

Gastronomide Fonksiyonel Ürün Kapsamında Kullanılan Pseudotahıllar

Pseudocereals Used as Functional Products in Gastronomy

Özlem ÖZER ALTUNDAĞ¹



¹: Karabük University, Safranbolu Faculty of Tourism, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Karabük, Türkiye

ÖZ

Son yıllarda tüketiciler, sağlıklı yaşam tarzlarını benimseme ve besleyici gıdalar tüketme konusunda giderek daha bilinçli hâle gelmiştir. Bu eğilim, geleneksel tarım ürünlerine olan ilgiyi çeşitlendirmiş; alternatif ve fonksiyonel besin kaynaklarına yönelimi artırmıştır. Bu bağlamda, uzun yıllar boyunca ikincil ürün olarak değerlendirilen pseudo tahıllar, 21. yüzyılın başlarından itibaren yeniden keşfedilmiş ve üretim süreçlerinde daha fazla yer bulmaya başlamıştır. Pseudo tahıllar, iyi kaliteli proteinlerle olağanüstü bir besinsel ve fitokimyasal profile sahip tahıllardır. Gluteniz ürün alternatifi olarak öne çıkartılmış olan pseudo tahıllar son çalışmalarda, içerisinde bulunan diyet lifleri, vitaminler, mineraller, fenolikler ve diğer biyoaktif bileşenlerle kanser, diyabet, hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik rahatsızlıklarla mücadele etme potansiyeline sahip ürünler olarak öne çıkarılmaktadır. Bu derleme çalışmasında da pseudo tahılların gluteniz ürün geliştirme kapsamında kullanımı dışında amino asit örüntüleri ve diğer biyoaktif bileşenleri ön plana çıkartılarak sağlık üzerine etkileri hakkında detaylı literatür taraması yaparak bu ürünlerin sürdürülebilir gastronomi uygulamalarına kazandırılması amaçlanmaktadır. Elde edilen bilgiler pseudo tahılların toplam protein içeriğinin, elzem amino asit içeriğinin, vitamin, mineral ve diğer biyoaktif bileşen içeriklerinin tahıllardan daha yüksek olduğunu ve filizlendirme işlemleri ile besin öğelerinin biyoyararlılıklarının artırılabilirdiği ve bu pseudo tahılların tüketiminin kan glikozu, lipid profili ve antioksidan kapasite seviyeleri gibi değerlerde iyileştirmeler yaparak hastalıklara karşı koruyucu olabileceklerini vurgulamaktadır. Pseudo tahılların filizlendirme uygulamalarında depolama ile besin öğeleri içerik değişimleri üzerine yapılmış çalışmalar kısıtlıdır. İleriki çalışmalar bu eksikler üzerine yoğunlaşabilir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif bileşenler, Beslenme, Elzem amino asitler, Gastronomi, Pseudo tahıllar, Sağlık

ABSTRACT

In recent years, consumers have become increasingly conscious of adopting healthy lifestyles and demanding nutritious food products. This shift in consumer behavior has diversified interest in conventional agricultural products and led to a growing inclination toward alternative and functional food sources. In this context, pseudo-cereals—once regarded as secondary crops for many years—have been rediscovered and have started to gain prominence in agricultural production processes since the early 21st century. Pseudocereals are grains with an exceptional nutritional and phytochemical profile, rich in high-quality proteins. Promoted as gluten-free product alternatives, pseudocereals have been highlighted in recent studies for their potential to combat chronic diseases such as cancer, diabetes, hypertension, and cardiovascular diseases, owing to their dietary fibers, vitamins, minerals, phenolics, and other bioactive compounds. This review aims to evaluate the health effects of pseudocereals, focusing on their protein patterns and other bioactive compounds, alongside their use in gluten-free product development. Additionally, it seeks to assess their role in producing healthy products within sustainable gastronomy applications through a detailed literature review. The findings indicate that pseudocereals have higher total protein content, essential amino acid profiles, vitamins, minerals, and other bioactive components compared to grains. Moreover, sprouting processes enhance the bioavailability of nutrients in pseudocereals. Their consumption has been shown to improve parameters such as blood glucose, lipid profiles, and antioxidant capacity, offering protective effects against diseases. However, studies on changes in nutrient content during storage in sprouting applications of pseudocereals are limited. Future research could focus on addressing these gaps.

Keywords: Bioactive compounds, Nutrition, Essential amino acids, Gastronomy, Pseudocereals, Health



Received Date: 10.02.2025
Revision Request Date: 08.07.2025
Last Revision Date: 03.08.2025
Accepted Date: 07.08.2025
Publication Date: 26.09.2025

Corresponding author / Sorumlu Yazar:

Özlem ÖZER ALTUNDAĞ

E-mail: ozlemozeraltundag@karabuk.edu.tr

Cite this article: Özer Altundağ, Ö. (2025).

Pseudo-Cereals Used as Functional Products in Gastronomy. *Research in Agricultural Sciences*, 56(3), 256-268.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Giriş

Karbonhidratlar, insan beslenmesinde temel enerji kaynağı olarak önemli bir rol üstlenmektedir. Bu bağlamda tahıllar, pek çok toplumda enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla yaygın olarak tüketilen başlıca besin grubudur. Ancak son yıllarda, tahıl tüketiminde görülen düzensizlikler ve miktar açısından dengesiz alım, toplum genelinde metabolik bozuklukların görülme sıklığını artırmıştır. Bu tür beslenme dengesizlikleri, diyabet, obezite ve kardiyovasküler hastalıklar gibi metabolik rahatsızlıkların gelişmesinde etkili olabilmektedir. Bu nedenle, bireylerin beslenme alışkanlıklarında daha sağlıklı tercihlere yönelme eğilimi artmış; özellikle daha yüksek kaliteli protein, diyet lifi, doymamış yağ asitleri ve biyoaktif bileşikler içeren "pseudo-tahıllar" (yalancı tahıllar) alternatif birer besin kaynağı olarak öne çıkmaya başlamıştır (Nandan vd., 2024). İnsan oğlunun yemek hazırlamada sıklıkla mısır, buğday ve pirinç gibi tahılları kullanması; bireylerin protein içeriği düşük, gluten içeriği yüksek karbonhidrat türlerinden zengin bir diyetle doğru kaymasına ve buna bağlı olarak da bireylerde obezite ve kalp hastalıkları gibi sağlık sorunlarının yaygınlığının artmasına neden olmaktadır (Bekkering ve Tina, 2019). Pseudo tahıllar içerdiği makro ve mikro bileşenler sayesinde son dönemde sürdürülebilir, gluten içermeyen, kaliteli protein kaynakları olarak giderek daha popüler hale gelmektedir (Vidaurre-Ruiz vd., 2023). Yalancı tahıllar olarak da bilinen pseudo-tahıllar, görünüm ve nişasta içeriği bakımından gerçek tahıllara benzerlik gösteren ancak botanik olarak çift çenekli bitkiler sınıfına ait olan besin kaynaklarıdır (Graziano vd., 2022). Bu bitkisel ürünler, yalnızca temel enerji sağlayıcı olarak değil, aynı zamanda sağlığa yönelik çeşitli fonksiyonel özellikleri nedeniyle de giderek daha fazla ilgi görmektedir. Yapılan çalışmalar, pseudo-tahılların hipolipidemik (kan yağlarını düşürücü), anti-inflamatuar, anti-hipertansif, antikanser ve hepatoprotektif (karaciğer koruyucu) etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu besinlerin obezite, diyabet gibi yaygın metabolik hastalıkların önlenmesi ve yönetiminde olumlu katkılar sunduğu da bilimsel olarak ortaya konmuştur. Bu kapsamda, pseudo-tahıllar sadece besleyici değerleriyle değil, aynı zamanda sağlık üzerine olan çok yönlü etkileriyle de fonksiyonel gıda kategorisinde değerlendirilmektedir (Nandan vd., 2024). Pseudo tahılların tohumları, makarna ve fırın ürünleri üretiminde, gluten içermeyen uygun un haline getirilebilmekte ve kullanılmaktadır. En popüler pseudo tahıllar kinoa (*Chenopodium quinoa Willd*), amarant (*AmaranthusL. spp.*), karabuğday (*Fagopyrum esculentum Moench*) ve Tatar karabuğdayı (bir diğer karabuğday türü) (*Fagopyrum tataricum (L.) Gaertn*)'dır (Pirzadah ve Malik, 2020).

Amarant, karabuğday ve kinoa gibi pseudo tahıllar, buğday, pirinç ve mısır gibi geleneksel tahıllara kıyasla daha yüksek protein içeriği, kaliteli bir amino asit örüntüsü, doymamış yağ asitleri içeriği, iyi bir diyet lifi içeriği ve temel mikro besin maddeleri içeriğine sahiptir (Ugural ve Akyol, 2022). Pseudo tahıllar; demir, kalsiyum ve çinko gibi temel minerallerin yanı sıra, fenolik bileşikler, flavonoidler, karotenoidler ve prebiyotikler gibi çeşitli fitokimyasallar açısından buğday ununa kıyasla daha zengin bir içeriğe sahiptir. Bu özellikleri sayesinde, besinsel açıdan yüksek değer taşıyan ve sağlık üzerine olumlu etkiler sunan alternatif un kaynakları olarak değerlendirilmektedir. Ancak, pseudo tahılların doğal olarak gluten içermemesi, gıda endüstrisinde özellikle yapısal bütünlüğü ve elastikiyeti gluten sayesinde sağlanan ürünlerin üretiminde bazı teknolojik zorluklara yol açmakta ve yüksek kaliteli glutensiz ürünlerin geliştirilmesini sınırlandırmaktadır (Poshadri vd., 2023). Bu amaçla bu ürünlerle glutensiz ürün üretiminde nohut unu, soya fasulyesi unu, yer fıstığı unu, yumurta beyazı ve süt tozu gibi besinler kullanılarak, üretilen ürüne istenilen kalite kazandırılmaktadır (Hayit ve Gül, 2017). Pseudo tahıllar; işlevsel, sosyal, ekolojik ve ekonomik özelliklerinin yanı sıra besinsel açıdan zengin olmaları ve sert iklim koşullarına uyum sağlayabilme yetenekleri sayesinde kullanım açısından dikkat çekmektedir (Shahbaz vd., 2023). Bu çalışmada kısaca dört yalancı tahıl besin öğeleri açısından incelenmiş ve sağlık üzerine etkileri belirtilmiştir.

