



Bazı Tahıl Benzeri Ürünlerin Besin İçeriği ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı

Esra Doğu Baykut^{1*}

^{1*} İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, İstanbul, Türkiye (ORCID: 0000-0002-9441-927X),
esra.dogubaykut@medeniyet.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 28 Eylül 2020 ve Kabul Tarihi 28 Şubat 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.789955)

ATIF/REFERENCE: Dogu-Baykut, E. (2021). Bazı Tahıl Benzeri Ürünlerin Besin İçeriği ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (23), 89-98.

Öz

Tahıl ürünleri tüm dünyada ve ülkemizde insanların beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Kolay ulaşılabilir olması, çabuk bozulmaması ve yüksek enerji değeri olması gibi sebeplerle tahıllar yaygın olarak tüketilmektedir. Başta buğday olmak üzere çavdar, arpa ve yulaf gibi tahılların içerdiği gluten adlı protein ekme ve diğer unlu mamullerin yapımında önemli rol oynamaktadır. Fakat gluten allerjisi, çölyak hastalığı veya gluten hassasiyeti olan kişilerin gluten içeren besinler tüketmesi sindirim sorunları ve çok daha ciddi hastalıklara yol açabilmektedir. Ayrıca son yıllarda, gluten içermeyen gıdaların tüketilmesinin genel sağlık durumunu arttırdığını belirten çalışmaların da artması ile birçok insan beslenme alışkanlıklarında değişiklikler yapmıştır. Bu sebepler gluten içermeyen tahıl bazlı ürünlere olan ihtiyacı ortaya çıkarmış ve araştırmacıları tahıl alternatifi olabilecek, az kullanılan türlerin farklı kullanımları ile ilgili araştırmalar yapmaya yöneltmiştir. Karabuğday, amarant ve kinoa son yıllarda glutensiz ürün geliştirilmesinde sıklıkla kullanılan tahıl alternatifleridir. Karabuğday, amarant ve kinoa, Gramineae familyasının üyesi olmamakla birlikte, tahıl ürünlerine benzer besin içeriğine ve kullanım alanlarına sahiptir. Bu ürünler zengin besin içerikleri ve fonksiyonel özellikleri ile sadece gluten allerjisi, çölyak hastalığı veya gluten hassasiyeti olan kişiler için değil aynı zamanda sağlıklı beslenme bilincindeki tüketiciler için de katma değeri yüksek ürün üretiminde iyi birer alternatiftir. Bu derlemede karabuğday, amarant ve kinoa'nın besin içeriği ve gıda endüstrisinde kullanımını incelemiştir.

Anahtar Kelimeler: Tahıl benzeri, Karabuğday, Amarant, Kinoa, Besin içeriği.

Nutritional Content of Some Pseudocereals and Their Use in Food Industry

Abstract

Grain products have an important place in the nutrition of people all over the world and in our country. They are widely consumed for reasons such as being easily accessible, not degrading quickly and having high energy value. The protein called gluten, which is found especially in wheat and also rye, barley and oats, plays an important role in making bread and other bakery products. However, consuming gluten-containing foods can cause digestive problems and much more serious diseases in people with gluten allergy, celiac disease or gluten sensitivity. Also, in recent years, many people have made changes in their eating habits with the increase in studies indicating that consuming gluten-free foods increases the general health status. These reasons revealed the need for gluten-free grain-like products and directed researchers to conduct their research on the different uses of less used species that could be an alternative to grain. Buckwheat, amaranth and quinoa are frequently used grain alternatives in gluten-free product development in recent years. Although buckwheat, amaranth and quinoa are not members of Gramineae family, they have similar nutritional content and uses to cereal products. Because of their rich nutritional content and functional properties, these products are good alternatives not only for people with gluten allergy, celiac disease or gluten sensitivity but also for conscious consumers who want healthier foods. In this study, nutritional content and use of buckwheat, amaranth and quinoa in the food industry were examined.

Keywords: Pseudocereals, Buckwheat, Amaranth, Quinoa, Nutritional content.

* Sorumlu Yazar: esra.dogubaykut@medeniyet.edu.tr

1. Giriş

Tahıllar insanlığın ilk çağlarından beri toplumun temel besin kaynaklarından biridir. Tahıllar, Gramineae familyasına ait bitkilerin yenilebilir tohumlarıdır. Buğday, yulaf, pirinç, mısır, arpa, çavdar ve darı günümüzde de dünya çapında birçok ülkede yetiştirilen tahıl çeşitleridir. Gelişmekte olan ülkelerde tahıllar günlük beslenmenin çoğunluğunu karşılamaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) 2018 yılı verilerine göre dünyada 2,963 milyar ton tahıl üretimi gerçekleşmiştir. Dünyada en çok üretimi yapılan tahıllar sırasıyla mısır (1,148 milyar ton), pirinç (782 milyar ton) ve buğdaydır (734 milyar ton) (FAOSTAT, 2020).

Tahıl tanelerinin yapısal özellikleri benzerdir. Tahıl taneleri kepek (%10-14), endosperm (%80-85) ve embriyo (ruşeym, %2,5-3) olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır (Fardet, 2010). Kepek taneyi dış etmenlerden koruyan, taneyi saran kısımdır. Kepek kısmı yüksek miktarda lif içermektedir. Ayrıca vitamin ve mineral açısından da zengindir. Orta kısımda bulunan endosperm ise yoğun nişasta içerir. Endosperm, tahıl tanesi çimlenirse bitki gelişene kadar besin sağlayan kısımdır. Embriyo yeni bitkiyi içeren ince duvarlı bir yapıdır. Tanenin iç kısımda bulunur. Yağ, protein, mineral ve vitamin açısından zengindir (McKevith, 2004).

Öğütme, tahılların özellikle ekmeçlik buğday ve çavdarın elde edilmesinde kullanılan temel işlemdir. Eski zamanlarda taş ile tahılın ezilmesi ile yapılan öğütme işlemi, günümüzde farklı tekniklerle yapılabilmektedir. Öğütme sırasında kepek ve embriyo taneden ayrılarak, sadece endosperm kısmından elde edilen una "beyaz un" denir. Beyaz unun nişasta içeriği yüksektir fakat diğer besin maddelerinden yoksundur. Beyaz un elde edilirken diyet lifi, fenolik maddeler, vitamin ve mineraller gibi sağlığa faydalı besinlerin çoğunluğu kaybolmaktadır. Tam tahıl unları ise tahıl tanesinin üç kısmını da içermektedir. Bu sebeple, tam tahıl unları, beyaz unlara göre yağ, protein, lif, vitamin ve mineral açısından daha zengindir (Borneo ve León, 2012). Yapılan birçok çalışma tam tahıl tüketiminin diyabet, obezite, kanser ve kardiyovasküler rahatsızlıklar gibi kronik hastalıkların gelişmesine karşı koruyucu olabileceğini vurgulamaktadır (Anderson, 2003, Kaur ve ark., 2014; Schatzkin ve ark., 2008).

Tahıllar %8-15 oranında protein içermektedir. Buğday, çavdar, arpa ve yulaf gibi tahıllarda proteinin büyük kısmı (yaklaşık %80) gliadin ve glutenin olmak üzere iki farklı fraksiyonun birleşiminden oluşan gluten proteindir. Gluten, buğdaydan ekmeç, makarna ve diğer unlu mamuller yapılırken hamurun viskoelastik yapısından sorumlu olan proteindir (Delcour ve ark., 2012). Tahılların işleme özelliklerine önemli etkisi olan gluten, bazı insanların sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Gluten tüketen kişilerde gıda alerjisi, gluten hassasiyeti veya çölyak hastalığı (gluten intoleransı) görülebilmektedir (Rosell ve ark., 2014). Gluten tüketimi ile görülen gıda alerjisi, nüfusun %0,2-0,5'ini etkileyen fakat güçlü klinik etkileri olan bir rahatsızlıktır (Zuidmeer ve ark., 2008). Gluten hassasiyeti ise alerjik veya otoimmün bir mekanizma içermeyen ve toplumda daha yaygın görülen bir hastalıktır. Bu kişilerde gluten içeren ürünler tüketimi sonrası şişkinlik, kabızlık, karın ağrısı gibi olumsuz reaksiyonlar yaşanmaktadır (Fasano ve ark., 2015).

