

## KARABUĞDAYIN (BUCKWHEAT) KİMYASAL, BESİNSEL VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Neslihan Yıldız, Erkan Yalçın\*

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Bölümü, Gölköy Kampüsü, Bolu

Geliş tarihi / Received: 17.07.2013  
Kabul tarihi / Accepted: 28.07.2013

### Özet

İnsanların sağlıklı gıda talepleri ile birlikte karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench, *Fagopyrum tataricum* Gaertner, *Fagopyrum emarginatum*) önemi giderek artmaktadır. Karabuğday dünyanın birçok ülkesinde üretilen, önemi gün geçtikçe artan, uluslararası ticaretteki yeri giderek gelişen tahıl benzeri (*pseudocereal*) tek yıllık bir bitkidir. Karabuğday yüksek besleyici değerlere sahiptir. Ayrıca, beslenmemiz için çok önemli protein kaynağı olmasının yanında, nişasta, besinsel lif, vitamin, temel mineralleri ve iz elementleri de içerirler. Ayrıca, karabuğdaylar, rutin, orientin, kuersetin gibi fenolik maddeleri de bol miktarda içerirler. Bugün Dünya'da geliştirilen glutensiz gıdalar (örneğin ekmek, makarna ve bisküvi) tahıl benzeri olarak adlandırılan pseudo-tahıllardan üretilmektedir. Bundan dolayı karabuğday unu çölyak hastaları (glutene alerjik reaksiyon gösteren hastalar) için alternatif gıdaların elde edilmesinde önemli bir kaynaktır.

**Anahtar kelimeler:** Karabuğday, pseudo-tahıllar, glutensiz gıdalar, protein, fenolik bileşikler, antioksidan aktivite

## CHEMICAL, NUTRITIONAL and TECHNOLOGICAL PROPERTIES of BUCKWHEAT

### Abstract

Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench, *Fagopyrum tataricum* Gaertner, *Fagopyrum emarginatum*) has gained importance as a result of the people's demand for healthy foods. Buckwheat, which is grown in many countries as an annual plant, is a pseudocereal. Its importance and commercial value are increasing so far. Buckwheat is a highly nutritious pseudocereal known as especially dietary source of protein and also including starch, dietary fiber, vitamins, essential minerals and trace elements. Phenolic compounds are also found in abundance in buckwheat including rutin, orientin, quercetin. A worldwide research for "gluten-free" food products (i.e. bread, pasta, and cookies) are usually based on pseudocereals. In addition, buckwheat flour is an important source to obtain alternative gluten-free foods for coeliac patients who have allergic reaction to gluten.

**Keywords:** Buckwheat, pseudocereals, gluten-free foods, protein, phenolic compounds, antioxidant activity

\*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ yalcin\_e@ibu.edu.tr,

© (+90) 374 253 4640 / 2622,

☎ (+90) 374 253 4558

## GİRİŞ

Karabuğday tarımı Orta Asya'da başlamış ve buradan da Orta ve Doğu Avrupa'ya yayılmıştır. Günümüzde karabuğday 2.5 milyon hektar alanda yetiştirilmekte ve 2 milyon ton kadar üretilmektedir (1). FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations)'ın 2011 yılı raporunun (2) karabuğday üretim verilerine göre, en çok karabuğday üretimini 800380 ton ile Rusya Federasyonu gerçekleştirmiştir. Bunu sırasıyla 720000 ton ile Çin ve 292985 ton ile Polonya izlemiştir.

İnsanların sağlıklı gıda talepleri ile birlikte karabuğdayın önemi giderek artmaktadır (3). En yaygın üretilen karabuğday türü, *Fagopyrum esculentum* Moench olmakla birlikte bazı dağlık bölgelerde *Fagopyrum tartaricum* Gaertner'a da rastlanabilir (4). Gıda tüketiminde ise en çok *Fagopyrum esculentum* ve *Fagopyrum tartaricum* (Tataristan karabuğdayı) karabuğdayları kullanılır (5). Karabuğday, *Polygonaceae* familyasına ait hızla büyüyen, geniş yapraklı, tek yıllık tahıl benzeri (*pseudocereal*) bir bitkidir (3, 6).

