BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University
e-ISSN 2651-4044
https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat
http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi
Haziran/2026, 40(1), s. 241-256

DERLEME REVIEW

Geliş Tarihi (Received): 01.06.2025
Kabul Tarihi (Accepted): 13.10.2025

Karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum*) Tarımı, Besin Değeri ve İnsan Beslenmesindeki Rolü[A]

Birol TAŞ[1]

Öz: Pseudo-tahıllar (tahıl benzeri), botanik olarak tahıllar ile aynı familyadan olmamakla birlikte, benzer besinsel bileşime sahip ve aynı amaçla kullanılan bitkilerdir. Tahıl grubu bitkiler tek çenekli bitkiler sınıfında yer alırken, pseudo-tahıllar çift çenekli bitkiler sınıfında yer almakta olup, tahıl grubu bitkiler gibi nişasta bakımından oldukça zengindirler. Aynı zamanda, çok düşük oranlarda veya hiç gluten içermediklerinden gluten hassasiyeti olan bireyler ile daha sağlıklı beslenme ve yaşam arayışında olan insanların için iyi birer alternatif olmaktadırlar. Karabuğday, Polygonaceae familyasına bağlı olup, taneleri ve unu insan beslenmesinde özellikle hamur işlerinde kullanılırken, otu hayvan yemi olarak, yeşil gübre olarak ve toprak düzenleyicisi olarak; çiçekleri ise arılar için bal özü olarak kullanılmaktadır. Karabuğday insan sağlığı açısından da önemli bir bitkidir. İnsülin düzenlemesinde aktif rol oynayan D-chiro-inositol (DCI), protein yapısında bulunan globulinler ve albüminler insan sağlığı açısından oldukça önemlidir. Karabuğday tohumları kabuklu haliyle %27.38 oranında, kabuğu çıkarılmış olarakta ≈%7 oranında diyet lifi içermektedir. Karabuğday bitkisi, pirinç, sorgum, darı ve mısır gibi birçok tahıldan daha zengin bir mineral kaynağıdır (Ca hariç). Özellikle Mg, Zn, K, P, Cu ve Mn seviyeleri diğer tahıllarla karşılaştırıldığında daha yüksektir. Ayrıca hiperin, quersitrin ve quercetin gibi diğer fenolik bileşikler ve flavonlar gibi çeşitli doğal antioksidanlara sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Direçli nişasta, diyet lifi, gluten, karabuğday, pseudo-tahıl.

[A] Makalede Araştırma ve Yayın Etiğine uyulmuştur. Bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

[*] **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** [1]Birol TAŞ Bursa Uluudağ Üni. Ziraat Fak. Tarla Bit. Blm., Bursa, Türkiye, biroltas@uludag.edu.tr Orcid: 0000-0003-4975-0278

Atıf/Citation: Taş, B. 2026. Karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum*) Tarımı, Besin Değeri ve İnsan Beslenmesindeki Rolü *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg*., 40(1), 241-256. https://doi.org/ 10.20479/bursauludagziraat. 1711523

Cultivation, Nutritional Value and Role of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) in Human Nutrition

Abstract: Pseudo-cereals (cereal-like) are plants that, while not botanically in the same family as cereals, share similar nutritional compositions and are used for the same purposes. Cereals are monocotyledonous, while pseudo-cereals are dicotyledonous, and like cereals, they are quite rich in starch. At the same time, since they contain very low amounts of gluten or no gluten at all, they are a good alternative for individuals with gluten sensitivity and those seeking a healthier diet and lifestyle. Buckwheat belongs to the Polygonaceae family. Its grains and flour are used in human nutrition, particularly in pastries. Its grass is used as animal feed, as green manure, and as a soil conditioner. Its flowers are used as nectar for bees. Buckwheat *(Fagopyrum esculentum)* is also an important plant for human health. D-chiro-inositol (DCI), which plays an active role in insulin regulation, and the globulins and albumins found in its protein structure are crucial for human health. Buckwheat seeds contain 27.38% dietary fiber in their shelled form and ≈7% in their shelled form. Buckwheat is a richer source of minerals (except calcium) than many grains such as rice, sorghum, millet, and corn. In particular, they have higher levels of Mg, Zn, K, P, Cu, and Mn compared to other grains. They also contain a variety of natural antioxidants, including hyperin, quercitrin, and quercetin, as well as other phenolic compounds and flavones.

Keywords: Resistant fiber, dietary fiber, gluten, buckwheat, pseudo-cereal.

Giriş

Anglo-Sakson dilindeki boc (kayın) ve wheat (buğday) kelimelerinden türetinen "Karabuğday", Çin antik kitapları ve arkeolojik alanlarından elde edilen bulguların ışığında, 2000 yıl önce Çin'de yetiştirildiği ve dünyada tarımı yapılan en eski bitkilerden biri olduğu belirtilmiştir (Lin, 1994).

Karabuğday*(Fagopyrum esculentum)* pseudo-tahıllar grubunda yer alan, ancak tahıl familyasına (*Poaceae* = *Gramineae*) ait olmayıp *Polygonaceae* familyasına mensup olan bir bitkidir. Aslında bir meyve türü olarak sınıflandırılmaktadır (Wijngaard ve ark., 2005). Son yıllarda sağlıklı yaşam ve beslenme olgusunun artmasıyla birlikte karabuğday tarımı, özellikle glutensiz beslenme arayışı içindeki bireyler için iyi bir alternatif haline gelmiştir. Pseudo-tahıllar grubunda yer bitkiler insan sağlığını doğrudan ilgilendirdiği için özellikle gelişmiş ülkelerde bitkisel ilaçlara, organik ve doğal besinlere olan eğilimi arttırmıştır. (Özdemirel ve Kaçar, 2021)

Karabuğday*(Fagopyrum esculentum),* genellikle uygun iklim koşullarında, düşük pH seviyelerine sahip topraklarda yetişen, su stresine maruz kaldığında derine de gidebilen kökleri ile bitkiye su sağlayan ve hızlı yaprak gelişimi (Song ve ark., 2020; Zargar ve ark., 2023) ile yabancı otların gelişimini engelleyen, iklim değişikliklerine karşı yüksek adaptasyon kabiliyeti ve yetiştiriciliğinde daha az gübre ve pestisit kullanılması

nedeniyle sürdürülebilir tarım potansiyeli olan bir bitkidir (Gao ve ark., 2024; Jha ve ark., 2024; Vieites-Alvarez ve ark., 2024; Zamaratskaia ve ark., 2024).

