

## Gıda Endüstrisi Yan Ürünleri Kullanımıyla Cips Üretimine Yeni Bir Yaklaşım: Zenginleştirilmiş Gluten Cipsi

Müge Hendek Ertop<sup>1</sup> ✉, Kevser Kutluk<sup>2</sup>, Kübra Çoşkun<sup>2</sup>, Sümeyye Canlı<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kastamonu

<sup>2</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane

Geliş Tarihi (Received): 25.10.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 12.12.2016

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [mugeertop@kastamonu.edu.tr](mailto:mugeertop@kastamonu.edu.tr) (M. Hendek Ertop)

☎ 0 366 280 29 68 📠 0 366 280 29 00

### ÖZ

Değişen yaşam koşullarıyla birlikte kişilerin hızlı ve hazır yemek tüketimi çerez tip gıdalara yönelimi de beraberinde getirmiştir. Cips türü ürünler, çerez tip gıdalar içerisinde en büyük paya sahip olup, sektörün en önemli itici güçlerinden bir tanesi yeni çeşitlere yönelik ar-ge çalışmalarıdır. Tüketici tercihleri ise son yıllarda çeşitlilik yanı sıra fonksiyonel, doğal ve sağlıklı ürünler yönünde değişmektedir. Bu çalışmanın amacı buğday proteini glüten ile peynir altı suyu tozu, buğday kepeği ve ruşeymden cips üretmek, tüketiciler özellikle sporcular gibi spesifik gıda tercihleri olan kişilerce tercih edilebilecek yeni bir çerezin geliştirilmesidir. Böylelikle, gıda endüstrisinin bu yan ürünleri için yeni bir kullanım alanı oluşturulacaktır. Cips üretiminde genel olarak kızartma ve ekstrüzyon gibi teknikler kullanılırken bu çalışmada gofret üretiminde kullanılan sıcak tost plakları arasında pişirme yöntemi kullanılmıştır. Endüstriyel olarak üretilen cipsler yaklaşık olarak ağırlığının üçte biri oranda yağ içerirken, bu çalışma sonucu elde edilen cipslerin en fazla %2.50 oranında yağ içerdiği tespit edilmiştir. Cips örneklerinde, renk (CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), gözenek, nem, mineral, kül, protein, yağ içeriği ve yağ asidi kompozisyonu, pişirme verimi, yayılma oranı, su tutma kapasitesi ve yağ tutma kapasitesi analizleri yapılmıştır. Bu çalışma ile cips üretim ve tekniklerine yeni bir yaklaşım sağlanması hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Cips, Gluten, Ruşeym, Kepek, Peynir altı suyu tozu, İmaj analizi

### A New Approach for Production of Chips with Food Industry Byproducts: Gluten Enriched Chips

#### ABSTRACT

Along with the changing living conditions, quick and ready food consumption by people resulted in developing various types of snack foods. Chips-like products have the largest share among snack foods, and one of the most important driving forces of the industry is research and development of new types. Consumer preferences have changed over the last years in terms of functional, natural and healthy products as well as diversity. The aim of this study is to develop a new snack food that can be preferred by those who have specific food preferences, such as consumers, especially athletes, by using wheat protein gluten and whey powder, wheat bran and germ. Thus, a novel use for these byproducts by the food industry could be created. Hot toast plates were used in the production of chips while techniques such as frying and extrusion are generally used in the production of chips. While industrially produced chips may contain approximately one third of their weight as fat, the chips produced in this study contained no more than 2.50% fat. Analyses of color (CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), image analyses, moisture, minerals, ash, protein, fat content, fatty acid composition, cooking yield, spreading rate, water holding capacity and oil holding capacity were performed in the chips samples. This study aims to provide a new approach to chips production and techniques.

**Keywords:** Chips, Gluten, Wheat germ, Bran, Whey powder, Image analysis

## GİRİŞ

İnsanların yaşam biçimindeki değişimler sebebiyle günümüz şartlarında hazır, paketlenmiş, taşınabilen ve yoğun hayat temposu nedeniyle hızlı tüketimin yeri beslenmede önemli bir paya sahiptir. Bunun sonucunda teknolojinin gelişmesiyle de çeşitli hazır gıdaların üretimi artar duruma gelmiştir. Bu ürünler üzerinde albenisini arttırma, fonksiyonellik kazandırma ve tercih edilir duruma getirme yönünde yapılan Ar-Ge çalışmaları bu sektör açısından sürücü güç haline gelmiştir. Hazır gıdalar arasında yer alan çerez tipi ürünler ise geniş anlamda atıştırılabilir tüm ürünleri kapsamaktadır [1]. Ambalajından çıkarıldıktan sonra hemen tüketilebilen, uzun raf ömrüne sahip, depolanabilir, kolay taşınabilen gıdalardır [2]. Cipsler, bisküviler, kuruyemişler, krakerler vb. atıştırılabilir ürünler çerez gıda olarak nitelendirilmektedir [3].

Dünyada ve ülkemizde çerez gıda grupları içerisinde üretim ve tüketim yönünden cipsler en önemli paya sahiptir. Ülkemizde talebi en fazla olan çerez tip gıdalar içerisinde patates ve mısır cipsleri ilk iki sırada yer almaktadır [4]. Bu nedenle cipslerin temel hammaddesi genellikle patates ve mısırdır. Bu hammaddelerin yanı sıra son dönemlerde buğday cipsi yapım teknolojisi de araştırmalara konu olmuştur [5]. Günümüz tüketici tercihlerinin sağlıklı, doğal ve fonksiyonel gıdalar yönünde değişmesi bu niteliklere sahip alternatif hammadde veya alternatif kullanım olanakları arayışını da beraberinde getirmiştir.

Gluten buğdayın yapısında doğal olarak bulunan "gliadin" ve "glutenin" proteinlerinin sulu ortamda birleşimiyle oluşan ve genel olarak "buğday proteini" olarak bilinen yapıdır [6]. Gluten, hamura viskoelastik özelliği kazandıran proteindir [7]. Gluten, hamurun viskoelastik özelliklerinden sorumlu olmasının yanı sıra mayalı fırın ürünlerinde şekerlerin fermente edilmesi ile oluşan karbondioksit gazını yapıya hapsederek hamurun kabarmasında görev almaktadır. Bunun yanı sıra ısı etkisiyle denatüre olan gluten proteini, kabartılmayan fırın ve cips ürünleri de dahil pek çok tahıl ürününde hamuru stabil hale getirmekte, ürüne has iç özelliklerinin, temel tekstürün ve hacmin oluşmasına katkı sağlamaktadır [8]. Çerez gıdalarda ve bilhassa cipslerde en önemli kalite ölçütlerinden biri olan tekstür [9], çoğunlukla mekanik, geometrik ve akustik özellikler gibi pek çok parametrenin bileşimi olup, kullanılan hammadde, pişirme şartları, hava kabarcıklarının oluşumu ile pişirme sırasında meydana gelen çatlaklara bağlı olarak değişim gösterir [10].

