonuna ait nem değerleri %3,9 ve %5,4; kül değerleri ise %4,3 ve %5,4 olarak bulunmuştur.

Distile su kullanılarak üretilen razmol protein konsantrasyonları (PK-1S ve PK-2S) ve tuzlu su kullanılarak üretilen protein konsantrasyonlarına (PK-1T ve PK-2T) ait renk değerleri Çizelge 4.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrasyonlarının renk değerleri

Protein Konsantrasyonu	L^*	a^*	b^*
PK-1S	55,2±0,11d	5,8±0,11a	16,4±0,22b
PK-2S	65,1±0,28a	4,9±0,02c	18,3±0,23a
PK-1T	58,6±0,81c	4,5±0,04d	14,5±0,34c
PK-2T	64,2±0,41b	5,2±0,16b	18,6±0,21a

Ortalama±ss; n:3; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$).

Buna göre, protein konsantrasyonlarının L^* (parlaklık (+)/koyuluk (-)) değeri en yüksek PK-2S'de, a^* (kırmızılık (+)/yeşillik (-)) değeri en yüksek PK-1S'de ve b^* (sarılık (+)/mavilik (-)) değeri en yüksek PK-2T'de gözlenmiştir. Yine, en düşük L^* (parlaklık (+)/koyuluk (-)) değeri PK-1S'de, en düşük a^* (kırmızılık (+)/yeşillik (-)) ve b^* (sarılık (+)/mavilik (-)) değerleri ise PK-1T'de görülmüştür.

Farklı çözücüler kullanılarak ekstrakte edilen razmol protein konsantrasyonlarının su tutma ve yağ absorplama kapasiteleri Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. En yüksek su

tutma ve yağ absorplama kapasitesi (sırasıyla 2,66 ve 3,98 g/g) PK-2S, en düşük su tutma ve yağ absorplama kapasitesi ise (sırasıyla 1,99 ve 2,61 g/g) PK-2T protein konsantrlerinde saptanmıştır. Distile suda ekstrakte edilen protein konsantrlerinin su tutma kapasiteleri daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Protein konsantrlerinin su tutma ve yağ absorplama kapasiteleri

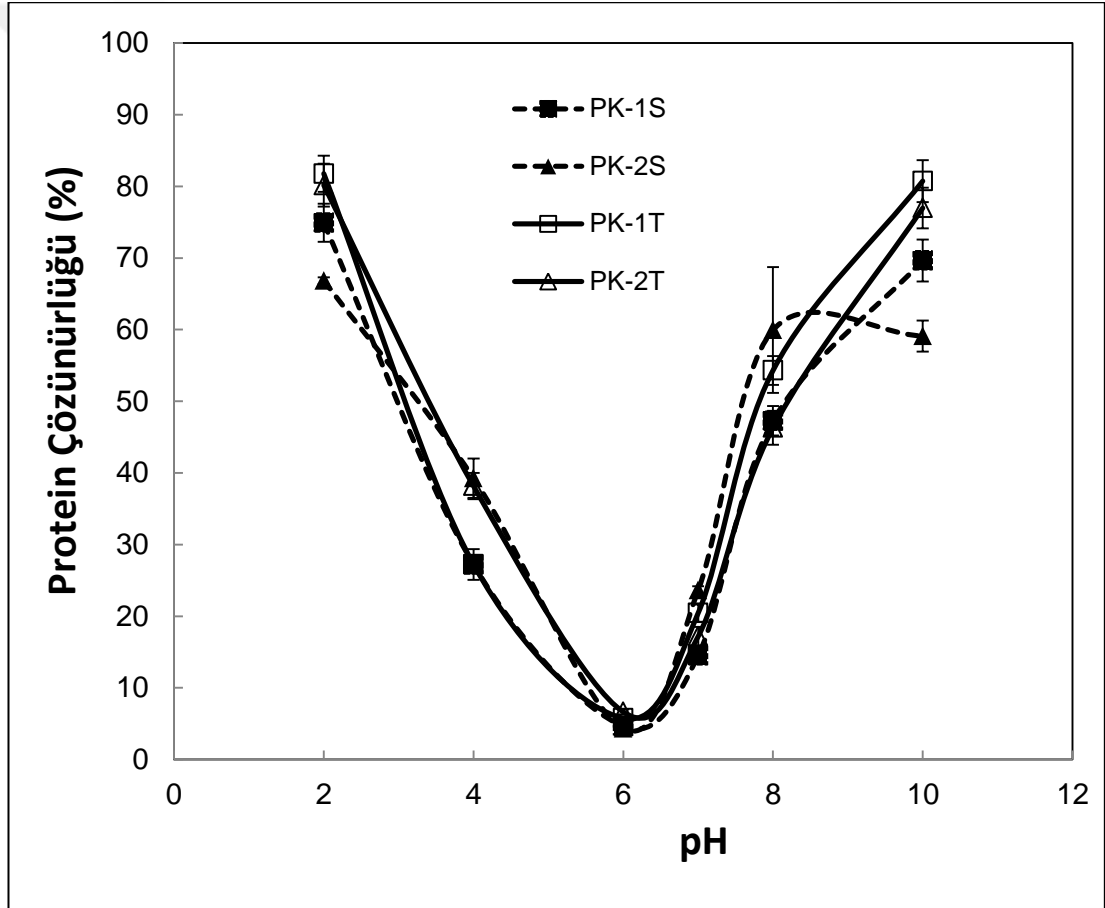
Protein Konsantresi	Su Tutma Kapasitesi^{*,a} (g su/g örnek)	Yağ Absorplama Kapasitesi^{*,a} (g yağ/ g örnek)
PK-1S	2,53±0,045b	3,50±0,499a
PK-2S	2,66±0,040a	3,98±0,157a
PK-1T	2,27±0,053c	3,51±0,155a
PK-2T	1,99±0,021d	2,61±0,156b

*Ortalama±ss; n:3; ^aAynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$).

Esposito vd. (2005) yaptıkları bir çalışmada, su tutma kapasitesinin çözünmeyen lif miktarı ve durum buğdayı kepeği yan ürünlerinin granül büyüklüğüne bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Üretilen protein konsantrlerinin su tutma ve yağ absorplama kapasitesi, çözünür buğday protein izolatının su tutma (1,66 g/g) ve yağ absorplama kapasitesinden (1,73 g/g) yüksektir (Ahmedna vd., 1999). Yüksek su tutma kapasitesinin ambalajlı fırıncılık ürünlerinde nem kaybını azalttığı belirtilmiştir (Phongthai vd., 2017). Buğday kepeği proteinlerinin su tutma kapasitesinin 4,20 mL H₂O/g protein, yağ absorplama kapasitesinin ise 1,70 mL yağ/g protein olduğu bildirilmiştir (Idris vd., 2003). Kolpakova vd. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday kepeği protein konsantrininin su tutma (2,90 g/g) ve yağ absorplama kapasiteleri (4,20 g/g), buğday gluteninden daha yüksek bulunmuştur.

Kaushik vd. (2015) tarafından yapılan araştırmada, dondurarak kurutulmuş glutenin su absorplama kapasiteleri %298,8-354,2; yağ absorplama kapasiteleri ise %260,2-356,0 aralıklarında değişmiştir. Dolayısıyla, üretilen protein konsantrlerinin su tutma kapasiteleri glutene göre düşük, yağ absorplama kapasiteleri ise gluten ile benzerdir. Pirinç kepeği protein konsantresi ile karşılaştırıldığında, protein konsantrlerinin su tutma kapasitesi daha düşük (<3,0 g/g), yağ absorplama kapasiteleri ise daha yüksektir (>1,60 g/g; Yousif vd., 2016).

Araştırmada üretilen protein konsantrelerinin (PK-1S, PK-2S, PK-1T ve PK-2T) fonksiyonel özelliklerinden protein çözünürlüğü %1,0 (w/v) protein konsantrasyonunda pH'nın bir fonksiyonu olarak çalışılmıştır (Şekil 4.1). Ortalamalar arası standart sapma, ilgili şekilde hata çubukları ile gösterilmiştir, ayrıca protein çözünürlüğü değerleri istatistiksel sonuçları ile birlikte **Ek B**'de gösterilmiştir. En yüksek protein çözünürlüğü değeri PK-1T ile pH 2'de gözlenmiştir (%81,8). Tüm protein konsantreleri için en yüksek protein çözünürlüğü değerleri pH 2'de gözlenirken bunu sırasıyla pH 10, pH 8 ve pH 4'te bulunan protein çözünürlüğü değerleri izlemiştir. Tüm protein konsantrelerinde en düşük protein çözünürlüğü pH 6'da gözlenmiştir ($p<0,05$).



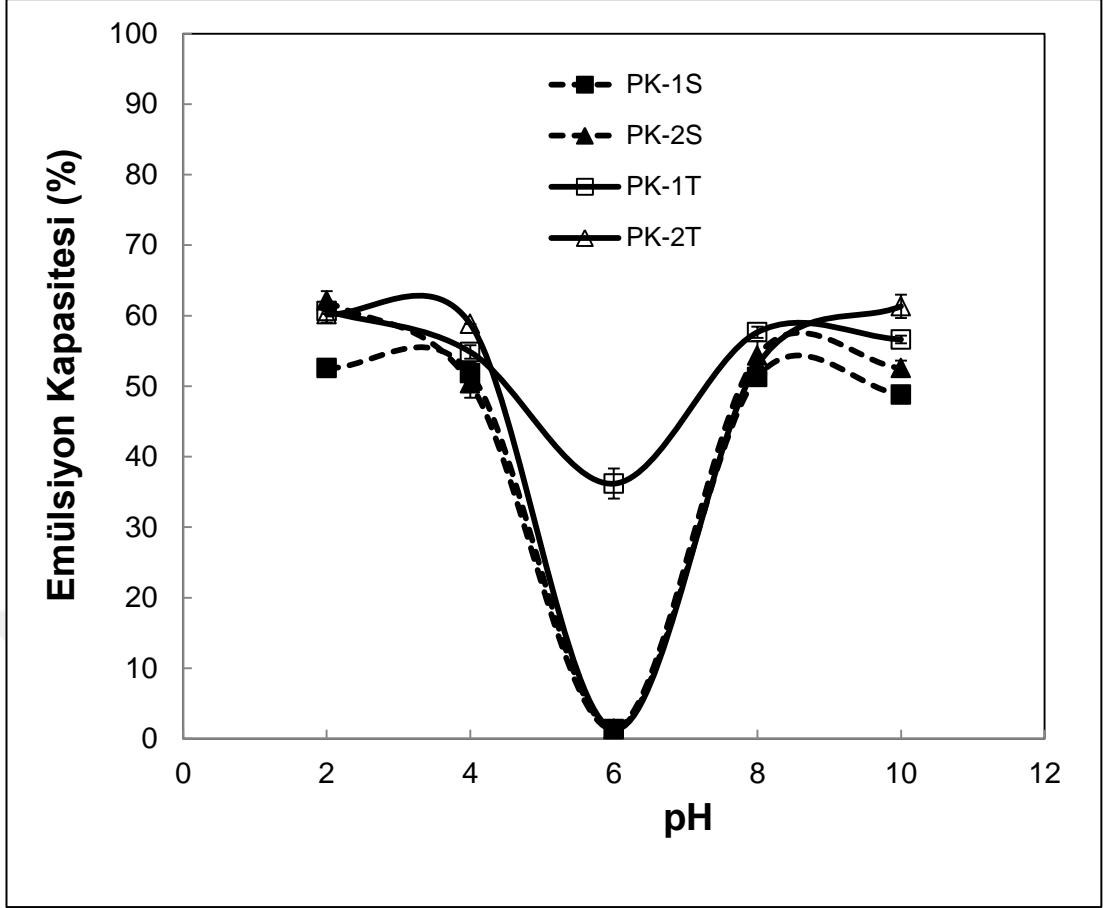
Şekil 4.1. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin protein çözünürlüğü (%) değerleri üzerine pH'nın etkisi.

Buğday protein izolatının protein çözünürlüğü pH 2, 4, 10'da razmol protein konsantrelerine göre çok daha düşük (sırasıyla %31,75, %5,66 ve %50,09) iken, pH 6-7'de ise (sırasıyla %19,51 ve %43,09) daha yüksek bulunmuştur (Hassan vd.,

2010). Hassan vd. (2010) yaptıkları araştırmada en düşük protein çözünürlüğünü pH 4'te, en yüksek protein çözünürlüğünü ise alkali pH'larda gözlemlemişlerdir. Pirinç kepeği protein izolatu ile benzer şekilde, asidik veya alkali ortamda protein çözünürlüğünün yüksek olduğu başka bir çalışmada da gösterilmiştir (Esmaeili vd., 2016). Idris vd. (2003) yaptıkları bir çalışmada, buğday kepeği proteinlerini çözünürlüklerine göre %23,5 albumin, %15,5 globulin, %18,5 prolamin ve %25,5 glutelin olarak fraksiyonlarına ayırmışlardır. Fraksiyonların protein çözünürlüğü en düşük pH 5,5'te, en yüksek pH 11,5'te saptanmıştır (Arte vd., 2019). Benzer şekilde, buğday kepeği protein izolatının protein çözünürlüğü alkali pH'da en yüksektir (Arte vd., 2019; Hassan vd., 2010).