### Karabuğdayın Kimyasal ve Besinsel Özellikleri

Karabuğdaylar yüksek besleyici değerlere sahip olup beslenmemiz için çok önemli protein kaynaklarıdır. Proteinleri ideal amino asit dizilimine sahiptir; nişasta, besinsel lif, vitamin, temel (Zn, Cu, Mn, Mg) ve iz elementleri içerirler. Ayrıca, karabuğdaylar, rutin, orientin, viteksin, kuersetin, izoviteksin, kaempferol-3-rutinozid, izorientin ve kateşin gibi fenolik bileşikleri yüksek miktarda içerirler (7, 5, 8, 9). Karabuğdayın nem, protein, ham yağ ve kül içeriği bakımından bazı gıdalar ile karşılaştırılması Çizelge 1'de gösterilmiştir (3).

Karabuğdayın toplam karbonhidrat içeriği %67-70 arasında değişir. Bunun %54.5'unu nişasta oluşturur (10). Karabuğdayın nişasta granülleri,

yüzeyinde bazı boşluklar ve çukurlar bulunan poligonal şekle sahiptir (11, 12). Yapılan bazı çalışmalara göre karabuğday nişastasının amiloz içeriği %46'dan fazladır. Ayrıca, diğer tahıl nişastaları gibi amiloz içeriğinin %21.1-27.4 arasında değiştiğini gösteren çalışmalarda vardır (13). Karabuğday nişastası yüksek miktarda uzun zincirli dallanmış amilopektinleri içerir (1). Genellikle karabuğday nişastaları diğer tahıl nişastalarına göre daha yüksek jelatinizasyon sıcaklıklarına sahiptir (14). Kavuzu ayrılmış ham karabuğday %73.5-76.0 oranında nişasta içerir. Bununda %33.5-37.8'ini enzime dirençli nişasta oluşturur (15). Karabuğday nişastası mısır ve buğday nişastası ile kıyaslandığında, yüksek amiloz içeriğine, su bağlama kapasitesine ve pik viskozitesine sahiptir (12). Ayrıca, karabuğday karbonhidratları diğer tahılların karbonhidratlarına göre daha yavaş sindirilirler (16).

Karabuğdayın protein içeriği türüne göre %8.51-18.87 arasında değişim gösterir (17). Yaygın olarak tarımı yapılan karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) tohumlarındaki başlıca depo proteinleri seyreltik tuz çözümlerinde çözünebilir 8S ve 13S globülinlerinin ve suda çözünebilir 2S albüminlerinin karakterizasyonu üzerinde çalışılmıştır (17, 18, 19, 20, 21). Karabuğday proteinleri, temel olarak 13S legümin benzeri globulin protein subünitesi tarafından temsil edilir ve toplam depo proteinlerinin %43'ünü oluştururlar (18, 19, 20). Minör subünitelerle (8S visilin benzeri globulinler) birlikte depo globulinler, toplam tohum proteinlerinin %70'ini oluşturur. Milisavlyjevic ve ark. (18) bildirdiğine göre 8S globulinler, 13S karabuğday legüminine göre biyoteknolojik çalışmalarda daha ilgi çekici olmuştur (21). Karabuğday proteinleri ekmeklik buğday proteinleri ile kıyaslandığında glutamin ve prolin hariç bütün amino asitleri yüksek yada benzer miktarlarda içerirler. Glutamin ve prolin amino asitleri karabuğdayda çok az bulunur.

Çizelge 1. Karabuğday ununun (kepeksiz) nem, protein, ham yağ ve kül miktarı bakımından diğer gıdalar ile karşılaştırılması (3).

Gıda Örneği	Nem (%)	Protein <sup>b</sup> (%)	Ham Yağ (%)	Kül (%)
Karabuğday Unu	11.02	10.03	2.02	1.64
Mısır kırmısı	11.43	8.37	1.02	0.60
Buğday unua	11.81	13.21	0.93	0.47
Yağsız süt tozu	3.04	35.82	0.42	nd.

<sup>a</sup>Sert kırmızı yazlık buğday unu

<sup>b</sup>Karabuğday ve Mısır kırmısı (N x 6.25), Buğday unu (N x 5.70), Yağsız süt tozu (N x 6.38)

nd: Belirlenmemiştir.

Özellikle sınırlı miktarda bulunan lizin amino asiti ekmeklik buğday ununa göre 2.5 kat daha fazladır (1). Karabuğday tohumu proteinleri diğer tahıllara göre dengeli ve besinsel açıdan üstün bir amino asit kompozisyonuna sahiptir (17, 19). Karabuğday proteinlerinin belirgin özelliklerinden birisi de sindiriminin kısmen düşük olmasına karşın proteinlerinin biyolojik değerinin yüksekliğidir (22). Karabuğday proteininin fonksiyonel özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, suda çözünürlüğün pH 2-10 arasında soya protein izolatından, pH 2-7 arasında ise kazein proteininden yüksek; emülsiyon stabilitesinin pH 7-10 arasında soya protein izolatı ve kazeinden düşük; yağ absorpsiyon kapasitesi ise her iki proteinden yüksek bulunmuştur (22). Karabuğday proteinlerinin fonksiyonel özellikleri ve *in vitro* sindiriminin lipid ve kül içeriği ile ilişkili olduğu, ekstraksiyondan sonra kurutma şeklinin fonksiyonel özellikleri etkilediği belirtilmiştir (23).