Karabuğdayın Botanik Özellikleri

Alem : Plantae

Bölüm : Magnoliophyta

Sınıf : Magnoliopsida

Takım : Caryophyllales

Familya : Polygonaceae

Cins : Fagopyrum

Karabuğdayın gen merkezi konusunda iki farklı hipotez bulunmaktadır. Bunlardan birincisi DeCandolle'ün, Karabuğdayın Kuzey Çin ya da Sibirya'da ortaya çıktığına dair olan hipotezi, ikincisi ise Nakao'nun karabuğdayın güneybatı Çin'in Himalaya Dağı'na kadar olan bölgesinde ortaya çıktığına dair hipotezidir. Ancak Çin'in Yunnan eyaletinde yabani *F. esculentum'*un keşfi ve bu mevki üzerinde yapılan bitki incelemelerinin sonuçları Nakao'nun hipotezlerini desteklemektedir (Lin, 1994). Ohnishi ve Matsuoka (1996) tarafından yapılan tohum toplama ve sınıflandırma çalışmaları sonucunda Karabuğdayın 14 türü bulunmuştur. Ancak bunlardan *Fagopyrum esculentum* Moench. ve *Fagopyrum tataricum* Gaertn.'un daha çok yetiştiriciliği yapılmaktadır (*Džafić ve, Žuljević, 2022).*



Şekil 1. *Karabuğday çiçeği ve yaprağı* (https://www.britannica.com/plant/buckwheat

Karabuğday çift çenekli (dikotiledon) ve tek yıllık bir bitkidir (Janssen ve ark., 2017). Yaprakları düz olmayan üçgen şeklinde bir görünüme sahiptir. Çiçekleri kokulu, bal arılarının nektar toplaması için cazip ve genellikle çanak yaprakların veya braktelerin rengi nedeniyle gösterişli kümeler halinde beyaz, pembe veya kırmızı renklidir (Şekil 1). Çiçeklerinde taç yaprağı bulunmaz. Bitkinin tohumları üç kenarlı ve üçgen şeklindedir. Bu tohumların ebatları 4 mm x 6 mm veya 2 mm x 4 mm şeklindedir. Tohum rengi siyah, gri ve kahverengi olabilir. Karabuğdayın tahıl grubundan diğer bir farkı da tohumdaki embriyosunun bulunduğu yerdir. Tahıllarda embriyo tanenin uç tarafında bulunurken, karabuğdayda endospermin tam orta noktasında bulunmaktadır.



Şekil 2. *Kahverengi Karabuğday Tohumu* (https://www.growjourney. com/grow-buckwheat/

Karabuğday gövdesinin içi boştur. Bu nedenle şiddetli rüzgârlarda kırılma yaşanabilmektedir. Olgun evredeyken yaşanacak bir dolu yağışı bitkinin gövdesinden kırılmasına yol açabilir. Bitkiler kısa bir kazık köke ve ince yan köklere sahip olup, toplam bitki ağırlığının yaklaşık %3-4'ü kadar bir kök

sistemi oluştururlar. Bu nedenle, bitkiler aşırı kurak koşullardan zarar görebilir ve bu da genellikle olgunlaşmanın gecikmesine neden olur. Olgunlaşmadan önce gövde ve dalların rengi yeşilden kırmızıya kadar değişir. Olgunlukta ise kırmızımsı kahverengi olmaktadırlar (Mazza ve Oomah, 2005). Karabuğday tohumları yenilebilmektedir (Bonafaccia ve ark., 2003). Karabuğday tohumundan elde edilen un, genellikle ekmek, erişte, makarna, kek, bisküvi ve şarap, bira ve sirke gibi bazı değerli fermente ürünler gibi karabuğday ile zenginleştirilmiş gıda ürünlerinin hammaddesi olarak kullanılmaktadır (Suzuki ve ark., 2020).

Karabuğday Tarımı

a. İklim İstekleri

Karabuğday daha çok iklimin nemli ve serin olduğu yerlerde çok iyi şekilde yetişmektedir. Yetişme süresinin kısa olması (8-14 hafta) ve gelişmesi için sıcaklık isteğinin düşük olması sebebi ile kuzey enlemlerde ve yüksek yerlerde de (0-4200 m) yetişebilmektedir. Dona karşı hassas olup, donlu havalarda ölmektedir. Karabuğdayın çimlenme sıcaklığı minimum 7 ºC'dir (Yavuz ve Erekul, 2016).

b. Toprak İstekleri

Kara buğday, çok çeşitli toprak türlerinde yetiştirilebilir. Ancak, en iyi performansı drenajı iyi kumlu-tınlı, tınlı ve silt-tınlı topraklarda gösterir (Rangappa ve ark., 2024). Kireç miktarı çok yüksek, kuru veya çok nemli ve ağır topraklar verim açısından iyi değildir. Verimli olmayan asit topraklara (pH 4-6) toleransı iyidir. Azot miktarı yüksek olan topraklarda tohum verimi düşmektedir. Bu topraklar bitkinin yatmasına da sebep olmakta ve yatan bitkilerde genellikle ayağa kalkamamaktadır. Kaymak tabakası bağlayan killi topraklarda fide çıkışı zayıf olabilmektedir.



Şekil 3. *Karabuğdayın çiçek aşamasından tohum aşamasına geçişi* (https://eattolive.com.au)

c. Su İstekleri

Karabuğday bitkisi susuzluğa karşı hassas bir bitki olarak bilinir. Ancak, sürgün büyütme ve meyveye yatma dönemlerinde diğer gelişme dönemlerine göre daha fazla su ister. Özellikle yaz aylarında, büyüme ve gelişmesini daha hızlı bir şekilde tamamlamak zorunda kalması nedeniyle, suyu ve sıcaklığı yeterince değerlendiremediği için, verimde azalmalar gözlemlenmiştir (Kara ve Gürbüzer, 2018). Ekildikten sonra yağış veya toprak nemi yeterli değilse muhakkak sulama yapılmalıdır. Sulamanın ise damla sulama sistemi ile yapılması tavsiye edilmiştir (Babu ve ark., 2018).

d. Toprak Hazırlığı

Genellikle sonbaharda pullukla sürülen toprak, ilkbahar gelince diskaro ile düzeltilir. Gecikmiş ekim veya otlanma gibi durumlar söz konusuysa işlemler tekrarlanabilir. Başarılı bir karabuğday yetiştiriciliği için toprağı iyi hazırlamak, yabancı otsuz alanlar tercih etmek ve sertifikalı tohumlar kullanmak önemlidir.

e. Ekim

Dona hassas bir bitki olması nedeni ile ekiminde mevsim koşullarına çok dikkat edilmelidir. Tohum ekimi, yetiştirileceği bölgenin son don tarihinden sonra olmak şartıyla Mart ortası-Nisan başı ile Temmuz ayıdır. Çiçeklenme zamanında kuru hava, yüksek sıcaklık veya düşük soğuklar çiçeklenme ve tohum bağlama üzerine olumsuz etki yapar. Mibzerle yapılacak ekimlerde sıra arası15-25 cm olması tavsiye edilmektedir (Yavuz, 2014). 15 cm'den daha az sıraarası ile ekilen çeşitlerde tane verimi genellikle düşük çıkmıştır (Akçura ve ark., 2020). Bir başka araştırmada ise ot verimi için 20 cm, tohum verimi için 40 cm sıraarası mesafe uygun görülmüştür (Acar ve ark., 2011).