Distile suda (PK-1S, PK-2S) ve tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünebilen proteinlerinin emülsiyon kapasitesi (%) değerleri Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Ortalamalar arası standart sapma, ilgili şekilde hata çubukları ile gösterilmiş, ayrıca emülsiyon kapasitesi değerleri istatistiksel sonuçları ile birlikte **Ek C**'de verilmiştir. Buna göre, en yüksek emülsiyon kapasitesi, PK-1S, PK-2S ve PK-1T ile pH 2'de (sırasıyla %52,5, %62,1 ve %60,7), PK-2T ile pH 10'da (%62,1) gözlenmiştir. Tüm protein konsantreleri için en düşük emülsiyon kapasitesi pH 6'da görülmüştür ($p < 0,05$). Bu değer dışında bulunan tüm pH'lardaki emülsiyon kapasitesi değerleri %50'nin üzerindedir. Genellikle, pH'nın bir fonksiyonu olarak asidik veya alkali ortamda emülsiyon kapasitesi, protein çözünürlüğüne bağlı olarak artış göstermektedir.

Buğday kepeği proteinlerinin emülsiyon kapasitesi asidik veya alkali ortamda daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Idris vd., 2003). Bir başka çalışmada ise pirinç kepeği protein izolatının emülsiyon özelliklerinin alkali pH'da en yüksek olduğu ifade edilmiştir (Al-Jouini vd., 2018). Hassan vd. (2010) yaptıkları bir çalışmada, pH'nın bir fonksiyonu olarak buğday protein izolatu ve buğday albumininin emülsiyon özelliklerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada, protein örneklerinin en düşük emülsiyon özellikleri pH 4'te gözlenirken, asidik veya alkali ortamda emülsiyon özellikleri daha yüksek bulunmuştur.

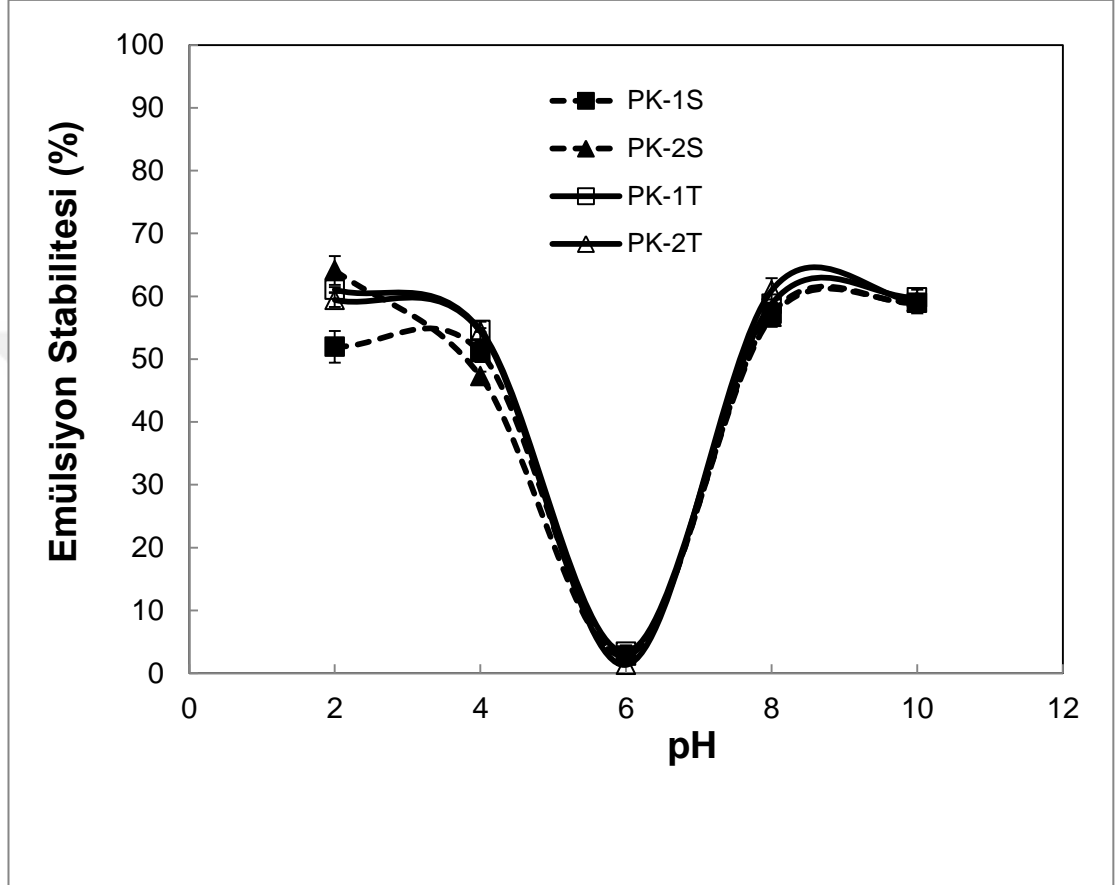


Şekil 4.2. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünen proteinlerinin emülsiyon kapasitesi (%) değerleri.

Distile suda (PK-1S, PK-2S) ve tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünebilen proteinlerinin emülsiyon stabilitesi (%) değerleri Şekil 4.3'te ve ayrıca **Ek D**'de istatistiksel sonuçları ile birlikte verilmiştir. Ortalamalar arası standart sapma, ilgili şekilde hata çubukları ile gösterilmiştir. Buna göre, en yüksek emülsiyon stabilitesi değerleri PK-1S ile pH 8'de (%57,2), PK-2S ile pH 2'de (%64,1), PK-1T ile pH 2'de (%61,1) ve PK-2T ile pH 8'de (%60,9) gözlenmiştir. Tüm protein konsantreleri için en düşük emülsiyon stabilitesi ise pH 6'da görülmüştür ($p < 0,05$). Genel itibarıyla, emülsiyon stabilitesi değerleri asidik veya alkali ortamda protein çözünürlüğüne bağlı olarak artmıştır.

Idris vd. (2003) yaptıkları çalışmada buğday kepeği proteinlerinin emülsiyon stabilitesi değerlerini en düşük asidik pH'da, en yüksek ise alkali pH'da gözlemlemişlerdir. Mao ve Hua (2012), ceviz protein izolat ve konsantrelerine ait emülsiyon stabilite değerlerini asidik veya alkali pH'larda daha yüksek saptamışlardır. Ayçiçeği protein izolatına ait emülsiyon stabilitesi değerleri tüm

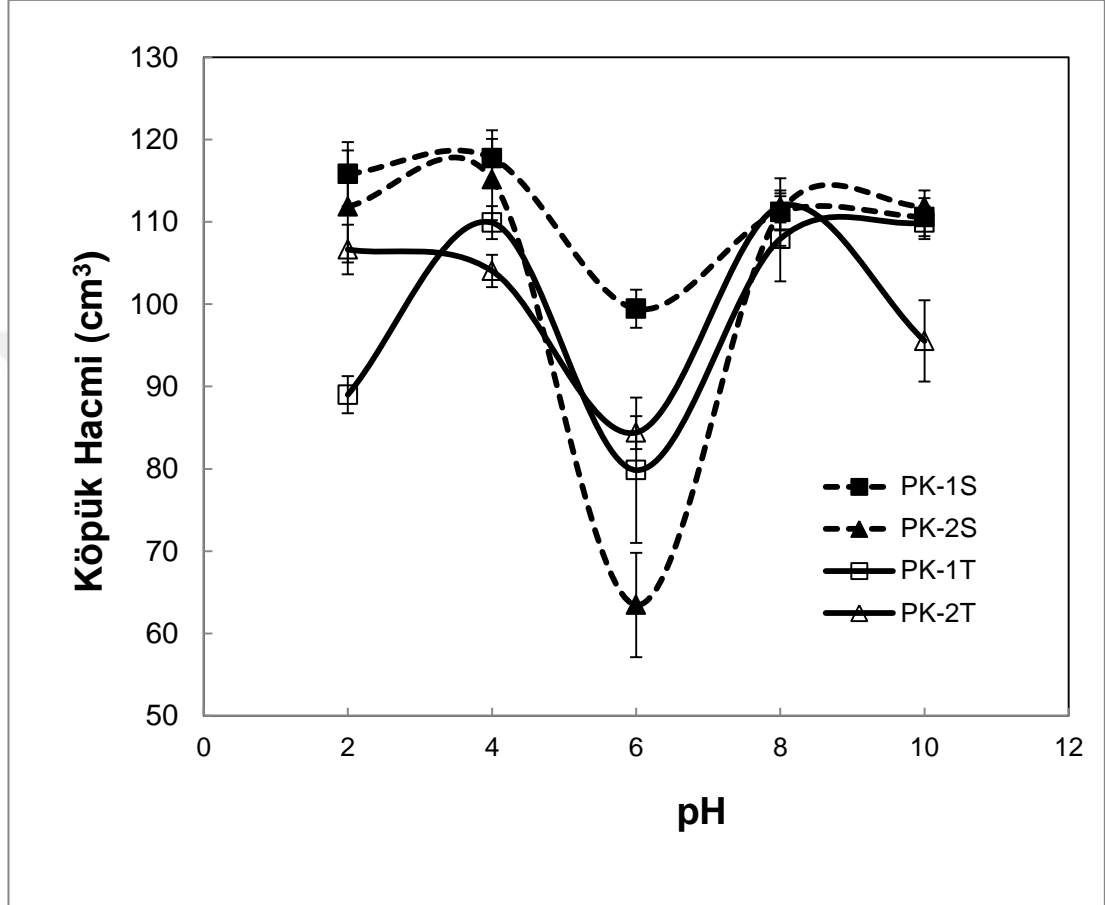
pH'larda (2, 4, 6, 8, 10) %90-100 aralığında bulunmuştur (Ivanova vd., 2014). Pirinç kepeği protein izolatlarına ait emülsiyon stabilitesi değerleri pH 7 ve pH 8'de en yüksek tespit edilmiştir (Esmaeili vd., 2016). Mısır gluteninin (zein proteini) emülsiyon stabilitesi <15 µm partikül boyutunda ve pH 6.6'da %50,8 olarak bulunmuştur (Wu, 2001).



Şekil 4.3. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünen proteinlerinin emülsiyon stabilitesi (%) değerleri.

Distile suda (PK-1S, PK-2S) ve tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünen proteinlerinin köpük hacmi (KH, cm³) değerleri Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Ortalamalar arası standart sapma, ilgili şekilde hata çubukları ile gösterilmiş ve araştırmada bulunan köpük hacmi değerleri istatistiksel sonuçları ile beraber ayrıca **Ek E'**de verilmiştir. Buna göre, en yüksek köpük hacmi değerleri PK-1S için pH 4'te (117,7 cm³), PK-2S için pH 4'te (115,1 cm³), PK-1T için pH 4 ve 10'da (109,9 cm³) ve PK-2T için pH 8'de (111,9 cm³) belirlenmiştir. Tüm protein konsantreleri için en düşük köpük hacmi pH 6'da bulunmuştur ($p < 0,05$). Genellikle, asidik veya alkali pH'larda köpük hacmi değerleri protein çözünürlüğüne bağlı olarak daha yüksek tespit edilmiştir. Yapılan bir

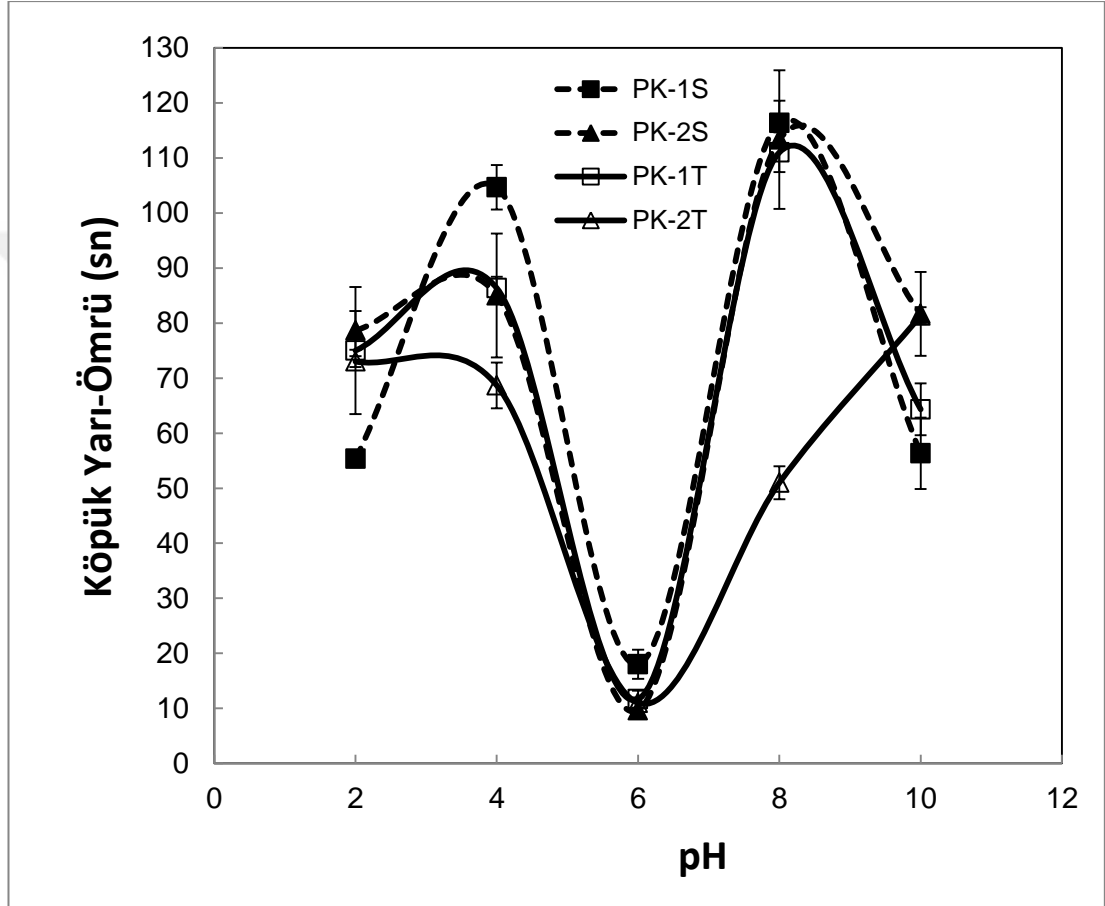
çalışmada, buğday kepeği proteinlerinin köpük hacmi en yüksek pH 11,5'te, en düşük pH 5,5'te gözlenmiştir (Idris vd., 2003). Hassan vd. (2010) yaptıkları bir çalışmada, pH'nın bir fonksiyonu olarak buğday protein izolatı köpük kapasitesi değerini en düşük pH 5'te, en yüksek değeri ise pH 8-10 aralığında gözlemlemişlerdir.