Karabuğday, çölyak hastaları için toksik etkili prolamin proteinlerini çok az (önemsiz) miktarda içerir (1). Diğer taraftan bazı hassas hastalarda karabuğdayın (prolamin hissedilmemesine rağmen) alerjen etkilere yol açtığı bildirilmiştir (21). Özellikle karabuğdayın fazla tüketildiği Asya ülkelerinde, karabuğday alerjenik gıdalar arasındadır (24). Karabuğdayın prolamin içeriği 3.8-5.2 mg/100 g tohumdur. Tam karabuğday unundan elde edilen bütün ürünlerdeki prolamin miktarı, glutensiz ürünler için izin verilen miktarın altındadır (21). Bir ürünün glutensiz sayılabilmesi için gluten (prolamin proteinleri) miktarının <20 mg/kg'den az olması gerekmektedir. Bazı ülkelerde ise bu değer <100 mg/kg'dır (25).

Karabuğday, immünoglobulin-E (IgE; tip I immün reaksiyonu) içerir ve bundan dolayı yüksek gıda alerjeni potansiyeline sahip olduğu ifade edilmiştir (4). Eğer hastalar karabuğday spesifik IgE antikoruna

1.26 kUA/L seviyesinde veya daha üstünde sahip olurlarsa, çok küçük bir miktar karabuğdayın solunumu veya ağızla alınması sonucu tehlikeli alerjik reaksiyonlar meydana gelebilir (26). Karabuğdayda bulunan temel alerjen, 24 kDa molekül ağırlığına sahip protein olarak belirlenmiştir (1). Aynı zamanda Tataristan karabuğday (*Fagopyrum tartaricum* Gaertn) tohumundan da bu protein izole edilmiştir (27).

Karabuğdayda bulunan lipitler embriyoda yoğunlaşmıştır ve öğütme sonucunda kepek lipitce en zengin kısmı oluşturur. Karabuğday tohumundaki toplam lipit miktarı kuru madde üzerinden %2.48'dir ve bunun %2.41'i serbest lipitler, %1.09'u ise bağlı lipitlerdir (1).

Karabuğday tohumundaki mineral içeriği ekmeklik buğdaya göre daha düşüktür. Diğer taraftan (kalsiyum hariç) besinsel öneme sahip mineralleri diğer tahıllara (örneğin; pirinç, sorgum, millet ve mısır) göre fazla miktarda içerirler (1). Tataristan karabuğdayı ile yaygın olarak ekimi yapılan karabuğdayı kıyaslayacak olursak; Tataristan karabuğdayı 2-3 kat daha fazla Se, Zn, Fe, Co ve Ni elementlerini içerir (28). Mineraller genel olarak karabuğdayın kepek kısmında yoğunlaşmıştır (29).

Karabuğday tahılının toplam folik asit miktarı 30 µg/100 g'dır. Karabuğday tohumları riboflavin ve piridoksin vitaminlerine de sahiptirler (30). Ayrıca, Tataristan karabuğdayında yaygın olarak ekilen karabuğdaya göre toplam B vitamini içeriği daha yüksektir ve genellikle en fazla B vitamini karabuğdayın kepek kısmında yoğunlaşmıştır (31). Karabuğdayın ortalama mineral ve vitamin içeriği Çizelge 2 'de gösterilmiştir.

Genellikle karabuğdaydaki polifenoller kepekte yoğunlaşmıştır ve endospermde çok az bulunurlar. Kepek, yüksek konsantrasyonda tanen (sıvılaşmamış tanen 0.4 g/100 g ve sıvı tanen 1.7 g/100 g) ve diğer

Çizelge 2. Karabuğdayın ortalama mineral ve vitamin içerikleri (3).