Dekara atılacak tohum miktarı ise, mibzerle yapılacak ekimlerde küçük tohumlu çeşitlerde ortalama 3.5-4.0 $kg.da^{-1}$, büyük tohumlu çeşitlerde ise 5-6 $kg.da^{-1}$ civarında olması gerektiği, serpme ekim yönteminde ise bu değerin 10 -15 $kg.\ da^{-1}$ 'a kadar çıkması tavsiye edilmektedir (Myers ve Meinke, 1994; Acar, 2009).

f. Gübreleme

Kullanılacak gübre ve miktarına, karabuğdayın yetiştirileceği arazide yapılacak toprak analizi ile karar verilmelidir. Karabuğdayın gübrelenmesi üzerine yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bazı çalışmalarda dekara 3-4 kg azot ve 1 kg fosfor ve potasyumun yeterli olduğu belirtilirken (Christensen ve ark., 2010, Imanullah ve ark., 2012), dekara 9 kg saf azot ve 8 kg saf triple süper fosfatın atılması gerektiğini, hatta verilecek azot dozunun dikim sırasında- bitkiler yaklaşık 20 cm yüksekliğe ulaştığında - salkım çıkmadan önce üç aşamada verilmesinin daha uygun olacağını bildiren çalışmada bulunmaktadır (Çiftçi ve ark., 2025). Fazla atılacak N dozunun bitkilerde boylanmayı arttırarak yatmayı teşvik edeceği unutulmamalıdır.

g. Hasat

Karabuğday hasadı, bitkideki tanelerin en az %75'i kahverengileştiği zaman biçerdöverle gerçekleştirilir. Hasat zamanı yaklaşık olarak ekimden itibaren 85-90 gün sonradır (Acar ve ark., 2012; Erekul ve ark., 2016). Karabuğdayda olgunlaşma aşağı dallardan başlayarak yukarı doğru devam etmektedir. Hasat zamanında üst dallarda yeşil tane ve çiçek miktarı daha fazla olurken alt dallarda olgunlaşma tamamlanmıştır (Radics ve Mikohazi,2010; Kara, 2017). Bu durum hasadı zorlaştırmakta ve hasat sonrasında tanelerin elenmesi, ayıklanması ve kurutulması gibi ekstra işgücü ve zaman ihtiyaçını ortaya çıkarmakta, tane verimini düşürmekte bu durumda üretim maliyetini arttırmaktadır. Hasad sırasında olgunlaşmamış tanelerinde bulunabileceği gözönüne alınarak ürünün nem oranı %15'in altına düşürüldükten sonra depolanması uygun olacaktır.

Karabuğdayın Hayvan Beslemede Yem Olarak Önemi

Karabuğday küçük ve büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinde ve yumurta tavukçuluğunda yem olarak kullanılmaktadır. Saplarının sığırlar için oldukça besleyici olduğu kabul edilmektedir. Çeşitli araştırmalarda da rasyonlara toplam karışımın 1/3 'ü kadar ilave edilebileceği belirtilerek bundan daha fazlasının karışıma katılması önerilmemektedir. Yeşil kısımları silaj yapımında silaj karışımına da katılabilmektedir (Ikeda, 2002; Leiber, 2016)

Karabuğdayın Bal Özü Bitkisi Olarak Önemi

Karabuğday birçok ülkede bal üretiminde nektar kaynağı olarak kullanılır. Karabuğday, yabancı döllenen bir bitki olduğundan arı ve böcek ziyaretleriyle tane verimi arttırılabilmektedir. Bunun için karabuğdayın yetiştiği alan çevresine arı kovanı konurmaktadır. Böylece arıların hem balından hem de tozlama yeteneğinden faydanılmış olur. Karabuğdayın çiçeklenme dönemi, yerine göre 30 günden fazla sürebilmesi arıcılık açısından avantajdır (Acar, 2009; Okudan ve Kara, 2015; Yavuz ve ark., 2016). 1 ha'lık alanda 2,5 kovanı arı beslenebileceği ve bir sezonda 175 kg'a bal üretilebileceği bildirilmiştir.(Anonim, E.T:3.09.2025)

Karabuğdayın Yeşil Gübre ve Toprak Düzenleyicisi Olarak Önemi

Kumar ve ark. (2008) karabuğdayın yeşil gübre ve erozyon kontrolünde kullanılabilecek bitkilerden biri olduğunu bildirmişlerdir. Kısa sürede hızlı büyüyen karabuğdayın (vejetasyon süresi 8-12 hafta) yeşil gübre olarak kullanılması için gereken süre ekimden sonraki 4-5 haftalık süredir. Bu süre içerisinde yetişme koşullarında her hangi bir olumsuzluk olmazsa bol miktarda toprak üstü yeşil aksam oluşturmaktadır (Kara, 2014). Karabuğday, hızlı gelişip toprağı kaplaması yanında, topraktaki fosfordan en iyi şekilde yararlanıp onu biriktirmesiyle de bir sonraki bitkiye zengin bir toprak bırakır (Kalinova, 2007). Ancak karabuğdayın yeşil gübre bitkisi olarak toprağa sağladığı fayda baklagil yembitkileri kadar olmamaktadır (Akkaya ve Kara, 2018).

Karabuğdayın Yabancı Otlarla Mücadelede Kullanımı

Özellikle yabancı ot ilacının olmadığı veya kullanılmaması gereken yerlerde, rekabet gücünün iyi olması, hızlı gelişmesi, sık dal ve yapraklarıyla gölge oluşturması gibi özellikleri sebebiyle karabuğdayın münavebe sistemi içinde kullanılmasıyla yabancı otların azalacağı belirtilmektedir (Teasdale ve Mohler, 2000). Ayrıca karabuğday, allelopatik özelliklere sahiptir. Yani bu bitki, büyüme sürecinde toprağa salgıladığı bazı bileşiklerle çevresindeki yabancı otların çimlenmesini ve gelişmesini baskılamaktadır (Kreft ve ark., 2003). Yabancı otlar, karabuğdayı gölgeleyecek şekilde gelişmiş ise karabuğdayın rekabeti zayıf olabilir.

Besin Değeri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Karabuğday, hem ilaç hem de gıda için kullanılan bir mahsuldür (Ding ve ark., 2018). Antioksidasyon özelliklerinin fazla olması nedeniyle kanser dahil birçok hastalığın tedavisinde kullanılabilmektedir (Li, 2018;Yang J., 2019; Shen ve ark., 2021). Karabuğdayın besin değeri ve insan sağlığı üzerine olan etkilerini inceleyebilmemiz için onun kimyasal bileşimi hakkında bilgi sahibi olmamız gerekir. Karabuğdayın kimyasal bileşimi aşağıdaki başlıklarda incelenmiştir.

a. Karabuğdayın Nişasta İçeriği

Karabuğday nişastasının kendine has özellikleri vardır. Bazı özellikler yumru nişastalarına (yüksek viskozite değerleri) karşılık gelirken diğerleri daha çok tahıl nişastalarına (şekil ve bileşim) karşılık gelir. Karabuğday nişastası yüksek düzeyde ham yağ ve amilaz içerir.

