



# Kahramanmaraş Sütçü İmam University Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 10.08.2022  
Kabul Tarihi : 01.09.2022

Received Date : 10.08.2022  
Accepted Date : 01.09.2022

## KARABUĞDAY (*Fagopyrum esculentum*) UNU İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ DUT PESTİLLERİNİN BAZI FİZİKO-KİMYASAL, RENK, BİYOAKTİF VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

### THE INVESTIGATION OF CERTAIN PHYSICO-CHEMICAL, COLOR, BIOACTIVE AND SENSORY PROPERTIES OF MULBERRY PESTILS ENRICHED WITH BUCKWHEAT (*Fagopyrum esculentum*) FLOUR

Okan LEVENT<sup>1\*</sup> (ORCID: 0000-0003-0415-0308)  
Ferhat YÜKSEL<sup>2</sup> (ORCID: 0000-0003-1995-9820)

<sup>1\*</sup>İnönü Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye  
<sup>2</sup>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Niğde, Türkiye

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Okan LEVENT, okan.levent@inonu.edu.tr

#### ÖZET

Bu çalışmanın amacı farklı konsantrasyonlarda (0-12 g/100g) karabuğday unları (*Fagopyrum esculentum*) ile zenginleştirilmiş dut pestillerinin bazı fiziko-kimyasal, renk, biyoaktif ve duyuşal özelliklerini araştırmaktır. Dut pestillerinin protein içerikleri 5.87-6.89 g/100g aralığında değişmiş ve karabuğday unu ilavesiyle anlamlı bir artma bulunmuştur (P<0.01). Karabuğday unu ilavesiyle dut pestillerinin viskozite içerikleri anlamlı oranda artmıştır (P<0.01). Örneklerin hidroksimetilfurfural (HMF) değerleri 3.95 ile 4.81 mg/kg aralığında tespit edilmiş ve karabuğday unu ilavesiyle anlamlı bir artma saptanmıştır (P<0.01). Maksimum toplam fenolik madde içeriği E kodlu örnekte (1622.56 mg GAE/kg) bulunurken minimumu toplam fenolik madde içeriği ise A kodlu örnekte (936.22 mg GAE/kg) tespit edilmiştir. Genel olarak karabuğday ilavesi ile örneklerin duyuşal skorlarında anlamlı bir artış belirlenmiştir (P<0.01). B Kodlu çalışma dizaynı (10 g/100g karabuğday unu içeren) panelistler tarafından en beğenilen deneme tasarımı olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada karabuğday unu kullanılarak çölyak hastalarına uygun, genel kabul görmüş ve alternatif bir pestil üretilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** dut pestili, karabuğday unu, biyoaktif, HMF, duyuşal analiz.

#### ABSTRACT

The aim of this study was to investigate some physicochemical, color, bioactive and sensory properties of mulberry pestils enriched with buckwheat flour (*Fagopyrum esculentum*) at four different concentrations (0-12 g/100g). Protein content of the mulberry pestils were in the range of 5.87-6.89 g/100g and increased significantly (P <0.01) with the addition of buckwheat flour. Viscosity content of mulberry pestils increased significantly (P<0.01) with the addition of buckwheat flour. The HMF contents of samples were determined in the range of 3.95-4.81 mg/kg and increased significantly (P <0.01) with the addition of buckwheat flour. Maximum total phenolic content was found at coded E sample (1622.56 mg GAE/kg) while minimum total phenolic content was determined at coded A sample (936.22 mg GAE/kg). Generally, a significant increase was determined with added buckwheat flour in sensory scores of the samples (P<0.01). The best of the trying of design was found to be coded B sample (included 10 g/100g buckwheat flour) by panelists. In this study, suitable for celiac patients, generally accepted and alternative a pestil was produced using buckwheat flour.

**Keywords:** mulberry pestil, buckwheat flour, bioactive, HMF, sensory analysis

ToCite: LEVENT, O., & YÜKSEL, F., (2022). KARABUĞDAY (*Fagopyrum esculentum*) UNU İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ DUT PESTİLLERİNİN BAZI FİZİKO-KİMYASAL, RENK, BİYOAKTİF VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(4), 714-723.

## GİRİŞ

Türk Dil Kurumu tarafından “İnce yufka biçiminde kurutulmuş meyve ezmesi, bastık” olarak tanımlanan pestil ülkemizde ve dünyada birçok kesim tarafından sevilerek tüketilen bir atıştırılabilir gıda ürünüdür (URL-1, 2022). Geleneksel olarak üretilen bir dut pestilinin bileşimi şu şekildedir; %14.3 nem, %83.4 şeker, %0.2 toplam asitlik, %2 protein, %1.4 kül, %0.4 ham yağ, 14 mg/kg demir, 10 mg/kg bakır ve 401 mg/kg fosfor dur (Kalkışım & Özdemir, 2012; Kara & Küçüköner, 2019). İçeriğinde barındırdığı bu bileşenlerce besleyici özelliği oldukça fazla olan pestil ürünleri için üreticiler ve tüketiciler sürekli alternatif bir arayış içerisindeyler. Bu kapsamda farklı meyvelerin pestilleri yapılabildiği (Elma, üzüm, dut, kayısı, muz, kiraz, portakal, armut, ananas, erik, çilek, mandalina ve şeftali) gibi ceviz, fındık ve fıstık gibi farklı bileşenlerce zenginleştirilerek alternatif ürünler üretilmektedir. (Kara & Küçüköner, 2019; Berksoy vd., 2016; Ekşi & Artık, 1984). Son zamanlarda yapılan bazı alternatif pestil ürünleri şu şekildedir; havuç pestili (Karabacak, 2021), farklı çeşni maddesi (ayçekirdeği içi, badem, hindistancevizi, yerfıstığı, susam) kullanılarak üretilen pestiller (Güler, 2019), hünnap pestili (Karaca, 2019), goji berry pestili (Talay, 2019), hindistan cevizi unlu pestil (Yüksel vd., 2020) ve buğday, mısır ve patates unları ile zenginleştirilmiş pestillerdir (Yavuz, 2019).