Buğdayın canlı embriyosundan elde edilen buğday ruşeymi buğdayın doğal bir fraksiyonu olup, öğütme teknolojisinde değirmencilik yan ürünü olarak ayrılabilir, gıda endüstrisinde ise oldukça kısıtlı kullanım yeri bulunmaktadır. Oysa buğday ruşeymi, vitamin E, folik asit, fosfor, tiamin, çinko ve magnezyum aynı zamanda esansiyel yağ alkollerini ve yağ asitlerini bulandıran birçok temel besin öğelerinin kaynağıdır ve lif içeriği bakımından da oldukça zengindir [11].

Perikarp, testa, hiyalin ve aleuron tabakalarından oluşan kepek, buğday tanesinin yaklaşık olarak %12'sini oluşturmaktadır. Renk maddelerini içeren testa tabakası, selüloz ve kül içeriği bakımından en zengin tabakadır. Aleuron ise ruşeymden sonra protein ve yağca en zengin tabakadır. Bonkalite, ince kepek, kalın kepek ve ruşeym buğdayın öğütme fraksiyonlarıdır ve öğütme teknolojisi açısından değirmencilik yan ürünlerdir. Sağlık açısından lifli gıdaların önemini fark edilmesiyle birlikte buğdaydan elde edilen kepek, insan tüketiminde değer kazanmış, ekmeğin üretiminde, tahıl ürünlerinde ve diğer gıdalarda kullanımı yaygınlaşmıştır [12-14].

Modifiye edilmiş proteinler gıdalarda bazı fonksiyonel özellikleri geliştirmesi amacıyla, sporculara ve yaşlılara özel üretilen gıdalarda ve kilo kontrolünde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır [15]. Protein kaynağı olarak bilinen peynir altı suyu peynir ile kazein üretiminde kazeinin çöktürülmesi ile elde edilen yeşilimsi-sarı renkli, yarı saydam bir sıvıdır [16]. Peynir altı suyu proteininin sahip olduğu yüksek besin değeri ve fonksiyonel özelliklerinden ötürü peynir altı suyu tozu (PAST) formunda özel beslenme amaçlı gıda ve içeceklerde, bebek mamalarında ve sporcu beslenmesinde, gıda sanayinin çeşitli kollarında kıvam arttırmak, su tutmak, emülsiyon oluşturmak, serum ayrılmasını engellemek ve jel oluşumunu güçlendirmek amacıyla katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Bütün bu özelliklere sahip olan peynir altı suyu proteinleri gıda ürünlerinin dayanıklılığını güçlendirmekte, duyuusal ve tekstürel özelliklerini iyileştirmektedir [17].

Cips üretiminde çoğunlukla kızartma ve ekstrüzyon prosesleri kullanılmaktadır [9]. Yağda kızartma prosesi gereği veya ekstrüde cipslerde çeşnilendirme sırasında yapılan yağlama nedeniyle cipsler genellikle toplam ağırlığının 1/3'i kadar yağ içerirler [18]. Bu oran yüksek miktarda tokluk sağlamakta ancak sağlık açısından da risk oluşturmaktadır [19]. Günümüzde düşük yağ ve düşük kalori içeren gıdaların daha fazla talep edilmesinden dolayı yağı azaltılmış kızartma ürünleri daha fazla tercih edilmektedir. Bu nedenle yağ alternatifleri hammadde veya yağı azaltmaya yönelik işleme yöntemlerine yönelik yapılan çalışmaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Türk Standartları Enstitüsü'ne göre, mısır ve patates cipslerinde rutubet miktarları ağırlıklarına göre sırasıyla en fazla %3.5 ve en az %3.0 olmalı, yağ miktarı ağırlıklarına göre en fazla %40, tuz miktarı ise kütlece en fazla %2 olmalıdır [20].

Bu çalışmanın amacı elde ürünün, cips sektöründeki farklı bir alanın doldurulmasına yöneliktir. Ürünün ana tekstürünü ve protein kaynağını oluşturan glutenin yanı sıra, gıda işleme yan ürünleri olarak ortaya çıkan ve besinsel/fonksiyonel değerleri yüksek olmasına rağmen kullanım alanı kısıtlı olan buğday ruşeymi, kepek ve PAST'a alternatif kullanım alanı açması da hedeflenmiştir. Gofret yaprağı üretiminde kullanılan tostlama metodunun kullanımıyla da cips üretimine yeni ve alternatif bir yaklaşım sağlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Bu çalışmada materyal olarak kullanılan vital glüten (rutubet %5.8, protein %78.75) Sinerji Gıda Kimya Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den (İstanbul) temin edilmiştir. Değirmencilik yan ürünleri olan buğday ruşeymi ve kepek Darıca (Cesur) Un Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.'den (Trabzon), peynir altı suyu tozu Malkara Birlik Süt ve Süt Mamulleri (Maybi) A.Ş. (İstanbul)'den,

eşni olarak kullanılan baharat karışımı (köri ve sarımsak tozu) ile tuz yerel bir süpermarketten temin edilmiştir.

### Deneysel Dizayn ve Cips Üretimi

Deneysel dizayna göre oluşturulan cips formülasyonları Tablo1'de verilmiştir. Cipsin ana tekstürünü oluşturan gluten içerisine Tablo 1'de belirtilen miktarlarda ruşeym, kepek ve PAST ilave edilerek 5 ayrı formülasyon örneği elde edilmiştir.

Tablo 1. Cips formülasyonları

Hammadde	Miktar (g)				
	F1	F2	F3	F4	F5
Gluten	100	100	100	100	100
Su	150	150	150	150	150
Tuz	3	3	3	3	3
Baharat	6	6	6	6	6
Ruşeym	60	-	-	20	-
Kepek	-	60	-	20	-
Peynir altı suyu tozu	-	-	60	20	-

Tuz, köri ve sarımsak tozu aynı miktarlarda kullanılarak cipse lezzet sağlanmış, karışımın kaldırabileceği su miktarı ön denemeler ile 150 mL olarak belirlenip hamur oluşturulmuştur. Hamur parçalara ayrılıp, aynı miktarlarda tartılmış, alt ve üst plakası ısıtılabilen ve plakaları birbirine tamamen yapışabilen elektrikli tost makinasıyla (Yücebaş makine, İzmir) 150°C'de 4 dakika süreyle pişirilmiştir. Oda sıcaklığına kadar soğuyan cipsler analize alınincaya kadar ağız kapaklı bir kaptı muhafaza edilmiştir.