Pseudo Tahıllar

Dünya nüfusunun 2050 yılında 9,7 milyara ulaşması beklenmektedir. Bu doğrultuda, pseudo tahıllar, artan nüfusun besin ihtiyacını karşılamada ve gıda güvenliğini sağlamada potansiyel bir temel kaynak olarak değerlendirilmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), gıda güvenliğini; tüm bireylerin her zaman, aktif ve sağlıklı bir yaşam sürdürebilmeleri için gerekli olan yeterli, güvenli ve besleyici gıdaya fiziksel ve ekonomik açıdan erişebilme durumu olarak tanımlamaktadır. (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), 2015). Pseudo tahıllar, yalnızca yüksek biyolojik değere sahip protein kaynaklarının sınırlı olduğu ülkelerde besin değeri açısından değil, aynı zamanda gıda üretiminin kısıtlı olduğu durumlarda sosyoekonomik açıdan da önemli potansiyel faydalar sunan alternatif ürünlerdir. Dahası, çevresel bir bakış açısında değerlendirildiğinde, pseudo tahıllar doğal kaynak çeşitliliğini iyileştirebilir ve artırabilir niteliktedir. Olumsuz iklim koşullarında ekolojik uyum sağlama yeteneği ve yüksek besin değeri nedeniyle pseudo tahıllar ekonomik, sosyal, ekolojik, besinsel ve işlevsel bir üründür (Morales vd., 2021).

Kinoa

Kinoa, *Chenopodiaceae* familyasından, *Chenopodium* cinsinden, Şili, Peru, Ekvador ve Bolivya'nın And Dağları bölgelerine özgü bir bitkidir ve yetiştirilmesi binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Kinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*), ıspanak ve pancarla aynı olan *Chenopodiaceae* ailesine aittir ve *Chenopodium* cinsi dünya çapında yaklaşık 250 tür olarak tanımlanmıştır (Nandan vd., 2024). Kinoa'nın Güney Amerika'nın And bölgesinden geldiği ve buradan Peru, Ekvador ve Bolivya'ya dağıldığı; tuza, kuraklığa, soğuğa ve çoraklığa dayanıklı özelliklere sahip olduğu belirtilmektedir (Shahbaz vd., 2023). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (UNFAO) tarafından halkın temel besin ve diyet gereksinimlerini karşılayan bir bitki olarak tanınan tek besin maddesidir ve ilkel İnka uygarlığı arasında "tahılın anası" olarak da bilinmektedir (Ahmed vd., 2018). Pirinç, buğday ve mısır sırasıyla %56, %49 ve %36 biyolojik değere sahip iken kinoa %73 biyolojik değere sahiptir. Sığır eti yaklaşık %74 biyolojik değere sahiptir. Bu durum da kinoa'nın diyet değerinin bir et ürününün diyet değerine neredeyse eşit olduğu anlamına gelmektedir (Tang vd., 2015). Benzersiz viskozitesi ve donma kararlılığı nedeniyle kinoa nişastası çeşitli gıda ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır (Nandan vd., 2024).

Chia

Chia (*S. hispanica*) yıllık, çiçekli bir bitki olarak bilinir ve nane ailesi *Lamiaceae*'ye aittir. "Chia" kelimesi, yağlı anlamına gelen bir Nahuatl kelimesi olan "chian"dan türemiştir. Bu bitki Güney Amerika'da yeni tanınan bir ürün olup Kuzey Guatemala ve Güney Meksika'ya özgüdür ve çoğunlukla subtropikal ve ılıman bölgelerin dağlık alanlarında yetiştirilmektedir (Shahbaz vd., 2023). Chia tohumları büyük miktarda lif ve omega-3 yağ asitleri, yeterli miktarda protein ve çok sayıda önemli mineral ve antioksidan içermektedir. Chia tohumlarının, sindirim sağlığını desteklediği, kandaki omega-3 yağ asitleri düzeylerini artırdığı ve kardiyovasküler hastalıklar ile diyabet gibi kronik hastalıkların risk faktörlerini azaltmada potansiyel faydalar sunduğu bildirilmektedir. Chia tohumları iyi bir yağ, diyet lifi, mineraller, polifenolik bileşikler ve protein kaynağı olarak kullanılmaktadır (Nandan vd., 2024; Shahbaz vd., 2023).

Chia; musilaj, tam tohumlar, tohum yağı ve un formunda kullanılmaktadır. Chia tohumları tek başına veya salatalar, meyveler ve yoğurtlar gibi diğer gıda maddelerine eklenerek ve ayrıca kek, ekmek, granola barlar ve içeceklerin hazırlanmasında kullanılmaktadır (Shahbaz vd., 2023; Vuksan vd., 2007).

Amarant

Amaranthaceae familyası aynı zamanda "Amaranth familyası" olarak da anılır. *Amaranthus*, uzun ömürlü ve solmayan anlamına gelen bir Yunanca "Anthos" (çiçek) kelimesidir. Bu bitki çok hızlı büyür ve tropikal bölgelerde, daha düşük üretim fiyatı nedeniyle çok ucuz koyu yeşil renkli sebze olarak bilinmektedir. Bu özellikleri nedeniyle bu bitki yaygın olarak fakir halkın sebzesi olarak bilinmektedir. Amarant genellikle dünyanın ılıman, tropikal ve subtropikal bölgelerinde görülmektedir. Diğer yeşil sebzelerin aksine, başka yeşil sebze bulunmadığı yaz aylarında hasat edilmektedir (Shahbaz vd., 2023). Amarant, protein, karbonhidrat, lipit (özellikle omega 6 doymamış yağ asitleri), lif, vitamin, mineral ve polifenoller, tokoferoller, fitosteroller ve skualen dahil olmak üzere birçok biyoaktif madde açısından zengin bir kaynaktır (Nandan vd., 2024). Amarant, flavonoidler, pigmentler, fenolikler, karotenoidler ve C vitamini gibi doğal antioksidan bileşenleri bol miktarda içermektedir. Bu doğal antioksidan bileşenlere sahip ürün, kardiyovasküler hastalıklar, kanser, katarakt, ateroskleroz, retinopati, artrit, amfizem ve nörodejeneratif hastalıklar gibi çeşitli hastalıklara karşı savunma sağladığı belirtilmektedir (Sarker vd., 2020).

Amarantın, gelişmekte olan ülkelerdeki yoksul halk için özellikle protein açısından zengin besinler için ekonomik bir alternatif olabilen bir tahıl ürünü ve sebze olarak kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır. Tohumları tahıl olarak tüketilirken yaprakları sebze olarak tüketildiği için benzersiz bir bitki olarak belirtilmektedir. Amarant, gıda endüstrisinde krep, erişte, makarna, bisküvi, şekerleme, kurabiye vb. gibi birçok ürünün yapımında kullanılmaktadır (Shahbaz vd., 2023).

Karabuğday

Karabuğday, genellikle tahıl grubuyla ilişkilendirilen fakat tahıl olmayan, tahıl benzeri tohumlardır ve familyası *Polygonaceae*'dir. Dünya çapında tüketilen ve üretilen iki ana karabuğday türü vardır, bunlar tartar karabuğdayı (yeşil karabuğday, *Fagopyrum tataricum*) ve yaygın karabuğdaydır (*Fagopyrum esculentum*) (Nandan vd., 2024). Karabuğday, yalancı tahıllardan biridir ve dünyanın soğuk bölgelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Karabuğday çeşitleri çoğunlukla dağlık bölgelerde, özellikle Rusya ve Çin'de bulunmaktadır (Sofi vd., 2023). Adında buğday ifadesi yer almasına rağmen, bitki buğdayla bağlantılı değildir. Buğday yerine karabuğday, kuzukulağı, ravent ve düğüm otu ile ilişkilendirilmektedir. Karabuğday bitkisi, protein, karbonhidrat, diyet lifi, B grubu vitaminler, temel amino asitler ve mineraller bakımından zengin içeriğiyle hem

insanlar hem de hayvanlar için değerli bir besin kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, sahip olduğu fenolik bileşikler sayesinde etkili bir antioksidan kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Bu pseudo tahılda bazı anti-besinsel faktörler bulunsa karabuğday, hayvan ve insan sağlığına yardımcı olmak için değerli besin bileşenleri içermesi sebebiyle insan beslenmesinde ve hayvan yemi üretiminde etkili bir ürün olarak değerlendirilebileceği bildirilmektedir (Shahbaz vd., 2023).

Karabuğday tohumları, genellikle kahvaltılık gevreklerin üretiminde kullanılmakta olup; yulaf ezmesi, un ve ekmeğe gibi fırıncılık ürünleri ile birlikte çay, bal ve filizlenmiş formları gibi zenginleştirilmiş ürünlerde de yaygın olarak değerlendirilmektedir (Hayıt ve Gül, 2017). Karabuğday ve yan ürünlerinin çeşitli sağlık yararları (hipokolesterolemik, hipoglisemik, antikanser ve anti-inflamatuar) fonksiyonel gıda formülasyonu potansiyelini artırdığı ve tarımsal, endüstriyel ve farmasötik kullanımları artarak üretiminin geliştiği belirtilmektedir (Dizlek vd., 2009; Hayıt ve Gül, 2015; Sofi vd., 2023).