Pestil dendiğinde akla ilk olarak dut pestili gelmektedir. Dut sırası ya da pekmezinin kullanıldığı dut pestilinde diğer malzemeler genel olarak su, buğday unu/nişasta, şeker, bal, pekmez ve süt olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bileşenler ile üretim aşamasında ilk olarak dut pekmezi/sırası ile şeker, süt, pekmez ve bal homojen bir şekilde karıştırılarak kaynatılmaktadır. Ardından un/nişasta eklenerek karıştırılmaya devam edilir ve sonunda herle olarak isimlendirilen kıvamlı bir ürün ortaya çıkar. Herleler bezlere 1 mm kalınlıkta serilerek kurutma odalarında kurumaya bırakılırlar. Kuruyan pestil örnekleri bezlerinden sıyrılarak tüketilmektedirler. Köme gibi ürünler de ise ceviz, fındık ya da fıstık gibi yemişler iplere dizilerek herleye daldırılırlar. Bu daldırma ürüne ve istenen kalınlığa göre birden fazla gerçekleştirilerek devam eder. Devamında pestilde olduğu gibi kurutmaya bırakılırlar. Elde edilen köme ürünleri de tüketilmek üzere satışa çıkarılırlar (Kalkışım & Özdemir, 2012; Yüksel vd., 2020; Baltacı vd., 2016).

Otoimmün bir hastalık olarak bilenen çölyak hastalığı (Glüten intoleransı) ince bağırsakta hasara yol açan besinlerin alımıyla ortaya çıkmaktadır. Tahıl proteinlerinden gliadin ve glutenin birleşmesi ile oluşan gluten, buğdayın özü olarak ifade edilmektedir (Demirçeken, 2011). Çölyak hastası olan insanlar buğday, arpa, çavdar ve yulaf gibi tahılların içeriğindeki gluten proteinini (prolaminleri) tolere edememektedirler. Bu nedenle çölyak hastalığının bilenen en iyi ve en etkili tedavisi bu hastalığa sahip bireylere hayat boyu glutensiz bir diyet uygulamaktır (Köksel vd., 2015). Pestil ürünlerinde kullanılan unlarda/nişastalarda gluten bulunmasından dolayı çölyak hastası bireyler bu ürünleri rahatlıkla tüketememektedirler. Bu nedenle glutensiz pestil üretiminin artırılması bu hastalığa sahip bireylere pestil ürünleri için alternatif bir tüketim şansı verecektir.

Kuzukulağıgiller (*Polygonaceae*) familyasından *Fagopyrum* cinsine mensup bir hububat ve bitki türü olan karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) önemli bir hububat ürünüdür (URL-2, 2022). Karabuğdayın sahip olduğu besinsel içerik ortalama %9.6-13.8 nem, %55-75 nişasta, %10.0-12.5 protein, %7.0-10.7 lif, %1.4-4.7 lipid, %1.3-2.3 kül ve %15-20 diğer bileşenler (organik asitler, fenolik bileşenler, tanenler, fosforlu şeker, nükleotidler, nükleik asitler, bilinmeyen bileşenler) şeklindedir. Albümin ve globülin açısından zengin olan karabuğdayın glutelin ve prolaminin yetersizliğinden dolayı gluten oluşturma kabiliyetinin olmadığı bildirilmiştir (Dizlek vd., 2009). Bu bakımdan karabuğday çölyak hastalarının beslenmelerinde rahatlıkla kullanabileceği bir hububat ürünüdür. Protein fraksiyonları açısından incelendiğinde karabuğday glutamik asit, aspartik asit, arginin, leusin ve lizin açısından oldukça zengin olduğu ve buğday gibi tahıl ürünlerinde eksik olan lizin amino asidinin karabuğday unu ile giderilebileceği bildirilmiştir (Kowalski vd., 2022).

Bu çalışma ile karabuğday unu ile zenginleştirilmiş pestillerin bazı fiziko-kimyasal (nem,  $a_w$ , kül, yağ, HMF, viskozite, asitlik), renk ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ), biyoaktif (toplam fenolik, antioksidan (DPPH, FRAP) ve duyuşal (renk/görünüş, tat/koku, sertlik/yumuşaklık, yapışkanlık ve genel beğeni) analizleri yapılmıştır. Çalışma ile pestil endüstrisi yeni ve alternatif bir pestil üretim metodu kazanmış olurken glutensiz karabuğday unu ile üretilen pestillerin çölyak hastalarına da yeni ve alternatif bir pestil üretim reçetesi sunulmak istenmiştir. Ayrıca pestil endüstrisi için dut pestili üretiminde kullanılan ekmeklik buğday unu/nişastası yerine besinsel içeriği zengin karabuğday unu eklenerek üretilen pestillerin besinsel içeriği artırılarak duyuşal anlamda genel kabul görmüş alternatif yeni bir pestil üretimi kazandırılması hedeflenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Çalışmada kullanılan ekmeklik buğday unu (Söke, Turkey) (karbonhidrat; 73,8 g/100g, yağ; 1,5 g/100g, protein; 11,5 g/100g, lif; 2,4 /100g) ve karabuğday unu (Malkoç, Tukiye) (karbonhidrat; 70,6 g/100g, yağ; 3,1 g/100g, protein; 12,6 g/100g, lif; 10 g/100g) internetten temin edilmiştir. Pestil üretiminde kullanılan diğer malzemeler (şeker, pekmez, bal ve süt) bölgesel marketlerden sağlanmıştır (Malatya, Türkiye).