Çölyak hastalığı ise genetik olarak yatkın bireylerde görülen, diyetle gluten alımı ile tetiklenen ve bağırsaklardaki villus denilen çıkıntılıların düzleşmesine sebep olarak besin maddelerinin

emilimini engelleyen otoimmün bir hastalıktır. Dünya nüfusunun %1'i çölyak hastasıdır ve bu sayı giderek artmaktadır (Gobbetti ve ark., 2018). Çölyak sorunu olan insanlar için tek tedavi ömür boyu gluten içermeyen gıdaların tüketimidir. Bu sebeple, çölyak hastaları buğday, çavdar, arpa ve yulaf içeren hiçbir gıdayı tüketemez. Çeşitli çalışmalar ömür boyu glutensiz diyetle maruz kalmanın besin malabsorbsiyonuna sebep olabileceğini göstermiştir. Besin malabsorbsiyonu sendromunda birçok besin maddesinin sindirimi ve emilimi tam olarak gerçekleşmez. Ayrıca çölyak hastalarının çoğu, pirinç ve mısır gluten içermediği için, pirinç ve mısır yoğunluklu monoton bir diyet uygular. Bu sebeplerle çölyak hastalarında özellikle diyet lifi, folat, B12 vitamini, D vitamini, kalsiyum, demir, çinko ve magnezyum eksiklikleri sıklıkla görülmektedir. Glutensiz beslenme, kişileri yüksek glisemik indeksli ve doymuş yağ oranı yüksek gıdaları tüketmeye yönelmesi sebebiyle obezite riskini de arttırabilmektedir (Vici ve ark., 2016).

Glutensiz beslenen kişilerin sağlıklarını koruyabilmeleri için diyetlerini optimize etmeleri ve yıllık besin taraması yaptırması gerekmektedir. Ayrıca ürün etiketlerini okumak, besin bileşenleri açısından doğru kombinasyonları yaparak uygun yiyecek seçmekte çok önemlidir (Vici ve ark., 2016). Glutensiz beslenmek isteyen kişiler, diyetlerinde tahıl benzeri ürünleri kullanmaya teşvik edilebilir. Karabuğday, amarant ve kinoa, besin bileşimi tahıllara benzeyen ve gluten içermeyen ürünlerdir. Mineral, vitamin, esansiyel amino asitler ve yağ asitleri gibi besin bileşenleri açısından zengin olmaları sebebiyle nişasta ağırlıklı ve düşük besin değerli glutensiz gıdalara sağlıklı birer alternatiftirler. Ayrıca, yüksek oranda diyet lifi içermeleri sebebiyle, insanlarda belirli kanser türleri, diyabet, obezite ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıkların riskini de azaltabilirler (Zhu, 2020). Son yıllarda gluten içermeyen ürün yelpazesini genişletmek için birçok çalışma yapılmaktadır. Bu makalede de kullanımları giderek artmakta olan karabuğday, amarant ve kinoanın besin içerikleri ve kullanım alanları hakkında bilgiler derlenmiştir.

2. Tahıl Benzeri Ürünler

2.1. Karabuğday

Karabuğday, Polygonaceae familyasına ait bir bitkidir. Taksonomik olarak tahılların ait olduğu Gramineae familyasından farklıdır. Tahıllar monokotiledonik (tek çenekli) iken karabuğday dikotiledonik (çift çenekli) bir bitkidir (Janssen ve ark., 2017). Ancak, karabuğdayın kimyasal bileşimi ve kullanım özellikleri tahıllara benzemektedir. Bu sebeple, pseudocereal (tahıl benzeri) olarak sınıflandırılmaktadır (Wijngaard ve Arendt, 2006). Karabuğdayın birçok türü olmakla birlikte, insan tüketimi için en çok ekilen iki türü Yaygın karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) ve Tatar karabuğdayıdır (*Fagopyrum tataricum* Gaertner) (Yu ve ark., 2018). Yaygın karabuğday en popüler olan türdür. Yaygın karabuğdayın tohumları daha büyüktür ve lezzetli bir tada sahiptir. Tatar karabuğdayı ise daha küçük tohumludur ve daha acı bir tada sahiptir (İnanır ve ark., 2019). Ayrıca bu iki türün dışında, daha az bilinen türlerde bulunmaktadır. Çin'de yetiştirilen ve kurutulup çay olarak tüketilen uzun karabuğday (*Fagopyrum cymosum* Meissner) buna örnek verilebilir (Hu, 2005).

Karabuğday dünyanın bazı bölgelerinde, özellikle Çin ve Rusya'da yaygın olarak yetiştirilen geleneksel bir üründür (Guo ve ark., 2017). Son yıllarda üretimi artmaktadır. 2018 yılı

verilerine göre dünyada 2,9 milyon ton karabuğday üretimi gerçekleştirilmiştir (FAOSTAT, 2020).

Karabuğdayın tohumları üçgen şeklindedir. Bu tohumlar koyu kahverengi veya siyah renkli perikarp denilen kabuk ile sarılmıştır. Perikarp sert, lifli bir yapıya sahiptir. Perikarp, endosperm ve embriyoyu sıkıca çevreler. Endosperm nişasta granülleri ile doludur ve endospermin en dışı aleuron isimli kalın hücre duvarlarına sahip hücre tabakası ile sarılıdır. Embriyo endospermin merkezindedir ve içerdiği iki ince yaprak benzeri kotiledonlar endosperm boyunca uzanır (Steadman ve ark., 2001a).

Karabuğday, protein, nişasta, diyet lifi, vitaminler, mineraller ve antioksidan maddeler gibi birçok değerli bileşen içeren zengin bir besin kaynağıdır (Yu ve ark., 2018). Karabuğdayın besin bileşimi Tablo 1'de gösterilmiştir. Bu değerler genotip, iklim, toprak, çevre ve dölleme gibi koşullara bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Cai ve ark., 2016).

Tahıl tanelerinde olduğu gibi, karabuğdayda da karbonhidrat tohumun ana bileşenidir ve esas olarak nişasta şeklinde bulunur. Karabuğdayın karbonhidrat bileşimi yaklaşık %70 oranındadır. Amarant ve kinoa, karabuğdaya göre daha düşük karbonhidrat içermektedir. Genel olarak, karabuğdayın nişasta granülleri yuvarlak, oval veya çokgen şekillidir. Karabuğdaydaki nişasta granüllerinin boyutu 2 ila 7 µm arasında değişir ve bu da gerçek tahıl türlerinin çoğunun nişasta boyutunun (5-25 µm) altındadır. Kara buğdaydan elde edilen nişastanın, buğday nişastasından daha yüksek şişme gücü vardır. Buna karabuğdaydaki nişasta granüllerinin daha zayıf bağ kuvvetlerine sahip olmasının sebep olduğu düşünülmektedir (Biacs ve ark., 2002). Polimerizasyon derecesi 12 ila 45 glikoz birimi arasında değişen karabuğday nişastasının yaklaşık %35'i sindirime dirençlidir. Karabuğday tanesi ayrıca çoğunluğu embriyo ve aleuron tabakasında bulunmak üzere %1-%6 arasında çözünür karbonhidrat içermektedir. Karabuğdaydaki çözünür karbonhidratlar çoğunlukla indirgeyici şeker ve fagopiritol olarak bulunur (Tömösközi ve Langó, 2017). Karabuğdayın diyet lif içeriği (%10) tam buğday tanesine oranla daha düşüktür ancak diğer tahıllar, amarant ve kinoadan daha yüksektir. Yaygın karabuğday, Tatar karabuğdayından daha yüksek diyet lifi seviyelerine sahiptir (Steadman ve ark., 2001b). Karabuğdayın diyet lifi içeriğinin yaklaşık %20-30'u çözünür diyet lifidir. Tahıllardaki çözünür diyet lifi oranı daha düşüktür (Tömösközi ve Langó, 2017).

Karabuğday yaklaşık %13 oranında protein içerir. Karabuğdayın içerdiği protein miktarı buğdayın protein miktarı ile benzerdir (Steadman ve ark., 2001b). Fakat karabuğday hem esansiyel aminoasitler açısından yüksek konsantrasyona sahip olması hem de kükürt içeren aminoasitleri de içermesi sebebiyle tahıllardan daha dengeli bir aminoasit kompozisyonuna sahiptir. Karabuğday proteininin biyolojik değeri (%90'ın üzerinde) yüksektir (Aubrecht ve Biacs, 2001). Karabuğday yüksek miktarda arginin (%9,7) ve aspartik asit (%11,3) içermektedir (Wijngaard ve Arendt, 2006). Karabuğday proteinlerinin albümin ve globülin yüzdesi (%45) gerçek tahıllardan yüksektir (Zhu, 2021). Glutamin ve prolin içeriği ise gerçek tahıllara oranla düşüktür (Aubrecht ve Biacs, 2001). Amarant ve kinoa ile karşılaştırıldığında, karabuğdayın içerdiği histidin, lösin, lizin, metionin, fenilalanin, treonin ve valin miktarı daha yüksektir. Amarant ise, karabuğday ve kinoa ile karşılaştırıldığında, metionin dışındaki tüm esansiyel aminoasitler açısından en düşük bileşime sahiptir (Mota ve ark., 2016). Karabuğday proteini, yüksek miktarda lizin içerdiği için, lizin bakımından zayıf olan

bitkisel proteinleri iyi bir şekilde tamamlayabilir (Guo ve ark., 2017).