Mineraller	Miktarı (mg/100 g)	Vitaminler	Miktarı (mg/1000 g)
Kalsiyum	11.0-11.6	Tiamin	3.3
Demir	4.0-17.5	Riboflavin	10.3
Mağnezyum	173-390	Pantotenikasit	11.0
Fosfor	330-426	Kolin	440
Potasyum	450	Niasin	18.0
Bakır	0.95	Piridoksin	1.5
Mangan	3.37-14.3	Tokoferoller	40.0
Çinko	0.87-2.8		

polifenoller (toplam polifenoller: 1.2 g kateşin eşdeğeri/100 g) içerir (29). Karabuğdaydaki en temel flavanoit rutindir, diğer pseudo-tahıllarda rutin bileşimine rastlanmaz (1, 32). Orientin, viteksin, kuersetin ve izoorientin kavuzda bulunurken; rutin ve izoviteksin hem kavuz hem de tohumda bulunur. Kavuzdaki rutin miktarı kavuzu alınmış taneye göre daha yüksektir (33, 34). Buna ek olarak yapılan bir çalışmada incelenen 14 farklı karabuğday çeşidinin farklı miktarlarda rutin içerdiği gözlenmiştir. En düşük rutin içeriği 0.064-0.390 mg/100 g'dır (35). Başka bir çalışmada ise, üç farklı karabuğday çeşidinin (*Fagopyrum esculentum*, *F. tataricum* ve *F. homotropicum*) rutin ve flavanoit içerikleri incelenmiş, her bir çeşidin farklı miktarlarda rutin ve flavanoit içerdiği gözlenmiştir (36).

Karabuğdayın kavuzundan elde edilen fenolik bileşiklerden flavanoitler antioksidan aktiviteye sahiptir. Bunun yanında karabuğday fenolik asit, tokoferol, indirgenmiş glutatyon, inositol fosfat ve melatonin gibi antioksidan bileşiklerini de içerir (1, 37). Antioksidan maddeler, çoklu doymamış yağ asitlerini içeren karabuğdayı oksidatif bozulmalara karşı korur (38). Tataristan karabuğdayı ile yaygın tarımı yapılan karabuğdayı kıyaslayacak olursak, Tataristan karabuğdayındaki flavanoit içeriğinin daha fazla olduğu gözlenmiştir (39, 40). Oomah and Mazza (1996)'nın (41) yaptıkları bir çalışmaya göre, flavanoit içeriği rutin miktarı ile kuvvetli bir korelasyon göstermiş fakat antioksidan aktiviteleri zayıf bulunmuştur. Yapılan diğer bir çalışmaya göre karabuğdayın antioksidan aktivitesi diğer tahıllarla kıyaslandığında; karabuğday > arpa > yulaf > buğday = çavdar şeklinde gözlenmiştir (42).

### **Karabuğdayın Teknolojik Özellikleri**

Bugün Dünya'da geliştirilen glutensiz gıda ürünleri (örneğin ekmek, makarna ve bisküvi) tahıl benzeri olarak adlandırılan pseudo-tahıllardan (*pseudocereals*) üretilmektedir. Pseudo-tahıllara örnek olarak, amarant, quinoa ve karabuğday verilebilir. Productscan® Online Database (www.productscan.com) göre, Kuzey Amerika'da amarantdan yapılan 9 glutensiz ekmek çeşidi, Avrupa'da ise karabuğday kullanılarak yapılan 3 farklı glutensiz bisküvi çeşidi listelenmiştir (1). Yaygın olarak tarımı yapılan karabuğday unundan erişte, krep, gözleme, kek, kraker, kahvaltılık gevrek, ekmek ve bisküvi yapılabilir (5).

Karabuğday ve pseudo-tahılların gıdalarda kullanımına yönelik bazı araştırmalar aşağıda özetlenmiştir:

Bir çalışmada, %100 pseudo-tahıl unlarından elde edilen erişteye, albümin, emülgatör, enzim ve ksantan gam katılması ile makarna kalitesinde artış gözlenmiştir. Karabuğday unundan elde edilen eriştenin ise doku dayanıklılığı artmış ve pişirme kayıpları azalmıştır (1). Kademeli değirmen kullanılarak öğütülen karabuğday tanelerinin, dıştan içe doğru 16 farklı aşamadaki öğütülmüş karabuğdayların erişte kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Undaki protein ve kül miktarı içten dışa doğru artış gösterirken, bazı yağ asitleri (palmitik, stearik, linoleik, linolenik) miktarlarında azalma gözlenmiştir. Optimum pişme süresi ve pişmiş ve pişmemiş eriştelelerdeki ağarma oranı içten dışa doğru azalma göstermiştir. Ayrıca, tanenin iç kısımlarından elde edilen un ile üretilen eriştelelerde, diğer kısımlarına göre daha sıkı ve daha az elastik eriştele elde edilmiştir (43).