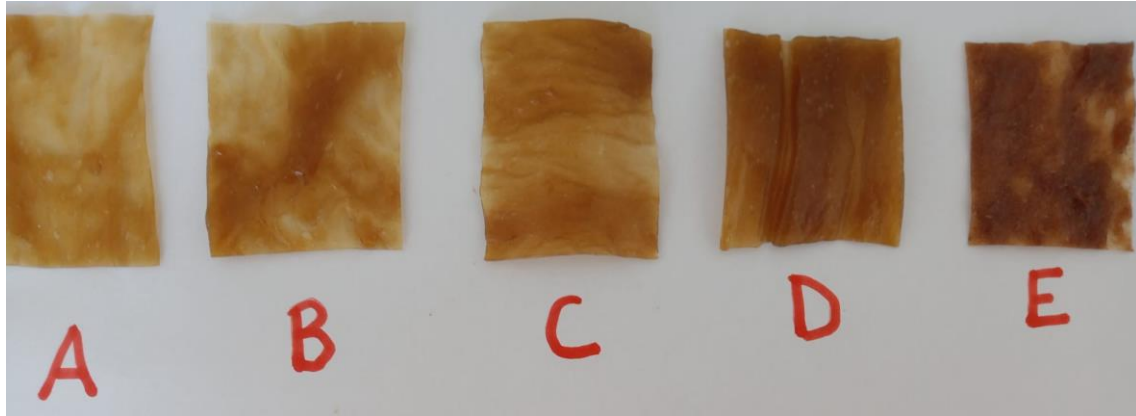
### *Pestil Üretimi*

Pestil üretimi için kullanılan hammaddelerin formülasyon oranları şu şekildedir; 70 g/100g su, 12 g/100g un, 8 g/100g şeker, 1.0 g/100g bal (çiçek), 6.0 g/100g süt ve 3.0 g/100g dut pekmezi. Pestil üretimi oda şartlarında (25±5°C) gerçekleştirilmiştir. Pestil üretimi için öncelikle un dışındaki bileşenler (süt, şeker, pekmez, bal ve su) karıştırılarak herle hazırlanmıştır. Daha sonra Tablo 1'e göre un formülasyonları herle üzerine yavaş yavaş karıştırılarak herlenin kıvamlı bir yapı kazanması sağlanmıştır. Elde edilen herle 1 mm kalınlıkta bezlere serilerek 50°C'de 24 saat kurutulmuştur. En sonunda bezlerden kurutulmuş pestiller çıkartılmış olup elde edilen pestiller oda şartlarında ağız kapalı saklama kaplarında muhafaza edilerek tüm analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

**Tablo 1.** Karabuğday Unu İle Zenginleştirilmiş Pestil Üretiminde Kullanılan Un Formülasyonları

| Örnekler | Karabuğday unu (g/100g) | Ekmeklik Buğday unu (g/100g) |
|----------|-------------------------|------------------------------|
| A        | 0,00                    | 12,00                        |
| B        | 3,00                    | 9,00                         |
| C        | 6,00                    | 6,00                         |
| D        | 9,00                    | 3,00                         |
| E        | 12,00                   | 0,00                         |

\*Pestil üretiminde kullanılan un oranı maksimum 12 g/100g olarak ayarlanmıştır



**Şekil 1.** Tablo 1'e Göre Üretilen Pestil Örnekleri

### *Fiziko-Kimyasal Analizler*

Pestil örneklerine ait bazı fiziko-kimyasal (nem, aw, asitlik, protein, kül) analizleri AOAC (2000) metot kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerin nem içerikleri önceden 105°C'ye ayarlanmış etüvde yaklaşık 4 saat kurutulması ile tespit edilmiştir. Örneklerin kül değerleri 550°C de yaklaşık 5 saat kül fırınında (Protherm Furnace ECO, 110/9, Ankara, Türkiye) yakılarak belirlenmiştir. Dut pestillerin protein tayini için Kjeldahl azot tayin metodu kullanılmıştır. Örneklerin su aktivitesi değerleri otomatik su aktivitesi tayin cihazı (LabSwift-aw, Novasina AG, Lachen, Almanya) ile tespit edilmiştir. Pestil örneklerin renk değerleri ise (L\*, a\*, b\*) Lovibond marka renk ölçüm cihazı ile belirlenmiştir (The Tintometer Limited, İngiltere). Dut pestillerin titrasyon asitlik değerleri sitrik asit cinsinden (SSA) alkali titrasyon metodu ile tespit edilmiştir.

### **Viskozite Tayini**

Pestil örneklerin viskozite ölçümleri için Tablo 1'e göre hazırlanan herleler (100 ml' lik behere alınmış) bezlere serilmeden önce herle sıcaklığı  $70\pm 3^{\circ}\text{C}$ ' de olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. J.P. Selecta Viskozimetresi (1001617, İspanya) analiz için kullanılmış, sonuçlar "Centipoise (cP)" olarak verilmiştir. Örneklerin vizkosite tayinleri için 5 numaralı spindel seçilmiş ve 50 rpm de çalışılmıştır. Ölçümler 3 paralel olarak 60 s de gerçekleştirilmiştir. (Kırmacı vd., 2014).

### **HMF Tayini**

Havanda ezilmiş pestil örneklerinden 5 g tartılmış ve 50 ml'lik balon jöjelere konulmuştur. Ardından üzerlerine 25 ml saf su eklenerek örneklerin çözülmesi sağlanmıştır. Devamında 0,5 ml Karrez I ve 0,5 Karrez II ml çözeltileri eklenerek huni yardımıyla süzölmüşlerdir. Elde edilen çözeltiler 0.45 mikronluk filtreden geçirildikten sonra viallere alınmıştır. Analiz için analitik standartla kalibrasyonu yapılan HPLC-UV-DAD (Agilent 1100 seri, USA) cihazı kullanılmıştır. Ayrım C18 kolon, 250 mm×4.6 mm, 5 µm (Nucleosil, USA) izokritik mobil faz: 90-10 (Su-Metanol), akış hızı: 1ml/dakika, dalga boyu: 285 nm UV-DAD detektörlü ve şartlanmış olan HPLC sistemine 100 µl enjekte edilmiştir ( IHC 5.1, 2009). Örnekteki HMF miktarı standart ve numune çözeltileri pik alanlarına göre gerekli seyreltmelerde dikkate alınarak tespit edilmiştir. Örneklerin HMF değerleri eşitlik (1) deki bağıntı ile hesaplanmıştır (mg/kg) (Yüksel vd., 2020).

$$HMF \frac{mg}{kg} = \frac{V_1}{M} \times \frac{1}{V_2} \times (y - b_0) / m \quad (1)$$

Burada;  $V_1 = 5$  g örnekten naftalin ekstraksiyonu için kullanılan sikloheksanın hacmi, ml,  $V_2 = \text{HPLC}'$  ye enjekte edilen çözeltili hacmi, ml,  $m = \text{Numunenin kütlesi, g}$ ,  $(y-b_0) / m = \text{kalibrasyon sabiti}$ .

### **Toplam Fenolik Madde, DPPH ve FRAP Analizi**

Toplan fenolik madde analizi için pestil örneklerinden 5 g (Metanolik ekstraksiyonla) alınıp üzerine 25 mL %0.1 HCl eklenerek dondurucuda (24 saat  $-18^{\circ}\text{C}$ ) bekletilmiştir. Ardından hazırlanan karışımdan 40 µL örnek alınmış ve üzerine 3.16 mL su, 200 µL Folin reaktifi eklenmiştir. Daha sonra 1 dk vortekslendikten sonra karanlık (5 dk) bir ortamda bekletilmiştir. Devamında üzerine 600 µL %2'lik  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  eklenmiş ve oda sıcaklığında 120 dk karanlıkta bekletilen örnekler UV-1800 spektrofotometrede (Shimadzu, Kyoto, Japonya) 765 nm'de okumaları sağlanmıştır. Gallik asit çözeltileri farklı konsantrasyonlarda (50-1000 ppm) hazırlanarak kalibrasyon eğrisi elde edilmiş ve sonuçlar mg GAE/kg olarak ifade edilmiştir (Singleton vd., 1999).