Nişasta, in vitro sindirim hızına ve derecesine bağlı olarak üç gruba ayrılabilir:

- Hızlı sindirilebilir nişasta,
- Yavaş sindirilebilir nişasta
- Dirençli nişasta (RS).

Nişastanın sindirilebilirliğini, nişastanın fiziksel formu, retrogradasyon derecesi, amilaz/amilopektin oranı ve nişastalı olmayan inhibitör bileşenleri etkiler (Magallanes-Cruz ve ark., 2017; Sarka ve ark., 2025). Sindirilmemiş nişasta olumlu besinsel etkilere yol açabilir (Skrabanja ve ark., 2004).

İnsan sağlığı açısından dirençli nişasta, yararlı bakterilerin büyümesini ve aktivitesini uyarma, kısa zincirli yağ asitleri üretme gibi fonksiyonel özellikleri nedeni ile prebiyotik olarak kabul edilmektedir. Yüksek oranda dirençli nişasta içeren gıdalar, genellikle düşük GI değerine sahiptir ve diyabetik kontrolün iyileştirilmesinde çoğu sağlıklı yetişkin için genellikle avantajlı olup, kan şekeri değerlerine olumlu etkisi vardır. Karabuğday unu ekstraktı, insan tükürük amilazına etki edebilen ve sindirilebilir nişasta seviyesini etkileyebilen tanenler, fitik asit ve proteinli inhibitörler gibi bileşikleri içerir. Toplam nişasta içeriği %73.5 olan ham karabuğdaydan elde edilen ununun %33.5-45'i RS'dir (Skrabanja ve ark., 2004).

b. Karabuğdayın Şeker İçeriği

Karabuğday bitkisinde bulunan nişastanın yaklaşık yarısını dirençli nişasta oluşturur. Karabuğdaya uygulanan işlemler dirençli nişasta miktarını etkiler. Monosakkaritler, glikoz ve fruktoz çoğunlukla karabuğdayın perikarp ve tohum kabuğunda bulunur. Sakkaroz birikimindeki artışlar hasat dönemlerine doğru embriyoda en yüksek seviyesine ulaşır. Sakkaroz tohum kabuğu ve nusellus dokularında bol miktarda bulunur ve daha sonra gelişen embriyoda birikir. Embriyo dokularındaki yüksek sakkaroz konsantrasyonu birçok yağlı tohumda tipiktir (Duffus ve Binnie, 1990).

İnsan sağlığı açısından karabuğdayda önemli düzeyde bulunan dirençli nişasta miktarı, kandaki inüsilin seviyesini bir anda arttırmadığı için sağlık ve beslenme açısından önemlidir.

c. Karabuğdayın D-chiro-inositol İçeriği

D-chiro-inositol (DCI), karabuğday tohumlarında nispeten yüksek seviyelerde bulunan bir inositol izomeridir ve ana aktif besin bileşenidir (Steadman ve ark., 2000). Karabuğdayın, yüksek düzeyde anjiyotensin I-dönüştürücü enzim (ACE) inhibitör aktivitesine sahip olduğu bulunmuştur.

İnsan sağlığı açısından DCI, insülinin etkisini artırarak kan basıncını, plazma trigliseritlerini ve glikoz konsantrasyonlarını azaltarak insülin metabolizmasının düzenlenmesinde aktif rol oynar (Fonteles ve ark., 2000; Ueda ve ark., 2005; Prakash ve ark., 2015). ACE, renin-anjiyotensin (RA) kan basıncını kontrol sisteminde bir baskı hormonu olan anjiyotensin I'i II'ye dönüştürür (Higasa ve ark., 2011). Bu dönüşümün yüksek düzeyde E vitamini alımı, kardiyovasküler hastalıklarda azalma, Alzheimer hastalığı ve yaşa bağlı maküler dejenerasyonun geciktirilmesini sağladığına dair araştırma sonuçları vardır (Kalinova ve ark., 2006; Li ve ark., 2010).

d. Karabuğdayda Bulunan Lipidler

Lipitler, depolanmış tohumların veya unların bozulmasına neden olabildikleri için gıda kalitesinde önemli bir fizyolojik role sahip olan tahılların ve pseudo- tahılların küçük bir bölümünü oluşturur (Chapkin, 2000). Hem *F. esculentum* hem de tartar karabuğdayında lipitler ortalama % 6.5 yağ içeren embriyoda yoğunlaşırken, endosperm < %0.4 yağ içerir (Dorrell, 1971).

Karabuğdayda 18 yağ asidi tanımlanmıştır ve bunların 14'ü tüm tohum dokularında görülür. Sekiz ana asit (oleik, linoleik, palmitik, linolenik, lignoserik, stearik, behenik ve araşidik) toplam yağ asitlerinin % 93'ünü temsil eder (Dorrell, 1971). Embriyo doymamış yağ asitlerinin çoğunu içerir (Dorrell, 1971). Linoleik asit ve linolenik asit gibi bazı yağ asitleri çoklu doymamıştır ve bu esansiyel yağ asitleri insan vücudu tarafından üretilemez (Chapkin, 2000). Bu esansiyel yağ asitlerinden biri olan linoleik asit karabuğdayda bulunan başlıca yağ asididir ve linoleik asit seviyesi özellikle tohum kabuğunda yüksektir (Dorrell, 1971; Taira ve ark., 1986; Mazza, 1988). Bazı yağ asitlerinin seviyeleri çimlenme ile arttırılabilir (Kim ve ark., 2002).

Karabuğday da bulunan esansiyel amino asitlerden linoleik ve linolenik asitler, LDL kolesterolün düşmesinde, sinir sistemi ve görme sisteminin oluşumunda ve hücre zarının fosfolipit bağlarının oluşturulmasında önemli bir rol üstlenmektedir (Froyen ve Burns-Whitmore, 2020, Kristina ve ark., 2024).

e. Karabuğdayda Bulunan Aminoasitler

Karabuğday proteini prolamin(bazen eser miktarda bulunabilir) dışında çok çeşitli amino asitleri içerir (Pomeranz ve Robbins, 1972). Proteinlerin çoğunluğunu globulinler ve albüminler oluşturur. Karabuğday proteini yüksek düzeyde lizin (geri kazanılan 100 g amino asitin %6.1'i), arginin (%9.7), aspartik asit (%11.3) ve düşük düzeyde prolin (%3.9) ve glutamik asit (%18.6) içerir (Pomeranz ve Robbins, 1972).

İnsan sağlığı açısından karabuğday proteini, iyi dengelenmiş amino asit yapısı nedeniyle yüksek biyolojik değer gösterir. Kan kolesterolünü düşürme, safra taşını küçültme, tümör büyümelerini engelleme ve baskılama, anjiyotensin I-dönüştürücü enziminin engellenmesi, 7,12-dimetilbenzenin neden olduğu meme kanserini önlemek gibi birçok benzersiz fizyolojik fonksiyona sahiptir. (Tomotake ve ark., 2006; Prakash ve Deshwal, 2013; Prakash ve ark., 2015).