Quinoa ve karabuğdayın sadece nişasta bileşenleri kullanılarak, bisküvi hamuru ve ürünleri başarılı bir şekilde üretilmiştir (1). Schober ve ark. (44), %10 karabuğday unu, %50 kahverengi pirinç unu, %30 patates nişastası ve %10 millet tanesi katarak bisküvi üretimini araştırmışlardır. Elde edilen bu bisküvilerin yapısında homojenlik gözlenmezken, daha yumuşak hamur ve sonucunda daha kalın bisküviler elde edilmiştir.

Chillo ve ark. (45) toplam formülasyonda kullanılan karabuğday ununun her bir dozuna (%10, 20, 30) karşılık kullanılan Durum buğdayı kepeği (%10, 15, 20) ilavesinin spagetti kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Buna göre, kırılma hassasiyetinin %15 ve 20 kepek ilavesi ile azaldığı ifade edilmiştir. Bunun yanında pişirmeye karşı gösterilen direnç, yapışkanlık ve pişirme kayıplarında kontrole göre bir değişiklik olmamıştır.

Bir başka çalışmada, karabuğday kepek unu (BBF) ilave edilen (250 g/kg) spagettilerin amino asit kompozisyonu, protein içerikleri, mineral kompozisyonu ve kül içeriklerinin pişirme ve işleme aşamalarındaki değişimleri incelenmiştir. BBF'un Durum irmiğine göre mineral ve protein içeriği daha fazladır. Ekstrüzyon ve kuruma sıcaklıklarının, BBF içeren spagettilerin kül ve mineral madde içeriklerinde çok az ya da hiç etkisi

olmamıştır. Ayrıca, 90°C'deki kurutma sıcaklığı protein içeriğini etkilememiş olmasına rağmen, karabuğdayın içerdiği lizin esansiyel amino asitinde %31 azalma görülmüştür. Pişirme sırasında mineral maddeler makarna dokusundan ayrıldığından kül içeriğinde %28 azalma görülmüştür. Pişirme sırasında meydana gelen bu kayıplara rağmen BBF içeren makarnalarda, Durum irmiği ile üretilen makarnalara göre daha az mineral kaybı olmuştur (46).

Zencefilli-fındıklı bisküvilerde karabuğdayunun (%30, 40, 50) kullanılabilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada (47), aslında bu bisküvi kalitesinin geliştirilmesinde kullanılan çavdar unu yerine kullanılıp kullanılmayacağı incelenmiştir. Ürünün standart formülasyonunda kullanılan un buğday unudur. Karabuğday unu kullanıldığı zaman çavdara göre protein, çinko, toplam polifenol, antioksidan ve şelat aktivitesinde önemli bir artış gözlemlenmiştir. Toplam besinsel lif, bakır, mangan ve demir miktarlarında artış olmasına rağmen çavdar kullanıldığı zamanki miktarları aşamamıştır (47).

Sakac ve ark. (48), pirinç ve karabuğday unundan yapılan glutensiz ekmeklerin antioksidan kapasitesine etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada, pirinç ve karabuğday ununun (kepeğinden ayrılmış karabuğday unu (LBF) ya da tam karabuğday unu (WBF)), 90:10, 80:20, 70:30 oranlarında karışımları sağlanarak glutensiz ekmekler üretilmiştir. LBF ya da WBF'nin hamur formülasyonunda artırılması ile son ürünlerdeki antioksidan kapasitesinde artış gözlemlenmiştir. Ekmek yapma işlemi sırasında glutensiz ürünler farklı antioksidatif parametreler gösterir. LBF içeren örneklerin toplam fenolik madde (TPC) içeriklerinde azalma gözlemlenmiştir. Diğer taraftan %30 WBF içeren örneklerdeki TPC değeri %17 azalma göstermiştir. Her iki karabuğday unu ayrı ayrı %10 ve %20 oranlarında katıldığında ekmekteki antioksidatif ve indirgeyici aktivitelerde azalma meydana gelmiştir.

Karabuğday ekmeklerindeki aroma bileşenlerinin incelendiği bir araştırmada, %15 karabuğday unu ve %85 buğday unu kullanılarak kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday ekmekleri üretilmiştir. Karabuğday ekmeğindeki uçucu bileşenler ve tat bileşenleri analiz edilerek, tamamen ekmeklik buğday unundan elde edilen beyaz ekmekle

kıyaslanmıştır. Çalışma sonucunda, her iki karabuğday ekmeğinin, beyaz ekmeğe göre daha fazla şeker ve şeker bileşenleri içerdiği gözlemlenmiştir. Karabuğday ekmeklerindeki toplam uçucu bileşenler (3564.36-4951.39 µg/g), beyaz ekmeğe göre (1706.46 µg/g) iki üç kat daha fazla olduğu, karabuğday ekmeklerinin daha karakteristik bir aromaya sahip olduğu belirtilmiştir (49).