Şekil 4.4. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrlerinin farklı pH'larda çözünen proteinlerinin köpük hacmi (cm³) değerleri.

Distile suda (PK-1S, PK-2S) ve tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrlerinin farklı pH'larda çözünebilir proteinlerinin köpük yarı-ömrü (KYÖ, sn) değerleri Şekil 4.5'te ve ayrıca istatistiksel analiz sonuçları ile birlikte **Ek F**'de gösterilmiştir. İlgili şekilde ortalamalar arası standart sapma, hata çubukları ile gösterilmiştir. Buna göre, en yüksek KYÖ değerleri PK-1S, PK-2S ve PK-1T için pH 8'de (sırasıyla 116,3 sn, 113,3 sn ve 111,0 sn, $p>0,05$) ve PK-2T için ise pH 10'da (81,3 sn) belirlenmiştir ($p<0,05$). Tüm protein konsantreleri için en düşük KYÖ değeri pH 6'da tespit edilmiştir ($p<0,05$). Aşırı asidik veya alkali ortamda protein çözünürlüğüne bağlı olarak köpük yarı-ömrü değerleri yüksek bulunmuştur. Kısaca,

protein konsantrelerinin köpük stabilitesi veya köpük yarı-ömrü değerleri ortam pH'sından etkilenmiştir. Buğday kepeği proteinlerinin köpük stabilitesi alkali pH'larda daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi, artan protein çözünürlüğü ve çözünür proteinlerin yüzey özellikleri ile açıklanmıştır (Idris vd., 2003). Başka bir çalışmada ise pH'nın bir fonksiyonu olarak buğday protein izolatına ait köpük stabilitesi değeri en düşük pH 3-5 aralığında, en yüksek değeri ise pH 8-10 aralığında gözlenmiştir (Hassan vd., 2010).



Şekil 4.5. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünen proteinlerinin köpük yarı-ömrü (sn) değerleri.

Araştırmada üretilen kontrol ve yumurta yerine razmol protein konsantresi ikameli kap keklerin genel görünüşleri **Ek G**'de gösterilmiştir. Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin ağırlık, yükseklik, hacim, spesifik hacim ve pişme kaybı gibi bazı fiziksel özellikleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Buna göre, kontrol keki ile karşılaştırıldığında yumurta miktarı azaltılmış kap keklerin yüksekliği, hacmi, spesifik hacmi ve pişme kaybı daha düşük bulunmuştur. Dolayısıyla, protein konsantresi ilavesi; keklerin yükseklik, hacim ve spesifik hacim

değerlerini azaltmıştır ($p<0,05$). En düşük yükseklik, hacim, spesifik hacim ve pişme kaybı yumurtanın %100 ikame edildiği Kap Kek 4'te gözlenmiştir.

Hayvansal proteinlerin bitkisel proteinler ile ikamesinin, proteinlerin teknofonksiyonel özelliklerini geliştireceği düşünülmektedir (Alves ve Tavares, 2019). Bir çalışmada, yumurta beyazı proteinlerinin, gluten hidrolizati ile ikamesinin köpük özelliklerini iyileştirdiği belirtilmiştir (Wouters vd., 2018).

Jarpa-Parra vd. (2017) yaptıkları bir çalışmada mercimek proteini kullanarak yumurta ve süt proteinlerini ikame ettikleri pandispanya ve kap keklerin yüksekliğinde belirgin bir değişiklik gözlemlenmemiş ve pişme kaybını önemli ölçüde azalttığını tespit etmişlerdir. Yumurtasız kek hamuru yoğunluğunun peynir altı suyu protein konsantresi miktarındaki artış ile azaldığı bir başka çalışmada belirtilmiştir (Jyotsna vd., 2007). Peyniraltı suyu protein konsantresi ve yağsız süt tozu ikameli yumurtasız kap keklerde % pişme kaybında (kontrol: %17,65, kap kek: %13,48) ve spesifik hacimde (kontrol: 1,54 cm³/g, kap kek: 1,40 cm³/g) azalma meydana geldiği ifade edilmiştir (Singh vd., 2017).

Shevkani vd. (2015), börülce protein izolatının pirinç unundan yapılan kap keklerin hacmini arttırdığını bildirmiştir. Bezelye protein izolatı ikameli yumurtasız keklerin spesifik hacim değerleri kontrole göre azaldığı ifade edilmiştir (Lin vd., 2017a). Pirinç unundan üretilen kap kek formülasyonuna vital buğday gluteni ilavesi kek yüksekliğinde artışa sebep olmuş; pişme kaybı ve spesifik hacimde ise belirgin bir değişiklik gözlenmemiştir. Formülasyona soya ve bezelye protein izolatı ilavesi, kek yüksekliğinde azalmaya sebep olmuştur (Matos vd., 2014).

Jiamyangyuen vd. (2015) ekmek üzerinde yaptıkları bir çalışmada pirinç kepeği protein konsantresi ilavesi arttıkça hamur ağırlığı ve boyutu ile ekmeğin spesifik hacim ve pişme kaybı değerlerinin azaldığı görülmüştür. Bunun sebebi, pirinç kepeği protein konsantrelerinin su tutma kapasitesi olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.7. Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak veya yumurtasız üretilen kap keklerin bazı fiziksel özellikleri

Kap Kek	Ağırlıkça PK Miktarı (%)	Kek Hamuru Yoğunluğu ^a (g/cm ³)	Kek Ağırlığı ^{*b} (g)	Kek Yüksekliği ^b (mm)	Kek Hacmi ^{*c} (cm ³)	Spesifik Hacim ^{*c} (cm ³ /g)	Pişme Kaybı ^{*b} (%)
Kontrol	-	1.10	42,8±1,04a	49,4±0,92a	88,7±3,06a	2,1±0,03a	14,5±2,07a
Kap Kek 1	3,3	1.14	43,0±1,07a	45,4±0,74c	74,0±2,00b	1,7±0,03b	14,0±2,14a
Kap Kek 2	1,7	1.14	43,0±1,07a	44,6±1,30c	71,3±3,06bc	1,6±0,03d	14,0±2,14a
Kap Kek 3	3,2	1.14	43,0±1,51a	46,8±1,04b	73,3±4,16b	1,7±0,03c	14,0±3,02a
Kap Kek 4	3,1	1.14	43,5±1,41a	40,1±0,99d	67,3±3,06c	1,5±0,02e	13,0±2,83a

*Ortalama±standart sapma; ^a n:1; ^b n:8; ^c n:3; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$).

Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin nem miktarları ve su aktivitesi değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Buna göre, en düşük nem miktarı yumurtanın %50 ikame edildiği Kap Kek 1'de, en yüksek nem miktarı ise yumurtanın tam ikame edildiği Kap Kek 4'te saptanmıştır. Kap keklerin su aktivitesi değerleri 0,80-0,85 a_w aralığında bulunmuştur.

Singh vd. (2017) yaptıkları bir çalışmada, peyniraltı suyu protein konsantresi ve yağsız süt tozu ikameli yumurtasız kap keklerde su aktivitesi değerini kontrole göre daha düşük bulmuşlardır. Lin vd. (2017a) çalışmasında bezelye protein izolatu ikameli yumurtasız kekin nem miktarını (%27,33) kontrol kekine göre (%29,02) daha düşük tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.8. Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin nem miktarları ve su aktivitesi değerleri

Kap Kek	Ağırlıkça PK Miktarı (%)	Nem* (%)	Su aktivitesi* (a_w)
Kontrol	-	19,3±0,38d	0,83±0,026ab
Kap Kek 1	3,3	17,3±0,70e	0,80±0,017b
Kap Kek 2	1,7	20,6±0,36c	0,85±0,022a
Kap Kek 3	3,2	23,1±0,46b	0,85±0,011a
Kap Kek 4	3,1	24,6±1,10a	0,85±0,011a

*Ortalama±standart sapma; n:3; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$). PK: Protein konsantresi

Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin bazı tekstürel özellik değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Buna göre, Kap Kek 1 sertlik bakımından kontrol kekine en yakındır, ancak diğer kap keklerin sertlik değerlerinde azalma gözlenmiştir. Kap keklerin esneklik değerleri %44,5-47,3 arasında olup istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Jarpa-Parra vd. (2017) çalışmalarında, mercimek protein konsantresi ikameli keklerde, saklama süresince, sertlik ve çignenebilirlik kalitesinin azaldığını belirtmişlerdir. Lin vd. (2017a) yaptıkları bir çalışmada, bezelye protein izolatu ikameli yumurtasız keklerin sertlik değerinin (1118,1 g) kontrole göre (362,3 g) çok yüksek, esneklik değerinin (%83) ise kontrol kekine göre (%95) düşük bulunduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.9. Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin bazı tekstürel özellikleri

Kap Kek	Ağırlıkça PK Miktarı (%)	Sertlik* (g)	Esneklik* (%)
Kontrol	-	673,9±31,77a	46,9±0,70a
Kap Kek 1	3,3	693,7±34,36a	44,5±2,52a
Kap Kek 2	1,7	489,9±59,76b	47,3±0,38a
Kap Kek 3	3,2	502,0±40,91b	45,7±1,79a
Kap Kek 4	3,1	482,9±40,37b	46,0±2,38a

*Ortalama±standart sapma; n:3; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$). PK: Protein konsantresi

Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) Çizelge 4.10'da verilmiştir. Buna göre, en yüksek L^* değeri Kap Kek 2'nin iç yüzeyinde; en yüksek a^* değeri Kap Kek 1'in dış yüzeyinde; en yüksek b^* değeri ise kontrol kekinin dış yüzeyinde görülmüştür. Protein konsantresi ilavesi, tüm kap keklerin iç ve dış yüzeylerinin L^* parlaklık ve b^* sarılık değerlerini azalttığı belirlenmiştir.

Matos vd. (2014) yaptıkları bir çalışmada, pirinç unlu kap keklerle vital buğday gluteni, soya protein izolatu ve bezelye protein izolatu ilavesinin L^* değerinde azalma, a^* ve b^* değerlerinde artışa sebep olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde, ekme formülasyonuna pirinç kepeği protein konsantresi ilavesi ekmeğin iç ve dış yüzeyinin L^* değerinin azalmasına, a^* değerinin ise artmasına sebep olduğu ifade edilmiştir (Phongthai vd., 2016).

Lin vd. (2017a) yaptıkları bir çalışmada, bezelye protein izolatu ikameli yumurtasız keklerde L^* renk değerinin kontrol kekine göre azalma, a^* renk değerinin ise kontrol kekine göre artış gösterdiğini bildirilmişlerdir. Araştırmalarında, b^* renk değerinde önemli bir değişiklik gözlemlenmemişlerdir.

Diğer bir çalışmada, süt ve yumurtanın mercimek protein konsantresi ile ikame edildiği kap kek örneklerinin iç yüzeylerinin L^* renk değerinde önemli bir değişiklik meydana gelmemiş, ancak a^* ve b^* renk değerlerinde kontrole göre azalma görüldüğü ifade edilmiştir (Jarpa-Parra vd., 2017).