### Cipslerin Teknolojik Özellikleri

#### Su Tutma ve Yağ Tutma Kapasitesi

Hayta ve ark. [21] ile Bilgiçli [22] tarafından kullanılan metod kullanılmıştır. 5 g toz haline getirilmiş cips örneği 25 mL saf su veya sıvı yağ ile tamamen karıştırılmıştır (50 mL santrifüj tüplerinde). Dispersiyonlar 60 dakikalık süre boyunca 15 dakika aralıklarla tekrar karıştırılmış ve 20 dakika, 3000g'de santrifüj edilmiştir. Su (STK) ve yağ tutma kapasitesi (YTK) değerleri Eşitlikler 1 ve 2 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$STK(ml/g) = \frac{Ağırlık_{sediment} - Ağırlık_{örnek}}{Ağırlık_{örnek}} \times 100 \quad (1)$$

$$YTK(ml/g) = \frac{Ağırlık_{sediment} - Ağırlık_{örnek}}{Ağırlık_{örnek}} \times 100 \quad (2)$$

### Çap, Kalınlık ve Yayılma Oranı

Üretilen cipslerde ap (W, cm) ve kalınlık (T, cm) AACC'e [23] göre dijital kumpas kullanılarak belirlenmiştir. Her örnekten 5 ölçüm alınarak ortalama ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Bu değerler kullanılarak Yayılma Oranı (W/T) belirlenmiştir.

### Gözenek Analizi

Cips numuneleri yatay tarayıcıda taranarak uygun çözünürlük ve gri tonlamada görüntü elde edilmiştir. Bu görüntü Microsoft Paint programına %100 görüntü büyüklüğünde aktararak belirli ebatlarda kesit alınmıştır ve Image ProPlus 6.0 programında, uygun filtreleme ve kontrast ayarları yapılmıştır. Elde edilen görüntüde gözenekler siyah bölge, pürüzsüz taban alanı açık gri, taban yüzeyi üzerindeki düzgün olmayan pürüzlü yapılar ise daha koyu gri renklerde gösterilmiştir. Bunun yanı

sıra her örneğin birim alanındaki pürüzlü yüzeyler cipsin yeme kalitesini etkileyen bir faktör olduğundan yazılım programı aracılığıyla hesaplanmıştır Bianchia ve ark. [24] tarafından gözenek analizi metodu modifiye edilmiştir.

### Renk (CIE $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $dE_{ab}^*$ )

Renk değerleri kolorimetrik olarak (Konica-Minolta, CR400, Japonya) cips yüzeyinde 5 noktadan ölçüm yapılarak ve değerlerin ortalaması alınarak belirlenmiştir. Ölçümlenen CIE  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri kullanılarak cips örneklerinin renk farklılığı Eşitlik 3'e göre hesaplanmış ve kendi aralarında karşılaştırılmıştır [25, 26].

$$dE^*_{ab} = \sqrt{(dL)^2 + (da)^2 + (db)^2} \quad (3)$$

## Pişme Verimi

Cips hamurlarının pişirme öncesi (W0) ve sonrası (W1) birim ağırlıkları tespit edilmiş, Eşitlik 4'e göre pişme verimi hesaplanmıştır;

$$Pişme Verimi (\%) = \frac{W1 \times 100}{W2} \quad (4)$$

## Cipslerin Besinsel ve Biyoaktif Özellikleri

### Nem

Cipsler pişirildikten bir saat sonra ölçüm yapmak amacıyla öğütülerek homojen hale getirilmiş, 5 g tartılarak önceden 130°C'de kurutulmuş darası alınmış kaplara konulmuştur. Etüvde 105°C'de 12 saat kurutulduktan sonra, kurumadan önceki ve sonraki değerler kullanılarak nem miktarı hesaplanmıştır. Nem kaybı, numunenin başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak ağırlık kaybıyla hesaplanmıştır.

### Mineral Madde Kompozisyonu

Tüm çözeltiler analitik saflıktaki kimyasal ve ultra saf su ile hazırlanmıştır. Ön yakma işlemi için HNO<sub>3</sub> (%67, v/v) ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> kullanılmıştır. İçerisinde her elementten (K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn vb.) 1000 mg/L olan standart stok çözeltisi kalibrasyon standartlarının hazırlanmasında kullanılmıştır. ICP-AES sisteminde taşıyıcı gaz olarak yüksek saflıkta Argon gazı kullanılmıştır. Örnekler mikrodalga yakma sistemi (Milestone MLS 1200, İtalya) kullanılarak yakılmıştır. 1±0.1g hassasiyette küçük parçalar halinde sistemin teflon şişelerin içerisine tartılmıştır. Üzerine 7 mL HNO<sub>3</sub> ve 2 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ilave edilmiştir. Ağızları kapatılarak sisteme yerleştirilen şişelere 250W (2 dakika), 0W (2 dakika), 250W (6 dakika), 400W (5 dakika) ve 600W (5 dakika) yakma programı uygulanmıştır. Bir şişeye örnek konulmamış yalnızca 7 mL HNO<sub>3</sub> ve 2 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ilave edilerek kör hazırlanmıştır. Yakma işlemi bittiğinde gaz çıkışı ve şişelerin içerisinde katı partikül kalıp kalmadığı kontrol edilmiştir. Örnek çözeltiler oda sıcaklığına soğutulduktan sonra polietilen şişelere aktarılmış ve 25 mL'ye ultra saf su ile tamamlanmıştır. Örneklerde mineral içeriğinin mikrodalgada nitrik asit yakma yöntemine göre hazırlanması ve iz elementlerin analizi prosedürü Sahan ve ark. [27] ile Kilci ve ark.'ne [28] göre yapılmıştır. Hazırlanan örnekler indüksiyon birleştirilmiş plazma atomik emisyon spektroskopisinde (Agilent 7700 ICP-AES) tayin edilmiştir. Analiz plazma gazı 15 L/dakika, yardımcı gaz 1 L/dakika, örnek 0.8 L/dakika koşullarında gerçekleştirilmiştir. Ölçümler tüm örnekler için 2 paralel yapılmıştır.

### Kül, Protein ve Yağ Miktarı

Kül, protein ve yağ içerikleri AOAC'ye [29] göre belirlenmiştir. Nem, kül, protein ve yağ miktarları

toplamlarının 100'den çıkartılmasıyla yüzde karbonhidrat miktarları tespit edilmiştir.