Pestil örneklerinden 0.1 g alınmış ve üzerine 50 kat metanol ilave edilerek seyreltilmiştir. Ardından seyreltilen örnekten 100 µL alınarak 3.9 mL DPPH çözeltisi eklenmiştir. Devamında tüpler vortekste karıştırılmıştır ve sonra karanlık (45 dk) bir ortamda bekletilmiştir. Sonra spektrometrede (Shimadzu uv-1800, Kyoto, Japonya) metanole karşı 517 nm'deki absorbans değerleri tespit edilmiştir. Sonuçlar mg Trolox/100g kuru örnek cinsinden verilmiştir (Lucena vd., 2010). 250 µL pestil örneğinden alınmış ve üzerine 2750 µL FRAP çözeltisi eklenmiştir. Ardından karışım vorteks kullanılarak karıştırılmış ve 30 dk beklenmiştir. Kör için 250 µL saf su kullanılmıştır. Standartlardan 250 µL alınarak aynı işlemler tekrar edilmiştir. Örneklerin toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi mg AA eşdeğeri/L pestil olarak tespit edilmiştir (Uysal vd., 2014).

### **Duyusal Analiz**

Pestil örneklerin duyuusal analizleri İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümü öğrenci ve öğretim elemanlarından oluşan 10 eğitimli panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Pestil Örnekleri rastgele numaralandırıldıktan sonra servis edilmiştir. Panelistlerden verilen pestil örneklerini renk/görünüş (1 çok kötü; 9 çok iyi), tat/koku (1 çok kötü; 9 çok iyi), sertlik/yumuşaklık (1 çok yumuşak; 9 çok sert), yapışkanlık (1 çok az yapışkan; 9 çok yapışkan) ve genel beğeni (1 çok kötü; 9 çok iyi) bakımından değerlendirmeleri istenmiştir. Duyusal analiz esnasında panelistlerden örnekler arasında su içerek dil reseptörlerini nötrlemeleri istenmiştir (Yüksel vd., 2020).

### **İstatistiksel Analiz**

Tüm istatistiksel analizlerde SAS istatistiksel paket programı (Version 8.2, SAS 2002; SAS Institute inc., Carry, NC, USA) kullanılmıştır. Elde edilen verilerde sonuçlar üzerine faktörlerin etkisi varyans analizi ile tespit edilmiş, çoklu karşılaştırmalar ile grup ortalamaları karşılaştırılmıştır ( $P < 0.01$  ve  $P < 0.05$ ).

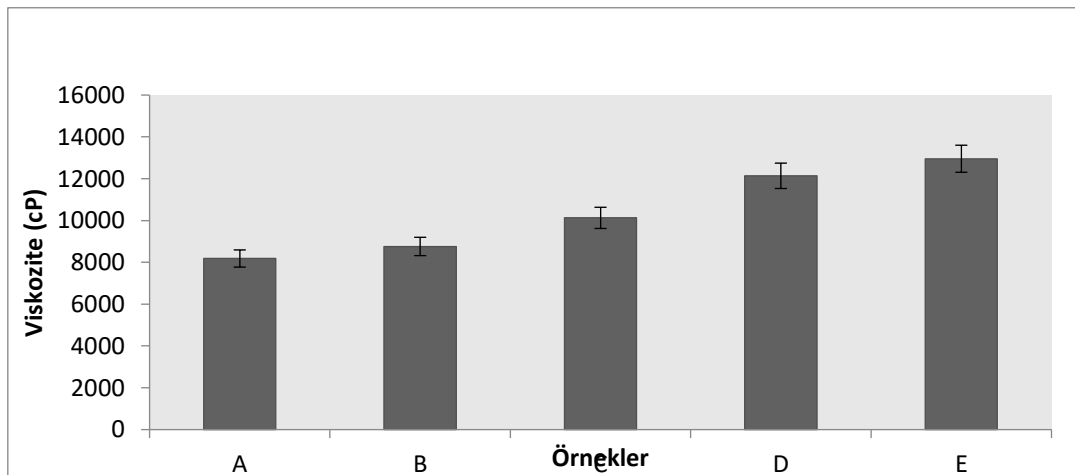
## BULGULAR VE TARTIŞMA

Örneklere ait fiziko-kimyasal analiz sonuçları, determinasyon katsayıları ve F değerleri Tablo 2. de verilmiştir. Karabuğday unu ile zenginleştirilmiş pestil örneklerine ait nem içerikleri 9.35 ile 10.74 g/100g arasında değiştiği belirlenmiştir. İstatistiksel açıdan bakıldığında formülasyona ilave edilen karabuğday unun örneklerin nem değerlerinde anlamlı bir değişim yapmadığı tespit edilmiştir ( $P>0.05$ ). Bununla birlikte formülasyondaki karabuğday unu miktarı arttıkça örneklerin nem içeriklerinde bir miktar azalma gözlemlenmiştir. TSE'nin hazırlamış olduğu standartlarda dut pestilinde bulunması gereken nem içeriğinin en çok 18 g/100g olduğu belirtilmiş (TS 12677) ve çalışmamızda elde edilen nem değerlerinin standartlara uygun olduğu gözlemlenmiştir. Soya unu ile zenginleştirilen pestil örneklerinin nem içeriklerinin %9.78-11.01 olduğu bildirilmiştir (Yüksel vd., 2017).

Karabuğday unu ile zenginleştirilmiş pestil örneklerine ait su aktivitesi değerleri 0.46 ile 0.54  $a_w$  arasında değiştiği belirlenmiştir. İstatistiksel açıdan bakıldığında formülasyona ilave edilen karabuğday unun örneklerin  $a_w$  içeriklerinde anlamlı bir değişim yapmadığı tespit edilmiştir ( $P>0.05$ ). Bununla birlikte formülasyondaki karabuğday unu miktarı arttıkça örneklerin  $a_w$  değerlerinde bir miktar azalma gözlemlenmiştir. Çalışmamızdaki sonuçlara benzer sonuçlar (Levent ve Yüksel, 2022) de yaptıkları pestil çalışmasında (0.51-0.58  $a_w$ ), (Yüksel vd., 2020) da yaptıkları pestil çalışmasında (0.56-0.72  $a_w$ ) ve (Yüksel vd., 2022) de yaptıkları pestil çalışmalarında (0.54-0.63 $a_w$ ) tespit edilmiştir.