Çizelge 4.10. Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin renk değerleri

Kap Kek		L^{*a}	a^{*a}	b^{*a}
Kontrol	Dış yüzey	64,8±2,78a	10,3±2,29a	45,1±0,91a
	İç yüzey	73,1±0,32a	-1,7±0,50c	31,1±0,85a
Kap Kek 1	Dış yüzey	58,0±1,04b	10,6±0,46a	35,8±0,70c
	İç yüzey	65,0±1,34bc	1,4±0,21a	24,8±0,70cd
Kap Kek 2	Dış yüzey	61,5±1,25ab	8,5±0,32a	37,7±0,67b
	İç yüzey	67,3±1,98b	0,6±0,10b	26,7±0,85bc
Kap Kek 3	Dış yüzey	61,5±2,40ab	8,5±1,82a	36,9±0,81bc
	İç yüzey	63,6±0,44c	1,4±0,32a	27,8±0,45b
Kap Kek 4	Dış yüzey	62,2±0,91a	5,6±0,23b	31,2±0,70d
	İç yüzey	63,3±1,79c	1,2±0,32ab	23,4±2,08d

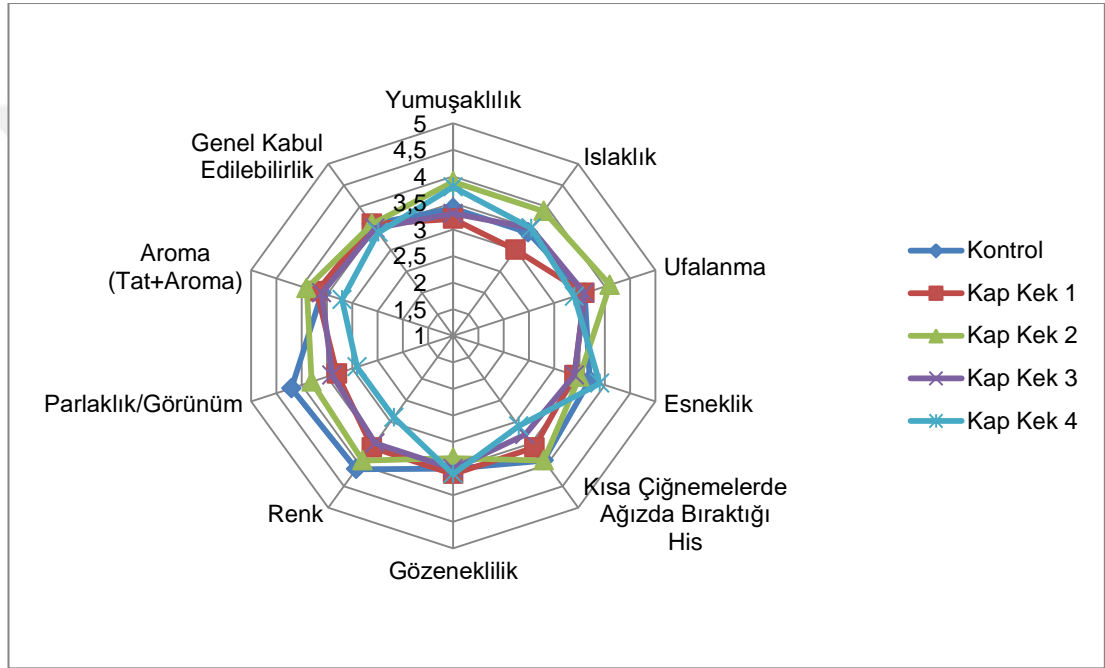
^aOrtalama±standart sapma, n:3; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$). (Dış ve iç yüzey renk değerleri istatistiksel olarak ayrı ayrı incelenmiştir.)

Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin duyusal analiz sonuçları Şekil 4.6'da ve ayrıca **Ek H**'de gösterilmiştir. Araştırmada 14 panelistin katılımıyla gerçekleştirilen duyusal analiz sonuçlarına göre, tüm özellikler göz önünde bulundurulduğunda kontrol kekine en yakın kek örneği Kap Kek 2 olarak belirlenmiştir. Genel kabul edilebilirlik bakımından Kap Kek 1 ve Kap Kek 2 kontrol kekine benzer olup, bunları sırasıyla Kap Kek 3 ve Kap Kek 4 izlemiştir. Kap Kek 2, yumuşaklık, ıslaklık ve ufalanma (*cohesiveness*) özelliği bakımından en yüksek; Kap Kek 4 ise renk, parlaklık/görünüm ve aroma (tat+koku) değerleri bakımından en düşük puana sahip olmuştur.

Campbell vd. (2016) yaptıkları bir çalışmada buğday unu ekmeği ve pandispanya kekinde yumurtanın bürülce protein izolatu ile %20 oranında ikamesinin kekin duyusal olarak kabul edilebilirliğini değiştirmediğini bildirmişlerdir. Shevkani vd. (2015), keklerde bürülce protein izolatu miktarı arttıkça; sertlik (firmness), esneklik (springiness) ve ufalanma (*cohesiveness*) özelliklerinin arttığını belirlemişlerdir. Matos vd. (2014) yaptıkları bir çalışmada, soya ve bezelye protein izolatu ikameli pirinç unlu glutensiz kap keklerde, bezelye protein izolatu içeren kap keklerin daha yumuşak ve esnek (springiness) iken; soya protein izolatu içeren kap keklerin sertlik

(hardness), esneklik, ufalanma, çiğnenebilirlik (chewiness) ve esneklik-elastikiyet (resilience) özelliklerinin etkilenmediğini rapor etmişlerdir.

Mercimek protein konsantresi ikameli kap keklerde yapılan duyusal analiz sonucu, tam ikameli kap keklerin tüketiciler tarafından tercih edildiği ve kontrole benzer puanlar aldığı belirlenmiştir. Jarpa-Parra vd. (2017) araştırmasına göre, %100 oranında mercimek proteini ikameli kap kek ile kontrol keki arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Formülasyonda çikolatanın kullanılması, mercimek protein konsantresinin flavor ve renk üzerindeki etkisini maskeleymeye yardımcı olabileceği ifade edilmiştir (Jarpa-Parra vd., 2017).



Şekil 4. 6. Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin duyusal analiz sonuçları.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, kullanılan razmol (RZM) örneklerinin yağı uzaklaştırılmadan önce ve hekzan ile yağı uzaklaştırıldıktan sonraki bazı kimyasal özellikleri incelenmiştir (Çizelge 4.1). Buna göre,

- i. Razmol örneklerinin (RZM-1 ve RZM-2) nem miktarları sırasıyla %11,8 ve %13,1 iken, yağı uzaklaştırılmış razmol örneklerinin (dRZM-1 ve dRZM-2) nem miktarları sırasıyla %8,0 ve %10,4 olarak bulunmuştur.
- ii. RZM-1 ve RZM-2'nin kül miktarları sırasıyla %3,60 ve %2,59; ham yağ miktarları sırasıyla %5,8 ve %4,2; toplam besinsel lif miktarları ise sırasıyla %37,5 ve %25,7 olarak belirlenmiştir.
- iii. Yağı uzaklaştırılmış razmol örneklerinin (dRZM-1 ve dRZM-2) protein miktarları (sırasıyla %15,9 ve %17,0), yağı uzaklaştırılmamış razmol örneklerine (RZM-1 ve RZM-2) göre (sırasıyla %15,5 ve %16,2) kuru madde üzerinden daha yüksektir. Hekzan ile yağ uzaklaştırma işlemi, razmol örneklerinin protein miktarlarını kuru madde üzerinden artırmıştır.

Razmol örneklerinin (RZM-1 ve RZM-2) suda çözünür madde miktarları sırasıyla %14,7 ve %11,7; su bağlama kapasiteleri sırasıyla %279,9 ve %186,2 olarak bulunmuştur. Yağı uzaklaştırılmış razmol (dRZM-1 ve dRZM-2) örneklerinin ise suda çözünür madde miktarları sırasıyla %15,7 ve %12,4; su bağlama kapasitesi değerleri %287,7 ve %226,0'dır. Hekzan ile yağ uzaklaştırma işlemi, razmol örneklerinin (dRZM-1 ve dRZM-2) suda çözünür madde ve su bağlama kapasitesi değerlerini artırmıştır.

Yağı uzaklaştırılmış razmol örneklerinin (dRZM-1 ve dRZM-2) partikül boyut analizi sonuçları sırasıyla 650,3 µm ve 410,2 µm olarak belirlenmiştir.

Yağı uzaklaştırılmış razmol kepeğinden distile su ve 0,15 M NaCl kullanılarak liyofilize protein konsantreleri ekstrakte edilmiştir ve sırasıyla PK-1S, PK-2S, PK-1T ve PK-2T olarak tanımlanmıştır. Bu protein konsantrelerinin % verimleri sırasıyla %6,7, %5,6, %5,5 ve %4,6 olarak bulunmuştur. Distile suda ekstrakte edilen protein konsantrelerinin (PK-1S ve PK-2S) nem değerleri (sırasıyla %4,2 ve %4,7), 0,15 M NaCl'de ekstrakte edilen protein konsantrelerinin (PK-1T ve PK-2T) nem değerlerinden (sırasıyla %2,5 ve %3,3) daha yüksek tespit edilmiştir. PK-1S, PK-2S,

PK-1T ve PK-2T'nin kuru madde üzerinden protein miktarları ise sırasıyla %79,1, %86,0, %82,3 ve %86,7'dir. Protein konsantrelerinin kül miktarları ise %3,31-4,03 aralığında değişmiştir.

Distile suda ekstrakte edilen protein konsantrelerinin (PK-1S ve PK-2S) renk değerleri sırasıyla L^* (parlaklık (+)/koyuluk (-)) için 55,2 ve 65,1; a^* (kırmızılık (+)/yeşillik (-)) için 5,8 ve 4,9; b^* (sarılık (+)/mavilik (-)) için 16,4 ve 18,3'dir. Tuzlu suda ekstrakte edilen protein konsantrelerinin (PK-1T ve PK-2T) renk değerleri ise L^* (parlaklık (+)/koyuluk (-)) için 58,6 ve 64,2; a^* (kırmızılık (+)/yeşillik (-)) için 4,5 ve 5,2; b^* (sarılık (+)/mavilik (-)) için 14,5 ve 18,6 olarak belirlenmiştir.

Araştırmamızda ekstrakte edilen razmol protein konsantrelerinin (PK-1S, PK-2S, PK-1T ve PK-2T) fonksiyonel özelliklerinden su tutma ve yağ absorplama kapasiteleri, protein çözünürlüğü, emülsiyon özellikleri ve köpük özellikleri incelenmiştir. Protein konsantrelerinin bazı fonksiyonel özellikleri distile suda ve %1,0 (w/v) konsantrasyonda pH'nın bir fonksiyonu olarak çalışılmıştır. Buna göre,

- i. Distile suda ekstrakte edilen protein konsantrelerinin (PK-1S ve PK-2S) su tutma kapasiteleri 0,15 M NaCl'de ekstrakte edilen protein konsantrelerine (PK-1T ve PK-2T) göre daha yüksektir. En yüksek su tutma ve yağ absorplama kapasitesi (sırasıyla 2,66 ve 3,98 g/g) PK-2S'de, en düşük su tutma ve yağ absorplama kapasitesi ise (sırasıyla 1,99 ve 2,61 g/g) PK-2T'de gözlenmiştir.
- ii. Distile suda (PK-1S, PK-2S) ve tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin %1,0 (w/v) protein konsantrasyonunda ve farklı pH değerlerindeki protein çözünürlüğü (%) incelenmiştir. En yüksek protein çözünürlüğü PK-1T konsantresi ile pH 2'de gözlenmiştir (%81,8). Tüm protein konsantreleri için en düşük protein çözünürlüğü pH 6'da, en yüksek protein çözünürlüğü ise pH 2'de gözlenmiştir.
- iii. PK-1S, PK-2S, PK-1T ve PK-2T'nin farklı pH'larda çözünebilen proteinlerinin emülsiyon kapasitesi ve emülsiyon stabilitesi özellikleri incelenmiştir. En yüksek emülsiyon kapasitesi ve emülsiyon stabilitesi değerleri PK-2S konsantresi ile pH 2'de (%62,1) tespit edilmiştir. Tüm protein konsantreleri için en düşük emülsiyon kapasitesi ve emülsiyon stabilitesi değerleri pH 6'da gözlenmiştir.
- iv. Farklı çözücülerde ekstrakte edilen protein konsantrelerinin (PK-1S, PK-2S, PK-1T ve PK-2T) farklı pH'larda çözünebilen proteinlerinin köpük kapasitesi (köpük hacmi, cm^3) ve köpük stabilitesi (köpük yarı-ömrü, sn) özellikleri

incelenmiştir. Tüm protein konsantreleri için en düşük köpük hacmi ve köpük yarı-ömrü değerleri pH 6'da gözlenmiştir.

Dondurarak kurutma yöntemiyle elde edilen protein konsantrelerinden PK-1S, PK-2S ve PK-1T farklı oranlarda yumurta ikamesi olarak ticari kap kek (muffin tip) formülasyonunda kullanılmıştır. Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin bazı fiziksel özellikleri incelenmiştir. Buna göre,

- i. Yumurta miktarı %50 azaltılan ve %3,3 oranında **PK-1S** ilave edilen Kap Kek 1 için hamur yoğunluğu 1,14 g/cm³ olarak belirlenirken; ortalama kek ağırlığı 43,0 g, kek yüksekliği 45,4 mm, kek hacmi 74,0 cm³, spesifik hacmi 1,7 cm³/g ve pişme kaybı %14,0 olarak belirlenmiştir.
- ii. Yumurta miktarı %50 azaltılan ve %1,7 oranında **PK-1S** ilave edilen Kap Kek 2'nin hamur yoğunluğu 1,14 g/cm³ olarak belirlenirken; ortalama kek ağırlığı 43,0 g, kek yüksekliği 44,6 mm, kek hacmi 71,3 cm³, spesifik hacmi 1,6 cm³/g ve pişme kaybı %14,0 olarak belirlenmiştir.
- iii. Yumurta miktarı %50 azaltılan ve %3,2 oranında **PK-1T** ilave edilen Kap Kek 3 için hamur yoğunluğu 1,14 g/cm³ olarak bulunurken; ortalama kek ağırlığı 43,0 g, kek yüksekliği 46,8 mm, kek hacmi 73,3 cm³, spesifik hacmi 1,7 cm³/g ve pişme kaybı %14,0 olarak belirlenmiştir.
- iv. Yumurta miktarı %100 azaltılan ve yalnızca %3,1 oranında **PK-2S** ilave edilen Kap Kek 4 için hamur yoğunluğu 1,14 g/cm³ olarak bulunurken; ortalama kek ağırlığı 43,5 g, kek yüksekliği 40,1 mm, kek hacmi 67,3 cm³, spesifik hacmi 1,5 cm³/g ve pişme kaybı %13,0 olarak belirlenmiştir.