## Yağ Asidi Kompozisyonu

Numuneler için Soxhlet yöntemi kullanarak yağları elde edilmiştir. Her bir numuneden 100 mg tartılarak 20 mL kapaklı tüplere konulmuş üzerine 10 mL n-hekzan ilave edilmiştir. 100 µL 2 N metil alkollü KOH ilave edilerek 1 dakika tüp karıştırıcısında karıştırılmış ve santrifüj edilmiştir. Üsteki berrak kısımdan 1.5 mL vialle alınarak GC-FID (Agilent 5975 C FID dedektör) cihazına verilmiş ve GC-MS (Agilent 5975 MS dedektör) cihazı ile doğrulanmıştır. Çalışmada kullanılan GC-FID koşulları; inlet sıcaklığı: 250°C, enjeksiyon hacmi: 1 µL, split oranı: 1/25, taşıyıcı gaz He, sabit basınç modu (ortalama 230 kPa 50°C, 33 cm/s 50°C), fırın sıcaklığı: 50°C, 1 dakika 25 /dk 175°C'ye, 4°C/dakika 230°C'ye 10 dakika bekleme, analiz süresi 30,75 dakika, dedektör sıcaklığı: 280°C, detektör gazları: H<sub>2</sub> 40 mL/dakika, kuru hava 450 mL/dakika, He 30 mL/dakika.

## İstatistiksel Analiz

Deneylerde elde edilen analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi SPSS 17.0.1 paket programı (SPSS Inc., Chicago, Illinois, US) kullanılarak yapılmıştır. Çoklu varyans analizine tabi tutulan veri ortalamaları arasındaki fark p<0.05 anlamlılık düzeyinde Tukey çoklu karşılaştırma testi yapılarak belirlenmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Cips Örneklerinin Teknolojik Özellikleri

#### Su ve Yağ Tutma Kapasitesi

Cips örneklerine ait su ve yağ tutma kapasiteleri (%) Tablo 2'de verilmiştir. Cips örneklerinin su ve yağ tutma kapasiteleri arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan farklı bulunmuştur (p<0.05).

Buna göre en fazla su tutma kapasitesi %285.34 ve yağ tutma kapasitesi %138.9 kepek içeren numunenin olduğu gözlemlenmiştir. Kepek fraksiyonunda bulunan pentozanların ağırlıklarının takriben 6-10 katı kadar su absorbe ettikleri bilinmekte olup kepeğin ürüne ilavesi ile su absorpsiyonunu arttırmıştır [30, 31]. Çözünmeyen lif içeriğinin buğday fraksiyonlarından kepekte fazla olduğu bilinmektedir [32]. Çözünmeyen lifler, ağırlıklarının 5 katı kadar yağ tutmaktadır [33]. Yağ absorplama kapasitesi diyet lifinin partikül iriliğine bağlı olup iri olan partiküller daha fazla yağ absorbe eder [34]. Buğday kepeği liflerinin partiküllerinin büyük olduğundan dolayı yağ tutma kapasiteleri yüksektir [33]. Bu sebeplerden dolayı kepek içeren numunenin yağ ve su tutma kapasitesi diğer numunelerle karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur. Cips numuneleri içerisinde en düşük yağ ve su tutma kapasitesine sahip olan ürün ise peynir altı suyu tozu içeren (F3) örneğidir.

Tablo 2. Cips örneklerinin su ve yağ tutma kapasiteleri

Numune	Su Tutma (%)	Yağ Tutma (%)
F1	243.88 ± 5.22 <sup>b</sup>	130.26 ± 2.58 <sup>ab</sup>
F2	285.34 ± 1.16 <sup>a</sup>	138.92 ± 3.14 <sup>a</sup>
F3	169.12 ± 2.21 <sup>e</sup>	85.51 ± 4.26 <sup>c</sup>
F4	228.10 ± 2.17 <sup>c</sup>	117.14 ± 5.49 <sup>b</sup>
F5	185.06 ± 1.99 <sup>d</sup>	131.06 ± 1.11 <sup>ab</sup>

a-e: Aynı sütündeki birbirinden farklı harfler, veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark ( $p < 0.05$ ) olduğunu göstermektedir. Ortalama ± standart sapma

### Gözenek Analizi

Gözenek analizi için örneklerin taranmış görüntüleri Image ProPlus programına aktarılarak uygun filtreleme ve kontrast ayarları yapılarak tekstürel olarak birbirinden farklı yapılar farklı renklerle görüntülenmiştir (Şekil 1).

Buna göre cipsin yeme kalitesini yakından etkileyen; düzgün yüzeyler, açık gri renk ile zeminden yüksek pürüzlü yüzeyler koyu gri renk ile tekstür arası boşluklar ise siyah renk ile ifade edilmiştir. Bu renk sınıflandırması göz önünde bulundurulduğunda Şekil 1'deki görüntüler incelendiğinde en düzgün yüzeye sahip örneğin ruşeym katkılı F1 örneği olduğu, gluten ve kepek katkılı cips örneklerinin daha pürüzlü yapıya sahip olduğu görülmektedir. Ancak düzgün ve pürüzlü yapıların kepek katkılı cipte daha homojen dağıldığı görülmektedir.

Buna karşılık PAST katkılı F3 örneğinde düzgün ve düzgün olmayan bölgeler oldukça heterojen bir dağılım göstermiştir. Ayrıca bu üründe siyah renkle ifade edilen tekstürel boşlukların diğer örneklerle göre oldukça fazla ve büyük olduğu da görülmektedir. Karışık olan F4 örneğin de ise hem düzgün hem pürüzlü alanların hem de tekstür arası boşlukların homojen dağıldığı görülmektedir.

Ayrıca Image ProPlus programı kullanılarak açık gri alanlar üzerindeki koyu gri olarak görülen pürüzlü yüzeylerin sayısı Tablo 3'de verilmiştir. Düzgün zemin üzerindeki pürüzlü alanlara ait yapıların sayısı Şekil 1'deki görüntülere paralel sonuçlar elde vermiştir. Pürüzlü yapı en az ruşeyimli örnekte iken, en yüksek kepek ve gluten katkılı örnekte belirlenmiştir.