Pseudo Tahılların Kimyasal Bileşenleri

Tüm pseudo tahıllar mısır, buğday ve pirinçten daha yüksek protein ve lipit içeriğine ve daha düşük karbonhidrat içeriğine sahiptir. Tahıl tanelerinin aksine pseudo tahıllar, diyet lifi, doymamış yağ asitleri, lignanlar, antioksidanlar, flavonoidler, polifenoller, fitosteroller, mineraller, vitaminler, yüksek sindirilebilirlik ve biyoyararlanımlı dengeli amino asit bileşimine sahip yüksek kaliteli proteinler ve temel mikro besinler dahil olmak üzere biyoaktif bileşikler açısından zengin ürünlerdir (Nandan vd., 2024). Aşağıda pseudo tahılların Beslenme Bilgi Sistemleri (BeBiS 9) programından elde edilen makro ve mikro besin öğeleri verilmiştir (Bebis, 2021).

Pseudo tahılların protein içerikleri (100g üründe) yüksekten düşüğe göre sırasıyla çiya (chia), amarant, kinoa ve karabuğdaydır. Omega 3 içeriği bakımından ise en zengin olan ürün çiyadır (17,8 g/100g). Ayrıca çiyanın 100 g tüketilmesi ile 34,4 gram lif sağlanmakta olup bu değer yetişkin bir bireyin ihtiyaçlarını tam olarak karşılamaktadır (Tablo 1).

Pseudo tahılların elzem amino asit örüntüsü incelendiğinde en yüksek elzem amino asit miktarına kinoanın (6,7g/100g) sahip olduğu, bunu 6,5g/100g ile amarantın takip ettiği görülmektedir. Pseudo tahıllar arasında elzem amino asit toplam miktarı en düşük olan ve elzem amino asitlerinin tamamını içermeyen sadece Chia'dır (Tablo 2).

Tablo 1.
Pseudo tahılların makro besin öğeleri içerikleri (100g) (BeBiS, 2021).

Besin öğeleri	Karabuğday	Amarant	Kinoa	Chia
Enerji (kcal)	343,5	385,0	355,6	486,1
Protein (g)	9,8	14,4	12,2	16,5
Yağ (g)	1,7	6,5	5,9	30,7
Karbonhidrat (g)	71,0	66,2	62,4	42,1
Lif (g)	3,7	9,3	6,9	34,4
Tekli doymamış yağ asidi (g)	0,5	1,5	1,3	2,3
Çoklu doymamış yağ asidi (g)	0,6	2,9	2,6	23,7
C18:3 yağ asidi (omega 3) (g)	0,1	0,1	0,2	17,8

Tablo 2.
Pseudo tahılların amino asit içerikleri (100g) (BeBiS, 2021).

Besin öğeleri	Karabuğday	Amarant	Kinoa	Chia
Lizin (mg)	539,0	747,0	860,0	1,0
Valin (mg)	613,0	679,0	633,0	1,0
Lösin (mg)	613,0	879,0	930,0	1,0
İzolösin (mg)	455,0	582,0	718,0	1,0
Fenilalanin (mg)	381,0	542,0	530,0	1,0
Triptofan (mg)	158,0	181,0	165,0	0,0
Metiyonin (mg)	177,0	226,0	188,0	1,0
Treonin (mg)	437,0	558,0	590,0	1,0
Histidin (mg)	204,0	389,0	368,0	1,0
Arjinin (mg)	901,0	1060,0	1103,0	2,0
Elzem amino asit toplamı (g)	4,9	6,5	6,7	0,009
Elzem olmayan amino asit toplamı (g)	4,9	7,8	5,7	0,0
Bitkisel protein toplamı (g)	9,8	14,4	12,2	16,5

Proteinler

Proteinler dokuların inşası ve bakımı, enzimlerin, hormonların ve antikorların oluşumu, kas gücü ve metabolik süreçlerin düzenlenmesinde rol oynamaktadır. Amino asitler, nitrojene ek olarak vücuda kükürt bileşikleri sağlar. Lipoprotein formunda, trigliseritlerin, kolesterolün, fosfolipitlerin ve yağda çözünen vitaminlerin taşınmasında rol oynarlar (Filho vd., 2017).

Dünyadaki bazı popülasyonlar için, özellikle hayvansal proteini nadiren tüketen kişiler için, diyetlerine yüksek kaliteli protein eklemek bir sorundur; bu kişiler bunları tahıllardan, baklagillerden ve pseudo tahıllardan almalıdır (Filho vd., 2017). Pseudo tahılların, dünyanın protein kaynaklarının az olduğu bölgelerinde ve gıda üretiminin yetersiz kaldığı, sosyoekonomik açıdan düşük ülkelerde besin değeri açısından tahıllara ve diğer gıda ürünlerine bir alternatif olabileceği belirtilmektedir (Ahmad vd., 2022; Cumbane vd., 2022; Morales vd., 2021).

Pseudo tahıllar, tahıllarla karşılaştırıldığında daha yüksek miktarda ve kalitede proteine sahiptir. Çeşitliliğe bağlı olarak, amarant, kinoa ve karabuğdaydaki protein içerikleri sırasıyla %13,10-21,50, %8,01-22,01 ve %5,7-18,9 arasında değişmektedir. Tahıl taneleriyle karşılaştırıldığında, amarant, kinoa ve karabuğdaydaki proteinler çoğunlukla globulin ve albümin, küçük bir oranda prolaminlerden oluşur ve daha yüksek lizin, metiyonin ve sistein içeriğiyle kaliteli bir amino asit dengesine sahiptir. Özellikle, amarant ve kinoa, tahıllarda sınırlı olan lizin zengin kaynaklarıdır. Ek olarak, pseudo tahıllardaki yüksek arginin ve histidin seviyeleri onları bebek ve çocuklar için uygun besin haline getirmektedir (Nandan vd., 2024).

Kinoa tohumları, proteinlerinin kalitesi ve besin içeriği nedeniyle yeni bir besin kaynağı olarak dikkat çekmektedir. Özellikle lizin açısından zengindir ve bu da onu çoğu tahıl ve sebzededen daha protein açısından zengin bir besin yapmaktadır, özellikle amino asit bileşimi FAO (Gıda Tarım Örgütü) tarafından önerilen ideal protein dengesine yakın ve süte benzerdir. Kinoa tanesindeki protein içeriği %13,8 ile %16,5 arasında değişirken, ortalama %15' dir. Pirinç, mısır, arpa ve buğday gibi geleneksel tahıllarla karşılaştırıldığında daha yüksek seviyelerde toplam protein, metionin ve lizin içermektedir (Filho vd., 2017).

Sarker vd. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, amarant bitkisinin farklı genotiplerinde protein miktarlarının değişkenlik gösterdiği ve bu değerlerin 23,11 g/kg ile 54,98 g/kg arasında değiştiği rapor edilmiştir.

Karabuğday tohumları, dengeli amino asitlere sahip proteinlerin iyi bir kaynağıdır ve albüminler, globulinler, prolaminler ve glutelinler içermektedir. Karabuğday, çeşide, kaynağa ve iklim koşullarına bağlı olarak önemli bir protein (%8,5-%18,8) kaynağıdır. Karabuğday proteinleri glutenden

arındırılmış olup, çölyak hastalığı olan kişiler tarafından kabul edilebilir bir ürün olarak değerlendirilmektedir. Karabuğday lösini, fenilalanin, lizin, treonin, izolösini, sistein gibi elzem aminoasitlerden ve asparagin açısından zengin bir kaynaktır (Sofi vd., 2023).

Proteinin besin kalitesi, esansiyel amino asitlerin oranıyla belirlenmektedir. Bu amino asitlerden yalnızca biri sınırlıysa, diğerleri de tam olarak emilemeyecektir, bu da diyet proteininin kaybına neden olacaktır. Dokuz amino asit yetişkin insanlar için elzemdir: fenilalanin, izolösini, lösini, lizin, metiyonin, treonin, triptofan, valin ve histidin (çocukluk çağında esansiyel) (Dünya Sağlık Örgütü (WHO), 2007). Bu amino asitler kinoa'da bulunur (Vega-Gálvez vd., 2010). Dolayısıyla kinoa, Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından belirlenen değerlere yakın değerlerde insan yaşamı için gerekli tüm aminoasitleri sağlayan, kükürtlü aminoasitler ve lizin açısından zengin, kaliteli bir aminoasit dengesine sahip ender bitkisel besinlerden biridir ve özellikle lizin açısından yetersiz olan tahılların protein içeriğinin aksine, yüksek kaliteli bir protein ürünü olarak kabul edilebilmektedir (Filho vd., 2017).

Chia'da iyi protein içeriğine sahip bir diğer pseudo tahıldır. 100 gramında 16,54 gram protein içermektedir. Yetişkinler için elzem aminoasit örüntüsü tahıllara göre daha yüksektir (Alasalvar vd., 2021). Chia tohumları ağırlığının yaklaşık %18-24'ünü oluşturan bitkisel proteinin iyi bir kaynağıdır. Amino asit bileşiminin analizleri arasında en büyük içeriklerin arginin, lösini, fenilalanin, valin ve lizin olduğu belirtilmektedir (Kulczyński vd., 2019).