Tablo 1. Karabuğdaydaki ortalama amino asit konsantrasyonları (%). (Robinson, 1980)

Amino asit	Tanede	Proteinde	Amino asit	Tanede	Proteinde
Glutamik asit	2.72	18.02	**Alanin**	0,61	4,03
Arginin	2.01	13.27	**Threonine**	0.58	3.87
Aspartik asit	1.64	10.86	**Proline**	0.55	3.66
Valin	1.17	7.71	**İzolösin**	0.53	3.48
Lösin	1.02	6.75	**Tirozin**	0.32	2.12
Lizin	0.90	5.99	**Histidin**	0.32	2.11
Glisin	0.83	5.52	**Sistein**	0.25	1.66
Fenilalanin	0.63	4.17	**Metiyonin**	0.21	1.37
Serin	0.62	4.12	**Triptofan**	0.19	1.29

f. Karabuğdayda Bulunan Liflerin Yapısı

Karabuğday tohumları kabuklu olarak %27.38 oranında Diyet lifi (DF) içerirken(Bonafaccia ve ark., 2003), kabuğu çıkarılmış tane tohumlarında DF oranı ≈%7'dir (Steadman ve ark., 2000; Bonafaccia ve ark., 2003).

İnsan sağlığı açısından DF, potansiyel olarak bazı hastalıklara karşı koruyucudur. DF, çözünmeyen diyet lifi (IDF) ve çözünebilir diyet lifi (SDF) olarak ikiye ayrılabilir. IDF, genellikle lignin ve selüloz içerirken, SDF pektin ve zamkları içerir. SDF özellikle kan kolesterol seviyelerini düşürerek insan sağlığına olumlu katkıda bulunabilir (Steadman ve ark., 2000). Buna ek olarak, DF proteinleri ve mineralleri bağlayabildiği, sindirim enzimlerini inhibe edebildiği ve böylece sindirilebilirliği veya emilimi azaltabildiği için olumsuz bir role de sahip olabilir (Ikeda, 2002; Steadman ve ark., 2000). Kabuğu çıkarılmış karabuğday tanesinde bulunan IDF ve SDF, yulaf ve buğday gibi tahıllarla benzerlik göstermektedir.

g. Karabuğdayda Bulunan Mineraller

Karabuğday bitkisi, pirinç, sorgum, darı ve mısır gibi birçok tahıldan daha zengin bir mineral kaynağıdır (Ca hariç). Özellikle Mg, Zn, K, P, Cu ve Mn seviyeleri diğer tahıllarla karşılaştırıldığında daha yüksektir (Mazza 1988; Steadman ve ark., 2000). Mg, Zn, K, P ve Co esas olarak protein gövdelerinde fitat olarak depolanır (Elpidina ve ark., 1990; Steadman ve ark., 2000). Karabuğday 10.0 mg/g fitik asit ve 2.17 µmol inorganik fosfat/dk/g açığa çıkaran fitaz enzimi içerir (Englyst ve ark., 1990). Proteinler bitkinin gövde (ve dolayısıyla Mg, Zn, K, P ve Co), embriyo ve aleuron tabakasında bulunur (Steadman ve ark., 2000). Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Ni ve Al gibi mineraller öncelikle hem tohumda hem de tohum kabuğunda lokalize olmuştur. Ca ve B kabuk fraksiyonlarında bulunur (Steadman ve ark., 2000; Bonafaccia ve ark., 2003; Skrabanja ve ark., 2004)

İnsan sağlığı açısından bakıldığında mineraller, insan vücudundaki çeşitli fizyolojik işlevler için önemlidir. İnsan vücudu her bir ana mineralden (Na, Mg, K, Ca, P, S ve Cl) günde 100 mg'dan fazla ve eser elementlerden (Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Se, Mo ve I) günde 100 mg'dan daha azına ihtiyaç duyar.

h. Karabuğdayda Bulunan Fitokimyasallar

Fitokimyasallar, sağlığı destekleyebilen ancak yaşam için gerekli olmayan bitkisel maddelerdir. Vücutta serbest oksijen radikallerini serbest bırakan oksidatif stres, kardiyovasküler bozukluklar, katarakt, kanserler ve romatizma dâhil olmak üzere bir dizi rahatsızlığın tedavisiyle ilişkilendirilmiştlerdir Meyve ve sebzelerde bulunan fitokimyasallar, serbest radikalleri temizleyerek ve hücreyi kurtararak antioksidan görevi görebilir (Kreft ve ark. 1996).

i. Karabuğdayda Bulunan Flavonoidler

Flavonoidler çoğu bitkide glikozidik formlarda bulunurlar (Rice-Evans ve ark., 1997). Rutin ve quercetin karabuğdayda bulunan antioksidan aktivitesine sahip ana polifenollerdir (Oomah ve Mazza, 1996; Kreft ve ark., 1996; Steadman ve ark., 2000). Quercetin, quercetinin bir glikozidi olan rutinden daha yüksek bir antioksidan aktivite gösterir. Karabuğdaydaki rutin ve quercetin seviyeleri büyük ölçüde yetişme yeri ve çeşide bağlıdır

(Oomah ve Mazza, 1996; Steadman ve ark., 2000). Kabuğu çıkarılmış karabuğdayda rutin ve quercetin seviyeleri sırasıyla ≈0,20 mg/g ve 0,001 mg/g'dır. Karabuğdayın gövdesi yüksek seviyelerde rutin (0.84-4.41 $mg.g^{-1}$) ve quercetin (0.009-0.029 $mg.g^{-1}$) içermektedir (Oomah ve Mazza, 1996).

İnsan sağlığı açısından değerlendirildiğinde, karabuğdayın sağlıklı bir gıda olması içeriğindeki hiperin, quersitrin ve quercetin gibi diğer fenolik bileşikler ve flavonlar gibi çeşitli doğal antioksidanlara sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Dietrych-Szostak ve Oleszek 1999). Son zamanlarda, flavonoidler gibi polifenolik bileşikler de antioksidan etkileri nedeniyle ilgi çekmiştir. En yaygın olarak bilinen antioksidanlar A, C ve E vitaminleridir. Rutin (quercetin-3-O-β-rutinoside), düz kaslar üzerinde rahatlatıcı etkileri olan, felci ve retinal kanamayı önlemede etkili olan, yüksek tansiyonu düşüren, antioksidan ve lipid peroksidasyon özellikler gösteren, flavonol quercetin'den türetilen en iyi bilinen glikozittir. Aynı zamanda kolesterolün emilimini azaltıp plazma ve hepatik kolesterolü düşürerek lipit düşürücü aktiviteye de sahiptir (Prakash ve ark., 2015, Aghababaei ve Hadidi, 2023).

j. Karabuğdayda Bulunan Vitaminler

Vitaminler, insan vücudunun normal işleyişi için çok küçük miktarlarda gerekli olan bir grup organik bileşiktir. Kimyasal ve fizyolojik işlevleri bakımından büyük çeşitlilik gösterirler (Belozersky ve ark, 1999). Tiaminin (B1 vitamini), karabuğday tohumlarında ki bağlayıcı proteinlere güçlü bir şekilde yapıştığı bilinmektedir. Genel olarak, tartar karabuğdayı diğer karabuğday çeşitlerine göre daha yüksek B vitamini seviyelerine sahiptir (Bonafaccia ve ark. 2003). C vitamini seviyesi karabuğday filizlerinde 25 mg/100 g'a kadar yükselebilir (Lintschinger ve ark., 1997; Kim ve ark., 2002). E vitamini doğal olarak oluşan tüm tokoferolleri ve tokotrienolleri içerir, ancak karabuğdayda tokotrienol tespit edilmemiştir. Tartar karabuğdayı, *F. esculantum*'dan daha yüksek seviyelerde tokoferol içerir (Zielinski ve ark. 2001; Kim ve ark. 2002).