Yumurta miktarı azaltılmış protein konsantresi ilaveli kek hamurlarının yoğunluğu kısmi artış göstermiştir. Pişmiş keklerin ağırlığı kontrol kekine yakındır, ancak protein konsantresi ilavesi keklerin yükseklik, hacim, spesifik hacim değerlerini ve pişme kaybını azaltmıştır.

Kontrol kekinin nem miktarı %19,3 iken, yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin (Kap Kek 1, Kap Kek 2, Kap Kek 3 ve Kap Kek 4) nem miktarları sırasıyla %17,3, %20,6, %23,1 ve %24,6'dir. Yumurta miktarı tamamen ikame edilmiş Kap Kek 4'ün nem miktarı en yüksektir. Kontrol ve yumurta miktarı azaltılmış kap keklerin su aktivitesi (a_w) değerleri 0,80-0,85 arasında değişmiştir.

Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerden en yüksek sertlik değeri Kap Kek 1'de, en düşük Kap Kek 4'te gözlenmiştir. Esneklik değerleri ise %44,5-47,3 arasında değişiklik göstermiştir.

Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerde en yüksek L^* değeri Kap Kek 2'nin iç yüzeyinde ve en yüksek a^* değeri Kap Kek 1'in dış yüzeyinde saptanmıştır. Protein konsantresi ilavesi, tüm keklerin iç ve dış yüzeylerinin L^* ve b^* değerlerini azaltmıştır.

Gerçekleştirilen duyu analizi sonucuna göre, Kap Kek 1 ve Kap Kek 2 kekleri kontrol keki ile aynı genel kabul edilebilirlik puanına sahiptir. Yumuşaklık, ıslaklık ve ufalanma (*cohesiveness*) özelliği bakımından en yüksek puana sahip kek Kap Kek 2'dir. Kap Kek 4, renk, parlaklık/görünüm ve aroma (tat+koku) değerleri bakımından en düşük puana sahip olmuştur.

Son yıllarda hızla artan nüfusa bağlı olarak ortaya çıkan gıda güvenliği endişesi, sürdürülebilir ve alternatif protein kaynağı arayışı, tüketicilerde beslenme ve sağlık bilincinin artması, artık yönetimi ve çevre mevzuatı gibi faktörler araştırmacıları bitkisel protein kaynaklarına yönlendirmektedir. Yaptığımız bu çalışmada, makarna endüstrisinde durum buğdayının irmiğe işlenmesi sırasında açığa çıkan bir yan ürün olan razmol kepeğinin farklı çözücüler (distile su ve 0,15 M NaCl) kullanılarak elde edilen liyofilize protein konsantrelerinin su tutma ve yağ absorplama kapasitesi, protein çözünürlüğü, emülsiyon ve köpük özellikleri gibi bazı fonksiyonel özellikleri incelenmiştir. Razmolden üretilen liyofilize protein konsantrelerinin fonksiyonel özellikleri literatürle uyumlu olarak genellikle asidik veya alkali pH'larda daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, razmol protein konsantrelerinin fonksiyonel gıda bileşenleri olarak büyük bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak, tüm protein konsantrelerinin çözünürlük, emülsiyon ve köpük özelliklerinin pH 6'da en düşüktür; dolayısıyla, nötral pH'larda düşük fonksiyonel özellik, konsantrelerin gıda formülasyonlarında kullanımını sınırlamaktadır ve çözünürlüklerinin iyileştirilmesi gerekmektedir.

Daha sonra, elde edilen protein konsantrelerinin insan tüketiminde değerlendirilmesi amacıyla muffin tipi ticari kap kek formülasyonunda yumurta ikamesi olarak kullanımı araştırılmış ve üretilen kap keklerin duyu analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, keklerin genel kabul edilebilirlik puanları kontrol kekine benzerdir ($p < 0,05$), fakat formülasyonun iyileştirilmesi ve ürün deneme çalışmalarının artırılması önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- AACCI (American Association of Cereal Chemists International) (2010) Approved Methods of Analysis, Methods No: 44-15.02, 08-01.01, 46-12.01, 30-25.01, 32-05.01, 10-05.01 11th edition, The Association: St. Paul, MN, USA.
- Abugoch LE, Romero N, Tapia CA, Silva J and Rivera M (2008) "Study of Some Physicochemical and Functional Properties of Quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd*) Protein Isolates", *J Agric Food Chem* 56: 4745-4750.
- Ahmedna M, Prinyawiwatkul W and Rao RM (1999) "Solubilized Wheat Protein Isolate: Funtional Properties and Potential Food Applications", *J Agric Food Chem*, 47: 1340-1345.
- Alabi AO and Falade KO (2017) "Physical, Proximate and Functional Properties of Flour and Protein Isolate from Four γ -Irradiated Groundnut Cultivars", *J Food Process Technol*, 8 (12):709.
- Al-Jouini AQS and Naji EZ (2018) "Optimization for Extracting Iraqi Rice Bran Proteins Cultivar Yasmin and Study Some of Its Functional Properties", *Tikrit Journal for Agricultural Sciences*, 18 (3): 49-64.
- Alonso-Miravalles L and O'Mahony JA (2018) "Composition, Protein Profile and Rheological Properties of Pseudocereal-Based Protein-Rich Ingredients", *Foods*, 7 (5): 73.
- Alu'datt MH, Rababah T, Alhamad MN, Ereifej K, Gammoh S, Kubow S and Tawalbeh D (2017) "Preparation of Mayonnaise from Extracted Plant Protein Isolates of Chickpea, Broad Bean and Lupin Flour: Chemical, Physiochemical, Nutritional and Therapeutic Properties", *J Food Sci Technol*, 54 (6): 1395-1405.
- Aluko RE, McIntosh T ve Reaney M (2001) "Comparative Study of the Emulsifying and Foaming Properties of Defatted Coriander (*Coriandrum sativum*) Seed Flour and Protein Concentrate", *Food Research International*, 34: 733-738.
- Alves AC and Tavares GM (2019) "Mixing Animal and Plant Proteins: Is this A Way to Improve Protein Techno-Functionalities?", *Food Hydrocolloids*, 97: 105171.
- Arozarena I, Bertholo H, Empis J, Bungler A and De Sousa I (2001) "Study of the Total Replacement of Egg by White Lupine Protein, Emulsifiers and Xanthan Gum in Yellow Cakes", *Eur Food Res Technol*, 213: 312-316.
- Arte E, Huang X, Nordlund E and Katina K (2019) "Biochemical Characterization and Technofunctional Properties of Bioprocessed Wheat Bran Protein Isolates", *Food Chemistry*, 289: 103-111.
- Aydemir LY and Yemenicioğlu A (2013) "Potential of Turkish Kabuli Type Chickpea and Green and Red Lentil Cultivars as Source of Soy and Animal Origin

- Functional Protein Alternatives”, *LWT – Food Science and Technology*, 50: 686-694.
- Barac MB, Pesic MB, Stanojevic SP, Kostic AZ and Cabrilo SB (2015) “Techno-Functional Properties of Pea (*Pisum sativum*) Protein Isolates-A Review”, 46: 1-18.
- Bilgi B and Çelik S (2004) “Solubility and Emulsifying Properties of Barley Protein Concentrate”, *European Food Research and Tecnology*, 218: 437-441.
- Brishti FH, Zarei M, Muhammed SKS, Ismail-Fitry MR, Shukri R and Saari N (2017) “Evaluation of the Functional Properties of Mung Bean Protein Isolate for Development of Textured Vegetable Protein”, *International Food Research Journal*, 24 (4): 1595-1605.
- Bucko S, Katona J, Popovic L, Petrovic L and Milinkovic J (2016) “Influence of Enzymatic Hydrolysis on Solubility, Interfacial and Emulsifying Properties of Pumpkin (*Cucurbita pepo*) Seed Protein Isolate”, *Food Hydrocolloids*, 60: 271-278.
- Butt MS and Batool R (2010) “Nutritional and Functional Properties of Some Promising Legumes Protein Isolates”, *Pakistan Journal of Nutrition*, 9 (4): 373-379.
- Campbell L, Euston SR and Ahmed MA (2016) “Effect of Addition of Thermally Modified Cowpea Protein on Sensory Acceptability and Textural Properties of Wheat Bread and Sponge Cake”, *Food Chemistry*, 294: 1230-1237.
- Chandi GK and Sogi DS (2007) “Functional Properties of Rice Bran Protein Concentrates”, *Journal of Food Engineering* 79: 592-597.
- Chardigny J-M and Walrand S (2016) “Plant Protein for Food: Opportunities and Bottlenecks”, *OCL Oilseeds and Fats Crops and Lipids*, 23 (4): D404.
- Charoensuk D, Brannan RG, Chanasattru W and Chaiyasit W (2018) “Physicochemical and Emulsifying Properties of Mung Bean Isolate as Influenced by Succinylation”, *International Journal of Food Properties*, 21 (1): 1633-1645.
- Day L (2013) “Proteins from Land Plants – Potential Resources for Human Nutrition and Food Security”, *Trends in Food Science & Technology*, 32: 25-42.
- Durante M, Lenucci MS, Rescio L, Mita G and Caretto S (2012) “Durum Wheat By-Products as Natural Sources of Valuable Nutrients”, *Phytochem Rev*, 11: 255-262.
- Elsohaimy SA, Refaay TM and Zaytoun MAM (2015) “Physicochemical and Functional Properties of Quinoa Protein Isolate”, *Annals of Agricultural Science*, 60 (2): 297-305.
- Esmaeili M, Rafe A, Shahidi S-A and Hasan-Saraei AG (2016) “Functional Properties of Rice Bran Protein Isolate at Different pH Levels”, *Cereal Chem*, 93 (1): 58-63.

- Esposito F, Arlotti G, Bonifati AM, Napolitano A, Vitale D and Fogliano V (2005) "Antioxidant Activity and Dietary Fibre in Durum Wheat Bran By-Products", *Food Research International*, 38: 1167-1173.
- Fabian C and Ju Y-H (2011) "A Review on Rice Bran Protein: Its Properties and Extraction Methods", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51: 816-827.
- Grizio M and Specht L (2018) "Plant-Based Egg Alternatives: Optimizing for Functional Properties and Applications", <https://www.gfi.org/images/uploads/2018/06/Plantbasedeggalternatives.pdf>, 27 Mart 2019.
- GSO (Gaziantep Sanayi Odası) (2019) "Öğütülmüş Hububat ve Sebze Ürünleri İmalatı" [http://www.gso.org.tr/userfiles/file/grup3116%20yeni%20\(1\).pdf](http://www.gso.org.tr/userfiles/file/grup3116%20yeni%20(1).pdf), 29 Mart 2019.
- Guan X, Yao H, Chen Z, Shan L and Zhang M (2007) "Some Functional Properties of Oat Bran Protein Concentrate Modified by Tripsin", *Food Chemistry*, 101: 163-170.
- Güemes-Vera N, Zamora-Natera JF and Soto SS (2018) "Frankfurter Sausage Texture Is Affected by Using Isolate, Concentrate and Flour of *Lupinus albus* and Pork Skin Proteins", *Food Research*, 2 (3): 234-239.
- Hadnadev MS, Hadnadev TRD, Pojic MM, Saric BM, Misan AC, Jovanov PT and Sakac MB (2017) "Progress in Vegetable Proteins Isolation Techniques: A Review", *Food and Feed Research*, 44 (1): 11-21.
- Haque MA, Timilsena YP and Adhikari B (2016) "Food Proteins, Structure and Function", *Reference Module in Food Science*, Elsevier.
- Hassan HMM, Afify AS, Basyiony AE and Ahmed GT (2010) "Nutritional and Functional Properties of Defatted Wheat Protein Isolates", *Aust J Basic & Appl Sci*, 4 (2): 348-358.
- Idris WH, Babiker EE and El Tinay AH (2003) "Fractionation, Solubility and Functional Properties of Wheat Bran Proteins as Influenced by pH and/or Salt Concentration", *Nahrung/Food*, 47(6): 425-429.
- Iqbal Z, Pasha I, Abrar M, Hanif MS, Arif AM and Masih S (2015) "Protein Concentration, Composition and Distribution in Wheat Flour Mill Streams", *Annals Food Science and Technology*, 16 (1): 104-114.
- Ivanova P, Chalova V and Koleva L (2014) "Functional Properties of Proteins Isolated From Industrially Produced Sunflower Meal", *International Journal of Food Studies*, 3: 203-212.
- İbanoğlu E and İbanoğlu Ş (1999) "Foaming Behaviour of EDTA-Treated α -Lactalbumin", *Food Chemistry*, 66: 477-481.