Tahıllarda olduğu gibi tahıl benzeri ürünlerde de yağ içeriği azdır fakat önemli fizyolojik role sahiptir. Yağlar depolanan tohumların ya da onların bozulmasına sebep olabilen, kaliteyi etkileyen önemli faktörlerdendir. Embriyonun dahil edildiği unların yağ sebebiyle bozulma riski önemlidir (Wijngaard ve Arendt, 2006). Karabuğdayın içerdiği yağ miktarı yaklaşık %3'tür ve yağ embriyoda yoğundur. Karabuğdayın yağ içeriği dokuz farklı yağ asitinden oluşur. Karabuğdayda bulunan başlıca yağ asitleri palmitik asit (16:0), oleik asit (18:1) ve linoleik (18:2) asittir. Toplam yağ asitlerinin %75-80'i doymamış olup, bunlarında %40'ını çoklu doymamış yağ asitleri oluşturur (Cai ve ark., 2016).

Karabuğday birçok önemli mineral için iyi bir kaynaktır. Karabuğdayın mineral içeriği Tablo 2'de gösterilmiştir. Makro minerallerden potasyum, magnezyum, kalsiyum ve sodyum ile mikro minerallerden bakır, çinko, demir ve manganez karabuğdayda oldukça yüksek seviyelerde bulunurken, krom ve selenyum gibi eser mineraller ise yalnızca çok düşük seviyelerde bulunur (Tömösközi ve Langó, 2017). Karabuğdayın potasyum ve magnezyum içeriği amarant ve kinoaya göre düşüktür (Biacs ve ark., 2002). Yapılan araştırmalarda karabuğday ununun buğday ununa göre daha fazla magnezyum (11-13 kat), stronsiyum (5-36 kat), lityum (5-7 kat), demir (3-4 kat) ve potasyum (2,9-3,6 kat) içerdiği bulunmuştur (Cai ve ark., 2016). Tohumlardaki fosforun ana depolama şekli fitik asittir. Fitik asit, fitat oluşturan çeşitli metal katyonların, özellikle potasyum, magnezyum ve kalsiyumun güçlü bir şelatördür. Fitik asit ve ilgili mineraller embriyonun protein kısımlarında ve aleuron tabakasında birikirler. Fitik asit bitki dokularında birçok mineralin depolanmasını sağlarken, bir diyet bileşeni olarak, mineral emilimini azaltma potansiyeli nedeniyle "antibesin" olarak bilinmektedir (Steadman ve ark., 2001b).

Karabuğday önemli bir B vitamini kaynağıdır (Tablo 3). B vitamininin çoğu kepek kısmında toplanmıştır. Tatar karabuğdayının toplam B vitamini içeriği Yaygın karabuğdaya göre fazla iken Yaygın karabuğdayın E vitamini ise Tatar karabuğdayından fazladır (Tömösközi ve Langó, 2017). Tiamin karabuğdaydaki tiamin bağlayıcı proteinlere bağlı olduğu için biyayarlanımı belirsizdir (Wijngaard ve Arendt, 2006).

Karabuğday bazı biyoaktif bileşenleri de içermektedir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda karabuğdayda 178 biyoaktif bileşen rapor edilmiştir (Raguindin ve ark., 2021). Biyoaktif bileşenler besin ögesi değildir, gıdalarda çok küçük miktarlarda bulunur ama sağlığı geliştirici özellikleri açısından önemlidir. Flavonoidler biyoaktif bileşenlerdir ve doğal antioksidanların önemli bir grubudur. Karabuğdayın flavonoid içeriği yüksektir. Karabuğdaydan izole edilen flavonoidler rutin, kuersetin, orientin, viteksin, izoorientin ve izoviteksin olmak üzere altı tanedir (Kreft ve ark., 2006). Rutin ve kuersetin, karabuğdaydaki ana antioksidanlardır. Rutin en baskın olanıdır (Molinari ve ark., 2018). Tatar karabuğdayı, Yaygın karabuğdaydan 4 kat daha fazla flavonoid içermektedir. Tatar karabuğdayının acılığının bu bileşenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Cai ve ark., 2016; Ruan ve ark., 2020). Yaygın karabuğday tanesinin flavonoid içeriği 4-13 mg/g iken Tatar karabuğdayının flavonoid içeriği yaklaşık 40 mg/g olarak bildirilmiştir. Fitostreoller diğer bir biyoaktif bileşen sınıfıdır. Karabuğdayın içeriğinde fitosteroller de bulunmaktadır. Karabuğdayın içerdiği başlıca fitosteroller β-sitosterol, kampesterol, stigmasterol ve izofukosteroldür. β-

sitosterol, toplam sterol miktarının %70'ini oluşturmaktadır. İnsan vücudunda sentezlenemediği için β -sitosterol önemli bir fitosteroldür (Tömösközi ve Langó, 2017). Ayrıca çimlendirme işleminin de toplam fenolik bileşiklerde önemli bir artış sağladığı ve antioksidan aktiviteyi artırdığı belirtilmiştir (Molinari ve ark., 2018).

Çoğunlukla Asya ve Doğu Avrupa'da yaygın olarak üretilen karabuğday çok çeşitli gıda ürünlerinde kullanılmaktadır. Noodle ve diğer makarna çeşitleri, bisküviler, ekmekler, kekler, hamur işleri, kahvaltılık gevrek ve atıştırmalıklar, soslar, sirke ve içecekler (çay, bira ve likör) karabuğday ile yapılan ürünlere örnek olarak verilebilir (Yu ve ark., 2018). Ayrıca yumuşak karabuğday filizleri taze sebze olarak kullanılabilen veya konserve sebze olarak işlenmektedir. Karabuğdaydan yapılan noodle (vermicelli) ve pankekler Çin'de popüler yiyeceklerdir. Japonya'da karabuğday eriştesi (soba), Kore'de ise karabuğdaydan yapılan jöle türü yiyecekler (mook) çok popülerdir. Hindistan'da karabuğday ile yapılan mayasız ekmek (chillare) ve gevrek (pakora) tüketilmektedir (Cai ve ark., 2016).

Karabuğday ürünleri bazı Asya ülkelerinde fonksiyonel gıda olarak kabul edilmektedir. Karabuğday Çin'de hem temel besin ürünü olarak hem de şifalı bitki olarak uzun süredir yaygın olarak yetiştirilmektedir (Zhu, 2021).

Karabuğday buğdaya benzer şekilde öğütülmektedir ve verimi, çeşide ve öğütme tekniğine bağlı olarak %58 ile %78 arasında değişmektedir. Gluten içermediği için karabuğday ununun davranışı farklıdır ve unlu yiyecekleri yapmak zordur. Bu nedenle karabuğday unu genellikle kullanılmadan önce buğday unu ya da diğer unlarla karıştırılır. Çin'de gevrek hamur işleri ve kekler için %10, noodle için %20-40 ve spagetti için %30-50 oranında karabuğday unu buğday unu ile karıştırılır. Karabuğday unu buğday ununa göre daha fazla albumin ve globulin içerdiği için bu karışımlar ile yapılan spagettiler, sadece buğday unu ile yapılanlara göre daha yüksek su emme kapasitesi, daha yüksek pişirme kaybı ve daha yüksek protein kaybı oranına sahiptir. Diğer ülkelerde de karabuğday ununun diğer unlara karıştırılma oranı çoğunlukla %50'nin altındadır (Cai ve ark., 2016).

Karabuğday unu glutensiz ürün geliştirmede de sıklıkla kullanılmaktadır. Noodle, kurabiye, ekmek gibi ürünlerde tek başına karabuğday ununun kullanılması düşük pişirme kalitesi ve düşük duyuusal kaliteye sebep olduğu için daha çok diğer glutensiz unlar ile karıştırılarak çalışmalar yapılmaktadır. Makarna yapımında amarant, kinoa ve karabuğdayın farklı oranlardaki karışımlarını deneyen bir çalışmada en iyi sonucun %20 amarant, %20 kinoa ve %60 karabuğday kullanılarak yapılan karışım ile elde edildiği belirtilmiştir (Schoenlechner ve ark., 2010). Karabuğday unundan noodle yapılan bir çalışmada, alkali çözelti (kansui) ilavesinin hamurun reolojik özelliklerini iyileştirdiği, karabuğdayın sertliğini ve çekme kuvvetini artırdığı görülmüştür. Bu değişime alkali ortamda proteinlerin çapraz bağlanma derecesinin artmasının sebep olduğu bildirilmiştir (Guo ve ark., 2018). Bira yapımında ise karabuğdayın tek başına kullanımı ile başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Giménez-Bastida ve ark., 2015). Ayrıca karabuğday ununun, gluten içermeyen tahıllar olan mısır ve pirinç ile yapılan karışımları da sıklıkla ürün geliştirme çalışmalarında kullanılmaktadır. Glutensiz ekmek reçetelerine pirinç unu ve patates nişastası ilavesinin ekmeğin özgül hacmini ve kırıntı yumuşaklığını iyileştirdiği rapor edilmiştir (Janssen ve ark., 2017). Yapılan bir çalışmada %49,7 karabuğday unu, %34,8 mısır unu ve %14,9 pirinç unu karışımının, %0,1 propilen glikol aljinat ve %0,5 monogliserid yağ asidi ile birlikte kullanıldığında

yüksek besin değeri ve pişme kalitesine sahip glutensiz makarna elde etmek için en iyi kombinasyon olduğu bulunmuştur (De Arcangelis ve ark., 2020). Özellikle pirinç ununun glutensiz ürün geliştirmede buğday unu ikamesi olarak kullanımı giderek artmaktadır. Pirinç, tadı, beyaz rengi, sindirilebilirliği ve hipoalerjenik özellikleri nedeniyle glutensiz ürün üretiminde karabuğday ile kullanımı en uygun tahıldır (Torbica ve ark., 2010).