Başka bir çalışmada ise yine %15 kavuzlu veya kavuzsuz karabuğday unu ve %85 buğday unu kullanılarak üretilen ekmeklerin altı gün boyunca depolama stabilitelerindeki değişim incelenmiştir. Pişirme işleminden sonra beyaz ekmekte daha yüksek nem içeriği gözlemlenmiştir. Toplam mikroorganizma yükü birinci günde taze ekmeğe göre benzer iken, altıncı gün sonundaki toplam mikroorganizma yükü beyaz ekmek>kavuzsuz karabuğdaylı ekmek> kavuzlu karabuğdaylı ekmek şeklinde değişmiştir (50).

## SONUÇ

Karabuğdaylar insanların sağlıklı gıda talepleri ile birlikte önem kazanan, tarımı en çok Çin, Rusya, Ukrayna, Polonya ve Fransa'da yapılan, tahıl benzeri glutensiz gıda kaynağıdır. Karabuğdaylar yüksek besleyici değerlere sahiptir ve beslenmemiz için önemli protein kaynağı olmasının yanında, nişasta, besinsel lif, vitamin, temel mineral ve iz elementleri içerirler. Ayrıca, karabuğdaylar rutin, kuersetin başta olmak üzere çeşitli fenolik maddeleri de bol miktarda içerirler. Karabuğday diğer tahıllara göre dengeli bir amino asit kompozisyonuna sahiptir. Proteinlerin sindirilebilirliği düşük olmasına rağmen biyolojik değeri oldukça yüksektir ve ayrıca çölyak hastaları için toksik etkili prolamin proteinlerini çok düşük/önemsiz düzeyde içerirler. Fakat bazı fazla duyarlı hastalarda alerjik reaksiyonlara yol açtığı bildirilmiştir. Karabuğday proteinleri ekmeklik buğday proteinleri ile kıyaslandığında glutamin ve prolin hariç bütün amino asitleri yüksek ya da benzer miktarlarda içerirler. Özellikle sınırlı miktarda bulunan lizin amino asiti ekmeklik buğday ununa göre 2.5 kat daha fazla miktarda bulunur. Diğer taraftan tam karabuğday unundan elde edilen bütün ürünlerdeki prolamin miktarı, glutensiz ürünler için izin verilen miktarın altındadır. Bu sebeple karabuğday unundan bazı glutensiz gıda ürünlerini elde etmekte faydalanılır.

Karabuğday unu kullanılarak üretilen eriştelelerde doku dayanıklılığı artmış ve pişirme kayıpları azalmıştır. Bisküviler ise yüksek nem ve aw değerine sahip olmuşlardır. Ayrıca karabuğday unundan elde edilen ekmeklerde şeker, protein ve aroma bileşenlerinin daha fazla gözlemlendiği tespit edilmiştir.