İnsan sağlığı açısından incelendiğinde ise tokoferoller doğal olarak oluşan antioksidanlardır (Dietrych-Szostak ve Oleszek 1999) ve α-, β- γ- ve δ- formlarında bulunurlar (Burton ve Traber 1990). Tokoferoller LDL lipit oksidasyonunu engelleyerek ateroskleroz riskini azaltabilirler(Shahidi ve Camargo, 2016). γ-tokoferol, tümör büyümesini baskılayabilir, apoptozu tetikleyebilir ve anjiyogenezi engelleyebilmektedirler. Özellikle prostat, kolon ve akciğer kanserlerinde tedavi edici yönde preklinik kanıtlar mevcuttur (Es-Sai ve ark., 2025).

Sonuç

Gelecekte nüfus artışı ve ekilebilir arazi kalitesinin düşmesi ile gıdaya olan talebin daha da çok artması beklenmektedir. Bu nedenle, nüfus, gıda ve ekilebilir arazi arasında ortaya çıkan olumsuz durumları çözmek için acil önlemlerin alınmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu olumsuz durumların tamamen ya da kısmen çözülmesinde karabuğday yetiştiriciliğinin önemli bir potansiyeli bulunmaktadır. Karabuğdayın sahip olduğu kimyasal özellikler gerek insan beslenmesinde gerekse hayvan beslenmesinde önemli bir yer tutacaktır. Gelişen talepler, üretici ve tedarik zincirleri için yeni fırsatlar sunmaktadır. Bu fırsatların iyi değerlendirilerek tarladan sofraya

kadar olan tedarik zincirinin iyi kurgulanması hem üreticiye hem de tüketiciye fayda sağlayacaktır. Karabuğday yetiştiriciliğinde ekimden hasada kadar girdi maliyetlerinin az olması ve ürünün diğer tahıl grubu bitkilere göre daha yüksek fiyattan satılıyor olması gelecekte üreticilerin bu bitkiyi daha fazla alanda ekebileceklerini düşündürmektedir.

Teşekkür

Makalede Araştırma ve Yayın Etiğine uyulmuştur. Bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

Kaynakça

Acar, R., Güneş, A., Topal, İ. ve Gummadov, N. 2011. Farklı bitki sıklıklarının karabuğdayda (*Fagopyrum esculentum Moench.*) verim ve bazı verim unsurlarına etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 25(3): 47-51.

Aghababaei, F., Hadidi, M. 2023. *Recent Advances in Potential Health Benefits of Quercetin*. ***Pharmaceuticals*****, 16**(7), 2-31.

Akçura, S., İzci, B., Kökten, K. ve Özdemir, S. 2020. İki Lokasyonda Sıra Arası Mesafe ve Ekim Sıklığının Karabuğday Çeşitlerinin Tane Verimi ve Ham Protein Oranı Üzerine Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(1): 195–204.

Akkaya, S., Kara, B. 2018. Ekmeklik Buğdayda Ahır ve Yeşil (Karabuğday, Fiğ) Gübre Uygulamalarının Verim ve Kaliteye Etkisi. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (1):1-8.

Anonoim. 2025. https://konya.tarimorman.gov.tr/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=18#:~:text= Karabu% C4%9Fday%20yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi%20Meram%2C%20G%C3%BCneysn%C4%B1r %20ve,hastalar%C4%B1%20gl%C3%BCtensiz%20g%C4%B1dalarla%20beslenmek%20 zorundad%C4%B1rlar.

Babu, S., Yadav, GS., Singh, R., Avasthe, RK., Das, A., Mahapatra, KP., Tahashildar, M., Kurmar, K., Prabha, M., Dev, MT., Rana, DS.,ve Praskash, PP. 2018. Production technology and multifarious uses of buckwheat (*Fagopyrum* spp.): A review. *Indian J Agron*, 63(4):415-427

Bonafaccia, G., Gambelli, L., Fabjan, N. ve Kreft, I. 2003. Trace elements in flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chem*., 83: 1-5.

Burton, GW., Traber, M G. 1990. Vitamin E: antioxidant activity, biokinetics, and bioavailability. *Annu Rev Nutr.,* 10: 357-382.

Chapkin, R. S. 2000. Reappraisal of the essential fatty acids. In: Fatty Acids in Foods and Their Health Implications. 2 nd Edn. (Ed.: Chow, C. K.). Marcel Dekker, New York, 557-568.

Christensen, K. B., Kaemper, M., Loges, R., Fretté, X.C., Christensen, L.P. ve Grevsen, K. 2010. Effects of nitrogen fertilization, harvest time, and species on the concentration of polyphenols in aerial parts and seeds of normal and tartary buckwheat (*Fagopyrum sp*.). *Europ.J.Hort.Sci*., 75 (4): 153-164.

Çiftci, B., Akçura, S., Varol, İ.B., Kardeş, Y.M., Taş, İ. ve Kaplan, M.2025. Grain yield and nutritional propertiesof buckwheat (Fagopyrum esculentumM.) grown with varying nitrogen dosesand irrigation levels. *BMC Plant Biology*, 25:943

Dietrych-Szostak, D., Oleszek, W. 1999. Effect of processing on the flavonoid content in buckwheat *(Fagopyrum esculentum Möench)* grain. *J. Agric. Food Chem*., 47 (10): 4384-4387.

Dorrel, D. G. 1971. Fatty acid composition of buckwheat seed. *J. Am. Oil Chem. Soc*., 48: 693-696.

Duffus, C.M., Binnie, J. 1990. Sucrose relationships during endosperm and embryo development in wheat. *Plant Physiol. Biochem*., 28:161-165.

Džafić A*., Žuljević S. O. 2022. The importance of buckwheat as a pseudocereal: Content and stability of its main bioactive components in Pseudocereals. Ed. Waisundara V. Y. Chapter 6, 1-27.*

Elpidina, E. N., Dunaevsky, Y. E. ve Belozersky, M. A. 1990. Protein bodies from buckwheat seed cotyledons: Isolation and characteristics. *J. Exp. Bot*., 41: 969-977.