Pestil örneklerine ait kül değerleri 0.71 ile 1.84 g/100g arasında değiştiği tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan bakıldığında formülasyona ilave edilen karabuğday unun örneklerin kül içeriklerinde anlamlı bir değişim yaptığı görülmüştür ( $P<0.01$ ). Formülasyondaki karabuğday unu miktarı arttıkça örneklerin kül değerlerinde önemli bir miktar artış gözlemlenmiştir. TSE'nin hazırlamış olduğu standartlarda dut pestilinde bulunması gereken kül içeriğinin en çok 4.0 g/100g olduğu belirtilmiş (TS 12677) ve çalışmamızda elde edilen kül değerlerinin standartlara uygun olduğu gözlemlenmiştir. Karabuğday ununa ait kül içeriğinin %1.3-2.3 arasında olduğu bildirilmiştir (Dizlek vd., 2009). Çalışmamızda kullandığımız karabuğday unun lif içeriğinin 10.0 g/100g olduğu düşünüldüğünde örneklerin kül içeriklerinin artmasında karabuğday unundan gelen inorganik bileşenlerin etkisinin olduğu söylenebilir. Örneklerin protein değerleri 5.87 ile 6.94 g/100g arasında değiştiği belirlenmiştir. Formülasyona ilave edilen karabuğday unun örneklerin protein içeriklerinde anlamlı bir artış yaptığı görülmüştür ( $P<0.01$ ). Karabuğday ununun protein içeriğinin %10.0-12.5 (Dizlek vd., 2009) ve %12.29 (Kowalski vd., 2022) olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda kullandığımız karabuğday ununun protein içeriğinin yüksek olması (12.6 g/100g) katkılı olduğu pestil ürünlerinin protein içeriklerinin artmasını sağladığı tespit edilmiştir.

Karabuğday unu ile zenginleştirilmiş pestil örneklerine ait viskozite değerlerinin 8183.0 ile 12955 cP arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 2). Formülasyona ilave edilen karabuğday unun örneklerin viskozite içeriklerinde anlamlı bir artış yaptığı belirlenmiştir ( $P<0.01$ , Şekil 2). Artan karabuğday oranı pestil ürünlerinde lif ve protein içeriğini de artırdığı ve bu sayede bu bileşenlerin ürün içerisindeki suyu bağlayarak yapıyı daha kıvamlı bir hale getirdiği düşünülmektedir. Sonuç olarak da örneklerin viskozite değerlerinin artışının buna bağlı olduğu söylenebilir.



Şekil 2. Karabuğday Unu İle Zenginleştirilmiş Pestil Örneklerine Ait Viskozite (cP) Sonuçları

**Tablo 2.** Örneklerle Ait Fiziko-Kimyasal Analiz Sonuçları

| Örnek                | Nem<br>(g/100g)         | Su aktivitesi<br>(a <sub>w</sub> ) | Kül<br>(g/100g)       | Protein<br>(g/100g)     | Viskozite<br>(cP)          |
|----------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|
| <b>A</b>             | 10,58±1,19 <sup>a</sup> | 0,54±0,03 <sup>a</sup>             | 0,71±0,1 <sup>d</sup> | 5,87±0,16 <sup>c</sup>  | 8183,0±120,2 <sup>c</sup>  |
| <b>B</b>             | 10,74±0,31 <sup>a</sup> | 0,52±0,03 <sup>a</sup>             | 0,98±0,1 <sup>c</sup> | 5,94±0,09 <sup>c</sup>  | 8760,0±145,7 <sup>d</sup>  |
| <b>C</b>             | 10,16±0,25 <sup>a</sup> | 0,51±0,04 <sup>a</sup>             | 1,32±0,1 <sup>b</sup> | 6,34±0,10 <sup>b</sup>  | 10127,0±239,0 <sup>c</sup> |
| <b>D</b>             | 9,71±0,35 <sup>a</sup>  | 0,50±0,03 <sup>a</sup>             | 1,61±0,1 <sup>a</sup> | 6,61±0,17 <sup>ab</sup> | 12139,0±281,4 <sup>b</sup> |
| <b>E</b>             | 9,35±0,79 <sup>a</sup>  | 0,46±0,02 <sup>a</sup>             | 1,84±0,1 <sup>a</sup> | 6,94±0,12 <sup>a</sup>  | 12955,0±206,5 <sup>a</sup> |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,54                    | 0,60                               | 0,97                  | 0,95                    | 0,99                       |
| <b>F değeri</b>      | 1,46                    | 1,91                               | 54,15*                | 23,15*                  | 200,65*                    |

\* P&lt;0.01, P&lt;0.05

Karabuğday unu ile zenginleştirilmiş pestil örneklerine ait enstrümantal renk analiz sonuçları Tablo 3. de gösterilmiştir. Karabuğday unu ile zenginleştirilmiş pestil örneklerine ait L\* (parlaklık) değerlerinin 23.32 ile 36.13 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Formülasyona ilave edilen karabuğday unun örneklerin L\* değerlerinde anlamlı bir azalma yaptığı tespit edilmiştir (P<0.01). En düşük parlaklık değerinin 12 g/100g karabuğday unu ilaveli pestil örneğinde olduğu görülmüştür. Pestil örneklerine ait a\* (kırmızılık- yeşillik) değerlerinin 5.47 ile 7.03 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Formülasyona ilave edilen karabuğday unun örneklerin a\* değerlerinde anlamlı bir artış yaptığı tespit edilmiştir (P<0.01). En yüksek a\* değerinin 12 g/100g karabuğday unu ilaveli pestil örneğinde olduğu görülmüştür. Örneklerin minimum b\* (sarılık-mavilik) değerinin 12.97 ile 12 g/100g karabuğday unu ilaveli E örneğinde olduğu görülürken maksimum b\* değerinin ise 19.85 ile 0 g/100g karabuğday unu ilaveli A örneğinde olduğu belirlenmiştir. Karabuğday unun pestil örneklerine ilavesinin örneklerin b\* değerlerinde anlamlı bir azalma yaptığı görülmüştür (P<0.01). Karabuğday unu ile zenginleştirilmiş ekmeklerde de çalışmamızdaki gibi benzer sonuçlar olduğu, L\* ve b\* değerlerinin azaldığı a\* değerinin de arttığı bildirilmiştir (Kowalski vd., 2022).