Karbonhidratlar

Kinoa, büyük ölçüde nişasta ve az miktarda şeker içeren yüksek karbonhidrat içeriğiyle dikkat çeken nişastalı bir ham madde olarak tanımlanabilir. Bununla birlikte, özellikle yüksek kaliteli protein içeriği sayesinde, besin değeri açısından zengin ve tam bir gıda kaynağı olarak kabul edilmektedir (Filho vd., 2017). Nişasta kinoa'nın ana karbonhidrat bileşenidir ve %52 ile %69 arasında bulunur. Toplam diyet lifi tahıllarda bulunan değere yakındır (%7-%9,7). Çözünebilir lif içeriğinin %1,3 ila %6,1 arasında olduğu bildirilmektedir. Kinoa çoğunluğu maltoz olmak üzere yaklaşık %3 basit şeker, ardından D-galaktoz ve D-riboz ve düşük seviyelerde fruktoz ve glikoz içermektedir (Abugoch, 2009).

Kinoa, buğdayda bulunan gluten oluşturan proteinler olan gliadinler ile arpa, çavdar, yulaf ve malt gibi tahıllarda bulunan benzer protein fraksiyonlarını içermemesi nedeniyle, halk arasında "glutensiz" olarak adlandırılan ürünlerin üretimi için uygun bir hammadde olarak değerlendirilmektedir. Bu özelliği, özellikle çölyak hastaları için daha besleyici ve çeşitlilik sunan glutensiz gıda seçeneklerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Filho vd., 2017).

Nişasta, karabuğday tanelerinde %60 ila %70 arasında bulunan ana karbonhidrat kaynağıdır. Amiloz ve amilopektin, karabuğday nişastasında sırasıyla %25 ve %75 oranında bulunur. Karabuğday diğer pseudo tahıllardan daha fazla nişasta içeriğine sahiptir ve karabuğdayın kalori içeriği (343 cal/100 gr) tahıl ve baklagillere benzerdir. Diyet lifi, karabuğdayın ana bileşeni olup, diğer pseudo tahıllardan daha yüksektir ve tahıl tanelerine benzerdir. Karabuğdayın farklı işlenmiş fraksiyonlarında diyet lifi içeriğinin değişkenlik gösterdiği belirtilmektedir; bu oran kabuksuz formda %23,8'e, kabuklu formda ise %10,3'e kadar ulaşabilmektedir. Ayrıca bu konsantrasyonların, karabuğday çeşitleri arasında da farklılık gösterdiği ifade edilmektedir (Sofi vd., 2023).

Chia tohumları yaklaşık 30-34 g/100 g diyet lifi içerir; bunun yaklaşık %85-93'ünü çözünmeyen fraksiyon, yaklaşık %7-15'i ise çözünür diyet lifi formundadır. Diyet lifi içeriği açısından chia tohumları kurutulmuş meyveleri, tahılları veya kuruyemişleri geride bırakmaktadır (Kulczyński vd., 2019).

Yağlar

Kinoa tohumlarındaki lipitler yenilebilir bitkisel yağ olarak yüksek kaliteye sahiptir. Lipit bileşiminde soya fasulyesi yağına benzer yağ asitleri bulunmaktadır. Kinoa, lipid fraksiyonunun kalitesi ve miktarı nedeniyle alternatif bir yağ tohumu ürünü olarak kabul edilmiştir. Kinoa, linoleik ve α -linolenik gibi temel yağ asitleri açısından zengin olup %2,0-%9,5 arasında ortalama %7 yağ içeriğine sahiptir. Bu değer tahıl tanelerinden yüksek, soya fasulyesinden (%19) düşüktür. Kinoa da bulunan en önemli doymuş yağ asidi palmitiktir ve bu, mevcut toplam yağ asitlerinin yaklaşık %10'una karşılık gelir. Doymamış yağ asitleri oleik (%19,7 ila %29,5), linoleik (%49,0 ila %56,4) ve linoleniktir (%8,7 ila %11,7) ve bunlar kinoa yağında bulunan toplam yağ asitlerinin %87,2 ila %87,8'ini oluşturur ve bu da soya yağı bileşimine benzerdir (Filho vd., 2017).

Chia tohumları, çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) kaynağı olduğu bilinen yağ içeriği nedeniyle diğer pseudo tahıllardan farklı bir özelliğe sahiptir. Chia tohumlarından elde edilen yağ, diğer tanımlanmış doğal kaynaklardan daha fazla alfa-linolenik asit (ALA) ve omega-3 yağ asidi içerdiği için üstün bir yağ kaynağı olduğu belirtilmektedir (Da Silva Marineli vd., 2014).

Karabuğdaydaki lipitler düşüktür ancak çeşitli fizyolojik aktivitelerde iyi bir öneme sahip olduğu belirtilmiştir ve lipit içeriği %1,5 ile %3,7 arasında değişmektedir (Ruan vd., 2020). Karabuğdaydaki lipitler, %81-85 oranında nötr lipitler, %8-11 oranında fosfolipitler ve %3-5 oranında glikolipitler olarak sınıflandırılır. Karabuğday, kalp hastalıkları, kanser, inflamasyon ve diyabet gibi hastalıklara karşı sağlık yararları olan doymamış yağ asitlerinin zengin bir kaynağıdır (%74,5-79,3) (Ruan vd., 2020). Doymamış yağ asitleri karabuğday

tohumunun embriyosunda yoğunlaşmıştır ve palmitik, oleik ve linoleik en yaygın yağ asidi türleri olup karabuğday tohumlarında %87,3-88'i temsil etmektedir (Sofi vd., 2023).

Yaygın tahıllarla karşılaştırıldığında kinoa (%4,0-7,6), karabuğday (%0,7-7,4) ve amarant (%3,24-10,9) daha yüksek yağ konsantrasyonlarına sahiptir (Coțovanu vd., 2020). Amarant, kinoa ve karabuğdaydaki toplam doymuş yağ asidi içerikleri düşüktür ve sırasıyla toplam yağların %20,1 ila %30,9'u, %15,5-29,0'i ve %18,8-19,5'i arasında değişmektedir. Buna karşılık, amarant, kinoa ve karabuğdaydaki doymamış yağ asitleri toplam lipitlerin sırasıyla %61,0-87,3'ünü, %70-89,4'ünü ve %80,1-80,9'unu oluşturmaktadır (Nandan vd., 2024). Ayrıca pseudo tahıllarda filizlendirme uygulamasının yapılmasının omega 3 yağ asitleri konsantrasyonunun artmasını sağladığı bildirilmektedir (Majzooobi vd., 2023).

Vitaminler

Kinoa yüksek seviyede vitamin ve mineral içermektedir. İçeriğinde B vitamini kompleksini, E ve C vitaminlerini yüksek seviyelerde içermektedir. Kinoa yağında bulunan tokoferol konsantrasyonları 797,2 ppm γ -tokoferol ve 721,4 ppm α -tokoferoldür. Bu seviye mısır yağında bulunan seviyeden biraz daha yüksektir ve bu da maddenin antioksidan potansiyeli nedeniyle kinoa yağının uzun bir raf ömrüne sahip olmasını sağlamaktadır. Ayrıca, E vitamini gibi α -tokoferol içeriği de çok önemlidir çünkü hücre zarı seviyesinde doğal bir antioksidan görevi görerek yağ asitlerini serbest radikallerin verdiği hasara karşı korumaktadır (Abugoch, 2009; Filho vd., 2017). Chia ise bazı vitaminler bakımından, özellikle B₁ vitamini (0,6 mg/100 g), B₂ vitamini (0,2 mg/100 g) ve niasin (8,8 mg/100 g) bakımından oldukça zengin bir pseudo tahıldır (Kulczyński vd., 2019).

Amarant folat ve riboflavin gibi suda çözünen vitaminlerden zengindir. Amaranttan üretilen temel gıdalar incelendiğinde ekmekte 35,5 μ g/100 g, kurabiyede 36,3 μ g/100 g ve eriştede 38,9 μ g/100 g toplam folat içeriği olduğu, buğday kullanıldığında ise ekmeğin sadece 12,0 μ g/100 g folat içerdiği bildirilmiştir (Schoenlechner vd., 2010). Amarant ununda riboflavin içeriği 0,29–0,32 mg/100 g aralığında olup buğdaydan yaklaşık 10 kat daha yüksektir (Rollan, Gerez ve Leblanc, 2019).

Kinoa tanesinin vitamin içeriğine yönelik çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, 100 gramlık porsiyonunun hem çocukların hem de yetişkinlerin günlük gereksinimlerini karşılayabilecek düzeyde önemli miktarda piridoksin (B₆ vitamini) ve folik asit içerdiği bildirilmektedir. Yapılan bir çalışmada 100 g kinoa da riboflavin içeriğinin çocukların günlük ihtiyaçlarının %80'ini, yetişkinlerin ise günlük ihtiyaçlarının %40'ını karşıladığı bildirilmiştir (Abugoch, 2009). Niasin içeriği incelendiğinde ise günlük ihtiyaçları karşılamaz iken

yine de önemli bir diyet kaynağı olduğu belirtilmektedir. Tiamin (B₁) değerleri yulaf veya arpadaki değerlerden daha düşüktür ancak riboflavin (B₂), piridoksin (B₆) ve folik asit değerleri buğday, yulaf, arpa, çavdar, pirinç ve mısır gibi çoğu tahılda bulunan değerlerden daha yüksektir. Dahası, kinoa daha önce açıklandığı gibi buğdaydan daha yüksek olan iyi bir E vitamini kaynağıdır (Filho vd., 2017).