Tablo 3. Cips örneklerine ait düzgün olmayan gözenek dağılımı

Numune	Gözenek sayısı
F1	11435
F2	33410
F3	14463
F4	16662
F5	22507

### Çap (Genişlik), Kalınlık ve Yayılma Oranı

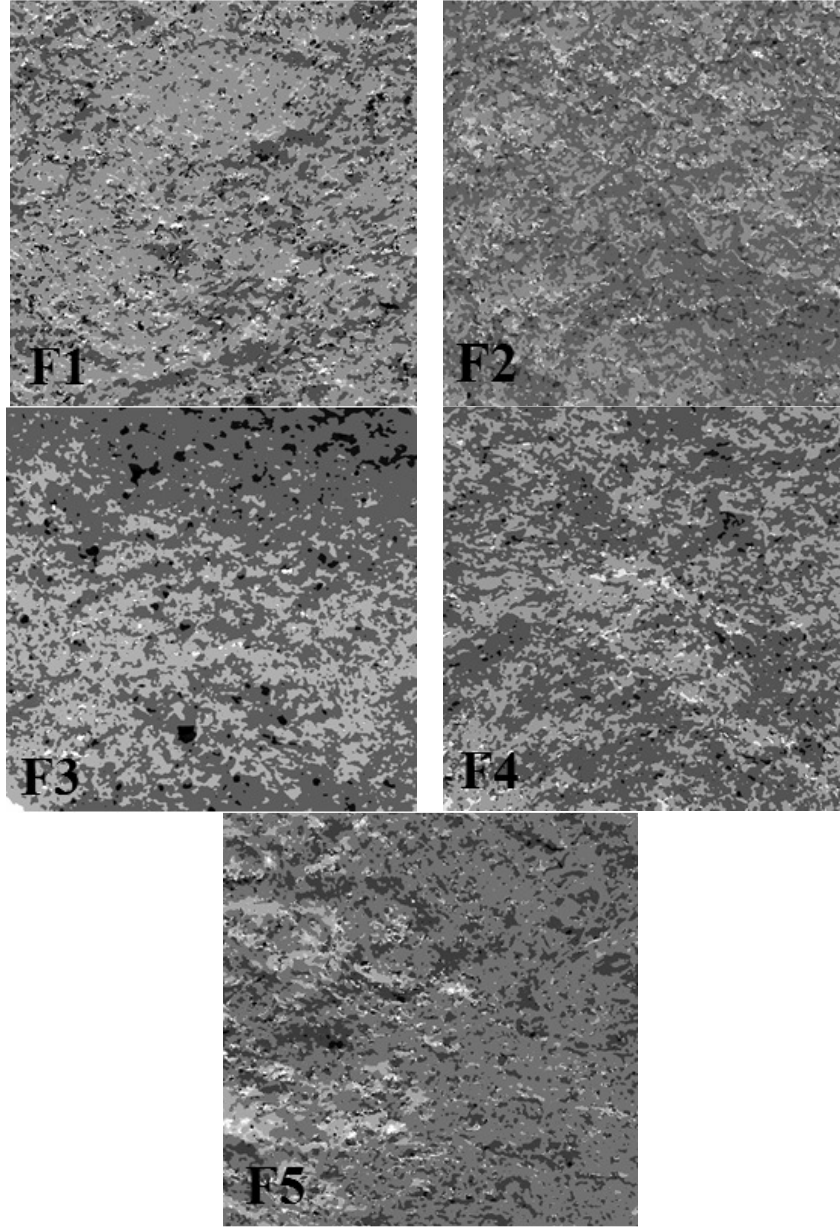
Cips örneklerine ait çap kalınlık ve yayılma oranı değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre numuneler arasında 54.51 mm ile ruşeym içeren numunenin en fazla yayılma oranına sahip olduğu belirlenmiştir.

Ruşeym, genel olarak %9 oranında yağ içermektedir. Yağ, gluten ve nişastanın kitle oluşumunu parçalar, ürünün yumuşak bir hal almasına neden olur. Bünyesinde bulundurduğu yağ, hamuru yumuşattığından ruşeym bulunan numunede yayılım diğerlerine göre daha fazla olmuştur. Bunu F4 numunesi takip ederken, yayılması en az olan örnek kepek içeren F2 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4. Cipslerin çap, kalınlık ve yayılma oranları sonuçları

Numune	Ortalama çap (mm)	Ortalama kalınlık (mm)	Yayılma oranı (mm)
F1	93.758 ± 0.216 <sup>a</sup>	1.720 ± 0.060 <sup>ab</sup>	54.510 ± 2.515 <sup>a</sup>
F2	61.066 ± 0.212 <sup>d</sup>	2.026 ± 0.042 <sup>a</sup>	30.141 ± 0.736 <sup>c</sup>
F3	60.318 ± 0.305 <sup>d</sup>	1.576 ± 0.117 <sup>ab</sup>	38.257 ± 3.765 <sup>bc</sup>
F4	69.869 ± 0.311 <sup>c</sup>	1.511 ± 0.095 <sup>b</sup>	46.230 ± 3.836 <sup>ab</sup>
F5	84.006 ± 0.185 <sup>b</sup>	2.001 ± 0.071 <sup>a</sup>	41.973 ± 1.978 <sup>b</sup>

a-d: Aynı sütündeki birbirinden farklı harfler, veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark ( $p < 0.05$ ) olduğunu göstermektedir. Ortalama ± standart sapma



Şekil 1. Cips numunelerine ait yüzey görüntüleri (kodlar için bakınız Tablo 1)

### Renk

Cips numunelerine ait renk değerleri Tablo 5'te verilmiştir. Farklı hammaddelerin kullanımı cipslerin CIE  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklara neden olmuştur ( $p < 0.05$ ). En yüksek  $L^*$  parlaklık değeri ruşeym içeren F1 numunesi olup 68.43, bunun ruşeymden gelen yağ içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. En yüksek  $a^*$  kepek içeren F2 numune 5.91 olarak belirlenmiştir ki, kepeğin doğal rengi ürünün rengini etkilemiştir. Ayrıca PAST içeren F3 numunesinin de  $a^*$  ve özellikle  $b^*$  değeri oldukça yüksektir. Peynir altı suyunun yapısındaki

yüksek laktoz ısının etkisiyle hem Maillard hem de karamelizasyon reaksiyonlarına neden olmuştur. F3 numunesinin renk değişimindeki bu farklılık, en yüksek  $dE_{ab}^*$  değeriyle de tespit edilmiştir.

### Verim

Pişme verimi "cips hamuru ağırlığı/ pişirilmiş cips ağırlığı" oranından elde edilmiştir. Buna göre %55.430 ile kepekli numunede en fazla verim gözlenirken %43.155 ile glutenli numunede en az verim gözlemlenmiştir (Tablo 6).