- Jarpa-Parra M (2018) "Lentil Protein: A Review of Functional Properties and Food Application. An Overview of Lentil Protein Functionality", *International Journal of Food Science and Technology*, 53: 892-903.
- Jarpa-Parra M, Wong L, Wismer W, Temelli F, Han J, Huang W, Eckhart E, Tian Z, Shi K, Sun T and Chen L (2017) "Quality Characteristics of Angel Food Cake and Muffin Using Lentil Protein as Egg/Milk Replacer", *International Journal of Food Science and Technology*, 52: 1604-1613.
- Jiamyangyuen S, Srijesdaruk V and Harper WJ (2005) "Extraction of Rice Bran Protein Concentrate and Its Application in Bread", *Songklanakarin J Sci Technol*, 27 (1): 55-64.
- Junejo SA, Geng H, Wang N, Wang H, Ding Y, Zhou Y and Rashid A (2018) "Effects of Particle Size on Physiochemical And *In Vitro* Digestion Properties of Durum Wheat Bran", *International Journal of Food Science and Technology* 54 (1): 221-230.
- Jyotsna R, Manohar RS, Indrani D and Rao GV (2007) "Effect of Whey Protein Concentrate on the Rheological and Baking Properties of Eggless Cake", *International Journal of Food Properties*, 10: 599-606.
- Karaca AC, Low N and Nickerson M (2011) "Emulsifying Properties of Chickpea, Faba Bean, Lentil and Pea Proteins Produced by Isoelectric Precipitation and Salt Extraction", *Food Research International*, 44: 2742-2750.
- Kaur G, Sharma S, Nagi HPS and Dar BN (2011) "Functional Properties of Pasta Enriched with Variable Cereal Brans", *Journal of Food Science and Technology*, 49 (4): 467-474.
- Kaushik P, Dowling K, McKnight S, Barrow CJ, Wang B and Adhikari B (2016) "Preparation, Characterization and Functional Properties of Flax Seed Protein Isolate", *Food Chemistry*, 197: 212-220.
- Kaushik R, Kumar N, Sihag MK and Ray A (2015) "Isolation, Characterization of Wheat Gluten and Its Regeneration Properties", *J Food Sci Technol*, 52 (9): 5930-5937.
- Khairnar S, Kini R, Harwalkar M, Salunkhe K and Chaudhari SR (2013) "A Review on Freeze Drying Process of Pharmaceuticals", *International Journal of Research in Pharmacy and Science*, 4 (1): 76-94.
- Khalid EK, Babiker EE and El Tinay AH (2003) "Solubility and Functional Properties of Sesame Seed Proteins as Influenced by pH and/or Salt Concentration", *Food Chemistry*, 82: 361-366.
- Khorsid AM, Assem NHA, Abd El-Motaleb NM and Jermine SF (2011) "The Optimum Use of Different Milling Products of Durum Wheat in Producing Some Bakery Products", *Egypt J Agric Res*, 89 (1): 265-272.
- Kolpakova VV, Lukin ND and Gaivoronskaya IS (2018) "Interrelation of Functional Properties of Protein Products from Wheat with the Composition and Physicochemical Characteristics of Their Proteins", *Global Wheat Production*, Chap 11: 205-221

- Ladjal Ettoumi Y and Chibane M (2015) "Some Physicochemical and Functional Properties of Pea, Chickpea and Lentil Whole Flours", *International Food Research Journal*, 22 (3): 987-99.
- Lam ACY, Warkentin TD, Tyler RT and Nickerson MT (2016) "Physicochemical and Functional Properties of Protein Isolates Obtained from Several Pea Cultivars", *Cereal Chemistry*, 94 (1): 89-97.
- Lara-Rivera AH, Garcia-Alamilla P, Lagunes-Galvez LM, Macias RR, Lopez PMG and Natera JFZ (2017) "Functional Properties of *Lupinus angustifolius* Seed Protein Isolates", *Journal of Food Quality*, Article ID 8675814, 8 pages.
- Levent H ve Bilgiçli N (2013) "Quality Evaluation of Wheat Germ Cake Prepared with Different Emulsifiers", *Journal of Food Quality*, 36, 334-341.
- Lin M, Tay SH, Yang H, Yang B and Li H (2017a) "Development of Eggless Cakes Suitable for Lacto-Vegetarians Using Isolates Pea Proteins", *Food Hydrocolloids*, 69: 440-449.
- Lin M, Tay SH, Yang H, Yang B and Li H (2017b) "Replacement of Eggs with Soybean Protein Isolates and Polysaccharides to Prepare Yellow Cakes Suitable For Vegetarians", *Food Chemistry*, 229: 663-673.
- Lopez DN, Ingrassia R, Busti P, Wagner J, Boeris V and Spelzini D (2018) "Effects of Extraction pH of Chia Protein Isolates on Functional Properties", *LWT – Food Science and Technology*, 97: 523-529.
- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL and Randall RJ (1951) "Protein Measurement with Folin Phenol Reagent", *The Journal of Biological Chemistry*, 193:265-275.
- Ly HL, Tran TMC, Tran TTT, Ton NMN and Le VVM (2018) "Application of Ultrasound to Protection Extraction From Defatted Rica Bran", *International Food Research Journal*, 25(2): 695-701.
- Ma M, Ren Y, Xie W, Zhou D, Tang S, Kuang M, Wang Y and Du S (2018) "Physicochemical and Functional Properties of Protein Isolate Obtained from Cottonseed Meal", *Food Chemistry*, 240: 856-862.
- Mao X and Hua Y (2012) "Composition, Structure and Functional Properties of Protein Concentrates and Isolates Produced from Walnut (*Juglans regia* L.)", *Int J Mol Sci*, 13: 1561-1581.
- Matos ME, Sanz T and Rosell CM (2014) "Establishing the Function of Proteins on the Rheological and Quality Properties of Rice Based Gluten Free Muffins", *Food Hydrocolloids*, 35: 150-158.
- Mohamed A, Hojilla-Evangelista MP, Peterson SC and Biresaw G (2007) "Barley Protein Isolate: Thermal, Functional, Rheological and Surface Properties", *J Amer Oil Chem Soc*, 84: 281-288.
- Moure A, Cruz JM, Franco D, Dominguez JM, Sineiro J, Dominguez H, Nunez MJ and Parajo JC (2001) "Natural Antioxidants from Residual Sources", *Food Chemistry* 72: 145-171.

- Nazari B, Mohammadifar MA, Shojaee-Aliabadi S, Feizollahi E and Mirmoghtadaie L (2018) "Effect of Ultrasound Treatments on Functional Properties and Structure of Millet Protein Concentrate", *Ultrasonics – Sonochemistry*, 41: 382-388.
- Ocheme OB, Adedeji OE, Chinma CE, Yakubu CM and Ajibo UH (2018) "Proximate Composition, Functional, and Pasting Properties of Wheat and Groundnut Protein Concentrate Flour Blends", *Food Sci Nutr*, 6: 1173– 1178.
- Ogungbenle HN and Onoge F (2014) "Nutrient Composition and Functional Properties of Raw, Defatted and Protein Concentrate of Sesame (*Sesamum indicum*) Flour", *European Journal of Biotechnology and Bioscience*, 2 (4): 37-43.
- Ogunwolu SO, Henshaw FO, Mock H-P, Santros A and Awonorin SO (2009) "Functional Properties of Protein Concentrates and Isolates Produced from Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Nut", *Food Chemistry*, 115: 852-858.
- Onipe OO, Jideani AIO and Beswa D (2015) "Composition and Functionality of Wheat Bran and Its Application in Some Cereal Food Products", *International Journal of Food Science and Technology*, 50: 2509-2518.
- Onsaard E, Pomsamud P and Audtum P (2010) "Functional Properties of Sesame Protein Concentrates from Sesame Meal", *As J Food Ag-Ind*, 3 (04): 419-430.
- Oreopoulou V and Tzia C (2007) "Utilization of Plant By-Products for the Recovery of Proteins, Dietary Fibers, Antioxidants and Colorants", *Utilization of By-Products and Treatment of Waste in the Food Industry*, Chap 11: 209-232.
- Owusu-Apenten RK (2004) "Testing Protein Functionality", *Proteins in Food Processing*, Chap 10: 231-258.
- Özboy Ö and Saldamlı İ (1997) "Hububat Endüstrisi Artık ve Yan Ürünleri", *Gıda*, 22 (5): 383-387.
- Papageorgiou M and Skendi A (2018) "Introduction to Cereal Processing and By-Products", *Sustainable Recovery and Reutilization of Cereal Processing By-Products*, Chap 1.
- Pasqualone A, Laddomada B, Centomani I, Paradiso VM, Minervini D, Caponio F and Summo C (2017) "Bread Making Aptitude of Mixtures of Re-Milled Semolina and Selected Durum Wheat Milling By-Products", *LWT – Food Science and Technology*, 78: 151-159.
- Phongthai S, D'Amico S, Schoenlechner R and Rawdkuen S (2016) "Comparative Study of Rice Bran Protein Concentrate and Egg Albumin on Gluten-Free Bread Properties", *Journal of Cereal Science*, 72: 38-45.
- Phongthai S, Homthawornchoo W and Rawdkuen S (2017) "Preparation, Properties and Application of Rice Bran Protein: A Review", *International Food Research Journal*, 24 (1): 25-34

- Piotrowicz IBB and Salas-Mellado MM (2017) "Protein Concentrates from Defatted Rice Bran: Preparation and Characterization, Food Science and Technology, 37 (Suppl. 1): 165-172.
- Porras-Saavedra J, Guemez-Vera N, Montanez-Soto JL, Fernandez-Martinez MC and Yanez-Fernandez J (2013) "Comparative Study of Functional Properties of Protein Isolates Obtained from Three *Lupinus* Species", Advances in BioResearch, 4 (4): 106-116.
- Punia S, Sandhu KS and Siroha AK (2017) "Difference in Protein Content of Wheat (*Triticum aestivum* L.): Effect on Functional, Pasting, Color and Antioxidant Properties", Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.
- Puranik DB and Gupta SK (2017) "Development of Egg-Less Cake Using Whey Protein Concentrate As Egg Substitute", International Journal of Science Environment and Technology, 6 (4): 2343-2352.
- Purnima KT (2018) "Utilization of Agri By-Products for Value Addition as A Protein Source", Agri Res & Tech Open Access J, 13 (2): 555876.
- Rahmati NF, Koocheki A, Varidi M and Kadkhodae R (2018) "Introducing Speckled Sugar Bean (*Phaseolus vulgaris*) Protein Isolates as A New Source of Emulsifying Agent", Food Hydrocolloids, 79: 498-508.
- Sandberg E (2015) "The Effect of Durum Wheat Bran Particle Size on the Quality of Bran Enriched Pasta", Yüksek Lisans Tezi, Swedish University of Agricultural Sciences Department of Food Sciences, Uppsala.
- Sanjust E, Salis A, Rescigno A, Curreli N and Rinaldi A (2004) "Xylose Production from Durum Wheat Bran: Enzymic versus Chemical Methods", Food Science and Technology International, 10 (1): 11-14.
- Sarfaraz A, Azizi MH, Gavlighi HA and Barzegar M (2017) "Physicochemical and Functional Characterization of Wheat Milling Co-Products: Fine Grinding to Achieve High Fiber Antioxidant-Rich Fractions", Journal of Cereal Science, 77: 228-234.
- Sayaslan A, Koyuncu M, Türker S, Irklı Y, Serin A and Orhan FG (2018) "Use of Durum Wheat Clear Flour in Vital Gluten and Bioethanol Production", Journal of Cereal Science, 80: 50-56.
- Segura-Campos MR, Cruz-Salas J, Chel-Guerrero L and Betancur-Ancona D (2014) "Chemical and Functional Properties of Hard-to-Cook Bean (*Phaseolous vulgaris*) Protein Concentrate", Food and Nutrition Sciences, 5: 2081-2088.
- Sharma R, Srivastava T and Saxena DC (2018) "Physico-chemical and Functional Properties of Deoiled Rice Bran and Its Utilization in the Development of Extruded Product", The Pharma Innovation Journal, 7 (5): 109-112.
- Shevkani K, Kaur A, Kumar S and Singh N (2015) "Cowpea Protein Isolates: Functional Properties and Application in Gluten-Free Rice Muffins", LWT – Food Science and Technology, 63: 927-933.