Karabuğday tanesi B vitamini kompleksleri ile A, C ve E vitaminlerinin zengin bir kaynağıdır. Tiamin, riboflavin, niasin, pantotenik asit ve piridoksin vitaminleri karabuğday tanesinin 100 gramında sırasıyla 0,22, 0,1, 1,8, 1,1 ve 0,17 mg'dır. Karabuğday tanelerindeki doğal antioksidan olan E vitamini (tokoferol) konsantrasyonunun 140,1 µg/g'a kadar çıktığı belirtilmektedir (Sofi vd., 2023). Yapılan bir çalışmada karabuğdayda 5 mg/100 g C vitamini içeriği bildirmiş ve çimlenmeden sonra C vitamini seviyelerinin 25 mg/100 g'a yükseldiği bildirilmiştir (Zhou vd., 2015).

Mineraller

Mineraller, çeşitli metabolik süreçlerde ve makro besinlerin biyosentezinde önemli bir rol oynayan insan sağlığı için gerekli olan temel mikro besinlerdir. Tahıllar demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu), selenyum (Se) ve magnezyum (Mg) gibi bazı mineraller açısından zengindir; ancak fitik asidin şelatlama etkileri nedeniyle bu minerallerin biyoyararlanımı düşüktür ve bu nedenle yaygın olarak tahılların tüketimi ile gerekli miktarda mineral sağlanamaz. Pseudo tahıllar tahıllara göre daha fazla mineral içeriğine sahiptir ve pseudo tahılların biyoyararlanımı tahıllara göre daha yüksektir. Ayrıca filizlendirme işlemleri hem tahıllarda hem de pseudo tahıllarda minerallerin biyoyararlanımını artırmaktadır. Mineral biyoyararlanımındaki artış, filizlenme süreci sırasında artan fitaz aktivitesinden kaynaklanır ve bu da fitatları parçalayarak minerallerin serbest hale gelmesini sağlamaktadır (Majzoobi vd., 2023).

Kinoa kalsiyum, magnezyum, demir, potasyum, fosfor, manganez, çinko, bakır ve sodyum gibi mineralleri bileşiminde bulundurmaktadır. Kalsiyum ve demir miktarı yaygın olarak kullanılan tahıllardakinden önemli ölçüde daha yüksektir. Kinoa tanesi, biyoyararlanımı yüksek formlarda bulunan kalsiyum, magnezyum ve potasyum mineralleri açısından zengin olup, bu içerikleri sayesinde dengeli bir insan diyeti için yeterli düzeyde mineral desteği sağlamaktadır. Farklı kinoa taneleri farklı oranlarda mineral içeriklerine sahiptir. Bu sebeple yapılan çalışmalarda kalsiyum miktarları 860-1487 mg/kg olarak bildirilmektedir (Filho vd., 2017).

Amarant kalsiyum, magnezyum, demir, potasyum, manganez, çinko ve bakır gibi mineralleri bileşiminde içermektedir. Farklı amarant genotiplerde bu mineraller farklı oranlarda bulunmaktadır. Amarant çeşitlerinin potasyum miktarı 5,86- 10,46 arasında, kalsiyum miktarı

20,82 ila 34,82 arasında ve magnezyum miktarı 24,51- 31,13 arasında değişmektedir (Sarker vd., 2022).

Karabuğdaydaki mikro besinler tahıl tanelerinden daha yüksektir ve konsantrasyonları esas olarak tohum kabuğu, gövde ve aleuron katmanlarıyla sınırlıdır. Fosfor, potasyum, magnezyum ve kalsiyum gibi makro mineraller karabuğdayda yeterli seviyelerde bulunurken, demir, manganez ve çinko gibi mineraller daha düşük konsantrasyonlardadır (Sofi vd., 2023).

Chia tohumları ise birçok minerali sağlamaktadır; fakat fosfor (860–919 mg/100 g), kalsiyum (456–631 mg/100 g), potasyum (407–726 mg/100 g) ve magnezyum (335–449 mg/100 g) en yüksek miktarlarda bulunan minerallerdir (Kulczyński vd., 2019).

Diğer bileşenler (Biyoaktif bileşenler)

Psödotahtıllar, diyetteki önemli fitokimyasal kaynaklardır. Fenolik bileşikler genel olarak dört sınıfa ayrılır; fenolik asitler (benzoik veya hidroksisinnamik asit türevleri), flavonoidler (flavonoller, flavonlar, izoflavonlar, flavanonlar ve antosiyanidinler), stilbenler ve lignanlardır.

Karabuğday, kinoa ve amarant gibi pseudo tahılların, yüksek düzeyde polifenoller, antosiyaninler ve flavonoidler içerdikleri bildirilmekte olup, bu bileşenler söz konusu ürünlerin önemli biyoaktif özellikler taşımasına katkı sağlamaktadır. En yüksek fenolik bileşik miktarı kinoa'da (490,2 mg/kg DW), daha sonra biraz daha düşük olarak amarantta (464 mg/kg) bildirilmektedir (Rollan, Gerez ve Leblanc, 2019). Chia tohumları yüksek biyolojik aktivite ile karakterize edilen özellikle ilginç fitokompakt gruplarının zengin bir kaynağıdır. Bunlar özellikle polifenollerdir: gallik, kafeik, klorojenik, sinamik ve ferulik asitler, kuersetin, kaempferol, epikateşin, rutin, apigenin ve p-kumarik asit gibi. Daidzein, glisitein, genistein ve genistin gibi izoflavonların ise az miktarda bulunduğu bildirilmektedir (Kulczyński vd., 2019).

Son zamanlarda, özellikle hücre zarlarının korunması için, dokulardaki serbest radikalleri ve oksidasyon zincir reaksiyonlarını inhibe etmede önemli bir rol oynayabilen, sinirsel işlevlerde kanıtlanmış başarısı olan, kanser, kardiyovasküler hastalık ve osteoporoz gibi oksidatif stresle ilişkili çeşitli dejeneratif hastalık riskini azaltan doğal antioksidanlara büyük ilgi gösterilmiştir (Nsimba vd., 2008). Tahıllar ve pseudo tahıllar arasında karabuğdayın polifenoller açısından en iyi kaynaklardan birisi olduğu, kuersetin, apigenin ve luteolinin başlıca flavonoid glikozitleri olduğu bildirmiştir. Kinoa tohumları da esas olarak kuersetin ve kaempferol glikozitlerinden oluşan zengin bir flavonoid kaynağıdır. Amarant tohumlarında ise kafeik asit, p - hidroksibenzoik asit ve ferulik asit başlıca bulunan fenoliklerdir (Alvarez-Jubete vd., 2010).

Pesudo tahılların biyoaktif bileşikleri ve antioksidan aktivitesinin genellikle filizlenme sırasında arttığı bildirilmektedir. Karbonhidratlar ve proteinler gibi diğer bileşenlerin filizlenme sırasında kaybı da toplam fenolik bileşikleri artırabilmektedir (Majzooobi vd., 2023). Amarant, kinoa ve karabuğdayın antioksidan aktivitesinin filizlenme sürecinde önemli ölçüde arttığı belirtilmektedir. Kinoa ve karabuğdayın filizlenmesinin ardından toplam fenolik içeriğinin iki katına ve amarantta ise dört katına çıktığı bildirilmektedir. Benzer filizlenme koşulları altında, karabuğday en yüksek toplam fenol içeriğine sahip iken bunu kinoa ve amarantın takip ettiği bildirilmektedir (Dumitru vd., 2021).

Kinoa α - ve γ -tokoferol gibi yüksek konsantrasyonlarda antioksidanlar içermektedir (Filho vd., 2017). Skualen ve fitosteroller, tokoferollerle birlikte gıdalarda bulunan sabunlaştırılmayan lipit fraksiyonunun temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Skualen, kolesterol biyosentezinde bir ara madde olarak görev yapmakta olup, tüm yüksek organizmalar tarafından sentezlenen ve insan sağlığı açısından çeşitli yararlı biyolojik etkilere sahip olduğu bilinen doğal bir triterpendir. Kinoa içinde 33,9 -58,4 mg/100 g arasında skualen bulunur. Bu, tüm steroid ailesinin biyokimyasal öncüsüdür ve etkili antioksidan aktivitesine ek olarak, tokotrienollerin özellikle sağlıklı bir kardiyovasküler sistemin korunmasında ve kanser korumasında olası bir rolde olmak üzere diğer önemli işlevleri vardır (Abugoch, 2009).

Polifenolik bileşikler (flavonoidler ve fenolik asitler) karabuğdaydaki biyoaktif bileşenlerdir ve karabuğdayın nutrasötik potansiyelini artırmaktadır. Karabuğday, rutin, izoorientin, kuersetin, izoviteksin, viteksin ve orientin gibi flavonoidlerin zengin bir kaynağıdır. Tüm pseudo tahıllar arasında rutin bileşeni yalnızca karabuğdayda bulunur ve daha yüksek antioksidan, anti-inflamasyon ve antikanser özelliklere sahiptir (Sofi vd., 2023).

Fitosteroller anti-inflamatuar, antioksidan ve antikarsinojenik etki gibi farklı biyolojik etkilere sahiptirler. Kinoa'da bulunan fitosterolin bazıları sırasıyla 63,7 mg/100 g β -sitosterol, 15,6 mg/100 g kampesterol ve 3,2 mg/100 g stigmaterol olup bunlar bitkilerde en bol bulunan sterollerdir. Bu düzeyler kabak çekirdeği, arpa ve mısırdaki bulunanlardan daha yüksek, ancak mercimek, nohut ve susam tohumlarındakilerden daha düşüktür. Önerilen doz, doğal kaynaklar dahil olmak üzere günde 0,8-1,0 g fitosterol eşdeğeridir ve bunlar sağlıklı bir kalbi korumaya yardımcı olan düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) etkisinin azaltılmasında önemli bileşenlerdir (Ryan vd., 2007; Abugoch, 2009).