2.2. Amarant

Amarant, Amaranthaceae familyasına ait, çift çenekli bir bitkidir. Tahıllar ile aynı familyadan değildir, fakat besin bileşimi ve kullanım amaçları aynı olduğu için pseudocereal (tahıl benzeri) olarak sınıflandırılmaktadır (Berghofer ve Schoenlechner, 2002). İnká, Maya ve Aztek uygarlıkları da dahil olmak üzere tarih boyunca temel gıda maddesi olarak tüketilmiştir (Caselato-Sousa ve Amaya-Farfán, 2012). Latin Amerika'da çok ekilen ve tüketilen amarant, İspanyol fethinden sonra yasaklanmış ve sadece küçük ölçekte üretilmeye devam etmiştir (Berghofer ve Schoenlechner, 2002). Son yıllarda besleyici ve fonksiyonel özelliklerinin tanınmasıyla amaranta olan ilgi artsada, günümüzde hala amarant yetiştiriciliği düşüktür. FAO istatistiklerinde üretim miktarı listelenmemektedir.

Amarant çok çeşitli iklim koşullarında yetişebilmektedir (Chauhan ve ark., 2016). Yaklaşık 60 amarant türü vardır ama hepsi gıda olarak tüketilmez. Yenilebilir amarant türleri sebze veya tahıl olarak tüketilmektedir. Tahıl olarak tüketilen ve en çok bilinen üç amarant türü *Amaranth caudatus*, *Amaranth cruentus* ve *Amaranth hypochondriacus* olarak sayılabilir (Guardianelli ve ark., 2019).

Amarantın protein, yağ, kül, toplam karbonhidrat ve diyet lifi içeriği Tablo 1'de gösterilmiştir. Vitaminler ve mineraller açısından da çok zengin olan amarant, aynı zamanda birçok biyoaktif bileşen de içermektedir (Ayo ve Okoye, 2020).

Amarantın yaklaşık %65 karbonhidrat içermektedir. Ana bileşen olan nişastanın boyutları amarantın türüne göre 1-3,5 μ m arasında değişmektedir. Nişastanın *A. cruentus* türünde %48 ve *A. hypochondriacus* türünde %62 olduğu bildirilmiştir. Mısır ve buğday nişastaları ile kıyaslandığında bu iki türün nişastasının daha yüksek şişme gücüne, daha düşük çözünürlüğe, amilazlara karşı daha düşük duyarlılığa ve daha düşük amilaz içeriğine (%4,7-12,5) sahip olduğu bilinmektedir. Amarantta bulunan lif miktarı ise %6,7 olarak bildirilmiştir (Tablo 1). Amaranttaki lif oranı buğdaydan biraz düşüktür (Rastogi ve Shukla, 2013).

Amarant yaklaşık %13-14 oranında protein içerir. Amarantın protein miktarı genellikle tahıllardan yüksektir. Amarant proteinleri %40 albumin, %20 globulin, %2-3 prolamin ve %25-30 glutelinden oluşur. Amarant globulinlerinin emülsifiye edici özellikler gibi bazı fonksiyonel özelliklere de sahip olduğu bildirilmiştir (Berghofer ve Schoenlechner, 2002). Amarantın lizin aminoasiti içeriği mısır, pirinç ve buğday gibi tahıllara kıyasla zengindir. Ayrıca amarantta bulunan kükürtlü aminoasit miktarı (%2-5), normalde bakliyat ürünlerinde %1,4 oranında bulunan kükürtlü aminoasit miktarından daha yüksektir. Zengin aminoasit kompozisyonuna sahip olan amarantın protein içeriği, yumurta proteini ile benzerdir (Mlakar ve ark., 2009). Alinin, valin, lösin, arginin, fenilalanin, pralinler, metiyoninler, α -aminobütirik asit, triptofan, izölösün ve serin gibi aminoasitler içeren amarant, kaliteli bir protein kaynağıdır (Rastogi ve Shukla, 2013). Amarantın protein içeriği FAO/WHO tarafından dengeli bir diyet için önerilen seviyeye çok yakındır (Maurya ve Arya,

2018). Bebekler için esansiyel olan histidin ve arginin aminoasitlerini içermesi de amarantı bebek beslenmesinde önemli kılabilir (Berghofer ve Schoenlechner, 2002).

Amarant yaklaşık olarak %7 oranında yağ içermektedir. Amarantın içerdiği yağ miktarı, tahılların içerdiği yağ miktarından daha yüksektir. Amarantta bulunan doymuş yağ asitlerinin doymamış yağ asitlerine oranı 1:4'tür (Maurya ve Arya, 2018). Doymamış yağ oranı yüksek olan amarantın doymamış yağ içeriğinin büyük kısmını linoleik asit oluşturur. Toplam yağın %50'si linoleik asit, %20'si oleik asit, %20'si palmitik asit ve yaklaşık %1'i linolenik asit şeklindedir. Yağın %5'ini ise fosfolipidler oluşturmaktadır (Berghofer ve Schoenlechner, 2002; Rastogi ve Shukla, 2013).

Amarant tahıl türlerine göre yaklaşık iki kat daha fazla mineral içermektedir. Ayrıca amarant karabuğdaydan da fazla mineral içermektedir (Tablo 2). Bu minerallerin %66'sı kepek ve embriyo katmanlarında bulunur. Özellikle yüksek miktarda kalsiyum, fosfor, demir, magnezyum, potasyum, sodyum ve çinko içermektedir (Mlakar ve ark., 2009). Amarant bitkisinde bulunan fosfor, fitik asit varlığında üretilmektedir. Amarantta bulunan fitik asit miktarı %0,3-0,6 arasında değişmektedir. Fitik asidin ayrıca insanlardaki kolesterol seviyesini düşürücü etkisi de görülmüştür (Rastogi ve Shukla, 2013).

Amarant önemli düzeyde vitamin içerir ve günlük gerekli vitaminleri almak için güzel bir kaynaktır. Tahıllardan daha fazla riboflavin ve C vitamini içermektedir. Ayrıca antioksidan özelliği olan E vitamini için de iyi bir kaynaktır (Berghofer ve Schoenlechner, 2002). Amarantın içerdiği vitaminler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, kronik hastalık riskini azaltmadaki potansiyelleri nedeniyle, amarantın içerdiği biyoaktif bileşenler üzerine yoğunlaşmıştır. Amarant, fenolik bileşikler, betaninler ve karotenoidler gibi biyoaktif fitokimyasalları içermektedir. Fitokimyasallar esas olarak tohumların dış katmanlarında bulunur ve böcekler ile mikroorganizmalara karşı bir savunma işlevi görür (Tang ve Tsao, 2017).

Amarantın bugüne kadar incelenen antibesinsel bileşenlerinin herhangi bir sağlık problemine sebep olacak seviyelerde olmadığı bildirilmiştir. Amaranttaki tanen ve fitik asit seviyeleri tahıllar ile benzerdir, tripsin ve kimotripsin aktivitesi ise tahıllara göre daha düşüktür. Aflatoksin ve zearalenon üretim potansiyeli de tahıllara benzer veya daha düşük seviyelerdedir. Amarant düşük miktarda saponin içermektedir ve üretilen saponinler düşük toksisitededir. Amarant ile yapılan çalışmalarda okzalik konsantrasyonunun yüksek olduğu bulunmuştur. Fakat bu okzaliklerin çoğu çözünmez okzalik olarak bulunmaktadır. Ayrıca düşük okzalik/kalsiyum oranı ve yüksek kalsiyum konsantrasyonu ile amarantın iyi bir kalsiyum kaynağı olabileceği belirtilmiştir (Gelinas ve Seguin, 2007).

Amarant tane olarak veya öğütülerek yemeklerde farklı şekillerde kullanılabilir. Amarant taneleri çorbalara, yemeklere, salatalara veya pilavlara katılmaktadır. Amarant taneleri kaynatıldığında nişasta jale haline gelerek pişirme suyunun kıvamını yoğunlaştırır ve lapa şeklini almasına sebep olur (Mlakar ve ark., 2009).