## KAYNAKLAR

1. Schoenlechner R, Siebenhandl S, Berghofer E. 2008. Pseudocereals. In: *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*, Eds: Arendt EK., Bello FD. Elsevier, pp. 149-190.
2. FAOSTAT 2011. FAO Statistics Division. www.faostat.fao.org (Erişim tarihi: 20 Mayıs 2013).
3. Biacs P, Aubrecht E, Leder I, Lajos J. 2002. Buckwheat. In: *Pseudocereals and Less Common Cereals-Grain Properties and Utilization Potential*, Eds: Belton P, Taylor J. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany, pp. 123-151.
4. Li S., Zhang QH. 2001. Advances in the development of functional foods from buckwheat. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 41: 451-464.
5. Panda R, Taylor SL, Goodman RE. 2010. Development of a sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for detection of buckwheat residues in food. *J Food Science*, 75 (6): 110-117.
6. Dizlek H, Özer MS, İnanç E, Gül H. 2009. Karabuğday'ın (*Fagopyrum esculentum* Moench) bileşimi ve gıda sanayiinde kullanım olanakları. *GIDA*, 34 (5): 317-324.
7. Sedej I, Sakac M, Mandic A, Misan A, Tumbas V, Canadanovic-Brunet J. 2012. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) grain and fractions: antioxidant compounds and activities. *J Food Science*, 77 (9): 954-959.
8. Min B, Lee SM, Yoo SH, Inglett GE, Lee S. 2010. Functional characterization of steam jet-cooked buckwheat flour as a fat replacer in cake-baking. *J The Sci Food Agric*, 90: 2208-2213.
9. Im JS, Huff HE, Hsieh FH. 2003. Effects of processing conditions on the physical and chemical properties of buckwheat grit cakes. *J Agric Food Chem*, 51: 659-666.
10. Steadman KJ, Burgoon MS, Lewis BA, Edwardson SE, Obendorf RL. 2001a. Buckwheat seed milling fractions: description, macronutrient composition and dietary fibre. *J Cereal Sci*, 33: 271-278.
11. Acquistucci R, Fornal J. 1997. Italian buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) starch: Physico-chemical and functional characterization and in vitro digestibility. *Food/Nahrung*, 41: 281-284.
12. Qian J, Rayas-Duarte P, Grant L. 1998. Partial characterization of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) starch. *Cereal Chem*, 75 (3): 365-373.
13. Noda T, Takahata Y, Sato T, Suda I, Morishita T, Ishiguro K, Yamakawa O. 1998. Relationships between chain length distribution of amylopectin and gelatinization properties within the same botanical origin for sweet potato and buckwheat. *Carbohydrate Polymers*, 37: 153-158.
14. Zheng GH, Sosulski FW, Tyler RT. 1998. Wet-milling, composition and functional properties of starch and protein isolated from buckwheat groats. *Food Res Int*, 30: 493-502.
15. Skrabanja V, Kreft I. 1998. Resistant starch formation following autoclaving of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) groats: An in vitro study. *J Agric Food Chem*, 46: 2020-2023.
16. Mariotti M, Lucisano M, Pagani MA, Iametti S. 2008. Macromolecular interactions and rheological properties of buckwheat-based dough obtained from differently processed grains. *J Agric Food Chem*, 56: 4258-4267.
17. Tang CH, Wang XY, Liu F, Wang CS. 2009. Physicochemical and conformational properties of buckwheat protein isolates: Influence of polyphenol removal with cold organic solvents from buckwheat seed flours. *J Agric Food Chem*, 57: 10740-10748.
18. Milisavljevic MD, Timotijevic GS, Radovic RS, Brkljacic JM, Konstantinovic MM, Maksimovic VR. 2004. Vicilin-like storage globulin from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) seeds. *J Agric Food Chem*, 52: 5258-5262.
19. Radovic SR, Maksimovic VR, Varkonji-Gasic EI. 1996. Characterization of Buckwheat Seed Storage Proteins. *J Agric Food Chem*, 44: 972-974.
20. Choi SM, Ma CY. 2006. Extraction, purification and characterization of globulin from common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) seeds. *Food Research International*, 39: 974-981.