Es-Sai, B., Wahnou, H., Benayad, S., Rabbaa, S., Laaziouez, Y., El Kebbaj, R., Limami, Y., ve Duval, R.E. 2025. Gamma-Tocopherol: A Comprehensive Review of Its Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Anticancer Properties. *Molecules*, 30, 653.

Fonteles, M.C., Almeida, M.Q. ve Larner, J. 2000. Antihyperglycemic effects of 3-methyl-D- chiro-inositol and Dchiro- inositol associated with manganese in streptozotocin diabetic rats. *Hormone and Metabolic Res*., 32: 129-132.

Fereidoon Shahidi, F., Camargo, A. 2016. Tocopherols and Tocotrienols in Common and Emerging Dietary Sources: Occurrence, Applications, and Health Benefits. *Int. J. Mol. Sci*. 17, 2-29.

Froyen, E., Burns-Whitmore, B. 2020. The Effects of Linoleic Acid Consumption on Lipid Risk Markers for Cardiovascular Disease in Healthy Individuals: A Review of Human Intervention Trials, *Nutrients*, 12,2-19.

Gao, Y., Hou, H., Cang, Q., Sangdan, Z., Zhao, G., Yuan, Y. ve Feng, B. .2024. Global Research Trends and Future Directions for Buckwheat as a Smart Crop: A Bibliometric and Content Analysis. *Foods*, 13, 4068. https://doi.org/10.3390/ foods13244068

Higasa, S., Fujihara, S., Hayashi. A., Kimoto K. ve Aoyagi, Y. 2011. Distribution of a novel angiotensin I-converting enzyme inhibitory substance (2''-hydroxynicotianamine) in the flour, plant parts, and processed products of buckwheat. *Food Chem*., 125: 607-613.

Ikeda, K. 2002. Buckwheat: Composition, chemistry, and processing. *Adv. Food Nutr. Res*., 44: 395-434.

Jackson, K., Harris, W., Martha A. Belury, M., Kris-Etherton, M. and Calder, P. 2024. Beneficial effects of linoleic acid on cardiometabolic health: an update, *Lipids in Health and Disease*, 23-296.

Janssen, F., Pauly, A., Rombouts, I., Jansens, K. J., Deleu, L. J. ve Delcour, J. A. 2017. Proteins of Amaranth (*Amaranthus spp*.), buckwheat (*Fagopyrum spp.),* and quinoa (*Chenopodium spp.*): a food science and technology perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(1): 39-58.

Jha, R., Zhang, K., He, Y., Mendler-Drienyovszki, N., Magyar-Tábori, K., Quinet, M., Germ, M., Kreft, I., Meglič, V., Ikeda, K., Chapman, M.A., Dagmar, J., Podolska, G., Woo, S.-H., Bruno, S., Georgiev, M.I., Chrungoo, N., Betekhtin, A. ve Zhou, M. 2024. Global nutritional challenges and opportunities: Buckwheat, a potential bridge between nutrient deficiency and food security. *Trends in Food Science & Technology*, 145 104365. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104365

Kalinova, J., 2007. Allelopathic Effect of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum Moench*). In Proceedings of the 10th International Symposium on Buckwheat, Yangling, Shaanxi, China, 233-237.

Kara, N. 2014. Yield and Mineral Nutrition Content of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum Moench*): The Effect of Harvest Times. *SDÜ Ziraat Fak. Der*., 2014, 9(1): 85-94.

Kara, N. 2017. Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench)'da Morfolojik Varyabilite, *Turkish Journal of Agriculture - Food Science And Technology*, 5(9): 1057-1060.

Kara, N., Gürbüzer, G. 2018. Karabuğdayın Yazlık Olarak Isparta Doğal Yağış Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarında Yetiştirilme Olanaklarının Araştırılması *Türk Tarım –Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi,* 6(1):46-50,

Kim, S. L., Kim, S. K. ve Park, C. H. 2002. Comparisons of lipid, fatty acids and tocopherols of different buckwheat species. *Food Sci. Biotechnol*., 11: 332-336.

Koyama, M., Nakamura, C.ve Nakamura, K. 2013. Changes in phenols contents from buckwheat sprouts during growth stage. *J. Food Sci. Tech*., 50 (1): 86-93.

Kreft, I., Srabanja, V., Ikeda, S. ve Bonafaccia, G. 1996. Dietary value of buckwheat. *Research Reports,* Biotechnical Faculty of the University of Lubljana. 67: 73-78.

Kreft, I., Fabjan, N. ve Yasumoto, K. 2003. Health benefits of buckwheat. *Cereal Foods World*, 48(2): 74-78.

Kumar, V., Brainard, D.C. ve Bellinder, R.R. 2008. Suppression of powell amaranth (Amaranthus powellii), shepherd'spurse (Capsella bursapastoris),and corn chamomile (Anthemis arvensis) by buckwheat residues: Role of nitrogen and fungal pathogens. *Weed Science*, 56(2): 271-280.

Leiber, F. 2016. *Buckwheat in the Nutrition of Livestock and Poultry*. In M. Zhou, I. Kreft, S.-H. Woo, N. Chrungoo & G. Wieslander (Eds.), *Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat*. Elsevier Academic Press, 229–238.

Li L.K., (2018). Buckwheat and CVD risk markers: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 10(5), 619-619.

Li, S., Zhang, Q. H. 2001. Advances in the development of functional foods from buckwheat. *Crit. Rev. Food Sci*., 41: 451-464.

Li, W., Lin, R. ve Corke, H. 1997. Physicochemical properties of common and tartary buckwheat starch. *Cereal Chem*.,74 (1): 79-82.

Lin, RF. 1994. Buckwheat in China Peking*, China: Agricultural Publishing House*, 97-105.

Lintschinger, J., Fuchs, N., Moser, H., Jäger, R., Hlbeina, T., Markolin, G. ve Gössler, W. 1997. Uptake of various trace elements during germination of wheat, buckwheat and quinoa. *Plant Foods Hum. Nutr*., 50: 223-237.

Magallanes-Cruz, PA., Flores-Silva, PC. ve Bello-Perez, LA. 2017. Starch Structure Influences Its Digestibility: A Review, *J. Food Science,* 82(9).

Mazza, G. 1988. Lipid content and fatty acid composition of buckwheat seed. *Cereal Chem.*, 65 (2): 122-126

Mazza, G., 1993. Storage, processing, and quality aspects of buckwheat seed. In:New Crops (Janick, J., Simon, J. E.). Wiley, New York, 251-254.

Mazza, G., Oomah, B. D. 2005. Buckwheat as a food and feed. In: Speciality Grains for Food and Feed (Abdel-Aal, E., Wood, P.). AACC International,St. Paul, MN., 375-393.

Ohnishi, O., Matsuoka, Y. 1996. Search for the wild ancestor of buckwheat II.Taxonomy of *Fagopyrum* (*Polygonaceae*) species based on morphology, isozymes and cpDNA variability. *Genes Genet. Syst*., 71: 383-390.