Amarant bira yapımında da kullanılmaktadır. Amarant tanelerinin çimlendirilmesiyle elde edilen malt, özellikle Peru'da geleneksel bira (chicha) yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca amarant fermente edilerek ogi (Afrika'da laktik asit fermentasyonu ile elde edilen tahıl lapası) yapımında veya soya

yerine shoyu (Japonya'da kullanılan soya sosu) yapımında kullanılmaktadır. Yüksek protein içeriğinden dolayı protein konsantrasyonlarında, müsli ve granola barlarda da kullanılabilir. Amarant tohumları çimlendirilerek ya da sadece öğütülüp un haline getirildikten sonra pankek, ekmekek, tortilla, kek, köfte, kraker, kurabiye, puding vb. ürünlerin yapımında farklı un karışımlarına ilave edilebilir (Guardianelli ve ark., 2019; Mlakar ve ark., 2009). Ekmekek ve makarna gibi ürünlerin yapımında, buğday ununa %20 oranında amarant unu eklenmesinin kalite kaybına sebep olmadığı bildirilmiştir. Daha yüksek oranda amarant unu kullanımı ekmekek daha düşük hacme, makarnada ise dokunun çok yumuşak olmasına sebep olabilmektedir (Berghofer ve Schoenlechner, 2002). Sanz-Penella ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada buğday ununa %0, 10, 20, 30 ve 40 oranlarında amarant unu ilave edilerek yapılan ekmekekler incelenmiştir. Amarant ununun %30 ve %40 oranında kullanıldığı ekmekeklerde fitat miktarı yüksek olduğu için minerallerin biyoyararlanımını etkileyeceği, bu sebeple hem kalite hem besinsel içerik açısından amarant ununun maksimum %20 oranında ilave edilmesinin uygun olacağı bildirilmiştir.

Çimlendirilmiş ve çimlendirilmemiş amaranttan elde edilen unların %5, %15 ve %25 oranlarında buğday ununa katılması ile yapılan bir çalışmada, %25 amarant unu ilavesi ile elde edilen hamur da dahil olmak üzere tüm hamurların ekmekek yapımı için kabul edilebilir reolojik özelliklere sahip olduğu ve filizlendirmenin önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Guardianelli ve ark., 2019).

Son yıllarda makarna, ekmekek, bisküvi ve kraker gibi glutensiz ürünlerin formülasyonlarında da amarant ununun kullanımı artmıştır. Amarant ile yüksek kaliteli ve lezzetli glutensiz gıdalar üretebilmek için gerekli emülgatör, maya, protein izolatları vb. içeriği tanımlamak ve optimize etmek için çok sayıda denemeler yapılmaktadır (Ballabio ve ark., 2011). Yapılan bir çalışmada çimlendirilmiş amarant unu kullanılarak hazırlanan kurabiyelerin buğday unu kullanarak hazırlanan kurabiyelerden daha yüksek antioksidan aktivite ve diyet lifine sahip olduğu görülmüştür. Amarant unu ve buğday unu ile yapılan kurabiyelerin duyuşal değerlendirmesinde de kurabiyeler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığı bildirilmiştir (Chauhan ve ark., 2015). Kurabiye yapımında buğday ununa %20, %40, %60, %80 ve %100 oranında amarant unu katılmasının kurabiyelerin fiziksel, dokusal ve organoleptik özelliklere etkisini araştıran bir çalışmada da, buğday ununa %60'a kadar amarant unu ilavesinin duyuşal olarak kabul edilebilir olduğu ve besleyici avantajları sebebiyle tercih edilebileceği belirtilmiştir (Chauhan ve ark., 2016). Acha (Digitaria exilis) tek çenekli, gluten içermeyen bir tahıldır. Acha unu ve amarant ununun karışımları ile yapılan çalışmalarda, acha ununa %20 veya daha az oranda amarant unu ilavesinin karışım ununun besin kompozisyonunu geliştirdiği ve bu unların besin değeri daha yüksek ürünler üretmek için kullanılabilir olduğu bildirilmiştir (Ayo ve Okoye, 2020). Gebriel ve ark. (2020), mısır unu ve amarant unu karışımları ile çalışmıştır. Çalışma kapsamında yapılan kraker (%25 mısır unu/%75 amarant unu) ve tortilla (%50 mısır unu/%50 amarant unu) örneklerinin %100 mısır unu ile yapılan kontrol örneklerine göre fizyokimyasal özelliklerinin, esansiyel amino asit, esansiyel yağ asidi ve mineral miktarlarının daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Fakat kraker ve tortilla örneklerinin duyuşal analizde renk ve genel beğeni açısından önemli ölçüde düşük puanlar aldığı, amarant unundan kaynaklanan acı tadın beğeniyi düşürmüş olabileceği belirtilmiştir.

Tablo 1. Karabuğday, amarant ve kinoanın enerji ve besin öğeleri (100 g. için) (USDA, 2020)

Bileşen	Karabuğday	Amarant	Kinoa
Su (g)	9,75	11,29	13,28
Protein (g)	13,25	13,56	14,12
Yağ (g)	3,4	7,02	6,07
Kül (g)	2,1	2,88	2,38
Toplam Karbonhidrat (g)	71,5	65,25	64,16
Diyet lifi (g)	10	6,7	7
Enerji (kcal)	343	371	368

Tablo 2. Karabuğday, amarant ve kinoanın mineral içerikleri (100 g. için) (USDA, 2020)

Mineral	Karabuğday	Amarant	Kinoa
Kalsiyum, Ca (mg)	18	159	47
Demir, Fe (mg)	2,2	7,61	4,57
Magnezyum, Mg (mg)	231	248	197
Fosfor, P (mg)	347	557	457
Potasyum, K (mg)	460	508	563
Sodyum, Na (mg)	1	4	5
Çinko, Zn (mg)	2,4	2,87	3,1
Bakır, Cu (mg)	1,1	0,525	0,59
Manganez, Mn (mg)	1,3	3,333	2,033
Selenyum, Se (µg)	8,3	18,7	8,5

Tablo 3. Karabuğday, amarant ve kinoanın vitamin içerikleri (100 g. için) (USDA, 2020)

Vitamin	Karabuğday	Amarant	Kinoa
C vitamini (mg)	0	4,2	Belirtilmemiş
Tiamin, B1 (mg)	0,101	0,116	0,36
Riboflavin, B2 (mg)	0,425	0,2	0,318
Niasin, B3 (mg)	7,02	0,923	1,52
Pantotenik asit, B5 (mg)	1,233	1,457	0,772
Piridoksin, B6 (mg)	0,21	0,591	0,487
Folat, B9 (µg)	30	82	184
Kolin (mg)	Belirtilmemiş	69,8	70,2
Betain (mg)	Belirtilmemiş	67,6	630,4
β-karoten (µg)	Belirtilmemiş	1	8
Lutein + zeaksanthin (µg)	Belirtilmemiş	28	163
E vitamini (α-tokoferol) (mg)	Belirtilmemiş	1,19	2,44
γ-tokoferol (mg)	Belirtilmemiş	0,19	4,55

2.3. Kinoa

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Chenopodiaceae familyasına ait, çift çenekli, tek yıllık bir bitki türüdür. Kinoa, Güney Amerika'nın Andean bölgesine özgüdür fakat farklı toprak türlerine ve iklim koşullarına da uyum sağlayabilmektedir. Kinoa tohumları küçük (1,4-1,6 mm) ve yuvarlaktır. Kinoa'nın bileşimi de tahıllara benzediği için, karabuğday ve amarant gibi kinoa da pseudocereal (tahıl benzeri) kabul edilen tohumlardandır (Taylor ve Parker, 2002).

Kinoa, son yıllarda Amerika'da üretimi hızla artan bir bitkidir. Özellikle sırasıyla Peru, Bolivya ve Ekvador en çok üretimi yapılan bölgelerdir. 2018 yılı verilerine göre dünyada 159 bin ton kinoa üretimi gerçekleşmiştir (FAOSTAT, 2020).

Kinoa'nın besin içeriği Tablo 1'de gösterilmiştir. Kinoa yüksek miktarda protein, lif ve yağ içerir, ayrıca bir çok mineral ve vitamin için çok güzel bir kaynaktır. Bu özellikleri sebebiyle bir çok ürün formülasyonunda besinsel içeriği arttırmak için

kullanılmaktadır (Contreras-Jiménez ve ark., 2019). Ayrıca fenolik bileşenler gibi biyoaktif bileşenleri de içermesi sebebiyle fonksiyonel ürün geliştirmede de kullanılmaktadır (Vilcacundo ve Hernández-Ledesma, 2017).