**Tablo 3.** Örneklerle Ait Enstrümantal Renk Analiz Sonuçları

| Örnek                | L*                      | a*                     | b*                      |
|----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| <b>A</b>             | 36,13±0,62 <sup>a</sup> | 5,47±0,14 <sup>c</sup> | 19,85±0,47 <sup>a</sup> |
| <b>B</b>             | 29,91±1,86 <sup>b</sup> | 5,41±0,30 <sup>c</sup> | 17,03±0,44 <sup>b</sup> |
| <b>C</b>             | 28,94±0,96 <sup>b</sup> | 5,83±0,18 <sup>c</sup> | 15,61±0,42 <sup>c</sup> |
| <b>D</b>             | 25,11±0,90 <sup>c</sup> | 6,54±0,26 <sup>b</sup> | 13,61±0,39 <sup>d</sup> |
| <b>E</b>             | 23,32±0,35 <sup>c</sup> | 7,03±0,23 <sup>a</sup> | 12,97±0,17 <sup>d</sup> |
| <b>R<sup>2</sup></b> | 0,96                    | 0,92                   | 0,98                    |
| <b>F değeri</b>      | 64,80*                  | 28,76*                 | 148,82*                 |

\* P&lt;0.01, P&lt;0.05

Karabuğday unu ile zenginleştirilmiş pestil örneklerine ait asitlik, HMF ve biyoaktif analiz sonuçları Tablo 4. de verilmiştir. Karabuğday unu ile zenginleştirilmiş pestil örneklerine ait asitlik (%) SSA değerlerinin 0.21 ile 0.25 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Formülasyona ilave edilen karabuğday unun örneklerin asitlik (%) SSA

değerlerinde anlamlı bir değişim yapmadığı görülmüştür ( $P>0.05$ ). en düşük parlaklık değerinin 12 g/100g karabuğday unu ilaveli pestil örneğinde olduğu görülmüştür. TSE'nin hazırlamış olduğu standartlarda dut pestilinde bulunması gereken asitlik (%) SSA içeriğinin en çok 0.2 (%) SSA olduğu belirtilmiş (TS 12677) ve çalışmamızda elde edilen asitlik (%) SSA değerlerinin standartlara yakın olduğu gözlemlenmiştir.

**Tablo 4.** Örneklere Ait Asitlik, HMF ve Biyoaktif Analiz Sonuçları

| Örnek          | Asitlik<br>(%) SSA     | HMF<br>(mg/kg)         | Toplam Fenolik<br>(mg GAE/kg) | DPPH<br>(mg<br>AAE/kg)    | FRAP<br>(mg FeSO <sub>4</sub> /kg) |
|----------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| A              | 0,21±0,01 <sup>a</sup> | 3,95±0,20 <sup>b</sup> | 936,22±21,79 <sup>d</sup>     | 124,06±11,67 <sup>d</sup> | 8415,4±143,84 <sup>e</sup>         |
| B              | 0,22±0,01 <sup>a</sup> | 4,21±0,04 <sup>b</sup> | 1079,42±38,24 <sup>c</sup>    | 157,59±9,65 <sup>d</sup>  | 9055,5±114,59 <sup>d</sup>         |
| C              | 0,21±0,02 <sup>a</sup> | 4,14±0,16 <sup>b</sup> | 1153,03±47,22 <sup>c</sup>    | 216,12±10,65 <sup>c</sup> | 11182,1±318,89 <sup>c</sup>        |
| D              | 0,22±0,02 <sup>a</sup> | 4,72±0,19 <sup>a</sup> | 1395,13±82,42 <sup>b</sup>    | 260,78±27,66 <sup>b</sup> | 12928,0±185,71 <sup>b</sup>        |
| E              | 0,25±0,03 <sup>a</sup> | 4,81±0,12 <sup>a</sup> | 1622,56±26,21 <sup>a</sup>    | 307,21±14,31 <sup>a</sup> | 14282,0±265,09 <sup>a</sup>        |
| R <sup>2</sup> | 0,48                   | 0,91                   | 0,98                          | 0,91                      | 0,99                               |
| F değeri       | 1,15                   | 12,47*                 | 63,53*                        | 42,18*                    | 258,45*                            |

\*  $P<0.01$ ,  $P<0.05$

Pestil örneklerine ait HMF değerlerinin 3.95 ile 4.81 mg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Formülasyona ilave edilen karabuğday ununun örneklerin HMF değerlerinde anlamlı bir artış yaptığı görülmüştür ( $P<0.01$ ). En Yüksek HMF değerinin 12 g/100g karabuğday unu ilaveli pestil örneğinde olduğu görülmüştür. TSE'nin hazırlamış olduğu standartlarda dut pestilinde bulunması gereken HMF içeriğinin en çok 50 mg/kg olması gerektiği belirtilmiş (TS 12677) ve çalışmamızda elde edilen HMF değerlerinin standartlara uygun olduğu tespit edilmiştir. Literatürde yapılan bazı çalışmalarda üretilen pestil örneklerinin HMF içerikleri şu şekilde olduğu bildirilmiştir; 11.21-21.55 mg/kg (Yüksel vd., 2020) 1.42-6.60 mg/kg (Yüksel vd., 2022), 22.45-25.27 (Baltacı vd., 2016) ve 27.94 mg/kg (Yıldız, 2013).