Tablo 5. Cips numunelerine ait renk değerleri

Numune	L*	a*	b*	dE <sub>ab</sub> *
F1	68.43 ± 0.92 <sup>a</sup>	1.14 ± 0.11 <sup>b</sup>	36.07 ± 1.71 <sup>b</sup>	22.03 ± 2.01 <sup>b</sup>
F2	61.39 ± 1.10 <sup>b</sup>	5.91 ± 0.69 <sup>a</sup>	30.10 ± 0.83 <sup>b</sup>	23.92 ± 1.25 <sup>b</sup>
F3	59.49 ± 1.38 <sup>c</sup>	5.79 ± 0.60 <sup>a</sup>	45.23 ± 1.18 <sup>a</sup>	35.19 ± 1.16 <sup>a</sup>
F4	61.24 ± 0.97 <sup>bc</sup>	5.80 ± 0.91 <sup>a</sup>	37.13 ± 0.69 <sup>ab</sup>	28.19 ± 0.93 <sup>ab</sup>
F5	66.65 ± 0.70 <sup>ab</sup>	1.29 ± 0.28 <sup>b</sup>	36.16 ± 2.47 <sup>b</sup>	23.81 ± 1.75 <sup>b</sup>

a-d: Aynı sütündeki birbirinden farklı harfler, veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark (p<0.05) olduğunu göstermektedir., Ortalama ± standart sapma

### Cipste Besinsel ve Biyoaktif Özellikler

#### Nem, Kül, Protein ve Yağ İçeriği

Cips numunelerin de yapılan rutubet analiz sonuçları Tablo 7'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde 7.28 ile kepekte rutubetin fazla olduğu gözlenirken, 4.56 ile ruşeym en düşük değere gözlemlenmiştir. Buğday kepeğinde çözünmeyen lif içeriği fazla olduğundan rutubeti daha fazla çıkmıştır [32]. Çünkü çözünmeyen diyet lifi ağırlığının 20 katı kadar suyu absorblamaktadır [33]. Protein analizi sonucu protein içeriği %68.333 ile en yüksek sadece gluten bulunan (F5) numunede, en az ise %53.269 ile kepek içeren (F2) numunede olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebi yaş glutenin %65 oranında su, kuru maddede ise

vital toz glutenin %75-86 oranında protein ihtiva etmesidir [8]. Kül analizi sonucunda kül içeriği %3.494 ile en fazla kepek bulunan numunede bulunmuştur. Bu durum kepekte bulunan testa tabakasından kaynaklanmaktadır. Bu tabaka selüloz ve kül içeriği bakımından en zengin tabakadır [13].

Tablo 6. Numunelerin verim değerleri

Numune	Verim (%)
F1	51.558
F2	55.430
F3	47.614
F4	52.672
F5	43.155

Tablo 7. Numunelerin rutubet analiz sonuçları

Numune	Rutubet (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)
F1	4.56±0.32 <sup>b</sup>	3.384±0.005 <sup>c</sup>	53.704±0.126 <sup>d</sup>	2.50±0.13 <sup>a</sup>
F2	7.28±0.25 <sup>a</sup>	3.494±0.002 <sup>a</sup>	53.269±0.503 <sup>d</sup>	1.85±0.16 <sup>ab</sup>
F3	5.50±0.49 <sup>ab</sup>	3.270±0.000 <sup>d</sup>	62.120±0.361 <sup>b</sup>	0.89±0.11 <sup>c</sup>
F4	5.53±0.29 <sup>ab</sup>	3.430±0.002 <sup>b</sup>	56.871±0.822 <sup>c</sup>	1.31±0.23 <sup>bc</sup>
F5	7.14±0.37 <sup>a</sup>	2.466±0.013 <sup>e</sup>	68.333±0.199 <sup>a</sup>	1.18±0.12 <sup>bc</sup>

a-d: Aynı sütündeki birbirinden farklı harfler, veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark (p<0.05) olduğunu göstermektedir. Ortalama ± standart sapma

### Mineral Madde Kompozisyonu

Cips örneklerine ait mineral madde içerikleri Tablo 8'de verilmiştir. Cips örneklerinin minör ve majör mineral madde içerikleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Minör elementlerden Co sek içeriğe sahip numune olarak belirlenmiştir. Bunu takiben PAST içeren F3 örneği de minör elementler açısından düşük bir profil sergilemesine karşın K

ve Cd tüm numunelerde diğer elementlere göre en düşük düzeyde tespit edilirken. Zn, Cu ve Mn baskın elementler olarak belirlenmiştir. İçeriğinde yalnızca gluten bulunan F5 örneğinin minör elementler açısından en düşük içeriğe sahip olduğu söylenebilir. Buna karşın aynı örnek Ca ve Na elementleri açısından en yük açısından en yüksek içeriğe sahip numunedir. Ruşeym içerikli F1 numunesi için Mn ve Mg açısından en zengin numune olarak belirlenmiştir.

Tablo 8. Numunelerin mineral madde içerikleri

Örnek	mg/kg									%			
	Zn	Cu	Co	Mn	Cd	Ni	Mo	Pb	Cr	Ca	Mg	Na	K
F1	90.9 <sup>b</sup>	74.5 <sup>b</sup>	< 0.26	78.8 <sup>a</sup>	< 0.36	5.62 <sup>b</sup>	0.80 <sup>b</sup>	1.30 <sup>c</sup>	1.68 <sup>a</sup>	0.14 <sup>c</sup>	0.20 <sup>a</sup>	0.77 <sup>c</sup>	0.58 <sup>c</sup>
F2	84.6 <sup>c</sup>	74.4 <sup>b</sup>	< 0.26	72.6 <sup>a</sup>	< 0.36	3.31 <sup>bc</sup>	0.95 <sup>a</sup>	2.15 <sup>bc</sup>	0.64 <sup>c</sup>	0.10 <sup>d</sup>	0.15 <sup>b</sup>	0.37 <sup>e</sup>	0.45 <sup>d</sup>
F3	47.6 <sup>d</sup>	43.5 <sup>c</sup>	< 0.26	17.3 <sup>d</sup>	< 0.36	4.75 <sup>b</sup>	< 0.48 <sup>d</sup>	2.51 <sup>b</sup>	< 0.45 <sup>e</sup>	0.25 <sup>b</sup>	0.08 <sup>c</sup>	0.80 <sup>b</sup>	0.89 <sup>a</sup>
F4	140.5 <sup>a</sup>	197.6 <sup>a</sup>	< 0.26	54.7 <sup>b</sup>	< 0.36	14.80 <sup>a</sup>	0.64 <sup>c</sup>	6.61 <sup>a</sup>	0.87 <sup>b</sup>	0.23 <sup>b</sup>	0.14 <sup>b</sup>	0.57 <sup>d</sup>	0.62 <sup>b</sup>
F5	46.2 <sup>d</sup>	8.0 <sup>d</sup>	< 0.26	25.6 <sup>c</sup>	< 0.36	1.19 <sup>c</sup>	0.58 <sup>cd</sup>	0.95 <sup>d</sup>	0.52 <sup>d</sup>	0.42 <sup>a</sup>	0.09 <sup>c</sup>	0.99 <sup>a</sup>	0.20 <sup>e</sup>

a-e: Aynı sütündeki birbirinden farklı harfler veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark (p<0.05) olduğunu göstermektedir.