Kinoa'nın karbonhidrat içeriği arpa ve pirince benzemektedir. Nişasta, diğer tahıl benzerleri gibi kinoa karbonhidratlarının da ana bileşenidir. Mısır ve buğday nişastasının amiloz içeriği %20-30 iken, kinoa nişastasının amiloz içeriği %3-20 arasındadır. Kinoa nişastasının amiloz içeriği buğday ve mısır nişastasından düşükken, bazı arpa ve pirinç türlerine benzerdir. Kinoa'nın nişasta granüllerinin boyutu 0,6-2 µm olup, tahıl nişastalarına göre oldukça küçüktür (James, 2009). Kinoa nişastasının amilopektin oranı yüksek olduğu için mısır nişastasına göre daha düşük sıcaklıkta jelatinleşir. Jelatinleşme sıcaklığı farklı türler için 55-72 °C aralığında değişmektedir (Repo-Carrasco ve ark., 2003). Mısır nişastasının aksine, kinoa nişastası daha düşük viskozitede tek aşamalı şişme sergiler. Bu özelliğinin granüllerinin küçük boyutlu olmasından

kaynaklandığı düşünülmektedir. Kinoa nişastası ayrıca, amilopektin içeriğinin yüksek olması sebebiyle, mükemmel donma-çözünme stabilitesine de sahiptir (Taylor ve Parker, 2002). Donma-çözünme kararlılığı, düşük jelleşme noktası ve düşük depolama sıcaklıklarına dayanıklılığı ile kinoa, soslar, çorbalar ve unlar için ideal bir koyulaştırıcıdır. Retrogradasyona karşı dirençli olması, kinoanın farklı uygulamalarda da kullanılarak yağlara benzer kremi ve pürüzsüz bir doku elde edilmesine olanak sağlar (Navruz-Varli ve Sanlier, 2016). Kinoanın toplam diyet lifi tahıllara yakındır (James, 2009). Diyet lifinin %80'inden fazlası çözünmez formdadır (Taylor ve Parker, 2002). Kinoada, monosakkaritler (%2), disakkaritler (%2,3) ve pentozanlar (%2,9-3,6) gibi diğer karbonhidratlar da küçük miktarlarda bulunur (Jancurová ve ark., 2009).

Kinoa, tahıllardan daha yüksek oranda (%14) protein içermektedir. Kinoa proteinlerin büyük çoğunluğu albumin (%35) ve globulinlerden (%37) oluşmakta ve düşük konsantrasyonlarda prolamin (%0,5-7) içermektedir (Jancurová ve ark., 2009; Navruz-Varli ve Sanlier, 2016). Kinoa proteininin aminoasit bileşimi amarant proteinine benzemektedir ancak kinoanın fenilalanin ve tirozin miktarı biraz daha düşüktür. Kinoanın protein kalitesinin kazein proteinine benzer olduğu bildirilmiştir (Taylor ve Parker, 2002). Tiyonik aminoasitler ve lizin içeren kinoa, insanlar için gerekli bütün aminoasitleri içeren az sayıdaki bitkilerdendir (Vilcacundo ve Hernández-Ledesma, 2017). Kinoa proteinleri hem tahıllarda düşük miktarda bulunan lizin aminoasitini hem de bakliyat ürünlerinde düşük miktarda bulunan kükürtlü aminoasitleri (özellikle metionin ve sistin) yüksek miktarda bulundurduğu için kaliteli protein olarak kabul edilmektedir. Kinoa ayrıca diğer bir sınırlayıcı aminoasit olan triptofanı da yeterli derecede yüksek konsantrasyonlarda içermektedir. Kinoanın aminoasit kompozisyonu FAO tarafından mükemmel aminoasit dengesi olarak belirlenen değerlere çok benzerdir. Kinoa aminoasitlerinin biyoyararlanımı ve protein sindirilebilirliği türe göre değişmekte ve pişirme ile önemli derecede artmaktadır (Navruz-Varli ve Sanlier, 2016).

Kinoanın yağ içeriği tahıllara göre yüksektir. Kinoa yaklaşık %6 yağ içermektedir. En yüksek yağ konsantrasyonu embriyodadır. Yağ içeriğinin yaklaşık %74'ünü trigliseritler, %20'sini diğliseritler, %3'ünü monogliseritler ve vakslar oluşturur. Kinoa %1,8 oranında fosfolipit (lesitin) içerir. Kinoa tekli doymamış (oleik asit) ve çoklu doymamış (linoleik ve linolenik asit) yağ asitleri açısından zengin olan bileşimi ile mısır yağına çok benzer ancak linolenik asit içeriği biraz daha yüksektir. Kinoanın doymamış/doymuş yağ asiti oranı 4,9'dur ve bu oran mısır (4,65) ve soyadan (3,92) daha yüksektir. Doymamış yağ asitlerinin seviyesinin yüksek olması kinoanın besin kalitesini arttırmaktadır. Kinoa yağı doymamış yağ oranı yüksek olduğu için teorik olarak oksidatif acılaşmaya eğilimli görünmekle birlikte doğal antioksidan olan tokoferoller açısından da zengin olduğu bilinmektedir (Taylor ve Parker, 2002).

Kinoa tanesinin mineralleri de tahıllarda olduğu gibi dış kepek katmanında yoğunlaşmıştır. Kabuktaki mineral konsantrasyonu, kabuğu soyulmuş taneden üç kat daha yüksektir. Kinoanın içerdiği başlıca mineraller potasyum, fosfor ve magnezyumdur (Tablo 2). Fakat kinoa kalsiyum, demir, bakır, çinko ve manganez açısından da zengindir. 100 gr. kinoada bulunan magnezyum, manganez, bakır ve demir bebeklerin ve yetişkinlerin günlük ihtiyacını karşılayabilecek seviyededir. 100 gr.'daki fosfor ve çinko miktarı ise çocuklar için yeterli olmakla birlikte yetişkinlerin günlük ihtiyaçlarının %40-60'ını karşılar. Kinoanın potasyum içeriği, bebeklerin ve yetişkinlerin günlük

ihtiyacının %18-22'sini karşılayabilecek seviyedeysen, kalsiyum içeriği günlük ihtiyaçlarının %10'una denk gelmektedir. Kinoanın potasyum, magnezyum ve kalsiyum içeriği, yulaf ve arpa gibi tahıllardan yüksektir (James, 2009).

Kinoanın vitamin bileşimi tahıllara benzemektedir. Tahıllar gibi, kinoa da yüksek B vitamini ve folat içermektedir. Kinoa ayrıca yüksek düzeyde tokoferol içerir (Tablo 3). Vitaminlerin embriyoda yoğunlaştığı varsayılmaktadır (Taylor ve Parker, 2002). 100 gr. kinoada bulunan piridoksin ve folat miktarları çocukların ve yetişkinlerin günlük ihtiyacını karşılayabilecek seviyededir. 100 gr.'daki riboflavin içeriği çocukların günlük ihtiyaçlarının %80'ine ve yetişkinlerin %40'ına denk gelmektedir. Niasin içeriği günlük ihtiyaçları karşılayacak seviyede değildir. Kinoadaki tiamin miktarı, yulaf ve arpanın tiamin miktarından düşüktür ancak kinoanın niasin, riboflavin, piridoksin ve toplam folat değerleri buğday, yulaf, arpa, çavdar, pirinç ve mısır gibi diğer tahılların çoğundan daha yüksektir. Ayrıca buğdaydan daha yüksek miktarda E vitamini içermektedir (Navruz-Varli ve Sanlier, 2016).

Kinoadaki temel fitokimyasal grupları saponinler, fitosteroller ve fitoekdisteroidlerdir. Saponinler kinoanın tadını ve sindirilebilirliğini etkilediği için, tüketilmeden önce çıkarılmalıdır. Saponin içeriğine göre kinoa "tatlı" veya "acı" olarak sınıflandırılır. Tatlı kinoada %0,11'den az serbest saponin bulunur. Bitkiye kötü bir tat vermelerine rağmen saponinler, antifungal, antiviral, antikanser, hipokolesterolemik, hipoglisemik, antitrombik, idrar söktürücü ve anti enflamuar aktiviteler gibi çeşitli biyolojik etkilere sahiptir (Repo-Carrasco ve ark., 2003; Nowak ve ark., 2016). 100 gr. kinoada 118 mg.'a kadar fitosterol bulunabilmektedir. Kinoadaki önemli fitosterol bileşenleri, β -sitosterol (63,7 mg/100 g), kampesterol (15,6 mg/100 g), stigmasterol (3,2 mg/100 g) ve brassicasteroldür. Kinoadaki fitosterollerin miktarı arpa, çavdar, mısır ve darı gibi tahıllardakinden daha yüksektir. Fitosteroller insanlarda kolesterölü düşürmede önemli bir etkiye sahiptir. Ayrıca fitosterollerin antiinflamuar, antioksidan ve antikarsinojenik etkileri de bulunmuştur. Kinoa, yenilebilen bitkiler arasında fitoekdisteroidleri en yüksek oranda içeren bitkidir. Kinoanın fitoekdisteroid içeriği 138-570 μ g/g aralığındadır. Kinoada en az 13 farklı ekdisteroid bulunmaktadır ve en yaygın olanı diğer birçok bitkide de bulunan 20-hidroksiekdisondur. 20-hidroksiekdison, kinoada bulunan toplam fitoekdisteroidlerin %62-90'ını oluşturmaktadır (Navruz-Varli ve Sanlier, 2016).