Emilimi zorlaştırıcı ajanlar

Bitkilerin beslenmede besin kaynağı olarak kullanılmasından kaynaklanan temel sorunlardan biri, ikincil bitki metabolizmasından türetilen bazı bileşiklerin varlığıdır. "Anti-besin faktörü" terimi, çok çeşitli bitkisel gıdalarda bulunan ve tüketildiğinde besin değerlerini azaltan,

sindirilebilirliklerini, emilimlerini veya besin kullanımını etkileyen ve yüksek konsantrasyonlarda alındığında sağlık üzerinde zararlı etkilere neden olabilecek bu bileşik sınıfını tanımlamak için kullanılmıştır. Bu nedenle, besin değerlerine müdahale eden bileşikler belirlemek için geleneksel ve geleneksel olmayan bitki kullanımının anti-besin faktörleri üzerinde çalışmalar yapılması esastır. Farklı sebzelerde çeşitli tipte anti-besinsel faktörler tanımlanmıştır. Kinoa tohumunda tanımlanan anti-besinsel faktörler saponinler, fitik asit, tanenler, nitratlar, oksalatlar ve tripsin inhibitörleridir. Bu maddeler tahılın dış katmanlarında daha yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Ancak kinoada bulunabilecek potansiyel anti-besinsel faktörler üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır ve bu bileşenlerin beslenmeye etkili biçimde dahil edilmesi sürecinde besinsel kaliteyi olumsuz yönde etkileyebilecek anti-besinsel ve/veya toksik etkileri hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır. Kinoa tanesi, genellikle tanenin dış katmanlarında (episperm) bulunan ve onu kuşlardan ve böceklerden koruyan saponine sahiptir. Kinoa'da dört ana saponin vardır. Bunlar sırasıyla; oleanolik asit, hederagenin, fitolaksajenik asit ve 30-O-metil-espergulagenat'dır (Filho vd., 2017). Bunlar metanol veya suda çözünür ve kırmızı kan hücrelerinin hemolizine neden olan toksik özelliklere sahiptir. Bu toksite saponin türüne ve alıcı organizmanın duyarlılığına bağlıdır. Bununla birlikte, soğukkanlı hayvanlar için son derece toksik olmalarına rağmen, memelilerde oral toksisite düşüktür ve proteinin besin kalitesi üzerinde herhangi bir olumsuz etki yaratmaz. Bazı saponinlerin, demir ve çinko gibi minerallerle kompleks oluşturarak bu elementlerin biyoyararlanımını azalttığı bilinmektedir; ancak A, E ve D₃ vitaminleri ile benzer komplekslerin oluştuğuna dair yeterli bilimsel kanıt bulunmamaktadır. Yüksek negatif yükü nedeniyle fitik asit, kalsiyum, demir, magnezyum, çinko ve bakır gibi iki değerlikli mineralleri ve nişasta, protein ve enzimi şelatlayarak bu bileşenlerin biyoyararlanımını tehlikeye atan anti-besinsel eylemin bir bileşeni olarak kabul edilmiştir (Jancurová vd., 2009). Kinoa'daki fitik asit miktarı tahıllardakinden daha yüksek olmasına rağmen, kemiklerden kalsiyumun çekilmesine veya demir emiliminde herhangi bir olumsuz etki belirtilmemiştir. Ayrıca pseudo tahıllarda fitik asit içeriği, ıslatma, çimlendirme ve fermantasyon ile önemli ölçüde azaltılabilmektedir (Filho vd., 2017). Yapılan bir çalışmada, glutensiz unların/malzemelerin değişken fitat konsantrasyonlarına sahip olduğunu belirtilmiştir; pirinç %0,12, darı %0,25, amarant %0,47, teff %0,70, acı bakla %0,77, mısır %0,92, yulaf %1,13, kinoa %1,18 ve soya fasulyesi %1,33 (Arendt vd., 2011).

Tanenler, bitki aleminde yaygın olarak bulunan ve doğal olarak dağılım gösteren polifenoller grubuna dahil bileşiklerdir. Bu bileşikler, proteinler ve nişasta gibi makromoleküllerle kompleks oluşturma yetenekleri nedeniyle istenmeyen biyolojik etkilere yol açabilir ve bu

durum, gıdaların besin değerinde azalmaya neden olabilir. Tanenlere atfedilen diğer olumsuz etkiler arasında, enzimatik esmerleşme reaksiyonları yoluyla gıdada istenmeyen renk değişimlerine neden olmaları, büzücü özellikleri nedeniyle tat kalitesini düşürmeleri ve bağırsak mukozasına zarar vererek demir, glikoz ve B₁₂ vitamini emilimini olumsuz yönde etkilemeleri yer almaktadır. Tanenler kinoa tohumlarında az miktarda bulunur (%0,53). Proteaz inhibitörleri, doğada yaygın olarak dağılmış, proteolitik enzimlerle çok kararlı kompleksler oluşturan proteinlerdir (Filho vd., 2017). Kinoa tohumlarındaki proteaz inhibitörlerinin konsantrasyonu 50 ppm'den azdır. Kinoa, yaygın olarak tüketilen tahıllarda bulunanlardan çok daha düşük miktarda tripsin inhibitörleri içerir ve bu nedenle büyük endişeler oluşturmazlar (Vega-Gálvez vd., 2010).

Nitratlar (NO₃) tüm bitkilerde bulunur ve normal büyümeleri için gerekli azot kaynağıdır. Bazı bitkiler, emilim metabolik ihtiyaçlarını aştığında bu maddeyi köklerinde ve sürgünlerinde biriktirir. İnsan vücudunda nitratlar A vitamini metabolizmasına ve tiroid bezinin işlevlerine müdahale eder. Bunlar nitritlere indirgenebilir ve emildikten sonra metmiyogloblin oluşumu nedeniyle siyanoz oluşturabilir veya ikincil ve üçüncül aminlerle reaksiyona girerek potansiyel olarak kanserojen N-nitröz bileşiği oluşturabilir (Filho vd., 2017). WHO tarafından önerilen nitrat iyonları ve nitritin kabul edilebilir günlük alımı (ADI) sırasıyla vücut ağırlığı başına 3,7 ve 0,06 mg/kg'dır (WHO, 2002). Kinodaki nitrat seviyeleri (63,26 mg/100g) ıspanak, marul, turp gibi sebzelerde bildirilen değerden iki kat daha düşüktür. Bu durum kinoa'nın diyet ve sağlık açısından hiçbir dezavantajı olmadığını ortaya koymaktadır (Filho vd., 2017).

Oksalat toksik bir maddedir ve büyük bir sağlık riski oluşturur. Genellikle ıspanak, pancar, pazı, domates, fındık ve kakao gibi sebzelerde bulunur. İnsanlar tarafından metabolize edilemez ve idrarla atılır. Diyetle yüksek oksalat alımı minerallerin ve eser elementlerin emilimini etkiler, böylece oksalatların gastrointestinal kanaldaki iki değerlikli katyonlarla çözünmeyen kompleksler oluşturma yeteneği nedeniyle böbreklerde kalsiyum oksalat taşlarının oluşumu için bir risk faktörü olan hiperoksalüride önemli bir rol oynar. Kinoa ıspanak ve pancara göre daha düşük oksalik asit seviyelerine sahiptir (380 mg/100 g) (Filho vd., 2017).

Pseudo tahılların toksikolojik yönlerine gelince, bunları tüketmek oldukça güvenlidir. Daha düşük miktarda anti-besinsel faktörlere ve saponinler gibi daha düşük içsel toksine sahiptirler. Bağırsak sistemi üzerinde potansiyel zararlı etkilere sahip olan saponinler yalnızca küçük miktarlarda emilmektedir. Bu durum onun zararlı etkilerini önemsiz hale getirmektedir. Örneğin, amarant tohumları oldukça düşük miktarda saponin içerir (%0,09) ve amarant tohumlarındaki bu düşük saponin konsantrasyonu, diğer tahıllara kıyasla düşük toksisite olarak tanımlanmasını

sağlamaktadır (Shahbaz vd., 2023).

Pseudo Tahılların Sağlık Üzerine Etkileri

Günümüzde küresel gıda ekonomisi, düşük işlenmemiş karbonhidrat ve yüksek yağ içeriğine sahip, enerji yoğun diyetlerin artan tüketimiyle şekillenen sürekli değişen beslenme kalıplarının etkisi altındadır. Yaşam tarzı ve diyet tasarımlarındaki bu farklılıklar nedeniyle, ateroskleroz, felç, kalp sorunları, diyabet, hipertansiyon, bazı kanser türleri ve obezite gibi kronik bulaşıcı olmayan hastalıklar (NCD'ler) hem yeni gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde giderek önemli hale gelmekte olup zamansız ölüm nedenleri arasında yer almaktadır. Tüm bunlar, bu rahatsızlıklara karşı işlevsel özelliklere sahip yeni gıda kaynaklarına doğru toplumun artan bir eğilimini oluşturmaktadır. Pseudotahılların kronik hastalıkların önlenmesindeki etkisini kontrol etmek için birçok in vivo çalışma yapılmaktadır (Shahbaz vd., 2023).