### Yağ Miktarı ve Yağ Asitleri Kompozisyonu

Araştırmada kullanılan cips örneklerinden ekstrakte edilen yağın oranları ve yağ asitleri değerleri Tablo 9'da verilmiştir. Üretilen cipslerde yağ oranı çeşide bağlı olarak %0.89-2.50 arasında değişmektedir. Çeşitlerden

ruşeym içeren numunenin yağ oranı diğer numunelere göre daha fazla bulunmuştur. Buğday fraksiyonları içerisinde en yüksek yağ oranına sahip bölüm ruşeym kısmıdır. Buğday ruşeymi %10-15 yağ içermektedir [35]. Cipslerde dışarıdan herhangi bir yağ ilavesi olmadığından dolayı içeriklerindeki yağ miktarları ve yağ

asiti kompozisyonları tamamen yapılarından kaynaklanmaktadır. Tablo 9'da ayrıca cips örneklerinin GC sistemi ile tespit edilmiş yağ asiti kompozisyonu yer almaktadır. Tüm örneklerde cis-11-Eicosenoic asit (20:1) ve bunu takiben Araşidik asit (C20:0) baskın yağ asiti olarak belirlenirken en düşük düzeyde bulunan Stearik asit (C18:0)'dir. Bu numunede diğerlerinden farklı olarak Trikosanoik asit (C23:0) (%1.58) yer almaktadır. Ruşeym ilaveli F1 örneğinde diğerlerinden farklı olarak

belirleyici yağ asiti, palmitoleik asit (16:1) ve bunu takiben oleik asit (18:1)'dir. Örneklerin toplam doymuş ve doymamış yağ asiti düzeyleri de Tablo 9'da görülmektedir. En yüksek doymuş yağ oranlı örnek ruşeym katkılı (%30.64), en düşük ise Karışık içeriğe sahip F4 (%23.08) örneği olarak belirlenmiştir. Toplam doymamış yağ asitleri açısından en yüksek içeriğe sahip F4 (%76.9) örneği iken en düşük içeriğe ruşeym katkılı F1 (%68.92) örneği sahiptir.

Tablo 9. Cips numunelerinin yağ asidi kompozisyonu (%)

Yağ Asitleri	F1	F2	F3	F4	F5
Butirik asit	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Palmitoleik asit (16:1)	15.48	7.66	7.77	9.82	6.43
Stearik asit (C18:0)	4.42	5.84	5.38	5.64	5.24
Oleik asit (18:1)	10.4	3.39	9.61	6.58	10.23
Araşidik asit (C20:0)	26.22	16.33	17.96	17.44	22.46
cis-11-Eikosenoik asit (20:1)	43.04	65.17	59.25	60.5	55.62
Trikosanoik asit (C23:0)	-	1.58	-	-	-
Toplam doymuş	30.64	23.75	23.34	23.08	27.7
Toplam doymamış	68.92	76.22	76.63	76.9	72.28

## SONUÇ

Bu çalışmada ülkemiz tahıl üretiminin lokomotif durumundaki buğdayın işlenmesi sırasında yan ürün olarak ayrılan ruşeym, kepek ile peynir sanayi yan ürünü olan PAST için alternatif bir kullanım alanı denenmiş, aynı zamanda besinsel açıdan daha zengin, yağ oranı daha düşük bir ürün üretilerek cips ürün profiline farklı bir yaklaşım getirilmiştir. Çalışma kapsamında seçilen hammaddeler hem bireysel hem de bir arada kullanıldığında ürünün teknolojik, fizikokimyasal ve besinsel bazı nitelikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Gluten cipsinin yüksek değerli protein ve farklı besinsel ve lezzet profiline sahip ruşeym, kepek, PAST ile zenginleştirilmesi ile potansiyel olarak insan sağlığına faydalı yeni çerez gıdaların elde edilmesi, yeni ürünlerin üretilmesi açısından cips sektörüne fikir verici niteliktedir. Elde edilen sonuçlar glutenin alternatif cips üretiminde iyi tekstür oluşturu ve diğer hammaddeler için de iyi bir taşıyıcı olduğunu göstermiştir. Her bir hammadde kendine özgü nitelikler kazandırmıştır. Cips kalite nitelikleri açısından önemli olan su ve yağ tutma kapasiteleri değişirken, yayılma oranı ve verim gibi fiziksel nitelikleri de farklı hammadde kullanımına bağlı olarak değişmiştir. Özellikle PAST ve ruşeym ilavesi mineral madde ve yağ asidi kompozisyonunu istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemiştir. Bu çalışmada kullanılan tostlama tekniği sıcak iki plaka arasında hamur rutubetinin uzaklaştırılarak pişirilmesi tekniğine dayandığından yağ vb. olmaksızın pişme, kızartma ve ürüne gevreklik kazandırma avantajına sahiptir. Günümüzde tüketilen cipslerin yaklaşık %30-40 yağ içeriğine sahip olduğu göz önünde bulundurulursa, tostlama tekniğinin yağda kızartma yapılmadan ve yağ içeriği daha düşük cips üretiminde kullanılabilecek alternatif bir yöntem olabileceği bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Günümüzde cips hammaddesi olarak kullanılan patates, pirinç, mısır irmiği gibi hammaddelerin genel olarak nişasta içeriklerinin yüksek olduğu, lif ve mineral madde gibi besinsel bileşenler açısından fakir oldukları söylenebilir.