Kinoa pirinç yerine tüketilebilmekte, kahvaltılık gevrek olarak ya da suda kaynatılıp bebek maması yapmak için kullanılabilir. Kinoa tohumları, patlamış mısır gibi patlatılabilir (Jancurová ve ark., 2009). Kinoa tohumları öğütülerek un olarak kullanılabilir veya filizlendirilebilir. Filizleri yeşile döndüğünde salatalarda kullanılabilir veya ıspanak gibi yemek olarak pişirilip tüketilebilir (Vilcacundo ve Hernández-Ledesma, 2017). Kinoa unu, mısır veya buğday unu ile karıştırılarak ekmeke (%10-13 kinoa unu), erişte ve makarna (%30-40 kinoa unu) ve bisküvilerde (%60 kinoa unu) çeşitli düzeylerde kullanılabilir. Ayrıca çorbaları koyulaştırmak için de ilave edilebilir (Jancurová ve ark., 2009). Buğday ununa %20'ye kadar kinoa unu katılarak elde edilen karışım unları ile yapılan ekmekeleleri inceleyen bir çalışmada, %5-10 arası kinoa unu ilavesinin, ekmeğin duysal özelliklerini ve besin içeriğini arttırmak için kullanılabilirliği bildirilirken, %20 kinoa unu ilavesinin ekmeğin hacmini, elastikiyetini ve gözenekliliğini azalttığı belirtilmiştir (Codinã ve ark., 2017). Bir diğer çalışmada

da buğday ununa %15'e kadar kinoa unu ilavesi ile yapılan ekmeklerin antioksidan aktivitesinin daha yüksek ve glisemik indeksinin daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bu ekmeklerin duysal analizlerde de kontrolden farklı çıkmadığı belirtilmiş ve endüstriyel ekmek üretiminde kullanılan un karışımlarında buğday ununa %15 kinoa unu ilavesi önerilmiştir (Xu ve ark., 2019).

Kinoa glutensiz ürün geliştirmek için yapılan araştırmalarda da çok kullanılmaktadır. Kinoa tohumu veya unu, bira, tarhana, ekmek, makarna, bisküvi gibi bir çok gluten içermeyen ürünün yapımında kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Tarhana yapımında farklı oranlarda kinoa, pirinç ve patates kullanan bir çalışmada, kinoa oranının artırılmasının ürünün protein ve mineral miktarını arttırdığı ve %50 kinoa unu kullanılan tarhana çorbasının duysal analizde en yüksek puanları aldığı belirtilmiştir (Demir, 2014). Mısır unu ve kinoa unu ile glutensiz spagetti yapımı üzerine yapılan bir çalışmada da kinoa ununun az miktarda kullanıldığında (100 g/kg) bile ürünün aminoasit içeriğini önemli ölçüde geliştirdiği ve glutensiz spagettinin duysal analiz testlerinde de tüketiciler tarafından kabul edilebilir puanlar aldığı bildirilmiştir (Caperuto ve ark., 2001). Kontrol olarak pirinç ve mısır unu ile yapılan glutensiz ekmeğin kullanıldığı bir çalışmada ise pirinç ve mısır unu yerine kinoa unu kullanılarak yapılan ekmeklerde daha iyi sonuçlar elde edildiği görülmüştür (Elgeti ve ark., 2014). Glutensiz makarna yapımında kontrol grubu olarak %50 mısır ve %50 pirinç unu kullanılan bir çalışmada da %30'a kadar kinoa unu ilavesinin ürünün protein, mineral, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesini arttırdığı belirtilmiştir (Demir ve Bilgiçli, 2020).

Güney Amerika'da kinoa tohumları fermente edilerek 'chicha' adlı geleneksel alkollü bir içki yapılmaktadır (Vilcacundo ve Hernández-Ledesma, 2017). Arpa yerine kinoa kullanarak glutensiz bira yapımını araştıran bir çalışmada ise elde edilen kinoa içeceğinin görünümünün biraya benzemediği fakat tüketim için uygun bir içecek olduğu belirtilmiştir. Kinoa ile yapılan bu içecek daha siyaha yakın renkli ve cevizimsi aromalı olarak tanımlanmıştır. Kinoa içeceğinin, biraya göre alkol oranı daha düşük ama mineral ve aminoasit içeriği daha yüksek bulunmuştur (Deželak, 2014).

3. Sonuç

Son yıllarda tüketimi artan karabuğday, amarant ve kinoa besin içerikleri ve fitokimyasallar açısından zengindir. Bu özelliklerinden dolayı bu tahıl benzeri ürünleri, besin çeşitliliğini arttırmak için herkesin tüketmesi önerilebilir. Ekmek, makarna, bisküvi ve kek gibi ürünlerin geliştirilmesinde tahıllar ile bu ürünlerin karışım halinde kullanılmasıyla daha fonksiyonel ve besin değeri yüksek ürünler elde edilebilir. Ayrıca tahıl benzeri ürünler glutensiz ürün geliştirmede kullanım için de çok iyi birer alternatiftir. Glutensiz beslenen kişilerin karabuğday, amarant ve kinoa tüketmesi, glutensiz beslenmenin sebep olduğu protein, diyet lifi, mineral (özellikle kalsiyum, magnezyum ve demir) ve vitamin (özellikle B vitaminleri) eksikliklerini gidermeye yardımcı olacaktır. Bu ürünlerle yapılan gluten içermeyen gıdaların artarak ürün yelpazesinin genişlemesi ve daha geniş kitlelere tanıtılması ile kullanımları artacaktır.

Kaynakça

- Anderson, J. W. (2003). Whole grains protect against atherosclerotic cardiovascular disease. *Proceedings of Nutrition Society*, 62, 35-142.
- Aubrecht, E., & Biacs, P. A. (2001). Characterization of buckwheat grain proteins and its products. *Acta Alimentaria*, 30(1), 71-80.
- Ayo, J. A., & Okoye, E. (2020). Nutrient Composition and Functional Properties of Fonio (*Digetaria exilis*) and Amaranth (*Amaranthus cruentus*) Flour Blends. *Asian Food Science Journal*, 53-62.
- Ballabio, C., Uberti, F., Di Lorenzo, C., Brandolini, A., Penas, E., & Restani, P. (2011). Biochemical and immunochemical characterization of different varieties of amaranth (*Amaranthus L. ssp.*) as a safe ingredient for gluten-free products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(24), 12969-12974.
- Berghofer, E. & Schoenlechner, R. (2002). Grain amaranth. In P. S. Belton & J. R. N. Taylor (Eds.), *Pseudocereals and Less Common Cereals* (pp.219-253). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Biacs, P., Aubrecht, E., Léder, I., & Lajos, J. (2002). Buckwheat. In P. S. Belton & J. R. N. Taylor (Eds.), *Pseudocereals and Less Common Cereals* (pp.123-147). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Borneo, R., & León, A. E. (2012). Whole grain cereals: functional components and health benefits. *Food & Function*, 3(2), 110-119.
- Cai, Y. Z., Corke, H., Wang, D., & Li, W. D. (2016). Buckwheat: overview. In C. Wrigley, H. Corke, K. Seetharaman & J. Faubion (Eds.), Volume 1, *Encyclopedia of Food Grains* (pp.307-315). Elsevier, Oxford.
- Caperuto, L. C., Amaya-Farfán, J., & Camargo, C. R. O. (2001). Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(1), 95-101.
- Caselato-Sousa, V. M., & Amaya-Farfán, J. (2012). State of knowledge on amaranth grain: a comprehensive review. *Journal of Food Science*, 77(4), R93-R104.
- Chauhan, A., Saxena, D. C., & Singh, S. (2015). Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus spp.*) flour. *LWT-Food Science and Technology*, 63(2), 939-945.
- Chauhan, A., Saxena, D. C., & Singh, S. (2016). Physical, textural, and sensory characteristics of wheat and amaranth flour blend cookies. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1125773.
- Codină, G. G., Francius, S. G., & Todosi-Sănduleac, E. (2017). Studies on the influence of quinoa flour addition on bread quality. *Food and Environment Safety Journal*, 15(2).
- Contreras-Jiménez, B., Torres-Vargas, O. L., & Rodríguez-García, M. E. (2019). Physicochemical characterization of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour and isolated starch. *Food Chemistry*, 298, 124982.
- De Arcangelis, E., Cuomo, F., Trivisonno, M. C., Marconi, E., & Messia, M. C. (2020). Gelatinization and pasta making conditions for buckwheat gluten-free pasta. *Journal of Cereal Science*, 95, 103073.
- Delcour, J. A., Joye, I. J., Pareyt, B., Wilderjans, E., Brijs, K., & Lagrain, B. (2012). Wheat gluten functionality as a quality determinant in cereal-based food products. *Annual Review of Food Science and Technology*, 3, 469-492.