Fenolik bileşikler; anti-alerjik, anti-inflamatuar, anti-mikrobiyal, antioksidan, anti-trombotik, kardiyoprotektif gibi kronik hastalık riskini azalttığı ve tip 2 diyabette insülin salgılanmasını uyardığı için insanlara sağlık yararları sağlayabilir olarak bildirilmektedir. Diyetle alınan fenolik bileşikler, bağırsak mikrobiyal dengesini (yararlı bakteriler/patojen bakteriler) düzenleyerek sağlıklı bir bağırsağın korunmasına katkıda bulunabilmektedir. Fenolik bileşiklerin biyolojik etkileri esas olarak biyoerişilebilirliğine (sindirim sırasında gıda matrisinin emilebilir bir formda salınması) ve biyoyararlanımına (kan dolaşımına emilim ve aktarım) bağlıdır ve her ikisi de kimyasal yapılarına, matris etkileşimlerine, antioksidan aktivitelerine ve gıda işlenmesine bağlıdır. Ancak, pseudo tahıllardaki bu çalışmalar hala eksiktir (Rollan vd., 2019).

Kinoa, "işlevsel gıda"nın mükemmel bir örneğidir ve çeşitli hastalık riskini azaltmaya yardımcı olabilir. İşlevsel özellikleri, özellikle hücre zarlarının korunmasında insan beslenmesine katkıda bulunan lif, mineraller, vitaminler, yağ asitleri, antioksidanlar ve bitki hormonlarının varlığıyla ilişkili olabilir ve nöronal işlevin iyileştirilmesinde kanıtlanmış sonuçlar vardır. Bu özellikler tahıla insan beslenmesi ve sağlık bakımı için diğer bitkisel gıdalara göre, büyük bir avantaj sağlar (Repo-Carrasco-Valencia ve Serna, 2011; Vega-Gálvez vd., 2010). Kinoa karbonhidratları, faydalı hipoglisemik etkilere sahip oldukları ve serbest yağ asitlerinin azalmasını sağladıkları için nutrasötikler olarak kabul edilebilir. Çölyak hastalığı olan bireylerde yapılan çalışmalar, kinoa'nın glisemik indeksinin glutensiz makarna ve ekmelemlerden biraz daha düşük olduğunu göstermiştir. Ayrıca kinoa, glutensiz makarnaya kıyasla daha düşük serbest yağ asidi seviyeleri ile karakterize edilirken, glutensiz ekmeğe göre anlamlı düzeyde daha düşük trigliserit içeriği göstermektedir (Berti vd., 2004; Filho vd., 2017). Son yıllarda, çoklu doymamış yağ

asitleri, kardiyovasküler hastalık, prostaglandin metabolizması, artan insülin duyarlılığı, bağışıklık sistemi ve hücre zarı fonksiyonu üzerindeki olumlu etkiler gibi kendilerine atfedilen sağlık yararları nedeniyle önem kazanmıştır (Abugoch, 2009; Filho vd., 2017).

Günümüzde chia, doğru oranda biyoaktif bileşen içerdiği için dünya çapında fonksiyonel gıda ürünleri üretmek için kullanılmaktadır. Chia'nın kardiyovasküler hastalıklar, obezite, kanser ve diyabet gibi kronik hastalıklarla ilişkili birçok sağlık yararı sağladığı bildirilmektedir. Bu nedenle chia tohumunun kullanımı yıllar geçtikçe artmaktadır (Kulczyński vd., 2019; Shahbaz vd., 2023). Chia'nın temel faydaları arasında yüksek lif, omega 3 ve demir içermesi yer almaktadır. Ayrıca süte kıyasla daha fazla miktarda kalsiyum ve magnezyum içermektedir. Çalışmalar ayrıca diyabet hastalarında chia tohumlarının düzenli alımının kan şekeri seviyelerini kontrol edebileceğini ve stabilize edebileceğini bildirmektedir. Trombositlerin toplanmasını kısıtlayarak felçleri ve kalp krizlerini önleyebilir ve kan basıncını (sistolik) 6 mmHg'ye kadar düşürebilir olarak belirtilmektedir (Vuksan vd., 2007).

Amarant, kinoa, chia ve karabuğday gibi pseudo tahıllar iyi birer antioksidan kaynağı olarak nitelendirilmektedir. Tahıllara göre daha fazla fenolik bileşik ve antioksidan kapasite göstermektedirler. Yapılan çalışmalar bu besinlerin tüketiminin kan örneklerinde antioksidan seviyelerinde artış sağladığını ve serbest radikalleri süpürücü etki gösterdiğini belirtmektedir (Morales vd., 2021; Shahbaz vd., 2023; Tang vd., 2015; Vuksan vd., 2007;).

Polifenol ve proantosiyandinlerin (PA) alımının artırılması, kronik hastalıkların ve tıbbi bozuklukların görülme sıklığının azalmasıyla olumlu bir şekilde bağlantılı olarak belirtilmektedir. Karabuğday pseudo tahıllar arasında proantosiyadin içeren tek pseudo tahıldır. Bu özelliği karabuğdayı kronik hastalıkların görülme sıklığı üzerinde olumlu etkiler ortaya koyabileceğini belirtmektedir. Öte yandan, PA açısından zengin gıdalar büzücü/acı olabilir ve bu da duysal kaliteyi ve ticari potansiyeli olumsuz etkileyebilir olarak belirtilmektedir (Zhu, 2019). Karabuğdaydaki protein, yağ, vitamin ve metal elementlerinin miktarı pirinç, buğday, mısır ve diğer temel gıdalardan daha yüksektir. Özellikle serum kolesterolünü azaltabilen ve yaşlanma karşıtı etkilere sahip olabilen; kalp hastalığı, serebrovasküler hastalık ve diyabetin önlenmesinde ve tedavisinde kullanılabilen, vitaminler, diyet lifi ve eser elementler açısından zengin olduğu belirtilmektedir. Karabuğday, insan vücudu için gerekli eser elementlerin önemli bir diyet kaynağı olarak popülaritesi artmış bir üründür (Zhao vd., 2023).

Sonuç ve Öneriler

Pseudo tahıllar, doymamış yağ asitleri, protein, diyet lifi, vitamin, mineral ve karabuğdaydaki fagopiritoller ve flavonoller, kinoaadaki saponinler; amaranttaki skualen ve amarant, kinoa ve karabuğdaydaki fitosteroller gibi biyoaktif bileşikler açısından iyi birer kaynaktır. Psödo tahılların bu besleyici besin bileşimi ve düşük alerjenitesi onları tahıllara göre (buğday, mısır ve pirinç) iyi bir alternatif ürün haline getirmektedir. Ayrıca pseudo tahılların anti-besinsel faktör içerikleri diğer besinlerle kıyaslandığında kabul edilebilir düzeydedir ve etkileri de düşüktür. Bu durum pseudo tahılların fonksiyonel besinler olarak kullanımını artırmaktadır. Pseudo tahıllar sürdürülebilir gastronomi kapsamında un formülasyonunda özellikle glutensiz ürün üretiminde kullanıldığı çalışmalarda görülmektedir. Bu amaç doğrultusunda pseudo tahılların kek, ekmek, erişte, makarna, bar ve içecek gibi ürünlerin üretiminde yer aldığı çalışmalarda bildirilmektedir. Pseudo tahıllar içerikleri besin öğeleri ve biyoaktif bileşenler ile obezite, kalp hastalıkları, hiperlipidemi, kanser gibi birçok hastalığa karşı koruyucu ürün olarak nitelendirilmektedir. Alerjen dostu, tam tahıllı, yüksek lifli ve yüksek proteinli gibi işlevsel sağlık özelliklerine sahip bu pseudo tahıllar, fonksiyonel gıda ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Fakat bu faydalara rağmen, tüketicilerin pseudo tahıllar ve formüle edilmiş ürünler hakkındaki farkındalıkları oldukça düşüktür. Bunun nedeni ise, pseudo tahılların yüksek maliyetleri ve dünya çapında sınırlı bulunabilir olmasıdır. Ayrıca, bu pseudo tahılların yetiştirilmesi dünyanın belirli bölgeleriyle sınırlı kalmış durumdadır. Besinsel faydaları ve büyük pazar potansiyelleri göz önüne alındığında, bu pseudo tahılların sürdürülebilir gastronomi uygulamalarında üretimlerinin teşvik edilmesi önem taşımaktadır.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Ethics Committee Approval: This study does not require ethics committee approval.

Conflict of Interest: The author has no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The author declared that this study has received no financial support.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma için etik kurul onayına gerek yoktur.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazar bu çalışmanın herhangi bir finansal destek almadığını beyan etmiştir.