21. Radovic RS, Maksimovic RV, Brkljacic MJ, Varkonji IE, Savic AP. 1999. 2S albumin from buckwheat seed. *J Agric Food Chem*, 47: 1467-1470.
22. Tomotake H, Shimaoka I, Kayashita J, Nakajoh M, Kato N. 2002. Physicochemical and functional properties of buckwheat protein product. *J Agric Food Chem*, 50: 2125-2129.
23. Tang CH 2007. Functional properties and in vitro digestibility of buckwheat protein products: Influence of processing. *J Food Engineering*, 82: 568-576.
24. Nordlee JA, Panda R, Baumert JL, Goodman RE, Taylor SL. 2011. Wild buckwheat is unlikely to pose a risk to buckwheat-allergic individuals. *J Food Science*, 76 (8): 189-191.
25. Taylor SL 2010. Creating gluten free winners. *The World of Food Ingredients*, 45-46.
26. Sohn MH, Lee SY, Kim KE. 2003. Prediction of buckwheat allergy using specific IgE concentrations in children. *Allergy*, 58: 1308-1310.
27. Wang Z, Zhang Z, Zhao Z, Wieslander G, Norbäck D, Kreft I. 2004. Purification and characterization of a 24 kDa protein from tartary buckwheat seeds. *Biosci Biotechnol Biochem*, 68: 1409-1413.
28. Bonafaccia G, Gambelli L, Fabjan N, Kreft I. 2003. Trace elements in flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chem*, 80: 1-5.
29. Steadman KJ, Burgoon MS, Lewis B, Edwardson SE. 2001b. Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions. *J Sci Food Agric*, 81: 1094-1100.
30. Fabjan N, Rode J, Kosir IJ, Wang Z, Zhang Z, Kreft I. 2003. Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) as a source of dietary rutin and quercitrin. *J Agric Food Chem*, 51: 6452-6455.
31. Krkosková B, Mrázová Z. 2005. Prophylactic components of buckwheat. *Food Res Int*, 38: 561-568.
32. Hsu CK, Chiang BH, Chen YS, Yang JH, Liu CL. 2008. Improving the antioxidant activity of buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn) sprout with trace element water. *Food Chem*, 108: 633-641.
33. Gallardo C, Jiménez L, García-Conesa MT. 2006. Hydroxycinnamic acid composition and in vitro antioxidant activity of selected grain fractions. *Food Chem*, 99: 455-463.
34. Krahl M, Back W, Zarnkow M, Kreis S. 2008. Determination of optimized malting conditions for the enrichment of rutin, vitexin and orientin in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *J Inst Brew*, 114 (4): 294-299.
35. Suzuki T, Honda Y, Mukasa Y, Kim SJ. 2005. Effects of lipase, lipoxygenase, peroxidase, and rutin on quality deteriorations in buckwheat flour. *J Agric Food Chem*, 53: 8400-8405.
36. Jiang P, Burczynski F, Campbell C, Pierce GJ, Austria JA, Briggs CJ. 2007. Rutin and flavonoid contents in three buckwheat species *Fagopyrum esculentum*, *F. tataricum*, and *F. homotropicum* and their protective effects against lipid peroxidation. *Food Res Int*, 40: 356-364.
37. Zielinski H, Michalska A, Amigo-Benavent M, Dolores del Castillo M, Piskula MK. 2009. Changes in protein quality and antioxidant properties of buckwheat seeds and groats induced by roasting. *J Agric Food Chem*, 57: 4771-4776.
38. Watanabe M, Ohshita Y, Tsushida T. 1997. Antioxidant compounds from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls. *J Agric Food Chem*, 45, 1039-1044.
39. Liu CL, Chen YS, Yang JH, Chiang BH. 2008. Antioxidant activity of tartary (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.) and common (*Fagopyrum esculentum* (L.) Moench) buckwheat sprouts. *J Agric Food Chem*, 56: 173-178.
40. Qin P, Wang Q, Shan F, Hou Z, Ren G. 2010. Nutritional composition and flavonoid content of flour from different buckwheat cultivars. *Int J Food Sci and Tech*, 45: 951-958.
41. Oomah BD, Mazza G. 1996. Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat. *J Agric Food Chem*, 44: 1746-1750.
42. Sedej I, Mandić A, Sakac M, Misan A, Tumbas V. 2010. Comparison of antioxidant components and activity of buckwheat and wheat flours. *Cereal Chem*, 87 (5): 387-392.

43. Hung PV, Maeda T, Tsumori R, Morita N. 2007. Characteristics of fractionated flours from whole buckwheat grain using a gradual milling system and their application for noodle making. *J The Sci Food & Agric*, 87: 2823-2829.
44. Schober TJ, O'Brien CM, McCharthy D, Darnedde A, Arendt EK. 2003. Influence of gluten-free flour mixes and fat powders on the quality of gluten-free biscuits. *Eur Food Res Technol*, 216: 369-376.
45. Chillo S, Laverse S, Falcone PM, Protopapa A, Del Nobile MA. 2008. Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality. *J Cereal Science*, 47: 144-152.
46. Manthey FA, Hall CA. 2007. Effect of processing and cooking on the content of minerals and protein in pasta containing buckwheat bran flour. *J The Sci Food & Agric*, 87: 2026-2033.
47. Filipcev B, Simurina O, Sakac M, Sedej I, Jovanov P, Pestoric M, Bodroza-Solarov M. 2011. Feasibility of use of buckwheat flour as an ingredient in ginger nut biscuit formulation. *Food Chem*, 125: 164-170.
48. Sakac M, Torbica A, Sedej I, Hadnadev M. 2011. Influence of breadmaking on antioxidant capacity of gluten free breads based on rice and buckwheat flours. *Food Res Int*, 44: 2806-2813.
49. Lin L-Y, Wang H-E, Lin S-D, Liu H-M, Mau J-L. 2009. Flavor components in buckwheat bread. *J Food Processing & Preservation*, 33 (6): 814-826.
50. Lin L-Y, Wang H-E, Lin S-D, Liu H-M, Mau J-L. 2013. Changes in buckwheat bread during storage. *J Food Processing & Preservation*, 37 (4): 285-290.