- Demir, M. K. (2014). Use of quinoa flour in the production of gluten-free tarhana. *Food Science and Technology Research*, 20 (5), 1087-1092.
- Demir, B., & Bilgiçli, N. (2020). Utilization of quinoa flour (*Chenopodium quinoa* Willd.) in gluten-free pasta formulation: Effects on nutritional and sensory properties. *Food Science and Technology International*, 1082013220940092.
- Deželak, M., Zarnkow, M., Becker, T., & Košir, I. J. (2014). Processing of bottom-fermented gluten-free beer-like beverages based on buckwheat and quinoa malt with chemical and sensory characterization. *Journal of the Institute of Brewing*, 120(4), 360-370.
- Elgeti, D., Nordlohne, S. D., Föste, M., Besl, M., Linden, M. H., Heinz, V., Jekle, M., & Becker, T. (2014). Volume and texture improvement of gluten-free bread using quinoa white flour. *Journal of Cereal Science*, 59(1), 41-47.
- FAOSTAT. (2020). Food Agriculture and Organization Online Database (Erişim adresi: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim tarihi: 05.07.2020)
- Fardet, A. (2010). New hypotheses for the health-protective mechanisms of whole-grain cereals: What is beyond fibre?. *Nutrition Research Reviews*, 23, 65–134.
- Fasano, A., Sapone, A., Zevallos, V., & Schuppan, D. (2015). Nonceliac gluten sensitivity. *Gastroenterology*, 148(6), 1195–1204.
- Gebreil, S. Y., Ali, M. I. K., & Mousa, E. A. M. (2020). Utilization of Amaranth Flour in Preparation of High Nutritional Value Bakery Products. *Food and Nutrition Sciences*, 10(05), 336.
- Gelinas, B., & Seguin, P. (2007). Oxalate in grain amaranth. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(12), 4789-4794.
- Giménez-Bastida, J. A., Piskula, M., & Zieliński, H. (2015). Recent advances in development of gluten-free buckwheat products. *Trends in Food Science & Technology*, 44(1), 58-65.
- Gobbetti, M., Pontonio, E., Filannino, P., Rizzello, C. G., De Angelis, M., & Di Cagno, R. (2018). How to improve the gluten-free diet: The state of the art from a food science perspective. *Food Research International*, 110, 22–32.
- Guardianelli, L. M., Salinas, M. V., & Puppo, M. C. (2019). Hydration and rheological properties of amaranth-wheat flour dough: Influence of germination of amaranth seeds. *Food Hydrocolloids*, 97, 105242.
- Guo, X. N., Wei, X. M., & Zhu, K. X. (2017). The impact of protein cross-linking induced by alkali on the quality of buckwheat noodles. *Food Chemistry*, 221, 1178-1185.
- Hu, S. Y. (2005). *Food Plants of China*. Chinese University Press, p.370.
- İnanır, C., Albayrak, S., & Ekici, L. (2019). Karabuğdayın fitokimyası, farmakolojisi ve biyofonksiyonel özellikleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 713-722.
- James, L. E. A. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *Advances in Food and Nutrition Research*, 58, 1-31.
- Jancurová, M., Mínarovičová, L., & Dandar, A. (2009). Quinoa—a review. *Czech Journal of Food Sciences*, 27(2), 71-79.
- Janssen, F., Pauly, A., Rombouts, I., Jansens, K. J., Deleu, L. J., & 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.
- Kaur, K. D., Jha, A., Sabikhi, L., & Singh, A. K. (2014). Significance of coarse cereals in health and nutrition: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(8), 1429-1441.
- Kreft, I., Fabjan, N., & Yasumoto, K. (2006). Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. *Food Chemistry*, 98(3), 508-512.
- Maurya, N. K., & Arya, P. (2018). Amaranthus grain nutritional benefits: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 2258-2262.
- McKevith, B. (2004). Nutritional aspects of cereals. *Nutrition Bulletin*, 29, 111–142.
- Mlakar, S. G., Turinek, M., Jakop, M., Bavec, M., & Bavec, F. (2009). Nutrition value and use of grain amaranth: potential future application in bread making. *Agricultura*, 6(4), 43-53.
- Molinari, R., Costantini, L., Timperio, A. M., Lelli, V., Bonafaccia, F., Bonafaccia, G., & Merendino, N. (2018). Tartary buckwheat malt as ingredient of gluten-free cookies. *Journal of Cereal Science*, 80, 37-43.
- Mota, C., Nascimento, A.C., Santos, M., Delgado, I., Coelho, I., Rego, A., Matos, A.S., Torres, D. & Castanheira, I. (2016). The effect of cooking methods on the mineral content of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amarant (*Amaranthus* spp.) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 49, 57-64.
- Navruz-Varli, S., & Sanlier, N. (2016). Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Cereal Science*, 69, 371-376.
- Nowak, V., Du, J., & Charrondiére, U. R. (2016). Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Chemistry*, 193, 47-54.
- Raguindin, P.F., Itodo, O.A., Stoyanov, J., Dejanovic, G.M., Gamba, M., Asllanaj, E., Minder, B., Bussler, W., Metzger, B., Muka, T. & Glisic, M. (2021). A systematic review of phytochemicals in oat and buckwheat. *Food Chemistry*, 338, 127982.
- Rastogi, A., Shukla, S. (2013). Amaranth: a new millennium cop of nutraceutical values. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53: 109-125.
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., & Jacobsen, S. E. (2003). Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*, 19(1-2), 179-189.
- Rosell, C. M., Barro, F., Sousa, C., & Mena, M. C. (2014). Cereals for developing gluten-free products and analytical tools for gluten detection. *Journal of Cereal Science*, 59(3), 354-364.
- Ruan, J., Zhou, Y., Yan, J., Zhou, M., Woo, S.H., Weng, W., Cheng, J. & Zhang, K. (2020). Tartary buckwheat: an under-utilized edible and medicinal herb for food and nutritional security. *Food Reviews International*, pp.1-15.
- Sanz-Penella, J. M., Wronkowska, M., Soral-Smietana, M., & Haros, M. (2013). Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *LWT-Food Science and Technology*, 50(2), 679-685.
- Schatzkin, A., Park, Y., Leitzmann, M. F., Hollenbeck, A. R., & Cross, A. J. (2008). Prospective study of dietary fiber, whole grain foods, and small intestinal cancer. *Gastroenterology*, 135(4), 1163–1167.
- Schoenlechner, R., Drausinger, J., Ottenschlaeger, V., Jurackova, K., & Berghofer, E. (2010). Functional properties of gluten-free pasta produced from amaranth, quinoa and

- buckwheat. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65(4), 339-349.
- Steadman, K. J., Burgoon, M. S., Lewis, B. A., Edwardson, S. E., & Obendorf, R. L. (2001a). Buckwheat seed milling fractions: description, macronutrient composition and dietary fibre. *Journal of Cereal Science*, 33(3), 271-278.
- Steadman, K. J., Burgoon, M. S., Lewis, B. A., Edwardson, S. E., & Obendorf, R. L. (2001b). Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(11), 1094-1100.
- Tang, Y., & Tsao, R. (2017). Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory, and potential health beneficial effects: a review. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(7), 1600767.
- Taylor, J. R. N. & Parker, M. L. (2002). Quinoa. In P. S. Belton & J. R. N. Taylor (Eds.), *Pseudocereals and Less Common Cereals* (pp.93-123). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Torbica, A., Hadnadev, M., & Dapčević, T. (2010). Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. *Food Hydrocolloids*, 24(6-7), 626-632.
- Tömösközi, S., & Langó, B. (2017). Buckwheat: Its Unique Nutritional and Health-Promoting Attributes. In J.R.N. Taylor & Joseph M. Awika (Eds.) *Gluten-Free Ancient Grains* (pp. 161-177). Woodhead Publishing.
- USDA. (2020). USDA National Nutrient Database for Standard Reference. (Erişim sdresi: <https://fdc.nal.usda.gov/> Erişim tarihi 9.06.2020)
- Vici, G., Belli, L., Biondi, M., & Polzonetti, V. (2016). Gluten free diet and nutrient deficiencies: A review. *Clinical Nutrition*, 35(6), 1236–1241.
- Vilcacundo, R., & Hernández-Ledesma, B. (2017). Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Current Opinion in Food Science*, 14, 1-6.
- Wijngaard, H., & Arendt, E. K. (2006). Buckwheat. *Cereal Chemistry*, 83(4), 391-401.
- Xu, X., Luo, Z., Yang, Q., Xiao, Z., & Lu, X. (2019). Effect of quinoa flour on baking performance, antioxidant properties and digestibility of wheat bread. *Food Chemistry*, 294, 87-95.
- Yu, D., Chen, J., Ma, J., Sun, H., Yuan, Y., Ju, Q., Teng, Y., Yang, M., Li, W., Fujita, K. & Tatsumi, E. (2018). Effects of different milling methods on physicochemical properties of common buckwheat flour. *LWT*, 92, pp.220-226.
- Zhu, F. (2020). Dietary fiber polysaccharides of amaranth, buckwheat and quinoa grains: A review of chemical structure, biological functions and food uses. *Carbohydrate Polymers*, 248, 116819.