References

- Alan, O., Kinaci, G., Kinaci, E., Basciftci, Z. B., Sonmez, K., Evrenosoglu, Y., & Kutlu, I. (2014). Kernel quality of some sweet corn varieties in relation to processing. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42(2), 414-419. <https://doi.org/10.15835/nbha4229425>
- Abugoch James, L. E (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional and functional properties. *Advances in Food and Nutrition Research*, 58(1), 1-31. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)58001-1](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)58001-1)
- Ahmad, I., Rashid M. H. U., Nawaz, S., Asif M., Farooq T. H., Shahbaz Z., M., & Kashif, M. (2022). Effect of different compost concentrations on the growth yield of *Bombax Ceiba* (Simal). *Natural Resources for Human Health* 2(2), 222-227.
- Ahmed, J., Thomas, L., Arfat, Y. A., & Joseph, A. (2018). Rheological, structural and functional properties of high-pressure treated quinoa starch in dispersions. *Carbohydrate Polymers*, 197, 649-657. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.05.081>
- Alasalvar, C., Chang, S. K., Bolling, B., Oh, W. Y., & Shahidi, F. (2021). Specialty seeds: Nutrients, bioactives, bioavailability, and health benefits: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(3), 2382-2427. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12730>
- Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2010). Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food Chemistry*, 119(2), 770-778.
- Arendt, E.K., Moroni, A., & Zannini, E. (2011). Medical nutrition therapy: use of sourdough lactic acid bacteria as a cell factory for delivering functional biomolecules and food ingredients in gluten free bread. *Microbial Cell Factories*, 10, 1-9. <https://doi.org/10.1186/1475-2859-10-S1-S15>
- Beslenme Bilgi Sistemi (BeBiS). (2021). *Versiyon 9*, İstanbul.
- Bekkering, C. S., & Tian, L. (2019). Thinking outside of the cereal box: breeding underutilized (pseudo) cereals for improved human nutrition. *Frontiers in Genetics*, 10, 1289.
- Berti, C., Riso, P., Monti, L. D., & Porrini, M. (2004). In vitro starch digestibility and in vivo glucose response of gluten-free foods and their gluten counterparts. *European Journal of Nutrition*, 43(4), 198-204.
- Coțovanu, I., Batariuc, A., & Mironeasa, S. (2020). Characterization of quinoa seeds milling fractions and their effect on the rheological properties of wheat flour dough. *Applied Sciences*, 10(20), 7225. <https://doi.org/10.3390/app10207225>
- Cumbane, P., Estivila, A., & Magaia, I. (2022). A comparative study on the antioxidant activity of *Gladiolus dalenii* Van Geel and nine commonly used substances to compare the antioxidant activity of foods and medicinal plants. *Natural Resources for Human Health* 2(2), 228-235.
- Da Silva Marineli, R., Moraes, É. A., Lenquiste, S. A., Godoy, A. T., Eberlin, M. N., & Maróstica Jr, M. R. (2014). Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.). *LWT-Food Science and Technology*, 59(2), 1304-1310. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.014>
- Dizlek H., Özer M.S., Gül H., & İnaç E. (2009). Karabuğday'ın (*Fagopyrum Esculentum* Moench) Bileşimi ve Gıda Sanayiinde Kullanım Olanakları. *Gıda Dergisi*, 34(5), 317-324.
- Dumitru, C., Dinica, R. M., Bahrim, G. E., Vizireanu, C., Baroiu, L., Iancu, A. V., & Draganescu, M. (2021). New insights into the antioxidant compounds of achenes and sprouted buckwheat cultivated in the Republic of Moldova. *Applied Sciences*, 11(21), 10230. <https://doi.org/10.3390/app112110230>
- Graziano, S., Agrimonti, C., Marmiroli, N., & Gulli, M. (2022). Utilisation and limitations of pseudocereals (quinoa, amaranth, and buckwheat) in food production: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 125, 154-165. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.04.007>
- Hayıt, F., & Gül, H. (2015). Karabuğdayın Sağlık Açısından Önemi ve Unlu Mamüllerde Kullanımı. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1), 123-131.
- Hayıt, F., & Gül, H. (2017). Tam karabuğday unu ve transglutaminaz ilavesinin kısmi pişirilerek dondurulmuş ekşi mayalı ekmeklerin fiziksel ve tekstürel özellikleri üzerine etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(2), 113-119.
- Hayıt, F., & Gül, H. (2017). Çölyak ve çölyak hastaları için üretilen ekmeklerin kalite özellikleri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(1), 163-169.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). 2015. *Food security and the right to food*. <http://www.fao.org>
- Filho, A. M. M., Pirozi, M. R., Borges, J. T. D. S., Pinheiro

- Sant'Ana, H. M., Chaves, J. B. P., & Coimbra, J. S. D. R. (2017). Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(8), 1618-1630. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.1001811>
- Jancurová, M., Minarovičová, L., & Dandár, A. (2009). Quinoa: A review. *Czech Journal of Food Sciences* 27(2), 71–79.
- Kulczyński, B., Kobus-Cisowska, J., Taczanowski, M., Kmiecik, D., & Gramza-Michałowska, A. (2019). The chemical composition and nutritional value of chia seeds—Current state of knowledge. *Nutrients*, 11(6), 1242. <https://doi.org/10.3390/nu11061242>
- Majzoubi, M., Wang, Z., Teimouri, S., Pematilleke, N., Brennan, C. S., & Farahnaky, A. (2023). Unlocking the Potential of Sprouted Cereals, Pseudocereals, and Pulses in Combating Malnutrition. *Foods*, 12(21), 3901. <https://doi.org/10.3390/foods12213901>
- Morales, D., Miguel, M., & Garcés-Rimón, M. (2021). Pseudocereals: A novel source of biologically active peptides. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(9), 1537-1544. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1761774>
- Nandan, A., Koirala, P., Tripathi, A. D., Vikranta, U., Shah, K., Gupta, A. J., ... & Nirmal, N. (2024). Nutritional and functional perspectives of pseudocereals. *Food Chemistry*, 448(1), 139072. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139072>
- Nsimba, R. Y., Kikuzaki, H., & Konishi, Y. (2008). Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* spp. seeds. *Food Chemistry*, 106(2), 760-766. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.004>
- Pirzadah, T. B., & Malik, B. (2020). Pseudocereals as super foods of 21st century: Recent technological interventions. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2, 100052. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100052>
- Poshadri, A., Deshpande, H. W., Machewad, G. M., Kshirsagar, R. B., Gadhe, K. S., & Kadam, S. D. (2023). Functional properties of selected composite gluten-free pseudocereals flour. *Food and Humanity*, 1, 1200-1205. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.09.015>
- Repo-Carrasco-Valencia, R. A. M., & Serna, L. A. (2011). Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(1), 225-230. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000100035>
- Rollán, G. C., Gerez, C. L., & LeBlanc, J. G. (2019). Lactic fermentation as a strategy to improve the nutritional and functional values of pseudocereals. *Frontiers in Nutrition*, 6, 98. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00098>
- Ruan, J., Zhou, Y., Yan, J., Zhou, M., Woo, S. H., Weng, W., ... & Zhang, K. (2022). Tartary buckwheat: An under-utilized edible and medicinal herb for food and nutritional security. *Food Reviews International*, 38(4), 440-454. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1734610>
- Ryan, E., Galvin, K., O'Connor, T. P., & Maguire, A. R. (2007). Phytosterol, squalene, tocopherol content and fatty acid profile of selected seeds, grains, and legumes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 62(3), 85-91.
- Sarker, U., Hossain, M. M., & Oba, S. (2020). Nutritional and antioxidant components and antioxidant capacity in green morph *Amaranthus* leafy vegetable. *Scientific Reports*, 10(1), 1336. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-57687-3>
- Sarker, U., Oba, S., Alsanie, W. F., & Gaber, A. (2022). Characterization of phytochemicals, nutrients, and antiradical potential in slim amaranth. *Antioxidants*, 11(6), 1089. <https://doi.org/10.3390/antiox11061089>
- Schoenlechner, R., Wendner, M., Siebenhandl-Ehn, S., & Berghofer, E. (2010). Pseudocereals as alternative sources for high folate content in staple foods. *Journal of Cereal Science*, 52, 475-479. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.08.001>
- Shahbaz, M., Raza, N., Islam, M., Imran, M., Ahmad, I., Meyyazhagan, A., ... & Wan, C. (2023). The nutraceutical properties and health benefits of pseudocereals: a comprehensive treatise. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(29), 10217-10229. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2071205>
- Sofi, S. A., Ahmed, N., Farooq, A., Rafiq, S., Zargar, S. M., Kamran, F., ... & Mousavi Khaneghah, A. (2023). Nutritional and bioactive characteristics of buckwheat, and its potential for developing gluten-free products: An updated overview. *Food Science & Nutrition*, 11(5), 2256-2276. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3166>
- Tang, Y., Li, X., Chen, P. X., Zhang, B., Hernandez, M., Zhang, H., ... & Tsao, R. (2015). Characterisation of fatty acid, carotenoid, tocopherol/tocotrienol compositions and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. *Food chemistry*, 174, 502-508. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.040>
- Ugural, A., & Akyol, A. (2022). Can pseudocereals modulate

- microbiota by functioning as probiotics or prebiotics?. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(7), 1725-1739. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1846493>
- Vega-Gálvez, A. V., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., & Martínez, E. A. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90, 2541-2547. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4158>
- Vidaurre-Ruiz, J., Bender, D., & Schönlechner, R. (2023). Exploiting pseudocereals as novel high protein grains. *Journal of Cereal Science*, 114, 103795. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2023.103795>
- Vuksan, V., Whitham, D., Sievenpiper, J. L., Jenkins, A. L., Rogovik, A. L., Bazinet, R. P., ... & Hanna, A. (2007). Supplementation of conventional therapy with the novel grain Salba (*Salvia hispanica* L.) improves major and emerging cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: results of a randomized controlled trial. *Diabetes Care*, 30(11), 2804-2810. <https://doi.org/10.2337/dc07-1144>
- World Health Organization. (2002). *Nitrate*. <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/709> (Erişim Tarihi: 10.12.2024)
- World Health Organization. (2007). *Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition: Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation*, WHO Technical Report Series, 935, WHO, Geneva, Switzerland, 265 pp.
- Zhao, M., Gou, J., Zhang, K., & Ruan, J. (2023). Principal components and cluster analysis of trace elements in buckwheat flour. *Foods*, 12(1), 225. <https://doi.org/10.3390/foods12010225>
- Zhou, X., Wen, L., Li, Z., Zhou, Y., Chen, Y., & Lu, Y. (2015). Advance on the benefits of bioactive peptides from buckwheat. *Phytochemistry Reviews*, 14, 381-388. <https://doi.org/10.1007/s11101-014-9390-0>
- Zhu, F. (2019). Proanthocyanidins in cereals and pseudocereals. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(10), 1521-1533. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1418284>