Tahılların işlenme sonrası ayrılan fraksiyonlarındaki zengin besinsel içeriğin cips endüstrisinde kullanılarak cips tüketmek isteyen ancak tercihleri doğal ve fonksiyonel ürünlerden yana değişen günümüz tüketicisine doğal alternatifler getirebileceği bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

## KAYNAKLAR

- [1] Göncü, A., 2011. Farklı Tahıl Unları İlavesi İle Elde Edilen Fırınlanmış Buğday Cipsinden Kalite Niteliklerinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- [2] Tekin, A., Karabacak, H., 1998. Piyasada tüketilen değişik cips ve çerez yağlarının bazı bileşim özellikleri üzerine araştırma. *Gıda* 23(6): 431-435.
- [3] Topuz, O.K., 2011. Benekli Karides (*Metapenaeus monoceros*) Kırmızı Karides (*Aristaeomorpha foliacea*) Etinin Çerez Gıda Üretiminde Kullanımı Ve Üretim Parametrelerinin Ürün Kalitesi Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- [4] Çankurtaran, M., 2008. Kızartılmış Buğday Cipsi Üretimi Ve Elde Edilen Buğday Cipslerinin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- [5] Shiroma, C., Rodrigues-Saona, L., 2009. Application of NIR and MIR spectroscopy in quality control of potato chips. *Journal of Food Composition and Analysis* 22: 596-605.
- [6] Yıldız, A., 2011. Bazı Kışık Buğday (*T. aestivum* L.) Genotiplerinde Yüksek Ve Düşük Molekül Ağırlıklı Glutenin Bant Desenlerinin Belirlenmesi Ve Kalite İslahında Kullanımı. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [7] İsleroğlu, H., Dirim, S.N., Ertekin F.K., 2009. Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri. *Gıda* 34: 29-36.



- [8] Özüğür, G., Hayta, M., 2011. Tahıl esaslı glutensiz ürünlerin besinsel ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi. *Gıda* 36: 287 – 294.
- [9] Taşkırdı, Y., 2011. Karabuğday İle Zenginleştirilmiş Buğday Cipslerinin Tekstürel Ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- [10] Kayacier, A., Singh, R.K., 2004. Application of effective diffusivity approach for the moisture content prediction of tortilla chips during baking. *Food Science and Technology* 37: 275-281.
- [11] Çetinyürek, F., 2012. Buğday Ruşeymi Ve Buğday Ruşeym Yağının Antioksidan Parametrelerinin İncelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- [12] Özkaya, H., Özkaya, B., 2005. Öğütme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 30, Ankara, 757s.
- [13] Elgün, A., Z. Ertugay., 2011. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları 5.baskı, No: 718, Ziraat Fakültesi No: 297, Ders Kitapları Serisi No: 52, Erzurum, 417 s.
- [14] Delcour, J.A., Hosney, R.C., 2013. Principles Of Cereal Science And Technology. 3rd edition, St. Paul, MN, AACC International, USA, 270p.
- [15] Apar, D.K., 2008. Mısır Gluteninin Enzimatik Hidrolizi: Proses Parametrelerinin Optimizasyonu, Hidroliz, Çözünürlük Ve Enzim İnaktivasyon Kinetiği. Doktora Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [16] Özcan, T., Delikanlı, B., 2011. Gıdaların tekstürel özelliklerinin geliştirilmesinde peynir altı suyu protein katkılarının fonksiyonel etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 25(2): 77-88.
- [17] Herceg, Z., Lelas, V., 2005. The influence of temperature and solid matter content on the viscosity of whey protein concentrates and skim milk powder before and after tribomechanical treatment. *Journal of Food Engineering* 66(4): 433-438.
- [18] Mellema, M., 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends of Food Science and Technology* 14: 364–373.
- [19] Moyano, P.C., Pedreschi, F., 2006. Kinetics of oil uptake during frying of potato slices: Effect of pre-treatments. *LWT - Food Science and Technology* 39(3): 285–291.
- [20] Anonymous, 1991. Patates Cipsi Standardı. TS 3628, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [21] Hayta, M., Alpaslan, M., Baysar, A., 2002. Effect of drying methods on functional properties of tarhana: A wheat flour–yoghurt mixture. *Journal of Food Science* 67(2): 740–744.
- [22] Bilgiçli, N., 2009. Effect of buckwheat flour on chemical and functional properties of tarhana. *LWT - Food Science and Technology* 42(2): 514–518.
- [23] AACC., 1995. American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC. 9th ed. The Association: St. Paul, MN., USA.
- [24] Bianchia, F., Careria, M., Chiavarob, E., Muscia, M., Vittadinib, E., 2008. Gas chromatographic–mass spectrometric characterisation of the Italian Protected Designation of Origin “Altamura” bread volatile profile. *Food Chemistry* 110: 787–79.
- [25] Rizzello, C.G., Curiel, J.A., Nionelli, L., Vincentini, O., Cagno, R.D., Silano, M., Gobetti, M., Coda, R., 2014. Use of fungal proteases and selected sourdough lactic acid bacteria for making wheat bread with an intermediate content of gluten. *Food Microbiology* 37: 59-68.
- [26] Torrieri, E., Pepe, O., Ventrino, V., Masi, P., Cavella, S., 2014. Effect of sourdough at different concentrations on quality and shelf life of bread. *LWT-Food Science and Technology* 56: 508-516.
- [27] Sahan, Y., Basoglu, F., Gucer, S., 2007. ICP-MS analysis of a series of metals (Namely: Mg, Cr Co, Ni, Fe, Cu, Zn, Sn, Cd and Pb) in black and green olive samples from Bursa, Turkey. *Food Chemistry* 105: 395–399.
- [28] Kilci, A., Gocmen, D., 2014. Phenolic acid composition, antioxidant activity and phenolic content of tarhana supplemented with oat flour. *Food Chemistry* 151: 547–553.
- [29] AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed., USA.
- [30] Jeleca, S.L., Hlynka, I., 1971. Water-binding capacity of wheat flour crude pentosans and their relation to mixing characteristics of dough. *Cereal Chemistry* 48: 211-222.
- [31] Kim, S.K., D’Appolonia, B.L., 1977. Bread Staling Studies; III. Effect of pentosans on dough, bread, and bread staling rate. *Cereal Chemistry* 54(2): 225-229.
- [32] Schneeman, B., 1987. Soluble vs insoluble fiber-different physiological responses. *Food Technology* 41: 81- 82.
- [33] Thebaudin, J.Y., Lefebvre, A.C., Harrington, M., Bourgeois, C.M., 1997. Dietary fibres: Nutritional and technological interest. *Trends of Food Science and Technology* 8: 41-48.
- [34] Prakongpan, T., Nitithamyong, A., Luangpituksa, P., 2002. Extraction and Application of dietary fiber and cellulose from pineapple cores. *Journal of Food Science* 67: 1308-1313.
- [35] Brandolini, A., Hidalgo, A., 2012. Wheat germ: Not only a by-product. *International Journal of Food Science and Nutrition* 63: 71-74.