Örneklerin minimum toplam fenolik madde değerinin 936.22 mg GAE/kg ile 0 g/100g karabuğday unu ilaveli A örneğinde olduğu görülürken maksimum toplam fenolik madde değerinin ise 1622.56 mg GAE/kg ile 12 g/100g karabuğday unu ilaveli E örneğinde olduğu belirlenmiştir. Karabuğday ununun pestil örneklerine ilavesinin örneklerin toplam fenolik madde değerlerinde anlamlı bir artış yaptığı görülmüştür ( $P<0.01$ ). Karabuğday unu ile zenginleştirilmiş pestil örneklerine ait DPPH değerlerinin 124.06 mgAAE/kg ile 307.21 mgAAE/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Formülasyona ilave edilen karabuğday ununun örneklerin DPPH değerlerinde anlamlı bir artış yaptığı görülmüştür ( $P<0.01$ ). En Yüksek DPPH değerinin 12 g/100g karabuğday unu ilaveli pestil örneğinde olduğu tespit edilmiştir. Pestil örneklerine ait FRAP değerlerinin 8415.4 ile 14282.0 mg FeSO<sub>4</sub>/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Formülasyona ilave edilen karabuğday ununun örneklerin FRAP değerlerinin DPPH değerlerinde olduğu gibi anlamlı bir artış yaptığı görülmüştür ( $P<0.01$ ). En Yüksek FRAP değerinin 12 g/100g karabuğday unu ilaveli pestil örneğinde olduğu görülmüştür. Karabuğday unu ile zenginleştirilmiş ekmeklerde de çalışmamızdaki gibi benzer sonuçlar olduğu, karabuğday oranının artması ile örneklerin toplam fenolik, DPPH ve FRAP değerlerinin arttığı bildirilmiştir. Bu durumun karabuğday ununun yüksek oranda toplam fenolik ve antioksidan kapasitesinden kaynaklandığını söylemişlerdir (Kowalski vd., 2022). Kreft vd. tarafından 2006 da yapılan bir çalışmada buğday ve karabuğday unlarının antioksidan aktivite bakımından değerlendirildiğinde karabuğdayın daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Literatürden ve çalışmamızdan elde edilen sonuçlarda göstermektedir ki karabuğday unu arttıkça pestil örneklerin biyoaktif (toplam fenolik madde, DPPH ve FRAP) kapasitelerinin arttığı ve ekmeklik buğday unu ile üretilen pestillere göre daha sağlıklı bir pestil haline geldiği görülmüştür (Kowalski vd., 2022).

Karabuğday unu ile zenginleştirilmiş pestil örneklerine ait duyusal analiz sonuçları Tablo 5'de verilmiştir. Buna göre örneklerin en düşük Renk/Görünüş skorunun 5.00 ile 12 g/100g karabuğday unu ilaveli E örneğinde olduğu görülürken en yüksek Renk/Görünüş skorunun ise 7.25 ile 10 g/100g karabuğday unu ilaveli B örneğinde olduğu

belirlenmiştir. Karabuğday unun pestil örneklerine ilavesinin örneklerin Renk/Görünüş değerlerinde anlamlı bir artış yaptığı görülmüştür ( $P<0.01$ ). Pestil örneklerine ait Koku/Tat skorlarının 4.62 ile 7.87 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Formülasyona ilave edilen karabuğday unun örneklerin Koku/Tat değerlerinde anlamlı bir artış yaptığı görülmüştür ( $P<0.01$ ). En Yüksek Koku/Tat değerinin 12 g/100g karabuğday unu ilaveli pestil örneğinde olduğu görülmüştür. Karabuğday unu ile zenginleştirilmiş pestil örneklerine ait Sertlik/Yumuşaklık skorlarının 5.50 ile 7.62 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Formülasyona ilave edilen karabuğday unun örneklerin Sertlik/Yumuşaklık değerlerinde anlamlı bir artış yaptığı görülmüştür ( $P<0.01$ ). Örneklerin Yapışkanlık skorlarının 5.00 ile 6.25 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Formülasyona ilave edilen karabuğday unu ile örneklerin Yapışkanlık değerlerinde önce anlamlı bir azalma (0 g/100g dan 6 g/100g'a) daha sonra tekrar artış yaptığı (6 g/100g dan 12 g/100g'a) görülmüştür ( $P<0.01$ ). Örneklerin en düşük Genel Beğeni skorunun 5.37 ile 0 g/100g karabuğday unu ilaveli E örneğinde olduğu görülürken en yüksek Genel Beğeni skorunun ise 7.87 ile 10 g/100g karabuğday unu ilaveli B örneğinde olduğu belirlenmiştir. Karabuğday unun pestil örneklerine ilavesinin örneklerin Genel Beğeni skorlarına anlamlı bir artış yaptığı görülmüştür ( $P<0.01$ ). Karabuğday unun 12 g/100g katıldığı E kodlu örneklerinde aynı şekilde en beğenilen gurubu oluşturduğu görülmektedir. Bu durum çölyak hastalarının 12 g/100g karabuğday unu ile üretilen pestil ürünlerinin rahatlıkla tüketebileceğini göstermektedir. Soya unu ile zenginleştirilmiş pestillerin genel beğeni skorlarının 3.30-5.37 arasında değiştiği bildirilmiştir (Yüksel vd., 2017). Yapılan başka bir pestil çalışmasında Hindistan cevizi unu ile zenginleştirilmiş pestillerin genel beğeni skorlarının 4.83-6.03 arasında değiştiği görülmüştür (Yüksel vd., 2020).

**Tablo 5.** Pestil Örneklerine Ait Duyusal Analiz Sonuçları

| Örnek          | Renk/Görünüş           | Koku/Tat                | Sertlik/Yumuşaklık      | Yapışkanlık             | Genel Beğeni           |
|----------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| A              | 6,87±1,13 <sup>a</sup> | 7,87±1,13 <sup>a</sup>  | 5,87±0,99 <sup>bc</sup> | 6,12±1,13 <sup>a</sup>  | 7,75±0,71 <sup>a</sup> |
| B              | 7,25±0,71 <sup>a</sup> | 6,75±1,04 <sup>b</sup>  | 5,50±0,93 <sup>c</sup>  | 5,25±1,04 <sup>ab</sup> | 7,87±0,99 <sup>a</sup> |
| C              | 5,87±1,13 <sup>b</sup> | 7,00±1,07 <sup>ab</sup> | 6,12±1,36 <sup>bc</sup> | 5,00±0,93 <sup>b</sup>  | 5,87±0,83 <sup>b</sup> |
| D              | 5,37±1,06 <sup>b</sup> | 5,12±0,83 <sup>c</sup>  | 7,00±1,07 <sup>ab</sup> | 5,25±1,04 <sup>ab</sup> | 5,75±0,46 <sup>b</sup> |
| E              | 5,00±0,76 <sup>b</sup> | 4,62±0,89 <sup>c</sup>  | 7,62±0,92 <sup>a</sup>  | 6,25±0,89 <sup>a</sup>  | 5,37±0,52 <sup>b</sup> |
| R <sup>2</sup> | 0,47                   | 0,62                    | 0,38                    | 0,23                    | 0,71                   |
| F değeri       | 7,83*                  | 14,66*                  | 5,33*                   | 2,57                    | 21,31*                 |