Okudan, D., Kara, B. 2015. Farklı azot dozlarının karabuğdayın (Fagopyrum esculentum Moench) tane verim ve kalitesine etkisi. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 74-79.

Oomah, B.D., Mazza, G. 1996. Flavonoids and Antioxidative Activities in Buckwheat. *J. Agric. Food Chem*., 1996, 44(7): 1746–1750

Özdemirel, F., Kaçar, O. 2021. Bursa Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Farklı Kökenli Çörek Otu (*Nigella sativa L*.) Genotiplerinin Tarımsal Özelliklerinin ve Sabit Yağ Oranlarının Belirlenmesi. *B.U.Ü. Ziraat Fak. Derg.,* 35(1): 13-31.

Pomeranz, Y. 1983. Buckwheat: Structure, composition, and utilization. CRC Crit. Rev. *Food Sci. Nutr*., 19: 213-258.

Pomeranz, Y., Robbins, G.S. 1972. Amino acid composition of buckwheat. *J.Agric. Food Chem*.,, 20: 270-274.

Prakash, S., Deshwal, S. 2013. Alpha and Beta amylase activity of *Fagopyrum esculentum* (Buckwheat): A medicinal plant. Janaki Med. Coll. *J. Med. Sci.,* 1(1): 53-58.

Prakash, S., Sharma, S., Yadav, K. and Yadav, R. 2015. Biochemical analysis of amylases during germination of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) seeds: A pharmaceutical plant. Int. J. *Sci. Res. Method*, 2(1): 31-46.

Radics, L., Mikóházi, D. 2017. Principles of Common Buckwheat Production. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 4 (1): 57-63

Rice-Evans, C. A., Miller, N. J. and Paganga, G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci*., 2: 152.

Šárka E., Smrčková P., ve Sluková M. 2025. Crystallinity of starch, food composition, and digestibility of starch. *Czech J. Food Sci*., 43(2): 90–104.

Shen L.Z., 2021. Progress in Functional Research and Food Development of Tartary Buckwheat *(Fagopyrum tataricum). Food Research and Development*, 42(19), 192-199.

Skrabanja, V., Kreft, I., Golob, T., Modic, M., Ikeda, S., Ikeda, K., Kreft, S., Bonafaccia,G., Knapp, M. ve Kosmelj, K. 2004. Nutrient content in buckwheat milling fractions. *Cereal Chem.,* 81: 172-176.

Song, Y., Jia, Z., Hou, Y., Ma, X., Li, L., Jin, X., ve An, L. 2020. Roles of DNA methylation in cold priming in tartary buckwheat. *Frontiers of Plant Science*, 11, Article 608540. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.608540

Steadman, K. J., Burgoon, M. S., Scuster, R. L., Lewis, B. A., Edwardson, S. E. ve Obendorf, R. L. 2000. Fagopyritols, D-chiro-inositol, and other soluble carbohydrates in buckwheat seed milling fractions. J. *Agric. Food Chem.,* 48: 2843-2847.

Suzuki,T., Noda, T., Morishita, T., Ishiguro, K., Otsuka, S., ve Brunori, A. 2020. Present status and future perspectives of breeding for buckwheat quality. *Breeding Science*, 70 (1), 48-66.

Rangappa,K., Kumar, A., Choudhury,BU., Moirangthem, P., Layek, J., Rajkhowa, D., Sarma, AK., Chanu, K., Debnath, S., Ayam, G., Bhattacharjee, B., ve Mishra, VK. 2024. Buckwheat: Potential Stress-Tolerant Crop for Mid-Hills of Eastern Himalaya under Changing Climate. pp: 102 DOI: 10.5772/intechopen.107794, ISBN: 978-1-83768-795-4.

Taira, H., Akimoto, A. ve Miyahara, T. 1986. Effect of seeding time on lipid content and fatty acid composition of buckwheat grains. *J. Agric. Food Chem*., 34: 14-17.

Teasdale, J. R., Mohler, C. L. 2000. The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. *Weed Science*, 48(3): 385–392.

Tomotake, H., Shimaoka, I., Kayashita, J., Koyama, F., Nakajoh, M., ve Kato, N. 2000. A buckwheat protein product suppresses gallstone formation and plasma cholesterol more strongly than soy protein isolate in hamsters. *J.Nutr*., 130: 1670-1674.

Tomotake, H., Shimaoka, I., Kayashita, J., Nakajoh, M. ve Kato, N. 2002. Physicochemical and functional properties of buckwheat protein product. *J Agric Food Chem*., 27; 50(7): 2125-2129.

Tomotake, H., Yamamoto, N., Yanaka, N., Ohinata. H., Yamazaki,R., Kayashita, J. ve Kato, N., 2006. High protein flour suppresses hypercholesterolemia in rats and gallstone formation in mice by hypercholesterolemic diet and body fat in rats because of its low protein digestibility. *Nutrition*, 22: 166-173.

Ueda, T., Coseo, M. P. ve Harrell, T.J., 2005. Amultifunctional galactinol synthase catalyzes the synthesis of fagopyritol A1 and fagopyritol B1 in buckwheat seed. *Plant Sci.,* 168: 681-690.

Vieites-Alvarez, Y., Reigosa, M.J. ve Sanchez-Moreiras, A.M. 2024. A decade of advances in the study of buckwheat for organic farming and agroecology (2013–2023). *Frontiers in Plant Science* 15: 1354672. https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1354672

Wijngaard, H. H., Ulmer, H. M., Neumann, M. ve Arendt, E. K. 2005. The effect of steeping time on the final malt quality of buckwheat. *J. Inst. Brew*., 111(3): 275-281.

Yang J.2019. Buckwheat digestibility affected by the chemical and structural features of its main components. *Food Hydrocolloids*, 96, 596-603.

Yavuz, H. 2014. Aydın ekolojik koşullarında farklı ekim sıklıklarının karabuğdayda (Fagopyrum esculentum Moench.) verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. *Adnan Menderes Üniversitesi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Yavuz, H., Yiğit, A.O. ve Erekul, E. 2016. Farklı Ekim Sıklıklarının Karabuğday'da (*Fagopyrum Esculentum Moench*.) Verim ve Bazı Tane Kalitesi Özelliklerine Etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2): 17-22

Zamaratskaia, G., Gerhardt, K., Knicky, M.A Wendin ve K. 2024. Buckwheat: an underutilized crop with attractive sensory qualities and health benefits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*: 1-16. https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2249112

Zargar, S. M., Hami, A., Manzoor, M., Mir, R. A., Mahajan, R., Bhat, K. A., Gani, U., Sofi, N. R., Sofi, P. A., & Masi, A. 2023. Buckwheat OMICS: Present status and future prospects. *Critical Reviews in Biotechnology*, 1-18. https://doi.org/10.1080/ 07388551.2023.2229511

Zielinski, H., Ciska, E. ve Kozlowska, H., 2001. The cereal grains: Focus on vitamin *E. Czech J. Food Sci.,* 19: 182-188.