- Sibt-e-Abbas M, Butt MS, Sultan MT, Sharif MK, Ahmad AN and Batool R (2015) "Nutritional and Functional Properties of Protein Isolates Extracted from Defatted Peanut Flour", *International Food Research Journal*, 22 (4): 1533-1537.
- Singh B, Singh AK, Raju PN and Rani R (2017) "Nutritional Value and Physical Properties of Eggless Muffin", *International Journal of Science, Environment and Technology*, 6 (2): 1309-1314.
- Singh J and Singh N (2003) "Studies on the morphological and rheological properties of granular cold water soluble corn and potato starches", *Food Hydrocolloids*, 17: 63–72.
- Singh S, Kaur M and Sogi DS (2018) "A Comparative Study on Chemical Composition, Color and Functional Characteristics of Flours and Protein Concentrates from Different Oat Cultivars", *International Journal of Recent Scientific Research*, 9 (5): 2666-2671.
- Soria-Hernandez C, Serna-Saldivar S and Chuck-Hernandez C (2015) "Physicochemical and Functional Properties of Vegetable and Cereal Proteins as Potential Sources of Novel Food Ingredients", *Food Technol Biotechnol*, 53 (3): 269-277.
- Sozer N, Nordlund E, Ercili-Cura D and Poutanen K (2017) "Cereal Side-Streams As Alternative Protein Sources", *Cereal Foods World*, 62 (4): 132-137.
- Steffolani ME, Villacorta P, Morales-Soriano ER, Repo-Carrasco R, Leon AE and Perez GT (2016) "Physicochemical and Functional Characterization of Protein Isolated from Different Quinoa Varieties (*Chenopodium quinoa* Willd.)", *Cereal Chemistry*, 93 (3): 275-281.
- Talawar ST, Harhally NV, Ramakrishna C and Kumar GS (2017) "Development of Wheat Bran Oil Concentrates Rich in Bioactives with Antioxidant and Hypolipidemic Properties", *J Agric Food Chem*, 65: 9838-9848.
- TOBB (Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği) (2019) Un ve Unlu Mamuller Raporu <http://www.tobb.org.tr/SanayiMudurlugu/Documents/KapasiteKriterleri/2-%C4%B0rmik.pdf>, 17 Nisan 2019.
- Tomotake H, Shimaoka I, Kayashita J, Nakajoh M and Kato N (2002) "Physicochemical and Functional Properties of Buckwheat Protein Product", *J Agric Food Chem*, 50: 2125-2129.
- TGK Makarna Tebliği (2002) T.C. Resmi Gazete, Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği, 2002/20, 5 Mart 2002-24686.
- Uddin MS, Islam MA, Rahman MM, Uddin MB, Mazumder MAR (2018) "Isolation of Protein from Defatted Peanut Meal and Characterize Their Nutritional Profile", *Chemistry Research Journal*, 3 (2): 187-196.
- Vitaglione P, Napolitano A and Fogliano V (2008) "Cereal Dietary Fibre: A Natural Functional Ingredient to Deliver Phenolic Compounds into the Gut", *Trends in Food Science & Technology*, 19: 451-463.

- Von Der Haar D, Müller K, Bader-Mittermaier S and Eisner P (2014) "Rapeseed Proteins – Production Methods and Possible Application Ranges", OCL Oilseed & Fats Crops and Lipids, 21 (1): D104.
- Walters ME, Udenigwe CC and Tsopmo A (2018) "Structural Characterization and Functional Properties of Proteins from Oat Milling Fractions", J Am Oil Chem Soc, 95: 991-1000.
- Wanasundara JPD, McIntosh TC, Perera SP, Withana-Gamage TS and Mitra P (2016) "Canola/Rapeseed Protein-Functionality and Nutrition", OCL Oilseeds & Fats Crops and Lipids, 23 (4): D407.
- Wang C, Tian Z, Zhao J, Chen L, Wang Y and Liu H (2010) "Electrophoretic Properties, Functionality of Barley Protein Isolates", 4th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering (iCBBE), 1-3, June 18-20, Chengdu, People's Republic of China, Publisher: IEEE Digital Library.
- Wang J, Smits E, Bomom RM and Schutyser MAI (2015) "Arabinoxylans Concentrates from Wheat Bran by Electrostatic Separation", Journal of Food Engineering, 155: 29-36.
- Witono Y, Anam C, Herlina H and Pamujiati AD (2014) "Chemical and Functional Properties of Protein Isolate from Cowpea (*Vigna unguiculata*)", International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology, 4 (2): 58-62.
- Wouters AGB, Rombouts I, Fierens E, Brijs K, Blecker C, Delcour JA and Murray BS (2018) "Foaming and Air-Water Interfacial Characteristics of Solutions Containing Both Gluten Hydrolysate and Egg White Protein", Food Hydrocolloids, 77: 176-186.
- Wu P, Zhao T and Tian J (2010) "Phytic Acid Concentrations of Wheat Flours from Different Mill Streams", Agricultural Sciences in China, 9 (11): 1684-1688.
- Wu YV (2001) "Emulsifying Activity and Emulsion Stability of Corn Gluten Meal", Journal of the Science of Food and Agriculture, 81: 1223-1227.
- Xiong L, Zhang B, Niu M and Zhao S (2017) "Protein Polymerization and Water Mobility in Whole-Wheat Dough Influenced by Bran Particle Size Distribution", LWT – Food Science and Technology, 82: 396-403.
- Yadav RB, Yadav BS and Chaudhary D (2011) "Extraction, Characterization and Utilization of Rice Bran Protein Concentrate for Biscuit Making", British Food Journal, 113 (9): 1173-1182.
- Yağcı S, Altan A, Göğüş F and Maskan M (2006) "Gıda Atıklarının Alternatif Kullanım Alanları", Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Yalçın E and Çelik S (2007) "Solubility Properties of Barley Flour, Protein Isolates and Hydrolysates", Food Chemistry, 104: 1641-1647.
- Yalçın E, Çelik S and İbanoğlu E (2008) "Foaming Properties of Barley Protein Isolates and Hydrolysates", Eur Food Res Technol, 226: 967-974.

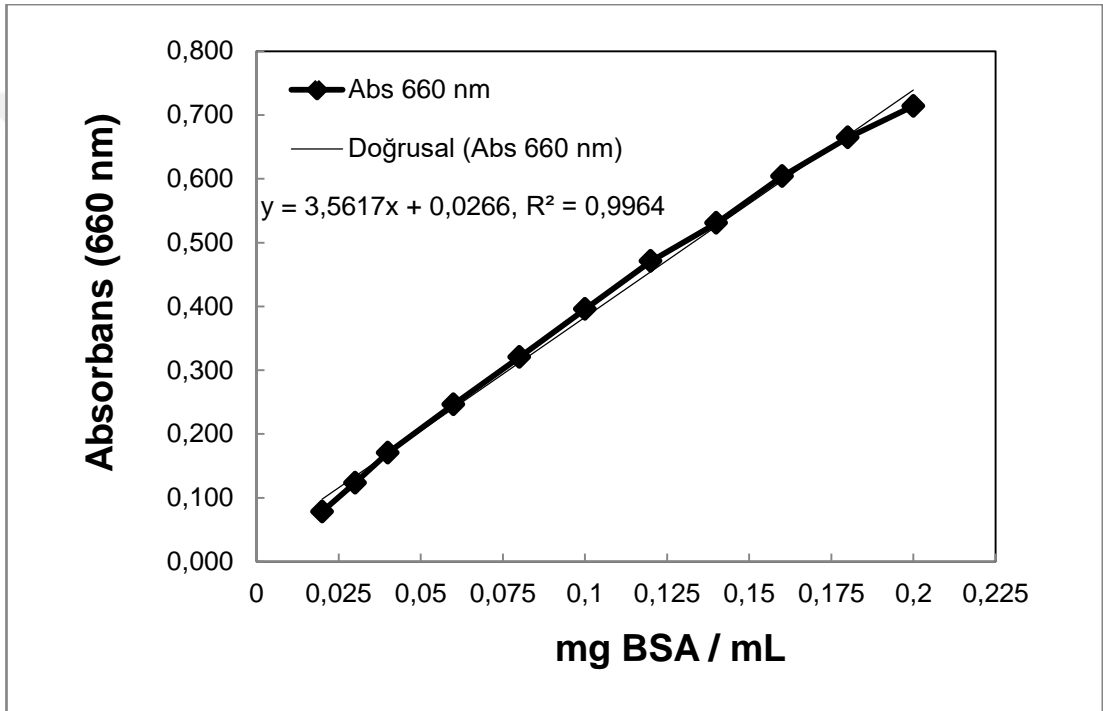
- Yasumatsu K, Sawada K, Moritaka S, Misaki M, Toda J, Wada T and Ishii K. (1972) "Whipping and Emulsifying Properties of Soybean Products", *Agricultural and Biological Chemistry*, 36, 719-727.
- Yavuz M and Özçelik B (2016) "Bitkisel Protein İzolatlarının Fonksiyonel Özellikleri", *Akademik Gıda*, 14 (4): 424-430.
- Yousif ESI, Kishk YSF, Elsheshetawy HE and El-Makarem MAA (2016) "Functional and Nutritional Characteristics of Prepared Rice Bran Protein Products", *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 11 (1): 100-108.
- Yüksel F, Koyuncu M and Sayaslan A (2011) "Makarnalık Buğday (*Triticum durum*) Kalitesi", *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 4 (2): 25-31.
- Zhang H-J, Zhang H, Wang L and Guo X-N (2012) "Preparation and Functional Properties of Rice Bran Proteins from Heat-Stabilized Defatted Rice Bran", *Food Research International*, 47: 359-363.
- Ziegler V, Ferreira CD, Hoffmann JF, De Oliveira M and Elias MC (2018) "Effects of Moisture and Temperature During Grain Storage on the Functional Properties and Isoflavone Profile of Soy Protein Concentrate", *Food Chemistry*, 242: 37-44.



EKLER

7. EKLER

EK A. Lowry vd. (1951) yöntemine göre damıtık sudaki protein miktarı tayininde kullanılan ve yine damıtık suda sığır serum albümin (*bovine serum albumin-BSA*) standart proteini ile hazırlanan standart doğru



EK B. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin protein çözünürlüğü (%) değerleri üzerine pH'nın etkisi

Protein Konsantresi	pH	Protein Çözünürlüğü* (%)
PK-1S	2	74,9±2,66b
	4	27,2±1,11i
	6	4,6±0,32m
	7	14,5±0,98l
	8	47,3±2,06fg
	10	69,6±2,92c
PK-1T	2	81,8±2,53a
	4	27,2±2,15i
	6	5,8±0,21m
	7	20,4±1,19k
	8	54,3±2,00e
	10	80,7±2,93a
PK-2S	2	66,8±0,45c
	4	39,3±2,75h
	6	4,3±0,70m
	7	23,6±0,60j
	8	49,9±0,26f
	10	59,1±2,18d
PK-2T	2	80,2±3,00a
	4	38,2±1,82h
	6	6,6±0,32m
	7	17,2±1,36l
	8	46,3±2,38g
	10	77,0± 2,82b

*Ortalama±ss; n:3; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$).

EK C. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünebilen proteinlerinin emülsiyon kapasitesi (%) değerleri

Protein Konsantresi	pH	Emülsiyon Kapasitesi* (%)
PK-1S	2	52,5±0,88efg
	4	51,8±1,55fg
	6	1,3±0,00j
	8	51,3±0,29g
	10	48,8±0,72h
PK-1T	2	60,7±0,40ab
	4	54,8±0,94de
	6	36,2±2,14i
	8	57,7±0,79c
	10	56,6±0,52cd
PK-2S	2	62,1±1,36a
	4	50,4±2,00gh
	6	1,4±0,00j
	8	54,3±2,06def
	10	52,6±1,07efg
PK-2T	2	60,2±1,13ab
	4	58,8±0,00bc
	6	1,3±0,04j
	8	53,0±0,25efg
	10	61,3±1,65ab

*Ortalama±ss; n:3; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$).

EK D. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünebilen proteinlerinin emülsiyon stabilitesi (%) değerleri

Protein Konsantresi	pH	Emülsiyon Stabilitesi* (%)
PK-1S	2	52,0±2,52fg
	4	51,1±1,51g
	6	2,8±0,88i
	8	57,2±1,77cde
	10	58,9±0,05bcd
PK-1T	2	61,1±0,40b
	4	54,6±0,31ef
	6	3,4±1,05i
	8	58,8±0,08bcd
	10	59,8±0,17bc
PK-2S	2	64,1±2,28a
	4	47,3±0,74h
	6	2,8±0,00i
	8	56,7±1,55de
	10	59,1±1,89bcd
PK-2T	2	59,4±1,15bcd
	4	54,4±1,56ef
	6	1,3±0,00i
	8	60,9±1,97b
	10	59,1±0,19bcd

*Ortalama±ss; n:3; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$).