\*  $P<0.01$ ,  $P<0.05$

## SONUÇ

Karabuğday unu ile zenginleştirilerek üretilen pestillerin özelliklerinin incelendiği bu çalışma ile hem endüstri yeni ve alternatif bir pestil ürünü kazanmış oldu hem de içerdiği glutenden dolayı pestil tüketemeyen çölyak hastalarına yeni bir pestil üretim formülasyonu geliştirilmiştir. Karabuğday unu ilavesiyle pestil örneklerinin protein, viskozite, toplam fenolik ve antioksidan kapasitelerinin arttığı belirlenmiştir. Ekmeklik buğday unu ile üretilen pestil ürünlerine göre daha sağlıklı bir hal almıştır. Nem, HMF ve asitlik değerlerinin TSE de belirtilen sınırlarda olduğu tespit edilmiştir. En çok beğenilen pestil formülasyonunda 10 g/100g karabuğday olduğu görülürken 12 g/100g karabuğday unu ilaveli pestillerinde istatistiksel olarak aynı oranda beğenildiği tespit edilmiştir.

## KAYNAKLAR

Anonim. (2000). TS 12677/Ekim 2000, Dut pestili Türk standardı, Ankara.

AOAC. (2000). Official Methods of Analysis, 17th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA.

Baltacı, C., Ilyasoglu, H., Gundogdu, A., & Ucuncu, O. (2016). Investigation of Hydroxymethylfurfural Formation in Herle. International Journal of Food Properties, 19, 2761–2768. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1144612>

Demirçeken, F. G. (2011). Gluten Enteropatisi: Klasik Bir Öykü ve Güncel Gelişmeler. Güncel Gastroenteroloji, 15(1), 58-72.



Dizlek, H., Özer, M.S., İnanç, E., & Gül, H. (2009). Karabuğday'ın (*Fagopyrum Esculentum Moench*) bileşimi ve Gıda sanayiinde kullanım olanakları. GIDA, 34 (5), 317-324.

Ekşi, A., & Artık, N. (1984). Pestil işleme tekniği ve kimyasal bileşimi. Gıda, 9, 263-266.

Güler, B. (2019). Alternatif çesni maddeleri ile zenginleştirilmiş gümüşhane pestillerinin duyuusal, fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve maliyet analizlerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gümüşhane 74s.

Kalkışım, Ö., & Özdemir, M. (2012). Pestil ve köme teknolojisi. Gümüşhane Üniversitesi Yayınları, 95 s.

Kara, O.O., & Küçüköner, E. (2019). Geleneksel Bir Meyve Çerezi: Pestil. Akademik Gıda, 17(2), 260-268.

Karabacak, A.Ö. (2021). Farklı yöntemlerle kurutulmuş havuç pestillerinin kurutma karakteristikleri ile bazı kalite parametrelerindeki değişimin modellenmesi ve *in vitro* biyoyararlılıklarının belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa 177s.

Karaca, E. (2019). Farklı kurutma yöntemlerinin hünnap (*Zizyphus jujuba Mill.*) pestilinin fizikokimyasal ve duyuusal özellikleri üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi. Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bayburt 134s.

Kırmacı, H.A., Kuşçu, H., & Atasoy, F. (2014). Farklı oranlarda prebiyotik lif içeren stevia özü ilavesinin probiyotik dondurmanın kalite özellikleri etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 18 (3), 48-59.

Kowalski, S., Mikulec, A., Mickowska, B., & Buksa, K. (2022). Nutritional properties and amino acid profile of buckwheat bread. Journal of Food Science and Technology, 59(8), 3020-3030. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05518-w>

Köksel, H., Çetiner, B., & Şanal, T. (2015). Hububat Ürünleri ve Sağlığımızı Tehdit Eden Yanıltıcı İddialar. 9. Gıda Mühendisliği Kongresi (s. 12-13).

Kreft I., Fabjan N., & Yasumoto K. (2006). Rutin content in buckwheat (*fagopyrum esculentum moench*) food materials and products. Food Chemistry, 98, 508-512. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.081>

Levent, O., & Yuksel, F. (2022). Effect of rice flour incorporation on some physicochemical, color, rheological, bioactive and sensory properties of a new pestil formulation: one factor design approach and optimization. Journal of Food Science and Technology, 59 (9), 3609–3618. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05367-7>

Lucena APS., Nascimento RJB., Maciel JAC., Tavares JX., Barbosa FJM & Oliveira EJ. (2010). Antioxidant activity and phenolics contents of selected Brazilian wines. Journal of Food Composition and Analysis, 23, 30-36. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.08.004>

Singleon VL, Orthofer R., & Lamuela-Raventos RM. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. Methods in Enzymology, 99: 152–178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)

Talay, R. (2019). Goji berry pestili üretiminde farklı formülasyon ve pişirme süresinin ürünün kalite parametreleri üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi. Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 105s.

Uysal, A., Günes, E., Aktümsel, A., & Durak, Y. (2014). A study on antioxidant and antimicrobial properties of hexane and water extracts from *hyosecyamus reticulatus*. Selcuk University Journal of Science and Faculty, 39, 21-29.

URL-1, (2022). <https://sozluk.gov.tr/>

URL-2, (2022). [https://tr.wikipedia.org/wiki/Fagopyrum\\_esculentum](https://tr.wikipedia.org/wiki/Fagopyrum_esculentum)

Yavuz, B. (2019). Farklı unlar kullanılarak hazırlanan pestillerin fizikokimyasal, biyoaktif, reolojik ve duyuusal özellikleri ile optimizasyonun belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 111s.

Yıldız, O. (2013). Physicochemical and sensory properties of mulberry products: Gümüşhane pestil and köme. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37, 762-771.

Yuksel, F., Gudelek, T., & Baltaci, C. (2017). Pestil (grape leather) enriched with wheat and soy flour: some physicochemical and sensory properties. International congress on medicinal and aromatic plants natural and healthy life, (pp. 740), Konya/Turkey.

Yüksel, F., Yavuz, B., & Baltacı, C. (2020). Hindistan Cevizi unu ile zenginleştirilmiş dut pestillerinin bazı fizikokimyasal, renk ve duyuşsal özelliklerinin incelenmesi. GÜFBED/GUSTIJ, 10 (1), 43-50.

Yüksel, F., Yavuz, B., & Baltacı, C. (2022). Some physicochemical, color, bioactive and sensory properties of a pestil enriched with wheat, corn and potato flours: An optimization study based on simplex lattice mixture design. International Journal of Gastronomy and Food Science, 28, 100513.