EK E. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünebilir proteinlerinin köpük hacmi (cm³) değerleri

Protein Konsantresi	pH	Köpük Hacmi* (cm ³)
PK-1S	2	115,8±3,90ab
	4	117,7±3,41a
	6	99,4±2,31ef
	8	111,2±2,25abcd
	10	110,6±2,31abcd
PK-1T	2	92,3±7,06f
	4	109,9±2,00abcd
	6	79,8±8,82g
	8	107,9±5,18bcd
	10	109,9±2,00abcd
PK-2S	2	113,2±4,56abc
	4	115,1±4,93ab
	6	63,5±6,34h
	8	111,2±4,11abcd
	10	111,9±1,95abcd
PK-2T	2	106,6±3,00cde
	4	104,0±1,95de
	6	84,4±2,00g
	8	111,9±1,95abcd
	10	95,5±4,93f

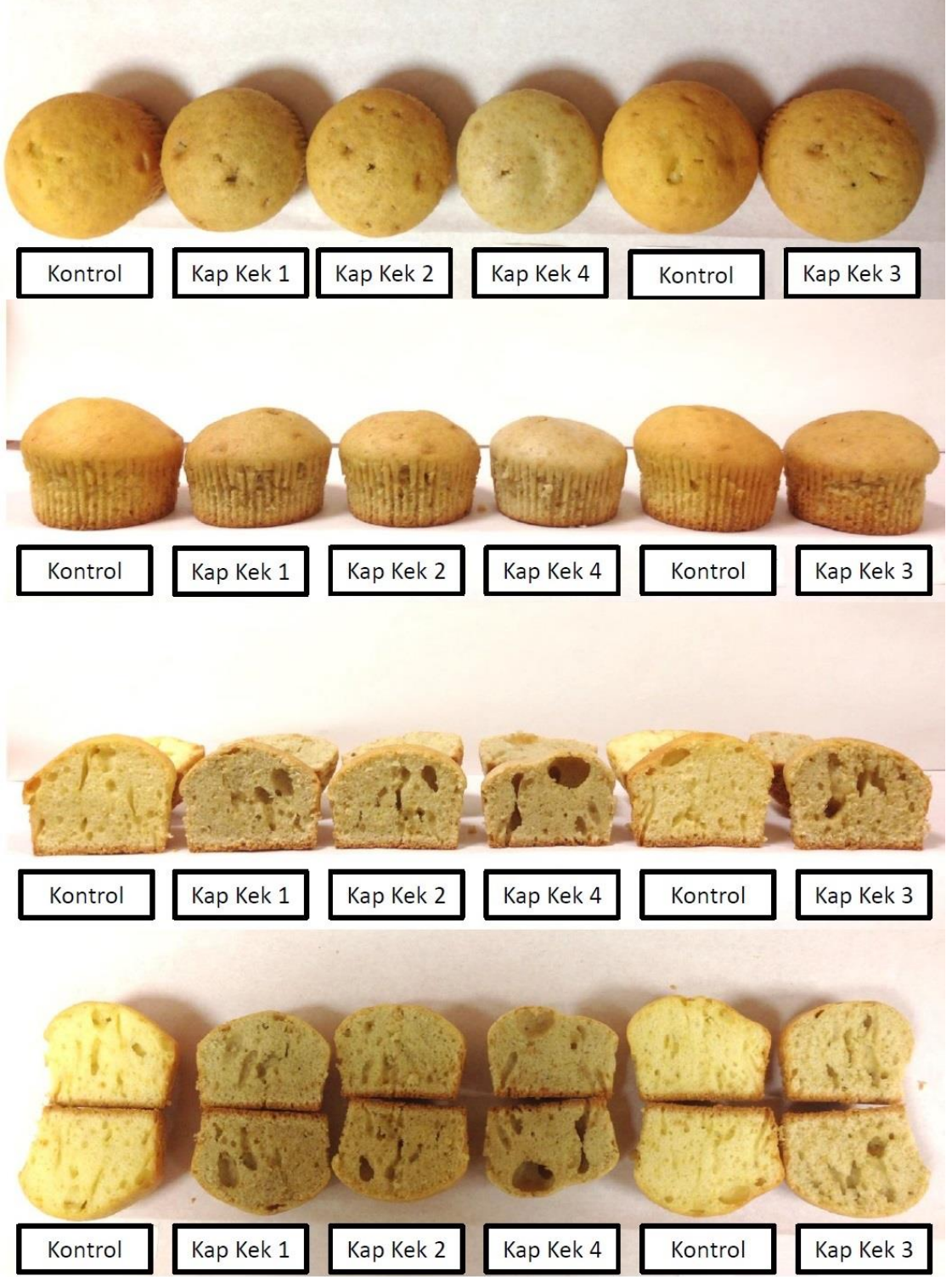
*Ortalama±ss; n:3; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$).

EK F. Distile suda (PK-1S, PK-2S) veya tuzlu suda (PK-1T, PK-2T) ekstrakte edilen protein konsantrelerinin farklı pH'larda çözünebilen proteinlerinin köpük yarı-ömrü (sn) değerleri

Protein Konsantresi	pH	Köpük Yarı-Ömrü* (sn)
PK-1S	2	55,3±1,53hi
	4	104,7±4,04b
	6	18,0±2,65j
	8	116,3±4,04a
	10	56,3±6,51hi
PK-1T	2	75,0±11,53def
	4	86,3±2,08c
	6	11,7±1,53j
	8	111,0±3,61ab
	10	64,30±4,73gh
PK-2S	2	78,7±3,51cdef
	4	85,0±11,27cd
	6	9,7±1,53j
	8	113,3±12,58ab
	10	81,7±7,64cde
PK-2T	2	73,0±1,00efg
	4	68,7±4,16fg
	6	11,0±1,00j
	8	51,0±3,00i
	10	81,3±1,53cde

*Ortalama±ss; n:3; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$).

EK G. Araştırmada üretilen kontrol ve yumurta yerine farklı razmol protein konsantreleri ikameli kap keklerin genel görünüşleri



EK H. Kontrol keki ve yumurta miktarı azaltılarak üretilen kap keklerin duyu analizi sonuçları

Duyu özelliği*	Kontrol	Kap Kek 1	Kap Kek 2	Kap Kek 3	Kap Kek 4
Yumuşaklık	3,4±1,01a	3,2±0,70a	3,9±0,53a	3,3±1,20a	3,8±1,19a
Islaklık	3,4±1,16ab	3,0±0,78b	3,9±0,86a	3,5±0,94ab	3,5±1,09ab
Ufalanma	3,6±0,74a	3,6±0,65a	4,1±0,92a	3,6±1,02a	3,4±0,85a
Esneklik	3,7±0,91a	3,4±0,74a	3,5±0,94a	3,4±0,76a	3,9±0,95a
Kısa Çiğnemelerde Ağızda Bıraktığı His	3,9±0,83a	3,6±0,65ab	3,9±0,73a	3,3±0,99ab	3,1±0,86b
Gözenek Yapısı	3,5±1,40a	3,6±1,01a	3,3±1,14a	3,5±1,16a	3,6±1,08a
Renk	4,1±0,92a	3,6±0,93a	3,9±0,66a	3,5±1,02ab	2,9±0,83b
Parlaklık/Görünüm	4,2±0,80a	3,3±0,83bc	3,8±0,89ab	3,4±1,02bc	2,9±1,21c
Aroma (Tat+Koku)	3,6±1,02a	3,7±0,73a	3,9±0,66a	3,6±1,01a	3,2±1,12a
Genel Kabul Edilebilirlik	3,6±1,01a	3,6±0,63a	3,6±0,63a	3,5±1,16a	3,4±1,01a

*Ortalama ± standart sapma; n:14; Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0,05$).

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı- Soyadı : Cem KÖSEMECİ
Doğum Yeri ve Tarihi : Üsküdar – 16.08.1991
Lisans : Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mühendislik Mimarlık
Fakültesi Gıda Mühendisliği
E-posta : cemkosemeci@gmail.com
Bilimsel Yayınları :

A. Uluslararası Makaleler

Guiné RPF, Duarte J, Ferreira M, Correia P, Leal M, Rumbak I, Barić IC, Komes D, Satalić Z, Sarić MM, Tarcea M, Fazakas Z, Jovanoska D, Vanevski D, Vittadini E, Pellegrini N, Szűcs V, Harangozó J, EL-Kenawy A, EL-Shenawy O, Yalçın E, **Kösemeçi C**, Klava D, Straumite E. **2017**. Benefits of dietary fibre to human health: study from a multi-country platform. **Nutrition & Food Science**, 47, 5, 688-699.

Ferreira M, Guiné RPF, Duarte J, Correia P, Leal M, Rumbak I, Barić IC, Komes D, Satalić Z, Sarić MM, Tarcea M, Fazakas Z, Jovanoska D, Vanevski D, Vittadini E, Pellegrini N, Szűcs V, Harangozó J, EL-Kenawy A, EL-Shenawy O, Yalçın E, **Kösemeçi C**, Klava D, Straumite E. **2016**. Sources of Information about Dietary Fibre: A Cross-Country Survey. **The European Proceedings of Social and Behavioural Sciences-(EpSBS)** is a Peer-Reviewed Conference Proceedings Journal, indexed in ISI Thomson Reuters WEB of SCIENCE and other databases, e-ISSN: 2357-1330), Vol XVI, p.07-17, November 2016.

Guiné RPF, Duarte J, Ferreira M, Correia P, Leal M, Rumbak I, Barić IC, Komes D, Satalić Z, Sarić MM, Tarcea M, Fazakas Z, Jovanoska D, Vanevski D, Vittadini E, Pellegrini N, Szűcs V, Harangozó J, EL-Kenawy A, EL-Shenawy O, Yalçın E, **Kösemeçi C**, Klava D, Straumite E. **2016**. Knowledge about sources of dietary fibres and health effects using a validated scale: a cross-country study. **Public Health**, 141, 100-112.

Guine, R.P.F., Duarte, J., Ferreira, M., Correia, P., Leal, M., Rumbak, I., Bari, I.C., Komes, D., Satali, Z., Sari, M.M., Tarcea, M., Fazakas, Z., Jovanoska, D., Vanevski, D., Vittadini, E., Pellegrini, N., Szűcs, V., Harangoz, J., El-Kenawy, A., El-Shenawy, O., Yalçın, E., **Kösemeçi, C.**, Klava, D., Straumite, E. **2016**. Knowledge about dietary fibres (KADF): development and validation of an evaluation instrument through structural equation modelling (SEM). **Public Health**, 138, 108 - 118.

Guiné RPF, Ferreira M, Correia P, Duarte J, Leal M, Rumbak I, Barić IC, Komes D, Satalić Z, Sarić MM, Tarcea M, Fazakas Z, Jovanoska D, Vanevski D, Vittadini E, Pellegrini N, Szűcs V, Harangozó J, EL-Kenawy A, EL-Shenawy O, Yalçın E, **Kösemeçi C**, Klava D, Straumite E. **2016**. Knowledge about dietary fibre: a fibre study framework. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, 67(6), 707-714.

Raquel P. F. Guiné, João Duarte, Manuela Ferreira, Paula Correia, Marcela Leal, Ivana Rumbak, Irena C. Baric, Drazenka Komes, Zvonimir Satalic, Marijana M. Saric, Monica Tarcea, Zita Fazakas, Dijana Jovanoska, Dragoljub Vanevski, Elena Vittadini, Nicoletta Pellegrini, Viktória Szucs, Júlia Harangozó, Ayman EL-Kenawy, Omnia EL-Shenawy, Erkan Yalcin, **Cem Kösemeci**, Dace Klava and Evita Straumite **2016**. Attitudes Towards Dietary Fibre on a Multicultural Basis: A Fibre Study Framework, **Current Nutrition & Food Science**, 12(2): 132–141.

B. Uluslararası Kongre/Sempozyum Bildirileri

Ferreira M, Guiné RPF, Duarte J, Correia P, Leal M, Rumbak I, Barić IC, Komes D, Satalić Z, Sarić MM, Tarcea M, Fazakas Z, Jovanoska D, Vanevski D, Vittadini E, Pellegrini N, Szűcs V, Harangozó J, EL-Kenawy A, EL-Shenawy O, Yalçın E, **Kösemeci C**, Klava D, Straumite E. **2016**. Sources of Information about Dietary Fibre: A Cross-Country Survey. 7th ICEEPSY The International Conference on Education and Educational Psychology, Rhodes/Greece, October 11-15, 2016. (**Sözlü Bildiri**)

Guiné R, Leal M, Rumbak I, Barić I, Komes D, Satalić Z, Sarić M, Tarcea M, Fazakas Z, Jovanoska D, Vanevski D, Vittadini E, Pellegrini N, Szűcs V, Harangozó J, EL-Kenawy A, EL-Shenawy O, Yalçın E, **Kösemeci C**, Klava D, Straumite E **2019**. Level of Information about Dietary Fibre: a Study Involving 10 Countries, **Congresso de Alimentação e Nutrição** (Congress on Food and Nutrition), Porto, Portugal, May 16 – 17, **2019**.

Guiné, R.P.F., Ferrao, A.C., Duarte, J., Ferreira, M., Correia, P., Leal, M., Rumbak, I., Barić, I.C., Komes, D., Satalić, Z., Sarić, M.M., Tarcea, M., Fazakas, Z., Jovanoska, D., Vanevski, D., Vittadini, E., Pellegrini, N., Szűcs, V., Harangozó, J., EL-Kenawy, A., EL-Shenawy, O., Yalçın, E., **Kösemeci, C.**, Klava, D., Straumite, E. **2018**. Knowledge About the Benefits Associated with the ingestion of dietary fibre: Comparison Between Mediterranean and Non-Mediterranean Countries. International Conference on Mediterranean Diet and Gastronomy-Linking Innovation, Sustainability and Health, October 15-16, 2018, University of Evora, Evora, Portugal. (**Sözlü Bildiri**)

Guine, R.P.F, Paula Correia, P., Klava, D., Straumite, E., Szucs, V., Harangozo, J., Tarcea, M., Fazakas, Z., Rumbak, I., Baric, I.C., Komes, D., Satalic, Z., Saric, M.M., Yalçın, E., **Kosemeci, C.**, Leal, M., Jovanoska, D., Vanevski, D., Vittadini, E., Pellegrini, P., El-Kenawy, A., El-Shenawy, O. **2017**. Factor and Cluster Analysis to Knowledge About Dietary Fibre. 11th Baltic Conference on Food Science and Technology (FOODBALT 2017) 'Food science and technology in a changing world', April 27-28, 2017, Jelgava, Latvia. (**Sözlü Bildiri**)

C. Ulusal Kongre/Sempozyum Bildirileri

C. Kösemeci, B. Beşir, E. Yalçın **2015**. Un ve Unlu Mamüllerde Rop Hastalığı ve Önleyici Uygulamalar. 5. Gıda Güvenliği Kongresi, İstanbul, 07-08 Mayıs 2015.